

PROGRAMA DE ESTUDIOS Y PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURA
DETERMINACION DE LA LINEA DE RIBERA DESDE BAHIA
SAMBOROMBON HASTA NECOCHEA

INFORME DEL GRUPO GEODESIA SATELITAL
DE LA FACULTAD DE CIENCIAS ASTRONÓMICAS Y GEOFISICAS
DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PLATA

Coordinador:	Lic. Raúl Perdomo
Miembros del Grupo:	Dr. Luciano Mendoza Lic. María Eugenia Gómez Lic. Diego Bagú Geof. Santiago Perdomo Srta. Clara Bianchi Sr. Gonzalo Flores

25 de mayo de 2010

Indice de contenidos

	Página nro.
1. Abreviaturas	3
2. Resumen Ejecutivo	4
3. Introducción	5
4. Materiales y métodos	6
5. Resultados	7
6. Discusión	14
7. Bibliografía	15
8. Anexo: metodología, monografías e imágenes de campo	16

Indice de Figuras

Fig. 1: curvas de nivel de las N observadas	11
Fig. 2: diferencias N observadas – N EGM 08	12

Indice de tablas

Tabla 1: coordenadas de los puntos de control.	7
Tabla 2: esquema de vinculaciones	8
Tabla 3: coordenadas geodésicas de los puntos relevados	9
Tabla 4: coordenadas planas de los puntos relevados	10
Tabla 5: cotas SNMM de los puntos relevados	13

1. Abreviaturas

cm:	Centímetros
EGM 08:	Earth Gravitational Model 2008
FCAG:	Facultad de Ciencias Astronómicas y Geofísicas
GPS:	Global Positioning System
° ‘ “:	Grados, minutos, segundos sexagesimales
IGN:	Instituto Geográfico Nacional
h:	Altura elipsoidal (o geodésica, o elipsóidica)
H:	Altura sobre el nivel medio del mar
ITRF:	International Reference Frame
m:	Metros
N:	Ondulación geoidal (corrección a aplicar a h para obtener H)
Pcia:	Provincia
POSGAR:	Posiciones Geodésicas Argentinas
SNMM:	Sobre el nivel medio del mar
UNLP:	Universidad Nacional de La Plata
WGS84:	World Geodetic System 1984

2. Resumen ejecutivo:

El propósito del presente trabajo, el establecimiento de puntos de apoyo con cota sobre el nivel medio del mar a lo largo del litoral entre la Bahía de Samborombón y Necochea, puede resumirse en dos componentes principales: 1. la obtención de coordenadas en un marco de referencia apropiado para georreferenciar todos los elementos del proyecto con la precisión necesaria, 2. evaluar modelos existentes y optimizar un modelo propio en la región para transformar alturas elipsoidales en alturas sobre el nivel del mar (elemento indispensable que permite la utilización de tecnología GPS para relevamientos altimétricos).

2.1 Marco de referencia:

El marco de referencia para posiciones geodésicas adoptado por el país se denomina POSGAR 07. El problema a resolver se reduce a materializar dicho marco en la zona de trabajo.

Para ello se tomaron puntos fijos con coordenadas POSGAR 07, pertenecientes a la red geodésica de la Pcia. de Buenos Aires, en cada caso, los más próximos a las localidades donde se requerían los puntos de apoyo: **Tabla 1**.

A partir de estos puntos fundamentales se realizó posicionamiento GPS diferencial a los puntos de interés sobre la costa los que resultan referidos al marco de referencia POSGAR 07.

2.2 Modelo de transformación de alturas:

Para la elaboración de un modelo de transformación de alturas se utilizaron unos 300 puntos pertenecientes a la red de la Pcia. de Buenos Aires que fue apoyada en mojones con cota conocida distribuidos a lo largo del territorio provincial. En cada uno de estos puntos es posible calcular $N = h - H$ donde h es la altura elipsoidal obtenida con GPS y H la altura sobre el nivel del mar (red altimétrica nacional).

Conocida N en estos 300 puntos, es posible interpolar su valor en cualquier otro punto y aplicarla como corrección de la altura GPS de forma tal que $H = h - N$. No obstante, como puede verse en la **Fig. 1**, la interpolación es algo incierta en zonas de borde en las que la variación de N es importante.

Esta es precisamente la situación que se presenta en las zonas de costa relevadas para este proyecto. Con el fin de facilitar la interpolación en dichas regiones se utiliza como auxiliar un modelo global (EGM08) que permite suavizar notablemente los gradientes de N (**Fig. 2**).

De este modo es posible interpolar la diferencia N observada – N_{egm08} con facilidad para cualquier punto de la costa, y luego calcular puntualmente para dicho punto la contribución del modelo (N_{egm08}) y estimar así un valor de N que permita recuperar H a partir de la medición de h .

3. Introducción:

Se propone obtener las coordenadas geodésicas y cotas sobre el nivel del mar de un conjunto de puntos sobre la costa que sirvan de apoyo a los trabajos topográficos desarrollados en el marco de este proyecto.

La técnica más eficiente para el posicionamiento en tres dimensiones es el posicionamiento satelital GPS, que no puede utilizarse directamente para determinar cotas sobre el nivel del mar. La técnica proporciona alturas elipsoidales (o geodésicas) que están referidas a un elipsoide particular, materializado por un marco de referencia específico, en este caso, POSGAR 07 (www.ign.gov.ar/proyectos/posgar2007)..

No obstante el grupo responsable de esta etapa del proyecto ha desarrollado un modelo local (Provincia de Buenos Aires) que permite utilizar esta herramienta para realizar estudios de nivelación, transporte de cotas, control de obras, modelado del terreno, etc.¹, que ha sido utilizado con éxito en dos partidos, General Madariaga y General Lavalle^{2,3}.

Para la región específica de este proyecto, costa de la Pcia. de Buenos Aires, será necesario utilizar un modelo geopotencial global (EGM08, <http://earth-info.nga.mil/GandG/wgs84/gravitymod/egm2008>) para evitar efectos de borde.

Objetivos:

- Materializar al sistema POSGAR 07 en cada una de las zonas de trabajo.
- Desarrollar un modelo de transformación de alturas específico para la región y el proyecto.
- Transformar las alturas GPS de todos los puntos medidos a cotas sobre el nivel del mar.

¹ Perdomo, R., Del Cogliano, D., 1999. The geoid in Buenos Aires region. International Geoid Service, Bull. Nro 9.

² Perdomo, R., Mendoza, L., Del Cogliano, D., 2004. Una Aplicación del modelo de transformación de alturas de la Prov. De Bs. As. (Altimetría con GPS en el Partido de Gral. Lavalle). Actas de la XXII Reunión Científica de la Asoc. Arg. de Geofísicos y Geodestas, Bs. As., 2004.

³ Bagú, D., Perdomo, R., Del Cogliano, D., 2006. Aplicación del modelo de transformación de alturas de la Prov. De Buenos Aires en el partido de Gral. Madariaga. GEOACTA Vol 32, 19-26, 2007.

4. Materiales y métodos

El sistema de posicionamiento GPS permite obtener coordenadas precisas en un marco de referencia global materializado por algún marco de referencia nacional o provincial.

La precisión del sistema está condicionada por la metodología de medición y procesamiento. Para el caso de requerimientos de precisión centimétrica es necesario utilizar metodología diferencial (o de posicionamiento relativo).

Esta metodología está basada en la medición simultánea con dos o más equipos, uno de los cuales debe estar en un punto de posición conocida en el marco de referencia adoptado.

A su vez hay que distinguir entre mediciones diferenciales estáticas, todos los equipos están quietos, o cinemáticas, un equipo fijo y otros en movimiento. En el primer caso, es el tipo de metodología que se emplea para la materialización del sistema de referencia en la zona de trabajo.

Se trabaja con 3 equipos GPS geodésicos de doble frecuencia:

2 receptores marca Trimble modelo 4700

1 receptor marca Trimble modelo 4000 SSE

Los equipos se utilizan en forma simultánea ocupando uno de ellos un punto fijo con coordenadas conocidas, y los restantes, los puntos a relevar

Los puntos fijos, en cada sesión se ubican de forma tal que las distancias entre los receptores fijos y móviles se mantengan siempre por debajo de los 30 km. Estas distancias cortas aseguran la máxima precisión del sistema.

Plan de Acción:

- Reconocimiento general del terreno.
- Planificación y diseño de un programa de observación.
- Medición en puntos fijos y puntos a relevar.
- Procesamiento con software específico para obtener coordenadas geodésicas en el marco POSGAR 07.
- Transformación de alturas GPS a cotas sobre el nivel medio del mar con un modelo específico.

5. Resultados

5.1 Reconocimiento general del terreno y planificación y diseño de un programa de observación.

A principios del mes de marzo de 2010 se realizaron trabajos de reconocimiento. Esta primera etapa consistió principalmente en la búsqueda de referencias existentes (puntos fijos de la red geodésica provincial), relevamiento de accesos y caminos, y localización de puntos a relevar previamente indicados.

Como se propuso oportunamente, el marco de referencia para este proyecto debe ser POSGAR 07, sistema oficialmente aprobado por los organismos responsables.

Para ello se localizaron los siguientes puntos de control (puntos fijos de la red geodésica provincial):

PIPI: Pipinas, sobre camino perpendicular a la ruta 36 que corre por la vieja vía.

VGES: Villa Gesell, sobre camino que une Mar Azul con ruta 11 antigua.

MAJ1: Mar de Ajó, sobre camino principal de acceso a Mar de Ajó.

MCHI: Mar Chiquita, punto trigonométrico próximo a escuela sobre ruta 11

MPL1: Mar del Plata, piedra fundamental del puerto

MIRA: Miramar, sobre camino de acceso a Miramar desde ruta 88

NECO: Necochea, sobre camino a balneario Los Angeles

Relevamiento de accesos, caminos, y puntos a relevar:

Se reconocieron los puntos indicados en la desembocadura del río Salado, Cerro de la Gloria, San Clemente, Las Toninas, Santa Teresita, Mar del Tuyú, Mar de Ajó, Punta Médanos, Villa Gesell, Mar azul, Mar Chiquita, Camet Norte, El Alfar, Mar del Sud Sur, Mar del Sud Norte, Arenas Verdes, Costa Bonita y Las Grutas (Necochea).

En todos los casos se seleccionaron localizaciones muy próximas para disponer de un horizonte limpio para la recepción satelital. Asimismo, se estableció un segundo punto auxiliar para facilitar la orientación de las mediciones topográficas.

5.2 Construcción del marco geodésico de referencia. Posicionamiento de varios puntos fijos dentro del terreno vinculados a la red POSGAR 07.

Los puntos de control con coordenadas conocidas se listan en la **Tabla 1**. Estas coordenadas se refieren a las publicadas en la página oficial del IGN.

Tabla 1: coordenadas geodésicas de los puntos de control en el sistema POSGAR 07

Identificación	Latitud			Longitud			Altura Elipsoidal m
	°	'	"	°	'	"	
PIPI	-35	31	46,3380	-57	18	46,2177	25,54
VGES	-37	19	31,2347	-57	08	04,6378	20,16
MAJ1	-36	43	16,6640	-56	40	39,0018	19,93
MCHI	-37	43	12,2370	-57	27	04,9897	19,31
MPL1	-38	03	02,5990	-57	32	28,2832	20,49
MIRA	-38	10	38,0145	-57	56	39,9769	59,94
NECO	-38	35	31,5874	-58	51	40,5072	30,32

Tabla 2: esquema de vinculaciones de los puntos relevados sobre la costa con los puntos de control indicados en la tabla 1

Identificación del punto a relevar	Punto de Control	Punto con posición ya determinada	Localidad
RSAL	PIPI		Río Salado
CA15		RSAL	Cerro de la Gloria
AJ01	MAJ1		Mar de Ajó
AJ02		AJ01	Mar de Ajó
AJ00 (auxiliar)		AJ01	Mar de Ajó
ME01		AJ01	Punta Médanos
ME02		ME01	Punta Médanos
MT01		AJ00	Mar del Tuyú
MT02		MT01	Mar del Tuyú
ST01		AJ00	Santa Teresita
ST02		ST01	Santa Teresita
TO01		MT01	Las Toninas
TO02		TO01	Las Toninas
CL01		MT01	San Clemente
CL02		CL01	San Clemente
VG00 (auxiliar)	VGES		Villa Gesell
VG01		VG00	Villa Gesell
VG02		VG00	Villa Gesell
MA01		VG00	Mar Azul
MA02		VG00	Mar Azul
MC01	MCHI		Mar Chiquita
MC02		MC01	Mar Chiquita
CA01	MCHI		Camet Norte
CA02		CA01	Camet Norte
AF01	MPL1		El Alfar
AF02		AF01	El Alfar
MSS1 (sur)	MIRA		Mar del Sur
MSS2 (sur)		MSS1	Mar del Sur
MSN1 (norte)		MSS1	Mar del Sur
MSN2 (norte)		MSN1	Mar del Sur
NE00 (auxiliar)	NECO		Necochea
NE01		NE00	Necochea
NE02		NE01	Necochea
CB01		NE00	Costa Bonita
CB02		CB01	Costa Bonita
AV01		NE00	Arenas Verdes
AV02		AV01	Arenas Verdes

Cada fila de la **Tabla 2** corresponde a una base (dos equipos funcionando simultáneamente) efectivamente medida en el marco de este proyecto de donde se desprende que se midieron 37 bases.

Cabe aclarar también que 32 de ellas permiten posicionar los puntos a relevar, pero además fue necesario dar coordenadas a 3 puntos auxiliares por razones operativas (acortar distancias de las bases, evitar superposiciones con el equipo de topografía, etc.). Estos puntos auxiliares son VG00, AJ00 y NE00.

La **Tabla 2** muestra como se planificó y llevó adelante el trabajo de campo. Por ejemplo, en la zona de Mar de Ajó, el punto de control MAJ1 se ocupó una sola vez para dar coordenadas al punto AJ01 y este a su vez se utilizó para dar coordenadas a AJ02, AJ00 y ME01. Luego a partir de AJ00, se posicionaron MT01 y ST01, y así siguiendo se puede reconstruir la lógica del trabajo de campo, donde en todo los casos se arrancó de un punto de control, pero luego se utilizaron distintos puntos según la conveniencia operativa.

Tabla 3: coordenadas geodésicas de los puntos relevados en el sistema POSGAR 07

Identificación	Latitud			Longitud			Altura Elipsoidal m
	°	'	"	°	'	"	
RSAL	-35	44	47,7322	-57	22	50,3575	19,27
CA15	-35	58	23,6141	-57	26	58,8487	23,06
AJ01	-36	44	21,6898	-56	40	23,0080	18,04
AJ02	-36	44	20,0788	-56	40	23,6759	18,06
AJ00	-36	44	21,67	-56	40	22,8163	18,64
ME01	-36	53	57,3832	-56	40	54,7576	19,88
ME02	-36	53	55,7509	-56	40	56,1982	20,04
MT01	-36	33	32,2497	-56	41	16,8972	19,24
MT02	-36	33	33,1672	-56	41	15,9896	18,83
ST01	-36	32	07,6195	-56	41	19,6955	18,30
ST02	-36	32	04,5673	-56	41	19,8213	18,54
TO01	-36	28	20,9266	-56	41	41,0755	18,13
TO02	-36	28	21,0457	-56	41	37,5915	17,98
CL01	-36	21	06,6228	-56	43	11,8671	17,36
CL02	-36	21	09,4590	-56	43	09,6694	18,00
VG00	-37	16	46,6735	-56	58	57,1845	20,12
VG01	-37	15	34,0303	-56	57	59,4305	18,18
VG02	-37	15	33,2237	-56	57	58,97	16,85
MA01	-37	20	35,6351	-57	1	43,7780	18,14
MA02	-37	20	38,0059	-57	1	41,0475	17,49
MC01	-37	44	51,9556	-57	25	15,2130	18,16
MC02	-37	44	52,0039	-57	25	16,5284	18,19
CA01	-37	49	42,9069	-57	29	33,5519	20,65
CA02	-37	49	41,4918	-57	29	33,7284	20,96
AF01	-38	06	07,7147	-57	33	21,6548	19,95
AF02	-38	06	05,5283	-57	33	23,7900	21,32
MSS1	-38	21	03,4315	-57	59	47,0371	17,69
MSS2	-38	21	02,0337	-57	59	44,9851	21,41
MSN1	-38	20	49,3356	-57	59	21,7470	18,87
MSN2	-38	20	46,6793	-57	59	19,8394	19,74

Tabla 3: (continuación) coordenadas geodésicas de los puntos relevados en el sistema POSGAR 07

Identificación	Latitud			Longitud			Altura Elipsoidal m
	°	'	"	°	'	"	
NE00	-38	34	40,4546	-58	42	19,7715	17,92
NE01	-38	36	38,9108	-58	48	19,6914	21,24
NE02	-38	36	39,2964	-58	48	23,1762	21,80
CB01	-38	33	45,8148	-58	37	34,6582	18,42
CB02	-38	33	44,3499	-58	37	35,7420	19,79
AV01	-38	33	00,5626	-58	33	47,3560	21,64
AV02	-38	33	00,0120	-58	33	45,5955	21,04

La **Tabla 4** muestra las coordenadas de los mismos puntos en proyección plana Gauss Krüger en el sistema POSGAR 07 (elipsoide WGS84).

Tabla 4: coordenadas planas en proyección Gauss Krüger sistema POSGAR 07 de los puntos relevados

Identificación	X Gauss Krüger	Y Gauss Krüger
RSAL	6044473.51	6465569.21
CA15	6019300.36	6459441.34
AJ01	5934329.69	6529200.75
AJ02	5934379.40	6529184.35
AJ00	5934330.28	6529205.51
ME01	5916585.83	6528354.00
ME02	5916636.27	6528318.50
MT01	5954353.42	6527928.84
MT02	5954325.06	6527951.32
ST01	5956962.36	6527867.69
ST02	5957056.45	6527864.87
TO01	5963951.80	6527358.01
TO02	5963947.85	6527444.73
CL01	5977345.72	6525136.56
CL02	5977258.14	6525191.10
VG00	5874421.03	6501547.44
VG01	5876660.13	6502970.98
VG02	5876684.99	6502982.33
MA01	5867362.18	6497445.62
MA02	5867289.12	6497512.85
MC01	5822380.85	6462905.63
MC02	5822379.21	6462873.43
CA01	5813379.51	6456628.39
CA02	5813423.11	6456623.84
AF01	5782984.08	6451231.44
AF02	5783051.18	6451179.02
MSS1	5755042.04	6412901.50
MSS2	5755085.68	6412950.86
MSN1	5755483.29	6413510.94
MSN2	5755565.69	6413556.39

Tabla 4: (continuación) coordenadas planas en proyección Gauss Krüger sistema POSGAR 07 de los puntos relevados

Identificación	X Gauss Krüger	Y Gauss Krüger
NE00	5728939.69	6351380.66
NE01	5725120.11	6342739.64
NE02	5725106.56	6342655.55
CB01	5730749.85	6358252.71
CB02	5730794.56	6358225.67
AV01	5732240.85	6363732.51
AV02	5732258.55	6363774.85

5.3 Determinación de cotas sobre el nivel medio del mar:

La **Fig. 1** muestra la evolución en toda la Pcia. de Buenos Aires de la diferencia N ($h - H$), siendo h la altura elipsoidal que resulta de las mediciones GPS y H la altura sobre el nivel del mar previamente conocida en los mojones que forman parte de la red geodésica provincial.

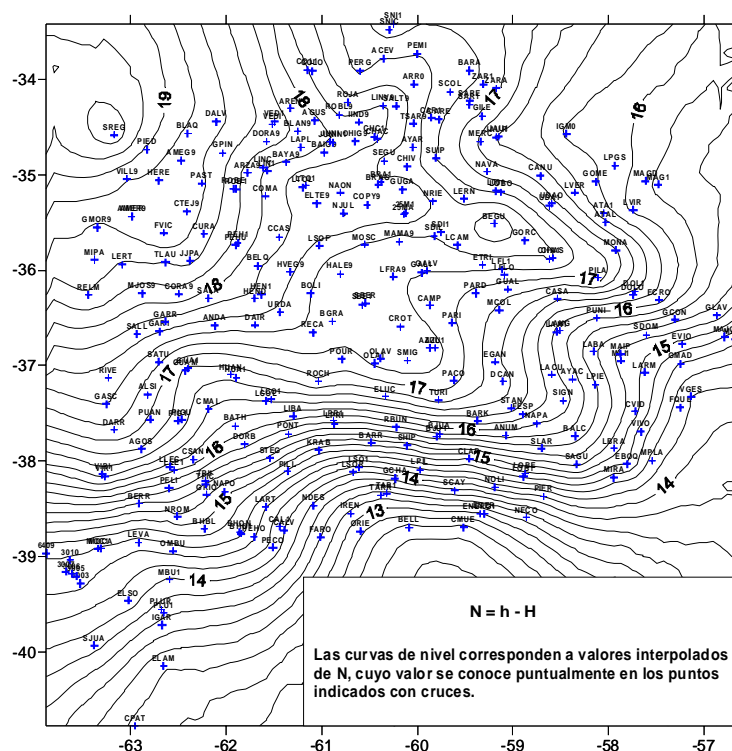


Fig. 1: curvas de nivel de N cada 20 cm sobre toda la Pcia. De Buenos Aires.

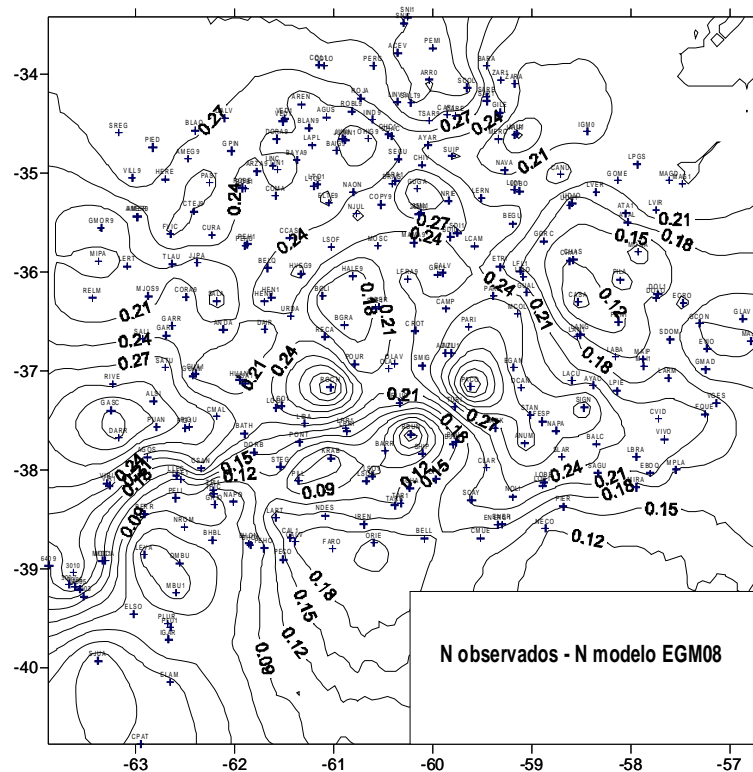


Fig. 2: curvas de nivel de Nobs - Nmod cada 3 cm sobre toda la Pcia. De Buenos Aires.

Es importante hacer notar que las curvas de nivel de la **Fig. 1** tienen una equidistancia de 20 cm, lo que implica que una interpolación en algunos sectores donde estas curvas se aprietan es de alto riesgo.

Para evitar este problema resulta conveniente trabajar con un modelo de base, el cual restado del modelo propio permite construir la **Fig. 2** en la que la equidistancia es solo de 3 cm. En este caso la interpolación es muy sencilla y es posible estimar la diferencia entre N observado – N modelo en cualquier punto de coordenadas geodésicas conocidas.

5.4 Aplicación del modelo de transformación de alturas a los puntos GPS medidos:

A partir de las coordenadas geodésicas del conjunto de puntos medidos (**Tabla 3**) se estimaron las diferencias N observado – N modelo a partir de la grilla que da lugar a la **Fig. 2**. Luego se calcularon para dichos puntos los N modelo a partir del software hsynth_WGS84 (Simon A. Holmes and Nikolaos K. Pavlis, 2008) y sumando estos a las diferencias (N observado – N modelo) + N modelo resulta una estimación del N observado.

Por otra parte $N = h - H$ pero como se puede ver en la (**Tabla 3**) los puntos medidos cuentan con el valor de h obtenido por GPS, con lo cual puede estimarse la altura sobre el nivel medio del mar a partir de la expresión $H = h - N$

Tabla 5: coordenadas geodésicas y altura sobre el nivel medio del mar (SNMM) de los puntos relevados

Identificación	Latitud			Longitud			Altura SNMM m
	°	'	''	°	'	''	
RSAL	-35	44	47,7322	-57	22	50,3575	3,46
CA15	-35	58	23,6141	-57	26	58,8487	6,57
AJ01	-36	44	21,6898	-56	40	23,0080	3,44
ME01	-36	53	57,3832	-56	40	54,7576	5,64
MT01	-36	33	32,2497	-56	41	16,8972	4,32
ST01	-36	32	7,6195	-56	41	19,6955	3,35
TO01	-36	28	20,9266	-56	41	41,0755	3,11
CL01	-36	21	06,6228	-56	43	11,8671	2,24
VG01	-37	15	34,0303	-56	57	59,4305	4,24
MA01	-37	20	35,6351	-57	1	43,7780	4,35
MC01	-37	44	51,9556	-57	25	15,2130	3,83
CA01	-37	49	42,9069	-57	29	33,5519	6,31
AF01	-38	06	7,7147	-57	33	21,6548	5,65
MSS1	-38	21	3,4315	-57	59	47,0371	3,65
MSN1	-38	20	49,3356	-57	59	21,7470	4,83
NE01	-38	36	38,9108	-58	48	19,6914	7,99
CB01	-38	33	45,8148	-58	37	34,6582	4,98
AV01	-38	33	00,5626	-58	33	47,3560	8,16

Solo se dan las cotas de un punto en cada zona relevada dado que la medición topográfica en distancias cortas es superior en precisión a GPS y la cota del segundo punto se obtendrá con precisión milimétrica a partir de esta técnica.

6 Discusión:

6.1 Sobre el marco POSGAR 07:

El marco POSGAR 07 fue adoptado por disposición del IGN en mayo de 2009 como el nuevo marco de referencia del país (www.ign.gov.ar/proyectos/posgar2007). Con esta resolución, las coordenadas geodésicas referidas a este marco son consistentes con las obtenidas en cualquier lugar del mundo en el sistema WGS84, o en el marco internacional ITRF.

En este sentido, los relevamientos que se realicen a partir de los puntos de apoyo presentados en este trabajo estarán georreferenciados en un marco consistente con todas las recomendaciones internacionales.

6.2 Sobre el modelo de transformación de alturas:

El análisis de la **Fig. 1**, indica que la transformación necesaria para pasar de alturas elipsoidales a cotas sobre el nivel del mar en la zona de trabajo es bastante grande porque las diferencias van de aproximadamente 14 m en Necochea a más de 16 m en la bahía de Samborombón.

Al contrario, al sustraer a las N observadas las que resultan del modelo EGM 08, los errores de interpolación caen por debajo de 1,5 cm (equidistancia de 3 cm) dado que la evolución de las curvas de la **Fig. 2** en la zona relevada es muy suave y permite una muy sencilla interpolación.

La información que aporta el modelo EGM 08 en la zona costera es muy valiosa porque se trata de una zona de borde del modelo propio.

7. Bibliografía básica:

Sobre GPS:

- Brunini C., Perdomo R., Brunini A., Usandivaras J. C., Hormaechea J. L., Pincioli R., Del Cogliano D. y Mayer F., GPS Seminario'98. Fac. de Cs. Astronómicas y Geofísicas, UNLP. 1998.
- Hofmann-Wellenhof B., Lichtenegger H. and Collins J.. GPS, Theory and Practice. 5ª Edición. Springer, Berlin-New York, 1997
- Seeber G. Satellite Geodesy. Walter de Gruyter, Berlin, 1993.
- Teunissen y Kleusberg. GPS for Geodesy. Springer. Germany, 1996.

Sobre Geodesia:

- Heiskanen W. and Moritz H. 1967. Physical Geodesy. Freeman. San Francisco y Londres.
- Torge W. Geodesy 3er. Edición. Walter de Gruyter, Berlin, NY, 2001.

Sobre el problema vertical y modelos de transformación de alturas:

- Del Cogliano, D., Lauría, E., Perdomo, R., D'Onofrio, E., Hermosilla, A., Maturana, R., Hormaechea, J., Rubio, W., Cimbaro, S., Mendoza, L. Aporte a la definición del sistema vertical en el extremo sur de América del Sur. Tópicos de Geociencias. Ed. Fundación Univ. Nac. De San Juan (2004).
- R. Perdomo, D'Onofrio E., Fiore M., Mayer F. y Ramos R.. 1999. La Referencia Vertical en Contribuciones a la geodesia en la Argentina de fines del siglo XX. UNR Editora.
- Perdomo R., Del Cogliano D., Di Crotche N. and Neuman K. Advances in the calculation of a height transformation model in Buenos Aires province. IAG, actas de la Reunión de Cartagena, 2001.
- Modelo de geoide en el noroeste de la provincia de Buenos Aires. Gomez, M.E., Perdomo, R. y Del Cogliano, D.. GEOACTA vol 31, 101-108, 2006.

6. Anexo: Metodología, monografías e imágenes de campo

Puesta en estación y operación estática:

Imagen 1: En primer plano, se muestra un típico mojón alimétrico. La cota publicada se refiere a la parte superior de la placa de bronce, constituida por un tetón de forma semi esférica. Al momento de instalar la antena GPS sobre el mojón, es necesario medir la altura de la antena desde la parte superior del tetón, para referir la posición GPS al mismo punto en el cual se conoce la cota sobre el nivel del mar. En la imagen, se puede ver el extremo de una regla rígida apoyada en el tetón, y cuya parte superior permite leer la altura de la antena respecto de este punto.



Imagen 1

La antena GPS instalada sobre un mojón se puede ver en la **Imagen 2**, se trata del PF top 07 N (30) a, localizado en Mar de Ajó (MAJ1). Esta modalidad de operación se denomina estática, o fija. El equipo receptor GPS permanece operando sobre el punto el tiempo que se considere necesario. La antena GPS se sitúa sobre el mojón, centrado en el tetón con precisión milimétrica por plomada óptica y base nivelante.



Imagen 2

Breves monografías de los puntos relevados

San Clemente:

CL01: esquina de calle 4 norte y avenida Costanera. El punto se encuentra en el extremo de la vereda divisoria de ambas manos de la avenida Costanera.



CL02: esquina de calle 3 norte y avenida Costanera. El punto se encuentra sobre un pequeño muro que da acceso a la playa.



Las Toninas:

TO01: esquina de calle 6 y calle 1, ochava noroeste. El punto está materializado por una estaca de hierro pintada de rojo junto a un mojón de cemento. La cota se refiere a la parte superior de la estaca de hierro.



TO02: sobre calle 6 próximo a costanera. El punto se encuentra sobre la vereda de acceso a estacionamiento.



Santa Teresita:

ST01: esquina de calle 32 y avenida costanera. El punto se encuentra en el cordón de la vereda de acceso a la playa.



ST02: esquina de calle 31 y avenida costanera. El punto se encuentra en la vereda de acceso a la playa.



Mar del Tuyú:

MT01: avenida 58 y la costa. El punto se encuentra en la rambla divisoria de ambas manos de la avenida Costanera, sobre una base de cemento, a unos 8 m hacia el mar contados desde el monumento a la virgen.



MT02: desde avenida 58 tomando hacia la derecha por vereda costanera. El punto se encuentra sobre el muro que separa la vereda de la playa.



Mar de Ajo:

AJ01: calle Torino y avenida Costanera. El punto se encuentra sobre un pilar en el mirador que da a la playa.



AJ02: continuando por avenida Costanera en dirección al centro. El punto se encuentra sobre el cordón a unos 50 m de la esquina de Torino y Costanera.



Punta Médanos:

ME01: en el acceso a la playa de Punta Médanos sobre el playón de estacionamiento. El punto se encuentra próximo al vértice sureste del playón. El más alejado del camino de acceso desde la ruta.



ME02: en el acceso a la playa de Punta Médanos sobre el playón de estacionamiento. El punto se encuentra próximo al vértice noroeste del playón y al camino de acceso desde la ruta.



Villa Gesell:

VG01: calle 105 y costanera. El punto se encuentra sobre la vereda del hotel Atlántico.



VG02: calle 105 y costanera. El punto se encuentra sobre la vereda en la ochava del hotel Atlántico.



Mar Azul:

MA01: appart hotel Hostal del Mar. El punto se encuentra dentro del parque del hotel marcado por estaca metálica junto a cerca de madera. La referencia de altura es la parte superior de la estaca metálica.



MA02: appart hotel Hostal del Mar. El punto se encuentra sobre la playa marcado por estaca de madera.



Mar Chiquita:

MC02: Avenida San Martín y la costa. Sobre la vereda del monumento a los caídos en Malvinas.



MC01: Avenida San Martín y la costa. Sobre el muro que separa la playa de la vereda de acceso a la playa.



Camet Norte:

CA01: esquina de Libres del Sur y V. de la Plaza. El punto se encuentra sobre un soporte de guardrail metálico. En la foto corresponde al ángulo indicado en negro.



CA02: sobre Libres del Sur en dirección a H. Irigoyen. El punto se encuentra sobre poste bajo de madera divisorio de dos casas.



El Alfar:

AF01: primer acceso al mar contiguo a Balneario Mirador 9 (en dirección a Mar del Plata). El punto se encuentra sobre el muro que separa al estacionamiento de la playa.

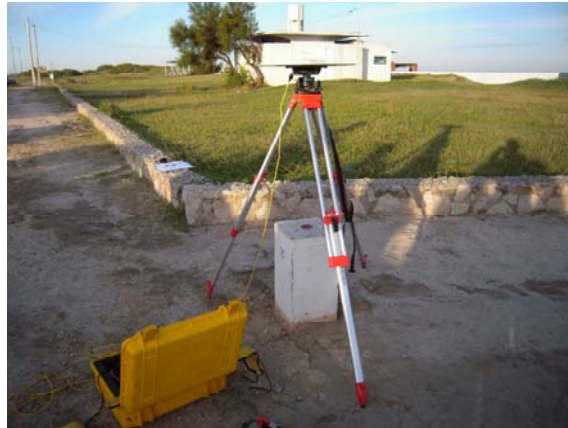


AF02: primer acceso al mar contiguo a Balneario Mirador 9 (en dirección a Mar del Plata). El punto se encuentra sobre la vereda de los vestuarios del balneario.



Mar del Sur:

MSN1: esquina de calle 11 y avenida 100. El punto se encuentra sobre un mojón en la vereda de acceso a la playa a unos 90 m de la esquina mencionada en dirección suroeste.



MSN2: esquina de calle 11 y avenida 100. El punto se encuentra sobre la calle al borde del cordón de la rambla divisoria de manos de la avenida 100. La referencia de altura es a nivel de la calle.



Mar del Sur:

MSS1: unos 800 m al suroeste del MSN2, sobre la playa. El punto se encuentra sobre el paredón de contención del médano y la playa.



MSS2: unos 800 m al suroeste del MSN2, sobre la playa. El punto se encuentra sobre un poste bajo en la vereda lindera con el médano.



Necochea (Las Grutas):

NE01: sobre avenida Costanera próximo al monumento a la virgen. El punto se encuentra sobre estaca de madera cercana al monumento.



NE02: continuando unos 90 m por Costanera se encuentra camino a camping. El punto de encuentro en el cruce sobre un poste bajo de alambrado.



Costa Bonita:

CB01: calle 7 (El Zorzal) y Costanera. El punto se encuentra sobre la vereda de acceso a la playa.

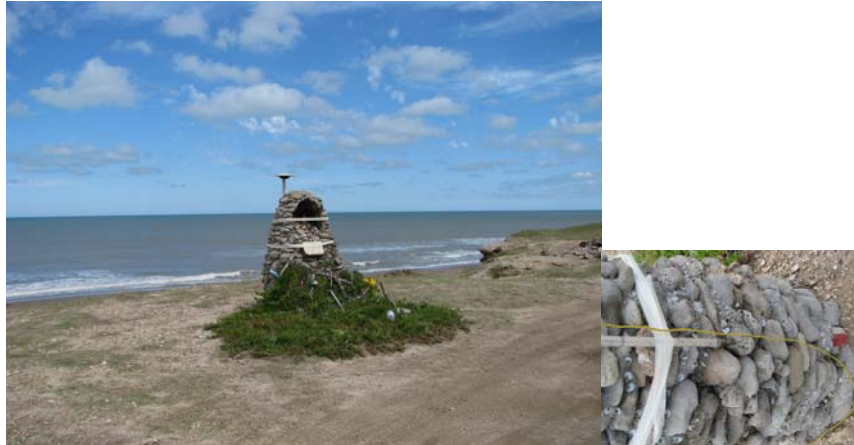


CB02: calle 7 (El Zorzal) y Costanera. El punto se encuentra sobre un macetero (el quinto desde la esquina) que limita la playa de estacionamiento.



Arenas Verdes:

AV01: Costanera y monumento a la virgen (a unos 6 km de Costa Bonita). El punto se encuentra en la base del monumento a la virgen a espaldas de la imagen.



AV02: por Costanera a unos 50 m de AV01 en dirección noreste. El punto se encuentra sobre una piedra próxima al acantilado.



Desembocadura Río Salado:

RSAL: Sobre el puente carretero de la ruta 11 que cruza sobre el río Salado. El punto se encuentra sobre mano derecha, volviendo desde Co de la Gloria hacia Pipinas, antes de cruzar.



Cerro de la Gloria, Canal 15:

CA15: El punto se encuentra en la base de un monumento con placa alusiva junto al canal 15, al otro lado de la ruta con respecto al puesto de la policía caminera.



Nota final: En todos los casos se pintaron pequeños círculos rojos señalando cada punto.