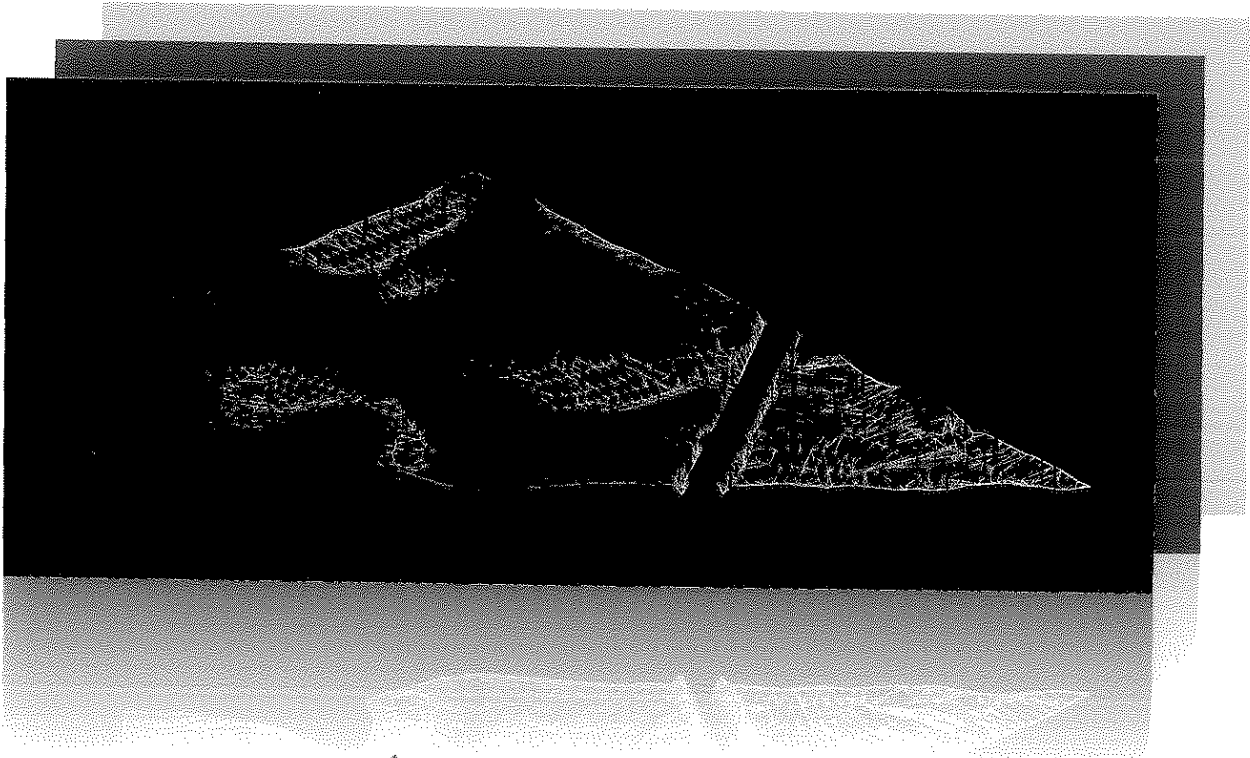


**TRABAJO FINAL**

**“GENERACIÓN DE UN MODELO DIGITAL  
DE ELEVACIONES A PARTIR DE TÉCNICA  
GNSS PARA ANÁLISIS HÍDRICO”**



**ALUMNOS:** Nicolás Beloqui N° 55.032/7

Rodrigo Loray N° 53.561/0

**DIRECTOR:** Dr. Daniel Del Cogliano

**CODIRECTOR:** Ing. Agrim. Elvio D. Pérez

**PROFESOR:** Ing. J. Ricardo Soto

2012

## **AGRADECIMIENTOS**

Al Dr. Daniel Del Cogliano, quien desde un principio acepto dirigirnos en esta labor dándonos la tranquilidad de tener el respaldo de sus conocimientos y experiencia. Hay que mencionar el valor agregado que nos aportó en los aspectos a resaltar marcándonos el camino hasta el mejor resultado.

Al Ing. Agrim. Elvio Daniel Pérez, por su tarea como codirector estando a nuestra entera disposición en el día a día, aportando sus conocimientos teóricos y en el manejo de los distintos software utilizados.


Al Agrim. Matías Vignezzi, quien puso a nuestra entera disposición todo el instrumental disponible y movilidad de este trabajo, como también su experiencia en este campo.

A la Ing. Mercedes Rodrigo, por su aporte en el aprendizaje del software Autocad Civil 3D.

A las familias Vignó y Tedesco, quienes nos otorgaron acceso al establecimiento rural “El Mecedo” donde se realizó el relevamiento.

A nuestra familia y amigos por el apoyo en el transcurso de la finalización de nuestra carrera.

  
BELCQUI, Nicolás  
N° 55.032/7

  
LORAY, Rodrigo  
N° 53.561/0


## ÍNDICE


<b>1. INTRODUCCIÓN</b>	6
<b>1.1 Objetivos y Metodología</b>	6
<b>1.2 Definición de Área de Trabajo</b>	7
<b>1.3 Análisis Preliminar</b>	8
1.3.1 DATOS ALTIMÉTRICOS Y TOPOGRÁFICOS	8
1.3.2 GEORREFERENCIACIÓN	10
1.3.3 MODELOS GEOIDALES	10
1.3.4 DEM	10
<b>2. GNSS</b>	11
<b>2.1 Sistema GPS</b>	11
2.1.1 SEGMENTO ESPACIAL	12
2.1.2 SEGMENTO DE CONTROL	12
2.1.3 SEGMENTO DE USUARIO	13
<b>2.2 Sistema GLONASS</b>	13
2.2.1 SECTOR ESPACIAL	14
2.2.2 SECTOR DE CONTROL	14
2.2.3 SECTOR DEL USUARIO	14
<b>2.3 Los Sistemas Combinados</b>	14
<b>2.4 Teoría de la Medición GNSS</b>	16
2.4.1 MEDICIONES DE CÓDIGO	17
2.4.2 MEDICIONES DE FASE	18
2.4.3 COMBINACIÓN DE OBSERVABLES	19
<b>2.5 Fuentes de Error en las Observaciones</b>	20
2.5.1 ERRORES RELATIVOS AL SATÉLITE	20
2.5.1.1 Error del Reloj del Satélite	20
2.5.1.2 Errores en la Órbita	20
2.5.2 ERRORES PRODUCTO DE LA PROPAGACIÓN DE LA SEÑAL	20
2.5.2.1 Refracción Ionosférica	20
2.5.2.2 Refracción Troposférica	21
2.5.2.3 Pérdidas de Ciclo	21
2.5.2.4 Efecto Multipath o Multicamino	21

2.5.3 ERRORES RELATIVOS AL RECEPTOR	21
2.5.3.1 Error del Reloj	21
2.5.3.2 Variación del Centro Radioeléctrico de la Antena	22
2.5.3.3 Error en las Coordenadas del Punto de Referencia y en la Altura de la Antena	22
<b>2.6 Métodos de Posicionamiento Utilizados</b>	22
2.6.1 POSICIONAMIENTO DIFERENCIAL	22
2.6.2 ESTÁTICO	23
2.6.3 CINEMÁTICO EN TIEMPO REAL (RTK)	24
2.6.3.1 Continuo RTK	25
2.6.3.2 Stop & Go RTK	25
<b>3. SOBRE LA RED</b>	27
<b>3.1 Elección de Puntos y Diseño de Red</b>	27
<b>3.2 Marco de Referencia</b>	30
3.2.1 ITRF	31
3.2.2 SIRGAS	32
3.2.3 POSGAR07	33
3.2.4 GEOBA	34
<b>3.3 Aplicación</b>	35
3.3.1 RELEVAMIENTO (Campaña)	35
3.3.2 PROCESAMIENTO	37
3.3.3 AJUSTE DE RED Y RESULTADOS FINALES	40
<b>4. MODELO DE TRANSFORMACIÓN DE ALTURAS</b>	41
<b>4.1 Superficies Geodésicas de Referencia</b>	42
4.1.1 GEOIDE	42
4.1.2 ELIPSOIDE	42
<b>4.2 Alturas de Referencia</b>	43
4.2.1 ALTURA ELIPSOIDAL	43
4.2.2 ALTURA DE NIVELACIÓN	43
4.2.3 ALTURA ORTOMÉTRICA	43
4.2.4 ALTURA DINÁMICA	43
4.2.5 ALTURA NORMAL	43

<b>4.3 Importancia de <math>\Delta H</math></b>	44
<b>4.4 Modelo de Geoide Global EGM08</b>	45
<b>4.5 Modelo de Geoide de la Provincia de Buenos Aires (FCAG)</b>	47
<b>4.6 Modelo de Geoide Local (MLBL)</b>	49
4.6.1 CALIBRACIÓN LOCAL	49
4.6.2 ANÁLISIS LOCAL	50
<b>4.7 Evaluación del Modelo MLBL</b>	53
4.7.1 EGM08 RESPECTO FCAG	53
4.7.2 MLBL RESPECTO FCAG	54
4.7.3 ESTIMACIÓN DEL ERROR ABSOLUTO DE H OBTENIDA	55
<b>5. MODELO DIGITAL DE ELEVACIONES (DEM)</b>	56
<b>5.1 Requerimientos de un DEM para posterior Análisis Hídrico</b>	57
<b>5.2 Modelos y Estructuras de Datos de un DEM</b>	57
5.2.1 MODELO DE DATOS VECTORIAL	58
5.2.1.1 Red Irregular de Triángulos (TIN)	58
5.2.2 MODELO DE DATOS RASTER	58
<b>5.3 Construcción de un DEM</b>	60
5.3.1 DIRECTOS	60
5.3.2 INDIRECTOS	60
<b>5.4 Factores de Calidad</b>	61
<b>5.5 Modelo de Elevaciones SRTM30</b>	62
<b>5.6 Aplicación</b>	63
5.6.1 RELEVAMIENTO (Campaña)	63
5.6.1.1 Levantamiento de Datos	65
<b>5.7 Vinculación Geodésica y Altimétrica</b>	66
<b>5.8 DEM Establecimiento Rural El Mercedo</b>	67
<b>5.9 DEM Respecto SRTM30</b>	70
<b>5.10 Evaluación del DEM Logrado</b>	71
<b>6. CÁLCULO DE GASTOS Y HONORARIOS</b>	73
<b>7. CONCLUSIONES</b>	78
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	80

<b>ANEXO I</b>	82
<ul style="list-style-type: none"><li>• Carta Topográfica "ESTABLECIMIENTO RURAL EL MEREcido"</li><li>• Carta Imagen "ESTABLECIMIENTO RURAL EL MEREcido"</li><li>• Certificado de cotas de puntos altimétricos</li><li>• Monografías IGN de puntos altimétricos</li><li>• Coordenadas geodésicas POSGAR07 (IGN)</li><li>• Coordenadas geodésicas POSGAR07 (MIVSP)</li><li>• Monografía EGAN</li></ul>	
<b>ANEXO II</b>	97
<ul style="list-style-type: none"><li>• Planillas de Medición GNSS</li><li>• Esquema de Obstrucciones</li><li>• Monografía con Croquis, Imágenes y Fotografías de Lugar</li><li>• Planilla de Nivelación</li></ul>	
<b>ANEXO III</b>	114
<ul style="list-style-type: none"><li>• Resúmenes de procesamiento</li><li>• Informes de cierre de figuras</li><li>• Informe de ajuste de red</li><li>• Informe de calibración vertical</li></ul>	
<b>ANEXO IV</b>	123
<ul style="list-style-type: none"><li>• Plano Final</li></ul>	
<b>ANEXO V</b>	125
<ul style="list-style-type: none"><li>• Reglamento</li><li>• Notas</li><li>• Planilla Plan de Trabajo</li><li>• Resumen Extendido</li></ul>	

  
BELOQUI, Nicolás  
N° 55.032/7

  
LORAY, Rodrigo  
N° 53.561/0

## **1. INTRODUCCIÓN**

Si bien la Agrimensura contiene los conocimientos acumulados a lo largo de su historia, en la actualidad se le suma el advenimiento de la tecnología y el flujo de información, lo cual se manifiesta favorablemente en trabajos como el que nos ocupa.

Los métodos clásicos ofrecieron a través del tiempo soluciones concretas al problema a tratar, aunque vamos a demostrar en el presente trabajo que su eficiencia no es comparable respecto la técnica GNSS<sup>1</sup>.

Todos los temas abordados estarán sujetos a comprobación y análisis como corresponde a un trabajo académico. Además, se deja en claro que la metodología aplicada trasciende la aplicación particular de dicha labor, siendo pensada ésta para su aplicación a modelos de mayor extensión.

### **1.1 Objetivos y Metodología**

Generar un Modelo Digital de Elevaciones (DEM<sup>2</sup>) a partir de técnica GNSS de un establecimiento rural del partido de Rauch (Pcia. de Bs. As.) con los requerimientos necesarios que posibiliten su utilización en análisis hídrico.

El mismo estará georreferenciado al Marco de Referencia Geodésico Nacional (POSGAR07<sup>3</sup>) y vinculado altimétricamente a la Red del Instituto Geográfico Nacional (IGN<sup>4</sup>), asegurando precisiones centimétricas.

Para esto último se deberá encontrar un modelo de transformación de alturas, para lo cual se confeccionará una red GNSS sobre puntos de nivelación y se aprovechará información aportada por el Modelo de Geoide Global EGM08<sup>5</sup>, consiguiendo un Modelo de Geoide Local. Este último, será comparado con una fuente externa como es el Modelo de Geoide de la Prov. de Bs. As. FCAG<sup>6</sup>.

Asimismo, el DEM logrado será comparado con el modelo radar SRTM30<sup>7</sup>.

Por último, se evaluarán las precisiones conseguidas comprobando si la metodología utilizada cumple con los objetivos planteados, tanto respecto de las tolerancias requeridas como así también la calidad que se busca en un trabajo de esta índole.

<sup>1</sup>GNSS: Global Navigation Satellite Systems.

<sup>2</sup>DEM: Digital Elevation Model.

<sup>3</sup>POSGAR07: Posiciones Geodésicas Argentinas 2007.

<sup>4</sup>Designado hasta el 2009 Instituto Geográfico Militar (IGM).

<sup>5</sup>EGM08: Earth Gravitational Model 2008.

<sup>6</sup>FCAG: Facultad de Ciencias Astronómicas y Geofísicas.

<sup>7</sup>SRTM: Shuttle Radar Topography Mission (resolución 30 metros)


## 1.2 Definición de Área de Trabajo


El presente trabajo tiene lugar en el establecimiento rural “El Mercedo” perteneciente a la familia Tedesco. Está ubicado en el límite sureste del partido de Rauch (Pcia. de Bs. As.), separado del partido de Ayacucho por medio del Arroyo Langueyú. Se encuentra a 24 Km de la ciudad de cabecera accediendo a él por Ruta Provincial N° 50, continuación Ruta Provincial N° 30 (Km192), camino hacia la ciudad de Tandil.



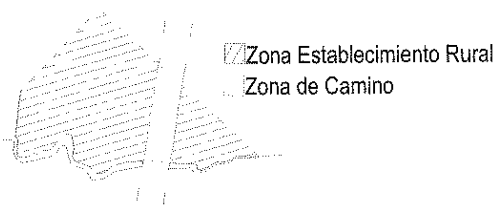
Será necesario realizar previamente algunas salvedades respecto a la superficie que abarca el DEM.

El establecimiento es atravesado por la traza de la Ruta Provincial N° 30, quedando formado por dos parcelas, una a cada lado de la ruta. De este modo la superficie del modelo se compone por la totalidad del establecimiento rural, más la zona de camino que interviene entre ambas parcelas, siendo que esta tiene gran importancia teniendo en cuenta la finalidad que se le dará al mismo.

  
BELOQUI, Nicolás  
N° 55.032/7

  
LORAY, Rodrigo  
N° 53.561/0

Intervienen una primera parcela de 85 hectáreas, una segunda de 17 hectáreas y la zona de caminos de 6 hectáreas, por lo cual el DEM cubrirá aproximadamente 108 hectáreas totales de superficie.



Existe otra zona abarcada por nuestro trabajo que se desprende de la cobertura de la red GNSS. Esta se compondrá de una gran extensión entre los partidos de Rauch y Ayacucho y surge de la elección de los puntos de nivelación para la confección de la red mencionada.

### 1.3 Análisis Preliminar

Contar con la mayor cantidad de información de forma previa al comienzo de un trabajo profesional permite la aplicación de un conjunto de herramientas, que bien utilizadas, redundan en la obtención de mejores resultados. Por esta razón hemos puesto especial énfasis en realizar un exhaustivo análisis de antecedentes, estudio de la zona y recolección de material necesario para nuestra labor.

Todo el material recolectado referido al Análisis Preliminar se encuentra en el ANEXO I.

**1.3.1 DATOS ALTIMÉTRICOS Y TOPOGRÁFICOS:** Teniendo conocimiento de la ubicación del establecimiento realizamos un análisis de la zona en el programa informático Google Earth<sup>8</sup>, del que obtuvimos coordenadas preliminares y aproximadas en el *Sistema de Referencia Terrestre WGS84*. Las mismas fueron transformadas a coordenadas del *Sistema Local Inschaupe69* y *proyección Gauss-Krüger*<sup>9</sup>. Esto nos permite estudiar la zona en el sistema de referencia clásico utilizado en nuestro país, siendo indispensable a la hora de acceder a las *Cartas Topográficas*. También se realizó un análisis visual del establecimiento y su zona contigua, y de forma similar, hemos hecho un breve análisis del relieve, ya que este programa tiene incluido el modelo de terreno SRTM90, el cual también utilizaremos al final de nuestro trabajo en una versión de mayor resolución.

En el IGN se obtuvieron las *Cartas Topográficas* 3760-17-4 “ESTACIÓN EGAÑA” y 3760-18-3 “ALMACÉN EL CARMEN”, ambas en escala 1:50.000 las cuales cubren toda la zona de trabajo. A su vez, creamos una *Carta Topográfica* propia de la zona de trabajo la cual hemos llamado “ESTABLECIMIENTO RURAL EL MERECIDO” en escala 1:80.000.

<sup>8</sup>A través del cual tuvimos acceso a imágenes satelitales del establecimiento rural.

<sup>9</sup>Todo lo referido a Sistemas de Referencia se cita en el capítulo 3.

Con el objetivo de tener una referencia actual de la zona, y teniendo en cuenta la amplitud de trabajo, se confeccionó una Carta Imagen con una porción de imagen Lansat 5 226-86 año 2009. Esta carta tiene el mismo sistema de referencia y proyección que la carta anterior y una combinación de bandas 3, 2, 1 (color real) (ER Mapper 7.1).

Con esta carta se consigue una herramienta de gran importancia para los integrantes del relevamiento que no conocían la zona, ya que en ella se resaltaron los caminos rurales a utilizar y otras referencias de importancia, como así también, se observan los cambios a través del tiempo (ejemplo inexistencia de Ruta Provincial N° 30 en la Carta Topográfica).

En esta etapa comenzamos a hacer un análisis cualitativo de los puntos altimétricos que serán utilizados con posterioridad, como así también de la zona de relevamiento<sup>10</sup>.

Asimismo, contamos con cotas de puntos de interés extraídas de la carta, las cuales tienen la desventaja de no estar compensadas ni de tener su nomenclatura de forma directa. Avanzado el estudio de las mismas se accedió al catálogo “Nivelación de Alta Precisión y Precisión”<sup>11</sup>, el cual cuenta con las cotas compensadas de las dos líneas de mayor precisión, como así también de un plano de la posición de las mismas. Con este último plano, más la ayuda cartográfica brindada por el IGN, se consiguió la información necesaria para reconocer las líneas intervinientes en nuestro trabajo.

Teniendo un panorama más claro de la situación de los puntos altimétricos a utilizar, hemos podido obtener las monografías referentes a dicha temática en el IGN junto con las cotas compensadas con su respectivo certificado de cotas (*Fig. 1.1*), brindado por el mismo organismo.

Instituto Geográfico Nacional  
Ministerio de Defensa

2011 – “Año del Trabajo Decente, la Salud y Seguridad de los Trabajadores”

Consulta de puntos altimétricos  
Sin corrección ortométrica

Nomenclatura	Lugar Acotado	Dist. a pto. ant.	Cota	Tipo Cota	Provincia
PF 47 N(45)	Pilar	2800	118.183	Provisoria	Buenos Aires
PF 2 n(52)g	Pilar	6026	103.091	Provisoria	Buenos Aires
PF 2 n(52)w	Pilar	18301	113.840	Provisoria	Buenos Aires
PF 18 n(52)C	Pilar	3936	87.356	Provisoria	Buenos Aires

*R. Beloqui*

Autenticación por medio de firma electrónica

*Fig. 1.1 Certificado de cotas firmado por autoridad pertinente.*

<sup>10</sup>La descripción pormenorizada de estos dos análisis se detallará en los capítulos 3 y 5 respectivamente.

<sup>11</sup>Dirección de Geodesia, 1962. Catálogo de cotas compensadas de puntos fijos de nivelación I.G.M, en cumplimiento de la Ley de la Carta N° 12.696.

*Bel*  
BELOQUI, Nicolás  
N° 55.032/7

*R*  
LORAY, Rodrigo  
N° 53.561/0

1.3.2 GEORREFERENCIACIÓN: Luego de recabar la totalidad de la información altimétrica será necesario el estudio del (o los) punto(s) a los cual(es) georreferenciaremos nuestro trabajo a POSGAR07.

Desde el sitio web oficial del IGN<sup>12</sup> hemos descargado las coordenadas geodésicas de los puntos de nuestro marco de referencia para la Provincia de Buenos Aires, como así también el archivo formato\*.klm compatible con Google Earth. La lista conseguida contiene coordenadas de la red POSGAR07 junto con aquellas de la de la Red Geodésica de la Provincia de Buenos Aires (GEOBA) y de la Red Proyecto de Apoyo al Sector Minero Argentino (PASMA), redes de nivel inferior a la primera y pertenecientes a ésta. Estos mismos datos pueden ser obtenidos desde el sitio oficial web del Ministerio de Infraestructura Viviendas y Servicios Públicos (MIVSP<sup>13</sup>) de la Provincia de Buenos Aires.

1.3.3 MODELOS GEOIDALES: En este trabajo se utilizará información de dos modelos geoidales: EGM08 y FCAG.


Todo el instrumental utilizado pertenece a la firma TRIMBLE, para lo cual utilizamos para nuestro procesamiento y manejo de datos GNSS el software Trimble Geomatic Office (TGO). Por esto último, hemos obtenido el Modelo Geoide Global EGM08 en formato \*.ggf (binario), formato propio de la firma mencionada, el cual permite su manipulación con el software elegido.


Asimismo, hemos recibido de parte de la Facultad de Ciencias Astronómicas y Geofísicas el Modelo de Geoide FCAG de nuestra zona de trabajo en formato \*.csv.

1.3.4 DEM: Por último, comparamos nuestro modelo de elevaciones con el modelo radar SRTM30 el cual conseguimos luego de investigar en varias fuentes de internet quedándonos con la versión de mayor resolución.

<sup>12</sup>www.ign.gob.ar, 10/12/2010.

<sup>13</sup>www.mosp.gba.gov.ar, 17/03/2011.

  
BELLOCQUI, Nicolás  
Nº 55.032/7

  
LORAY, Rodrigo  
Nº 53.561/0

## 2. GNSS

El Sistema Global de Navegación por Satélite (GNSS) comprende a todos los sistemas de navegación por satélites, siendo una constelación de satélites que transmite rangos de señales utilizados para el posicionamiento y localización en cualquier parte del globo terrestre, ya sea en tierra, mar o aire, las 24 horas del día y en todas las condiciones climatológicas.

Éstos permiten determinar las coordenadas geográficas de un punto dado como resultado de la recepción y análisis de señales provenientes de constelaciones de satélites artificiales de la Tierra. Éstas coordenadas pueden ser usadas para fines de navegación, transporte, geodésicos, hidrográficos, agrícolas, y otras actividades afines.

Actualmente, el concepto GNSS, está formado por distintos sistemas:

- GNSS-1 (sistemas de primera generación): formado por el GPS<sup>14</sup> (Estados Unidos) y GLONASS<sup>15</sup> (Federación Rusa) actuales.
- GNSS-2 (sistemas de nueva generación): formado por el nuevo sistema Galileo (Unión Europea), el reciente Beidou/COMPASS (China) y las actualizaciones de los actuales GPS y GLONASS.

En este caso desarrollaremos GNSS-1, el cual es utilizado actualmente en nuestra región y más específicamente en toda América.

### 2.1 Sistema GPS

El Sistema de Posicionamiento Global (GPS) es un sistema de localización, diseñado por el Departamento de Defensa de los Estados Unidos con fines militares para proporcionar estimaciones precisas de posición, velocidad y tiempo.


Para ello, aprovecharon las condiciones de la propagación de las ondas de radio en el espacio, así como la posibilidad de modular las ondas para que en ellas se pueda incluir la información necesaria que permita posicionar un objeto en el sistema de referencia apropiado.


El sistema GPS es un sistema de posicionamiento por satélites que permite determinar las coordenadas, referidas al Sistema de Referencia Geodésico Mundial WGS84<sup>16</sup>, de puntos sobre la superficie de la Tierra.

<sup>14</sup> Global Positioning System.

<sup>15</sup> Global Orbiting Navigation Satellite System.

<sup>16</sup> World Geodetic System 1984.

  
BELOQUI, Nicolás  
Nº 55.032/7

  
LORAY, Rodrigo  
Nº 53.561/0

El sistema está formado por los tres segmentos siguientes:

2.1.1 SEGMENTO ESPACIAL: Está constituido por los satélites de la constelación NAVSTAR (Navegación por satélite en tiempo y distancia). La constelación, diseñada en un principio, contaba con 24 satélites distribuidos por igual en seis planos orbitales circulares distribuidos uniformemente con una inclinación de 55° respecto al plano del Ecuador y una altitud de unos 20.200 Km. El período de cada satélite para completar una órbita es de unas doce horas sidéreas.

Esto garantizaba un mínimo de cinco satélites (normalmente denominados SVS, o Space Vehicles) disponibles en cualquier parte del mundo, lo cual posibilita la continuidad de las observaciones durante todo el día. Sin embargo, se han ido añadiendo satélites que mejoren las prestaciones de servicio del GPS.

En la actualidad, hay un total de 30 satélites distribuidos no uniformemente y que garantizan unas mejores prestaciones en cuanto a disponibilidad e integridad que la constelación de 24.

2.1.2 SEGMENTO DE CONTROL: La constelación GPS está controlada desde tierra a través de una red global estaciones de seguimiento distribuidas en distintas partes del planeta. El segmento actual de control operacional incluye una estación de control principal o maestra (Colorado), una estación de control principal alternativa (California), 12 estaciones de mando y control de antenas, y 16 sitios de estaciones de monitoreo.

La estación de control maestra (MCS<sup>17</sup>) en Colorado, realiza las funciones de control principal del segmento, proporcionando mando y control de la constelación GPS. Además, genera y carga los mensajes de navegación y vela por la salud y exactitud de la constelación de satélites. Recibe información de navegación de las estaciones de monitoreo, utiliza esta información para calcular la ubicación exacta de los satélites en el espacio, y entonces inyectar la información necesaria para mantener el sistema.

Las estaciones de monitoreo son estaciones de comprobación de calidad del sistema. Están repartidas en puntos estratégicos geolocalizados con sistemas de medida independientes del GPS. Su función es comparar su ubicación real con la que calculan a partir de los receptores GPS de los que disponen, de forma que pueden notificar

---

<sup>17</sup> Master Control Station.

variaciones o errores del sistema permitiendo el reajuste de satélites específicos o de la constelación completa.

Hay 16 estaciones de monitoreo ubicadas en todo el mundo, entre ellos seis de la Fuerza Aérea y 10 de la National Geospatial-Intelligence Agency (NGA).

Las antenas de tierra se utilizan para comunicarse con los satélites GPS para fines de mando y control. Se encargan de comandar los satélites, realizar tareas de telemetría y enviar los mensajes de navegación de los satélites.

Hay cuatro sitios de antenas de tierra ubicados en conjunto con las estaciones de monitoreo en Kwajalein, Isla Ascensión, Diego García, y Cabo Cañaveral. Además, el segmento de control está conectado a las ocho estaciones de seguimiento de la Red de Control de Satélites de la Fuerza Aérea (AFSCN<sup>18</sup>) en todo el mundo, aumentando la visibilidad, flexibilidad y robustez para la telemetría, rastreo y comando.

2.1.3 SEGMENTO DE USUARIO: Este segmento está formado por los equipos (receptor o sensor con antena) utilizados para la recepción de las señales emitidas por los satélites, así como por el software necesario en la comunicación del receptor con una computadora para el postprocesado de la información.

## **2.2 Sistema GLONASS**

El Sistema Orbital Mundial de Navegación (GLONASS) es un sistema de posicionamiento satelital de características, en la práctica, muy similar a GPS. Proporciona determinaciones tridimensionales de posición, velocidad y tiempo basadas en las mediciones del tiempo de tránsito y de desviación Doppler de las señales de radio frecuencia (RF) transmitidas por los satélites GLONASS. El sistema es administrado por las Fuerzas Espaciales Rusas para el Gobierno de la Federación Rusa.

El sistema GLONASS es un sistema de posicionamiento por satélites que permite determinar las coordenadas, referidas al Datum Geodésico PZ90<sup>19</sup>

<sup>18</sup>Air Force Satellite Control Network.

<sup>19</sup>Parametry Zemli-1990, Parámetros de la Tierra 1990.

El sistema GLONASS, al igual que el sistema GPS, está formado por tres sectores fundamentales:

2.2.1 SECTOR ESPACIAL: Está formado por una constelación de 24 satélites en órbita más 3 de repuesto. Éstos están distribuidos en tres planos orbitales separados 120° entre sí, que contienen 8 satélites espaciados regularmente a 19.100 Km de altura con inclinación de 64,8° respecto al Ecuador. Siendo el periodo orbital de 11 horas y 15 minutos.

En la actualidad, hay 23 satélites operativos distribuidos de manera no uniforme.

2.2.2 SECTOR DE CONTROL: Está formado por un Sistema Central de Control (SCC) en la región de Moscú y una red de estaciones de seguimiento y control (CTS<sup>20</sup>), emplazadas por todo el área alrededor de Rusia. El Sector de Control GLONASS, al igual que el de GPS, debe seguir y vigilar el estado de sus satélites, determinar las efemérides y errores de los relojes de los satélites, es decir, la diferencia entre el tiempo GLONASS y la escala de tiempo UTC. Además, deben actualizar los datos de navegación de los satélites, y de ser necesario corregir sus órbitas.

2.2.3 SECTOR DEL USUARIO: Al igual que GPS, consiste de los receptores GLONASS, los mismos están compuestos de un receptor-procesador y un sistema de antena. El Sistema GLONASS es un sistema militar y civil. Todos los usuarios militares y civiles constituyen el Sector Usuario.

## **2.3 Los Sistemas Combinados**

En nuestro caso, el utilizar receptores capaces de recibir y procesar la señal proveniente de satélites de la constelación GPS y de la constelación GLONASS aporta algunas ventajas que se describen a continuación, donde, el usuario puede tener acceso a un sistema combinado de hasta 54 satélites (con ambas constelaciones completas).

Con todos estos satélites, los trabajos en localizaciones de visibilidad restringida son mejorados debido a la posibilidad de mayor información de más satélites. Además, mejora la geometría de los satélites observados y la ejecución del posicionamiento diferencial en tiempo real (aspecto de mayor importancia en nuestro trabajo), ya que, el tiempo menor de toma de datos, con respecto a un posicionamiento diferencial calculado

<sup>20</sup>Command Tracking Stations.

en post-proceso, se ve compensado por la obtención de una mayor información de más satélites. También, el tiempo de inicialización para alcanzar precisiones de nivel centimétrico mejora en un factor de 3 a 6 con una constelación de 54 satélites.

Vale destacar, una característica que no se va a ver beneficiada significativamente por el hecho de disponer ambos sistemas es la PRECISIÓN, ya que es como si hiciéramos una trisección inversa a 20 o a 50 vértices conocidos, o si midiéramos una distancia con cinta métrica 30 o 40 veces, el aumento de la precisión no sería significativo.


El posicionamiento GNSS posee una integridad mayor en los datos calculados, para un mismo tiempo de observación. Para un nivel de confianza de 99,9% el posicionamiento con GPS requiere una recepción continua de 6 o más satélites en su constelación de 30 satélites. Para el mismo nivel de confianza, usando GPS/GLONASS se requiere una recepción continua de 7 satélites de los 54 de la combinación, lo que obviamente, es más fácil de conseguir.


Con referencia a GPS, el GNSS:

- 1. Brinda una mayor cobertura.*
- 2. Mejora la geometría de los satélites en la observación.*
- 3. Mayor velocidad de inicialización y reinicialización.*

Los sistemas GPS y GLONASS son sistemas autónomos, es decir cada uno tiene su propio sistema de referencia y escala de tiempo. Usan diferentes sistemas de referencia para expresar las posiciones de sus satélites, y por lo tanto, para determinar las posiciones de los usuarios.

Para poder utilizar el sistema combinado GPS/GLONASS es necesario el conocimiento de las posiciones de todos los satélites utilizados, satélites GPS y GLONASS, en el mismo sistema de referencia. Para eso, se realiza el paso de las posiciones de todos los satélites GLONASS al sistema de referencia WGS84, y así trabajar con la constelación de los 54 satélites en un mismo sistema de referencia. Además, es necesario establecer la relación entre las dos escalas de tiempo utilizadas. Esto se resuelve por medio de la información contenida en los mensajes de navegación de cada uno de los sistemas, donde aparecen las diferencias entre los tiempos GPS y GLONASS con respecto al Tiempo Universal Coordinado.

  
BELOQUI, Nicolás  
N° 55.032/7

  
LORAY, Rodrigo  
N° 53.561/0

Para obtener las efemérides de los satélites GLONASS en el sistema WGS84 es necesario conocer los parámetros de transformación de PZ90 a WGS84, para lo cual se necesita un cierto número de satélites GLONASS con coordenadas en ambos sistemas. Con estos satélites se calculan los parámetros de transformación utilizando la técnica de mínimos cuadrados, y se aplican al resto de los satélites.

Las coordenadas de los satélites GLONASS en PZ90 aparecen en el mensaje de navegación que mandan los satélites. La estimación de las posiciones de los satélites GLONASS en WGS84 es realizada por una serie de estaciones de seguimiento que utilizan técnicas de medición láser, radar y ópticas para la determinación de las órbitas.

## **2.4 Teoría de la Medición GNSS**

El principio fundamental del posicionamiento se basa en la medición de las llamadas pseudodistancias (pseudoranges) entre el usuario y, al menos, cuatro satélites.

$$\text{Distancia Satélite - Receptor} = \sqrt{((X - x)^2 + (Y - y)^2 + (Z - z)^2)}$$

Siendo  $X, Y, Z$  las coordenadas del satélite y  $x, y, z$  las del receptor.

Conociendo las coordenadas del satélite en un sistema de referencia adecuado, se pueden determinar las coordenadas de la antena del usuario. Desde el punto de vista geométrico basta con la medición de tres distancias; la cuarta observación es necesaria puesto que el sistema GPS/GLONASS usa la técnica de medición de "vía única" y el reloj del receptor no se ha sincronizado con el reloj del satélite. Esta falta de sincronización es la razón para que se use el término "pseudodistancia" cuando se refiere a la observación de la distancia satélite receptor.

Los receptores se clasifican en función del observable que emplean para realizar la observación:

- Navegadores: Registran observables de código C/A y fase de la portadora L1, pero utilizan sólo el código C/A para calcular la posición.
- Receptores mono frecuencia: Registran observables de código C/A y fase de la portadora L1.
- Receptores doble frecuencia: Registran los observables de código C/A y fase de las portadoras L1 y L2.

A partir de éstos se puede estimar la distancia satélite-receptor. Además, se pueden formar diferentes combinaciones de observables que permiten solucionar diversos problemas que se presentan en la medición GNSS.

Observables de códigos:

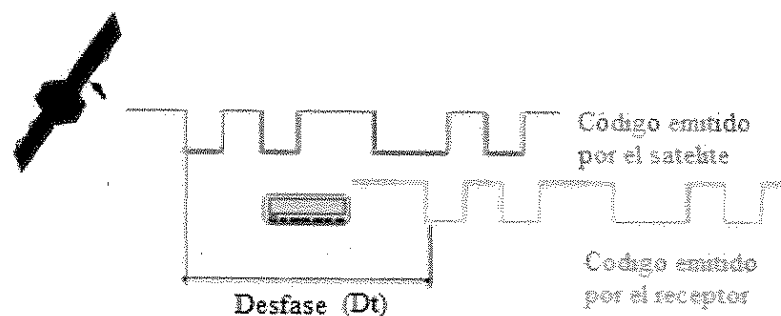
- Código C/A (Código de Adquisición) modulado sobre L1.
- Código P (Código de Precisión) modulado sobre la portadora L1.
- Código P (Código de Precisión) modulado sobre la portadora L2.
- Código C/A (Código de Adquisición) modulado sobre L2 (L2C)<sup>21</sup>.

Observables de diferencia de fase:

- Diferencia de fase de la portadora L1.
- Diferencia de fase de la portadora L2.
- Diferencia de fase de la portadora L5<sup>22</sup>.

2.4.1 MEDICIONES DE CÓDIGO

Surgen de comparar la secuencia del código recibida con una réplica exacta generada por el receptor y de calcular el desfase entre éstos (*Fig. 2.1*). Este desfase es el tiempo de propagación de señal entre satélite y receptor. Este tiempo se transforma en una distancia asumiendo que la señal se desplaza a la velocidad de la luz.



*Fig. 2.1 Desfase de tiempo.*

<sup>21</sup>Nueva señal L2C con código C/A de uso civil, en GPS.

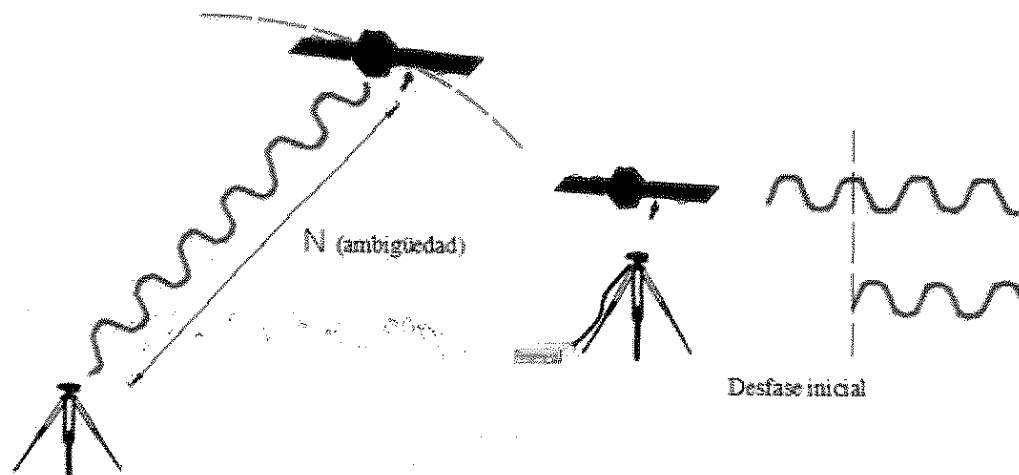
<sup>22</sup>Nueva señal L5 diseñada para satisfacer los exigentes requisitos de seguridad para el transporte y otras aplicaciones de alto rendimiento, en GPS.

Las mediciones de pseudodistancia se derivan del código P, para usuarios militares o del código C/A, para usuarios civiles. En este procedimiento existe un error en la sincronización del reloj del satélite y del receptor con el tiempo GPS (tiempo patrón), por lo que el tiempo de propagación está afectado por un error de sincronización, esta es la razón por la cual estas distancias se llaman pseudodistancias y por la que es necesario observar simultáneamente un mínimo de 4 satélites: 3 incógnitas de posición y una de tiempo.

#### 2.4.2 MEDICIONES DE FASE

La diferencia de fase de la portadora surge de la comparación de fases entre la señal portadora recibida que asumimos constante y la de referencia generada por el receptor (*Fig.2.2*). Esto implica que el receptor debe generar una onda de la misma frecuencia a la del satélite para poder compararlas.

Las mediciones de fase de la portadora están influenciadas por el término de la ambigüedad ( $N$ ), ya que el observable determina solamente la diferencia de fase dentro de un ciclo de la portadora (longitud de onda). La ambigüedad es el número de longitudes de onda enteras que hay entre el satélite y el receptor al momento de iniciar la recepción, asumiendo que se mide una fracción de ciclo. Ésta tiene que ser determinada con técnicas apropiadas para aprovechar el potencial de alta precisión que encierran las mediciones de fase de las señales GNSS.



*Fig. 2.2 Ambigüedad y diferencia de fase.*

Finalmente teniendo fijada la ambigüedad y determinada la diferencia de fase se puede calcular la distancia entre satélite y receptor de la siguiente manera:

$$\text{Pseudodistancia} = \lambda * (\varphi + N) \quad (2.1)$$

Siendo:

$\lambda$ : Longitud de onda de la portadora.

$\varphi$ : Diferencia de fase expresada en ciclos.

N: Número entero de ciclos entre el satélite y el receptor al momento de iniciar la recepción.

#### 2.4.3 COMBINACIÓN DE OBSERVABLES

Las combinaciones de observables resultan de gran importancia por su utilidad para resolver los dos problemas centrales que se presentan en el posicionamiento con fases: la resolución de ambigüedades como números enteros para períodos de observación tan cortos como sea posible y la eliminación de los efectos de la ionósfera en vectores largos.

Las características más buscadas en estas combinaciones son: ambigüedades enteras, valores grandes de longitud de onda, inmunidad al efecto ionosférico y bajo nivel de ruido. Esto hace que de las infinitas posibilidades existentes, sólo unas pocas combinaciones de observaciones de L1 y L2, o incluso con códigos, tengan utilidad práctica. Entre ellas, las más importantes son las combinaciones *libre efecto ionosférico (LEI)*, *banda ancha (Lw)* y *banda corta (Ln)*.

La principal desventaja que tiene cualquiera de las combinaciones lineales de fases es que, si asumimos un cierto nivel de ruido en la medida de fases sobre las portadoras L1 y L2, entonces este nivel de ruido se incrementará para estas combinaciones.

## **2.5 Fuentes de Error en las Observaciones**

La medición con equipos GNSS está sometida a varias fuentes de error que se pueden minimizar o modelar según los equipos y metodologías que utilizemos. Estos errores son:

### *2.5.1 Relativos al satélite.*

### *2.5.2 Producto de la propagación de la señal en el medio.*

### *2.5.3 Relativos al receptor.*

### 2.5.1 ERRORES RELATIVOS AL SATÉLITE

2.5.1.1 Error del Reloj del Satélite: Es el desfasaje que tiene éste respecto al Tiempo GPS o respecto al Tiempo GLONASS. Puede eliminarse trabajando en modo diferencial o relativo.

2.5.1.2 Errores en la Órbita: Las efemérides o parámetros orbitales radiodifundidos por los satélites están afectados de un error a causa de que es imposible predecir exactamente sus posiciones. Estos errores se pueden eliminar trabajando con efemérides precisas (sólo utilizables en tiempo diferido o en postproceso) de los días de observación, donde las posiciones de los satélites tienen errores de muy pocos centímetros.

Para líneas base cortas, trabajando en modo diferencial, se eliminan los errores relativos a los satélites, ya que afectan de igual forma a ambos receptores. Pero para bases largas, no se eliminan del todo.

### 2.5.2 ERRORES PRODUCTO DE LA PROPAGACIÓN DE LA SEÑAL

2.5.2.1 Refracción Ionosférica: La Ionósfera es aquella región donde las radiaciones solares y otras radiaciones ionizan una porción de las moléculas gaseosas liberando electrones, que interfieren en la propagación de las señales, produciendo un retardo en las mismas.

Para eliminar la refracción ionosférica se utilizan dos señales de diferente frecuencia. Como el retardo depende de la longitud de onda, será distinto para cada frecuencia y podremos observar un retardo diferencial entre ambas, siendo por tanto éste

deducible. Si solo se dispone de receptores monofrecuencia, se elimina por medio de observación diferencial en distancias cortas solamente.

Según el proyecto piloto realizado por el Dr. Claudio Brunini de Mapas Ionosféricos Regionales en la “*Reunión Técnica del Proyecto Sirgas Caracas, 2005*” el efecto ionosférico sobre la distancia satélite-receptor alcanza errores medios (día perturbado) de:

- Posicionamiento puntual instantáneo:

Planimetría: 0,42 m

Altimetría: 2,65 m

- Posicionamiento diferencial (200 Km):

Planimetría: 0,08 m

Altimetría: 0,16 m


2.5.2.2 Refracción Troposférica: La presencia de átomos y moléculas neutros en la Tropósfera afecta a las señales. El índice de refracción para un área parcial es función de su temperatura, de la presión de los gases secos y del vapor de agua. Por lo tanto, se modela la estructura de la atmósfera tomando datos metereológicos en el lugar de observación. Trabajando en modo diferencial, el error troposférico desaparece casi completamente para bases cortas solamente.


2.5.2.3 Pérdidas de Ciclo: Supone un salto en el registro de las medidas de fase, producido por la obstrucción de la señal debido a la presencia de árboles, edificios, etc., una baja calidad señal - ruido, o baja elevación del satélite.

2.5.2.4 Efecto Multipath o Multicamino: Causado por reflexiones de la señal emitida por el satélite en superficies cercanas al receptor, las cuales, se superponen a la señal directa. El efecto multipath se minimiza eligiendo puntos de estación protegidos de reflexiones y usando antenas con plato antireflejo.

## 2.5.3 ERRORES RELATIVOS AL RECEPTOR

2.5.3.1 Error del Reloj: Es el desfasaje del reloj interno del receptor con respecto a la Escala de Tiempo GPS. Este error se elimina trabajando con posicionamiento relativo por medidas de fase.

  
BELLOCQUI, Nicolás  
Nº 55.032/7

  
LORAY, Rodrigo  
Nº 53.561/0

2.5.3.2 Variación del Centro Radioeléctrico de la Antena: Falta de coincidencia entre el centro radioeléctrico o punto que realmente se posiciona y el centro físico de la antena, generando un error por excentricidad. Para evitar este error en posicionamiento relativo se orientan las antenas en una dirección común (para un mismo tipo de antena).

2.5.3.3 Error en las Coordenadas del Punto de Referencia y en la Altura de la Antena: Cada 10 metros de error que tengamos en el punto base se genera un error de aproximadamente una parte por millón (ppm) en el vector que se obtiene. Una manera de evitar este error es utilizar buenas coordenadas de partida, y tomar todas las precauciones necesarias al medir la altura de la antena del receptor controlándola en forma exhaustiva.

## **2.6 Métodos de Posicionamiento Utilizados**

En nuestro trabajo se utilizó el método Estático para las mediciones de la red y el método Cinemático en Tiempo Real (RTK<sup>23</sup>) para el resto del relevamiento. Estos dos métodos están comprendidos dentro de la metodología de Posicionamiento Diferencial.

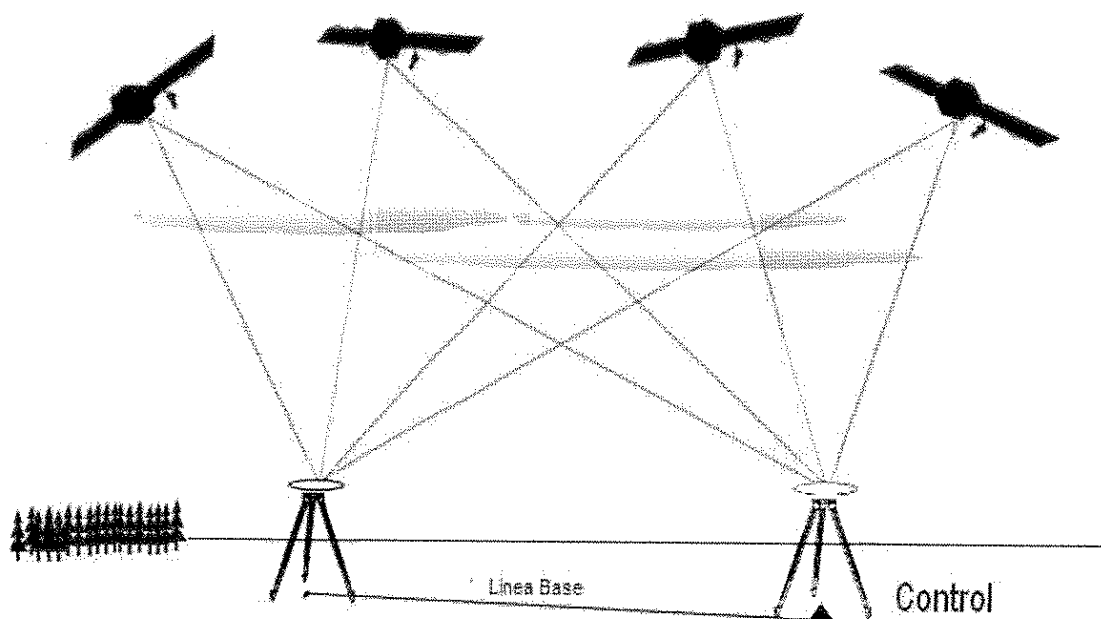
### 2.6.1 POSICIONAMIENTO DIFERENCIAL

Consiste en la utilización simultánea de dos o más receptores (*Fig. 2.3*), tomando datos al mismo tiempo (con el mismo intervalo de grabación) y a los mismos satélites, ubicando sobre un punto de coordenadas conocidas (control) el receptor base, y el otro (o los otros) sobre los puntos que son de interés para el trabajo.

Aparece el concepto de línea base, que es la línea recta (euclidiana) que une ambos puntos. Esta línea base no se obtiene en forma directa ya que las observaciones son desde los puntos a unos determinados satélites y no entre éstos. Para resolver estos sistemas se recurre a las ecuaciones de simples, dobles y triples diferencias con las que se eliminan gran parte de los errores que afectan la observación. Los observables son los códigos y las fases de las portadoras, y dependiendo del instrumental disponible y la necesidad, se pueden utilizar distintos métodos de posicionamiento diferencial.

---

<sup>23</sup>Real Time Kinematic.




*Fig. 2.3 Posicionamiento Diferencial*


### 2.6.2 ESTÁTICO

Empleado para la confección de la red GNSS de nuestro trabajo. Consiste en el estacionamiento de receptores que no varían su posición durante la etapa de observación.

El tiempo de observación dependerá de la longitud de la línea base, el número de satélites observados y la geometría satelital (Dilución de la Precisión o DOP), teniendo que ser éste como mínimo 40 minutos. En nuestro caso, se estableció un período de tiempo mínimo de 2 horas por cada sesión buscando variabilidad de la geometría satelital. Para trabajos de mayor precisión se observan muchas horas o algunos días.

La referencia se establece en el punto cuyas coordenadas precisas se conocen y la precisión será función del tiempo de observación, de la geometría satelital y el instrumental y software utilizado. Es el método que mayor precisión proporciona.

  
BELOQUI, Nicolás  
N° 55.032/7

  
LORAY, Rodrigo  
N° 53.561/0

Precisión teórica de este método es:

Horizontal:  $\pm (1 \text{ cm} + 1 \text{ ppm} \cdot D)$

Vertical:  $\pm (1 \text{ cm} + 2 \text{ ppm} \cdot D)$



Precisión establecida por la hoja de datos de cada equipo utilizado:

GPS TRIMBLE R4:

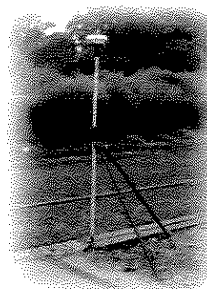
Horizontal:  $\pm (3 \text{ mm} + 0,1 \text{ ppm} \cdot D)$

Vertical:  $\pm (3,5 \text{ mm} + 0,4 \text{ ppm} \cdot D)$

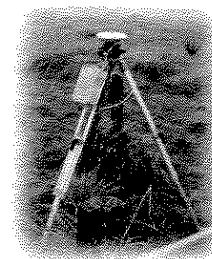
GPS TRIMBLE 5700:

Horizontal:  $\pm (5 \text{ mm} + 0,5 \text{ ppm} \cdot D)$

Vertical:  $\pm (5 \text{ mm} + 1 \text{ ppm} \cdot D)$



Trimble R4



Trimble 5700

### 2.6.3 CINEMÁTICO EN TIEMPO REAL (RTK)

Empleado para el relevamiento planialtimétrico del establecimiento y zonas contiguas, consiste en una estación de referencia que provee correcciones instantáneas para estaciones móviles, lo que hace que con la precisión obtenida se llegue al nivel centímetro.

El fundamento del método consiste en establecer una estación fija de referencia (base), a la que se introducen las coordenadas precisas del punto estación<sup>24</sup> y otra estación móvil recorriendo los puntos del terreno de los que se desee tomar o replantear datos. Para trabajar con este método es necesaria una inicialización (en movimiento (OTF<sup>25</sup>)), que supone el cálculo de las ambigüedades de cada satélite de la línea-base que une el móvil y la referencia.

Una vez realizada esta operación y siempre que no haya pérdida irrecuperable de la señal de los satélites, durante toda la operación se conservaran los valores de las ambigüedades y se podrán determinar las coordenadas relativas del móvil respecto a la base o referencia con sólo una época de observación (1 segundo).

El tiempo real se consigue estableciendo una comunicación en directo entre el equipo fijo y el móvil (enlace radial), de tal forma que las ambigüedades se resuelven en el

<sup>24</sup>En caso de ser relevamiento se puede obviar esta parte partiendo de coordenadas de navegación como corrección diferencial y luego en pos-proceso referenciar el mismo.

<sup>25</sup>On The Fly: Esta técnica desarrolla un algoritmo que aplica las observaciones recibidas en movimiento y resuelve el sistema sin tener que realizar puestas estáticas.

momento de la toma de datos y es, en ese mismo instante, cuando se calcula la línea-base requerida, o lo que es lo mismo, las coordenadas del punto móvil dadas desde el equipo fijo. La forma normal de transferir las correcciones instantáneas desde el receptor base al móvil es mediante un radio-modem, aunque actualmente se impone la recepción de correcciones diferenciales desde redes de estaciones permanentes GNSS a través de Internet (NTRIP<sup>26</sup>).

Para trabajo en tiempo real se incorporan los algoritmos de cálculo del software post-proceso, o parte de ellos, a los controladores para realizar de forma inmediata a la recepción de las observaciones, el procesamiento de estos datos, obteniendo las coordenadas en el instante. Esto supone una gran ventaja, ya que todo el tiempo que se invierte en insertar, tratar, chequear y procesar los datos se suprime al obtener los resultados al instante. Y, a la vez permite edición de un levantamiento en campo, replanteo, y todo tipo de labores en los cuales sea necesario el conocimiento de las coordenadas de los puntos en tiempo real, con las presiones propias de este método.

Dentro de la técnica de posicionamiento RTK encontramos dos modalidades utilizadas para realizar el levantamiento:

2.6.3.1 Continuo RTK: Esta modalidad se aplica cuando es necesario determinar las coordenadas precisas de puntos sobre una trayectoria. Para su aplicación, se puede indicar el tiempo transcurrido entre una grabación y otra (épocas de grabación) para posicionar las situaciones puntuales del receptor en movimiento continuo. El intervalo de grabación (épocas) es aconsejable que sea de un segundo.

O también, se puede establecer que almacene un punto cada una cierta distancia con un intervalo de grabación de un segundo. En nuestro caso, este último fue el empleado y se estableció una distancia de 20 metros aproximados.

2.6.3.2 Stop & Go RTK: Para posicionar un punto con el receptor móvil se realiza una parada en dicho punto de interés de unas pocas épocas, después nos dirigimos al siguiente punto y actuamos de igual modo. En cada punto de interés, para nuestro trabajo, se recolectó 5 épocas de un segundo.

---

<sup>26</sup>Networked Transport of RTCM Via Internet Protocol.

Precisión teórica que caracteriza este método es de 2 a 5 cm en ambas posiciones.

Precisión establecida por la hoja de datos de los equipos utilizados:

GPS TRIMBLE R4:

Horizontal:  $\pm (10 \text{ mm} + 1 \text{ ppm} \cdot D)$

Vertical:  $\pm (20 \text{ mm} + 1 \text{ ppm} \cdot D)$



Movil



Movil



Base RTK

### **3. SOBRE LA RED**

Teniendo en cuenta que este trabajo está en su totalidad apoyado en técnicas de Geodesia Satelital, para vincularlo altimétricamente a la Red IGN se deberá encontrar un modelo de transformación de alturas, que nos lleve de alturas elipsoidales (referidas a una superficie matemática) a alturas respecto del nivel del mar (en principio el geoide).

Con este fin, se creó una red GNSS sobre puntos de nivelación para tener conocimiento de las aparentes ondulaciones geoidales en la zona, siendo esto utilizado para crear nuestro Modelo de Geoide Local.

Asimismo, la red contiene un punto GEOBA-POSGAR07 lo cual permite georreferenciarlo a nuestro Marco de Referencia.

Si bien en un primer momento optamos por la confección de radiaciones independientes con repetividad, luego advertimos que sería conveniente la confección de una red; una de ellas fue contar con instrumental suficiente, también contamos con muchos puntos altimétricos y bien distribuidos con posibilidad de armar una red con fuerza geométrica y cierre de figuras.

La red confeccionada no tiene reocupación con la posibilidad de incurrir en errores groseros en la medición de las alturas instrumentales. A tal efecto, se tomaron dos recaudos: 1) en los puntos comunes a sesiones separadas se adoptó un riguroso itinerario de medición al comienzo y final de las observaciones por distintos operarios, 2) los puntos que pertenecen a sesiones separadas se utilizó bastón fijo con bípode.


#### **3.1 Elección de Puntos y Diseño de Red**


Con la información altimétrica recolectada, como se mencionó en 1.3, estudiamos los posibles puntos a utilizar para la confección de la red.

Todas las cotas de la Red IGN están relacionadas al Punto Altimétrico de Referencia Normal (PARN) el cual tuvo origen de la Nivelación General del País.

Se encuentra ubicado en el Parque Independencia de la ciudad de Tandil vinculado al mareógrafo de Mar del Plata (hoy fuera de servicio), mediante líneas de nivelación medidas en Alta Precisión.

Esta Red ha proporcionado el apoyo altimétrico tanto a obras públicas como privadas y esencialmente a contribuido al conocimiento del geoide y los pequeños movimientos de la corteza terrestre.

  
BELOQUI, Nicolás  
N° 55.032/7

  
LORAY, Rodrigo  
N° 53.561/0

Las líneas de nivelación geométrica del IGN se clasifican en líneas de Alta Precisión (I orden), de Precisión (II orden), y Topográficas (III orden). Las líneas de Precisión se desarrollan dentro de los polígonos de Alta Precisión y están divididas en subpolígonos. Dentro de estos subpolígonos se desarrollan las líneas Topográficas.

El error nominal para las cotas publicadas por el IGN es de algunos milímetros para líneas de I y II orden y centimétrico para las líneas de III orden (IGN).

En nuestro trabajo se estudiaron puntos de los tres tipos de líneas (*Fig. 3.1*). Estos puntos son: PF46N(45), PF47N(45), PF38n(52)D, PF18n(52)C, PFtop1n(52)g, PFtop2n(52)g, PFtop2n(52)w, PFtop3n(52)w.

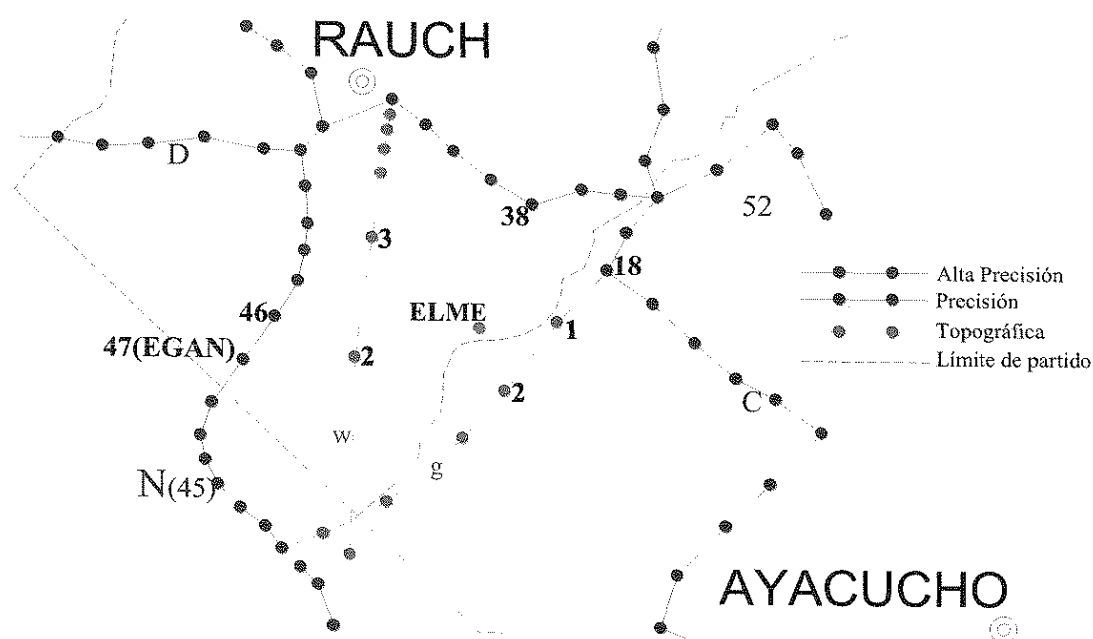


Fig. 3.1 Líneas de nivelación intervinientes.

A su vez, el punto F47N(45) pertenece a la red GEOBA-POSGAR07 bajo la designación EGAN. Ha sido de gran importancia ya que además de otorgar condicionalidad a nuestra Red, este punto nos permite materializar nuestro Marco de Referencia.

Algo importante, fue la optimización respecto a la planificación del relevamiento, por lo cual se prescindió de los puntos PF46N(45) y PF38n(52)D, ya que acrecentaría el itinerario en un día más de trabajo de campo y no aportaban suficiente mejora en los resultados para la justificación de su uso.

También se descartaron los puntos **PFtop1n(52)g**, **PFtop3n(52)w** por no encontrarse en el terreno.

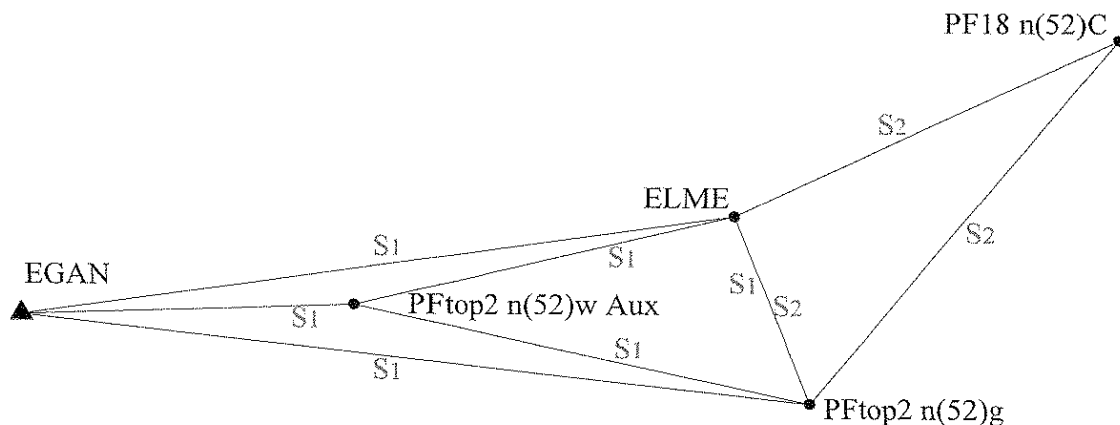
El punto **PFtop2n(52)w** corresponde a una ménsula y está ubicado en el cuadro de la Estación Egaña, y más particularmente en la pared de la edificación, por lo cual se hizo un transporte de cota hacia un punto sin obstrucciones para que no dificulten las observaciones (**PFtop2n(52)wAux**).

Un punto de gran relevancia es el que se dejará como base (control) dentro del campo para el posterior relevamiento, el cual se eligió colocarlo dentro del establecimiento rural, más precisamente dentro del casco del mismo, bajo la designación **ELME**, la cual hace referencia a la abreviación de su nombre.

Ya con los puntos elegidos hay que mencionar que para el diseño final de la Red (**Fig. 3.2**) se tuvieron en cuenta dos sesiones independientes, cada una con receptores observando en simultáneo, trabajando en el método estático, lo que permite comprobar si las observaciones tienen coherencia.

Le corresponden a la sesión 1 (S1) los puntos **EGAN**, **ELME**, **PFtop2n(52)g** y **PFtop2n(52)wAux** y a la sesión 2 (S2) los puntos **ELME**, **PFtop2n(52)g** y **PF18n(52)C**.

Cada sesión se observó 2 horas como mínimo con el fin de conseguir variabilidad en la geometría satelital y por tanto, conseguir mejores resultados.



*Fig. 3.2 Red Beloqui-Loray.*

### **3.2 Marco de Referencia**

Un error muy común en gran parte de la bibliografía consultada, es la confusión de conceptos referidos a las definiciones de sistema y marco de referencia. Por tanto aclaramos esta cuestión optando por la definición del Comité Nacional de la Unión Geodésica y Geofísica Internacional mediante un documento llamado Sistemas, Marcos y Coordenadas publicado en el año 2002.

*“Sistema de Referencia: Un sistema de referencia geodésico es un recurso matemático que permite asignar coordenadas a puntos sobre la superficie terrestre.*

*Deben distinguirse los llamados **sistemas locales** que utilizan para su definición un elipsoide determinado y un punto datum y los **sistemas globales** cuyos parámetros están dados por una terna rectangular (X, Y, Z) cuyo origen se encuentra en el geocentro del planeta. Para definir las coordenadas geodésicas (latitud, longitud y altura) cuentan con un elipsoide de revolución asociado. Ésta es una definición rigurosa pero abstracta, pues tanto el centro como los ejes son inaccesibles en la práctica.*

*Marco de Referencia: Constituyen la materialización del sistema de referencia sobre la superficie terrestre. A los fines prácticos, un sistema de referencia se materializa mediante un conjunto de mojones geodésicos implantados en una región, a los que se le han asignado coordenadas. Es claro que tales coordenadas han surgido de un cierto proceso de medición afectado de errores. Es cierto también que a un mismo sistema de referencia puede corresponderle más de un marco producto de la materialización de dicho sistema en distintas zonas, países o regiones.”*

Aclarado este tema trazaremos el recorrido desde el marco global hasta nuestro marco local

ITRF => SIRGAS => POSGAR => GEOBA

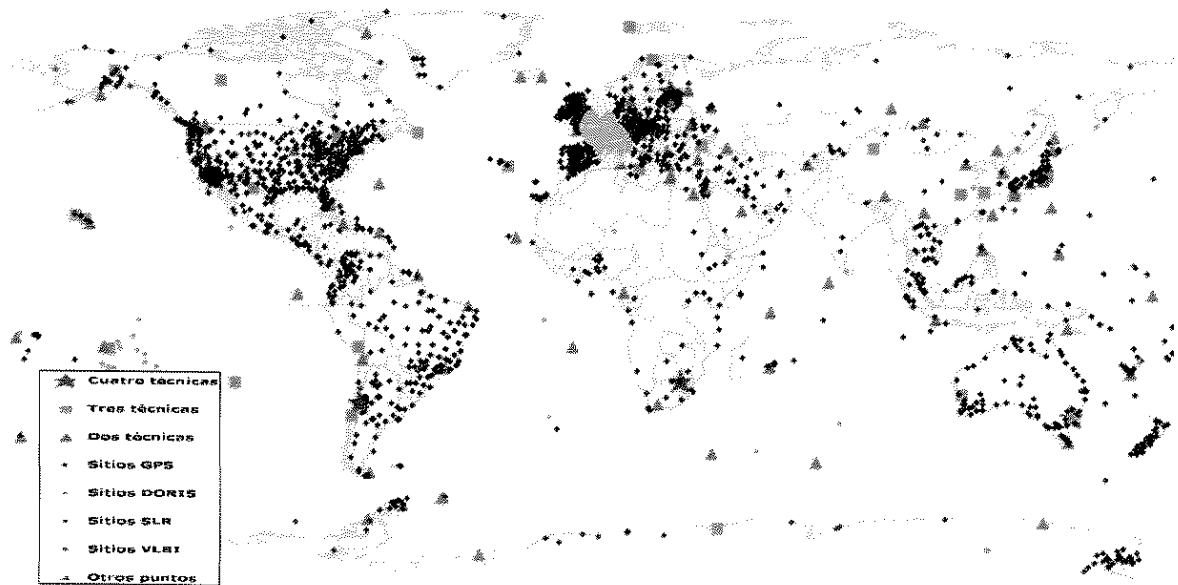
### 3.2.1 ITRF

El Marco de Referencia Terrestre Internacional (ITRF<sup>27</sup>) es la materialización del Sistema de Referencia Terrestre Internacional (ITRS) el cual es administrado por el Servicio Internacional de Rotación de la Tierra y Sistemas de Referencia (IERS<sup>28</sup>).

El eje de rotación de la tierra varía su orientación por lo que se produce un desplazamiento de los polos, debido a diversas causas como son por ejemplo las derivas continentales, movimiento en la tectónica de placas. Este hecho hace que los marcos de referencia varíen, por tanto ITRF incluye el concepto de geodesia 4D, el cual, a las coordenadas clásicas se le suma su variación en el tiempo.

Para determinar dichas variaciones se usan distintos tipos de técnicas como son VLBI (interferometría de base muy larga a fuentes extragalácticas), SLR (medición de distancia por láser a satélites), DORIS (sistema de orbitografía por radioposicionamiento Doppler integrado por satélite) y GPS.

Finalmente ITRF queda definido por el elipsoide WGS84, con el eje Z coincidente con el eje medio de rotación del planeta, el eje X es perpendicular al anterior pasando próximo al meridiano de Greenwich y el eje Y es perpendicular a los anteriores. Debido a las variaciones mencionadas se calculan soluciones periódicamente denominadas ITRFyy, donde “yy” es el año de las observaciones más recientes.



*Fig. 3.3 Posición de estaciones ITRF08 y distintas técnicas utilizadas.*

Cabe aclarar que la diferencia entre el sistema WGS84, utilizado por GPS, e ITRS actualmente es centimétrica.

<sup>27</sup> International Terrestrial Reference Frame.

<sup>28</sup> International Earth Rotation and Reference Systems Service.

### 3.2.2 SIRGAS

El Sistema de Referencia Geocéntrico para las Américas (SIRGAS) se define idéntico a ITRS y su materialización es la densificación regional de ITRF.

Actualmente, SIRGAS está materializado por una red de estaciones GNSS de funcionamiento continuo con coordenadas de alta precisión, asociadas a una época específica de referencia, y sus cambios a través del tiempo.

La red SIRGAS de funcionamiento continuo (SIRGAS-CON) está compuesta en la actualidad por cerca de 250 estaciones, de las cuales 48 pertenecen a la red del Servicio Internacional de GNSS (IGS<sup>29</sup>).

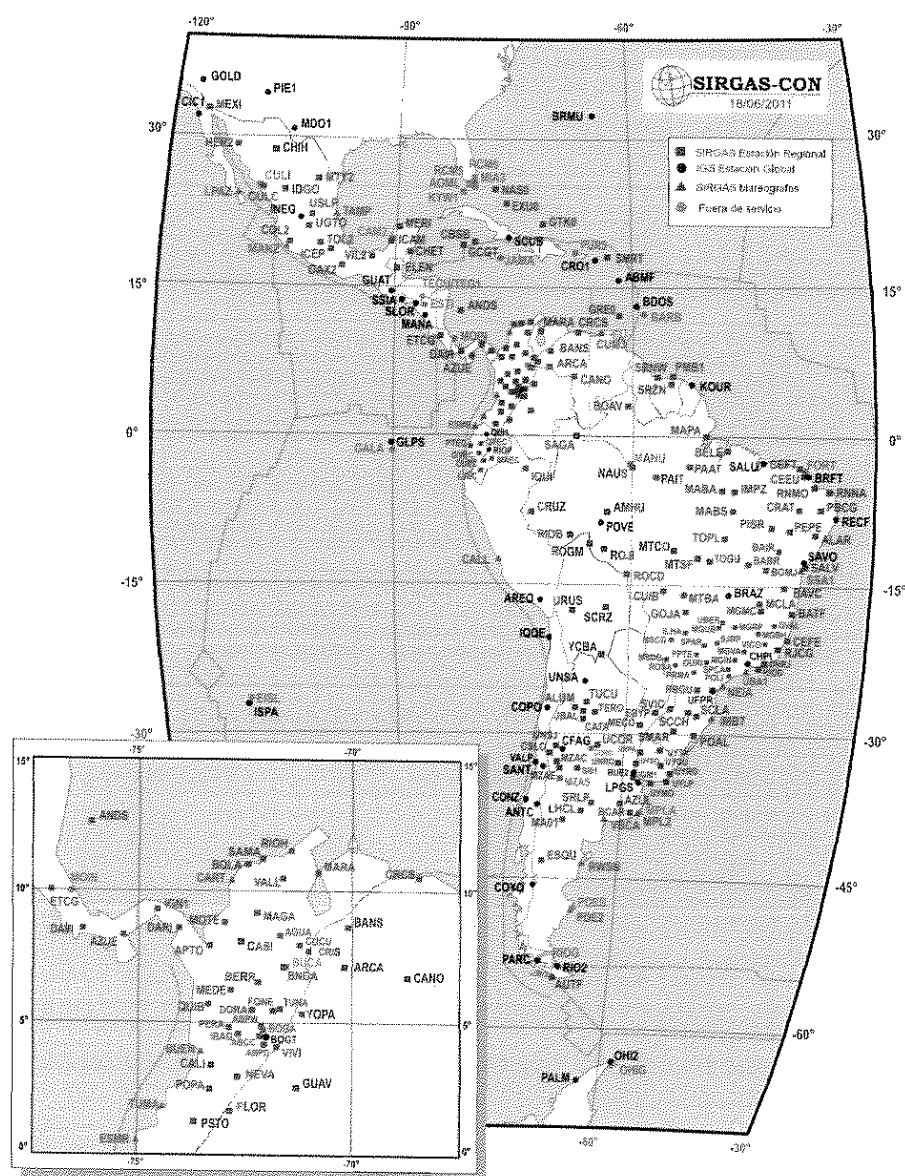


Fig. 3.4 Posición de estaciones del marco SIRGAS-CON.

<sup>29</sup> International GNSS Service.

### 3.2.3 POSGAR07

POSGAR 07 ha sido adoptado por disposición del Director del IGN el 15 de Mayo de 2009 como el nuevo “Marco de Referencia Geodésico Nacional” y reemplaza al hasta entonces vigente POSGAR 94.

Basado en ITRF 05 Época 2006.632, constituye la materialización sobre el territorio nacional del más moderno sistema de referencia a nivel mundial compatible con el marco regional SIRGAS.

Utilizando como red de Orden cero al conjunto de estaciones permanentes GNSS de la Red Argentina de Monitoreo Satelital Continúo (RAMSAC) que permite aprovechar íntegramente los datos de las mismas aplicados a la nueva realización y define simultáneamente la Red Oficial GNSS.

POSGAR07 fue medido sobre los puntos de la red POSGAR 94, incorporando más de 50 nuevos que mejoran la geometría espacial de la red. Considerando la incorporación de las demás redes provinciales para su integración al nuevo marco, el IGN midió, desde el año 2005 un total de 43 puntos. Por tanto, POSGAR07 contiene un total de 205 puntos.

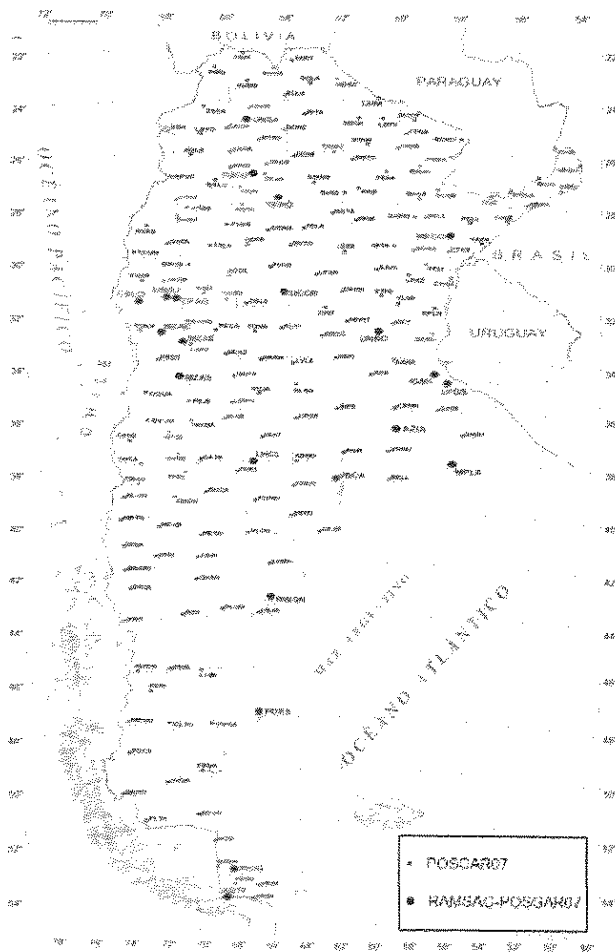


Fig. 3.5 Posiciones de puntos del marco RAMSAC-POSGAR07.

### 3.2.4 GEOBA

Red Geodésica de la Provincia de Buenos Aires (GEOBA) fue realizada por convenio entre el entonces Ministerio de Obras y Servicios Públicos (MOSP) de la Provincia de Buenos Aires y la Facultad de Ciencias Astronómicas y Geofísicas (FCAG) de la Universidad Nacional de La Plata (UNLP) en el año 1998.

Esta red está diseñada de forma que está materializada en un 100% sobre puntos altimétricos y hoy en día, es concordante con POSGAR07.

En principio, contaba de unos 120 puntos dobles distribuidos sobre todo el territorio provincial con distancias típicas de 50 Km entre los más próximos. Cada punto doble comprende dos pilares separados por unos 3 Km.

Luego, en 2002 se le agregaron 100 puntos altimétricos aproximados más, consiguiéndose una malla más regular de aproximadamente 30 Km de equidistancia. Actualmente, existen exactamente 343 puntos de los cuales 12 corresponden a estaciones permanentes.

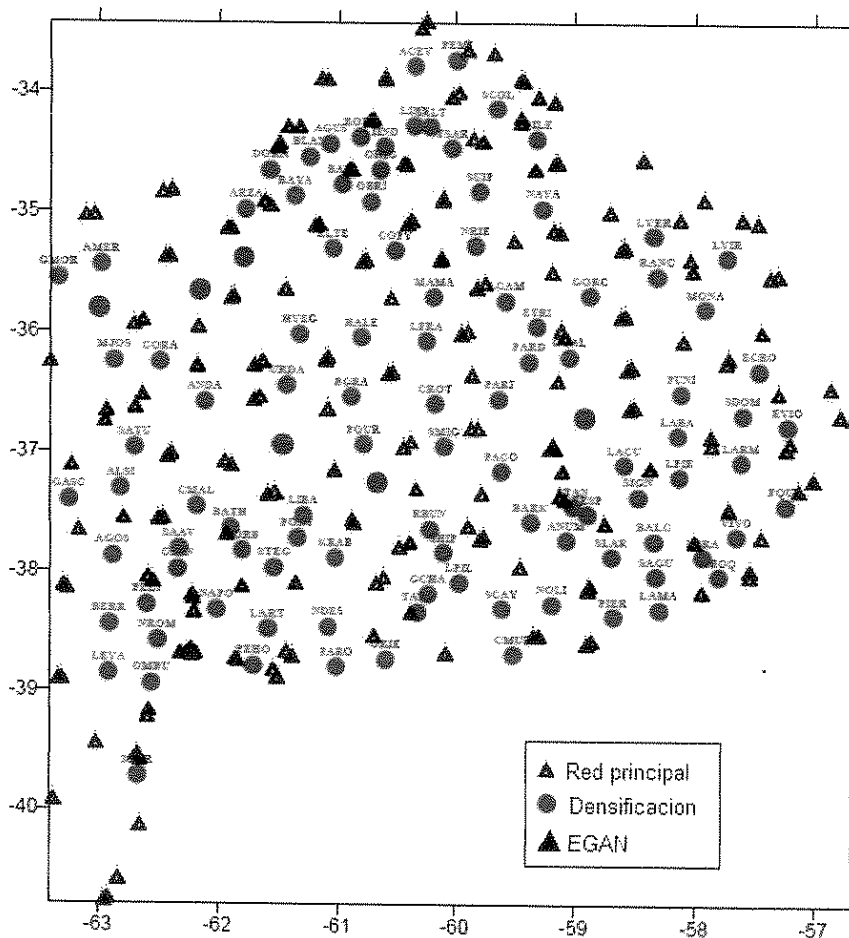


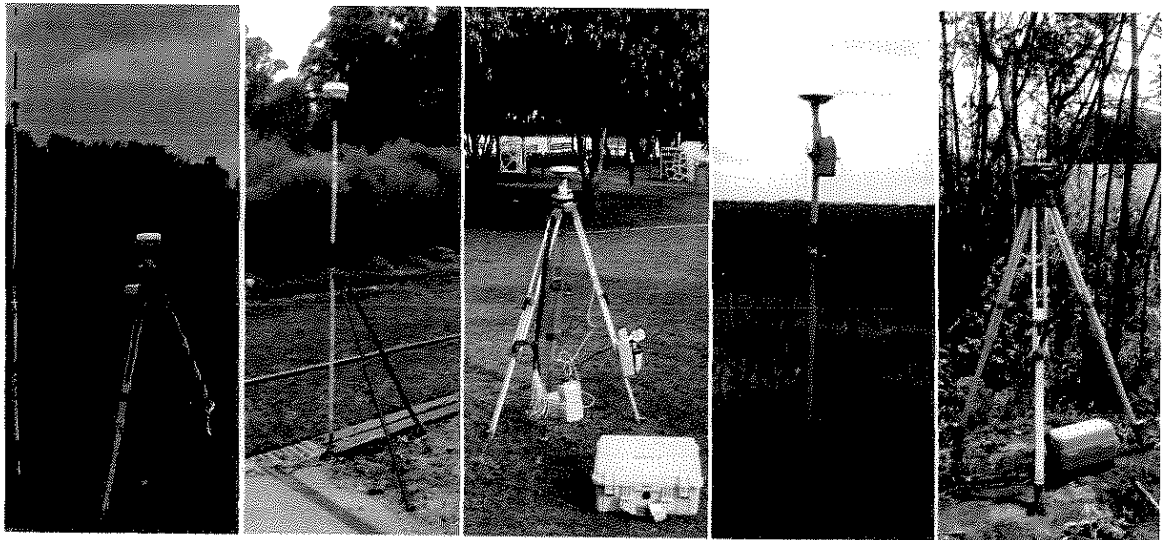
Fig. 3.6 Posición puntos GEOBA-POSGAR07.  
EGAN, punto de georreferenciación.

### 3.3 Aplicación

#### 3.3.1 RELEVAMIENTO (Campaña)

Un punto en que hicimos hincapié en el relevamiento de la red y del establecimiento, fue la optimización respecto de los tiempos de campaña. Esto fue posible gracias a la disponibilidad de suficientes equipos, instrumental, movilidad y operarios.

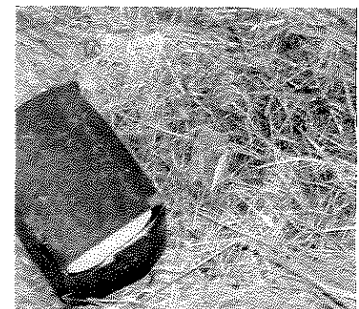
Los equipos con los cuales contábamos fueron; dos receptores GPS/GLONASS Trimble R4 (base y móvil) doble frecuencia con capacidad RTK, dos receptores GPS Trimble 5700 (base y móvil) doble frecuencia y un Nivel Pentax 24x; los cuales se muestran en este orden de izquierda a derecha (*Fig. 3.7*).



*Fig. 3.7 Equipos utilizados.*

El punto **ELME** es el único que se materializó en la campaña. Este punto es el único de la red que estará dentro del establecimiento y sirvió de base (coordenadas de control) para el relevamiento con RTK, siendo también importante poder localizarlo en el futuro cercano en caso de inconvenientes por los cuales tengamos que repetir alguna tarea.

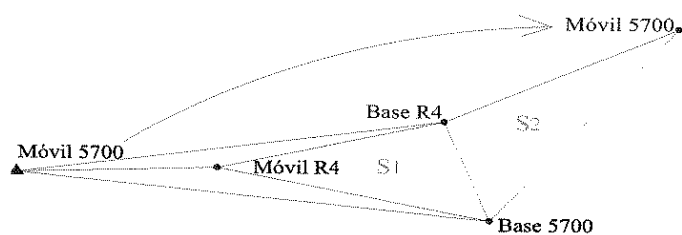
Fue ubicado con las precauciones pertinentes tales como que esté libre de obstrucciones, zona no inundable y fácil acceso; por tanto, se eligió colocarlo dentro del cerco perimetral del casco del establecimiento y se materializó con un estacón de madera dura de aproximadamente 60 cm de largo.



La distribución de los equipos fue adrede. Las bases con trípode se colocaron en los puntos que correspondían al vector común a las 2 sesiones (**ELME-PFtop2n(52)g**). Como ya dijimos, en estos dos puntos se tuvo el recaudo de tomar especial precaución en la medición de altura de antena, midiendo al inicio y final de las observaciones por distintos operarios.

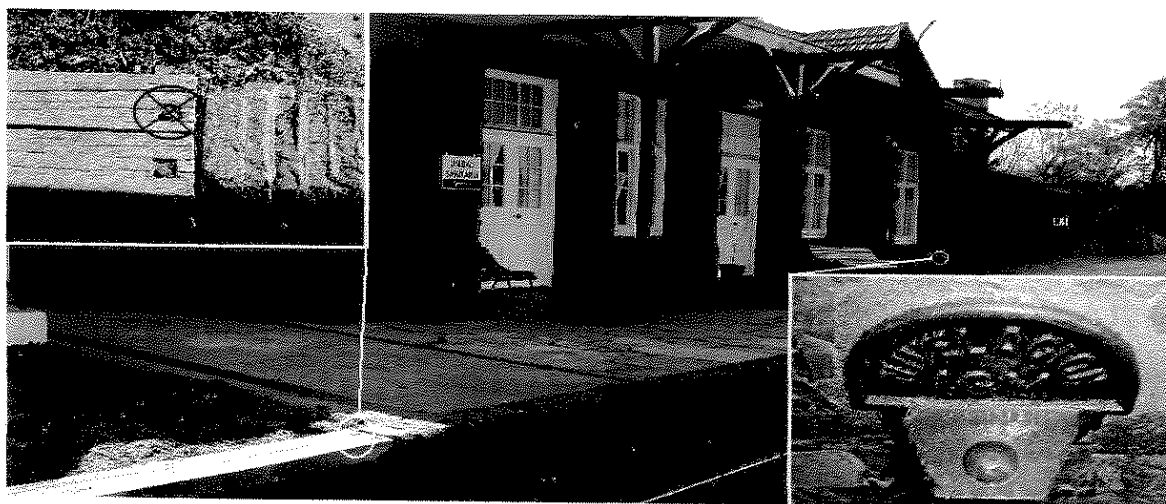
También, ya fue nombrado el hecho de que en los restantes puntos, los cuales los equipos se mueven, se utilizaron los móviles con bastón fijo y bípode. De esta forma, no se cometerá error en las mediciones de alturas de los equipos.

Cabe aclarar que en el punto **ELME** se estacionó el equipo R4, el cual a posteriori se usó como base para el relevamiento RTK.



Se confeccionaron en campo Planillas de Medición GNSS, Esquema de Obstrucciones, Planilla de Nivelación y luego monografías con Croquis, Imágenes y Fotografías del Lugar, las cuales se encuentran en el ANEXO II.

Los mismos recaudos que se tomaron para ubicar el punto **ELME**, se tomaron a la hora de ubicar el punto **PFtop2n(52)wAux** (Auxiliar de **PFtop2n(52)w** por la problemática ya mencionada), solo que en este caso se eligió un punto ya materializado. Se utilizó un tornillo que aferra el durmiente que actúa de cobertor de poleas que manejan los cables de aparatos de vías.



*Fig. 3.8 Ubicación de PFtop2n(52)w y su auxiliar.*

Consiguiente a la observación en este punto, se efectuó el transporte de cota por medio del método “*Nivelación Geométrica o por alturas*”<sup>30</sup>, terminado así el trabajo en este sector.

La buena planificación de la campaña hizo que no se tuvieran contratiempos, ni situaciones que alteraran nuestro itinerario.

Una sola situación salió de lo previsto. El equipo colocado en el punto **PFtop2n(52)g** se apagó sin dar indicios de algún problema o falla. Esta situación generó como resultado que la segunda sesión quedara con observaciones de 50 minutos en simultáneo. Decisión en conjunto entre los integrantes de este trabajo y el director del mismo, se decidió que no ameritaba una remediación de la sesión, siguiéndose sin dificultad con todo lo planeado.

Algo de mucha importancia que se realizó ni bien terminó la campaña, fue realizar la bajada de datos y hacer un pre-procesado, a fin de verificar los mismos.

### 3.3.2 PROCESAMIENTO

La elección del software amerita desarrollo por no ser un tema menor. En el caso de esta red, la cual tiene gran tiempo de observación (salvo en un vector), el aporte que hace procesar con GLONASS es ínfimo, cuestión ya mencionada en 2.3, por lo cual se decidió prescindir de tales datos y utilizar en el procesamiento de los vectores estáticos como software al Trimble Geomatic Office (TGO) el cual no tiene la capacidad de trabajar con tal constelación. Esta elección se realizó teniendo en cuenta el conocimiento del software y su confiabilidad. No obstante, se procesaron algunos vectores con el software Trimble Bussiness Center (TBC) (último software de la firma) utilizando la constelación GNSS, no arrojando ninguna diferencia.

Los resúmenes y resultados finales de todo lo expuesto desde este punto al final del capítulo están plasmados en el ANEXO III.

---

<sup>30</sup> Jordan W., 1961. Tratado General de Topografía, Tomo II, Ed. Gili, Barcelona, España.

Se tomó como metodología de trabajo hacer un primer procesamiento con todas las características preestablecidas y luego un mejoramiento de cada línea base observando los errores típicos, rastreo de satélites y residuales de ploteo.

Se le otorgó característica de control al punto EGAN ingresando las coordenadas del mismo las cuales se obtuvieron como se mencionó en 1.3.

En la mayoría de los aspectos no hubo inconvenientes. Casi la totalidad de los vectores se procesaron con el tipo de solución *libre efecto ionoférico* (LEI), salvo en el caso del vector más corto y común a las dos sesiones (ELME-PFtop2n(52)g), el cual se lo forzó a procesar con L1.

A continuación, se expresa los vectores de la Red Beloqui-Loray (Fig. 3.9) y datos de importancia resultado del procesamiento (Tabla 3.1).

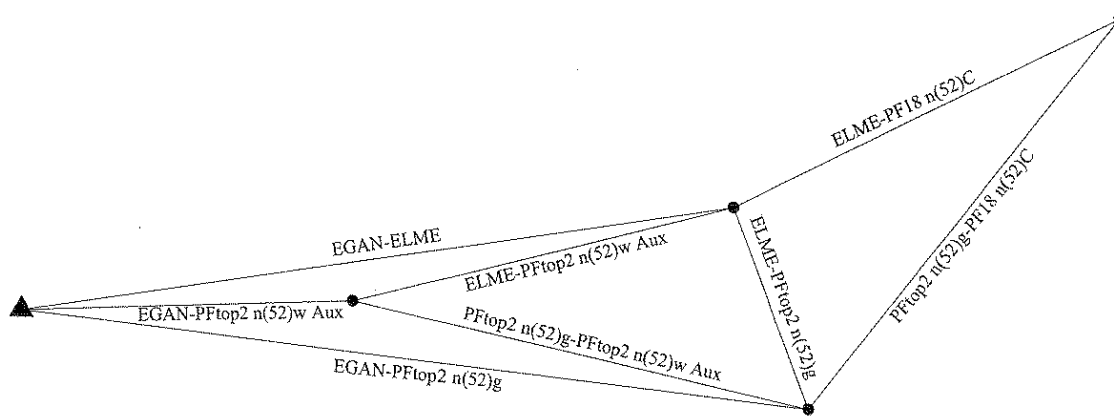


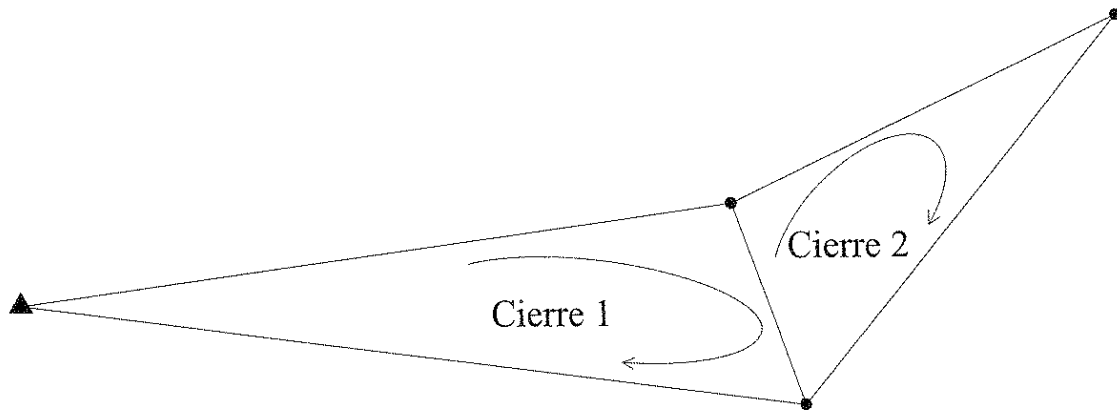
Fig. 3.9 Vectores de la Red Beloqui-Loray.

Línea Base	Longitud (m)	Tipo de solución	RMS (m)	Inicio	Fin
EGAN-ELME	16.977,256	LEI	0,017	09:45:01	12:15:16
EGAN-PFtop2 n(52)g	18.711,818	LEI	0,015	09:45:01	12:15:16
EGAN-PFtop2 n(52)w Aux	7.853,349	LEI	0,014	09:58:06	12:02:31
ELME-PFtop2 n(52)g	4.909,584	L1	0,011	09:23:01	14:09:16
ELME-PFtop2 n(52)w Aux	9.213,151	LEI	0,018	09:58:06	12:02:31
PFTOP2 n(52)g-PFTOP2 n(52)w Aux	11.004,567	LEI	0,017	09:58:06	12:02:31
ELME-PF18 n(52)C	10.046,987	LEI	0,012	13:17:46	15:41:46
PFTOP2 n(52)g-PF18 n(52)C	11.499,442	LEI	0,012	13:17:46	14:09:16

Tabla 3.1 Longitud, Tipo de solución y RMS de cada vector.

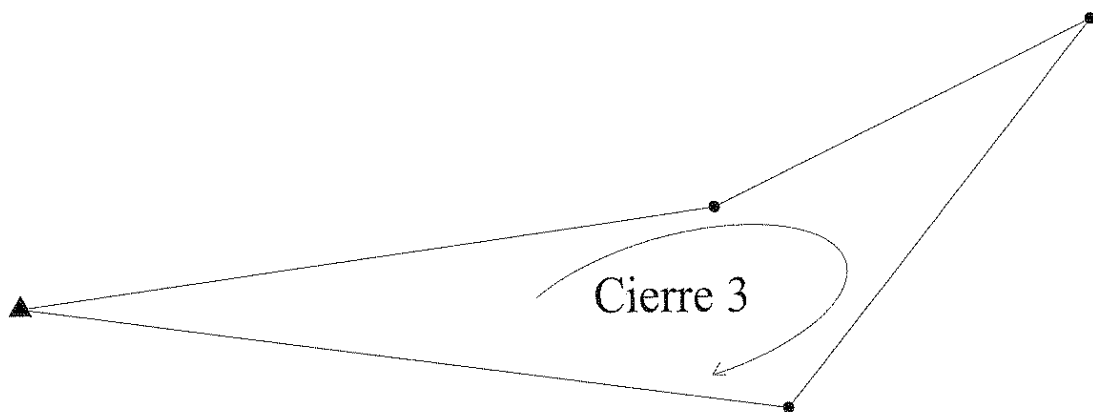
Con la red procesada se puede evaluar y analizar los cierres de figuras e interpretar los resultados.

Los cierres correspondientes a una sola sesión (*Fig. 3.10*) arrojaron resultados próximos a cero (vertical 12 mm peor caso), lo cual es coherente ya que por ser un control interno representan un falso cierre.



*Fig. 3.10 Cierres 1 y 2 correspondientes a una sesión.*

El resultado de importancia se observa en el cierre correspondiente a sesiones independientes (*Fig. 3.11*), lo cual da una real idea de los errores en las determinaciones y deja de manifiesto la precisión de red.



*Fig. 3.11 Cierre 3 correspondientes a dos sesiones independientes.*

El cierre 3 arrojó resultados también próximos a cero (vertical 9 mm peor caso), lo cual nos demuestra la coherencia de las observaciones por ser un control externo.

### 3.3.3 AJUSTE DE RED Y RESULTADOS FINALES

De forma similar que para el procesamiento de la red, se utilizó el software TGO para el ajuste de la misma.

Este ajuste de red utiliza el método de mínimos cuadrados, el cual realiza un proceso iterativo que comienza con un ajuste libre, el cual manifiesta la consistencia interna de la red, seguido de un ajuste condicionado (por medio de EGAN), generando una convergencia en forma progresiva al Marco de Referencia Geodésico Nacional (POSGAR07).

El límite de confianza adoptado para este ajuste fue del 95 % ( $2\sigma$ ).

En cada punto, las tres coordenadas tienen asignado un estimador de error y una elipse de error asociada. Por consiguiente, para toda la red pueden resumirse errores máximos estimados (RMS) de 0,3 cm en latitud y longitud, y de 1,6 cm en altura.

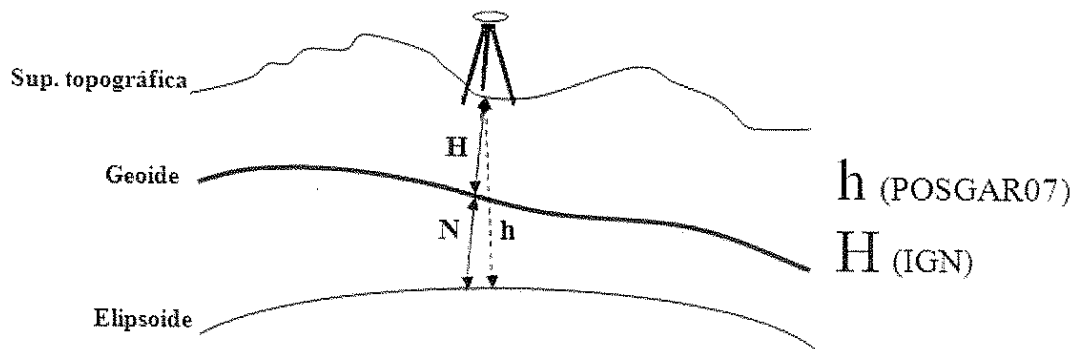
Nombre punto	Latitud	Error N	Longitud	Error E	Altura	error a
EGAN	36°57'54,65930"S	-----	59°11'04,61240"O	-----	134,832m	-----
ELME	36°56'30,18463"S	0,002m	58°59'46,57677"O	0,002m	116,515m	0,015m
PF18n52C	36°54'06,32103"S	0,003m	58°53'42,38626"O	0,003m	103,654m	0,016m
PFtop2n52g	36°58'57,84289"S	0,002m	58°58'32,25972"O	0,002m	119,490m	0,014m
PFtop2n52wAux	36°57'43,80088"S	0,003m	59°05'47,45288"O	0,002m	129,825m	0,015m

Tabla 3.2 Coordenadas de la Red Beloqui-Loray expresadas en POSGAR07.

Con las coordenadas de la red ajustadas se tienen la latitud, longitud y altura pertenecientes a nuestro Marco de Referencia, las cuales se utilizarán en el modelo de transformación de alturas.

#### 4. MODELO DE TRANSFORMACIÓN DE ALTURAS

Las alturas elipsoidales obtenidas con GNSS (**h**) (referidas a un elipsoide de revolución) no tienen un sentido físico, por lo cual se debe encontrar un modelo de transformación hacia alturas ortométricas (**H**) (referidas al geoide) las cuales tienen sentido dinámico, y por ejemplo, describen el comportamiento de los fluidos. Esto implica la pseudo observación de la ondulación del geoide (**N**). Cada uno de los elementos intervinientes (*Fig. 4.1*) merece un desarrollo particular que se hará de forma progresiva de acá en adelante.



*Fig. 4.1 Elementos de transformación de alturas.*

$$N = h - H \pm \sigma_N \quad (4.1)$$

El error  $\sigma_N$  involucra los errores de ambas alturas en donde los involucrados a **h** dependerán del método de posicionamiento y a **H** de la línea de nivelación interviniente.

En este trabajo, a las pseudo ondulaciones observadas ( $N_{obs}$ ) se le agregó información (perturbación de órbitas satelitales, gravimetría, altimetría de satélites sobre el océano) proveniente del Modelo de Geoide Global EGM08.

En consecuencia, se consiguió un Modelo de Geoide Local  $N(\varphi, \lambda)$ .

Con este modelo conseguimos la vinculación a la Red Altimétrica Nacional de la siguiente forma:

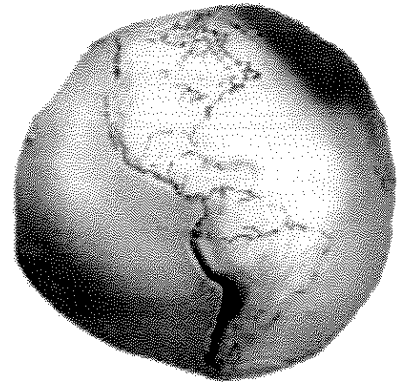
$$H_{IGN} = h_{POS GAR07} - N(\varphi, \lambda) \pm \sigma_H \quad (4.2)$$

El error  $\sigma_H$  comprende los errores de la altura  $h_{POS GAR07}$  y del modelo local  $N(\varphi, \lambda)$ , el cual no tendrá necesariamente una distribución uniforme.

## 4.1 Superficies Geodésicas de Referencia

**4.1.1 GEOIDE:** Podríamos definir al geode como la superficie equipotencial que se corresponde con el nivel medio de los mares en reposo y se prolonga por debajo de los continentes para una determinada época. Cabe aclarar, que el nivel medio de los mares está influenciado por la Topografía de la Superficie del Mar (SST<sup>31</sup>), la cual tiene un efecto menor a un metro en Mar del Plata (apuntes Geodesia II).

Para darle origen a una red altimétrica se debe vincular el geode a través de mareógrafos que registran la oscilación periódica y determinan un nivel medio. Un tiempo de registro óptimo sería 18,6 años, tiempo que hace referencia a un ciclo completo de posición relativa entre la tierra, el sol y la luna.

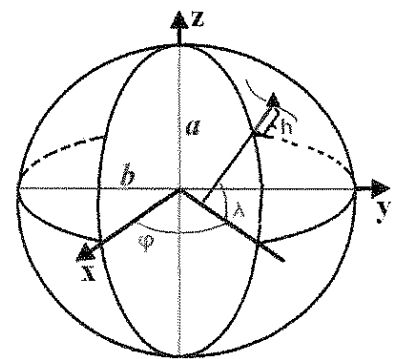


**4.1.2 ELIPSOIDE:** Es la superficie matemática que mejor se aproxima a la forma del geode y su fórmula general que representa el elipsoide de revolución geocéntrico es:

$\frac{x^2+y^2}{a^2} + \frac{z^2}{b^2} = 1$  ; donde  $a$  y  $b$ , son los semiejes mayor y menor respectivamente, de la elipse generatriz.

Sumada a esta definición otro término importante es el aplamamiento  $f = \frac{a-b}{a}$ .

El marco de referencia ITRF está definido por el elipsoide WGS84 al cual le corresponde los parámetros  $a=6378137$  m,  $b = 6356752.314$  m y  $f = \frac{1}{298,257223563}$ .



Con estas dos superficies estamos en presencia de la referencia adoptada para el apoyo vertical de la geodesia.

<sup>31</sup> Sea Surface Topography.

## 4.2 Alturas de Referencia

4.2.1 ALTURA ELIPSOIDAL: Las alturas elipsoidales se calculan en la línea recta perpendicular al elipsoide desde el elipsoide hasta el punto (figura previa inmediata).

Se calculan las coordenadas  $x$ ,  $y$ ,  $z$  (en este caso por medio de GNSS) referidas al geocentro del elipsoide (WGS84), las cuales por medio de los parámetros de transformación brindan las respectivas  $\phi$ ,  $\lambda$  y  $h$ .

4.2.2 ALTURA DE NIVELACIÓN: Las alturas de nivelación se calculan por la suma de los desniveles entre los puntos de la medición (Nivelación Geométrica o por Alturas), las cuales se orientan en el campo de la gravedad local en el camino de la nivelación, por lo que dependen del trayecto.

4.2.3 ALTURA ORTOMÉTRICA: Se refieren al geoide y de un modo generalizado se la llama “cota”. Es la altura de nivelación corregida (por medio de la gravedad promedio) de la falta de paralelismo entre superficies equipotenciales. El hecho de que se utilice gravedad promedio puede que esta altura no describa fielmente el comportamiento de los fluidos. Para resolverlo (parcialmente), se crea el concepto de altura dinámica.

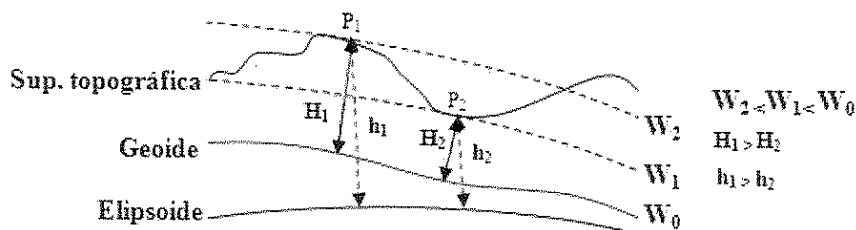
4.2.4 ALTURA DINÁMICA: Ésta, a diferencia de la ortométrica, es corregida por medio de una gravedad única para toda la región.

4.2.5 ALTURA NORMAL: Por último, si la corrección se efectúa por medio de la gravedad normal teórica (que depende de la  $\phi$  y  $\lambda$ ), da evidencia de que alturas normales iguales (excepto cero) no forman una superficie equipotencial por tanto describen el comportamiento de los fluidos.

Las cotas brindadas por el IGN no se pueden considerar estrictamente alturas ortométricas ya que al momento (2012) no contienen las correcciones gravimétricas necesarias para ser consideradas como tales. Éstas fueron compensadas utilizando gravedad normal, por lo que trata de alturas solo próximas a las ortométricas.

No obstante en la Prov. de Bs. As., debido a su topografía suave y anomalías de gravedad, la diferencia entre las alturas IGN (cotas) y las ortométricas no superan el centímetro (referencia Dr. Daniel Del Cogliano), por lo cual hacen viable su utilización.

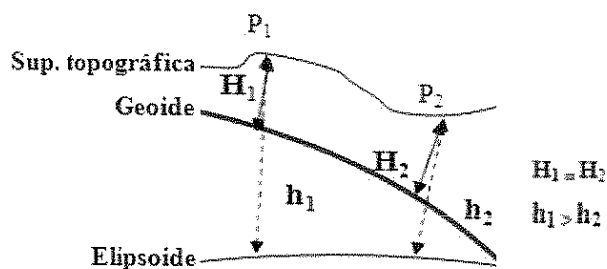
### 4.3 Importancia de $\Delta H$



El caso habitual sería que el agua corriera desde  $P_1$  a  $P_2$ , es decir desde la superficie de potencial<sup>32</sup>  $W_2$  a la de  $W_1$  o como sería de esperar de  $H_1$  a  $H_2$ .

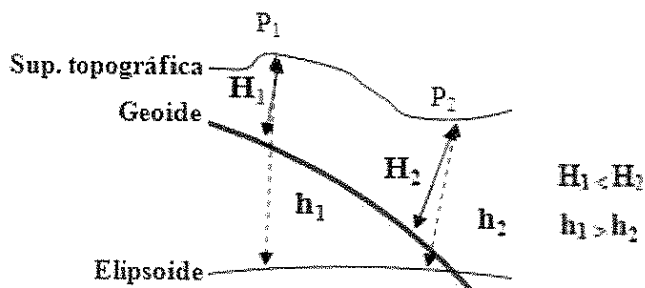
Si se tiene en cuenta  $h$  (geométrica) obtenida con GNSS y su comparación con  $H$  (física), se pone en evidencia, que la primera no es una magnitud adecuada para medir desniveles debido a su origen.

Esto se pone de manifiesto si se diera el siguiente caso:



La altura ortométrica en ambos puntos es la misma  $H_1 = H_2$  por tanto el agua no correrá entre ambos puntos. Sin embargo,  $h_1 > h_2$ .

También se puede dar el siguiente caso:



Donde los desniveles tienen distinto signo y el agua se mueve de  $P_2$  a  $P_1$ , con lo cual sobre la superficie topográfica el agua estaría subiendo.

Por lo tanto, los desniveles determinados con GNSS ( $\Delta h$ ) no son comparables con los desniveles ortométricos ( $\Delta H$ ) que se calculan a través de la nivelación clásica.

En otras palabras, NO es posible nivelar en forma directa por medio de  $h$  GNSS!!!.

<sup>32</sup> No se debe ignorar que no es la única energía interviniente en el movimiento de un fluido.

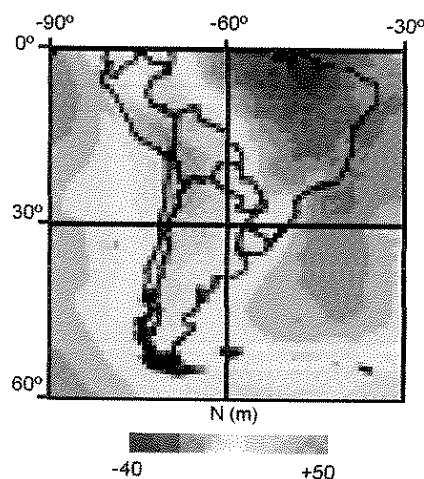
#### 4.4 Modelo de Geoide Global EGM08

El Modelo de Geoide Global EGM08, fue publicado por la Agencia Nacional de Inteligencia Geoespacial (NGA<sup>33</sup>). Este modelo utiliza el elipsoide WGS84 para definir su geometría y al cual refiere el potencial normal de la gravedad.

Los cálculos del geoide se han basado tradicionalmente en la teoría de Helmert de condensación: la topografía se condensa en una capa delgada sobre el geoide, mientras que el efecto directo de la anomalía de la gravedad ( $g_{\text{obs.}} - g_{\text{teórica}}$ ) tiende hacia abajo del geoide. Numéricamente, esto se hace mediante la sustitución de la anomalía de la gravedad por la anomalía de Aire Libre ( $g_{\text{obs.}} - \gamma$ ) que representa el gradiente medio de gravedad.

Este método ofrece excelente resolución y siendo el caso de EGM08, el cual tiene información aportada por estudios de perturbación de órbitas satelitales, más de dos millones de mediciones de gravimetría terrestre y aérea, y altimetría de satélites sobre los océanos ofrece resultados de gran precisión.

En Estado Unidos controles (GPS-Nivelación) contemplan resultados dentro de los 10 cm. Para el resto de América, en zonas llanas, se pueden establecer resultados que estén dentro de los 30 cm. Los peores resultados se encuentran en zonas donde el gradiente de geoide es grande, ejemplo zonas serranas.



En este caso, como ya se mencionó, se tiene el modelo EGM08 en formato \*.ggf el cual se trabajó con el software TGO, en donde, respecto a los puntos de la red creada, arrojó los resultados que se muestran a continuación (*Tabla 4.1*).

Con estos valores y el método de interpolación raster Kriging (ArcGis 9.3) se consiguió el modelado de las ondulaciones EGM08 de nuestra zona de trabajo (*Fig. 4.2*).

El método de interpolación mencionado será desarrollado en el próximo capítulo junto con el resto de los métodos de interpolación utilizados.

Cabe mencionar, que fueron evaluados otros métodos los cuales no manifiestan diferencias significativas ya que estos resultados se utilizaron para tener una muestra visual de la información.

<sup>33</sup> National Geospatial-Intelligence Agency.

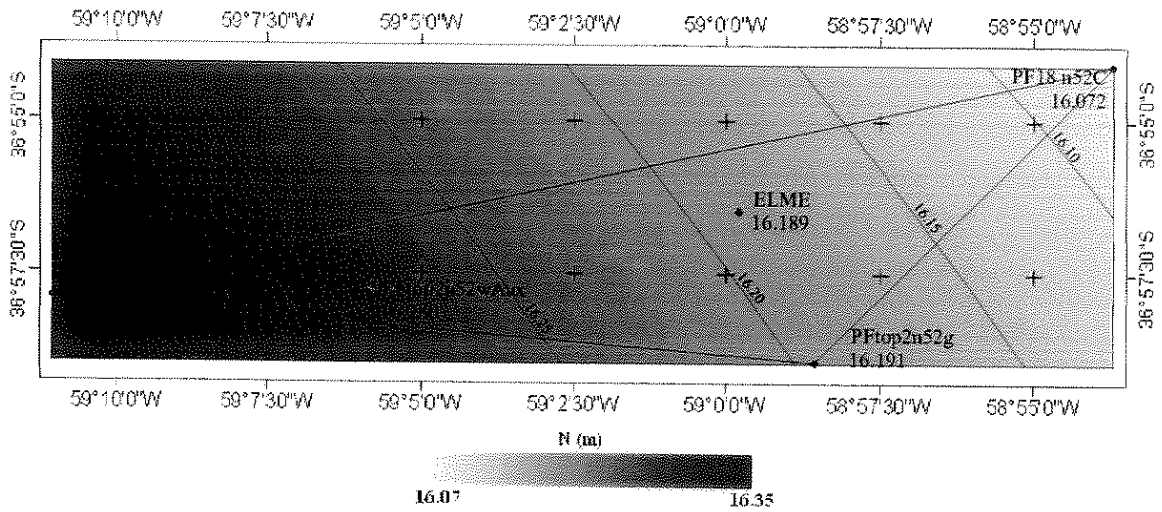


Fig. 4.2 EGM08 de la zona de trabajo.

Punto	N EGM08 (m)
ELME	16,189
EGAN	16,353
PF18n52C	16,072
PFtop2n52g	16,191
PFtop2n52wAux	16,280

Tabla 4.1 Ondulaciones EGM08 en cada punto de la Red Beloqui-Loray.

Se observa que en el modelo EGM08, para nuestra zona de trabajo, la ondulación tiende a decrecer de forma uniforme hacia el noreste, más específicamente hacia la costa atlántica. El modelo presenta un comportamiento regular, característica esperada por ser una región carente de problemas gravimétricos.

De requerirse alturas respecto al mar con relativa precisión, este modelo da excelentes resultados siendo uno de los más utilizados a nivel global.

## 4.5 Modelo de Geoide de la Provincia de Buenos Aires (FCAG)

Cada punto de la red GEOBA es físicamente un pilar de nivelación convertido además en referencia geodésica, en el que se dispone de las dos alturas necesarias para calcular la ondulación del geoide.

En el caso del Modelo de Geoide de la Provincia de Buenos Aires (FCAG), estas ondulaciones fueron calculadas por el Método Geométrico (GPS) el cual matemáticamente se basa en un proceso de interpolación. En este modelo en particular se utilizó el método de Mínima Curvatura (Surfer 7.0).

Con el objeto de generar mejores condiciones para la interpolación, a la ondulación observada se le restó la ondulación calculada a partir del modelo geopotencial EGM08, generando curvas más reales, respecto a la superficie a representar.

La variación de la ondulación sobre toda la provincia es de unos 4 metros (de 13 a 17 metros), con la parte más baja sobre la costa atlántica y aumentando progresivamente hacia el Noroeste.

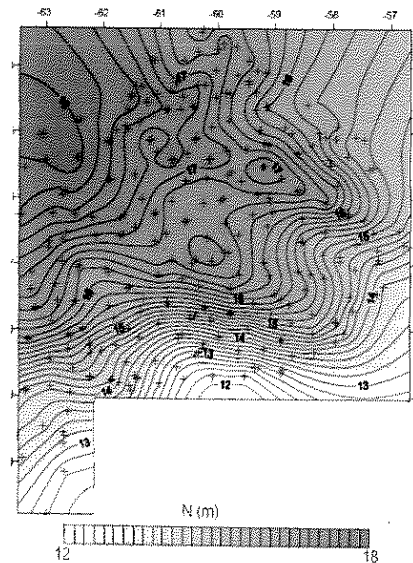
La representación del modelo fue controlada sobre diferentes puntos de nivelación IGM no incluidos en la generación del mismo, arrojando un 78% de los casos con diferencias que no superan los 12 cm.

Subsisten zonas con problemas significativos como Tandilia, Cuenca del Salado y bordes costeros. También hay problemas en la zona de Los Toldos, los cuales se lograron solucionar con la última versión que está siendo terminada.

En el futuro estará la posibilidad de una versión con correcciones gravimétricas con lo cual se podrán corregir los problemas mencionados.

Está en funcionamiento un servicio de transformación de alturas por medio de internet logrado por la UNLP, CPA y la Dirección de Geodesia de la Prov. de Bs. As., en donde la transformación se consigue luego de un tiempo desde la consulta.

Con los datos aportados por Facultad de Ciencias Astronómicas y Geofísicas, el software y método mencionado se generó el modelo de ondulaciones FCAG (*Fig. 4.3*), con el cual se obtuvieron los datos para los puntos de la red (*Tabla 4.2*).



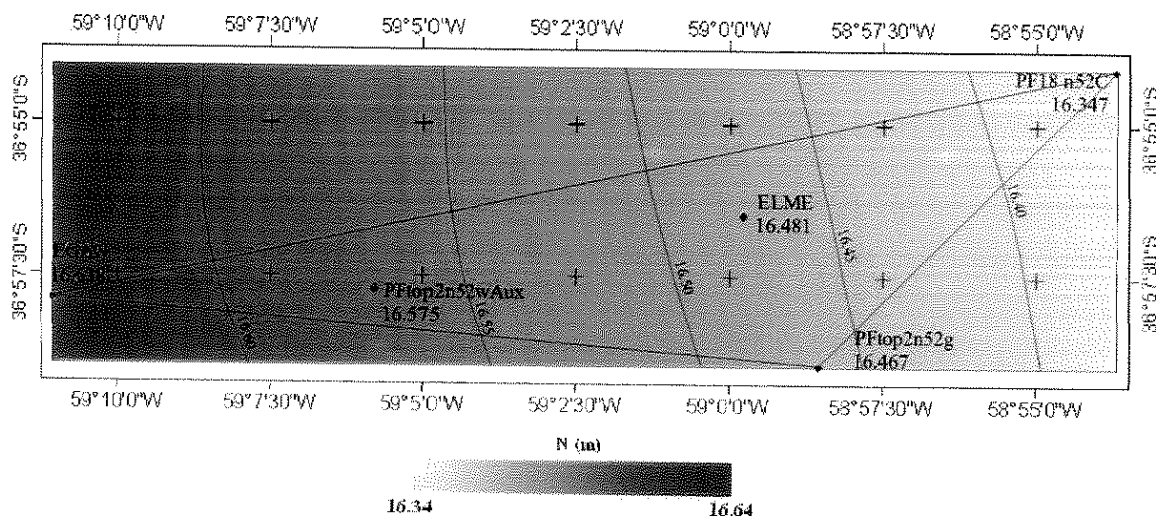


Fig. 4.3 FCAG de la zona de trabajo.

Punto	N FCAG (m)
ELME	16,481
EGAN	16,638
PF18n52C	16,347
PFtop2n52g	16,467
PFtop2n52wAux	16,575

Tabla 4.2 Ondulaciones FCAG en cada punto de la Red Beloqui-Loray.

En este modelo también se observa el decrecimiento hacia la costa atlántica, característica que se mencionó. A su vez, se puede apreciar una diferencia constante entre este modelo y el EGM08 y una variación de la ondulación similar entre los dos modelos, lo cual evaluaremos taxativamente más adelante.

Toda esta zona no contiene problemas gravimétricos considerables, con lo cual se estima una precisión absoluta aproximada de 5 cm (referencia Dr. Daniel DeI Cogliano).

Esta precisión estimada nos da la posibilidad de que el modelo FCAG sea la referencia externa más apropiada como comparación de nuestro trabajo. Un buen resultado luego del contraste con el mismo nos dá la certeza de haber realizado un buen trabajo.

## 4.6 Modelo de Geoide Local (MLBL)

Contamos con  $h_{\text{POSGAR07}}$  y  $H_{\text{IGN}}$  de 4 puntos de la zona de trabajo por lo cual tenemos una serie de pseudo ondulaciones observadas ( $N_{\text{obs}}$ ) (Tabla 4.3).

Punto	$h_{\text{(POSGAR07)}}$	$H_{\text{(IGN)}}$	$N_{\text{obs (m)}}$
EGAN	134,832	118,183	16,649
PF18n52C	103,654	87,356	16,298
PFtop2n52g	119,49	103,091	16,399
PFtop2n52wAux	129,825	113,275	16,550

Tabla 4.3 Pseudo ondulaciones observadas.

En este trabajo, se utilizaron estos datos para ajustar el modelo EGM08 por medio de una calibración local. Este método de ajuste se logró con el software TGO.

### 4.6.1 CALIBRACIÓN LOCAL

El proceso de calibración local establece la relación entre los datos WGS84 capturados por receptores GNSS y un sistema local.

En este trabajo no se realizará calibración horizontal (coordenadas planas locales), aunque si se incluyó proyección Gauss-Krüger (faja 5) para trabajar (de ser requerido) en coordenadas planas. Se está cerca de centro de faja, por lo cual no se tiene deformación significativa.

Si se confeccionará una calibración vertical (a alturas  $H_{\text{IGN}}$ ) por sobre la red observada y con los datos obtenidos.

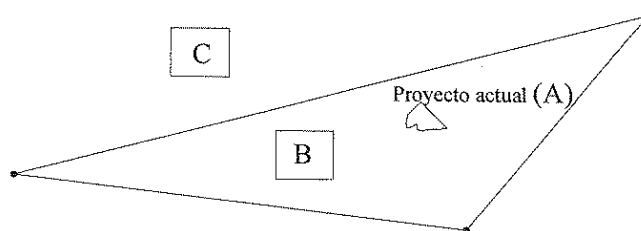
La calibración vertical es un ajuste de plano inclinado que consiste en un desplazamiento vertical en un origen definido. Los parámetros para dichos ajustes se calculan utilizando el método de mínimos cuadrados para encontrar un ajuste de plano que mejor se adapte a las ondulaciones observadas generando un Modelo Local.

Si se ajusta a un solo punto, se aplica un plano horizontal; a dos, un plano ajustado a una línea; a tres, un plano fijo; con cuatro puntos se ajusta un plano inclinado que arroja residuos de estimación de ajuste. Se pueden usar hasta 20 puntos.

Si el proyecto utiliza un modelo de geoide (en este caso EGM08), entonces se calculará el ajuste vertical y se aplicará sobre las correcciones de tal modelo. En otras palabras, utiliza la información aportada por el mismo (tendencia).

Es de obvia reflexión que hay que tener especial cuidado en la utilización de este proceso en zonas conflictivas como ser zonas serranas (ej. Tandilia) o de comportamiento gravimétrico irregular (ej. Cuenca del Salado).

Si se guarda el Modelo Local con el propósito de usarlo en otro proyecto, hay que asegurarse de que el área del proyecto esté completamente encerrada por los puntos utilizados en la calibración. Por ejemplo, es válido utilizar la definición de ajuste para el proyecto B, no así para el proyecto C como se muestra en la figura contigua.



Con este método, no solo se consigue relacionar un proyecto con alturas físicas de un relevamiento, sino que también se pueden conseguir coordenadas locales en un posterior replanteo con RTK.

Este método también puede ser aplicado in situ, aunque con menor precisión, desde la controladora de los equipos, si se toman los datos de los puntos fijos con RTK y se tienen las cotas correspondientes a cada uno.

#### 4.6.2 ANÁLISIS LOCAL

Para la generación de nuestro modelo, como ya dijimos, se realizó una calibración vertical incluyendo el Modelo EGM08 con el software TGO.

En este procedimiento hicimos algunas comprobaciones progresivas de tal manera de verificar, parcialmente, la efectividad del mismo.

De los cuatro puntos con datos (*Tabla 4.3*), en un primer ajuste, se utilizaron solo EGAN, PF18n(52)C, PFtop2n(52)g, efectuándose un ajuste a un plano sin residuos, pero con la posibilidad de usar el punto PFtop2n(52)wAux como prueba muestral ya que el mismo se encuentra dentro de la zona de calibración.

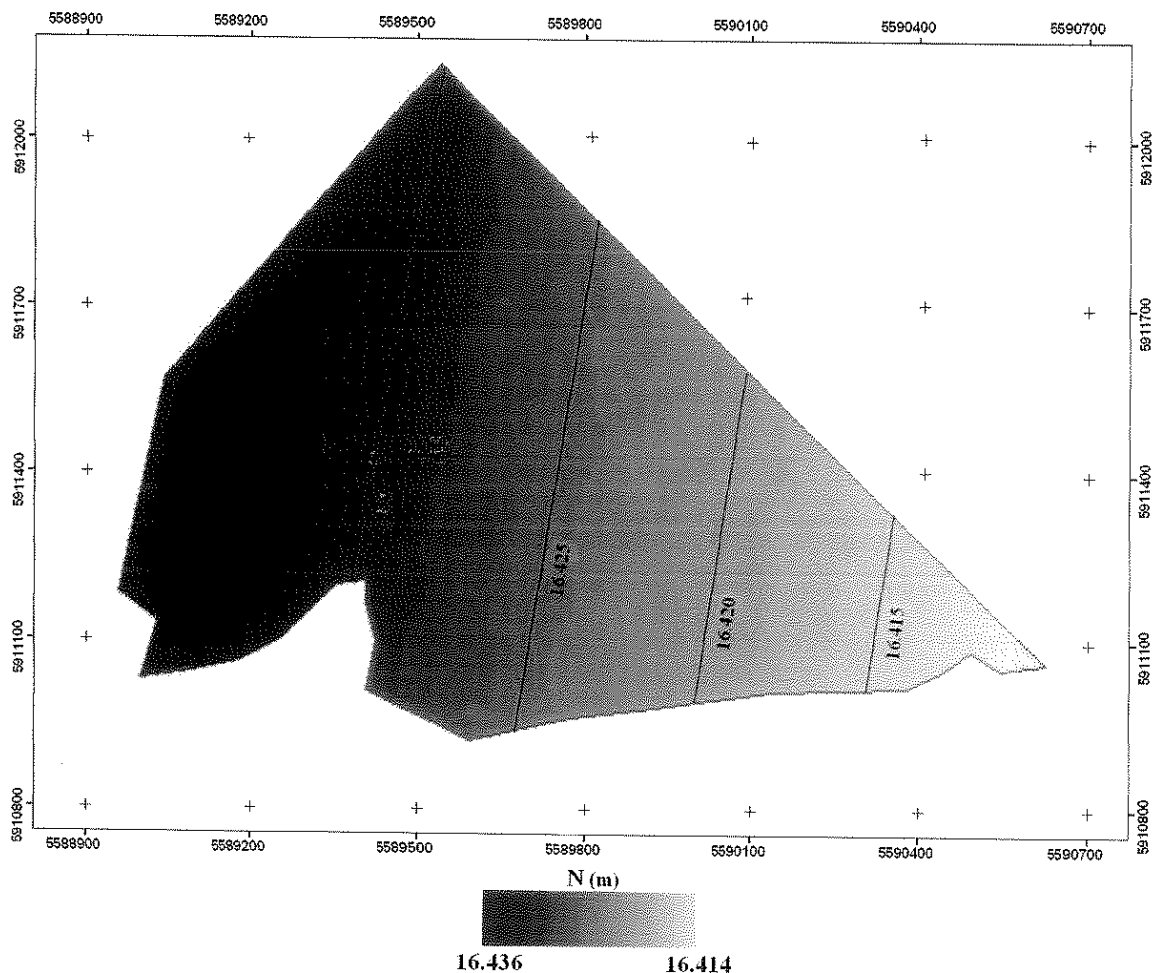
Esta prueba arrojó que la cota de este punto extraída del modelo local (113,280 m) y la cota IGN (113,275 m) difieren en 5 mm, lo que es muy buen resultado.

Con esta comprobación realizada, se agrega el cuarto punto y así permite obtener los residuos producto de la calibración. Estos residuos evidencian el comportamiento del modelo EGM08 para nuestra zona.

Los informes de residuos resultados de la calibración vertical se encuentran en el ANEXO III.

Una vez efectuada la calibración, se tiene el modelo de transformación de alturas buscado y, el software está en condiciones de aplicarlo a cualquier relevamiento siempre que cumpla las condiciones ya mencionadas, como también así exportarlo y usarlo desde la controladora en tiempo real.

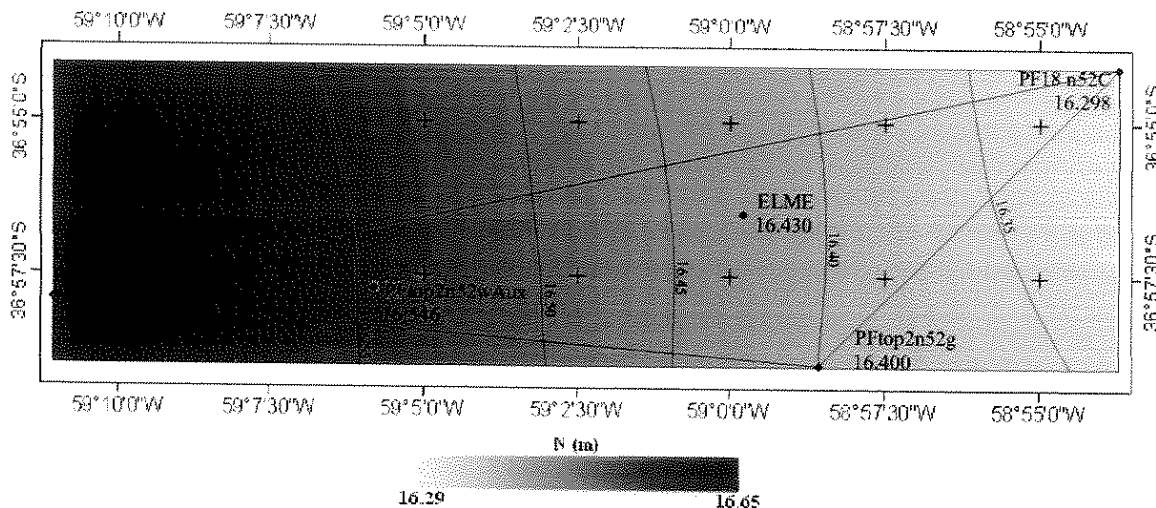
El resultado más significativo se ve cuando se analizan las ondulaciones del modelo de transformación dentro del establecimiento donde es aplicado (*Fig. 4.4*), dejando manifiesta la precisión del mismo.



*Fig. 4.4 Ondulaciones en “El Merecido”.*

*Marco POSGAR07, Proyección Gauss-Krüger.*

Con los resultados de la calibración, se obtuvieron las ondulaciones para cada punto de la red (*Tabla 4.4*). Luego, con el software y el método mencionado se consiguió una salida gráfica del **Modelo de Geoide Local MLBL** (*Fig. 4.5*).



*Fig. 4.5 Modelo de Geoide Local (MLBL).*

Punto	N MLBL (m)
ELME	16,430
EGAN	16,651
PF18n52C	16,298
PFtop2n52g	16,400
PFtop2n52wAux	16,546

*Tabla 4.4 Ondulaciones MLBL en cada punto de la Red Beloqui-Loray.*

Esta vista gráfica nos sirve para hacer varias conjeturas:

En una primera aproximación, el modelo se comporta de forma regular respecto al FCAG, lo cual nos da indicios de buenos resultados.

El modelo de transformación se aplica directamente con el software de creación original (TGO), pudiéndose utilizar solo en la zona encerrada por los puntos extremos de la red. No obstante, se puede aprovechar la información valiosa que nos suministra el modelo raster de las zonas aledañas.

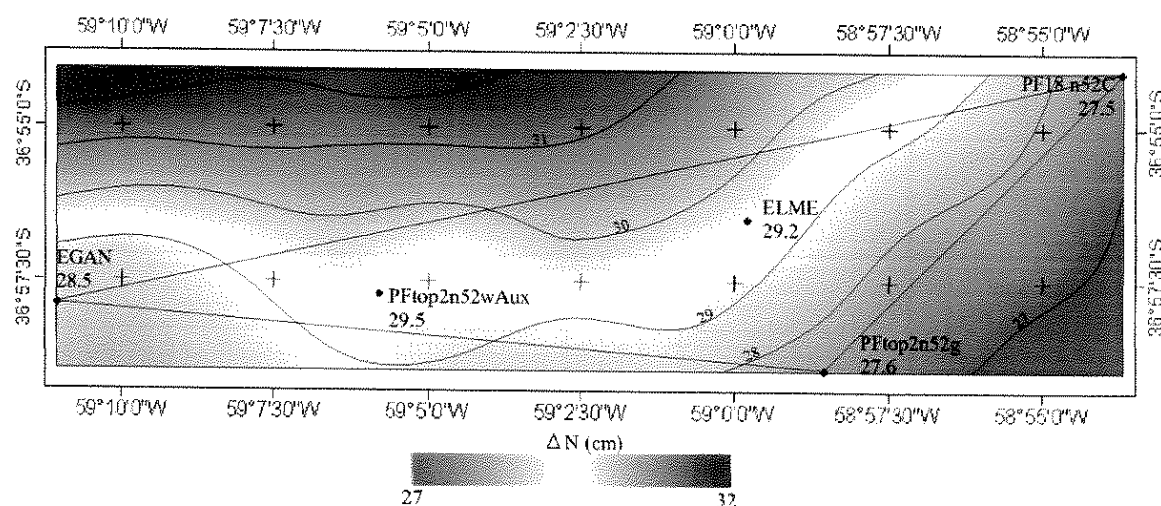
## 4.7 Evaluación del modelo MLBL

Ya se tiene previa certeza de los buenos resultados del modelo de transformación logrado por las comprobaciones realizadas. No obstante, es importante tener un contraste con una fuente externa que haya sido lograda en forma independiente y que esté comprobada.

Las comparaciones fueron realizadas en el módulo Raster Math (ArcGis 9.3), restando los modelos logrados con este mismo software.

### 4.7.1 EGM08 RESPECTO FCAG

Lo primero a analizar, es el comportamiento entre el modelo el cual se utilizó en este trabajo (EGM08) y la fuente externa de comparación (FCAG).



El comportamiento entre estos dos modelos demuestra regularidad entre los mismos. La diferencia entre ambos ronda los 30 cm, lo que era un resultado esperado por la zona de comparación. La zona con mayor diferencia es atribuida a la influencia de la extrapolación por falta de datos con la que creamos el modelo EGM08, ya que solo era de nuestro interés saber el comportamiento en nuestra zona.

Es importante tener prueba de que los dos modelos generados en forma independiente se comportan de manera similar, dando prueba de la real regularidad gravimétrica de la región.

#### 4.7.2 MLBL RESPECTO FCAG

El resultado más esperado es el arrojado por la comparación entre nuestro modelo logrado (MLBL) y el modelo de la provincia (FCAG).

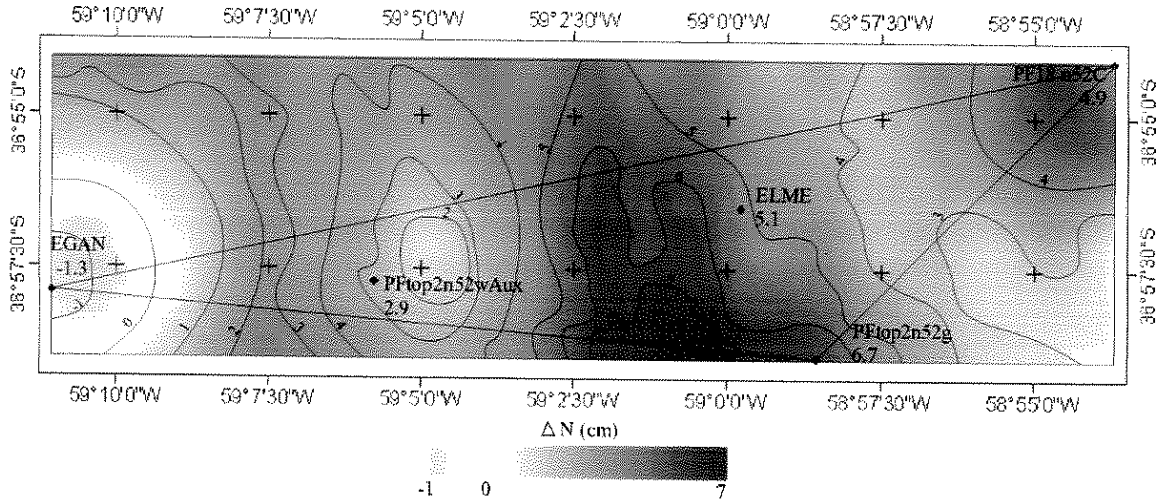


Fig. 4.6 MLBL Vs FCAG.

El resultado más interesante de esta comparación, es que dentro del establecimiento al cual se aplicará el modelo de transformación, los modelos difieren en aproximadamente 5 cm, lo cual afirma que hemos realizado un buen trabajo.

La diferencia más abultada está cerca del punto **PFTop2n(52)g**, lo cual es coherente ya que ese punto tiene la menor precisión de los involucrados.

Algo interesante, es la particular diferencia que existe entre los modelos en el punto **EGAN**, ya que se utilizó para la creación de ambos. Entre éstos existe una diferencia de 1,3 cm. Tal diferencia tiene su explicación cuando se entiende que el modelo de la provincia, utilizado en este trabajo, se creó con una grilla, la cual a su vez, fue creada con otro método de interpolación. También influye el hecho de que los métodos utilizados no conservan las ondulaciones de cada punto.

El resto de la comparación, en su mayoría está cerca de los 4 cm, superando apenas los 7 cm en una sola región.

Con los resultados evidenciados se puede asegurar un modelo de transformación de alturas de gran precisión.

#### 4.7.3 ESTIMACIÓN DEL ERROR ABSOLUTO DE H OBTENIDA

La ecuación (4.2) deja en manifiesto los errores intervinientes para la obtención de  $H_{IGN}$  de nuestro modelo.

A la altura  $h_{POSGAR07}$  se le atribuye un error para nuestra red de 2 cm.

En  $N(\varphi, \lambda)$  influye el aporte del modelo **EGM08** y de la ondulación observada en cada punto, la cual tiene la contribución de  $h_{POSGAR07}$  y  $H_{IGN}$  como se ve en la ecuación (4.3).

$$MLBL=N(\varphi, \lambda) = N(EGM08;h_{POSGAR07}-H_{IGN}) \quad (4.3)$$

El aporte que genera el modelo **EGM08** se considera milimétrico, cuestión que se desprende de los informes de residuos de la calibración vertical.

Respecto a  $H_{IGN}$  se tienen dos situaciones: la más favorable (puntos de I y II orden) en donde se le atribuye error milimétrico y la más desfavorable (puntos de III orden) a la cual se le atribuye un error centimétrico. Consultado el IGN (Agrim. Suberviola, 2011. Comunicación Personal), se nos recomendó calcular la tolerancia de cierre<sup>34</sup> para tales puntos que se utilizaron y así tener una estimación del error probable con el cual trabajar. En nuestro trabajo, se calculó la peor situación y se le atribuyó un error de 3,5 cm en el punto **PFtop2n(52)g**.

Con una estimación de los errores que intervienen se puede efectuar la propagación de errores de nuestro trabajo para las dos situaciones extremas:

$$\sigma_H^2 = \left(\frac{\delta(h-N)}{\delta h}\right)^2 \sigma_h^2 + \left(\frac{\delta(h-N)}{\delta N}\right)^2 \sigma_N^2 \quad (4.4)$$

$$\sigma_H^2 = 1 * \sigma_h^2 + 1 * \sigma_N^2$$

$$\sigma_H = \sqrt{\sigma_h^2 + \sigma_N^2} = \sqrt{(2 \text{ cm})^2 + (2 \text{ cm})^2} = \sqrt{13 \text{ cm}^2}$$

$$\sigma_H = 2,82 \text{ cm} < 3 \text{ cm}$$

$$\sigma_H^2 = \left(\frac{\delta(h-N)}{\delta h}\right)^2 \sigma_h^2 + \left(\frac{\delta(h-N)}{\delta N}\right)^2 \sigma_N^2 \quad (4.5)$$

$$\sigma_H^2 = 1 * \sigma_h^2 + 1 * \sigma_N^2$$

$$\sigma_H = \sqrt{\sigma_h^2 + \sigma_N^2} = \sqrt{(2 \text{ cm})^2 + (5,5 \text{ cm})^2} = \sqrt{34,25 \text{ cm}^2}$$

$$\sigma_H = 5,85 \text{ cm} < 6 \text{ cm}$$

Por lo tanto, estimamos un error absoluto<sup>35</sup> o  $\sigma_H < 3 \text{ cm}$  en el mejor caso y  $\sigma_H < 6 \text{ cm}$  en la peor situación, para nuestro modelo de transformación de alturas.

<sup>34</sup> T máx.  $\leq \pm 12\sqrt{L}$  (Km) mm ; L= longitud de nivelación cerrada.

<sup>35</sup> Nivel de incertidumbre 1 $\sigma$  (probabilidad 68%).

## 5. MODELO DIGITAL DE ELEVACIONES (DEM)

Dado que una superficie está formada por infinitos puntos, no será posible su modelización a menos que se haga una generalización y la información se convierta en un conjunto limitado de cotas, de modo que estos datos se estructuren de tal forma que sean fáciles de manejar y den una descripción realista del relieve.

Aparece el concepto de modelo que, en ámbitos geográficos, se define como una representación simplificada de la realidad en la que aparecen algunas de sus propiedades (Joly, 1988).

Según Turner (1970) se distinguen tres tipos básicos; los *modelos icónicos*, la relación de correspondencia (modelo/realidad, reducción de escala) se establece a través de las propiedades morfológicas (maqueta). Los *modelos analógicos* poseen algunas propiedades similares a la realidad pero sin ser una réplica morfológica (mapas). Y los *modelos simbólicos*, se llega a un nivel superior de abstracción ya que el objeto real queda representado mediante una simbolización matemática (DTM<sup>36</sup>, DEM).

Vale aclarar, que se denomina Modelo Digital de Terreno (DTM) a una generación de modelos definidos como estructuras numéricas de datos que representan la distribución espacial de variables cuantitativas y continuas.

Como se puede apreciar, la definición anterior contempla la posibilidad de que la propiedad del terreno a representar en un DTM, pueda ser cualquiera siempre y cuando cumpla con la condición enunciada. Esto genera la necesidad de establecer una diferencia entre el concepto de DTM y DEM, en el cual la propiedad del terreno que se representa en el DEM es la altitud de la superficie.

Para realizar dicho modelo, se procesan los puntos de coordenadas x, y, z mediante el uso de sistemas informáticos con la finalidad de obtener el Modelo Digital de Elevaciones y así contar con esta fuente de información digital de la superficie del terreno para el estudio y análisis de muy diversa índole en los campos de Ingeniería Civil y Ciencias de la Tierra.

En particular, el estudio de la forma del terreno constituye un importante insumo para muchos usuarios como cartógrafos, geólogos, hidrólogos, ingenieros, militares y, con la posibilidad de introducirlos y utilizar dicha información en Sistemas de Información Geográfica (SIG).

<sup>36</sup> Digital Terrain Model

## **5.1 Requerimientos de un DEM para posterior Análisis Hídrico.**

No existe normativa que regule los requerimientos previos para la generación de un DEM para posterior análisis hídrico. No obstante, se consultó a una serie de Ingenieros Hidráulicos con experiencia profesional en este tema.

Normalmente se requiere un relevamiento planialtimétrico de puntos y/o hechos existentes de interés desde el punto de vista hidráulico con cota IGN.

Se pide un punto acotado cada 50 metros, logrando una densidad de 4 puntos/ha en el peor caso y de 9 puntos/ha en el mejor caso. Para nuestro relevamiento, se define en 10 puntos por hectárea.

Se recomienda adicionar con la toma de datos de los puntos característicos del terreno, especialmente los puntos más bajos y más altos para lograr la mejor representación de la morfología del terreno, definiendo hoyas, líneas de quiebre y todo hecho artificial, como alcantarillas, canales interiores, que incidan directamente en la calidad final del DEM. Entra en juego el criterio del profesional actuante.

Si existe una obra de desarrollo lineal (camino, ferrocarril) en la zona de estudio, debe ser relevada con el mismo criterio expuesto anteriormente.

Para la entrega se suele pedir un plano con curvas de nivel con una equidistancia recomendable, para las precisiones utilizadas, en 20 ó 25 centímetros, como en nuestro caso. También se suele pedir solamente un plano con puntos acotados.

## **5.2 Modelos y Estructuras de Datos de un DEM**

En general la unidad básica de información en un Modelo Digital de Elevaciones es un punto acotado, definido por un valor de la altitud ( $z$ ), al que acompañan los correspondientes valores de posición horizontal ( $x$ ,  $y$ ). Las variantes aparecen cuando estos datos se organizan en estructuras que representan las relaciones espaciales y topológicas.

Los modelos digitales de elevaciones utilizados se han dividido en dos Modelos de Datos en función de la concepción básica de la representación de los datos: **vectorial**, aplicado al DEM del establecimiento “El Mercedo”, y **raster**, aplicado a la representación de los distintos modelos geoidales involucrados en el análisis (Ítems 4.4, 4.5 y 4.6).

### 5.2.1 MODELO DE DATOS VECTORIAL

Está basado en entidades u objetos geométricos (puntos y líneas), que se definen por sus coordenadas puntuales o unidas para formar una línea. Las dos estructuras vectoriales más empleadas son las curvas de nivel y, como en nuestro caso, la red irregular de triángulos (TIN<sup>37</sup>).

#### 5.2.1.1 Red Irregular de Triángulos (TIN)

Los triángulos se construyen ajustando un plano a tres puntos cercanos no colineales, y se adosan sobre el terreno formando un mosaico que puede adaptarse a la superficie con diferente grado de detalle.. Es adaptable a formas topográficas de variada complejidad, ya que la distribución y densidad de los puntos originales implícitamente reflejan las irregularidades de la superficie del terreno. Por esto es uno de los métodos más solicitados por los comitentes que encargan este tipo de trabajo, aunque la visualización de las curvas de nivel logradas, cuando el terreno no contiene grandes desniveles, no sea la más agradable desde el punto de vista visual. Según profesionales consultados, la Dirección de Vialidad Nacional, por ejemplo, genera las curvas de nivel de sus relevamientos con este método de interpolación y sin aplicar suavizado a las mismas.

La estructura TIN permite incorporar datos auxiliares como líneas de quiebre, líneas de falla, red hidrográfica, zonas de altitud constante, contornos/límites, obteniendo de esta manera un resultado de mayor precisión.

### 5.2.2 MODELO DE DATOS RASTER.

Está basado en localizaciones espaciales, a cada una de las cuales se les asigna el valor de la variable para la unidad elemental de superficie (celda).

La estructura de datos de matriz regular y constante (filas y columnas) que presenta este modelo, es el resultado de superponer una retícula sobre el terreno y extraer la altitud media de cada celda, aunque habitualmente se utiliza un valor puntual asociado a cada nodo o punto medio de la celda.

Esta característica de modelo raster permite representar mejor las variables continuas que varían de forma gradual en el espacio. Los métodos de construcción del Modelo Digital de Elevaciones con esta estructura en forma de matriz regular, varían en

---

<sup>37</sup> Triangulate Irregular Network.

función del método de interpolación que mejor se adecue a las necesidades de cada usuario o el tipo de objetivo que se pretenda alcanzar.

La distinción entre los métodos de interpolación reside en si el resultado de la interpolación reproduce exactamente los valores en los puntos muestrales (método exacto) o lo hace solo de manera aproximada (método suavizado). Esto es necesario tenerlo en cuenta ya que la interpolación afecta también a los propios valores muestrales cuya altura se recalcula en el mismo proceso (método suavizado).

Otra distinción entre los métodos de interpolación deriva del mecanismo matemático de interpolación. Algunos métodos formulan suposiciones generales y habitualmente no contrastadas sobre el carácter general de la superficie a interpolar y, en función de ellas, establecen la función matemática de interpolación (método directo). Por el contrario, otro grupo de métodos estudia el carácter de la autocorrelación espacial de la variable a interpolar, usando para ello los puntos muestrales. Con esto generan en la fase de cálculo una función de interpolación que tiene en cuenta el grado de autocorrelación existente en esa variable (método analítico).

En nuestro caso, se utilizó el método de interpolación *Kriging*. Es un método geoestadístico de interpolación exacto y analítico, que ha probado ser útil y popular en muchos campos (Burgess y Webster, 1980). Asume que la distancia y/o la dirección entre puntos de muestreo es una expresión de la correlación espacial entre los puntos y, que por tanto, dicha información puede utilizarse para explicar la variabilidad encontrada en la superficie muestreada. Considera tanto la dirección como la magnitud de la correlación espacial en el set de datos.

El método de interpolación *Kriging* puede utilizarse prácticamente con cualquier tipo de datos ya que es muy flexible. Provee, a partir de una muestra de puntos, ya sean regular o irregularmente distribuidos, valores estimados de aquellos sitios donde no hay información.

En general, *Kriging* es considerado como uno de los mejores métodos de interpolación ya que provee estimaciones insesgadas<sup>38</sup> y de varianza mínima<sup>39</sup> (Oliver, 1990), pero depende mucho de la distribución de los datos.

<sup>38</sup> El sesgo es la diferencia entre su esperanza matemática y el valor del parámetro que estima. Un estimador cuyo sesgo es nulo se llama insesgado o centrado. El no tener sesgo es una propiedad deseable de los estimadores.

<sup>39</sup> La varianza de una variable mide la dispersión (diferencia promedio) de sus valores respecto al valor central  $\mu$  (Media  $\bar{x}$ ).

### **5.3 Construcción de un DEM**

La captura de la información hipsométrica constituye el paso inicial en el proceso de construcción del DEM, e incluye la fase de transformación de la realidad geográfica a la estructura digital de datos. Se trata de una fase de gran trascendencia porque la calidad, cantidad y distribución de los datos es el principal factor limitante para los tratamientos que se realicen posteriormente.

Los métodos básicos para conseguir los datos de altitudes pueden dividirse en dos grupos: **directos**, cuando las medidas se realizan directamente sobre el terreno real, e **indirectos**, cuando las medidas no se realizan directamente sobre el terreno o se utilizan datos analógicos o digitales elaborados previamente.

Normalmente, los métodos directos se emplean en casos particulares en que se requiere una alta precisión, en superficies pequeñas, o para complementar otros métodos de adquisición como los fotogramétricos. Su resolución se decide a priori y es posible adaptar el muestreo a las condiciones y las irregularidades del terreno.

#### 5.3.1 DIRECTOS

**Topografía convencional**, estaciones topográficas con grabación de datos puntuales.

**Sistemas de Posicionamiento GNSS<sup>40</sup>** (2).

#### 5.3.2 INDIRECTOS

**Altimetría**, altímetros transportados por aviones o satélites que permiten determinar las diferencias de altitud entre la superficie terrestre y el vehículo que lo transporta.

**Radargrametría (SRTM)**, interferometría de imágenes radar (5.5).

**Restitución fotogramétrica** a partir de fuentes analógicas (fotografías aéreas) o digitales (pares estereoscópicos de imágenes satelitales). Confección de DEM a partir del análisis estereoscópico de imágenes.

**Digitalización** de curvas de nivel de un mapa mediante escáner o tablero digitalizador.

---

<sup>40</sup> Método empleado en este trabajo.

## **5.4 Factores de Calidad**

Es importante entender, que la representación de la superficie topográfica mediante un DEM es solo una aproximación al hecho físico real. Entonces, su calidad radica en el tipo y magnitud de los errores cometidos cuya aparición es inevitable ya que se trata de un modelo. O sea, va a depender tanto de los errores presentes en los datos origen con los que se construye como del procedimiento de interpolación que se lleva a cabo.

A continuación, se enumeran los factores que influyen en la mejor semejanza entre una representación por plano de curvas de nivel y/o DEM y la superficie real que se pretende estudiar o representar. Se pueden dividir en dos tipos, los referidos al trabajo de colección de datos en el terreno (1 y 2) y aquellos que provienen del procesamiento de los datos en gabinete (3, 4, y 5).

1. La cantidad y la correcta distribución de los puntos relevados en el terreno para obtener una población de datos significativos y al mismo tiempo representativos.
2. La calidad de las coordenadas que se relevaron en el terreno, especialmente en altimetría.
3. El método de interpolación utilizado para realizar el DEM.
4. El valor de suavizado para transformar las rectas que unen puntos de igual cota en curvas de nivel.
5. El valor de máxima y mínima cota de toda la población o nube de puntos disponibles y su relación con la equidistancia y escala planimétrica seleccionada para la representación de las curvas de nivel.

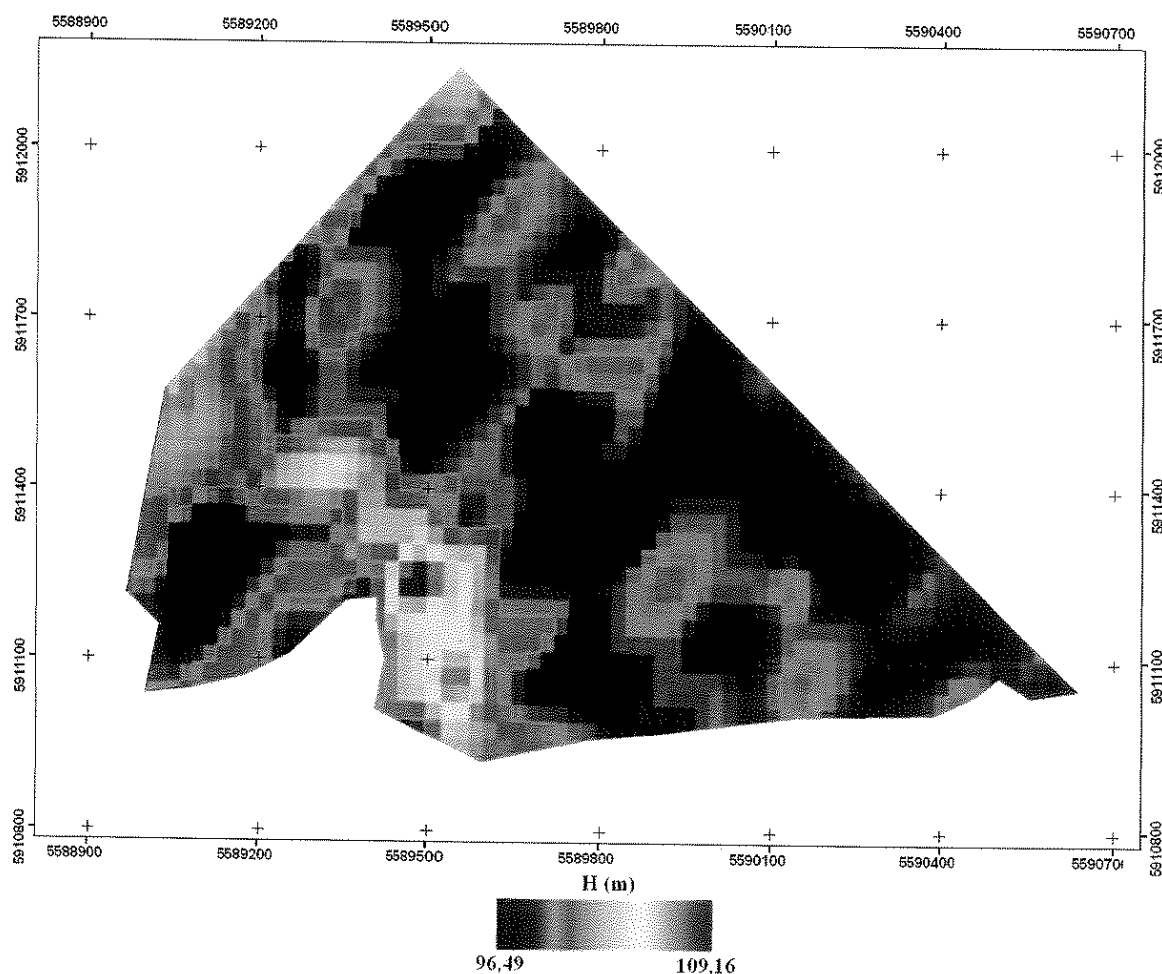
El éxito de realizar un buen trabajo sería conciliar todas estas variables con una relación acorde a las exigencias y utilización posterior del DEM.

## 5.5 Modelo de elevaciones SRTM30

El SRTM del USGS (U.S. Geological Survey) es un instrumento capaz de generar DEM de grandes superficies a través de observaciones de radar realizadas desde la nave Space Shuttle Endeavour durante la misión de Febrero del 2000. Dos antenas de radar separadas unos 60 metros permitieron realizar interferometría para generar información espacial de la superficie. Trabajando en una longitud de onda de 5,6 cm con una inclinación orbital de 57 grados, durante 11 días fue posible relevar la superficie entre 60° N y 56° S de latitud, con lo cual se cubrió el 80 % de la superficie de la Tierra.

El modelo obtenido se dispone con una resolución de 30 m sobre el territorio de los EEUU y de 90 m sobre el resto de los continentes, aunque para nuestro trabajo final se pudo obtener una parte del SRTM30 que abarca la zona de estudio (*Fig. 5.1*).

Si bien los resultados no son definitivos, son aptos para realizar diferentes análisis topográficos. Las deficiencias más relevantes son detectadas sobre los espejos de agua y las costas, como así también en las zonas cubiertas de árboles.



*Fig. 5.1 Modelo de elevaciones SRTM30 en "El Mercado".*

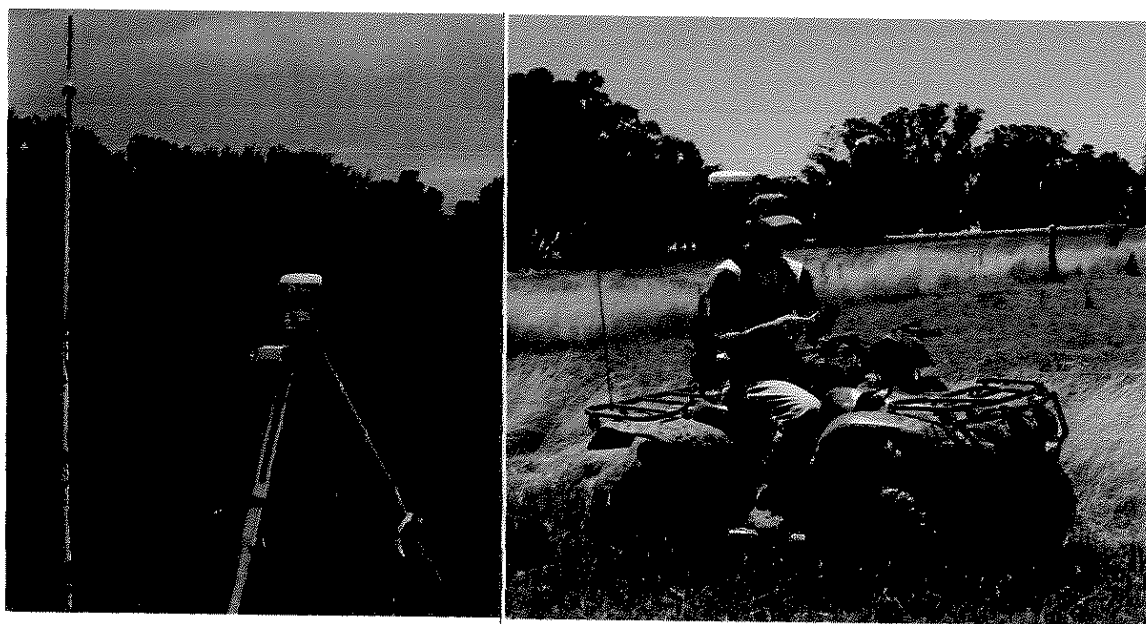
## 5.6 Aplicación

### 5.6.1 RELEVAMIENTO (Campaña)

De acuerdo a las exigencias previas y utilización posterior del DEM, se requiere una densidad de 10 puntos por hectárea, llegando a un total, según la superficie a estudiar (108 Has), de 1.080 puntos. En cuanto a la distribución, se realizan recorridos en *continuo RTK* cada 50 metros, estableciendo la toma de datos en un punto cada 20 metros (2.6.3.1) y relevando todo dato adicional desarrollado en 5.1.

En el transcurso de la segunda sesión de la red GNSS, se comenzó el relevamiento planialtimétrico del establecimiento y de sus zonas contiguas.

Los equipos utilizados en esta etapa fueron; dos receptores GPS/GLONASS Trimble R4 (base y móvil) doble frecuencia con capacidad RTK y un cuatriciclo de suspensión estable<sup>41</sup> (*Fig. 5.2*).



*Fig. 5.2 Equipos utilizados.*

Con la disponibilidad y configuración del equipo base R4 estacionado en el punto **ELME** y la liberación del equipo móvil R4, al finalizar la primera sesión de la red, se procedió a realizar el relevamiento planialtimétrico RTK.

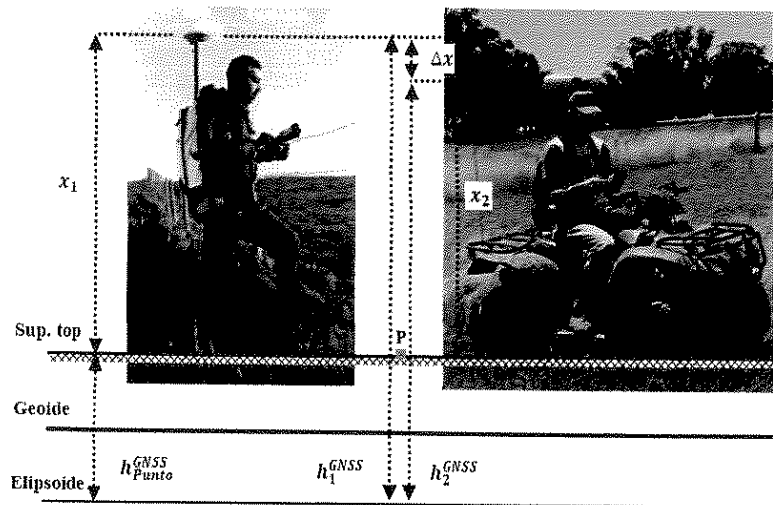
<sup>41</sup> Es recomendable la utilización de una amortiguación rígida, ya que de esa forma se consigue copiar mejor el terreno.

Como se mencionó en 2.6.3, no contábamos con las coordenadas precisas del punto base, por lo que las coordenadas de partida fueron las de navegación observadas por el equipo GNSS. Luego, a posteriori, el relevamiento es referenciado con las coordenadas que surgieron de la red para el punto de control **ELME**.

Un paso importante, antes de comenzar el relevamiento, es la medición de la altura de la antena del equipo móvil para las dos modalidades de trabajo.

Consiste en tomar la altura elipsoidal ( $h$ ) en un mismo punto del terreno dos veces. La primera, parado ( $h_1^{GNSS}$ ), en la modalidad *Stop & Go RTK*, y a su vez, midiendo la altura de la antena ( $x_1$ ).

La segunda, sentado en el cuatriciclo ( $h_2^{GNSS}$ ), similar a la modalidad *Continuo RTK*. No se mide directamente la altura de la antena ( $x_2$ ) por incomodidad.



Considerando que la altura elipsoidal ( $h_{Punto}^{GNSS}$ ) se mantiene constante ya que los tiempos de observación entre ambas posiciones son de pocos segundos, por lo tanto, las condiciones en las toma de los datos son las mismas; se calcula la altura de antena, cuando se está sentado en el cuatriciclo, por diferencias de alturas elipsoidales como se muestra en la ecuación (5.1).

$$h_{Punto}^{GNSS} = h_1^{GNSS} - x_1 \quad ; \quad \text{siendo} \quad x_1 = x_2 + \Delta x$$

$$h_{Punto}^{GNSS} = h_2^{GNSS} - x_2$$

$$h_1^{GNSS} - (x_2 + \Delta x) = h_2^{GNSS} - x_2$$

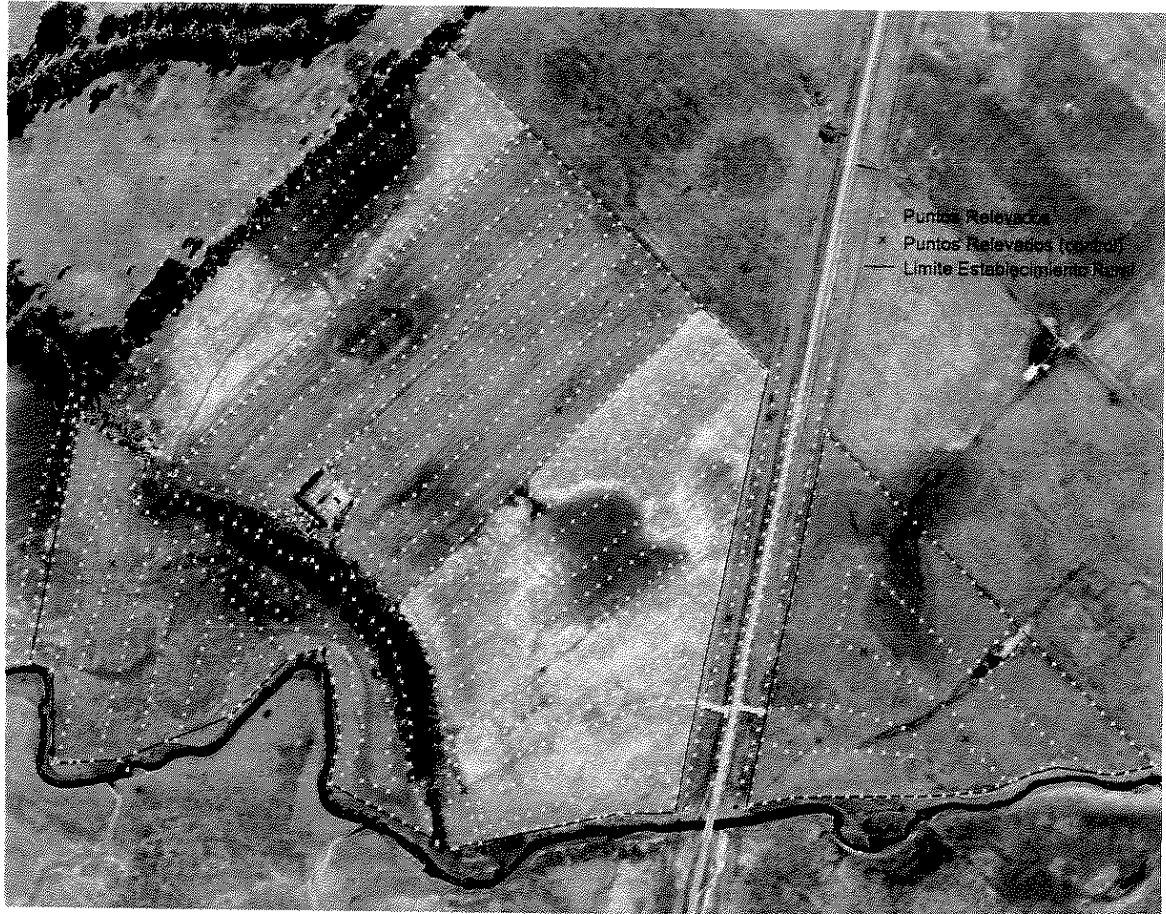
$$\Delta x = h_1^{GNSS} - h_2^{GNSS}$$

$$\therefore \quad x_2 = x_1 - (h_1^{GNSS} - h_2^{GNSS}) \quad (5.1)$$

De esta forma se consigue la altura instrumental  $x_2$  para la modalidad Continuo RTK de una forma sencilla y muy efectiva.

### 5.6.1.1 Levantamiento de Datos

En el relevamiento planialtimétrico del establecimiento rural, zona de camino y zonas contiguas, se relevaron un total de 1.688 puntos (*Fig. 5.3*) cubriendo ampliamente las densidades de puntos acotados establecidos a priori.



*Fig. 5.3 Puntos relevados con GNSS.*

Dentro del establecimiento rural se tomó en la modalidad *continuo RTK* una cuadrícula de levantamiento, aproximadamente de 20 por 50 metros en las parcelas interiores, obteniendo una gran cantidad de observaciones distribuidas uniformemente. En la modalidad *stop & go RTK* se tomaron todos los esquineros que demarcan los límites de la propiedad, y el parcelamiento dentro de la misma. Se observa que la parcela al Este de la ruta tiene una densidad de puntos menor que el resto del relevamiento, motivo que en la misma, había gran cantidad de pastizal que dificultó los recorridos de la movilidad. Pero de igual manera se pudieron cubrir las densidades estipuladas.

Sobre la Ruta Provincial N° 30 que atraviesa el establecimiento, se tomaron los datos correspondientes a: *eje de ruta, banquetas, ejes de cuneta, alcantarillas, quiebres de*

*terreno natural (especialmente en los accesos del campo)*; lo que aporta información de gran valor para establecer la incidencia de ésta en el DEM final.

Algo importante, y pensando en obtener una mejor apreciación de la tendencia y/o comportamiento de la topografía hacia la periferia del campo, se realizaron toma de datos en algunas de las zonas aledañas, en las que se pudo contar con el permiso de ingreso a la propiedad privada correspondiente. Con estos datos se consiguen mejores condiciones de interpolación sobre los bordes del DEM ya que cuentan con datos externos.

Como se expuso líneas arriba en 3.3.1, una vez terminado el relevamiento RTK, se controló en el mapa de la controladora el mismo, y para darle un carácter de finalización de campaña se realizó la bajada y una pre-verificación de los datos observados.


## **5.7 Vinculación Geodésica y Altimétrica**


Finalizada la verificación de los datos de campaña en el software TGO, se procedió a cumplir con los dos puntos más relevantes de nuestros objetivos:

1. Se ingresaron las coordenadas precisas del punto de control **ELME** obtenidas en el punto 3.3.3, quedando georreferenciado nuestro relevamiento al Marco de Referencia Geodésico Nacional POSGAR07
2. Como se explicó en 4.6.1, a nuestro relevamiento, que hasta este momento tiene alturas elipsoidales, se le aplica el modelo de transformación de alturas **Modelo Local Beloqui-Loray (MLBL)**, logrando así vincularlo altimétricamente a la Red del Instituto Geográfico Nacional IGN

En este momento se ha llegado a que cada punto relevado dentro del Establecimiento Rural El Mercedo cuenta con coordenadas **POSGAR07** y **H<sub>IGN</sub>**.

Lo último realizado con el software TGO fue la exportación de datos. TGO tiene un módulo de procesamiento de códigos con lo cual se pueden conseguir polilíneas importantes para la generación de contornos y líneas de quiebres, las cuales se exportan en formato \*.dxf. Los puntos se extrajeron en formato \*.csv.

  
BELOQUI, Nicolás  
N° 55.032/7

  
LORAY, Rodrigo  
N° 53.561/0


## 5.8 DEM Establecimiento Rural El Mercedo


El producto final consta de un plano de relevamiento planialtimétrico con curvas de nivel el cual fue generado con el software AutoCad Civil 3D. Este software es uno de los más utilizados en lo que hace a proyectos de ingeniería tanto en la parte civil como hidráulica, contando con un modulo topográfico de avanzadas características vectoriales.

El modelo, en una primera instancia, fue creado por medio de la estructura TIN con parte de los puntos del relevamiento. Se dejaron fuera 10 puntos relevados distribuidos aleatoriamente, para luego comparar ese valor relevado con el correspondiente valor interpolado en el modelo.

Por consiguiente, se incorporaron los alambrados perimetrales como *boundaries* (contornos/límites), generando los límites del DEM. Por último, se agregaron el eje de ruta, ejes de zanja, alcantarillas y accesos (quebres TN) como *breaklines* (líneas de quiebre).

Con el modelo creado se realizó una edición de triángulos TIN y se generaron las curvas de nivel finales. En función de la escala gráfica 1:3.000 adoptada para la salida cartográfica definitiva y tomando en consideración el valor de máxima (101,18 m IGN) y mínima (97,73 m IGN) cota de todos los puntos relevados y las exigencias del comitente, la equidistancia establecida que mejor representa la silueta del terreno natural para las precisiones utilizadas es de 25 centímetros (*Fig. 5.4*).

  
BELOQUI, Nicolás  
N° 55.032/7

  
LORAY, Rodrigo  
N° 53.561/0



*Fig. 5.4 Curvas de Nivel en el Establecimiento "El Mercedo".*

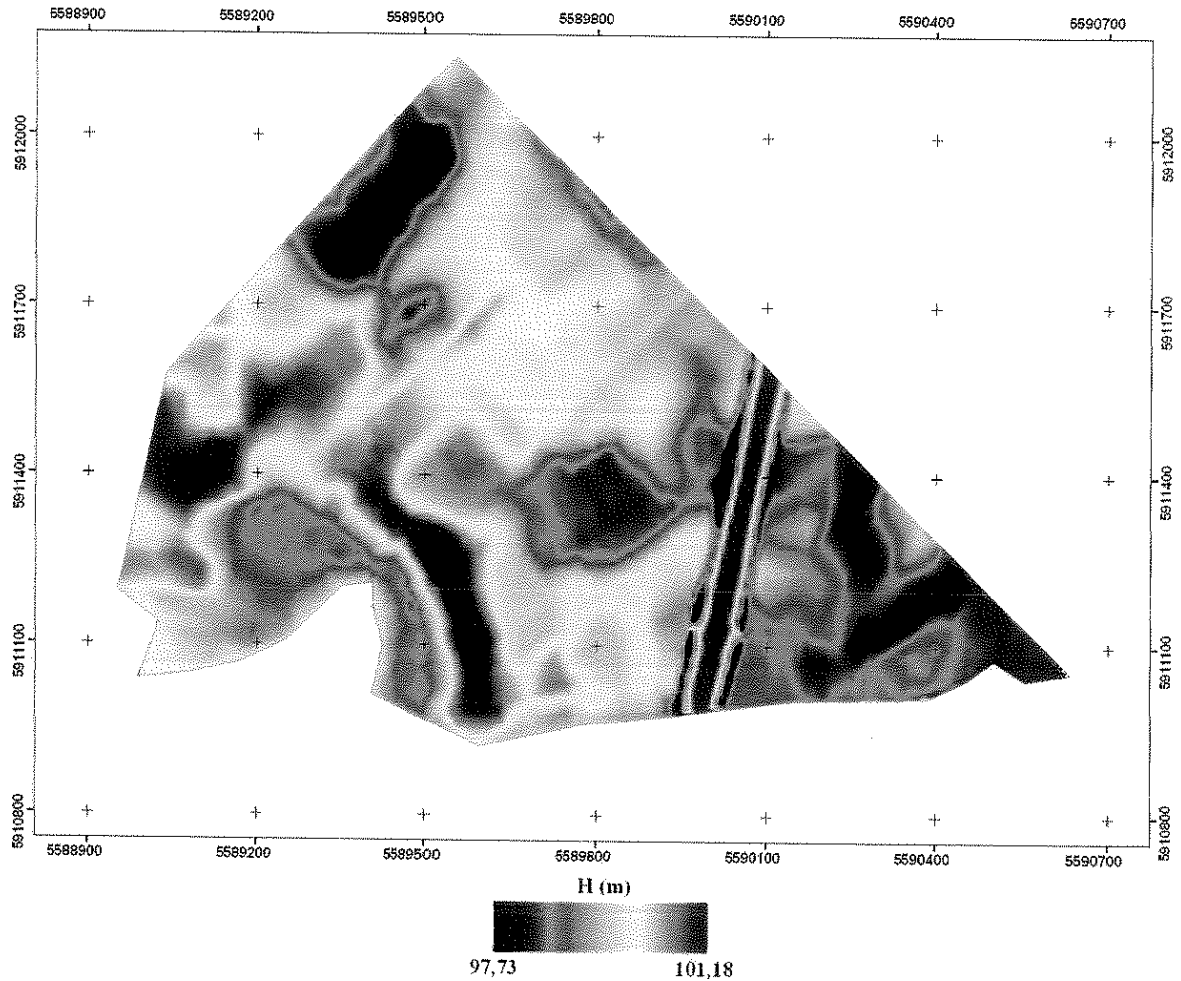
Las curvas de nivel contienen el máximo suavizado permitido por el software.

Una vez finalizada la edición de las curvas de nivel, se procedió a confeccionar el Plano Final a escala y equidistancia estipulada, incorporando todos los elementos topológicos<sup>42</sup>, gráficos y geográficos adicionales que ayuden a la interpretación y correcta lectura del mismo.

El Plano Final DEM Establecimiento Rural El Mercedo se encuentra en el ANEXO IV.

<sup>42</sup>Se complementó utilizando una imagen satelital de alta resolución georreferenciada e incorporada con el módulo AutoCad Map, para la confección de la planimetría de importancia.

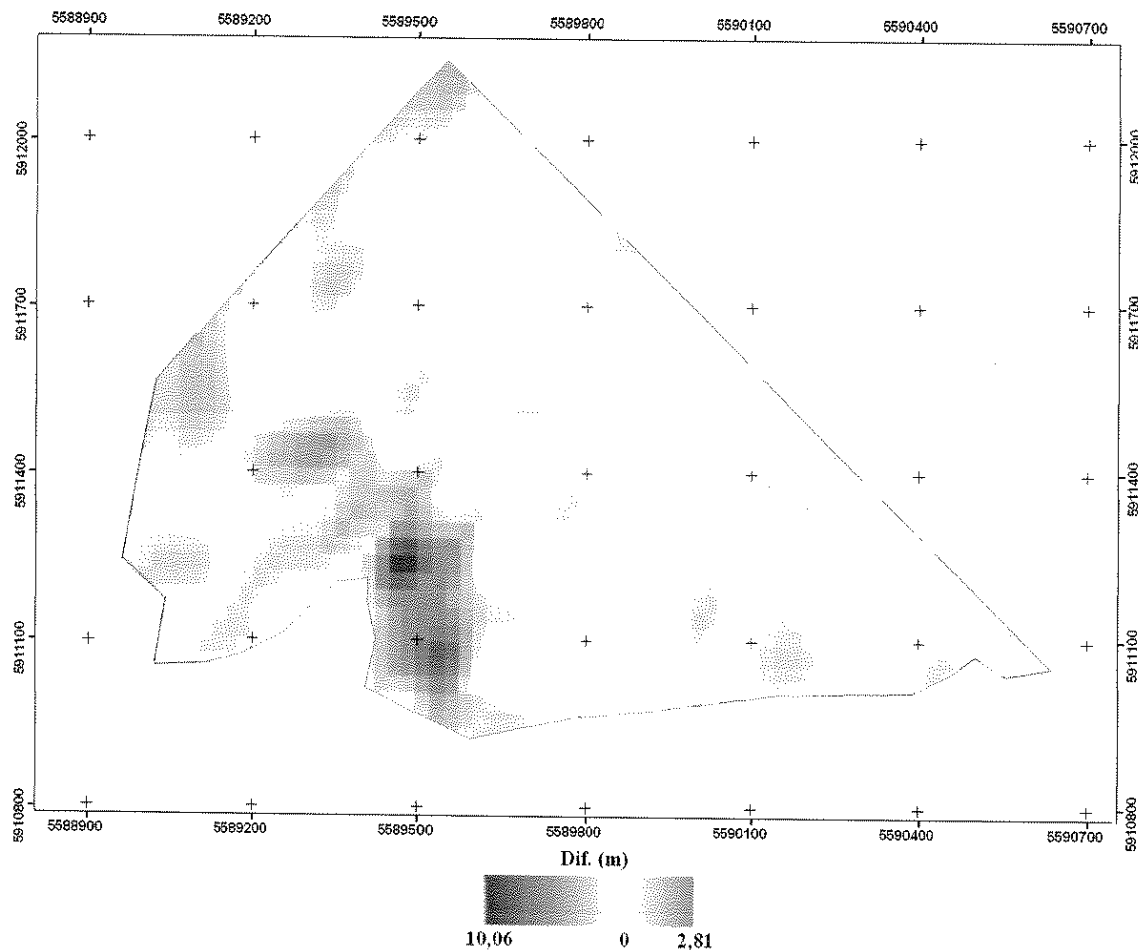
En una segunda fase, utilizando el software ArcGis 9.3 se crea un mapa vectorial TIN mediante los puntos relevados y la incorporación de las líneas de quiebre, del mismo modo como se procedió con el modelo en el software AutoCad Civil 3D. Luego, se crea una capa raster a partir del TIN a efecto de darle una salida gráfica (*Fig. 5.5*) y poder llevar a cabo la comparación frente al modelo de elevaciones SRTM30.



*Fig. 5.5 DEM Establecimiento Rural El Mercedo (DEMBL).*

## 5.9 DEM Respecto SRTM30

Del mismo modo que se realizaron las comparaciones de los distintos modelos geopotenciales involucrados en este trabajo, se realizó, con el módulo Raster Math (ArcGis 9.3), la resta de matrices correspondientes *DEM Establecimiento Rural El Mercedo DEMBL* y *SRTM30 en "El Mercedo"*.



**Fig. 5.6 DEMBL Vs SRTM30**

El resultado de esta comparación, arroja dos diferencias bien marcadas. Una de ellas, se puede apreciar en el sector de mayor concentración de árboles, donde la diferencia se acentúa hacia los 10 metros. La otra, en la zona de camino, se observa una disparidad lineal ya que el SRTM30 toma la zona como una planicie, dándole continuidad al terreno natural e ignorando la existencia de la Ruta Provincial N° 30. Este efecto puede ser atribuido a la precisión espacial del DEM mencionado.

Alejándonos de la zona de árboles, se ve que el modelo de elevaciones global se comporta de manera similar a la realidad, por lo que en trabajos de mayor escala puede considerarse una herramienta muy útil para una primera aproximación de la realidad topográfica.

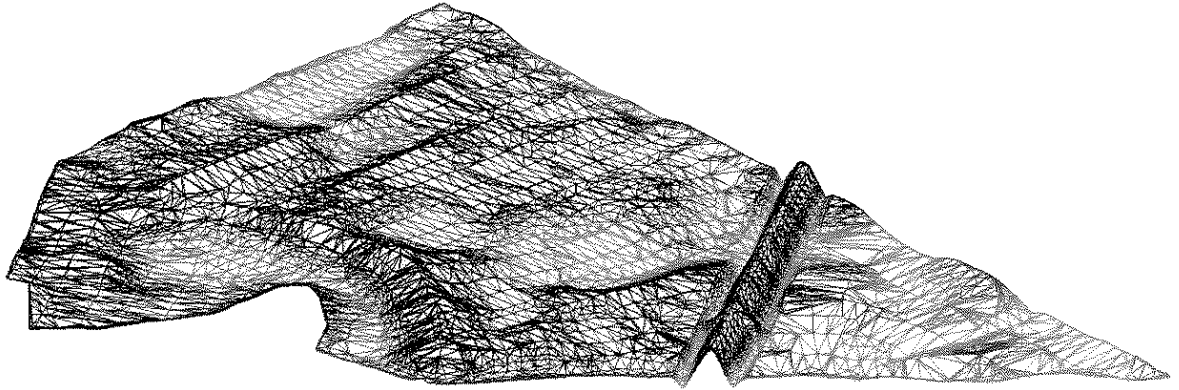
### **5.10 Evaluación del DEM Logrado**

Un análisis visual del modelo permitirá una evaluación global de la calidad del mismo, especialmente si se trata de un DEM de alta resolución, como en este caso. Se trató de descubrir puntos erróneos comparando el DEM logrado con la imagen satelital de la zona en estudio (*Fig. 5.4*). De forma más exhaustiva, se contrastó los 10 elementos (puntos acotados) comunes entre el modelo y los datos de campo relevados, cuantificándose diferencias por debajo de los 5 centímetros en la totalidad de los casos, infiriendo que el modelo se asemeja fielmente a las características topográficas de la superficie terrestre analizada y permitiendo calcular con suficiente aproximación la cota de cualquier punto del terreno.

Haciendo conjeturas, en los posibles errores involucrados en la generación del DEM, se concluye que como el relevamiento planialtimétrico se realizó en aproximadamente 4 horas, las condiciones atmosféricas a lo largo de la campaña, son las mismas. Considerando que todos los datos están afectados de la misma manera, se asume que el error medio al que se encuentran incididos, es del orden del error teórico de **2 a 5 centímetros** de este método de levantamiento en tiempo real.

Vale mencionar, que los errores provocados por el cuatriciclo durante los distintos recorridos del relevamiento tienen un comportamiento aleatorio. Ya que, al tomar tanta cantidad de datos bajo las mismas condiciones y espaciados de forma regular, la probabilidad de que los puntos se registren por encima o por debajo de la superficie modelada es igual. Por lo tanto, este valor, se compensa.

En este momento, el Modelo Digital de Elevaciones, contiene información suficiente y precisa que posibilitan su utilización en análisis hídrico del establecimiento rural "El Mercedo".



*Fig. 5.7 Vista 3D del Modelo Digital de Elevaciones a partir de interpolación TIN con exageración vertical 20 a 1.*

## 6. CÁLCULO DE GASTOS Y HONORARIOS

### Determinación de Gastos

Para un trabajo de las características mencionadas, será necesario contar con:

#### REMUNERACIÓN DE AYUDANTES

Las tareas fueron llevadas a cabo por los dos profesionales responsables del trabajo, pero será necesario contar con un ayudante para las tareas de transporte del instrumental en el lugar de trabajo, como así también, de vigilancia y cuidado del mismo durante la observación de la red GNSS.

El pago por la labor de un día de trabajo de 8 horas es de: \$ 150,00

Por lo que para 2 días de campaña será un total de \$ 300,00

#### GASTOS DE MOVILIDAD

Se utilizaron 3 movilidades: Una Toyota Hilux 4x4 3.0

Un Volkswagen Gol 1.6

Un cuatriciclo

Teniendo en cuenta el transporte del personal e instrumental hasta el lugar de trabajo se contabiliza:

- Considerando que el domicilio real de los profesionales se encuentra en la ciudad de La Plata (más de cincuenta kilómetros del sitio de operación) se contabilizará un viaje ida y vuelta La plata-Rauch (541,14 Km).

Toyota Hilux (10 litros/100 Km): 54,114 litros

Precio Diesel Premium (YPF-Abril 2011): \$ 4,579/litro

Gasto movilidad La Plata-Rauch: \$ 247,78


Volkswagen Gol (9,5 litros/100 Km): 51,408 litros


Precio Nafta Súper (YPF-Abril 2011): \$ 4,109/litro

Gasto movilidad La Plata-Rauch: \$ 211,24

- Dos viajes ida y vuelta (uno visita previa, otro campaña) de la ciudad de Rauch hasta el lugar de trabajo (96 Km).

Toyota Hilux (10 litros/100 Km): 9,6 litros

  
BELOQUI, Nicolás  
N° 55.032/7

  
LORAY, Rodrigo  
N° 53.561/0

Precio Diesel Premium (YPF-Abril 2011): \$ 4,579/litro

Gasto movilidad Rauch-Establecimiento: \$ 43,96

Volkswagen Gol (9,5 litros/100 Km): 9,12 litros

Precio Nafta Súper (YPF-Abril 2011): \$ 4,109/litro

Gasto movilidad Rauch-Establecimiento: \$ 37,47

- Los diferentes recorridos realizados durante la confección de la red GNSS, del total de kilómetros recorridos (200 Km aproximadamente), se computa la mitad de éste para cada vehículo.

Toyota Hilux (10 litros/100 Km): 10 litros

Precio Diesel Premium (YPF-Abril 2011): \$ 4,579/litro

Gasto movilidad: \$ 45,79

Volkswagen Gol (9,5 litros/100 Km): 9,50 litros

Precio Nafta Súper (YPF-Abril 2011): \$ 4,109/litro

Gasto movilidad: \$ 39,04

- En cuanto al cuatriciclo se contempló dos tanques de combustible.

Capacidad tanque combustible: 4,5 litros

Precio Nafta Super (YPF-Abril 2011): \$ 4,109/litro

Gasto movilidad: \$ 36,98


En total los gastos de movilidad suman: \$ 662,26


#### COMIDA Y HOSPEDAJE

Se computa comida para 3 personas: \$ 240,00/día

Dos días de campaña: \$ 480,00

No se tiene en cuenta gasto de hospedaje ya que se cuenta con un domicilio en la localidad.

  
BELOQUI, Nicolás  
Nº 55.032/7

  
LORAY, Rodrigo  
Nº 53.561/0

### COSTO DE EQUIPOS Y MOVILIDAD A EMPLEAR

Amortización: Depreciación efectiva que experimentan los bienes del activo fijo por razón de su uso, obsolescencia o transcurso del tiempo. Representa una compensación por la pérdida de valor del bien.

La amortización de los equipos se calcula teniendo en cuenta el valor a nuevo del instrumental y la vida útil del mismo.

Considerando que la vida útil del instrumental empleado es de unos 10 años tanto para los dos receptores GPS geodésicos (Trimble 5700) como para los dos receptores GNSS geodésicos (Trimble R4).

$$\text{Amortización para un año} = \frac{\text{Valor a nuevo (US\$)}}{\text{Vida útil en años}}$$

$$\text{Amortización para un día} = \frac{\text{Amortización anual (US\$/año)}}{\text{Días laborables}}$$

De un total de 365 días del año se toman como laborables 200 días.

El valor del dólar se toma sobre la cotización de [www.dolarhoy.com](http://www.dolarhoy.com) dólar vendedor a la fecha de 15 de Abril de 2011(4,09).

GNSS Trimble R4:

$$\text{Amortización para un año} = \frac{28.000,00}{10} = \frac{\text{US\$}}{\text{año}} 2.800,00 = \frac{\$}{\text{año}} 11.452,00$$

$$\text{Amortización para un día} = \frac{2.800,00}{200} = \frac{\text{US\$}}{\text{día}} 14,00 = \frac{\$}{\text{día}} 57,26$$

GPS Trimble 5700:

$$\text{Amortización para un año} = \frac{22.000,00}{10} = \frac{\text{US\$}}{\text{año}} 2.200,00 = \frac{\$}{\text{año}} 8.998,00$$

$$\text{Amortización para un día} = \frac{2.200,00}{200} = \frac{\text{US\$}}{\text{día}} 11,00 = \frac{\$}{\text{día}} 44,99$$


Costo de amortización de equipos para un día de trabajo: \$ 102,25

El costo de los vehículos utilizados se determina según la amortización por kilómetro de cada vehículo y la distancia total recorrida por los mismos:

$$\text{Amortización Toyota Hilux} = \frac{\$}{\text{Km}} 1,60$$

$$\text{Costo Toyota Hilux} = \frac{\$}{\text{Km}} 1,60 * 837,14 \text{ Km} = \$ 1.339,42$$

  
BELOQUI, Nicolás  
Nº 55.032/7

  
LORAY, Rodrigo  
Nº 53.561/0

$$\text{Amortización Volkswagen Gol} = \frac{\$}{\text{Km}} 1,50$$

$$\text{Costo Volkswagen Gol} = \frac{\$}{\text{Km}} 1,50 * 837,14 \text{ Km} = \$ 1.255,71$$

Amortización Cuatriciclo: \$ 100,00

Costo total de amortización de equipos y movilidad: \$ 2.797,38

#### SEGUROS PERSONALES

Póliza de Seguro Profesional para tres personas durante 15 días (MAPFRE):  
\$ 110,00

#### SEGURO DE INSTRUMENTAL

Se computa anualmente, siendo su valor de:

$$\text{GNSS Trimble R4: } \frac{\$}{\text{año}} 4.200,00 = \frac{\$}{\text{día}} 11,55$$

$$\text{GPS Trimble 5700: } \frac{\$}{\text{año}} 3.600,00 = \frac{\$}{\text{día}} 9,90$$

Costo total por dos días de trabajo: \$ 42,90

#### GASTOS DE GABINETE

Relacionados con el trabajo intelectual, confección de informes, memorias de cálculo, planos, impresiones, fotografías y adquisición de bibliografía (cartas topográficas, monografías de puntos fijos, certificación de cotas).

Se considera los gastos de gabinete en  $\frac{\$}{\text{día}} 100,00$ . Las tareas de gabinete se resuelven en 8 días: \$ 800,00


Gastos fijos de gabinete:


4 monografías de puntos fijos (\$ 20,00 c/u): \$ 80,00

4 certificaciones de cotas (\$ 10,00 c/u): \$ 40,00

Total gastos de gabinete: \$ 920,00

TOTAL DE GASTOS: \$ 5.312,54

  
BELOQUI, Nicolás  
N° 55.032/7

  
LORAY, Rodrigo  
N° 53.561/0

## **Determinación de Honorarios Mínimos**

Se aplica las tablas del Decreto 6964/65 que establecen los Aranceles para la Regulación de Honorarios a los Profesionales de la Ingeniería. Los valores están expresados en Pesos Ley, por lo que se procede a la actualización de los mismos aplicando el coeficiente de ajuste 0,1 citado en el Art. 1 de la Resolución N° 450 de CAAITBA con vigencia a partir del 1 de Febrero de 2012.

1- Observación, procesamiento y compensación de Red GNSS y aplicación de Ajuste Vertical:

Al no estar estipulado este tipo de trabajo en el Decreto N° 6964, se calcula el importe del honorario según Tabla I – Art.17 – Capítulo I deduciéndose:

Un día de viaje: \$a 1.000,00 = \$ 100,00

Un día de trabajo en el terreno: \$a 3.000,00 = \$ 300,00

Tres días de gabinete: \$a 6.000,00 = \$ 600,00

Lo que computa un total de \$ 1.000,00.

2- Relevamiento planialtimétrico a partir de técnica GNSS en tiempo real:


Superficie de 108 hectáreas con 1688 puntos lo que representa casi 16 puntos por hectárea. Según Tabla XIII - Art. 17 - Capítulo III los honorarios son: \$a 47.600,00.


Actualizando los valores: \$ 4.760,00

TOTAL DE HONORARIOS (Decreto 6964/65): \$ 5.760,00

De acuerdo a consultas realizadas a profesionales con amplia experiencia en este tipo de trabajos, se arriba a la conclusión de que este honorario mínimo se encuentra muy por debajo de los valores de mercado actuales, por lo que se establece como valor aproximado de observación, procesamiento y compensación de red GNSS y aplicación de Ajuste Vertical de \$ 8.000,00. Respecto al relevamiento planialtimétrico a partir de técnica GNSS en tiempo real actualmente se cobra \$ 200,00 por hectárea, a lo cual para nuestro caso, 108 hectáreas nos da un valor de 21.600,00.

TOTAL DE HONORARIOS (consultado): \$ 29.600,00

  
BELOQUI, Nicolás  
N° 55.032/7

  
LORAY, Rodrigo  
N° 53.561/0

## 7. CONCLUSIONES

Un logro relevante de este trabajo, es haber establecido una metodología de trabajo para obtener alturas físicas ( $H_{IGN}$ ) a partir de relevamientos realizados con técnicas modernas y eficientes como GNSS (RTK).

La confiabilidad de los resultados que ofrece esta forma de trabajo se basa en la calidad de los marcos de referencia utilizados, la tecnología de medición satelital GNSS y las múltiples etapas de comprobación aplicadas.

Este trabajo podría haber sido posible con métodos clásicos, los cuales son precisos y ofrecen seguridad de resultados, aunque llevan mucho mayor tiempo de trabajo. La metodología utilizada, siempre que se trabaje de la forma demostrada, produce resultados muy satisfactorios y permite lograr una muy importante reducción en los tiempos. De esta manera, se convierte en una estrategia muy eficiente cuando se la compara con las técnicas tradicionales (topografía con instrumental convencional).

La generación de una red de puntos GNSS/nivelación de precisión geodésica, sumado al análisis del Modelo de Geoide Global EGM08, permitió arribar a un Modelo de Transformación de Alturas Local (MLBL) que integra la información de ambas fuentes.

La comparación con el Modelo de Geoide de la Provincia de Bs. As. (FCAG) representó una comprobación externa de gran utilidad para estimar la calidad del modelo local en unos 3 centímetros en el mejor caso y 6 centímetros en la peor situación (exactitud).


Una ventaja de la metodología implementada es que dentro del área de validez del MLBL, éste puede ser aplicado a relevamientos con GNSS sin importar la cantidad y distribución de los puntos observados.

El MLBL aplicado al relevamiento GNSS-RTK dentro del establecimiento posibilitó arribar a un Modelo Digital de Elevaciones de alta precisión.

Es de previo conocimiento y demostrado en este trabajo los buenos resultados de la técnica RTK, compatibles con la calidad vertical requerida en estas aplicaciones.


Se tiene también una cantidad suficiente y correcta distribución de puntos que, sumado a la buena elección del método de interpolación, permiten cumplir con los factores de calidad para un DEM con esta finalidad.


  
BELOQUI, Nicolás  
N° 55.032/7

  
LORAY, Rodrigo  
N° 53.561/0

La comparación del DEM así obtenido, con el modelo mundial SRTM30, muestra claramente que el último no es suficientemente preciso para cubrir las exigencias de un análisis hídrico en el área de trabajo propuesta.


En función de lo expuesto, la metodología aplicada garantiza precisiones de pocos centímetros en la obtención del DEM, que en esas condiciones puede ser aplicado para el análisis hídrico del Establecimiento Rural "El Merecido".


  
BELGQUI, Nicolás  
Nº 55.032/7

  
LORAY, Rodrigo  
Nº 53.561/0

## BIBLIOGRAFÍA

- HOFMANN B., WELLENHOF H., LICHTENEGGER H. AND COLLINS J., 2001. **Global Positioning System**. Theory and Practice. 5<sup>th</sup>.Ed. Springer-Verlag. Wien. Austria.
- LEICK A., 1995. **GPS Satellite Surveying** (Second Edition). USA.
- M<sup>a</sup> PAZ HOLANDA B., BERMEJO ORTEGA J. C., 1998. **GPS & GLONASS**, Madrid.
- TRIMBLE, 2007. **The First Global Navigation Satellite System**, USA.
- Comité Nacional de la Unión Geodésica y Geofísica Internacional, 2002. Documento: **Sistemas, Marcos y Coordenadas**, Bs As, Argentina.
- HOFMANN B., MORITZ H., 2005. **Physical Geodesy**. Springer Wien New York.
- TORGE W., 2001. **Geodesy** 3rd Ed., Walter de Gruyter, Berlín, New York.
- Dirección de Geodesia, 1962. **Nivelación de alta precisión y de precisión: Catálogo de cotas compensadas de puntos fijos de nivelación del I.G.M.**, La Plata, Buenos Aires.
- JORDAN W., 1961. **Tratado General de Topografía**, Tomo II, Ed. Gili, Barcelona, España.
- CASANOVA MATERA L., 2002. **Topografía Plana**, Merida. Venezuela.
- David Abelardo García Álvarez, 2008. **Sistema GNSS (Global Navigation Satellite System) (proyecto fin de carrera)**, Universidad Autónoma de Madrid, Escuela Politécnica Superior.
- Nicolás Ferreccio, 2003. **Análisis de la Técnica GPS-RTK (trabajo final de graduación)**, Universidad Nacional de La Plata, Facultad de Ingeniería, Departamento Agrimensura.
- Massimino J. B., Dángelo G. C., Cadenas G. M., 2001. **Relevamiento Planialtimétrico con GPS (trabajo final de graduación)**. Universidad Nacional de La Plata, Facultad de Ingeniería, Departamento Agrimensura.
- Daniel Del Cogliano, 2006, **Modelado del Geoide con GPS y Gravimetría Caracterización de la Estructura Geológica de Tandil (tesis doctoral)**, Universidad Nacional de Rosario, Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura.

  
BELOQUI, Nicolás  
N° 55.032/7

  
LORAY, Rodrigo  
N° 53.561/0


- Jaime Betancur, Antonio Villaluenga, 2009. **Estudio y Refinamiento de Modelos Geoidales (proyecto final de carrera)**, Universidad de la republica de uruguay, Facultad de Ingenieria, Instituto de Agrimensura.
- Hoja de datos equipos GPS-GNSS, Abril 2011 <http://www.runco.com.ar/-GPS-GNSS-.html>
- Estado constelación GPS, Septiembre 2011 <http://www.glonass-center.ru/en/GPS/>
- Estado constelación GLONASS, Septiembre 2011 <http://www.glonass-center.ru/en/GLONASS/>
- Sitio oficial ITRF, Agosto 2011 <http://itrf.ensg.ign.fr>.
- Sitio oficial SIRGAS, Agosto 2011 <http://www.sirgas.org> .
- Sitio oficial POSGAR07, Agosto 2011 <http://www.ign.gob.ar>
- Conceptos generales EGM08, Septiembre 2011 <http://earth-info.nga.mil/GandG/wgs84/gravitymod/egm2008/>.
- Sitio oficial SRTM, Octubre 2011 <http://www2.jpl.nasa.gov/srtm>.
- Ángel M. Felicísimo. Modelos Digitales de Terreno.
- El Modelo Digital de Terreno (MDT)  
[http://www.um.es/geograf/sigmur/sigpdf/temario\\_7.pdf](http://www.um.es/geograf/sigmur/sigpdf/temario_7.pdf).


BELOQUI, Nicolás  
Nº 55.032/7

LORAY, Rodrigo  
Nº 53.561/0

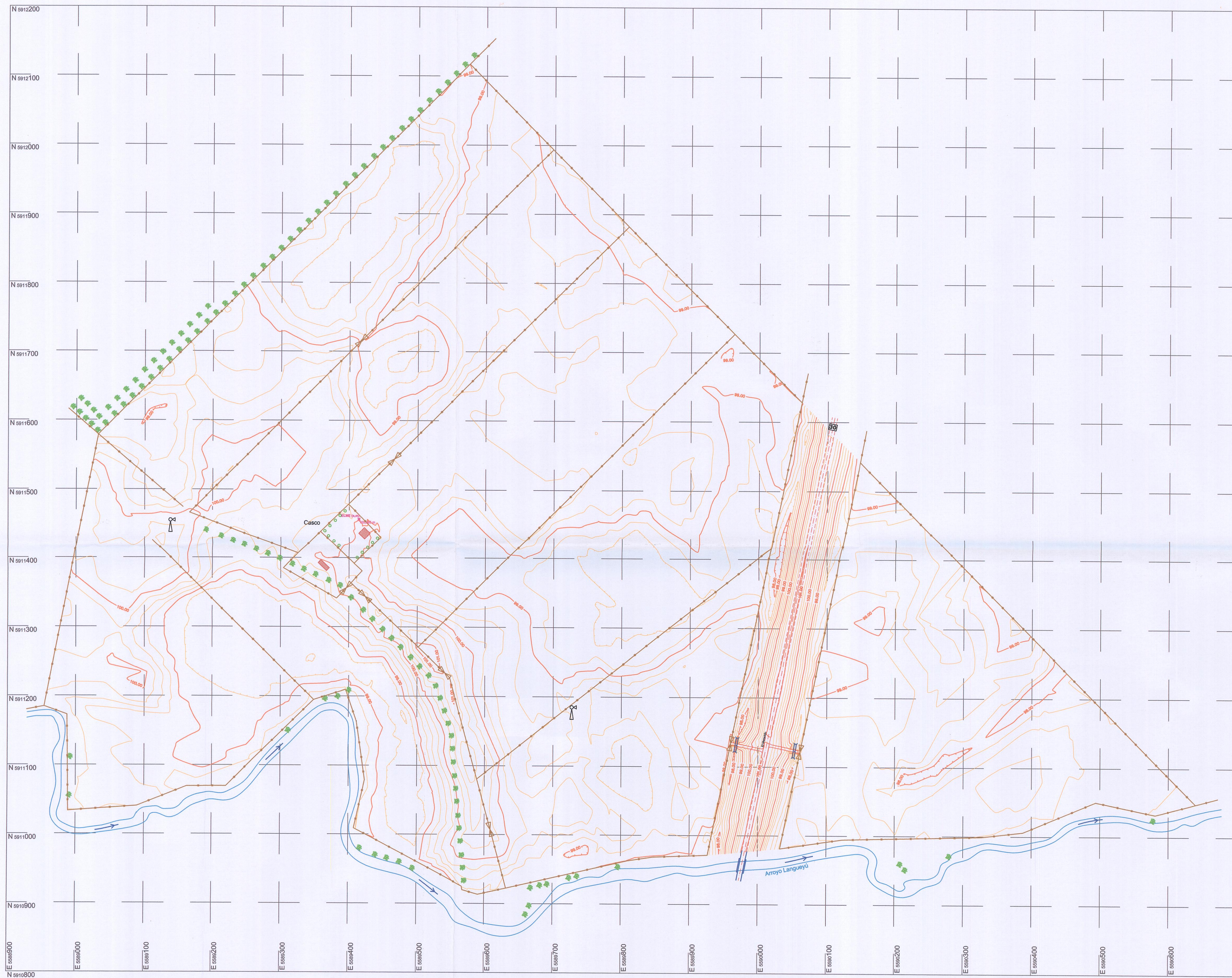
## **ANEXO I**

- **Carta Topográfica “ESTABLECIMIENTO RURAL EL MERECIDO”.**
- **Carta Imagen “ESTABLECIMIENTO RURAL EL MERECIDO”.**
- **Certificado de cotas de puntos alimétricos.**
- **Monografías IGN de puntos alimétricos.**
- **Coordenadas geodésicas POSGAR07 (IGN).**
- **Coordenadas geodésicas POSGAR07 (MIVSP).**
- **Monografía EGAN.**

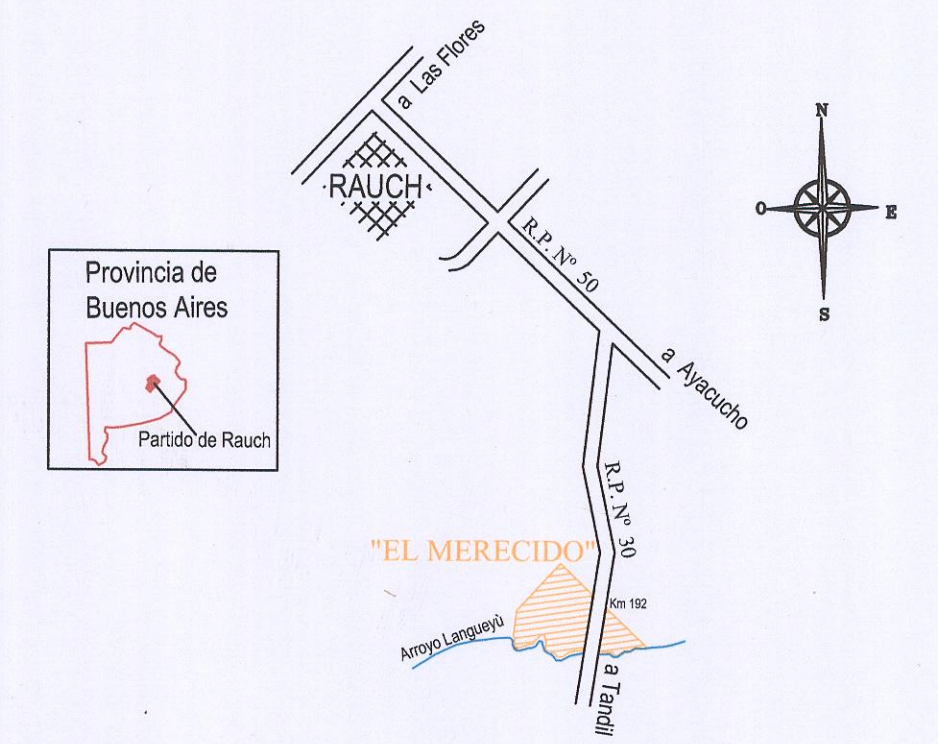
  
BELOQUI, Nicolás  
N° 55.032/7

  
LORAY, Rodrigo  
N° 53.561/0

# DEM Establecimiento Rural El Mercedo



## CROQUIS DE UBICACIÓN



## REFERENCIAS:

Curva de Nivel Principal	
Curva de Nivel Secundaria	
Eje de Ruta	
Borde Calzada	
Alambrado	
Tranquera	
Acceso a Establecimiento Rural	
Alcantarilla	
Puente	
Línea de Árboles	
Línea de Arbustos	
Molino	
Edificación	
Ruta Provincial	
Arroyo	
Máxima Depreción	
Punto Fijo	

Cota: 100,085 m (estaca de madera)  
 Latitud: 36°56'30,184"S  
 Longitud: 58°59'46,578"O

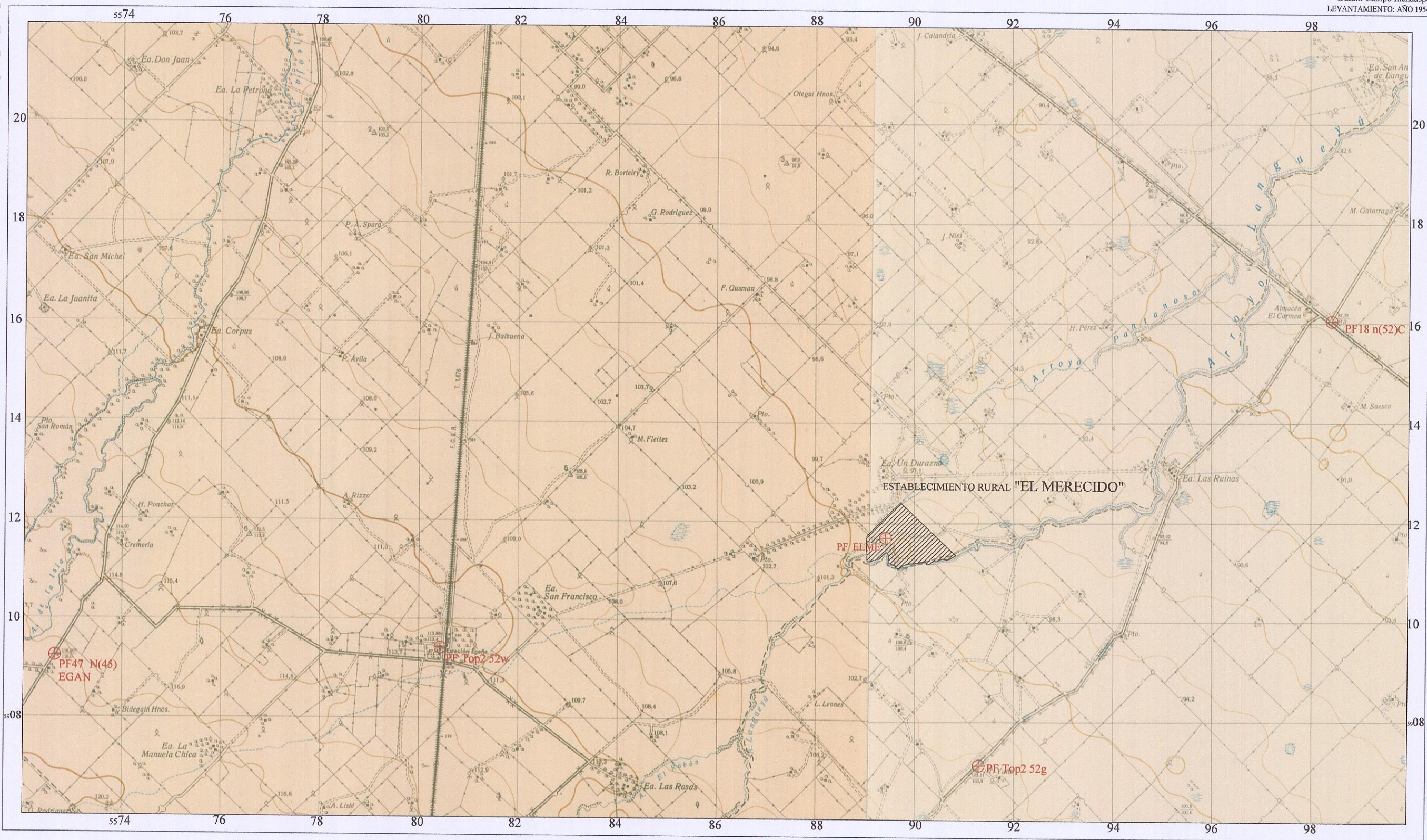
- NOTAS:**
- 1) Relevamiento georreferenciado al Marco de Referencia Geodésico Nacional (POSGAR07) proyección Gauss-Krüger (faja 5).
  - 2) Vinculado altimétricamente a la Red del Instituto Geográfico Nacional (IGN).
  - 3) Información planimétrica contigua y dentro del establecimiento rural, extraída de imagen satelital georreferenciada con mismo marco y proyección que el relevamiento.

ESCALA: 1:3.000  
  
 EQUIDISTANCIA PRINCIPAL 1,00 m  
 EQUIDISTANCIA SECUNDARIA 0,25 m

Universidad Nacional de La Plata Facultad de Ingeniería Departamento de Agrimensura	
TRABAJO FINAL "Generación de un Modelo Digital de Elevaciones a partir de Técnica GNSS para Análisis Hídrico"	
Lugar: Establecimiento Rural "El Mercedo" Ruta Provincial N° 30 Km 192	Propietarios: Familia Tedesco
Alumnos: BELOQUI, Nicolás N°55.032/7 LORAY, Rodrigo N°53.561/0	Fecha de relevamiento: 28/04/2011

REPUBLICA ARGENTINA  
 PROVINCIA DE BUENOS AIRES  
 ESTABLECIMIENTO RURAL EL MERECIDO

Proyección conforme Gauss-Krüger  
 Datum Campo Inchauspe  
 LEVANTAMIENTO: AÑO 1954



**REFERENCIAS**

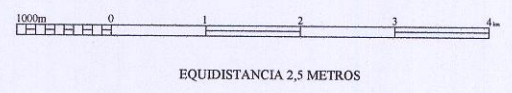
	Línea de parcelas
	Calle de comunalidad de dos o más tramos
	Cruce de ríos: 1) Puente tablero 2) Puente de hormón 3) Puente de madera 4) Puente de hierro 5) Puente de concreto 6) Puente de piedra 7) Puente de mampostería 8) Puente de acero 9) Puente de aluminio 10) Puente de otros materiales
	Carretera principal que una localidades
	Atalaya con tranque: 1) Para vehículos 2) Para jinetes
	Vía férrea en explotación de una vía: 1) Estación 2) Kilómetro
	Vía férrea en terreno: 1) Puntos
	Línea telefónica
	Línea telegráfica
	Muro artificial - Terreno cultivado
	Arbol viado de hoja: 1) Matorral, zarzal, cardenal y cañal 2) Matorral y viado: 1) Matorral y viado con troncos artificiales
	Casa - Galpón
	Punto topográfico y su número correspondiente - Punto aislado
	Pilar de control - Punto fijo
	Escuela
	Zanja - Laguna temporal
	Canoa de agua permanente: 1) Paso
	Canoa de agua temporal
	Carretera de nivel y ay. artificial - Ruta

- PUNTOS FIJOS DE INTERÉS**
- PF 47 N(45) Cota: 118,183  
 Lat.: 36°57'54,6"S Long.: 59°11'04,6"O  
 Pertenece a una Red GEOBA (EGAN)
  - PFTop 2n(52)w Cota: 113,840(ménsula)  
 Lat.: 36°57'45,0"S Long.: 59°05'48,0"O
  - PF 18 n(52)C Cota: 87,356  
 Lat.: 36°54'06,0"S Long.: 58°53'42,0"O
  - PF Top2 52g Cota: 103,091  
 Lat.: 36°58'60,0"S Long.: 58°58'30,0"O
  - PF ELME Cota: Desconocida  
 Lat.: 36°56'31,0"S Long.: 58°59'50,0"O

\*Las coordenadas geográficas están calculadas en el sistema de referencia WGS84 para el uso con navegador satelital

**INFORMACIÓN:** La presente Carta Topográfica fue confeccionada por medio de cartas del Instituto Geográfico Nacional, las cuales fueron georreferenciadas y luego armado el empalme correspondiente de forma parcial, abarcando la zona a estudiar. Las cartas utilizadas fueron: sobre la izquierda, Carta Topográfica 3760-17-4 perteneciente a ESTACIÓN EGAÑA; sobre la derecha, Carta Topográfica 3760-18-3 perteneciente a ALMACÉN EL CARMEN.

ESCALA: 1:80.000



*[Handwritten signature]*

# Certificado de cotas de puntos altimétricos

Instituto Geográfico Nacional  
Ministerio de Defensa

2011 Año de Trabajo Decente, In Salud y Seguridad de los Trabajadores

Consulta de puntos altimétricos  
Sin corrección ortométrica

Nomenclatura	Lugar Acotado	Dist. a pto. ant.	Cota	Tipo Cota	Provincia
PF 47 N(45)	Pilar	2800	118.183	Provisoria	Buenos Aires
PF 2 n(52)g	Pilar	6026	103.091	Provisoria	Buenos Aires
PF 2 n(52)w	Pilar	18301	113.840	Provisoria	Buenos Aires
PF 18 n(52)C	Pilar	3936	87.356	Provisoria	Buenos Aires

*[Handwritten Signature]*  
 Antimétricos  
 Instituto Geográfico Nacional

*[Handwritten Signature]*

*[Handwritten Signature]*

# Monografías IGN de puntos altimétricos.


EJERCITO ARGENTINO  
DIRECCION GENERAL  
INSTITUTO GEOGRAFICO NACIONAL  
DIVISION DE METROLOGIA  
LEY 13.696 (L.P.V. DE LA CARTA)

47

## NIVELACION DE ALTA PRECISION

LÍNEA N° (45) LAS FLORES - TANEL

# MONOGRAFÍA

DEL PUNTO FIJO ALTIMÉTRICO  N° 47 (P.)

CHAPA PILAR CAMPO DE Ea. LA LICHA

PROVINCIA DE BUENOS AIRES.

N° 47

## FOTOGRAFIA

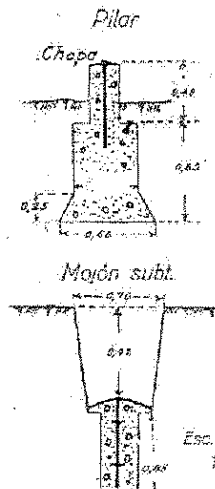
Fotografía N° ..... sacada desde el .....

Lib. 1 ..... Pág. 11 .....

Registro de alturas:

Chapa .....  
Bulón bajo .....  
Mojón subterráneo .....  
Terreno natural .....

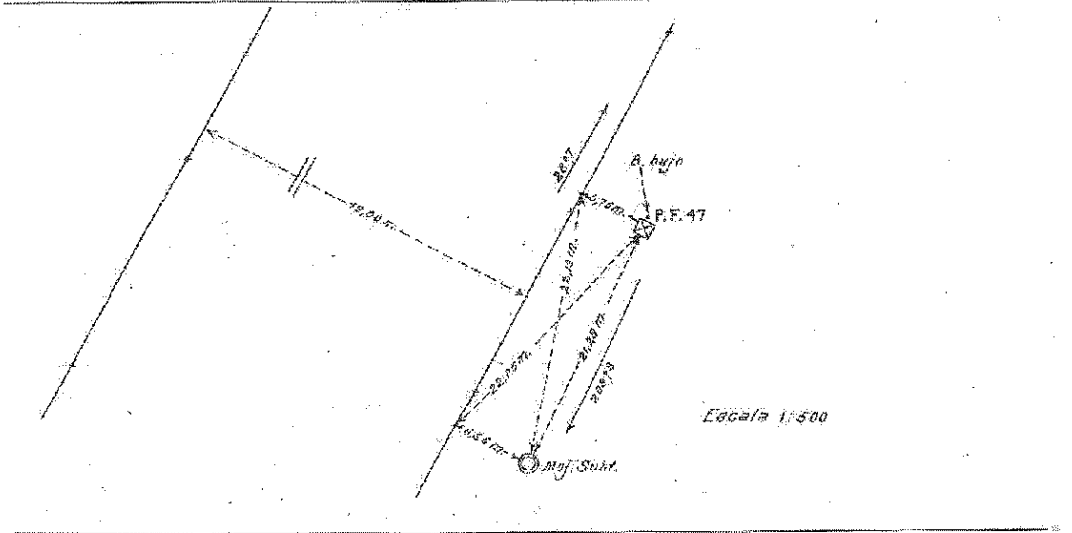
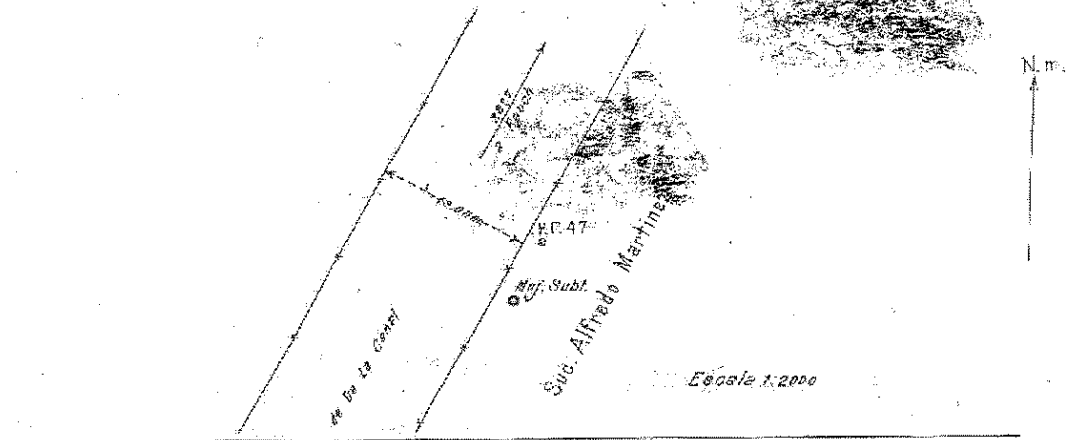
Corte de las marcas



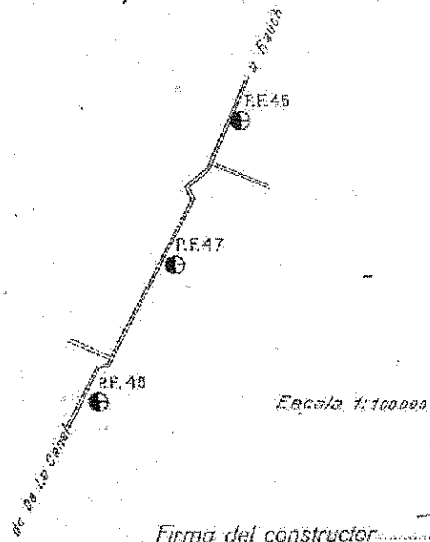
*Esc. T.*

*[Signature]*

# SITUACIÓN TOPOGRÁFICA



## Croquis descriptivo



Fecha de la construcción

Octubre 22 de 1947

Firma del constructor

*[Handwritten Signature]*

V. B. del nivelador

*[Handwritten Signature]*

*[Handwritten Signature]*

EJERCITO ARGENTINO  
 DIRECCION GENERAL  
 DEL  
 INSTITUTO GEOGRAFICO MILITAR  
 Departamento Servicio Geografico

# 18

NIVELACION DE PRECISION

LINEA n C de P.F. 17H a P.F. n H  
 (52) (42) (52)

## MONOGRAFIA

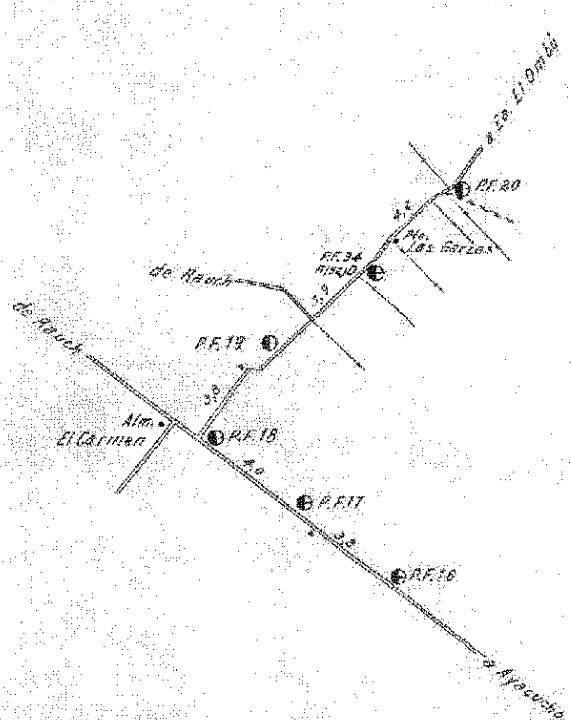
DEL PUNTO FIJO ALTIMETRICO  N° 18

CHAPA PILAR CPO. "SAN JOSE" de JOSE DE APELLANIZ

BUENOS AIRES

CROQUIS DESCRIPTIVO:

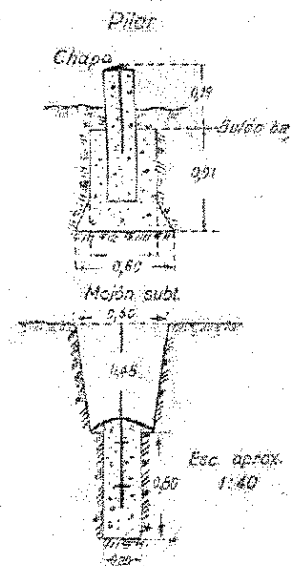
V m Reg. 2 Pág. 6



Registro de altitudes

Chapa .....  
 Buñón bajo .....  
 Moñón subterráneo .....  
 Terreno natural .....  
 .....  
 .....

Corte de las marcas

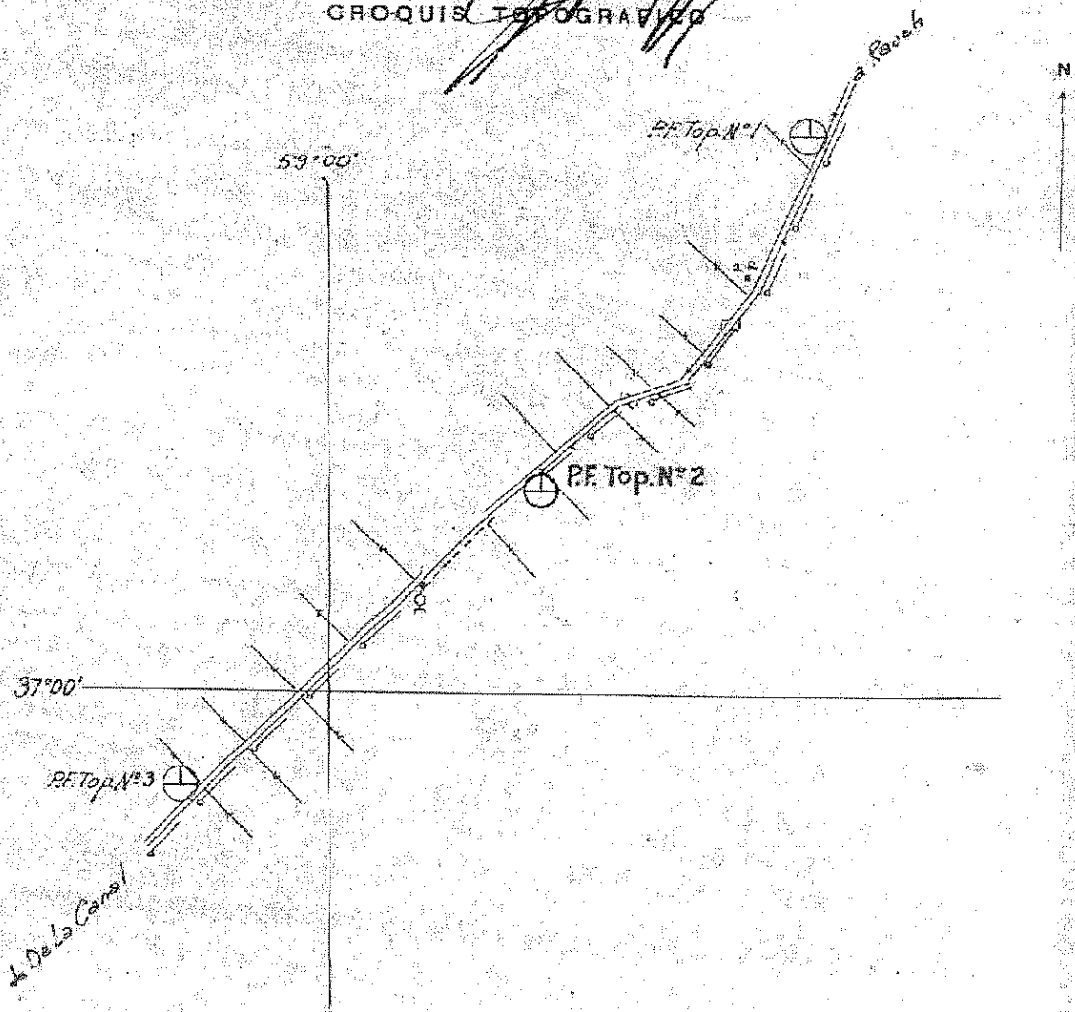


ESCALA 1: 200 000



P. F. Top. N° 2 <sup>①</sup> línea g Malla 52  
de Cpo. San José a Cpo. Girado  
Nombre Pilar Cpo. San Francisco  
Provincia o Territorio Nacional Bs. Aires  
Propietario Eugenio Díaz Vélez Domicilio Bs. As.  
Arrend. o Encom. Otegui Hnos Domicilio en el lugar  
Lugar y Fecha Las Flores 15 de Abril de 1933  
Jefe de la Com. Mediana Aux. 8° D. Edgardo R. Blenk Firma *[Signature]*

GROQUIS TOPOGRAFICO

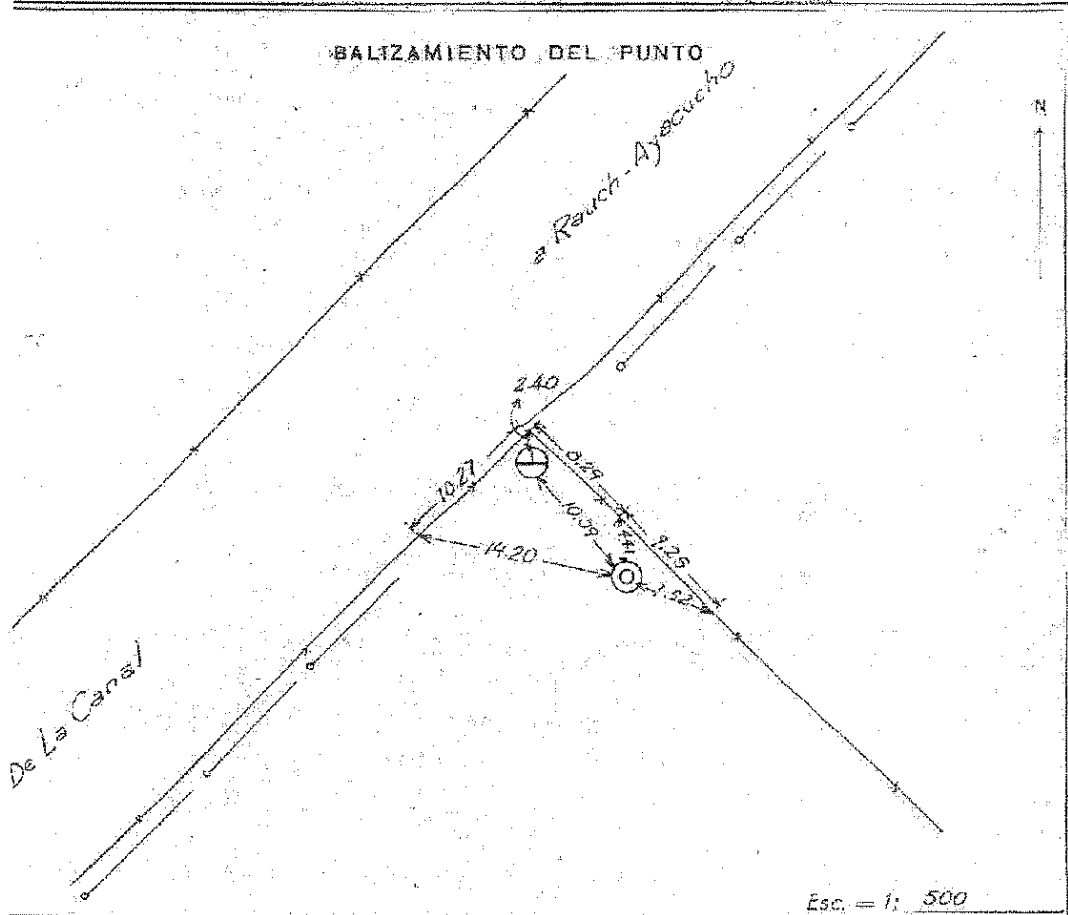


*[Signature]*

*[Signature]*

# n 52 g P.F. Top. 2

Form. L. 179.2400-V-80



## FOTOGRAFIA

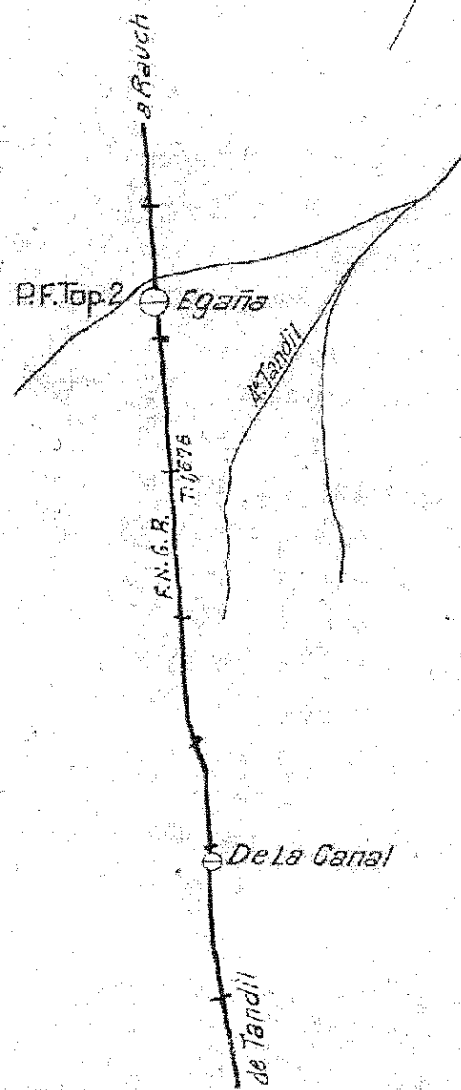
Tomada desde:

*Sup.*

*[Signature]*

P. F. Top. N° 2       $\odot$  Línea W      Denominación Antigua P.F. 5  
de Tandil      Malla 62  
Nombre Chapa Estación Egaña Km. 290,1 F.N.G.R.  
Provincia o Territorio Nacional Bs As  
Propietario \_\_\_\_\_ Domicilio \_\_\_\_\_  
Arrend. o Encarg. \_\_\_\_\_ Domicilio \_\_\_\_\_  
Lugar y Fecha Bs As Noviembre de 1953  
Jefe de la Com. Medidora Edgardo Blauk      Firma [Signature]

CROQUIS TOPOGRAFICO

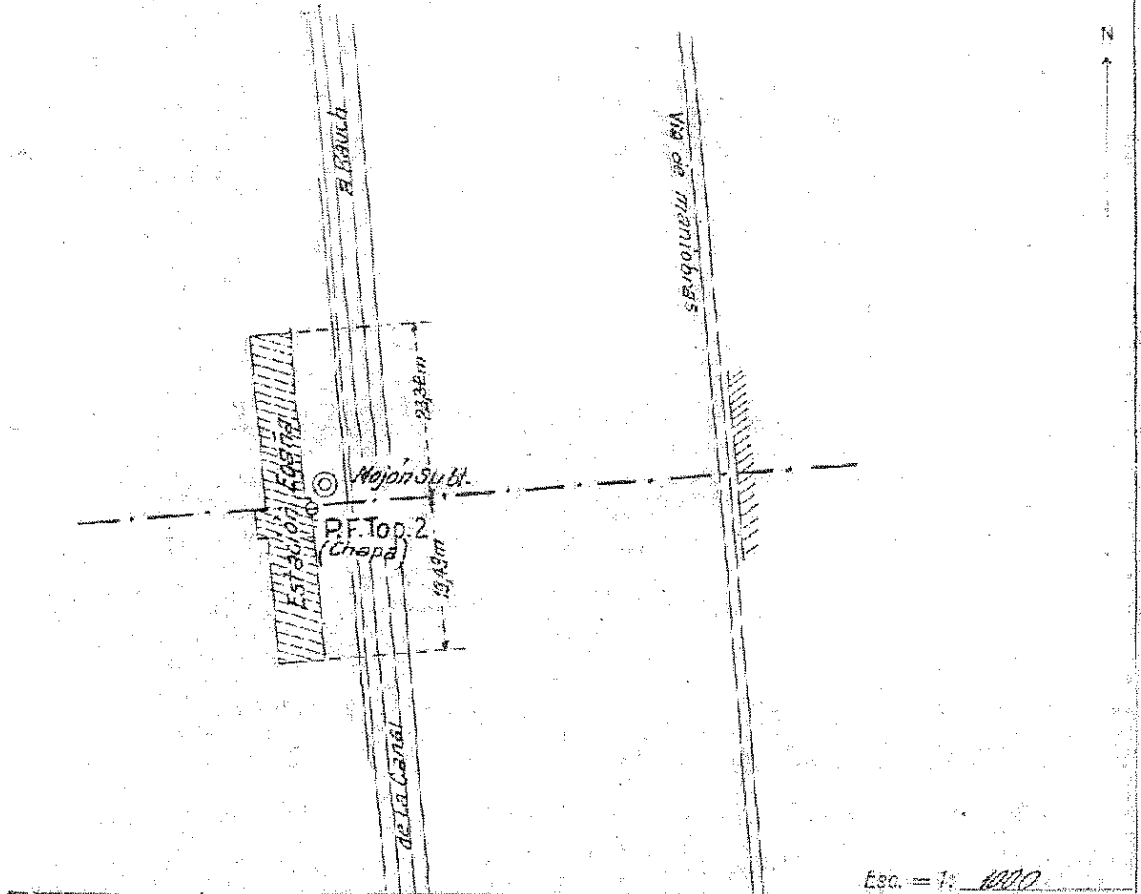


Esc. 1:250 000

*[Handwritten signature]*

*[Handwritten signature]*

### BALIZAMIENTO DEL PUNTO



### FOTOGRAFIA

Tomada desde:



# Coordenadas geodésicas POSGAR07 (MIVSP).



Ministerio de  
**Infraestructura**

**Buenos Aires**  
LA PROVINCIA

CHA1	35 ° 53 ' 6,9455 " S	58 ° 37 ' 3,9931 " W	37,820	
CHAC	34 ° 37 ' 19,7816 " S	60 ° 25 ' 9,9985 " W	87,091	(*)
CHAS	35 ° 52 ' 24,4882 " S	58 ° 34 ' 46,2106 " W	37,891	
CHC1	34 ° 36 ' 17,4276 " S	60 ° 26 ' 57,9521 " W	88,401	
CHI1	34 ° 53 ' 48,2297 " S	60 ° 6 ' 35,9648 " W	68,318	
CHIV	34 ° 54 ' 56,5801 " S	60 ° 6 ' 33,2079 " W	67,923	
CLAR	37 ° 58 ' 44,3612 " S	59 ° 27 ' 22,0039 " W	166,976	
CMAL	37 ° 27 ' 22,7669 " S	62 ° 11 ' 10,3561 " W	262,735	
CMUE	38 ° 41 ' 39,8266 " S	59 ° 30 ' 59,7969 " W	34,273	
COL1	33 ° 54 ' 10,9602 " S	61 ° 9 ' 0,2135 " W	94,093	
COLO	33 ° 54 ' 39,0486 " S	61 ° 5 ' 52,5929 " W	96,348	
COPY	35 ° 19 ' 0,0427 " S	60 ° 31 ' 21,9840 " W	77,568	
CORA	36 ° 15 ' 3,0119 " S	62 ° 29 ' 42,0625 " W	116,097	
CPA1	40 ° 45 ' 18,2904 " S	62 ° 55 ' 14,8960 " W	52,221	
CPAT	40 ° 46 ' 47,4739 " S	62 ° 57 ' 12,3823 " W	52,180	
CROT	36 ° 35 ' 36,0578 " S	60 ° 10 ' 34,0772 " W	138,143	
CSAN	37 ° 59 ' 10,1794 " S	62 ° 20 ' 37,1663 " W	296,892	
CTE1	35 ° 23 ' 27,5662 " S	62 ° 26 ' 49,2838 " W	113,217	
CTEJ	35 ° 23 ' 10,5430 " S	62 ° 24 ' 49,5797 " W	113,447	
CVID	37 ° 28 ' 52,9260 " S	57 ° 43 ' 10,0080 " W	39,277	
DAI1	36 ° 33 ' 16,2604 " S	61 ° 39 ' 3,6711 " W	131,107	(*)
DAIR	36 ° 34 ' 43,1069 " S	61 ° 41 ' 52,0895 " W	130,688	
DARR	37 ° 40 ' 24,2917 " S	63 ° 10 ' 24,4423 " W	212,331	
DCAN	37 ° 10 ' 0,9837 " S	59 ° 6 ' 17,8793 " W	159,882	
DOL1	36 ° 13 ' 24,0760 " S	57 ° 43 ' 31,1347 " W	24,111	
DOLO	36 ° 15 ' 41,3834 " S	57 ° 44 ' 30,4440 " W	25,128	
DORA	34 ° 39 ' 7,2401 " S	61 ° 34 ' 39,3997 " W	106,968	(*)
DORB	37 ° 49 ' 33,6556 " S	61 ° 48 ' 19,8379 " W	355,781	
EBOQ	38 ° 1 ' 57,2938 " S	57 ° 48 ' 10,9562 " W	102,985	
ECRO	36 ° 18 ' 45,9063 " S	57 ° 28 ' 14,5282 " W	21,158	
EGAN	36 ° 57 ' 54,6593 " S	59 ° 11 ' 4,6124 " W	134,832	
ELAM	40 ° 9 ' 2,3154 " S	62 ° 39 ' 25,8251 " W	41,490	
ELSO	39 ° 27 ' 53,1679 " S	63 ° 1 ' 23,1957 " W	43,466	
ELTE	35 ° 18 ' 0,7159 " S	61 ° 3 ' 5,8806 " W	93,419	

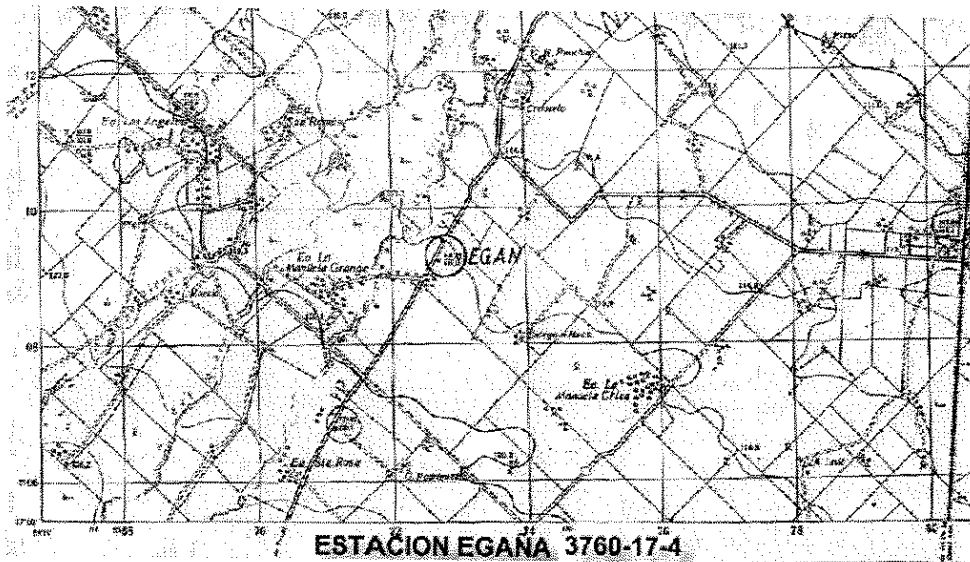
*[Handwritten signature]*

*[Handwritten signature]*

## Monografía EGAN

EGAN -36 ° 57 ' 54,6593 " S-59 ° 11 ' 4,6124 " W (POSGAR07)

- **Carta:** 3760-17-4 ESTACION EGAÑA
- **Designación:** PF 47 N(45) (actual EGAN)
- **Localización:** Próx.Egaña sobre ruta tierra Rauch-Tandil. Responde a posición en la carta Estación Egaña
- **Forma de llegar:** saliendo de Rauch, por ruta de tierra a Tandil, el punto se encuentra a unos 23km. Después de camino de acceso a Egaña, continuar hacia Tandil, de este acceso, a unos 2,0 km. Se encuentra tranquera a la izquierda, (unos 250 m antes de casa blanca con techo rojo y arboleda Ea. "La Constancia"). El punto se encuentra dentro del campo a unos 30 m antes de la tranquera mencionada.
- **Monumentación:** Pilar de nivelación IGM, con corralito.





*[Handwritten signature]*

*[Handwritten signature]*

## **ANEXO II**

- **Planillas de Medición GNSS.**
- **Esquema de Obstrucciones.**
- **Monografía con Croquis, Imágenes y Fotografías de Lugar.**
- **Planilla de Nivelación.**

  
BELOQUI, Nicolás  
N° 55.032/7

  
LORAY, Rodrigo  
N° 53.561/0

# TRABAJO FINAL: Beloqui-Loray

TÍTULO: "Generación de un Modelo Digital del Elevaciones a partir de Técnica GNSS para Análisis Hidrico".

NOMENCLATURA: EGAN

FECHA: 28/04/2011

## PLANILLA DE MEDICIÓN GNSS

2 2 4 6

Nº serie equipo

1 1 8

Día del  
año

0

Sesión

### PUNTO

Nombre del Punto: EGAN
Localidad/Lugar: Rauch
Estado: Bueno

### EQUIPO

	Marca	Modelo
Receptor	Trimble	5700
Antena	Trimble	Zephyr
Operador: Rodrigo Loray		

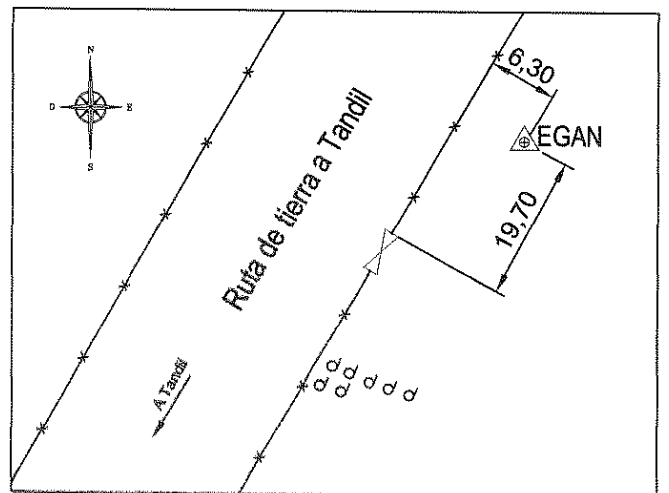
### POSICIONAMIENTO

Hora Inicio		Hora Final	
09 : 45		12 : 15	
Latitud:	- 36° 57 ' 54,6 "		
Longitud:	- 59° 11 ' 04,6 "		
Tipo de Altura	Inclinada	Vertical	X
Inicio:	2,000		
Final:	2,000		
Int. de Registro: 15 seg	Áng. de Corte: 13°		

Foto del posicionamiento



Croquis Monográfico



OBSERVACIONES: Este punto pertenece a la Red Geodésica de la Provincia de Buenos Aires (GEOBA).

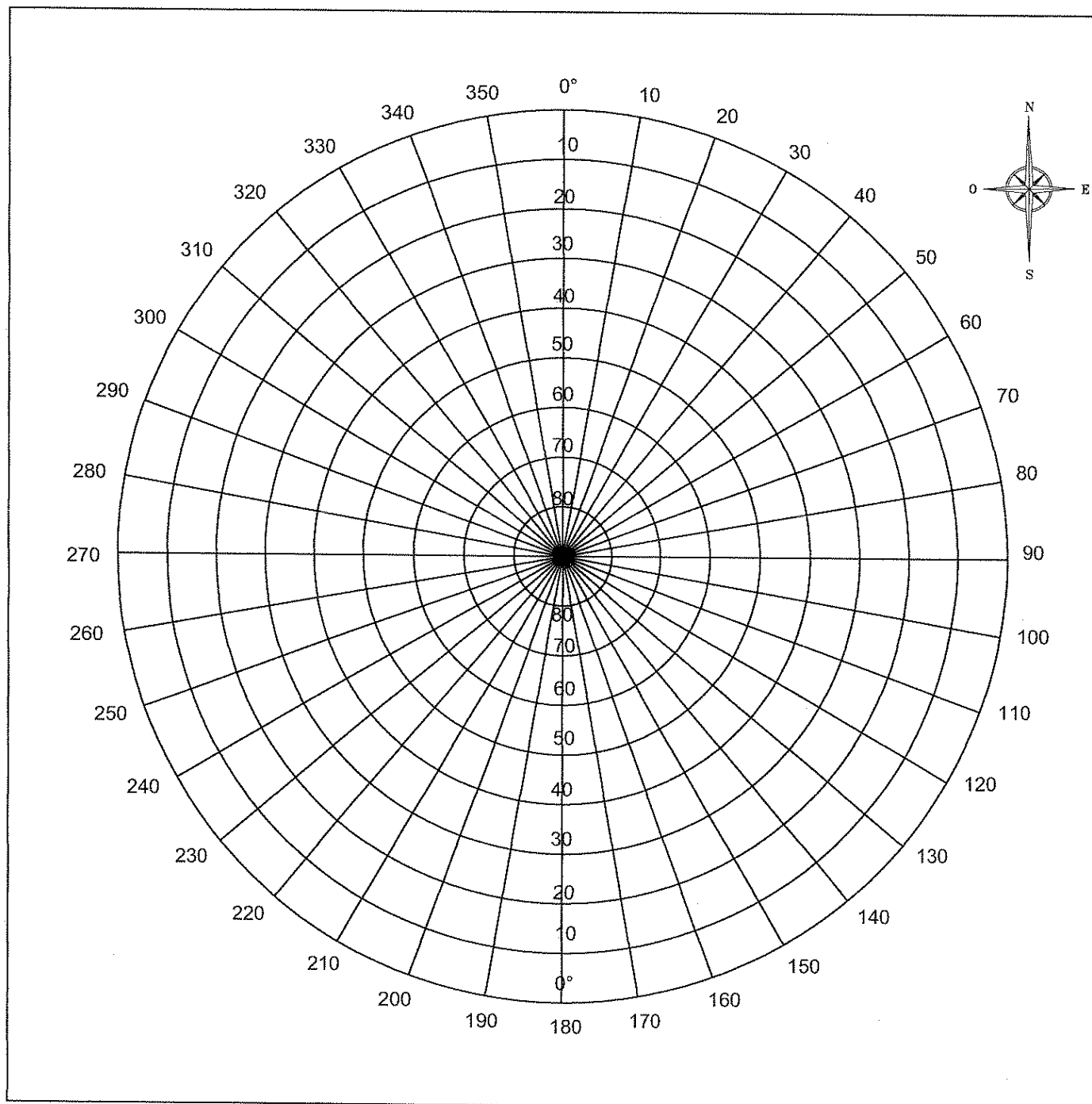
TRABAJO FINAL: Beloqui-Loray

NOMENCLATURA: EGAN

TÍTULO: "Generación de un Modelo Digital del Elevaciones a partir de Técnica GNSS para Análisis Hídrico".

FECHA: 28/04/2011

### ESQUEMA DE OBSTRUCCIONES PARA OBSERVACIÓN GNSS



OBSERVACIONES: Árboles lejanos.

# TRABAJO FINAL: Beloqui-Loray

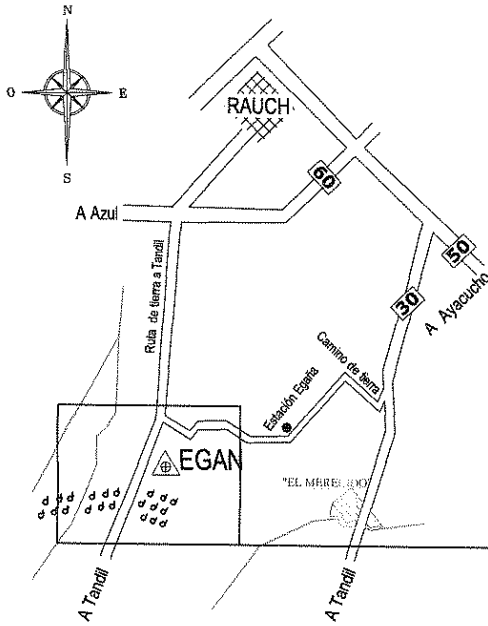
TÍTULO: "Generación de un Modelo Digital del Elevaciones a partir de Técnica GNSS para Análisis Hídrico".

NOMENCLATURA: EGAN

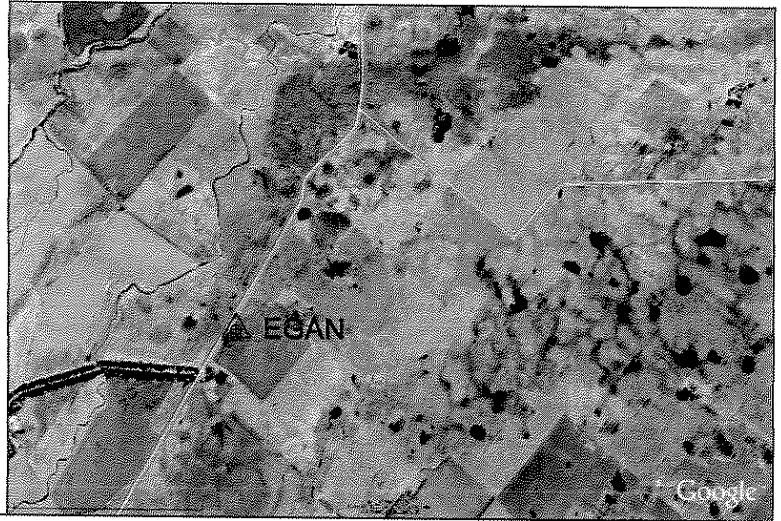
FECHA: 28/04/2011

## CROQUIS, IMÁGENES Y FOTOGRAFÍAS DEL LUGAR

### CROQUIS DE UBICACIÓN



### IMAGEN SATELITAL



EGAN

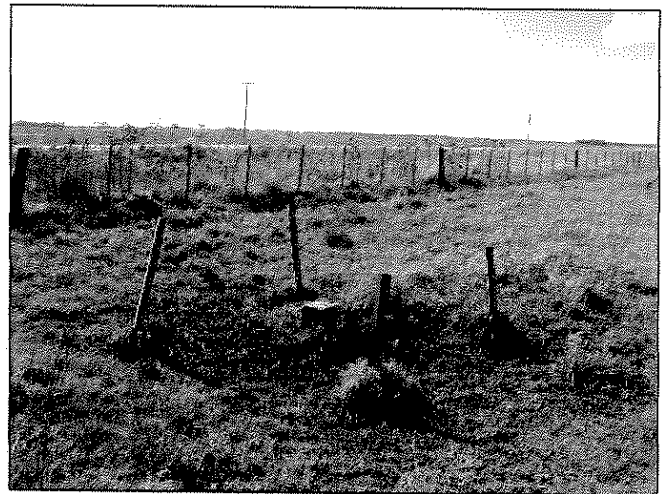
Coordenadas Navegador: Lat.:36°57'54,6"S Long.: 59°11'04,6"O

## FOTOS AUXILIARES

Foto del Mojón



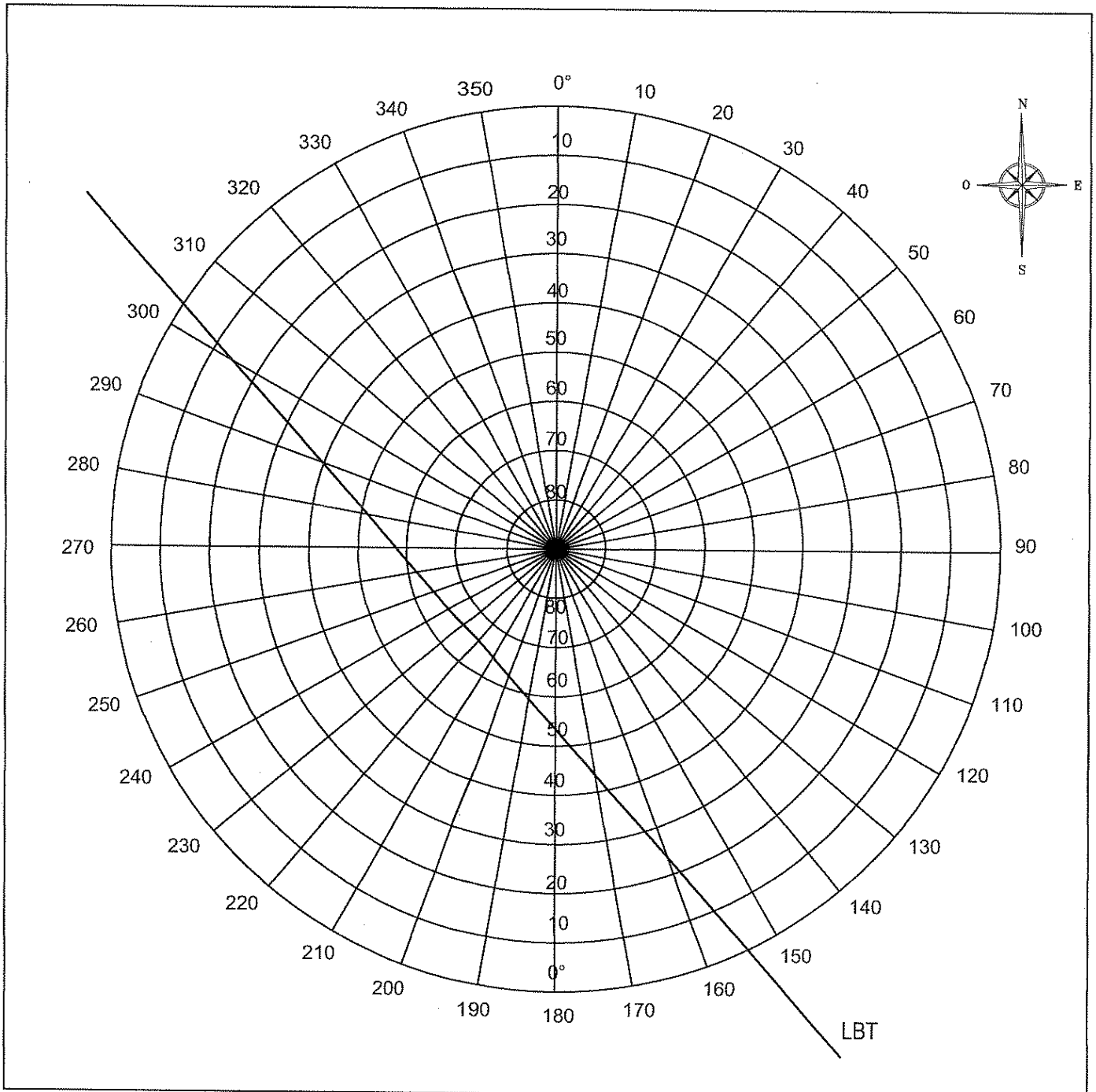
Foto del Punto (desde el Sur)



OBSERVACIONES: Se encuentra a 23 Km de la ciudad de Rauch, llendo por ruta de tierra a Tandil.



ESQUEMA DE OBSTRUCCIONES PARA OBSERVACIÓN GNSS



OBSERVACIONES: No tiene obstrucciones, pasa línea de baja tensión por sobre el punto.

**TRABAJO FINAL: Beloqui-Loray**

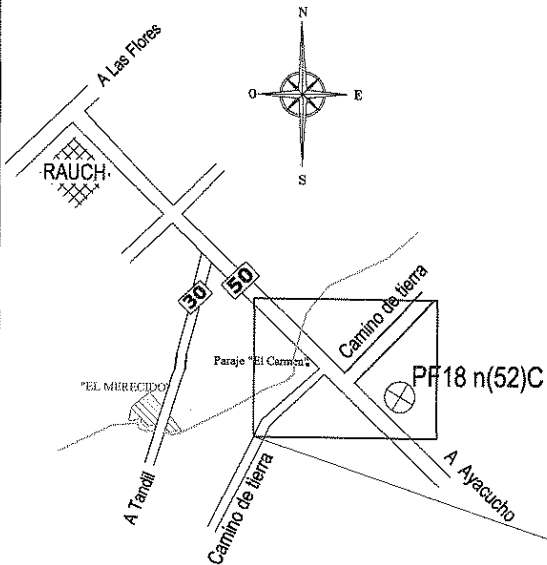
NOMENCLATURA: PF18 n(52)C

TÍTULO: "Generación de un Modelo Digital del Elevaciones a partir de Técnica GNSS para Análisis Hidrico".

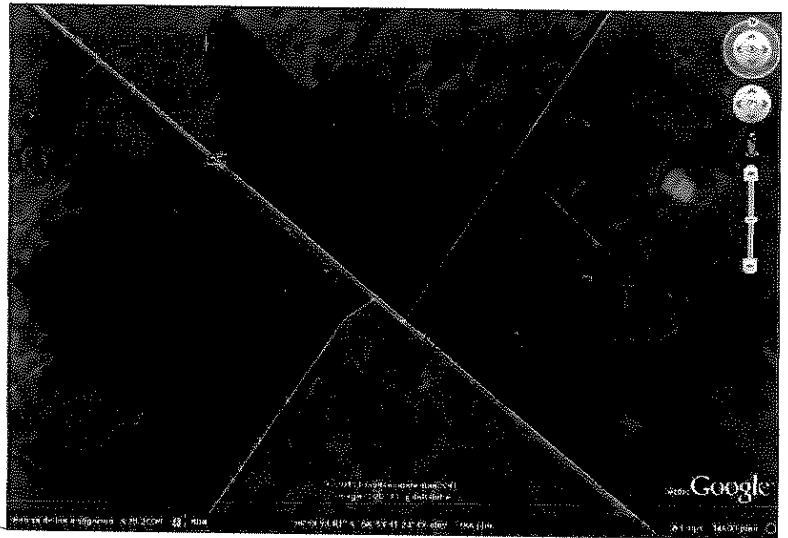
FECHA: 28/04/2011

**CROQUIS, IMÁGENES Y FOTOGRAFÍAS DEL LUGAR**

**CROQUIS DE UBICACIÓN**



**IMAGEN SATELITAL**



PF18 n(52)C

Coordenadas Navegador: Lat.:36°54'06,4"S Long.: 58°53'42,4"O

**FOTOS AUXILIARES**

Foto del Mojón



Foto del Punto (desde el Sur)



OBSERVACIONES: Próximo a paraje "El Carmen".

*Handwritten signature*

*Handwritten signature*

# TRABAJO FINAL: Beloqui-Loray

TÍTULO: "Generación de un Modelo Digital del Elevaciones a partir de Técnica GNSS para Análisis Hidrico".

NOMENCLATURA: PFtop2 n(52)g

FECHA: 28/04/2011

## PLANILLA DE MEDICIÓN GNSS

2 2 9 1

Nº serie equipo

1 1 8

Día del  
año

0

Sesión

### PUNTO

Nombre del Punto: PFtop2 n(52)g
Localidad/Lugar: Ayacucho
Estado: Bueno

### EQUIPO

	Marca	Modelo
Receptor	Trimble	5700
Antena	Trimble	Zephyr
Operador: Nicolás Beloqui		

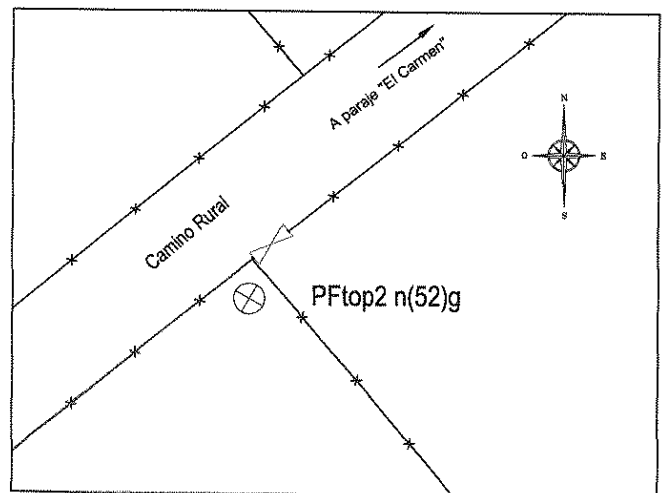
### POSICIONAMIENTO

Hora Inicio		Hora Final	
09 : 25		14 : 10	
Latitud:	- 36° 58 ' 57,8 "		
Longitud:	- 58° 58' 32,2 "		
Tipo de Altura	Inclinada	X	Vertical
Inicio:	1,091		
Final:	1,091		
Int. de Registro: 15 seg	Áng. de Corte: 10°		

Foto del posicionamiento



Croquis Monográfico



OBSERVACIONES: No hay observaciones.

*[Handwritten signature]*

*[Handwritten signature]*

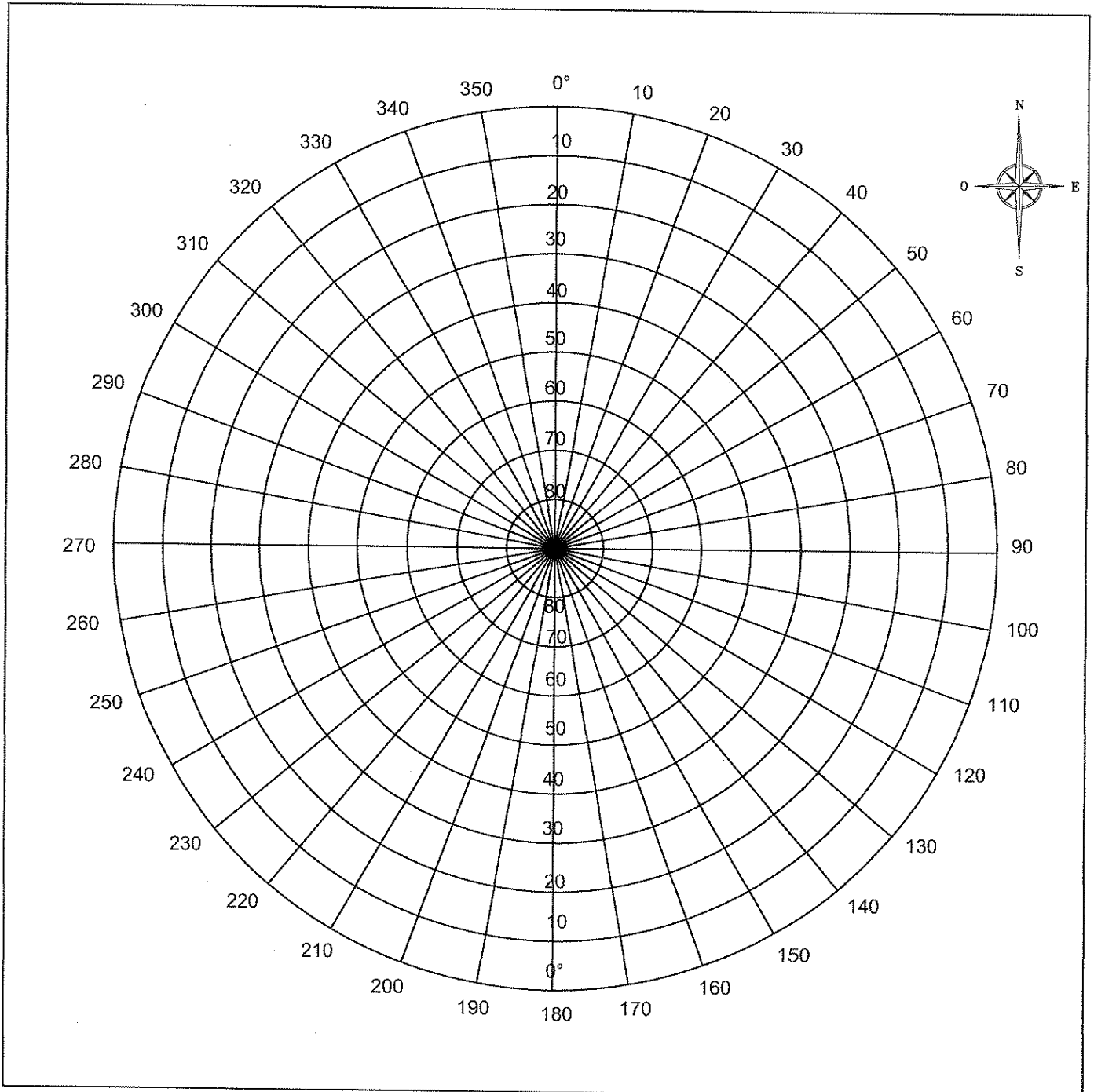
TRABAJO FINAL: Beloqui-Loray

NOMENCLATURA: PFTop 2n(52)g

TÍTULO: "Generación de un Modelo Digital del Elevaciones a partir de Técnica GNSS para Análisis Hídrico".

FECHA: 28/04/2011

ESQUEMA DE OBSTRUCCIONES PARA OBSERVACIÓN GNSS



OBSERVACIONES: No tiene obstrucciones.

# TRABAJO FINAL: Beloqui-Loray

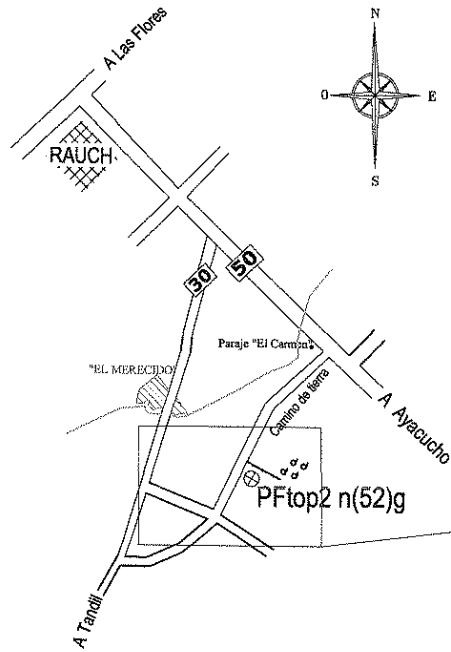
NOMENCLATURA: PFTop2 n(52)g

TÍTULO: "Generación de un Modelo Digital del Elevaciones a partir de Técnica GNSS para Análisis Hídrico".

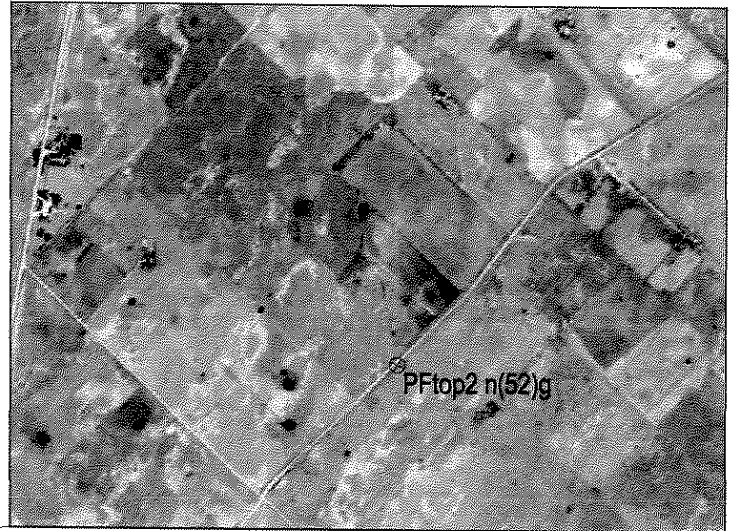
FECHA: 28/04/2011

## CROQUIS, IMÁGENES Y FOTOGRAFÍAS DEL LUGAR

### CROQUIS DE UBICACIÓN



### IMAGEN SATELITAL



PFTop2 n(52)g

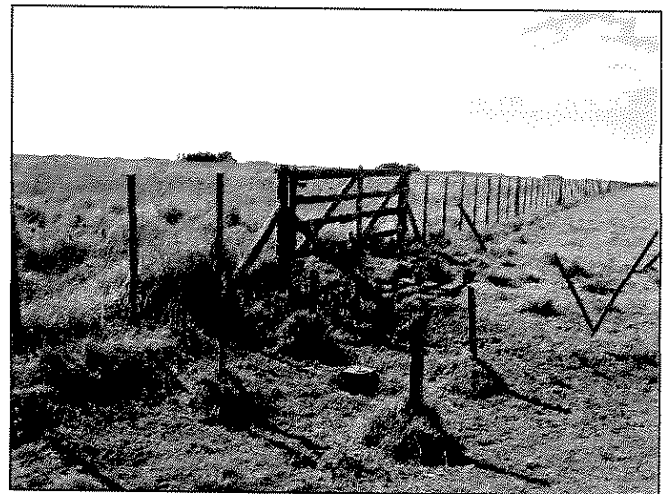
Coordenadas Navegador: Lat.: 36°58'57,8"S Long.: 58°58'32,2"O

## FOTOS AUXILIARES

Foto del Mojón



Foto del Punto (desde el Sur)



OBSERVACIONES: Próximo a los cuatro caminos.



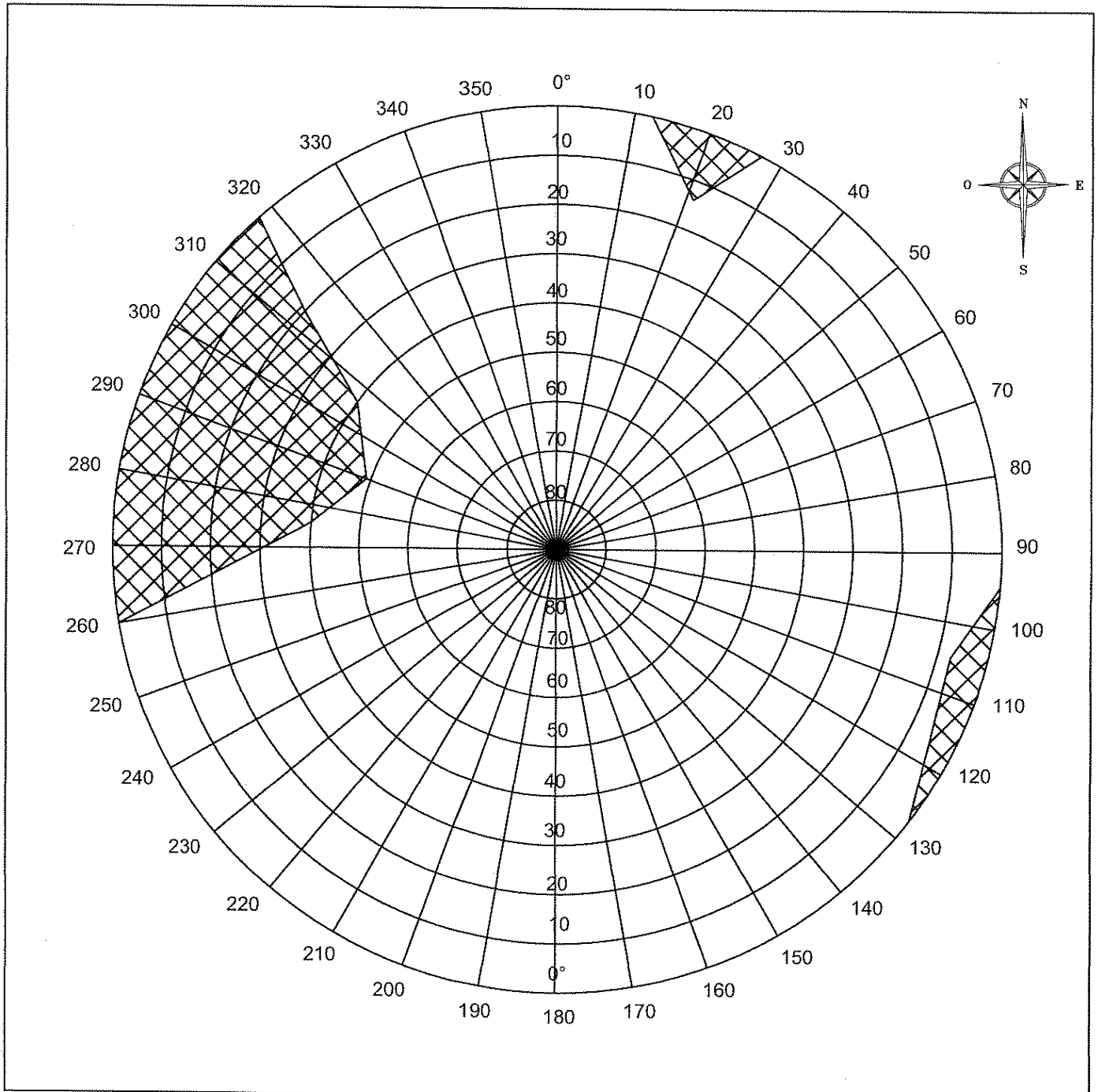
TRABAJO FINAL: Beloqui-Loray

NOMENCLATURA: PFtop2 n(52)w Aux

TÍTULO: "Generación de un Modelo Digital del Elevaciones a partir de Técnica GNSS para Análisis Hídrico".

FECHA: 28/04/2011

ESQUEMA DE OBSTRUCCIONES PARA OBSERVACIÓN GNSS



OBSERVACIONES: Se ubica cerca de edificación sin ofrecer grandes obstrucciones, también contiene árboles cercanos pero dispersos.

**TRABAJO FINAL: Beloqui-Loray**

NOMENCLATURA: PFtop2 n(52)w Aux

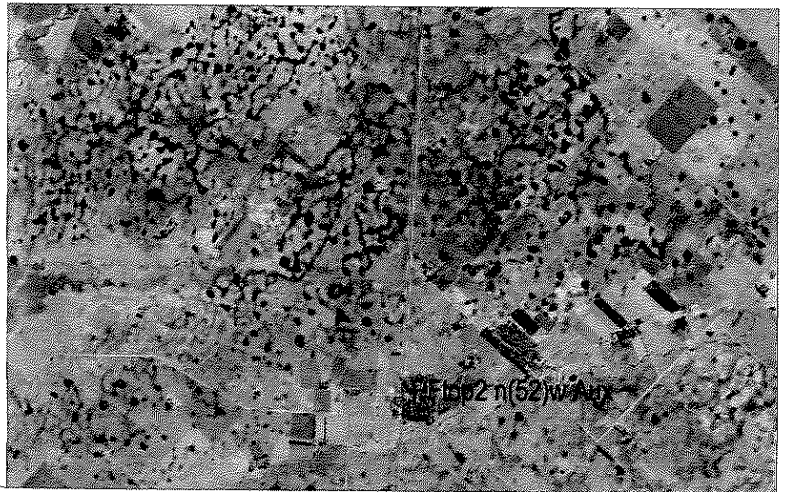
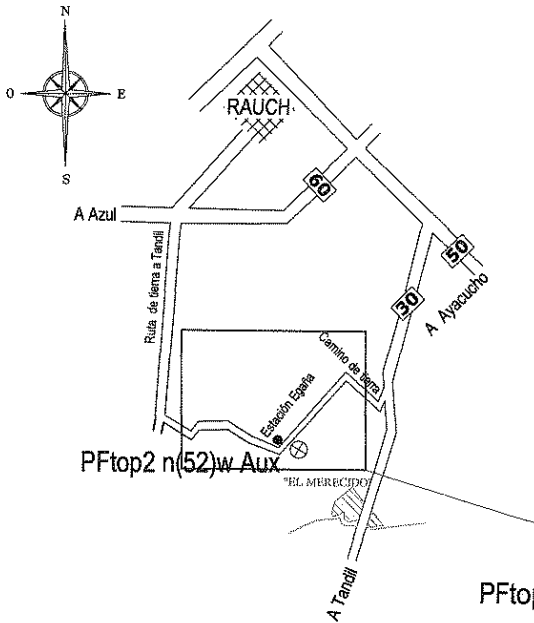
TÍTULO: "Generación de un Modelo Digital del Elevaciones a partir de Técnica GNSS para Análisis Hídrico".

FECHA: 28/04/2011

**CROQUIS, IMÁGENES Y FOTOGRAFÍAS DEL LUGAR**

**CROQUIS DE UBICACIÓN**

**IMAGEN SATELITAL**



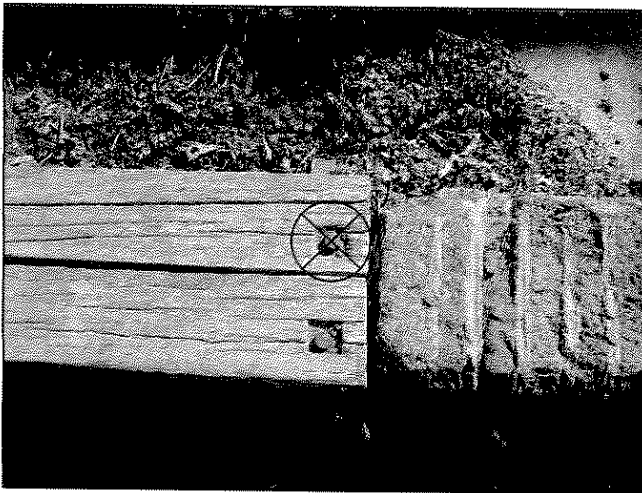
PFTop2 n(52)w Aux

Coordenadas Navegador: Lat.: 36°57'43,8"S Long.: 59°05'47,5"O

**FOTOS AUXILIARES**

Foto del Mojón

Foto del Punto (desde el Sur)



OBSERVACIONES: Punto ubicado dentro de cuadro de Estación Egaña.



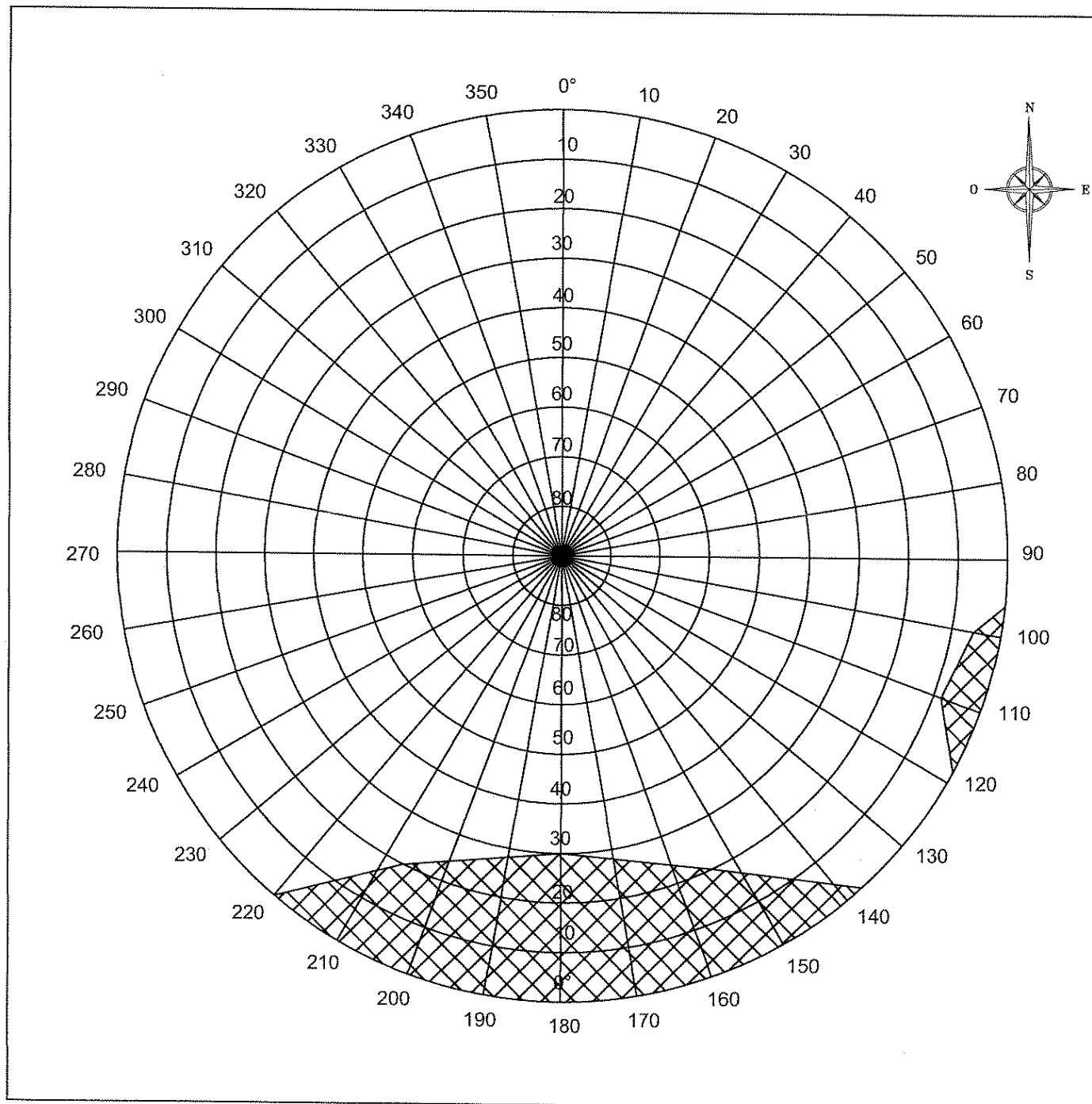
TRABAJO FINAL: Beloqui-Loray

NOMENCLATURA: ELME

TÍTULO: "Generación de un Modelo Digital del Elevaciones a partir de Técnica GNSS para Análisis Hídrico".

FECHA: 28/04/2011

ESQUEMA DE OBSTRUCCIONES PARA OBSERVACIÓN GNSS



OBSERVACIONES: Poca obstrucción.

*[Handwritten signature]*

*[Handwritten signature]*

# TRABAJO FINAL: Beloqui-Loray

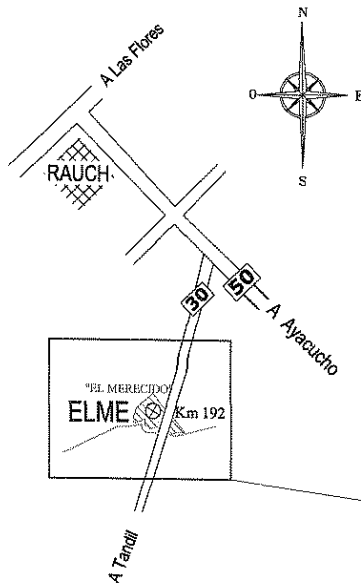
TÍTULO: "Generación de un Modelo Digital del Elevaciones a partir de Técnica GNSS para Análisis Hídrico".

NOMENCLATURA: ELME

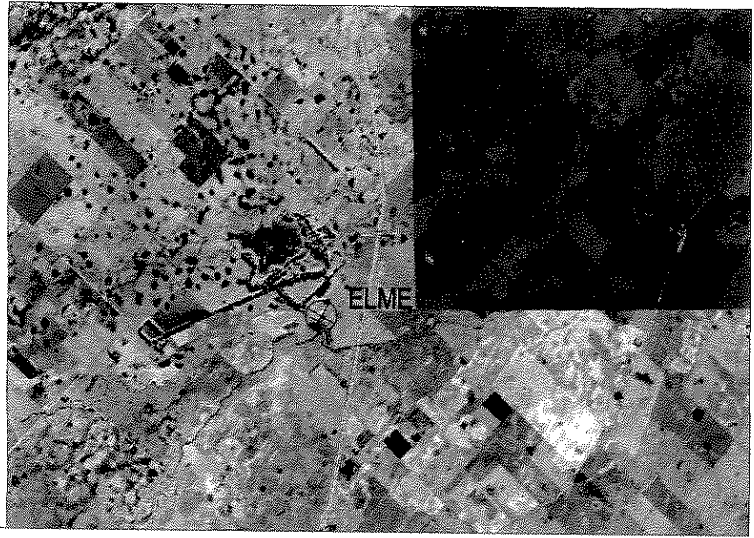
FECHA: 28/04/2011

## CROQUIS, IMÁGENES Y FOTOGRAFÍAS DEL LUGAR

### CROQUIS DE UBICACIÓN



### IMAGEN SATELITAL



ELME

Coordenadas Navegador: Lat.:36°56'30,2"S Long.: 58°59'46,5"O

### FOTOS AUXILIARES

Foto del Mojón

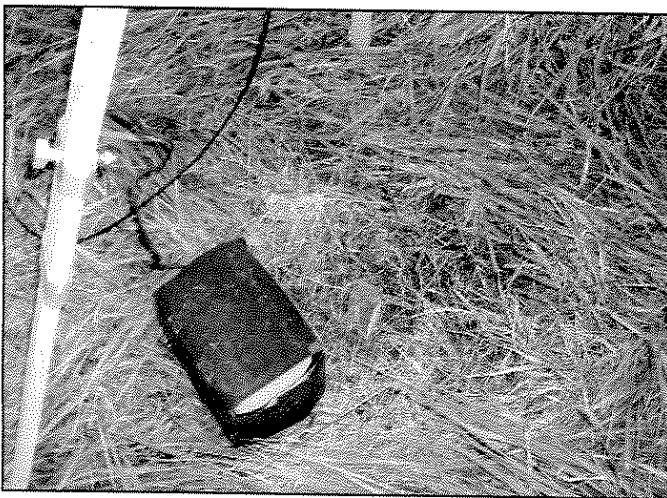
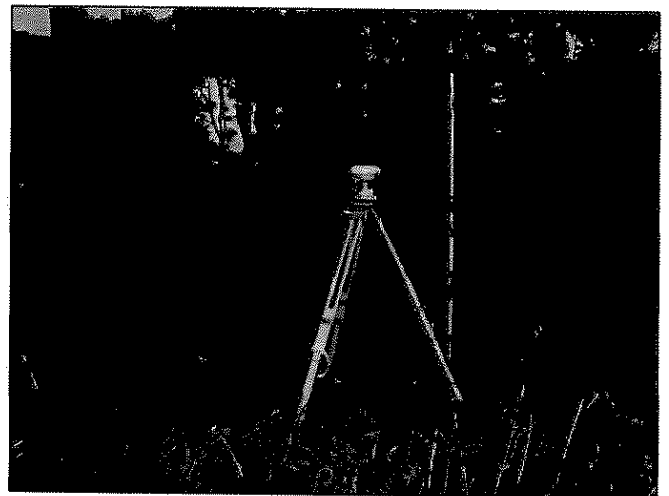


Foto del Punto (desde el Sur)



OBSERVACIONES: Punto ubicado en el establecimiento rural "El Mercedo" dentro del cerco del casco. El establecimiento de encuentra a 24 Km de la ciudad de Rauch sobre Ruta Provincial N° 30 (Km 192).


PLANILLA DE NIVELACIÓN


ESTACIÓN	PUNTO VISADO	LECTURAS DE NIVEL						DIF. DE NIVEL $\Delta H = H_{AT} - H_{AD}$	COTAS PROVISORIAS	CORRECCIÓN	COTAS DEFINITIVAS
		ATRÁS			ADELANTE						
		H <sub>SUP</sub>	H <sub>INF</sub>	H <sub>MED</sub>	H <sub>SUP</sub>	H <sub>INF</sub>	H <sub>MED</sub>				
E <sub>1</sub>	PFtop2n(52)w	0,960	0,845	0,902	-	-	-	-0,565	113,840	-	113,840
	PFtop2n(52)w Aux	-	-	-	1,523	1,411	1,467		113,275		113,275
E <sub>2</sub>	PFtop2n(52)w Aux	1,604	1,492	1,548	-	-	-	0,565	113,275	-	113,275
	PFtop2n(52)w	-	-	-	1,040	0,928	0,983		113,840		113,840

COTA DEFINITIVA PFtop2n(52)w Aux = 113,275 m IGN

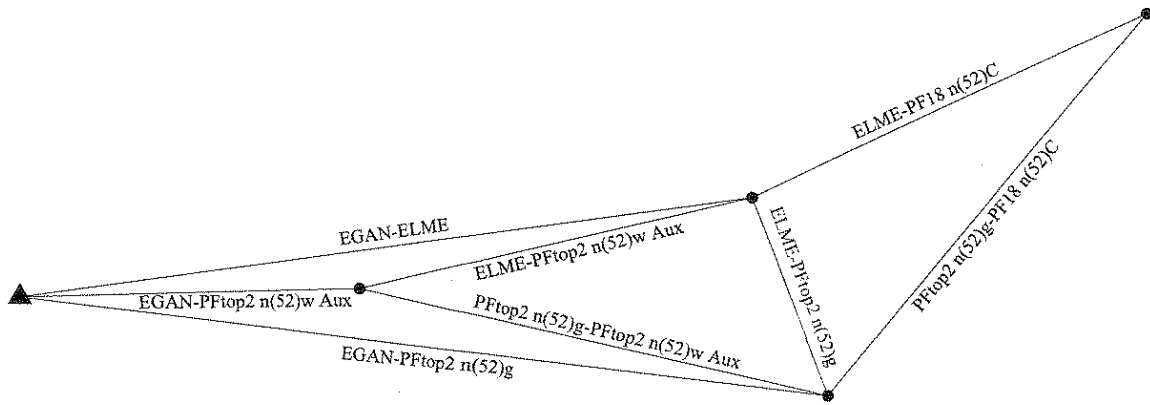
### **ANEXO III**

- **Resúmenes de procesamiento.**
- **Informes de cierre de figuras.**
- **Informe de ajuste de red.**
- **Informe de calibración GPS.**

  
BELOQUI, Nicolás  
N° 55.032/7

  
LORAY, Rodrigo  
N° 53.561/0

# Resúmenes de procesamiento



## Resumen líneas base LB9 (EGAN a ELME)

Procesado:	Viernes, May 06, 2011 06:59:35p.m.	
Tipo de solución:	Libre de iono fija	
Aceptabilidad de la solución:	Solución aceptable	
Efemérides usada:	Emisión	
Datos met:	Estándar	
Dist inclinada línea base:	16976.220m	
Máscara de elev.:	13 grados	
Razón de varianza:	9.8	
Varianza ref:	1.481	
RMS:	0.017m	
Sigma 1 de precisión horizontal (con escala):	0.001m	
Sigma 1 de precisión vertical (con escala):	0.006m	
Hora de inicio (Hora GPS):	11/04/28, 12:45:15.000	1633, 391515.000
Hora de parada (Hora GPS):	11/04/28, 15:15:30.000	1633, 400530.000
Tiempo de ocupación:	02:30:15.000	

## Resumen líneas base LB13 (EGAN a PFtop2n52g)

Procesado:	Viernes, May 06, 2011 06:59:35p.m.	
Tipo de solución:	Libre de iono fija	
Aceptabilidad de la solución:	Solución aceptable	
Efemérides usada:	Emisión	
Datos met:	Estándar	
Dist inclinada línea base:	18710.637m	
Máscara de elev.:	13 grados	
Razón de varianza:	11.5	
Varianza ref:	1.526	
RMS:	0.015m	
Sigma 1 de precisión horizontal (con escala):	0.001m	
Sigma 1 de precisión vertical (con escala):	0.006m	
Hora de inicio (Hora GPS):	11/04/28, 12:45:15.000	1633, 391515.000
Hora de parada (Hora GPS):	11/04/28, 15:15:30.000	1633, 400530.000
Tiempo de ocupación:	02:30:15.000	

*[Firma manuscrita]*

*[Firma manuscrita]*

**Resumen líneas base LB14 (EGAN a PFtop2n52w)**

Procesado:	Domingo, May 08, 2011 06:27:49p.m.	
Tipo de solución:	Libre de iono fija	
Aceptabilidad de la solución:	Solución aceptable	
Efemérides usada:	Emisión	
Datos met:	Estándar	
Dist inclinada línea base:	7852.945m	
Máscara de elev.:	13 grados	
Razón de varianza:	4.6	
Varianza ref:	1.600	
RMS:	0.014m	
Sigma 1 de precisión horizontal (con escala):	0.001m	
Sigma 1 de precisión vertical (con escala):	0.008m	
Hora de inicio (Hora GPS):	11/04/28, 12:58:20.000	1633, 392300.000
Hora de parada (Hora GPS):	11/04/28, 15:02:45.000	1633, 399765.000
Tiempo de ocupación:	02:04:25.000	

**Resumen líneas base LB11 (ELME a PFtop2n52g)**

Procesado:	Domingo, May 08, 2011 06:25:35p.m.	
Tipo de solución:	L1 fija	
Aceptabilidad de la solución:	Solución aceptable	
Efemérides usada:	Emisión	
Datos met:	Estándar	
Dist inclinada línea base:	4909.183m	
Máscara de elev.:	13 grados	
Razón de varianza:	7.0	
Varianza ref:	7.970	
RMS:	0.011m	
Sigma 1 de precisión horizontal (con escala):	0.002m	
Sigma 1 de precisión vertical (con escala):	0.011m	
Hora de inicio (Hora GPS):	11/04/28, 12:23:29.000	1633, 390209.000
Hora de parada (Hora GPS):	11/04/28, 14:48:44.000	1633, 398924.000
Tiempo de ocupación:	02:25:15.000	

**Resumen líneas base LB12 (ELME a PFtop2n52w)**

Procesado:	Domingo, May 08, 2011 06:35:15p.m.	
Tipo de solución:	Libre de iono fija	
Aceptabilidad de la solución:	Razón baja	
Efemérides usada:	Emisión	
Datos met:	Estándar	
Dist inclinada línea base:	9212.520m	
Máscara de elev.:	13 grados	
Razón de varianza:	2.9	
Varianza ref:	1.797	
RMS:	0.018m	
Sigma 1 de precisión horizontal (con escala):	0.001m	
Sigma 1 de precisión vertical (con escala):	0.010m	
Hora de inicio (Hora GPS):	11/04/28, 12:58:20.000	1633, 392300.000
Hora de parada (Hora GPS):	11/04/28, 15:02:45.000	1633, 399765.000
Tiempo de ocupación:	02:04:25.000	

**Resumen líneas base LB16 (PFtop2n52g a PFtop2n52w)**

Procesado:	Domingo, May 08, 2011 06:31:45p.m.	
Tipo de solución:	Libre de iono fija	
Aceptabilidad de la solución:	Solución aceptable	
Efemérides usada:	Emisión	
Datos met:	Estándar	
Dist inclinada línea base:	11003.783m	
Máscara de elev.:	13 grados	
Razón de varianza:	12.6	
Varianza ref:	2.003	
RMS:	0.017m	
Sigma 1 de precisión horizontal (con escala):	0.001m	
Sigma 1 de precisión vertical (con escala):	0.004m	
Hora de inicio (Hora GPS):	11/04/28, 12:58:20.000	1633, 392300.000
Hora de parada (Hora GPS):	11/04/28, 14:48:44.000	1633, 398924.000
Tiempo de ocupación:	01:50:24.000	

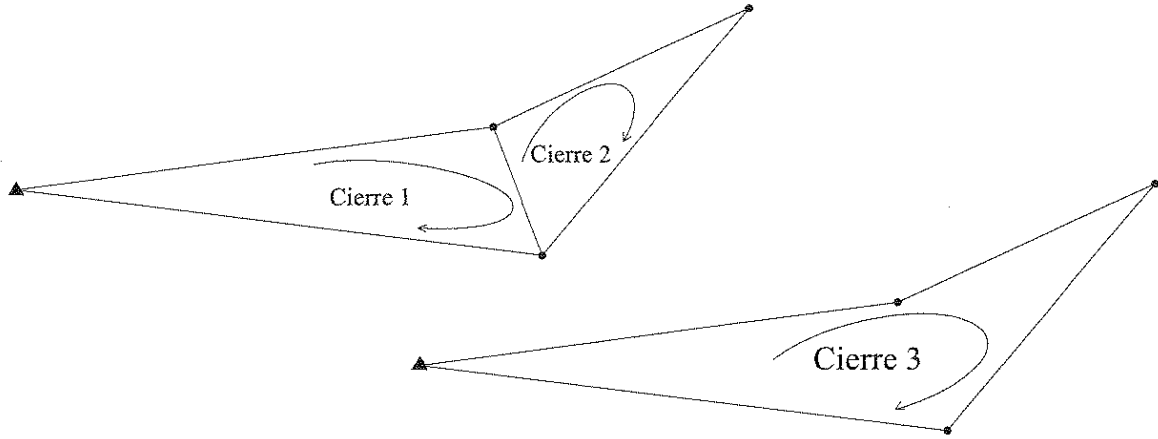
**Resumen líneas base LB10 (ELME a PF18n52C)**

Procesado:	Sábado, May 07, 2011 08:34:09p.m.	
Tipo de solución:	Libre de iono fija	
Aceptabilidad de la solución:	Solución aceptable	
Efemérides usada:	Emisión	
Datos met:	Estándar	
Dist inclinada línea base:	10046.076m	
Máscara de elev.:	13 grados	
Razón de varianza:	14.4	
Varianza ref:	0.870	
RMS:	0.012m	
Sigma 1 de precisión horizontal (con escala):	0.001m	
Sigma 1 de precisión vertical (con escala):	0.004m	
Hora de inicio (Hora GPS):	11/04/28, 16:18:00.000	1633, 404280.000
Hora de parada (Hora GPS):	11/04/28, 18:42:00.000	1633, 412920.000
Tiempo de ocupación:	02:24:00.000	

**Resumen líneas base LB15 (PFtop2n52g a PF18n52C)**

Procesado:	Sábado, May 07, 2011 08:40:39p.m.	
Tipo de solución:	Libre de iono fija	
Aceptabilidad de la solución:	Solución aceptable	
Efemérides usada:	Emisión	
Datos met:	Estándar	
Dist inclinada línea base:	11498.379m	
Máscara de elev.:	13 grados	
Razón de varianza:	38.9	
Varianza ref:	1.336	
RMS:	0.012m	
Sigma 1 de precisión horizontal (con escala):	0.001m	
Sigma 1 de precisión vertical (con escala):	0.003m	
Hora de inicio (Hora GPS):	11/04/28, 16:18:00.000	1633, 404280.000
Hora de parada (Hora GPS):	11/04/28, 17:09:30.000	1633, 407370.000
Tiempo de ocupación:	00:51:30.000	

# Informes de cierre de figuras



## Informe Cierre 1

El informe incluye de lecturas activas e inactivas (si lo hay).  
El informe se aplica a la selección actual sovrante.

Tramos en el módulo \*

Número de módulos: 1

Nº pesados: 1

Nº de fallos: 0

Criterio	Longitud	ΔHz	ΔVert	PPM
El mejor		0.004m	-0.003m	0.35
El peor		0.004m	0.003m	0.35
Módulo medio	40503.030m	0.004m	-0.003m	0.35
Desviación típica	0.000m	0.000m	0.000m	0.00

## Informe Cierre 2

El informe incluye de lecturas activas e inactivas (si lo hay).  
El informe se aplica a la selección actual sovrante.

Tramos en el módulo \*

Número de módulos: 1

Nº pesados: 1

Nº de fallos: 0

Criterio	Longitud	ΔHz	ΔVert	PPM
El mejor		0.002m	0.002m	0.474
El peor		0.002m	0.002m	0.474
Módulo medio	29153.500m	0.003m	0.002m	0.474
Desviación típica	0.000m	0.000m	0.000m	0.00

## Informe Cierre 3

El informe incluye de lecturas activas e inactivas (si lo hay).  
El informe se aplica a la selección actual sovrante.

Tramos en el módulo \*

Número de módulos: 1

Nº pesados: 1

Nº de fallos: 0

Criterio	Longitud	ΔHz	ΔVert	PPM
El mejor		0.002m	0.002m	0.62
El peor		0.003m	0.002m	0.62
Módulo medio	57541.510m	0.003m	0.002m	0.62
Desviación típica	0.000m	0.000m	0.000m	0.00

*[Handwritten signature]*

*[Handwritten signature]*

# Informe de ajuste de red

Configs estilo ajuste - Límites del 95% de confianza

Resumen Estadístico

## Tolerancias residual

A Iteraciones finales: 0.000010m  
 Límite de convergencia final: 0.005000m

## Presentación de covarianzas

**Horizontal**  
 Error lineal propagado [E]: U.S.  
 Término constante [C]: 0.00000000m  
 Escala en error lineal [S]: 1.96

**Tridimensional**  
 Error lineal propagado [E]: U.S.  
 Término constante [C]: 0.00000000m  
 Escala en error lineal [S]: 1.96

Se han usado errores de elevación en los cálculos.

## Controles ajuste

Calcular correlaciones para el geoid: Falso  
 Ajuste horizontal y vertical realizado

## Errores de instalación

GPS  
 Error en altura de antena: 0.000m  
 Error de centrado: 0.000m

## Ajuste logrado en 1 iteración(es)

Factor de referencia de la red: 1.09  
 Prueba Chi cuadrado (>95%): PASO  
 Grados de libertad: 12.00

## Estadística de observaciones GPS

Factor de referencia: 1.09  
 Número de redundancia (r): 12.00

## Estadísticas individuales de observación GPS

ID observación	Factor de referencia	Número de redundancia
LB9	1.25	1.59
LB10	0.91	0.88
LB11	1.49	1.29
LB12	0.75	2.04
LB13	0.98	1.43
LB14	1.04	1.66
LB15	0.66	1.64
LB16	1.48	1.46

## Estrategias de ponderación

## Observaciones GPS

Escala definida por el usuario aplicada a todas las observaciones  
 Escalar: 2.00

## Observaciones ajustadas

Ajuste realizado en WGS-84

## Observaciones GPS

Número de observaciones: 3  
 Número de periféricos: 3

¿Mostrar observación (Tipo de Antena - ZEN) los y/o (Antena estacion) no?

Obs. ID	Desde punto	Al punto	Observación	Error a posteriori (L.Mm)	Residual	Tip. Observación
LB1	EGNE	FFlop2EG2	Ac. 50°00'47.0033"	0°00'00.0033"	0°00'00.0033"	C23
			ΔH. 2.979m	3.0 m	0.021m	C24
			Dist. 4000.001m	3.002m	0.000m	C12
LB3	EGAV	ELNE	Ac. 81°35'30.333"	0°00'00.0033"	0°00'00.0033"	C13
			ΔH. -18.317m	3.0 m	0.014m	C14
			Dist. 10375.075m	3.002m	-0.002m	C17
LB6	FFlop2EG2	FFlop2EG2	Ac. 281°58'17.8547"	0°00'00.0033"	0°00'00.0033"	C15
			ΔH. 10.300m	3.0 m	0.000m	C16
			Dist. 11000.000m	3.002m	0.000m	C18
LB14	EGAV	FFlop2EG2	Ac. 87°55'11.333"	0°00'00.0033"	0°00'00.0033"	C19
			ΔH. -5.000m	3.0 m	0.015m	C20
			Dist. 7853.750m	3.002m	0.000m	C21
LB12	EGNE	FFlop2EG2	Ac. 265°12'31.9753"	0°00'00.0033"	0°00'00.0033"	C22
			ΔH. -13.010m	3.0 m	0.004m	C27
			Dist. 6212.352m	3.002m	-0.002m	C28
LB13	EGAV	FFlop2EG2	Ac. 88°02'47.5045"	0°00'00.0033"	0°00'00.0033"	C29
			ΔH. -15.342m	3.0 m	-0.000m	C30
			Dist. 16710.000m	3.002m	0.000m	C31
LB15	FFlop2EG2	FF1EG2C	Ac. 30°37'00.7033"	0°00'00.0033"	0°00'00.0033"	C32
			ΔH. -15.877m	3.0 m	0.004m	C33
			Dist. 11798.157m	3.002m	0.000m	C34
LB10	EGNE	FF1EG2C	Ac. 63°50'00.3853"	0°00'00.0033"	0°00'00.0033"	C35
			ΔH. -12.881m	3.0 m	0.010m	C36
			Dist. 10045.800m	3.002m	0.000m	C37

## Términos de covarianza

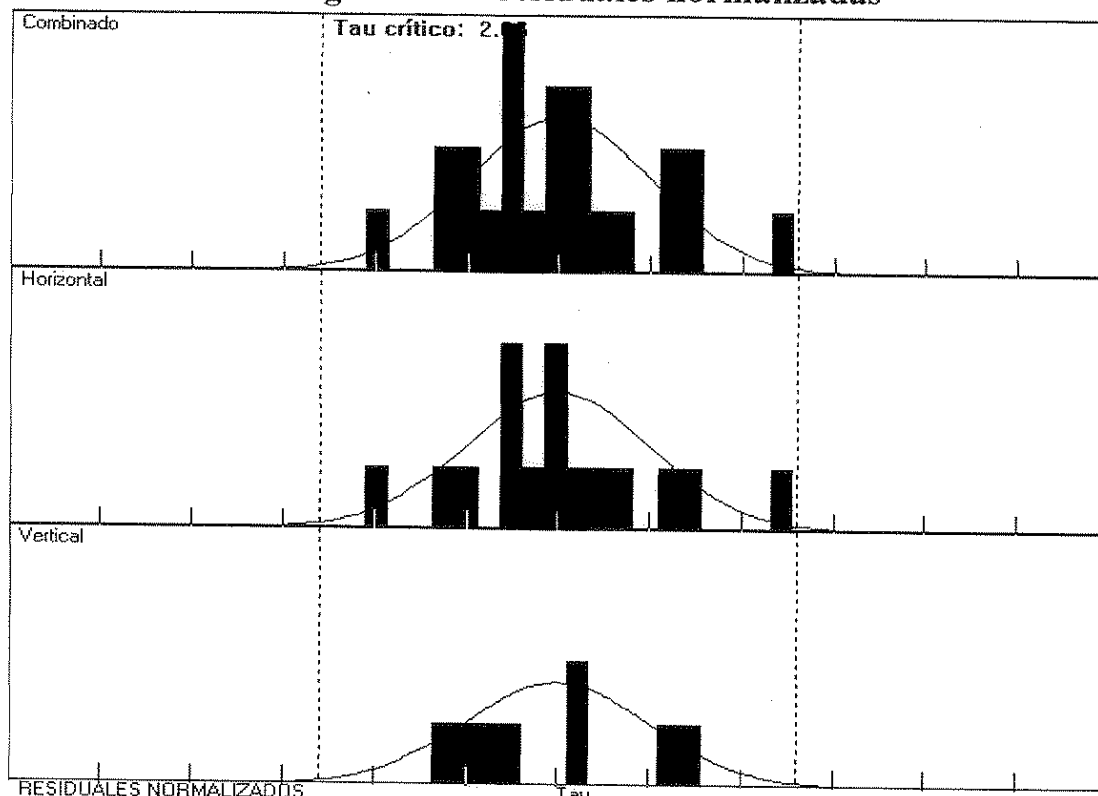
Ajuste realizado en WGS-84

Desde punto	Al punto	Componentes	Error a posteriori (L.Mm)	Precisión horiz. (Ranm)	Precisión 3D (Ranm)
EGAV	FF1EG2C	Ac. 31°13'57.5033"	0°00'00.0033"	1.950571	3.891571
		ΔH. -0.017m	0.010m		
		ΔElev. ?	?		
EGAV	FFlop2EG2	Ac. 160°58'27.333"	0.002m		
		ΔH. -5.342m	0.014m		
		ΔElev. ?	?		
EGAV	FFlop2EG2	Ac. 187°0'36.333"	0.002m		
		ΔH. ?	?		
		ΔElev. ?	?		
EGAV	FFlop2EG2	Ac. 37°30'04.7033"	0°00'00.0033"	1.370333	3.073333
		ΔH. -5.000m	0.010m		
		ΔElev. ?	?		
EGAV	FFlop2EG2	Ac. 7852.750m	0.002m		
		ΔH. ?	?		
		ΔElev. ?	?		
EGNE	FF1EG2C	Ac. 52°50'00.5858"	0°00'00.0033"	1.529470	3.029470
		ΔH. -2.861m	0.010m		
		ΔElev. ?	?		
EGNE	FFlop2EG2	Ac. 10045.800m	0.002m		
		ΔH. ?	?		
		ΔElev. ?	?		
EGNE	FFlop2EG2	Ac. 132°00'47.0033"	0°00'00.0033"	1.230222	2.081222
		ΔH. 2.979m	0.010m		
		ΔElev. ?	?		
EGNE	FFlop2EG2	Ac. 1908.081m	0.002m		
		ΔH. ?	?		
		ΔElev. ?	?		
EGNE	FFlop2EG2	Ac. 250°42'15.7333"	0°00'00.0033"	1.428515	3.285157
		ΔH. -3.317m	0.014m		
		ΔElev. ?	?		
EGNE	FFlop2EG2	Ac. 52°23'32.333"	0.002m		
		ΔH. ?	?		
		ΔElev. ?	?		
FF1EG2C	FFlop2EG2	Ac. 216°34'45.633"	0°00'00.0033"	1.436531	3.485531
		ΔH. 5.853m	0.010m		
		ΔElev. ?	?		
FFlop2EG2	FFlop2EG2	Ac. 114.9867m	0.002m		
		ΔH. ?	?		
		ΔElev. ?	?		
FFlop2EG2	FFlop2EG2	Ac. 291°58'17.5545"	0°00'00.0033"	1.440333	3.440333
		ΔH. 0.335m	0.010m		
		ΔElev. ?	?		
FFlop2EG2	FFlop2EG2	Ac. 11003.567m	0.002m		
		ΔH. ?	?		
		ΔElev. ?	?		

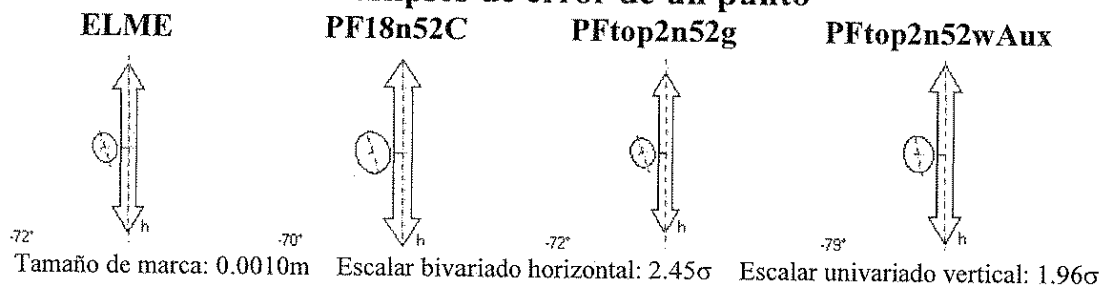
*[Handwritten signature]*

*[Handwritten signature]*

## Histogramas de residuales normalizadas



## Elipses de error de un punto



## Coordenadas Ajustadas

### Ajuste realizado en WGS-84

Número de puntos : 5  
 Número de puntos de control fijos : 1  
 Sólo horizontal y altura : 1

### Coordenadas de cuadrícula ajustadas

Se informa sobre errores utilizando 1.96σ.

Nombre punto	Norte	Error N	Este	Error E	Elevación	Error e	Fijo
EGAN	5909007.929m	0.000m	5572612.586m	0.000m	N/D	N/D	NE a
ELME	5911452.003m	0.002m	5589412.994m	0.002m	N/D	N/D	
PF18n52C	5915787.400m	0.003m	5598476.453m	0.003m	N/D	N/D	
PFtop2n52g	5906880.386m	0.002m	5591203.059m	0.002m	N/D	N/D	
PFtop2n52wAux	5909271.899m	0.003m	5580461.497m	0.002m	N/D	N/D	

### Coordenadas geodésicas ajustadas

Se informa sobre errores utilizando 1.96σ.

Nombre punto	Latitud	Error N	Longitud	Error E	Altura	error a	Fijo
EGAN	36°57'54.65930"S	0.000m	59°11'04.61240"O	0.000m	134.832m	0.000m	Lat Long a
ELME	36°56'30.18463"S	0.002m	58°59'46.57677"O	0.002m	116.515m	0.015m	
PF18n52C	36°54'06.32103"S	0.003m	58°53'42.38626"O	0.003m	103.654m	0.016m	
PFtop2n52g	36°56'57.84289"S	0.002m	58°58'32.25972"O	0.002m	119.490m	0.014m	
PFtop2n52wAux	36°57'43.80066"S	0.003m	59°05'47.45288"O	0.002m	129.825m	0.015m	

# Informe de Calibración Vertical

Definición de modelo geoidal: EGM08

Ajuste: 3 puntos

		Error máximo		Error medio cuadrático		Punto
Horizontal		?		?		?
Vertical		0,000m		0,000		EGAN
Tridimensional		0,000m		0,000		EGAN

Residuales de punto						
Punto GPS			Punto calculado		Punto de control	
Punto		EGAN	Norte	5909007,929m	Punto	
Latitud		36°57'54,66930"S	Este	5572612,586m	Norte	?
Longitud		59°11'04,61240"O	Elevación	118,183m	Este	?
Altura		134,832m	Error horizontal	?	Elevación	118,183m
			Error vertical	0,000m	Tipo	Vertical
			Error 3D	0,000m	Calidad punto	
Punto		PE1021520	Norte	5906880,366m	Punto	
Latitud		36°58'57,84289"S	Este	5591203,059m	Norte	?
Longitud		59°38'32,25972"O	Elevación	103,091m	Este	?
Altura		119,490m	Error horizontal	?	Elevación	103,091m
			Error vertical	0,000m	Tipo	Vertical
			Error 3D	0,000m	Calidad punto	
Punto		PE181620	Norte	5915787,400m	Punto	
Latitud		36°54'06,32103"S	Este	5598476,453m	Norte	?
Longitud		58°53'42,38626"O	Elevación	87,356m	Este	?
Altura		103,654m	Error horizontal	?	Elevación	87,356m
			Error vertical	0,000m	Tipo	Vertical
			Error 3D	0,000m	Calidad punto	

*peup.*

*[Signature]*

# Definición de modelo geoidal: EGM08

Ajuste: 4 puntos


		Error máximo		Error medio cuadrático		Punto	
		?		?		?	
		0,004m		0,002		PF092hS2wAUX	
Tridimensional		0,004m		0,002		PF092hS2wAUX	
<b>Residuales de punto</b>							
Punto GPS			Punto calculado			Punto de control	
Punto	EGAN		Norte	590907,929m		Punto	
Latitud	36°57'54,66930"S		Este	5572612,589m		Norte	?
Longitud	59°11'04,61240"O		Elevación	118,181m		Este	?
Altura	134,832m		Error horizontal	?		Elevación	118,183m
			Error vertical	0,002m		Tipo	Vertical
			Error 3D	0,002m		Calidad punto	
Punto	PF092hS2b		Norte	5906880,366m		Punto	
Latitud	36°56'57,84269"S		Este	5591203,059m		Norte	?
Longitud	58°58'32,25972"O		Elevación	103,090m		Este	?
Altura	119,490m		Error horizontal	?		Elevación	103,091m
			Error vertical	0,001m		Tipo	Vertical
			Error 3D	0,001m		Calidad punto	
Punto	PF18hS2C		Norte	5915787,400m		Punto	
Latitud	36°54'06,32103"S		Este	5598476,453m		Norte	?
Longitud	58°53'42,36626"O		Elevación	87,356m		Este	?
Altura	103,654m		Error horizontal	?		Elevación	87,356m
			Error vertical	0,000m		Tipo	Vertical
			Error 3D	0,000m		Calidad punto	
Punto	PF092hS2wAUX		Norte	5908271,899m		Punto	
Latitud	36°57'43,80066"S		Este	5580461,497m		Norte	?
Longitud	59°05'47,45288"O		Elevación	113,279m		Este	?
Altura	129,825m		Error horizontal	?		Elevación	113,273m
			Error vertical	0,004m		Tipo	Vertical
			Error 3D	0,004m		Calidad punto	


*flup*

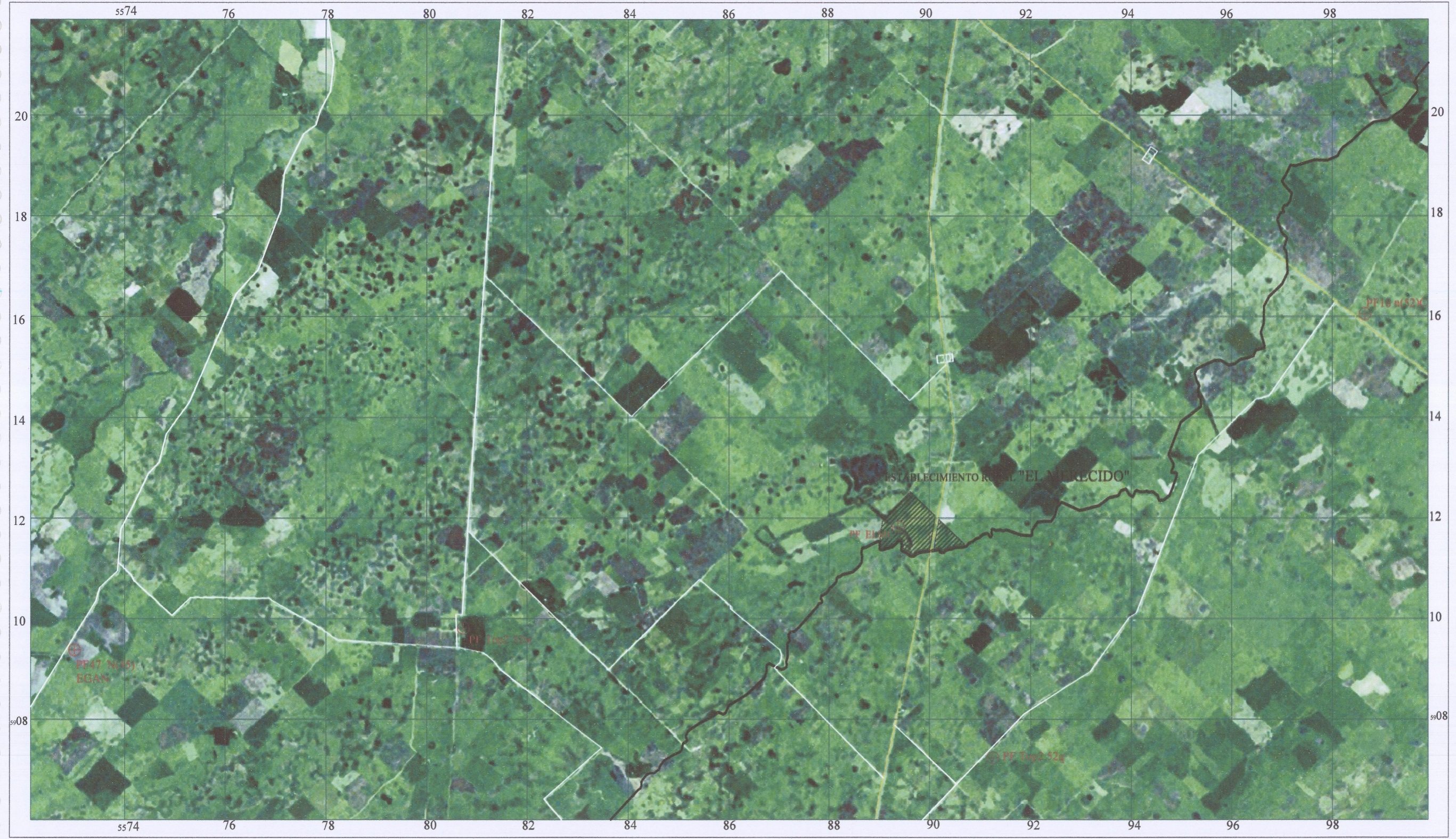
*[Signature]*

## **ANEXO IV**

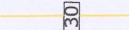



- **Plano final.**

  
BELOQUI, Nicolás  
N° 55.032/7

  
LORAY, Rodrigo  
N° 53.561/0



REFERENCIAS

- Ruta 
- Caminos Rurales de Interés 
- Puntos Fijos 
- Arroyo Langueyú 

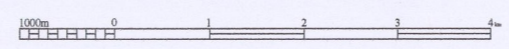
PUNTOS FIJOS DE INTERÉS

- PF 47 N(45) Cota:118,183  
Lat.:36°57'54,6"S Long.: 59°11'04,6"O  
Pertenece a Red GEOBA (EGAN)
- PF Top 2n(52)w Cota:113,840(ménsula)  
Lat.: 36°57'45,0"S Long.: 59°05'48,0"O
- PF 18 n(52)C Cota:87,356  
Lat.: 36°54'06,0"S Long.: 58°53'42,0"O
- PF Top2 52g Cota:103,091  
Lat.:36°58'60,0"S Long.: 58°58'30,0"O
- PF ELME Cota: Desconocida  
Lat.:36°56'31,0"S Long.: 58°59'50,0"O

\*las coordenadas geográficas están calculadas en el sistema de referencia WGS84 para el uso con navegador satelital


INFORMACIÓN: La presente Carta Imagen fue confeccionada por medio de imagen Lansat 226-86 año 2009, con una combinación de bandas 3,2,1(color real), la cual fue georeferenciada respecto a la cartografía nacional antigua.


ESCALA: 1:80.000



## **ANEXO V**

- **Reglamento**
- **Notas**
- **Planilla Plan de Trabajo**
- **Resumen Extendido**

  
BELOQUI, Nicolás  
N° 55.032/7

  
LORAY, Rodrigo  
N° 53.561/0

# Reglamento para la ejecución del TRABAJO FINAL (G429) de la Carrera de AGRIMENSURA, correspondiente al Plan de Estudios 2002.

Universidad Nacional de La Plata

Facultad de Ingeniería

Área Departamental Agrimensura

Carrera: Ingeniería en Agrimensura

Aprobado por Expediente Nº 310-013572/08 de fecha 28/ 10/2008.

## Capítulo 1. Definiciones

### Artículo 1º. Objetivo del Trabajo Final

Integrar los conocimientos adquiridos por los alumnos en el transcurso de la Carrera.

Para ello el trabajo tendrá el sentido de síntesis profesional, de investigación y/o desarrollo de una problemática, encuadrada dentro del contenido curricular de las asignaturas que conforman el Plan de Estudios de la Carrera, debiendo el alumno presentar un tema o elegir uno de un listado que proporcionará el Profesor de la materia, desarrollarlo y resolverlo. Este deberá referirse a problemas dentro del ejercicio profesional. En caso de tratarse de un trabajo original se podrá dar al mismo, tratamiento teórico. Considerando como original un trabajo que no cuente con antecedentes archivados y/o publicados en ámbitos de acceso público.

### Artículo 2º. Duración Prevista

La duración prevista para la ejecución del trabajo, para cada alumno, será la siguiente:

Duración mínima: Trescientas (300) horas cátedra.

Duración máxima: Dos (2) semestres, con posibilidad de renovación por un semestre más.

El Profesor evaluará la conveniencia de extender los plazos previstos en el plan de trabajos, no pudiendo superar dos semestres.

Las excepciones, a solicitud del(los) alumno(s) y avaladas por el Director, serán analizadas oportunamente por la cátedra de Trabajo Final.

Pasados cinco (5) semestres consecutivos sin que se solicite mesa de examen, el (los) alumno(s) deberán presentar un nuevo trabajo con un nuevo tema.

### Artículo 3º. Condiciones para la inscripción y realización.

Podrá(n) iniciar el Trabajo Final de la Carrera, él(los) alumno(s) que tenga(n) aprobadas, como mínimo, 30 materias aprobadas.

El trabajo podrá ser grupal, conformado por no más de tres (3) alumnos, siendo responsabilidad del Profesor de la asignatura asegurar el cumplimiento de los objetivos de la misma por parte de los alumnos que lo integren.

#### **Artículo 4º. Director del Trabajo**

El Director del Trabajo Final será propuesto por él(los) alumno(s), y será Profesor (o ex Profesor), de alguna de las asignaturas de la Carrera o de otras materias de Carreras afines de la Facultad, quien en caso de aceptar, dará su conformidad por escrito.

También podrá proponerse como Director del Trabajo Final, a un profesional universitario, quien deberá tener una destacada trayectoria profesional en el tema del trabajo. En este caso, el Director propuesto deberá presentar, conjuntamente con su nota de aceptación, sus antecedentes, indicando en forma detallada los ítems relacionados con el tema del trabajo.

Con acuerdo del Director, podrá ser propuesto un Codirector, quien deberá cumplir con los requisitos indicados en este artículo.

En el caso establecido en el párrafo preanterior, dado que se trata de una tarea académica, es altamente recomendable que sea designado como Codirector un docente de la Carrera.

#### **Artículo 5º. Plan de Trabajo**

Junto con la propuesta del nombre del Director (y Codirector), y su(s) aceptación(es) de conformidad, el(los) alumno(s) deberá(n) presentar el PLAN DE TRABAJO, detallado y bien fundamentado, que contenga por lo menos:

5. 0. Título.
5. 1. Objetivos generales y particulares.
5. 2. Alcances.
5. 3. Fuente de datos iniciales.
5. 4. Ámbito de realización.
5. 5. Metodología.
5. 6. Cronograma de ejecución.
5. 7. Estimación de resultados finales y conclusiones a las que se pretende arribar.
5. 8. Especificar, si hubiere lugar a ello, qué etapas serían de ejecución técnica y/o de investigación.
5. 9. Bibliografía estimada de consulta.
- 5.10. Información especializada que se prevé obtener de otras fuentes (especialistas, instituciones, Internet, etc.).
- 5.11. Instrumental y medios disponibles por parte del(los) alumno(s).
- 5.12. Instrumental y medios que solicitará en préstamo, al Área Departamental Agrimensura.
5. 13. En todos los casos se deberá tratar el encuadramiento legal de la tarea a realizar, incluyendo si correspondiere, los aspectos contractuales, la aplicación del arancel profesional y la estimación de los gastos que deberían acordarse con el comitente.

El Plan de Trabajo deberá presentarse avalado por el Director (y Codirector).




## Capítulo 2. Acciones

### Artículo 6º. Entrevistas previas

Para considerar el posible tema de trabajo y orientarse en la elección del Director (y Codirector, si fuera necesaria su designación), él(los) alumno(s) deberá(n) mantener al menos una entrevista con el Profesor Titular de la materia Trabajo Final, quien dará la orientación pertinente.

### Artículo 7º. Presentaciones

7.1. Él(los) alumno(s) presentará(n) en el Área Departamental, su solicitud de iniciación del Trabajo Final, la que deberá contener:

7.1.1. Título del Trabajo.

7.1.2. Cantidad de alumnos que lo ejecutarán.

7.1.3. Datos personales de cada uno (Apellido y nombres, número de alumno).

7.2. Constancia(s) de haber aprobado 30 asignaturas del Plan de Estudios.

7.3. Plan de Trabajo, desarrollado según lo indicado en el Artículo 5º.

7.4. Nota firmada por el Director (y Codirector) propuesto(s), conteniendo:

7.4.1. Aceptación de la Dirección (y Codirección) del Trabajo Final y aval del Plan de Trabajo propuesto.

7.4.2 El Director (y Codirector) efectuará(n) la recomendación sobre las asignaturas que cada alumno deberá tener aprobadas o estar cursando simultáneamente con la ejecución del trabajo.

7.5. Copia del presente reglamento firmada por él(los) alumno(s) y el Director (y Codirector).

### Artículo 8º. Tramitación General

8.1. Los plazos indicados en este reglamento se contarán en días corridos.

8.2. Recibida la presentación a que hace referencia el Art. 7º, el Profesor de Trabajo Final elevará, dentro de los catorce (14) días, a la Comisión de Carrera las actuaciones con su análisis correspondiente y una propuesta de los integrantes de la Comisión Examinadora.

8.3. Cuando la Comisión de Carrera apruebe la propuesta sobre el tema del Trabajo Final, designará la Comisión Examinadora del mismo.

8.4. A partir de esta aprobación se cuentan los Plazos de la Duración prevista en el Artículo 2.

8.5. La Comisión Examinadora, estará compuesta por el Profesor a cargo de la cátedra de Trabajo Final y por dos (2) Profesores de asignaturas de la Carrera o de otras Carreras afines de la Facultad, que tengan afinidad con el tema del Trabajo a examinar.

8.6. En caso de que el Profesor a cargo de la cátedra de Trabajo Final sea el Director o Codirector del Trabajo, será reemplazado por un (1) Profesor de asignaturas

de la Carrera o de otras Carreras de la Facultad, que tengan afinidad con el tema del Trabajo a examinar.

## Artículo 9º. Ejecución

### 9.1. Derechos y Obligaciones del(los) alumno(s).

9.1.1. El(los) alumno(s) deberá(n) concurrir a todas las reuniones con la cátedra cuando ésta lo solicite. Lo mismo para las reuniones que el Director y/o Codirector establezcan. Las ausencias deberán justificarse.

9.1.2. El(los) alumno(s) deberá(n) presentar los avances del trabajo al titular de la materia cada 30 días en un escrito de no más de 2 hojas, avalados por el Director.

9.1.3. Él(los) alumno(s) podrá(n) solicitar al Profesor de Trabajo Final la destitución del Director (y/o Codirector), cuando incurra(n) en reiterados incumplimientos de sus responsabilidades; situación que deberá(n) poner de manifiesto por escrito con los debidos fundamentos. Esta solicitud será evaluada por la Cátedra de Trabajo Final, conjuntamente con el Director de Carrera.

9.1.4. En el caso que el Director (y/o Codirector) no continúe(n) en la Dirección del Trabajo Final, él(los) alumno(s) deberá(n) presentar él(los) reemplazante(s), quien(es) deberá(n) satisfacer las condiciones establecidas en este Reglamento. Si esto sucediera, el nuevo Director (y/o Codirector) podrá(n) convalidar el Plan de Trabajo propuesto anteriormente o introducirle las modificaciones que considere(n) pertinentes, de común acuerdo con él(los) alumno(s) y con la cátedra de Trabajo Final.

9.1.5. Él(los) alumno(s) podrá(n) solicitar por intermedio de la Cátedra la recusación de uno o más evaluadores, justificando la misma con los debidos fundamentos. Esta solicitud será evaluada por la Comisión de Carrera.

9.1.6. Él(los) alumno(s) deberá(n) informar de manera fehaciente con la suficiente antelación la realización de las tareas a efectuar fuera de la U.N.L.P.

### 9.2. Derechos y Obligaciones del Director (y Codirector) del Trabajo:

9.2.1. El Director (y Codirector) del Trabajo, a partir de notificarse de su designación en tal carácter, asume(n) la obligación de atender las consultas del(los) alumno(s), en las oportunidades indicadas en (9.1.1.) y durante los tiempos establecidos en el Artículo 2º.

9.2.2. El Director (y Codirector) podrá(n) renunciar a su tarea cuando él(los) alumno(s) que actúan bajo su dirección incurra(n) en reiterados incumplimientos de sus responsabilidades, informando de su decisión al Profesor de Trabajo Final, situación que deberá(n) poner de manifiesto por escrito con los debidos fundamentos.

9.2.3. El Director (y Codirector) podrá(n) renunciar a su tarea por razones no especificadas en 9.2.2., informando de su decisión por escrito al Profesor de Trabajo Final, fundamentando los motivos de la misma.

9.2.4. La(s) renuncia(s) será(n) evaluada(s) por la Cátedra de Trabajo Final, conjuntamente con el Director de Carrera.

9.2.5. En todos los casos, el Director del Trabajo (y Codirector, si lo hubiere) deberá(n) estar presentes durante la exposición del(los) alumno(s), con voz pero sin voto. Solo se podrá contemplar su ausencia en casos de excepción debidamente justificados.



9.2.6 Cuando el Director no sea un Docente de la Carrera deberá mantener al menos una entrevista con la Cátedra de Trabajo Final al comienzo de sus funciones como Director.

### **Artículo 10º. Tramitación Final**

10.1. Cuando el Director (y Codirector) del Trabajo considere(n) que se han cumplido los objetivos propuestos y así lo avale(n) por escrito, él(los) alumno(s) presentará(n) en la Cátedra de Trabajo Final, tres (3) ejemplares completos encuadernados de su Trabajo, un (1) ejemplar encuadernado de los anexos y tres (3) copias en soporte informático.

10.2. Dentro de los siete (7) días de recibido lo indicado en 10.1. el Profesor de Trabajo Final deberá remitir por Secretaría del Área Departamental, un ejemplar del trabajo a cada uno de los integrantes de la Comisión Examinadora.

10.3. Si hubiera observaciones los integrantes de la Comisión Examinadora deberán remitirlas por escrito a la Cátedra de Trabajo Final dentro de los veinte (20) días siguientes.

10.4. Las observaciones indicadas por los integrantes de la Comisión Examinadora deberán discriminarse en observaciones de fondo y observaciones de forma, debiendo ser las primeras aquellas que por su naturaleza impidan el cumplimiento de los objetivos del trabajo.

10.5. Si dentro de los treinta (30) días de la presentación efectuada no recibieran observaciones, él(los) alumno(s) integrante(s) del Trabajo Final, solicitará(n) por escrito al Profesor de Trabajo Final la fecha para la exposición de dicho trabajo, quedando condicionada esta solicitud a la inscripción en la materia Trabajo Final. Para ello agregarán la documentación necesaria que permita la verificación de dicha inscripción, lo que indicará la aprobación de todas las asignaturas de su plan de estudios.

10.6. Si hubiera observaciones, una vez que el Director (y Codirector) del Trabajo considere(n) que se han satisfecho las mismas y así lo avale(n) por escrito, él(los) alumno(s) presentará(n) en la cátedra de Trabajo Final, los ejemplares indicados en 10.1 con la respuesta a las observaciones indicadas.

Dentro de los diez (10) días posteriores a la nueva notificación, los integrantes de la Comisión Examinadora deberán revisar si la respuesta a sus observaciones es suficiente (salvo casos de excepción, no deberán agregar nuevas observaciones que no surjan de las anteriores), y harán llegar por escrito a la Cátedra Trabajo Final (o al Director de Carrera en caso de que el Profesor de la misma sea el Director o Codirector del Trabajo), la aceptación o no aceptación de la respuesta a las observaciones efectuadas al Trabajo Final.

En el caso que las observaciones solicitadas por los integrante de la Comisión Examinadora no sean compartidas por el Director (y Codirector) del Trabajo Final, estos deberán fundamentar su discrepancia por escrito, en una nota dirigida al Profesor de Trabajo Final.

El Profesor de Trabajo Final, conjuntamente con el Director de Carrera decidirá la cuestión.

10.7. Superada la instancia de las correcciones, las partes determinaran la fecha más conveniente para la constitución de la Mesa Examinadora.

10.8. Constituida la Mesa Examinadora, él(los) alumno(s) deberá(n) exponer la tarea realizada en clase pública, teniendo en cuenta que si bien se puede tratar de trabajos y exposiciones grupales, se evaluará a cada alumno de modo individual.



10.9. El original del Trabajo Final aprobado, con el anexo correspondiente quedará en el Área Departamental de Agrimensura, con la firma aclarada de los integrantes de la Comisión Examinadora. Una (1) copia del Trabajo Final, en iguales condiciones que el original, será enviada a la Biblioteca Central de la Facultad.

#### **Artículo 11º. Excepción**

En caso de surgir circunstancias no contempladas en el presente reglamento, serán resueltas por la Comisión de Carrera.

En caso de surgir circunstancias ajenas a lo académico, previa, simultánea o posteriormente a la ejecución del Trabajo Final, la(s) misma(s) deberá(n) ser resuelta por él(los) Alumno(s), el Director, las Autoridades de la Carrera, y de ser necesario, terceros involucrados.



La Plata, 20 de Octubre de 2010

Sr.  
Profesor de la Cátedra de Trabajo Final  
Prof. Jaime Ricardo SOTO

S \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ D

De mi mayor consideración:

Tenemos el agrado de dirigirnos a Ud. a fin de solicitarle la inscripción para iniciar la realización del TRABAJO FINAL (G429).


El mismo llevará por título "Generación de un Modelo Digital del Elevaciones a partir de técnica GNSS para análisis hídrico".


Asimismo le hacemos saber que hemos aprobado 30 materias correspondientes al Plan de Estudio 2002.

Adjuntamos a la presente el certificado analítico con las materias aprobadas y sus correspondientes notas, y el Plan de Trabajos correspondiente.

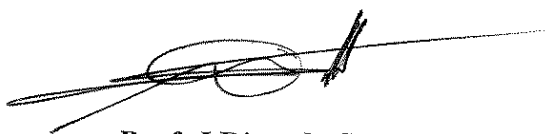
Elevamos también las correspondientes notas de aceptación al cargo de Director y Codirector del presente trabajo por parte del Dr. Daniel DEL COGLIANO y del Ing. Agrim. Elvio Daniel PÉREZ.

Sin otro particular saludamos a Ud. muy atentamente.

  
Nicolás BELOQUI  
N° 55032/7

  
Rodrigo LORAY  
N° 53561/0

Recibí de parte del los alumnos su Planilla de Inscripción en el Trabajo Final, conjuntamente con las correspondientes notas de aceptación del cargo de Director por parte del Dr. Daniel DEL COGLIANO y de Codirector por parte del Ing. Agrim. Elvio Daniel PÉREZ, el plan de trabajo, un cronograma detallado del mismo y los Certificados Analíticos de materias aprobadas a la fecha.

  
Prof. J. Ricardo Soto

La Plata, 20 de Octubre de 2010

V180810

La Plata, 20 de Octubre de 2010

Sr.  
Profesor de la Cátedra de Trabajo Final  
Prof. Jaime Ricardo SOTO

S / D

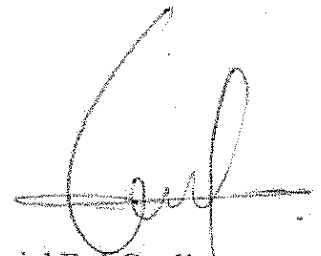
De mi mayor consideración:

Tengo el agrado de dirigirme a Ud. a fin de comunicarle mi aceptación a la propuesta de los alumnos Nicolás Beloquí (Nº 55032/7) y Rodrigo Loray (Nº 53561/0) de ser nombrado Director del TRABAJO FINAL que plantean.

Asimismo expreso mi conformidad con el tema elegido y con el Plan de Trabajo que presentan y con el Codirector Elvio D. Pérez.

De igual modo me notifico que el Director es el responsable de orientar a los alumnos en las cuestiones teóricas y técnicas para desarrollar el Trabajo Final, de evaluar si se han cumplido los objetivos propuestos, y de corregir la totalidad del contenido, a fin de evitar vicios de redacción y errores de ortografía.

Sin otro particular saludo a Ud. muy atentamente.



Dr Daniel Del Cogliano

V290508



La Plata, 20 de Octubre de 2010

Sr.  
Profesor de la Cátedra de Trabajo Final  
Prof. Jaime Ricardo SOTO

S \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ D

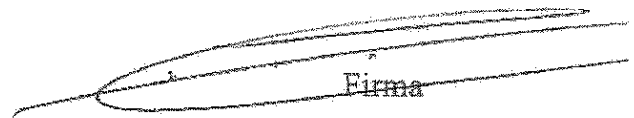
De mi mayor consideración:

Tengo el agrado de dirigirme a Ud. a fin de comunicarle mi aceptación a la propuesta de los alumnos Nicolás Beloqui (Nº 55032/7) y Rodrigo Loray (Nº 53561/0) de ser nombrado Codirector del TRABAJO FINAL que plantean.

Asimismo expreso mi conformidad con el tema elegido y con el Plan de Trabajo que presentan.

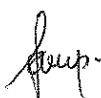
De igual modo me notifico que el Codirector es responsable de orientar a los alumnos en las cuestiones teóricas y técnicas para desarrollar el Trabajo Final, y de evaluar si se han cumplido los objetivos propuestos en el área de su competencia.

Sin otro particular saludo a Ud. muy atentamente.

  
Firma

ELVIO DANIEL PEREZ  
Ing. Agrimensor  
Mat 2333

V290508





La Plata, 13 de Marzo de 2012

Sr.  
Profesor de la Cátedra de Trabajo Final  
Prof. Jaime Ricardo SOTO

S \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ D

De mi mayor consideración:

Tenemos el agrado de dirigirme a Ud. con el objeto de comunicarle que los alumnos: **Beloqui, Nicolás (N° 55032/7)**, **Loray, Rodrigo (N° 53561/0)** han concluido las tareas correspondientes al Trabajo Final "*Generación de un Modelo Digital del Elevaciones a partir de técnica GNSS para análisis hídrico.*".

Asimismo expresamos nuestra conformidad por la labor realizada, habiendo participado los dos alumnos integrantes del grupo con igual grado de responsabilidad y desempeño en cada una de las tareas desarrolladas.

Por lo expuesto, solicito a Ud. la conformación de la Comisión Examinadora para este Trabajo Final.

Sin otro particular saludo a Ud. muy atentamente.

  
Dr Daniel Del Cogliano.

  
Ing. Agrim. Elvio D. Pérez

   
V180810

La Plata 11 de abril de 2012

Prof. Ing. Jaime R. Soto

Cátedra de Trabajo Final

S/D

De mi mayor consideración

Realizada la evaluación del Trabajo Final "GENERACIÓN DE UN MODELO DIGITAL DE ELEVACIONES A PARTIR DE TÉCNICAS GNSS PARA ANÁLISIS HÍDRICO" y sin encontrar observaciones de fondo se recomienda:

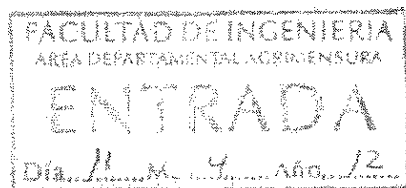
- 1) Incluir una breve descripción de los requerimientos en los relevamientos para Análisis Hídrico. Fundamento el pedido en que en el título del trabajo se menciona que la tarea es desarrollada para tal fin por lo que evalúo conveniente una breve descripción de los puntos de interés específicos de dicho tipo de relevamiento y cómo influyeron en el diseño de este trabajo.
- 2) Agregar época y equipo empleado para la observación al cuadro de vectores medidos. Pag. 38. El pedido es para evaluar a simple vista si los vectores han sido observados en sesiones diferentes.
- 3) Rectificar potencia de dos en las derivadas parciales (4.4) y revisar acotación de desviaciones estándar en la determinación del error absoluto. pag. 55. Si ponen cota mínima se entiende como que no puede ser menor que 3cm.
- 4) Explicar el significado de error absoluto (Pag. 55) y qué nivel de incertidumbre implica.

Sin otro particular le saluda atentamente

Claudio E. Justo

Profesor Adjunto

Cálculo de Compensación



La Plata, 16 de abril de 2012.

Sr. Prof. de Trabajo Final

Ing. Jaime Soto

S \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ D

Remito adjunto a la presente las observaciones correspondientes al T. Final de los Alumnos Nicolas Beloqui y Rodrigo Loray, consta de 3 páginas.

Sin más lo saludo muy atentamente

Prof. Agrim. Jorge Sisti



*Justo*

*[Signature]*

Trabajo Final alumnos Nicolás Beloqui – Rodrigo Loray

"Generación de un Modelo Digital de Elevaciones a partir de Técnica GNSS para Análisis Hídrico"

Observaciones:

- En negrita, observaciones de fondo.
- Los números de página indicados en el cuadro debajo se corresponden con el número de la edición impresa recibida; el archivo digital correspondiente (recibido en el CD adjunto a la edición impresa) tiene una numeración de página que difiere con la del impreso.

Item	# Pág.	Observaciones
1.1	6	"...con los requerimientos necesarios que posibiliten su utilización en análisis hídrico." → <b>No están especificados en el texto cuales son estos requerimientos.</b>
1.3	8 Anexo 1	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ "...realizamos un análisis de la zona en el programa informático Google Earth, ..." → Ampliar, describir paisaje y resto de consideraciones del análisis referido. Parece necesario describir al menos el paisaje, entorno hídrico, y consideraciones necesarias para planificar la campaña.</li> <li>○ &lt; Último párrafo &gt; → Explicar como y para qué ejecutan la carta topográfica 1:80.000.</li> </ul>
1.3	9 Anexo 1	< Primero al tercer párrafo > → <b>Explicar como y para qué ejecutan la carta imagen, p.e. su resolución, fecha y procedencia de la imagen empleada, modo de procesamiento, detalles de interpretación, análisis cuantitativo referido.</b>
1.3.3	10	Dos modelos geoidales, hacía falta? Difícil decidirlo si no se conoce el requerimiento.
1.3.4	10	< SRTM 30 > <b>No se explica para que se realiza, si es necesario, ordenes de magnitud de uno y otro DEM.</b> etc.
2.3	15	"...lo que obviamente, es más fácil de conseguir." → Debería explicarse, no hay nada obvio en el texto.
2.3	15	"...las dos escalas de tiempo utilizadas." → Debería explicarse, por qué, para qué?
3.3.2	37	"...arrojando diferencias irrelevantes." → <b>Las diferencias aludidas deben estar indicadas. Cada vez que se defina algo como relevante o no, debe consignarse por que se descarta, indicando rango de valores y criterio adoptado.</b>
3.3.2	38	< Tabla 3.1 > → que son cada tipo de solución? Aclarar.
4	41	"...Por consiguiente, se consiguió" → Carece de significado.
4.1.1	42	"...la cual tiene una variabilidad menor a un metro." → <b>De donde sale?</b>
4.3	44	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ &lt; Primer párrafo &gt; → Se indica, "...sería que el agua correría desde...", no debe ignorarse que los fluidos escurren desde mayor energía total hacia menor energía total (ecuación de fluidodinámica de D. Bernoulli); la energía total no se compone solamente por la energía de posición, que está relacionada con la ubicación topográfica relativa.</li> <li>○ "... con lo cual sobre la superficie topográfica el agua estaría subiendo." → Explicar.</li> <li>○ &lt; Últimos dos párrafos &gt; → Explicar.</li> </ul>
4.4	46	"...por ser una región carente de problemas gravimétricos." → De donde sale

R

Imp.

W

		esta afirmación?
4.7	53	"...restando los modelos..." → Explicar la operación y los resultados que se obtienen.
4.7.2	54	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ "...lo cual no afirma que hemos realizado un buen trabajo." → <b>Corregir.</b></li> <li>○ Debería mencionarse el tamaño de la grilla del modelo provincial mencionado.</li> </ul>
5	56	Debería definirse primero, qué es un modelo, que tipos de modelos hay, y donde se encuadra un DEM.
5.1.1.1	57	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ &lt; TIN &gt; → <b>Quién dice que es la que mejor representa las superficies continuas y por qué?</b></li> <li>○ De donde sale lo que dicen sobre la Dirección de Vialidad? - (Otra): No indican si se refieren a Vialidad Provincial o Nacional.</li> </ul>
5.1.2	58	"...la interpolación afecta también a los propios valores muestrales cuya altura se recalcula en el mismo proceso." → Esto es para <u>un</u> tipo de interpolación; otros tipos los dejan fijos.
5.2.1	59	< Altimetría, Radargrametría > → <b>Son métodos indirectos.</b>
5.2	59	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Aquí deberían decir cuales DEM disponen (p.e. IGM-curvas de nivel-, SRTM) y de que tipo son.</li> <li>○ <b>Expresar, cual tipo eligen para ejecutar, y por qué?</b></li> <li>○ <b>Métodos: no están descriptos, sólo mencionados.</b></li> </ul>
5.3	60	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ &lt; Calidad &gt; → Depende primero de la cantidad de datos y representatividad/distribución; luego de la precisión.</li> <li>○ <b>En alguna instancia del trabajo deben plantear cuantos puntos acotados serán necesarios para obtener el DEM que requieren; aun no fue expresado el requerimiento.</b></li> </ul>
5.4	61	<p>&lt; SRTM &gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Deberían indicar como y de donde lo obtienen (p.e. pagina web, otros).</li> <li>○ Características de calidad supuestas (p.e. precisiones estimadas en altimetría); Metadatos.</li> <li>○ En que beneficia procesarlo para éste caso? Es mejor que la altimetría de las cartas IGM?</li> <li>○ Cuantos puntos/pixels de este, describen el área de trabajo.</li> <li>○ Es conveniente y/o necesario utilizarlo/considerarlo para éste caso? No está explicado.</li> </ul>
5.5	62	< Antes del primer párrafo > Debería describirse primero el plan de trabajo para la campaña (metodología prevista; p.e, distribución y cantidad de puntos, etc ).
5.5.1.1	64	Se observa que la parcela al Este del camino tiene << densidad de puntos. por que? La calidad del modelo es la misma en ambas partes del campo, al Este y al Oeste del camino?
5.7	66 67	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Siendo el DEM el objetivo del trabajo, no se encuentran suficientemente desarrollados los criterios, argumentos y/o cálculos que llevan a obtener el producto. Por contraste, notar que entre las paginas 45 a 55 se desarrolla extensamente un tema que no es objetivo del trabajo.</li> <li>○ La equidistancia entre curvas de nivel para las precisiones utilizadas, parecería recomendable definirla en 25 ó 20 cm.</li> </ul>
5.9	69	<p>&lt; Evaluación &gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ &lt;Primer párrafo &gt; "...y los resultados fueron óptimos." → Debería</li> </ul>

		<p>desarrollarse y explicarse claramente como se llega a esta aseveración.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ &lt; Tercer párrafo &gt; → La consideración hecha en el texto es que se compensan, <u>no</u> que es despreciable!</li> <li>○ &lt; Cuarto párrafo, en cursiva &gt; → <u>No se conocen los requerimientos para el análisis hídrico.</u></li> </ul> <p>→ Una evaluación o control de calidad del producto, debería contener elementos de contraste entre el modelo y los datos de campo, que sean cuantificables. Toda estimación es subjetiva, no puede ser el único criterio de aceptación.</p> <p>→ Un método habitual y razonable de evaluación para un caso como este: no utilizar una parte de los puntos relevados (p.e. 10 % de los pts.) distribuidos al azar en el modelo, y luego se compara ese valor relevado con el correspondiente valor interpolado para el modelo.</p>
6	70 a 74	<p>&lt; Gastos &gt; Sería conveniente enumerar primero los rubros que serán considerados (p.e. personal, equipamiento, logística, etc)</p> <p>&lt; Honorarios &gt; → <b>No está claro si están consideradas las 300 hs de cada alumno requeridas para la ejecución total del trabajo (total, 600 hs/hombre).</b></p>
7	75	<p>&lt; Conclusiones &gt;</p> <p>→ Corregir título error de ortografía.</p> <p>→ Podría mencionarse si el Trabajo Final cumple el objetivo previsto en la carrera.</p>
	Anexo II	<p>&lt; Monografías de puntos &gt; → No está indicado en todas, que tipo de elemento físico constituye el punto fijo (estaca, perno, etc) cosa que es conveniente.</p>
Bibliografía	77 78	<p>El desequilibrio entre el tratamiento del tema GNSS y DEM indicado para el ítem 5.7, se pone de manifiesto aquí.</p>

Observaciones adicionales:

- No existe relación entre el detalle con que se desarrolla el tema GNSS, con el grado de desarrollo del tema DEM.
- Para los fines expresados en el objetivo (expresado en forma poco específica) el trabajo realizado excede lo necesario para su cumplimiento.

Prof. Agrim.  Ing. Jorge Sisti

Departamento Agrimensura, 16 de abril de 2012.

La Plata, 04 de Mayo de 2012

Sr.  
Profesor de la Cátedra de Trabajo Final  
Prof. Jaime Ricardo SOTO

S \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ D

De nuestra mayor consideración:

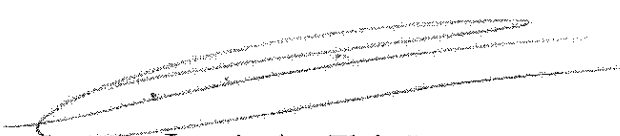
Tenemos el agrado de dirigirnos a Ud. con el objeto de comunicarle que los alumnos **Beloqui, Nicolás (N° 55.032/7)** y **Loray, Rodrigo (53.561/0)** que realizaron el Trabajo Final "*Generación de un Modelo Digital de Elevaciones a partir de Técnica GNSS para Análisis Hídrico*" han concluido con las correcciones correspondientes a las observaciones producidas por los miembros de la Comisión Examinadora.

Asimismo expresamos nuestra conformidad por la labor realizada.

Por lo expuesto, solicitamos a Ud. la constitución de la Comisión Examinadora para este Trabajo Final.

Sin otro particular saludo a Ud. muy atentamente.

  
Dr. Daniel Del Cogliano

  
Ing. Agrim. Elvio D. Pérez

V180810

La Plata 9 de mayo de 2012

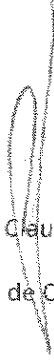
Ing. Jaime Soto

Prof. Trabajo Final

S/D



No habiendo realizado observaciones de fondo en su oportunidad presto mi conformidad con respecto al trabajo final "GENERACIÓN DE UN MODELO DIGITAL DE ELEVACIONES A PARTIR DE TÉCNICA GNSS PARA ANÁLISIS HÍDRICO".

Sin otro particular le saluda atentamente.



Claudio E. JUSTO

Prof. Adjunto de Cálculo de Compensación.



Sr. Profesor Trabajo Final

Ing. Ricardo Soto

Referente al **trabajo final de los alumnos N. Beloqui y R. Loray**, he constatado que las observaciones de fondo realizadas por mí ya han sido resueltas, por lo que no hay nada más que observar al respecto.

Sin más lo saludo muy atte.



*Ing. Jorge M. Sisti*

Departamento Agrimensura, 9 de mayo de 2012.



**DATOS PERSONALES:**

Apellido: Loray  
 Nombre(s): Rodrigo  
 Nro. de Alumno: 53561/0  
 Domicilio: 47 num 367 Dto B  
 Teléfono:-----  
 E-mail: rodrigoloray@gmail.com  
 Carrera: Ingeniero Agrimensor

Celular:0221154590506

Plan: 2002

Cód.	Asignatura	Fecha Aprobación
<b>1° semestre</b>		
F0301	Matemática A	22/08/2003
P0701	Introducción a la Ingeniería	14/08/2003
C0102	Sistemas de Representación A	15/08/2003
<b>2° semestre</b>		
F0302	Matemática B	01/03/2004
F0303	Física I	18/02/2008
G0401	Dibujo Topográfico	16/12/2003
G0402	Introducción a la Agrimensura y al Derecho	24/02/2004
<b>3° semestre</b>		
F0304	Matemática C	28/03/2008
F0305	Física II	27/02/2009
G0403	Geomorfología	18/08/2004
G0404	Fundamentos de Instrumental	18/08/2004
<b>4° semestre</b>		
F0309	Física III B	28/08/2009
G0405	Agrimensura Legal I	01/03/2005
G0406	Elementos de Construcciones Civiles	04/03/2005
G0407	Topografía I	28/02/2004
<b>5° semestre</b>		
H0508	Gestión Ambiental	13/12/2006
G0408	Cálculo de Compensación	09/09/2008
G0409	Instrumental y Técnicas Especiales	29/09/2009
G0410	Topografía II	16/08/2005
S0009	Talleres de Herramientas Humanísticas	16/07/2008
<b>6° semestre</b>		
G0411	Fotogrametría I	04/03/2010
G0412	Geodesia I	27/02/2009
P0762	Organización de Empresas y Evaluación de Proyectos	03/03/2006
G0413	Topografía Aplicada	26/02/2009
<b>7° semestre</b>		
G0414	Agrimensura Legal II	12/08/2008
G0415	Fotogrametría II	20/08/2010
G0416	Geodesia II	20/10/2009
G0417	Fotointerpretación	10/08/2010

Trabajo Final - Planilla de Datos Plan de Estudios (extraído del Certificado Analítico FIUNLP)

8° semestre		
G0418	Cartografía	03/09/2010
G0419	Catastro Parcelario	16/04/2010
G0420	Percepción Remota	01/03/2011
G0421	Ingeniería de Levantamientos	09/03/2010
9° semestre		
G0422	Agrimensura Aplicada a Obras de Desarrollo Lineal	20/08/2010
G0423	Valuaciones	20/08/2010
Q0851	Higiene y Seguridad en el Trabajo	20/08/2010
G0424	Planeamiento Territorial	17/08/2010
G0425	Sistemas de Información Geográfica - GIS	06/09/2010
10° semestre		
G0426	Catastro Económico y Administración Territorial	16/12/2010
G0427	Ejercicio Profesional y Mensuras	15/02/2011
G0428	Hidrografía	31/03/2011
G0431	Agrimensura Aplicada a Obras de Ingeniería	04/03/2011
G0433	Agrología e Información Rural	02/03/2011
G0429	Trabajo Final	XXXXXX
G0430	Práctica Profesional Supervisada	18/04/2011
M0001	Inglés	02/03/2011
Cód.	Asignaturas Optativas	
G0431	Agrimensura Aplicada a Obras de Ingeniería	(optativa 1)
G0432	Elementos de Prospección Geofísica	
G0433	Agrología e Información Rural	(optativa 2)
Q0852	Generación de Empresas	
C0129	Dirección Estratégica de Recursos Humanos	
H0519	Hidroquímica y Transporte de Contaminantes	
Cód.	Electiva Humanística	
S0001	Humanística A	
S0002	Humanística B	
S0003	Teoría del Conocimiento	
S0004	Lógica I	
S0005	Seminario "Filosofía de la Tecnología"	
S0006	Seminario "Filosofía de la Ciencia"	
S0007	Seminario "Análisis sobre la Sociedad Argentina"	
S0008	Seminario "Estado y Política Públicas"	
S0009	Talleres de Herramientas Humanísticas	(Electiva Humanística)
S0010	Ingeniería, Comunicación y Educación	
S0011	Ingeniería Social	

El alumno deberá reemplazar en las cedas correspondientes las asignaturas Electiva Humanística y las Optativas efectivamente realizadas.

Fecha: 13/05/2012

Firma: 





**CERTIFICADO DE MATERIAS - CURSADAS Y FINALES**

LA AUTORIDAD QUE SUSCRIBE CERTIFICA QUE SEGUN CONSTA EN LOS LIBROS DE EXAMENES DE ESTA FACULTAD, RODRIGO LORAY, CON DOCUMENTO DE IDENTIDAD DNI 31237342 INSCRIPTO BAJO EL NUMERO 53561/0 DE LA CARRERA DE Ingeniero Agrimensor, PLAN 2002, CALIDAD: Activo, CONDICION: Regular, CURSO Y RINDIO LAS ASIGNATURAS QUE A CONTINUACION SE DETALLAN:

Cod.	Asignatura	Año Ap.	Nota	Forma Aprob.	Fecha
C0102	SISTEMAS DE REPRESENTACION A	---	6(Seis)	Promoción	15/08/2003
CUNIV	CURSO DE NIVELACION	---	Aprobado	Equivalencia	01/12/2002
F0301	MATEMATICA A	---	6(Seis)	Promoción	22/08/2003
F0302	MATEMATICA B	---	6(Seis)	Promoción	01/03/2004
F0303	FISICA 1	2007			-----
F0303	FISICA 1	---	8(Ocho)	Examen	18/02/2008
F0304	MATEMATICA C	---	8(Ocho)	Promoción	28/03/2008
F0305	FISICA 2	---	6(Seis)	Promoción	27/02/2009
F0309	FISICA 3 B	---	7(Siete)	Promoción	28/08/2009
G0401	DIBUJO TOPOGRAFICO	---	9(Nueve)	Promoción	16/12/2003
G0402	INTRODUCCION A LA AGRIMENSURA Y AL DERECHO	---	7(Siete)	Promoción	24/02/2004
G0403	GEOMORFOLOGIA	---	9(Nueve)	Promoción	18/08/2004
G0404	FUNDAMENTOS DE INSTRUMENTAL	---	7(Siete)	Promoción	18/08/2004
G0405	AGRIMENSURA LEGAL 1	---	6(Seis)	Promoción	01/03/2005
G0406	ELEMENTOS DE CONSTRUCCIONES CIVILES	---	7(Siete)	Promoción	04/03/2005
G0407	TOPOGRAFIA 1	---	6(Seis)	Promoción	28/02/2004
G0408	CALCULO DE COMPENSACION	2006			-----
G0408	CALCULO DE COMPENSACION	---	6(Seis)	Examen	09/09/2008
G0409	INSTRUMENTAL Y TECNICAS ESPECIALES	---	6(Seis)	Promoción	29/09/2009
G0410	TOPOGRAFIA 2	---	6(Seis)	Promoción	16/08/2005
G0411	FOTOGRAMETRIA 1	---	9(Nueve)	Promoción	04/03/2010
G0412	GEODESIA 1	---	7(Siete)	Promoción	27/02/2009
G0413	TOPOGRAFIA APLICADA	---	7(Siete)	Promoción	26/02/2009
G0414	AGRIMENSURA LEGAL 2	---	6(Seis)	Promoción	12/08/2008
G0415	FOTOGRAMETRIA 2	---	7(Siete)	Promoción	20/08/2010
G0416	GEODESIA 2	---	8(Ocho)	Promoción	20/10/2009
G0417	FOTOINTERPRETACION	---	8(Ocho)	Promoción	10/08/2010
G0418	CARTOGRAFIA	---	7(Siete)	Promoción	03/09/2010
G0419	CATASTRO PARCELARIO	---	6(Seis)	Promoción	16/04/2010
G0420	PERCEPCION REMOTA	---	7(Siete)	Promoción	01/03/2011
G0421	INGENIERIA DE LEVANTAMIENTOS	---	6(Seis)	Promoción	09/03/2010



**CERTIFICADO DE MATERIAS - CURSADAS Y FINALES**

LA AUTORIDAD QUE SUSCRIBE CERTIFICA QUE SEGUN CONSTA EN LOS LIBROS DE EXAMENES DE ESTA FACULTAD, RODRIGO LORAY, CON DOCUMENTO DE IDENTIDAD DNI 31237342 INSCRIPTO BAJO EL NUMERO 53561/0 DE LA CARRERA DE Ingeniero Agrimensor, PLAN 2002, CALIDAD: Activo, CONDICION: Regular, CURSO Y RINDIO LAS ASIGNATURAS QUE A CONTINUACION SE DETALLAN:

Cod.	Asignatura	Año Ap.	Nota	Forma Aprob.	Fecha
G0422	AGRIMENSURA APLICADA A OBRAS DE DESARROLLO LINEAL	---	8(Ocho)	Promoción	20/08/2010
G0423	VALUACIONES	---	8(Ocho)	Promoción	20/08/2010
G0424	PLANEAMIENTO TERRITORIAL	---	7(Siete)	Promoción	17/08/2010
G0425	SISTEMAS DE INFORMACION GEOGRAFICA - GIS	---	6(Seis)	Promoción	06/09/2010
G0426	CATASTRO ECONOMICO Y ADMINISTRACIÓN TERRITORIAL	---	8(Ocho)	Promoción	16/12/2010
G0427	EJERCICIO PROFESIONAL Y MENSURAS	---	6(Seis)	Promoción	15/02/2011
G0428	HIDROGRAFIA	---	9(Nueve)	Promoción	31/03/2011
G0430	PRACTICA PROFESIONAL SUPERVISADA	---	A(Aprob.)	Examen	18/04/2011
G0431	AGRIMENSURA APLICADA A OBRAS DE INGENIERIA	---	8(Ocho)	Promoción	04/03/2011
G0433	AGROLOGIA E INFORMACION RURAL	---	7(Siete)	Promoción	02/03/2011
H0508	GESTION AMBIENTAL	---	6(Seis)	Promoción	13/12/2006
M0001	INGLES	---	A(Aprob.)	Examen	02/03/2011
P0701	INTRODUCCION A LA INGENIERIA	---	8(Ocho)	Promoción	14/08/2003
P0762	ORGANIZACION DE EMPRESAS Y EVALUACION DE PROYECTOS	---	9(Nueve)	Promoción	03/03/2006
Q0851	HIGIENE Y SEGURIDAD EN EL TRABAJO	2009			-----
Q0851	HIGIENE Y SEGURIDAD EN EL TRABAJO	---	9(Nueve)	Examen	03/10/2009
S0009	TALLERES DE HERRAMIENTAS HUMANISTICAS	---	8(Ocho)	Promoción	16/07/2008

Promedio General 07,17

Promedio Académico 07,17

SE EXTIENDE EL PRESENTE CERTIFICADO A PEDIDO DEL INTERESADO, Y AL SOLO EFECTO DE SER PRESENTADO ANTE: QUIEN CORRESPONDA. LA PLATA, A LOS 11 DIAS DEL MES DE MAYO DEL 2012



FACULTAD DE  
INGENIERIA

LA PLATA

*[Handwritten Signature]*  
SECRETARÍA GENERAL DE LA FACULTAD DE INGENIERIA  
UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PLATA

*[Handwritten Signature]*

*[Handwritten Signature]*

**DATOS PERSONALES:**

Apellido: Beloqui  
 Nombre(s): Nicolás  
 Nro. de Alumno: 55.032/7  
 Domicilio: 166 Nro. 1669 Depto. "F"  
 Teléfono: - Celular: 0221-15-5457012  
 E-mail: nicobeloqui@gmail.com  
 Carrera: Agrimensura Plan: 2002

Cód.	Asignatura	Fecha Aprobación
<b>1° semestre</b>		
F0301	Matemática A	16/08/2005
P0701	Introducción a la Ingeniería	09/08/2005
C0102	Sistemas de Representación A	15/08/2005
<b>2° semestre</b>		
F0302	Matemática B	17/02/2006
F0303	Física I	27/02/2007
G0401	Dibujo Topográfico	02/03/2006
G0402	Introducción a la Agrimensura y al Derecho	03/03/2006
<b>3° semestre</b>		
F0304	Matemática C	22/02/2007
F0305	Física II	10/08/2007
G0403	Geomorfología	11/08/2006
G0404	Fundamentos de Instrumental	14/08/2006
<b>4° semestre</b>		
F0309	Física III B	27/02/2008
G0405	Agrimensura Legal I	26/02/2007
G0406	Elementos de Construcciones Civiles	29/02/2008
G0407	Topografía I	18/02/2008
<b>5° semestre</b>		
H0508	Gestión Ambiental	19/12/2007
G0408	Cálculo de Compensación	15/07/2008
G0409	Instrumental y Técnicas Especiales	04/08/2008
G0410	Topografía II	24/07/2008
S0001	Humanística A	15/08/2007
<b>6° semestre</b>		
G0411	Fotogrametría I	28/02/2009
G0412	Geodesia I	27/02/2009
P0762	Organización de Empresas y Evaluación de Proyectos	22/02/2008
G0413	Topografía Aplicada	26/02/2009
<b>7° semestre</b>		
G0414	Agrimensura Legal II	04/09/2009
G0415	Fotogrametría II	27/08/2009
G0416	Geodesia II	04/09/2009
G0417	Fotointerpretación	28/08/2009

*fuyp*

*M*

Trabajo Final - Planilla de Datos Plan de Estudios (extraído del Certificado Analítico FIUNLP)

8° semestre		
G0418	Cartografía	15/03/2010
G0419	Catastro Parcelario	16/11/2009
G0420	Percepción Remota	25/02/2010
G0421	Ingeniería de Levantamientos	09/03/2010
9° semestre		
G0422	Agrimensura Aplicada a Obras de Desarrollo Lineal	20/08/2010
G0423	Valuaciones	20/08/2010
Q0851	Higiene y Seguridad en el Trabajo	20/08/2010
G0424	Planeamiento Territorial	17/08/2010
G0425	Sistemas de Información Geográfica - GIS	18/08/2010
10° semestre		
G0426	Catastro Económico y Administración Territorial	16/12/2010
G0427	Ejercicio Profesional y Mensuras	15/02/2011
G0428	Hidrografía	31/03/2011
G0433	Agrología e Información Rural	26/02/2010
G0431	Agrimensura Aplicada a Obras de Ingeniería	04/03/2011
G0429	Trabajo Final	XXXXXX
G0430	Práctica Profesional Supervisada	16/04/2012
M0001	Inglés	01/03/2010
Cód.	Asignaturas Optativas	
G0431	Agrimensura Aplicada a Obras de Ingeniería	
G0432	Elementos de Prospección Geofísica	
G0433	Agrología e Información Rural	
Q0852	Generación de Empresas	
C0129	Dirección Estratégica de Recursos Humanos	
H0519	Hidroquímica y Transporte de Contaminantes	
Cód.	Electiva Humanística	
S0001	Humanística A	
S0002	Humanística B	
S0003	Teoría del Conocimiento	
S0004	Lógica I	
S0005	Seminario "Filosofía de la Tecnología"	
S0006	Seminario "Filosofía de la Ciencia"	
S0007	Seminario "Análisis sobre la Sociedad Argentina"	
S0008	Seminario "Estado y Política Públicas"	
S0009	Talleres de Herramientas Humanísticas	
S0010	Ingeniería, Comunicación y Educación	
S0011	Ingeniería Social	

El alumno deberá reemplazar en las cédas correspondientes las asignaturas Electiva Humanística y las Optativas efectivamente realizadas.

Fecha: 10 de Mayo de 2012

Firma:  ZELOZZI, NICOLAS






**CERTIFICADO DE MATERIAS - CURSADAS Y FINALES**

LA AUTORIDAD QUE SUSCRIBE CERTIFICA QUE SEGUN CONSTA EN LOS LIBROS DE EXAMENES DE ESTA FACULTAD, NICOLAS BELOQUI, CON DOCUMENTO DE IDENTIDAD DNI 32591257 INSCRIPTO BAJO EL NUMERO 55032/7 DE LA CARRERA DE Ingeniero Agrimensor, PLAN 2002, CALIDAD: Activo, CONDICION: Regular, CURSO Y RINDIO LAS ASIGNATURAS QUE A CONTINUACION SE DETALLAN:

Cod.	Asignatura	Año Ap.	Nota	Forma Aprob.	Fecha
C0102	SISTEMAS DE REPRESENTACION A	---	7(Siete)	Promoción	15/08/2005
CUNIV	CURSO DE NIVELACION	---	Aprobado	Equivalencia	01/12/2004
F0301	MATEMATICA A	---	7(Siete)	Promoción	16/08/2005
F0302	MATEMATICA B	---	7(Siete)	Promoción	17/02/2006
F0303	FISICA 1	---	6(Seis)	Promoción	27/02/2007
F0304	MATEMATICA C	---	9(Nueve)	Promoción	22/02/2007
F0305	FISICA 2	---	7(Siete)	Promoción	10/08/2007
F0309	FISICA 3 B	---	8(Ocho)	Promoción	27/02/2008
G0401	DIBUJO TOPOGRAFICO	---	8(Ocho)	Promoción	02/03/2006
G0402	INTRODUCCION A LA AGRIMENSURA Y AL DERECHO	---	8(Ocho)	Promoción	03/03/2006
G0403	GEOMORFOLOGIA	---	7(Siete)	Promoción	11/08/2006
G0404	FUNDAMENTOS DE INSTRUMENTAL	---	7(Siete)	Promoción	14/08/2006
G0405	AGRIMENSURA LEGAL 1	---	6(Seis)	Promoción	26/02/2007
G0406	ELEMENTOS DE CONSTRUCCIONES CIVILES	---	8(Ocho)	Promoción	29/02/2008
G0407	TOPOGRAFIA 1	---	8(Ocho)	Promoción	18/02/2008
G0408	CALCULO DE COMPENSACION	---	7(Siete)	Promoción	15/07/2008
G0409	INSTRUMENTAL Y TECNICAS ESPECIALES	---	8(Ocho)	Promoción	04/08/2008
G0410	TOPOGRAFIA 2	---	8(Ocho)	Promoción	24/07/2008
G0411	FOTOGRAMETRIA 1	---	8(Ocho)	Promoción	28/02/2009
G0412	GEODESIA 1	---	9(Nueve)	Promoción	27/02/2009
G0413	TOPOGRAFIA APLICADA	---	8(Ocho)	Promoción	26/02/2009
G0414	AGRIMENSURA LEGAL 2	---	9(Nueve)	Promoción	04/09/2009
G0415	FOTOGRAMETRIA 2	---	8(Ocho)	Promoción	27/08/2009
G0416	GEODESIA 2	---	9(Nueve)	Promoción	04/09/2009
G0417	FOTOINTERPRETACION	---	8(Ocho)	Promoción	28/08/2009
G0418	CARTOGRAFIA	---	7(Siete)	Promoción	15/03/2010
G0419	CATASTRO PARCELARIO	---	8(Ocho)	Promoción	16/11/2009
G0420	PERCEPCION REMOTA	---	8(Ocho)	Promoción	25/02/2010
G0421	INGENIERIA DE LEVANTAMIENTOS	---	7(Siete)	Promoción	09/03/2010
G0422	AGRIMENSURA APLICADA A OBRAS DE DESARROLLO LINEAL	---	9(Nueve)	Promoción	20/08/2010
G0423	VALUACIONES	---	9(Nueve)	Promoción	20/08/2010



**CERTIFICADO DE MATERIAS - CURSADAS Y FINALES**

LA AUTORIDAD QUE SUSCRIBE CERTIFICA QUE SEGUN CONSTA EN LOS LIBROS DE EXAMENES DE ESTA FACULTAD, NICOLAS BELOQUI, CON DOCUMENTO DE IDENTIDAD DNI 32591257 INSCRIPTO BAJO EL NUMERO 55032/7 DE LA CARRERA DE Ingeniero Agrimensor, PLAN 2002, CALIDAD: Activo, CONDICION: Regular, CURSO Y RINDIO LAS ASIGNATURAS QUE A CONTINUACION SE DETALLAN:

Cod.	Asignatura	Año Ap.	Nota	Forma Aprob.	Fecha
G0424	PLANEAMIENTO TERRITORIAL	---	8(Ocho)	Promoción	17/08/2010
G0425	SISTEMAS DE INFORMACION GEOGRAFICA - GIS	---	7(Siete)	Promoción	18/08/2010
G0426	CATASTRO ECONOMICO Y ADMINISTRACION TERRITORIAL	---	7(Siete)	Promoción	16/12/2010
G0427	EJERCICIO PROFESIONAL Y MENSURAS	---	8(Ocho)	Promoción	15/02/2011
G0428	HIDROGRAFIA	---	8(Ocho)	Promoción	31/03/2011
G0430	PRACTICA PROFESIONAL SUPERVISADA	---	A(Aprob.)	Examen	16/04/2012
G0431	AGRIMENSURA APLICADA A OBRAS DE INGENIERIA	---	7(Siete)	Promoción	04/03/2011
G0433	AGROLOGIA E INFORMACION RURAL	---	8(Ocho)	Promoción	26/02/2010
H0508	GESTION AMBIENTAL	---	7(Siete)	Promoción	19/12/2007
M0001	INGLES	---	Aprobado	Equivalencia	01/03/2010
P0701	INTRODUCCION A LA INGENIERIA	---	6(Seis)	Promoción	09/08/2005
P0762	ORGANIZACION DE EMPRESAS Y EVALUACION DE PROYECTOS	---	9(Nueve)	Promoción	22/02/2008
Q0851	HIGIENE Y SEGURIDAD EN EL TRABAJO	---	8(Ocho)	Promoción	20/08/2010
S0001	HUMANISTICA A	---	6(Seis)	Promoción	15/08/2007

**Promedio General** 07,67

**Promedio Académico** 07,67

SE EXTIENDE EL PRESENTE CERTIFICADO A PEDIDO DEL INTERESADO, Y AL SOLO EFECTO DE SER PRESENTADO ANTE: QUIEN CORRESPONDA. LA PLATA, A LOS 11 DIAS DEL MES DE MAYO DEL 2012



FACULTAD DE  
INGENIERIA

LA PLATA

*[Handwritten Signature]*  
SECRETARÍA GENERAL DE EXAMENES  
COORDINATORIA DE HABILITACIÓN

*[Handwritten Signature]*

*[Handwritten Signature]*

PLANILLA DE DATOS PARA LA INSCRIPCIÓN EN TRABAJO FINAL

Nº	TIPO DE DATOS	DESCRIPCIÓN E INFORMACIÓN	Obs.
1	Título:	Generación de un Modelo Digital del Elevaciones a partir de técnica GNSS para análisis hídrico.	
2	Nº de Alumnos Integrantes del Grupo:	Dos (2) alumnos.	
3	Datos Personales de cada Miembro: (N y A, Nº de Alumno)	Beloqui, Nicolás Nº 55032/7 Loray, Rodrigo Nº 53561/0	
4	Objetivos generales y particulares:	Generar un Modelo Digital de Elevaciones (DEM) a partir de técnica GNSS de un establecimiento rural del partido de Rauch, con los requerimientos necesarios a fin de ser utilizado para un análisis hídrico.	
5	Alcances:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Generar un Modelo Digital de Elevaciones (DEM), vinculado altimétricamente a la Red Nacional IGN.</li> <li>• Determinar las ondulaciones geoidales a partir de determinaciones GNSS sobre puntos altimétricos.</li> <li>• Evaluación de diferentes modelos geopotenciales en la zona de estudio.</li> <li>• Integrar el modelo obtenido al modelo SRTM90.</li> <li>• Evaluar las precisiones obtenidas y su posible aplicación al análisis hídrico.</li> <li>• Aplicación de Instrumental, Métodos y Tecnología de avanzada.</li> </ul>	
6	Fuente de Datos Iniciales:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cartas topográficas del Instituto Geográfico Nacional.</li> <li>• Monografías de puntos altimétricos seleccionados en la zona.</li> <li>• Archivo digital del Modelo Geopotencial Global EGM2008.</li> <li>• Archivo digital del modelo SRTM90.</li> <li>• Toda otra información perteneciente que pueda ser obtenida e incorporada al proyecto en estudio.</li> </ul>	
7	Ámbito de Realización:	Establecimiento rural ubicado en el vértice Sureste del Partido de Rauch y zonas contiguas.	
8	Metodología a Utilizar:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Recopilación y análisis de antecedentes.</li> <li>• Consulta de Trabajos Finales relacionados.</li> <li>• Fundamentación teórica.</li> </ul>	

V180810

*feep*

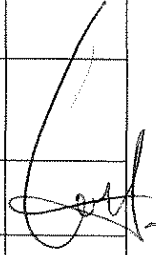
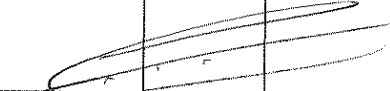
*[Signature]*

		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Planificación de tareas de campaña.</li> <li>• Realización del levantamiento.</li> <li>• Procesamiento de los datos relevados.</li> <li>• Generación del DEM, previa evaluación del modelo geopotencial utilizado.</li> <li>• Análisis de resultados.</li> <li>• Conclusiones.</li> </ul>	
9	Cronograma de Ejecución:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Recopilación de antecedentes. <u>40 hs.</u></li> <li>• Estudio y selección del material recopilado. <u>40hs.</u></li> <li>• Reconocimiento del terreno. <u>15 hs.</u></li> <li>• Planificación de la campaña. <u>15 hs.</u></li> <li>• Realización del levantamiento. <u>30 hs.</u></li> <li>• Procesamiento de los datos. <u>20 hs.</u></li> <li>• Aplicación y análisis de modelos geopotenciales modernos. <u>30 hs.</u></li> <li>• Generación de Modelo Digital de Elevaciones (DEM). <u>60 hs.</u></li> <li>• Integración del modelo obtenido al modelo SRTM90. <u>10 hs.</u></li> <li>• Elaboración de informe <u>100 hs.</u></li> <li>• Revisión y corrección. <u>60 hs.</u></li> </ul> <p style="text-align: right;">Total carga horaria: 420 hs.</p>	
10	Clasificación de las Tareas: (Campaña/Gabinete/ Adicionales)	<p><u>ETAPA I:</u></p> <p><i>Tareas previas:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Recopilación de antecedentes.</li> </ul> <p><i>Tareas de gabinete:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Estudio y selección del material recopilado.</li> <li>• Elección de puntos fijos para la vinculación del trabajo.</li> <li>• Acceso al Modelo Geopotencial Global EGM2008.</li> <li>• Obtención del archivo digital del modelo SRTM90.</li> </ul> <p><i>Tareas de campo:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Reconocimiento del terreno.</li> <li>• Verificación del estado de los puntos IGN.</li> </ul>	

V180810

		<p><u>ETAPA II:</u></p> <p><i>Tareas de gabinete:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Planificación de la campaña.</li> </ul> <p><i>Tareas de campo:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Observación de los puntos fijos seleccionados para la vinculación.</li> <li>• Levantamiento con técnica GNSS en tiempo real del establecimiento en cuestión.</li> </ul> <p><u>ETAPA III:</u></p> <p><i>Tareas de gabinete:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Procesamiento de las observaciones realizadas sobre los puntos fijos.</li> <li>• Bajada y verificación del levantamiento en tiempo real.</li> <li>• Ajuste del modelo EGM2008 a los puntos observados para la vinculación.</li> <li>• Evaluación del modelo EGM2008.</li> <li>• Generación del DEM, en software Autocad Civil 3D.</li> <li>• Integración del modelo obtenido al modelo SRTM90.</li> <li>• Analizar la posible implementación del DEM en estudio de escurrimiento superficial.</li> <li>• Análisis de resultados.</li> <li>• Conclusión.</li> </ul>	
11	Estimación de los Resultados a Obtener:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Obtener un Modelo Digital de Elevaciones (DEM), vinculado altimétricamente a la Red Nacional, asegurando precisiones centimétricas.</li> <li>• Controlar la fiabilidad del modelo geopotencial disponible en la zona.</li> </ul>	
12	Conclusiones a Obtener:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Comprobación que las metodologías y tecnologías modernas utilizadas alcanzan los requerimientos y expectativas estipuladas para la obtención de un DEM preciso.</li> <li>• Informe sobre la calidad del modelo geopotencial</li> </ul>	

		<p>en la zona de estudio.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Verificar la posible aplicación del DEM generado para análisis hídrico.</li> </ul>	
13	<p>Clasificación de las Etapas: (ejecución técnica, investigación, recopilación de datos)</p>	<p><u>Ejecución técnica:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Estudio y selección del material recopilado.</li> <li>• Planificación de la campaña.</li> <li>• Realización del levantamiento.</li> <li>• Ajuste del modelo geopotencial.</li> <li>• Comprobación de la fiabilidad del modelo geopotencial utilizado.</li> <li>• Generación del DEM.</li> <li>• Integración del modelo obtenido al modelo SRTM90.</li> <li>• Informe sobre la calidad del modelo geopotencial en la zona de estudio.</li> <li>• Revisión y corrección.</li> </ul> <p><u>Investigación:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Utilización de software de procesamiento de datos GNSS y modelado de terreno con Autocad Civil 3D.</li> </ul> <p><u>Recopilación de datos:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Recopilación de antecedentes.</li> <li>• Obtención de datos in-situ, estado y existencia de los mojones.</li> <li>• Archivo digital del Modelo Geopotencial Global EGM2008.</li> <li>• Archivo digital del modelo SRTM90.</li> </ul>	
14	<p>Bibliografía de Consulta:</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• BOMBORD, G. 1980. Geodesy . 4<sup>th</sup> Ed. Oxford U.Press, 561 pp.</li> <li>• HOFMANN B., WELLENHOF H., LICHTENEGGER H. and COLLINS J. <i>Global Positioning System. Theory and Practice.</i> 5<sup>th</sup>.Ed. Springer-Verlag. Wien. Austria. 2001.</li> <li>• TORGE W. 2001. <i>Geodesy 3rd Ed.</i>, Walter de Gruyter, Berlín, NY.</li> <li>• HOFMANN B., MORITZ H. 2005. <i>Physical Geodesy.</i> SpringerWienNewYork.</li> </ul>	

		<ul style="list-style-type: none"> <li>• GPS Satellite Surveying (Second Edition). Alfred Leick.</li> <li>• GPS &amp; GLONASS M<sup>a</sup> Paz Holanda Blas, Juan Carlos Bermejo Ortega.</li> <li>• GPS, The First Global Navigation Satellite System, Trimble.</li> <li>• Manuales de Software utilizados.</li> <li>• Apuntes brindados por las distintas cátedras de la carrera de Ingeniería en Agrimensura, como así también los generados por los alumnos integrantes del presente trabajo.</li> </ul>	
15	Información Especializada: (Especialistas, Internet, Mail)	Se verá en el transcurso del trabajo.	
16	Instrumental y Medios: (Disponibles por parte de alumnos y/o Instituciones)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Equipo GNSS Trimble R4</li> <li>• Cintas métricas, marcadores.</li> <li>• Herramientas varias.</li> <li>• Cámara digital.</li> <li>• Computadoras.</li> <li>• Software.</li> <li>• Vehículos para traslado.</li> <li>• Cuatriciclo.</li> </ul>	
17	Instrumental y Medios: (a solicitar al Dto. de Agirm.)	Ninguno.	
18	Encuadramiento Legal: (si lo hubiere)	Ninguno.	
19	Aspectos Contractuales: (si los hubiere)	No hay.	
20	Aplicación del Arancel Profesional: (si corresponde)	Será determinado en el transcurso del trabajo.	
21	Determinación de Gastos: (si corresponde)	Se computará en el transcurso del trabajo y se determinará en la finalización del mismo.	
22	Aval del Director:	Daniel Del Cogliano.	
23	Aval del Codirector: (si lo hubiere)	Elvio D. Pérez	

V180810





24	Observaciones del Director y/o Codirector:	<p>El trabajo propuesto reviste interés metodológico en cuanto a su implementación efectiva y a la evaluación de los resultados obtenidos.</p> <p>Las actividades previstas implican el manejo de información de gran interés actual, como los modelos geopotenciales y de terreno (SRTM).</p> <p>Este tipo de análisis trasciende ampliamente la aplicación particular de este trabajo.</p>	
25	Tareas en las que se especializa c/Alumno:	Los integrantes realizarán íntegramente todas las tareas necesarias para la concreción del trabajo.	

V180810




## RESUMEN EXTENDIDO

**GENERACIÓN DE UN MODELO DIGITAL DE  
ELEVACIONES A PARTIR DE TÉCNICA GNSS  
PARA ANÁLISIS HÍDRICO**

**Objetivo:**

Generar un Modelo Digital de Elevaciones (DEM) a partir de técnica GNSS de un establecimiento rural del partido de Rauch, con los requerimientos necesarios a fin de ser utilizado para un análisis hídrico.

**Alcances:**

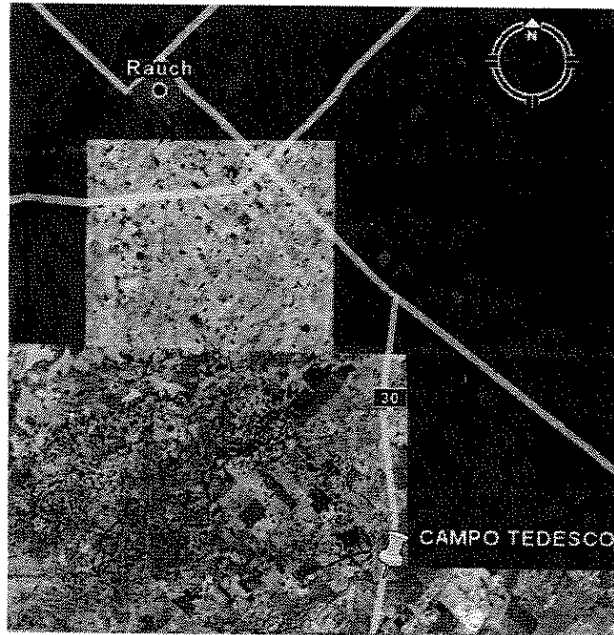
- Generar un Modelo Digital de Elevaciones (DEM), vinculado altimétricamente a la Red Nacional IGN.
- Determinar las ondulaciones geoidales a partir de determinaciones GNSS sobre puntos altimétricos.
- Evaluación de diferentes modelos geopotenciales en la zona de estudio.
- Integrar el modelo obtenido al modelo SRTM90.
- Evaluar las precisiones obtenidas y su posible aplicación al análisis hídrico.
- Aplicación de Instrumental, Métodos y Tecnología de avanzada.



Trabajo Final Beloqui-Loray

### Ámbito de realización:

El mismo se llevará a cabo en un establecimiento rural ubicado en el vértice Sureste del Partido de Rauch, a 25 Km de la cabecera de partido por Ruta Provincial N° 30 hacia Tandil.



El establecimiento pertenece a la familia Tedesco y tiene una superficie de aproximadamente 100 hectáreas.

Cabe destacar que además del establecimiento se hará un levantamiento parcial de la zona contigua para poder analizar el ajuste con respecto al modelo geopotencial y la comparación entre modelos de elevaciones.

Para la realización del trabajo, previamente, se efectuará una recopilación y análisis de antecedentes, usando como base de datos las cartas topográficas del Instituto Geográfico Nacional, monografías de puntos fijos, archivo digital del Modelo Geopotencial Global EGM2008, archivo digital del modelo SRTM90.

Una vez recopilada esta información, se elegirán los puntos fijos para la vinculación, los cuales, se verificará su estado y existencia cuando se haga el reconocimiento de la zona de trabajo.

Luego se planificará la campaña, en donde se observarán los puntos fijos seleccionados y verificados para la realización del ajuste y por consiguiente efectuar el levantamiento con técnica GNSS en tiempo real del establecimiento y la zona contigua.

Una vez finalizada las tareas de campo, se procesará los datos observados sobre los puntos fijos y se verificará el levantamiento en tiempo real.

*[Handwritten signature]*

*[Handwritten signature]*

Trabajo Final Beloqui-Loray

Posteriormente, se aplicará y se realizará un análisis del modelo geopotencial ajustándolo a los puntos observados, comprobando la calidad del mismo en la zona de estudio.

Se generará el Modelo Digital de Elevaciones, y se lo integrará al modelo SRTM90.

Luego, se evaluará la posible implementación del DEM generado al estudio del escurrimiento superficial del establecimiento. Y para finalizar, se hará un análisis de los resultados obtenidos sacando conclusiones al respecto.

### **Estimación de los Resultados a Obtener:**

- Obtener un Modelo Digital de Elevaciones (DEM), vinculado altimétricamente a la Red Nacional, asegurando precisiones centimétricas.
- Controlar la fiabilidad del modelo geopotencial utilizado en la zona.

### **Conclusiones a Obtener:**

- Comprobación que las técnicas y tecnologías modernas utilizadas alcanzan los requerimientos y expectativas estipuladas para la obtención de un MDT preciso.
- Informe sobre la calidad del modelo geopotencial en la zona de estudio.
- Verificar la posible aplicación del DEM generado para análisis hídrico.

### **Equipamiento y Herramientas:**

- Equipo GNSS Trimble R4.
- Cintas métricas, marcadores.
- Herramientas varias.



- Cámara digital.
- Computadoras.
- Vehículos para traslado.
- Cuatriciclo.

### **Software:**

- Trimble Geomatic Office.
- Autocad Civil 3D 2010.
- Autocad 2010.
- GeoCalc.

### **Bibliografía:**

- Bomford,G. 1980. Geodesy . 4th Ed. Oxford U.Press, 561 pp.
- Hofmann B., Wellenhof H., Lichtenegger H. and Collins J. Global Positioning System. Theory and Practice. 5th.Ed. Springer-Verlag. Wien. Austria. 2001.
- TORGE W. 2001. Geodesy 3rd Ed., Walter de Gruyter, Berlín, NY.
- HOFMANN B., MORITZ H. 2005. Physical Geodesy. SpringerWienNewYork.
- GPS Satellite Surveying (Second Edition). Alfred Leick.
- GPS & GLONASS M<sup>a</sup> Paz Holanda Blas, Juan Carlos Bermejo Ortega.
- GPS, The First Global Navigation Satellite System, Trimble.
- Manuales de Software utilizados.



- Apuntes brindados por las distintas cátedras de la carrera de Ingeniería en Agrimensura, como así también los generados por los alumnos integrantes del presente trabajo.

