

Evaluación de Modelos Geopotenciales Globales de GOCE en Argentina

M. C. Bollini(1,2) , C. Tocho(1), D. Del Cogliano(1)

*(1)Facultad de Ciencias Astronómicas y Geofísicas, UNLP,
Argentina*

*(2)Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y
Técnicas (CONICET), Argentina*



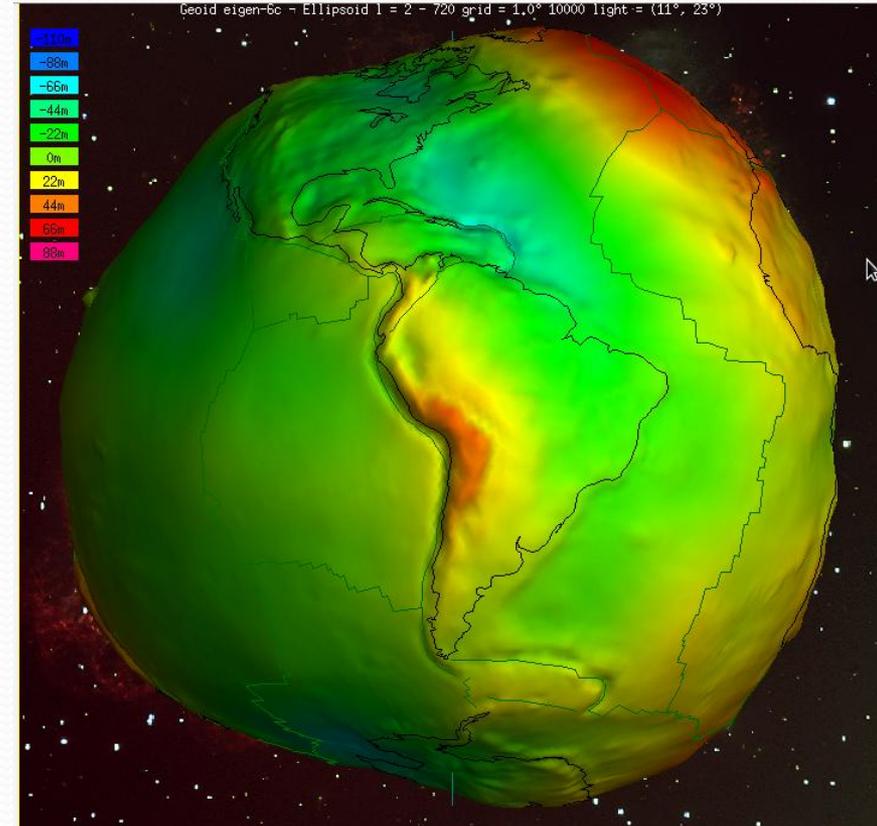
Objetivo

Evaluar si la incorporación de los datos de GOCE a los más recientes Modelos Geopotenciales Globales (GGMs) proporciona una mejora en la representación del campo de gravedad terrestre.

La evaluación se hizo dentro del territorio de la República Argentina.

Introducción

Los Modelos Geopotenciales Globales (GGMs) son conjuntos de coeficientes que permiten expresar el campo de gravedad terrestre como un desarrollo en armónicos esféricos.



$$V(r, \theta, \lambda) = \frac{GM}{r} \left[1 + \sum_{n=2}^{\infty} \left(\frac{a}{r} \right)^n \sum_{m=0}^n \left(\underbrace{\bar{C}_{nm}}_{\downarrow} \cos m\lambda + \underbrace{\bar{S}_{nm}}_{\downarrow} \sin m\lambda \right) \bar{P}_{nm}(\cos \theta) \right]$$

Los coeficientes son obtenidos con datos de mediciones satelitales y terrestres.

Introducción

La misión satelital GOCE (Gravity field and steady-state Ocean Circulation Explorer) fue lanzada en marzo de 2009. Sus principales metas son:

- Determinar anomalías de gravedad con una precisión de 1 mGal.
- Determinar el geoide con una precisión de 1-2 cm.
- Alcanzar estos objetivos con una resolución espacial de 100 km.



Altura: 250 km

Modelos evaluados

Nombre	Grado/ Orden	Datos	Resolución
AIUB-GRACE03S	160/160	S(Grace)	125 km
EIGEN-6C	1420/1420	S(Goce, Grace, Lageos), G, A	14 km
GOCO02S	250/250	S(Goce, Grace, Champ)	80 km
GO-CONS-GFC-2-DIR-R2	240/240	S(Goce)	83 km
GO-CONS-GFC-2-SPW-R2	240/240	S(Goce)	83 km
GO-CONS-GFC-2-TIM-R2	250/250	S(Goce)	80 km
EGM2008	2190/2159	S(Grace), G, A	9 km

**Elipsoide
de
referencia:
WGS84**

Sistema de mareas permanentes: tide free.

S=Datos de Rastreo Satelital, G=Datos de Gravedad, A=Datos de Altimetría Satelital.

Datos disponibles

415 puntos GPS/nivelación

- Pertenecientes a la red nacional POSGAR07 y a las redes geodésicas provinciales.
- En ellos se cuenta además de las alturas elipsoidales h , con alturas niveladas H publicadas por el IGN.

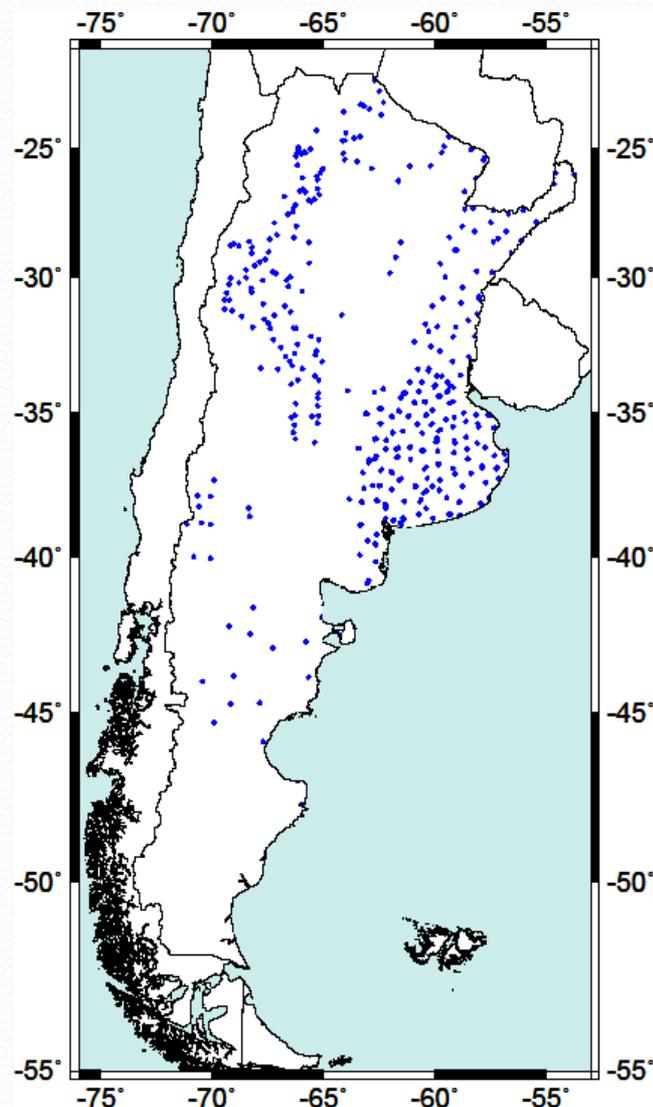
→ $N_{\text{obs}} = h - H$

Las alturas H carecen de correcciones de gravedad, por lo que no pueden ser consideradas ortométricas.

*POSGAR07
está basado en
ITRF05
época 2006.632
y es compatible
con SIRGAS*

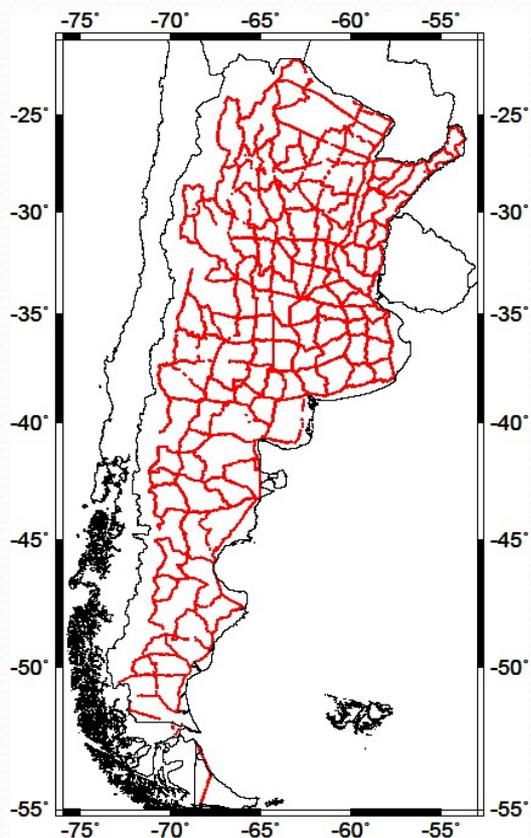


Se obtienen pseudo
ondulaciones
del geoide.

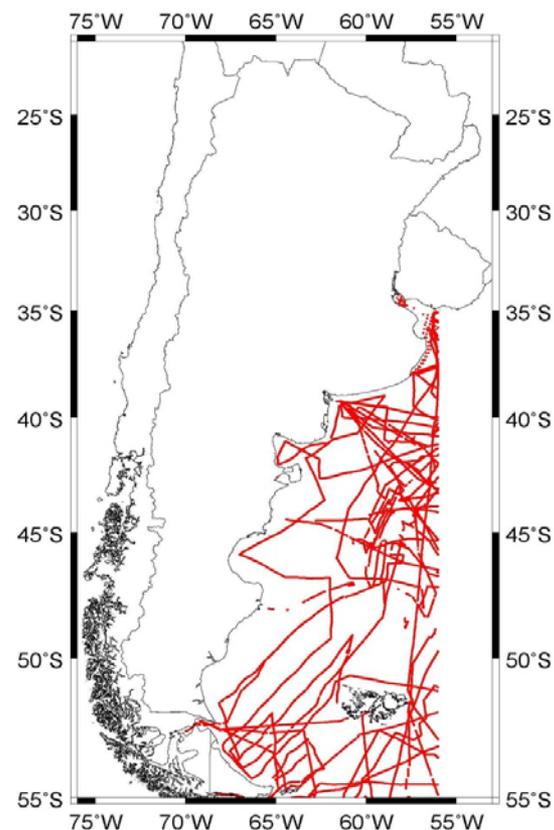


Datos disponibles

Anomalías de aire libre en 13704 puntos terrestres obtenidos a partir de datos de gravedad medidos por el IGN. Gravedad normal: elipsoide de referencia GRS80.



Anomalías de aire libre en 12818 puntos marinos provistas por la Bureau Gravimétrique International (BGI).



Δg_{obs}

Metodología

Se analizaron estadísticamente las diferencias entre el valor observado y calculado con los modelos para la ondulación del geode N y para la anomalía de aire libre Δg .



$$N_{\text{obs}} - N_{\text{mod}} \quad \Delta g_{\text{obs}} - \Delta g_{\text{mod}}$$

• N_{mod} se calculó con el programa HARMONIC_SYNTX_WGS84 en los puntos de doble altura:

$$N = \zeta + \frac{\Delta g_B}{\gamma} H + N_0 \rightarrow -41 \text{ cm}$$

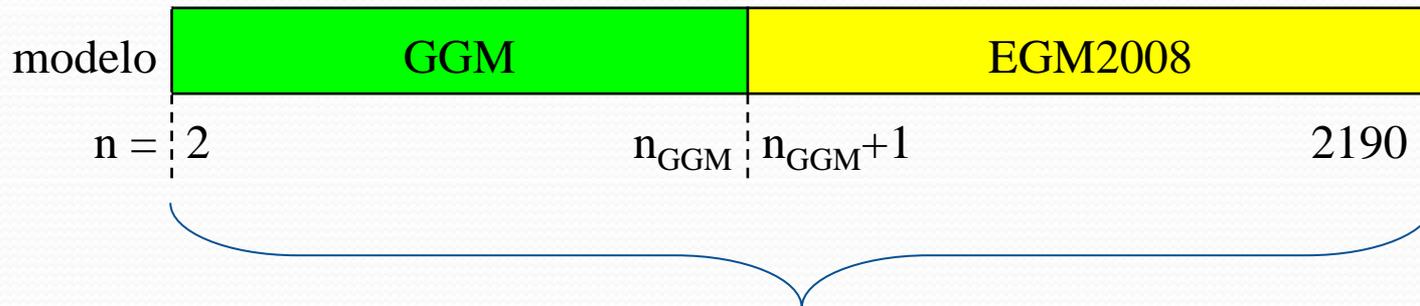
• Δg_{mod} se obtuvo con el calculador online provisto por el ICGEM en una grilla \rightarrow interpolación en los puntos de valor observado.

Metodología

Para comparar los modelos se aplicó el Método de mejora espectral **SEM** (**S**pectral **E**nhancement **M**ethod) generando los “modelos combinados”.



Se completan los GGMs hasta un mismo grado y orden. En este trabajo se completaron los GGMs hasta grado 2190 y orden 2159 con los coeficientes del EGM2008.



modelo combinado

Resultados

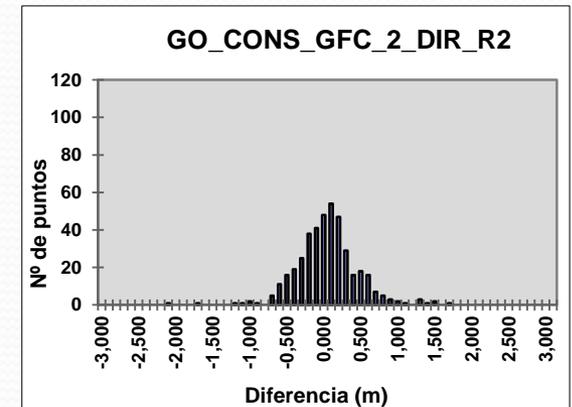
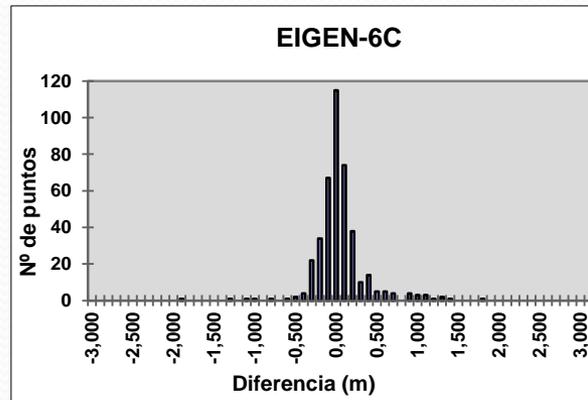
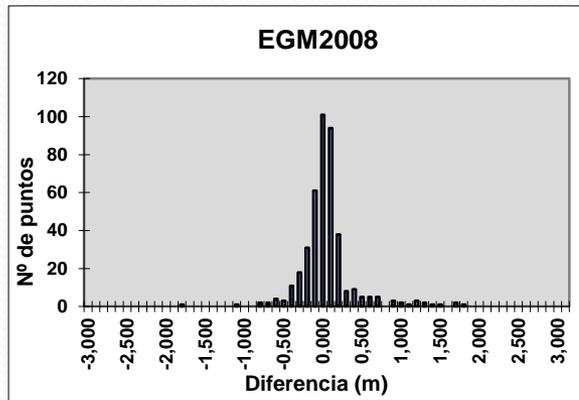
Estadística de las diferencias $N_{obs} - N_{mod}$ para los GGMs y el EGM2008 restringido a los grados n_{GGM} . Unidades: [m]. Cantidad de puntos: 415

ARGENTINA	min	max	promedio	desv est
AIUB-GRACE03S	-1.926	2.297	0.332	0.692
EGM2008 (hasta n=160)	-2.036	2.416	0.317	0.607
EIGEN-6C	-0.904	2.571	0.376	0.397
EGM2008 (hasta n=1420)	-0.831	2.716	0.393	0.432
GOCO02S	-1.887	2.034	0.249	0.464
EGM2008 (hasta n=250)	-1.013	2.659	0.268	0.466
GO_CONS_GFC_2_DIR_R2	-1.733	2.095	0.257	0.513
EGM2008 (hasta n=240)	-1.290	2.585	0.277	0.480
GO_CONS_GFC_2_SPW_R2	-2.237	2.101	0.256	0.481
EGM2008 (hasta n=240)	-1.290	2.585	0.277	0.480
GO_CONS_GFC_2_TIM_R2	-1.869	2.051	0.241	0.466
EGM2008 (hasta n=250)	-1.013	2.659	0.268	0.466
EGM2008 (n máximo=2190)	-0.813	2.620	0.395	0.431

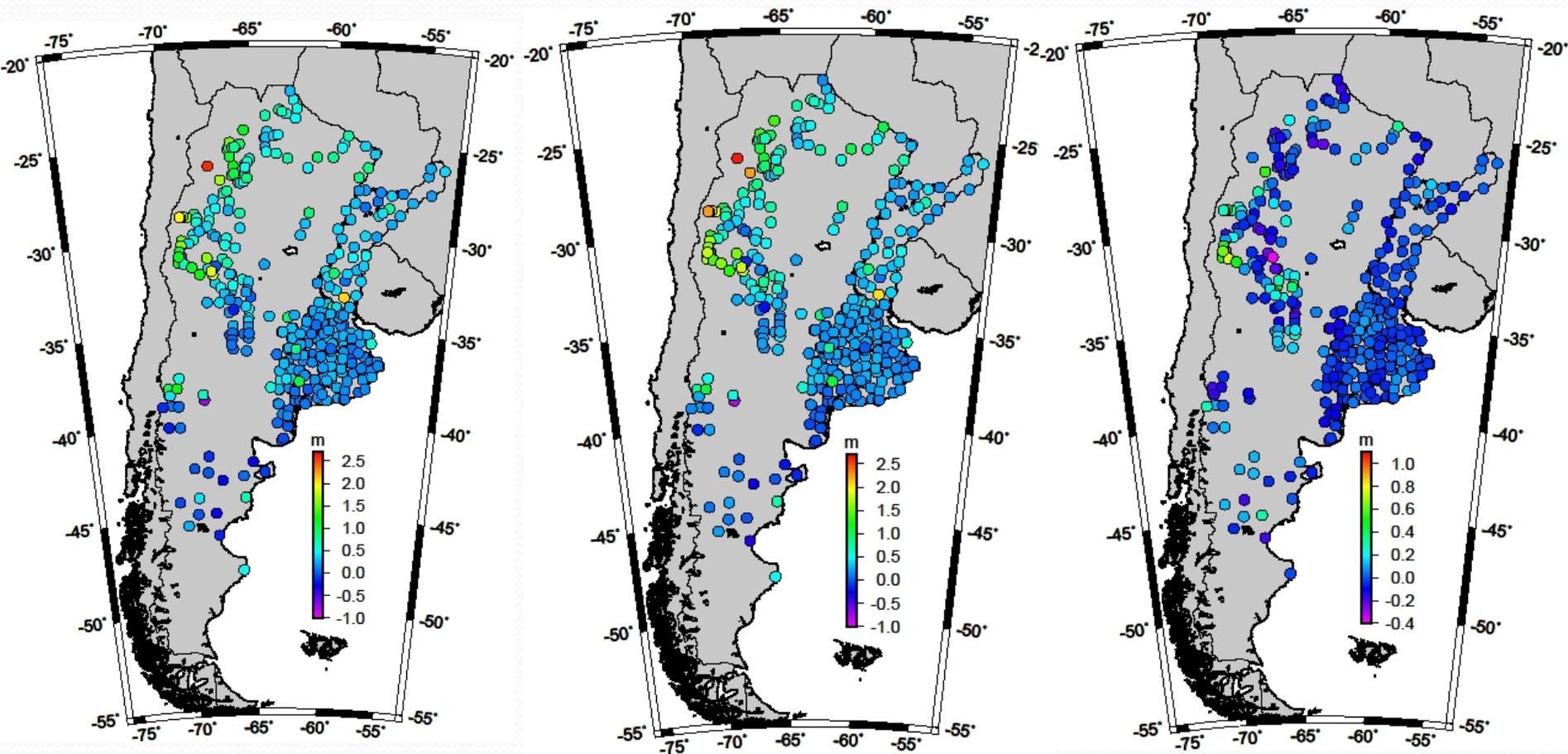
Resultados

Estadísticas de $N_{obs} - N_{mod}$ usando modelos combinados y aplicando una transformación de 4 parámetros. Unidades: [m]. Cantidad de puntos: 415

ARGENTINA	min	max	promedio	desv est
EGM2008	-0.813	2.620	0.395	0.431
EGM2008 transf.	(-1.820)	(1.780)	(0.002)	(0.344)
EIGEN-6C	-0.904	2.571	0.376	0.397
EIGEN-6C combinado	-1.356	2.063	0.366	0.386
EIGEN-6C comb+transf.	(-1.990)	(1.780)	(0.001)	(0.323)
GO_CONS_GFC_2_DIR_R2	-1.733	2.095	0.257	0.513
GO_CONS_GFC_2_DIR_R2 combinado	-1.495	2.000	0.365	0.472
GO_CONS_GFC_2_DIR_R2 comb+transf.	(-2.130)	(1.630)	(0.001)	(0.422)



Resultados

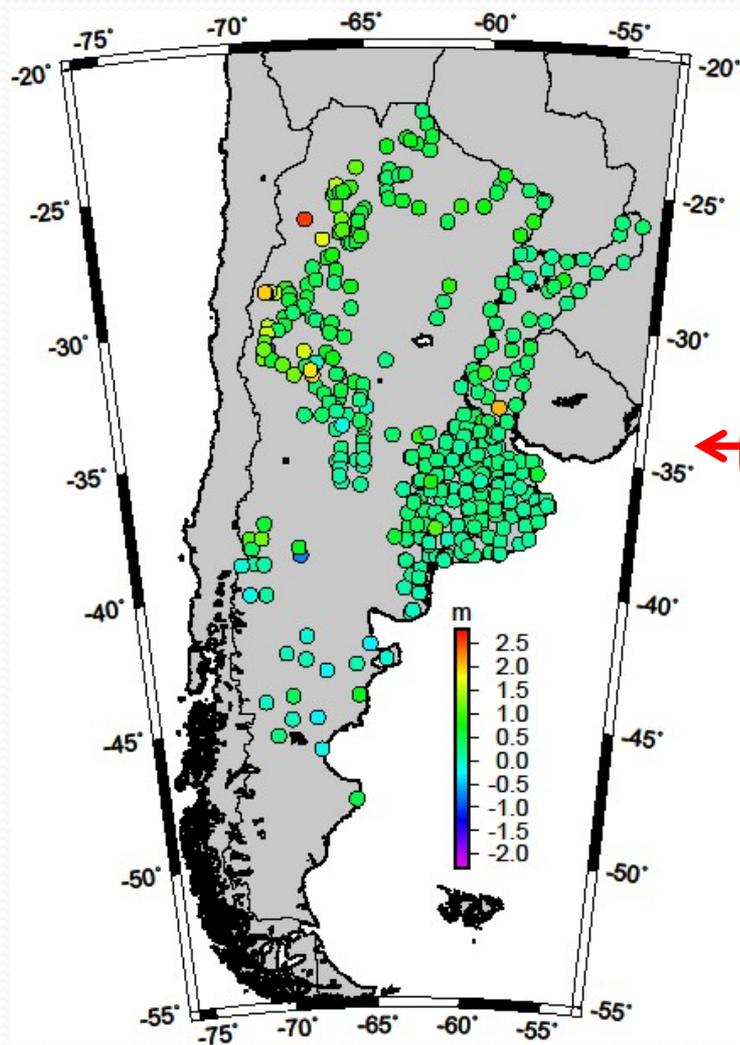


$N_{\text{obs}} - N_{\text{EIGEN-6C}}$

$N_{\text{obs}} - N_{\text{EGM2008}}$

$N_{\text{EIGEN-6C}} - N_{\text{EGM2008}}$

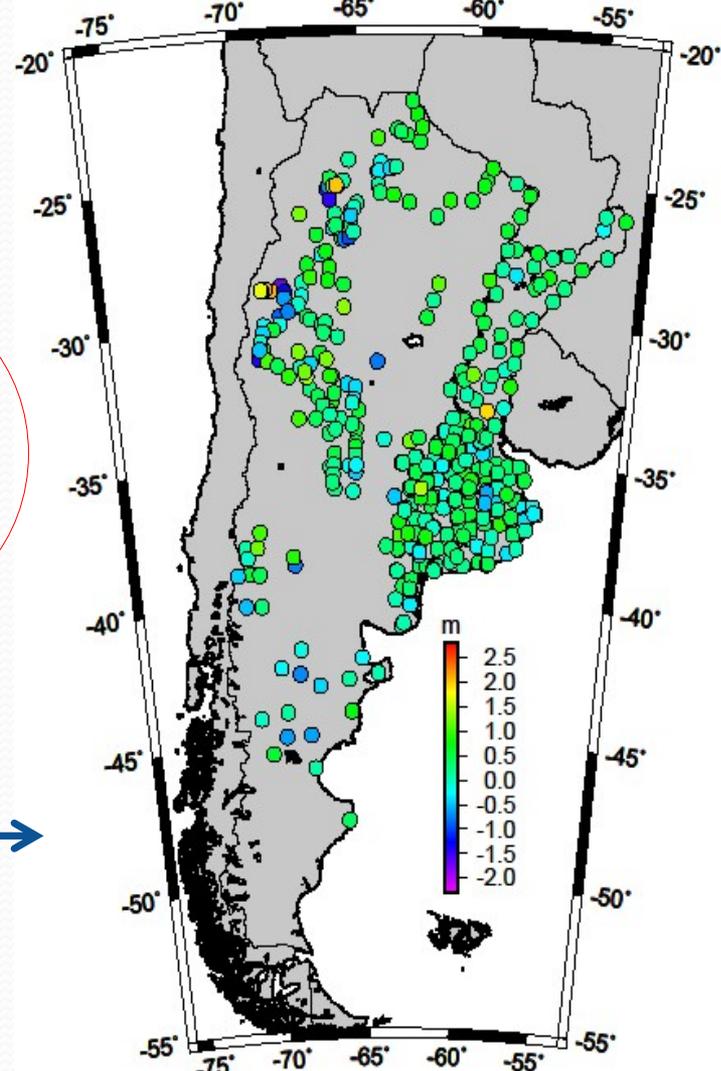
Resultados



$N_{obs} - N_{EIGEN-6C}$

datos
GOCE
+
datos
terrestres

datos
GOCE

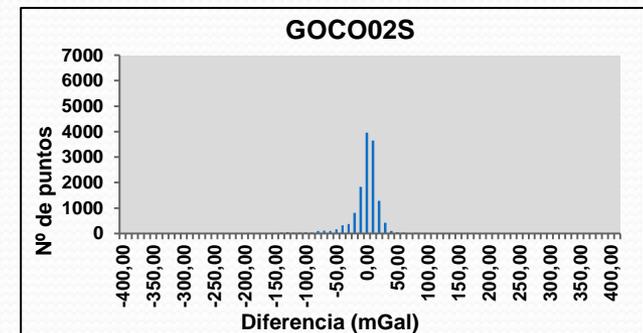
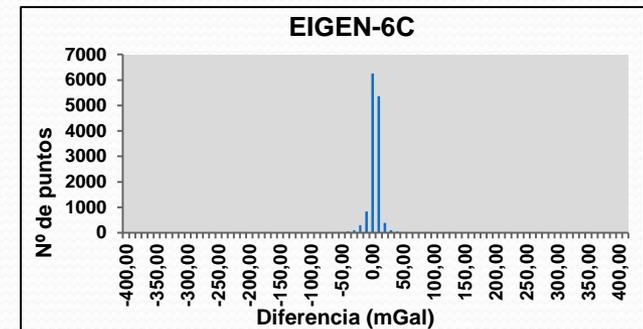
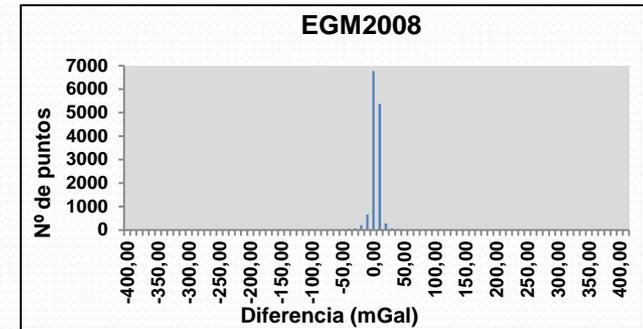


$N_{obs} - N_{GO-CONS-GFC-2-DIR-R2}$

Resultados

Estadística de las diferencias $\Delta g_{\text{obs}} - \Delta g_{\text{mod}}$ en puntos terrestres para los GGMs en Argentina. Unidades: [mGal]. Cant. de puntos: 13704

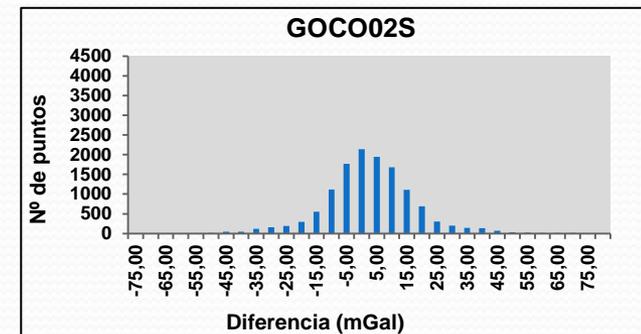
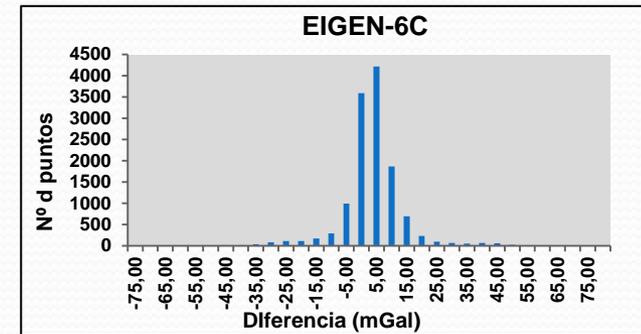
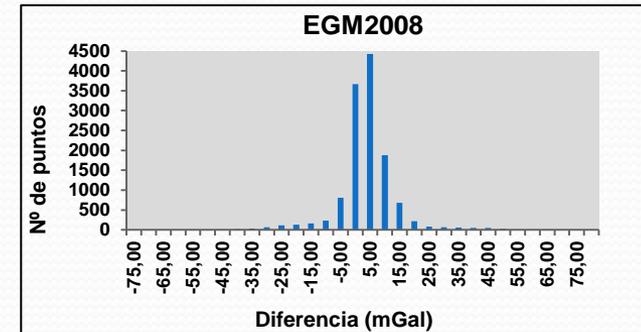
ARGENTINA	min	max	promedio	desv est
AIUB-GRACE03S	-160.94	346.36	-6.43	30.27
EIGEN-6C	-285.33	359.65	-0.81	19.69
GOCO02S	-166.67	296.61	-6.27	28.81
GO_CONS_GFC_2_DIR_R2	-170.05	292.88	-5.72	29.51
GO_CONS_GFC_2_SPW_R2	-168.10	317.90	-6.46	28.71
GO_CONS_GFC_2_TIM_R2	-167.37	295.14	-6.25	28.83
EGM2008	-272.23	387.84	-0.57	19.03



Resultados

Estadística de las diferencias $\Delta g_{\text{obs}} - \Delta g_{\text{mod}}$ en puntos marinos para los GGMs en Argentina. Unidades: [mGal]. Cant. de puntos: 12818

ARGENTINA	min	max	promedio	desv est
AIUB-GRACE03S	-90.40	83.12	2.17	20.20
EIGEN-6C	-50.81	65.80	1.20	9.81
GOCO02S	-69.24	71.08	0.33	14.83
GO_CONS_GFC_2_DIR_R2	-69.76	77.34	0.13	15.81
GO_CONS_GFC_2_SPW_R2	-65.90	77.65	0.84	16.00
GO_CONS_GFC_2_TIM_R2	-69.30	71.72	0.32	14.88
EGM2008	-50.22	64.54	1.34	9.60



Conclusiones

- Los resultados muestran una aparente contribución de la misión GOCE en los primeros modelos generados con estos datos. La baja altura y la calidad de los instrumentos de medición del satélite parecen ser la causa de esta mejora.
- Las diferencias entre los modelos EIGEN-6C y EGM2008 es mínima en las zonas de llanura y alcanza 0,70 m en las proximidades de la cordillera de los Andes.
- Para la anomalía de gravedad el EGM2008 tiene los menores desvíos, seguido por el EIGEN-6C con valores muy cercanos.
- La transformación de 4 parámetros en la Argentina resulta en un desvío estándar de 0,32 m para el EIGEN-6C, contra 0,34 m para el EGM2008.

El volumen de datos de GOCE disponibles para los modelos evaluados corresponden a sólo algunos meses de medición → sería interesante evaluar futuros modelos que cuenten con un mayor caudal de datos de esta misión.



***Muchas gracias por
su atención !!!***