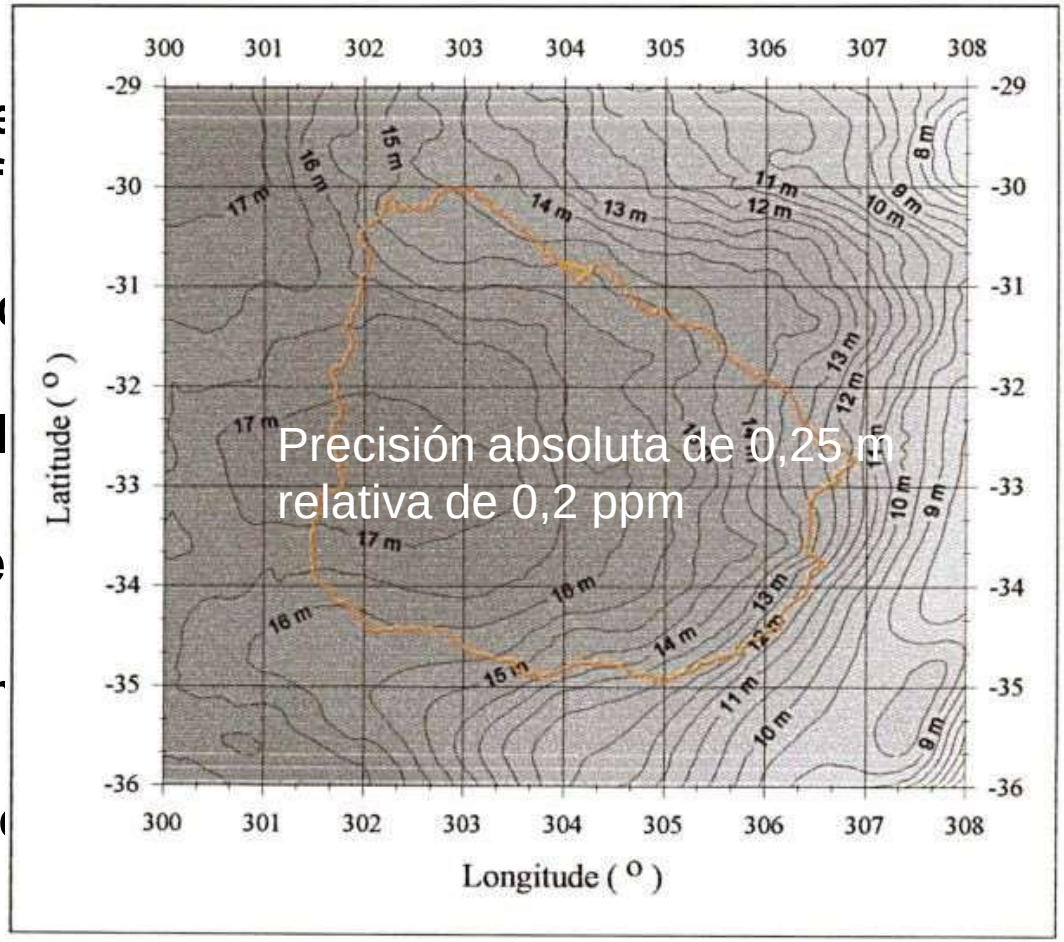
Actualización del modelo geoidal de Uruguay

- **Parte del proyecto "Modernización de la red geodésica vertical de Uruguay", en línea con recomendaciones AIG y SIRGAS**
- **Continuar mejorando los productos que el IGM dispone para la comunidad uruguaya**
- **Aprovechar nuevos datos medidos y mejora de modelos globales**
- **Contribuir con la implementación del IHRF**

Antecedentes

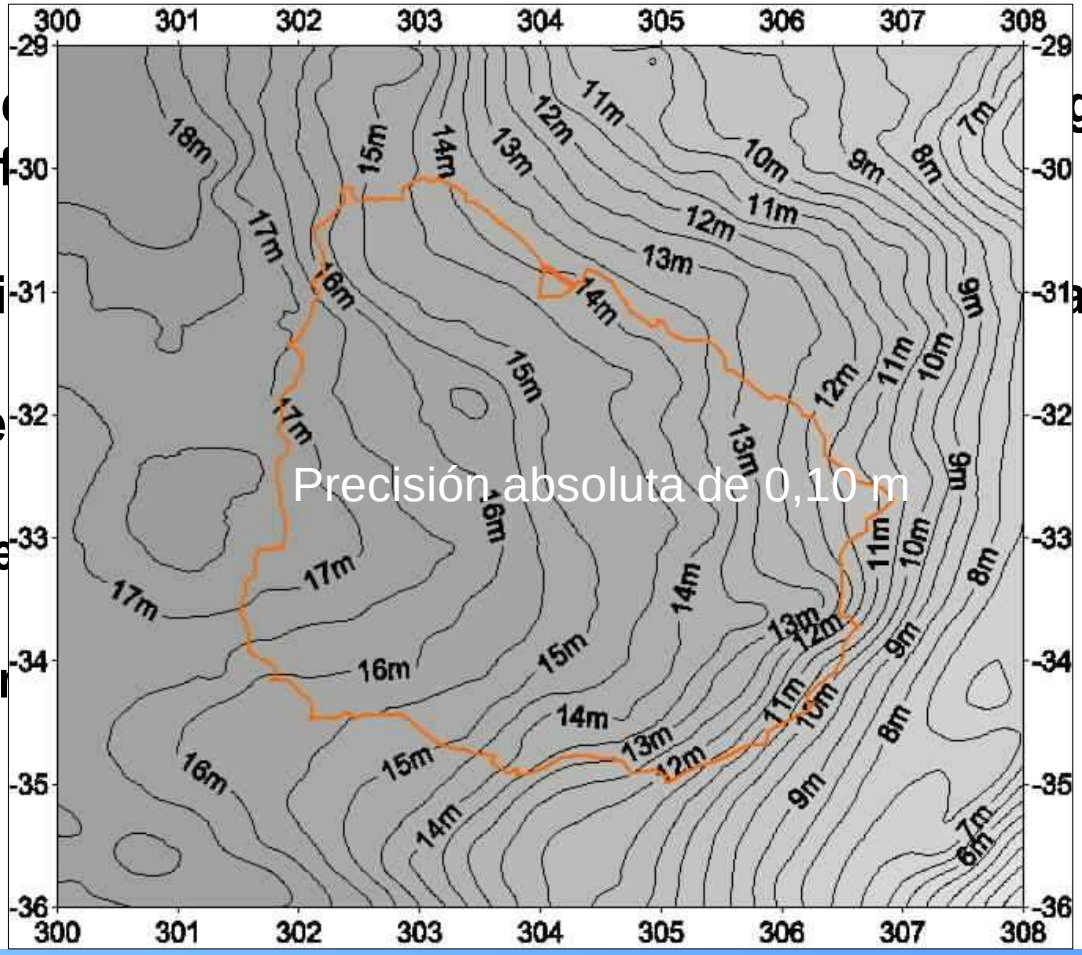
- UruGe… precisión y de transf…
- Técni… ado (FFT)
- Model…
- Grave…
- Terrer… PO30, Brasil
- Contr…



Antecedentes

- UruG geoidal y de transf
- Técni ado
- Mode
- Grave
- Terre

Control:



UruGeoide202X

Objetivo: **determinar modelos gravimétricos cuasi-geoidal, geoidal y de transformación de altitudes para Uruguay, entre las latitudes -30.0º a -35.0º y longitudes 301.5º a 307.0º (-58.5º a -53.0º), a nivel centimétrico**

Finalidade: **colaborar con proyecto Sirgas (GIII) e implantación del IHRF, transformar alturas elipsoidales en altitudes ortométricas, referidas al datum vertical Cabildo, o uso en otras aplicaciones y proyectos que así lo requieran**

UruGeoide202X

Método: **cálculo de un modelo geoidal gravimétrico usando la fórmula esférica de Stokes, siendo calculado a través de la Transformada Rápida de Fourier unidimensional (1D-FFT).**

Técnica: **separación de la altura geoidal en componentes de diferentes longitudes de onda (*retirar-calcular-restauar*), integrando modelo geopotencial, anomalias de gravedad y MNT.**

Terreno: segundo método de condensación de Helmert con efecto directo en las anomalías de gravedad e indirecto en las ondulaciones geoidales

***Transformación y evaluación*: 3 conjuntos GNSS/H + 1**

UruGeoide202X

Datos disponibles:

ICGGFM: EIGEN-6C4 (2014) y SSG-UGM-2 (2020) - 2190

Gravimetria: nuevas campañas en Uruguay, Brasil y Argentina. Anomalias aire libre DTU13 (2´). Total aprox 20000.

Terreno: SRTM30 y DTU18 para batimetria (1´)

UruGeoide202X

Verificación del modelo geoidal con 22 estaciones Regna-ROU

Modelo-grado	Media	Desvío Padrón	Mínimo	Máximo	Amplitud
EIGEN 360	0,78	0,15	0,49	1,09	0,60
EIGEN 720	**0,80**	**0,09**	**0,68**	**1,02**	**0,34**
EIGEN 2190	0,81	0,08	0,66	1,00	0,34
SSG 360	0,77	0,15	0,49	1,14	0,64
SSG 720	**0,80**	**0,10**	**0,67**	**1,06**	**0,39**
SSG 2190	0,81	0,09	0,68	1,04	0,36

UruGeoide2022a - preliminar

Finalidad de verificar capacidad de procesamiento y programas (nuevas versiones), testar opciones. Datos usados:

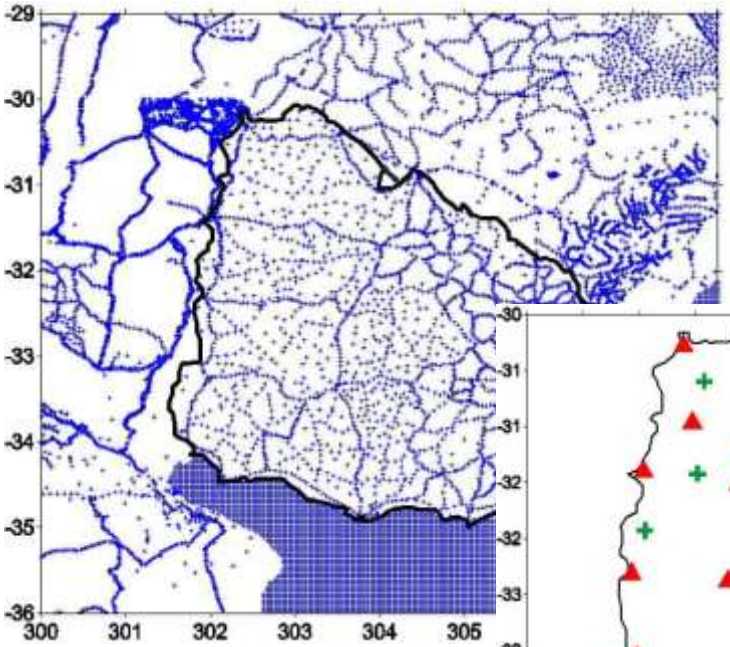
- Modelo geopotencial EIGEN-6-C4, - 720 (longitud de onda de aprox. 28 km)

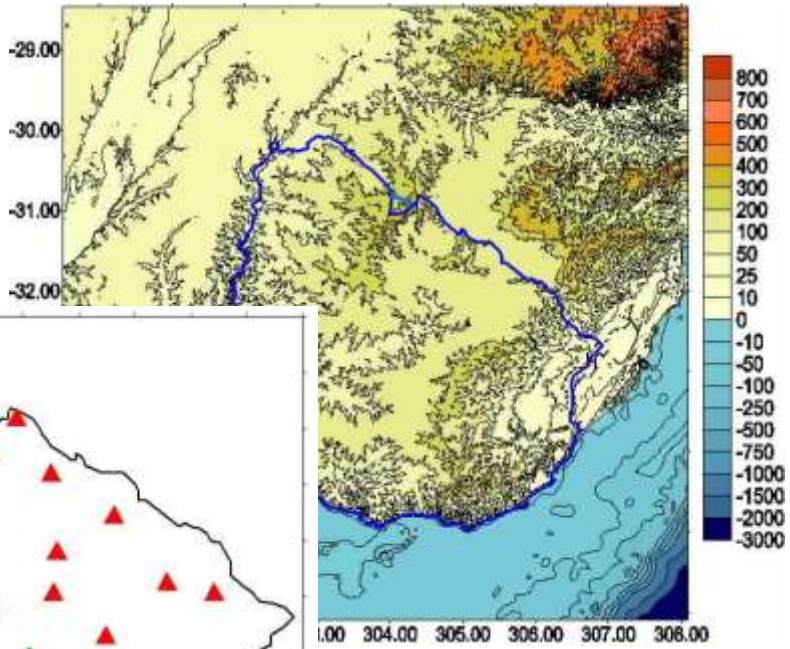
- Anomalías Aire Libre y Bouguer – 20026 registros (10262 terrestres y 9764 marinos)

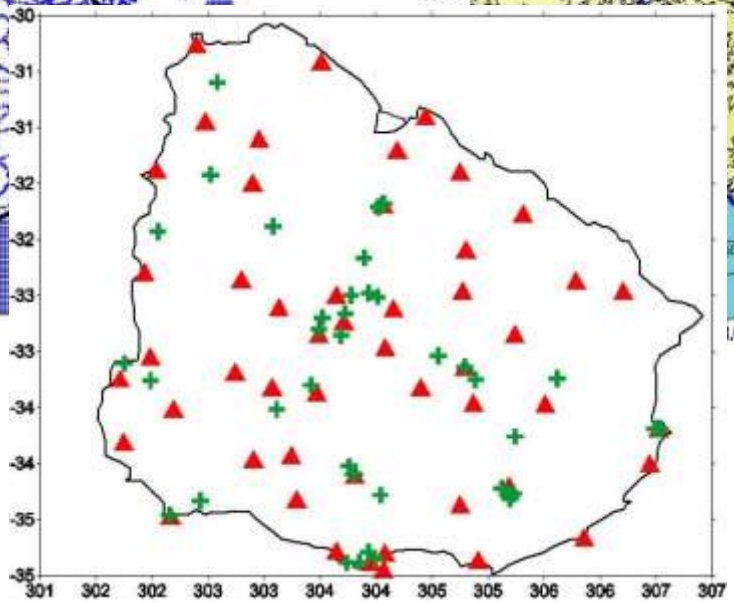
- Modelos numéricos de terreno SRTM30, con cuadrículas de resolución de 15”, 30” 60” y 120”

Transformación y evaluación: 51 + 45 + 51 (FIA)

UruGeoide202X







UruGeoide2022a

Técnica de *retirar*-*calcular*-*restaurar*

$$\Delta g^{red} = \Delta g^{al} - \Delta g^{egm} - \Delta g^{H}$$

Tabla 1 - Estadísticas	media	Desv.Pad.	mín	máx
Anomalías aire libre - Δg^{al}	11,89	16,61	-109,50	116,41
Contribución modelo EIGEN - Δg^{egm}	11,23	14,84	-35,87	83,08
Contribución terreno - Δg^{H}	1,46	6,4	-40,52	43,47
Anomalías reducidas - Δg^{red}	-0,84	7,87	-111,44	114,64

UruGeoide2022a

Técnica de *retirar-calcular-restaurar*

Calcular las anomalías de altura reducidas usando la fórmula de Stokes con Transformada Rápida de Fourier en forma esférica

Tabla 2 - Estadísticas	media	Desv.Pad.	mín	máx
anomalías de altura reducidas - ζ^{RED}	-0,04	0,21	-1,24	0,95

UruGeoide2022a

Técnica de *retirar-calcular-restaurar*

$$\zeta^{CG} = \zeta^{H} + \zeta^{RED} + \zeta^{MG}$$

Tabla 3 - Estadísticas	media	Desv.Pad.	mín	máx
anomalías de altura RTM - ζ^{H}	-0,01	0,09	-0,89	0,33
anomalías de altura reducidas - ζ^{RED}	-0,04	0,21	-1,24	0,95
Modelo geopotencial EIGEN - ζ^{MG}	13,36	3,00	3,75	18,36
Modelo cuasi geoide - ζ^{CG}	13,30	3,07	3,14	18,49

UruGeoide2022a

Mode

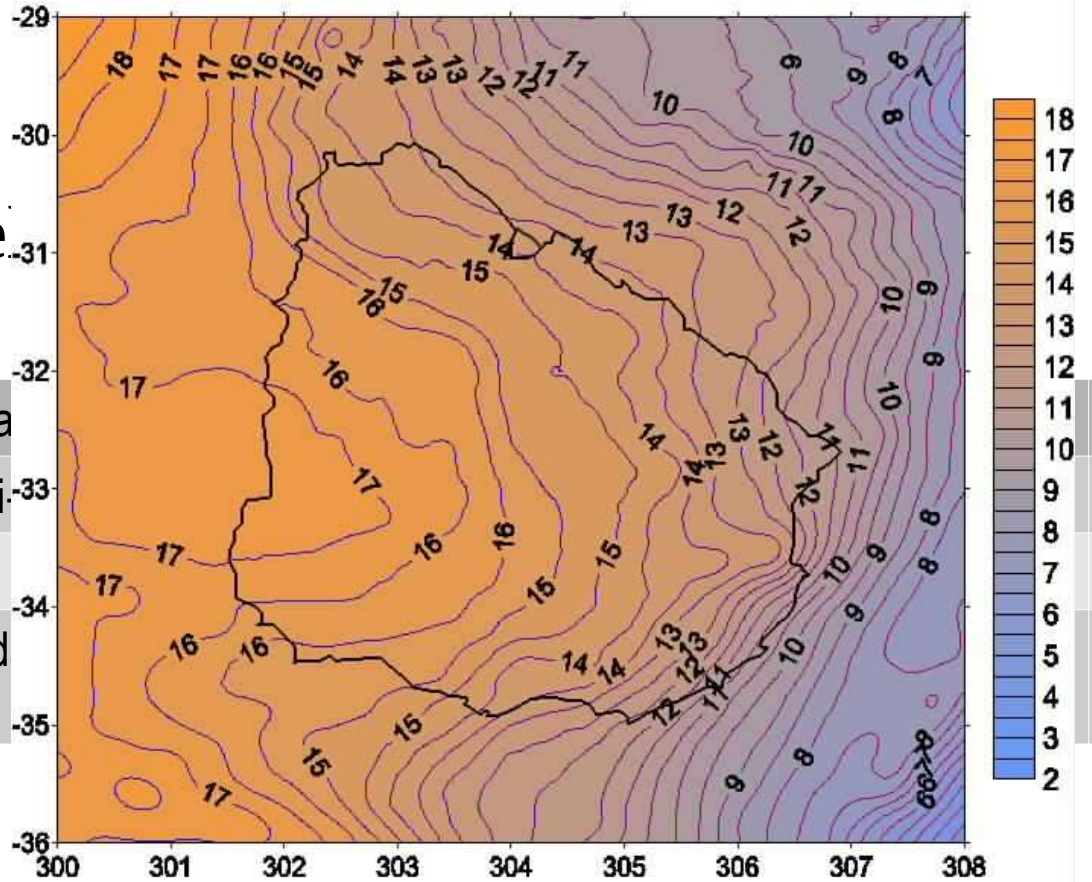


Tabla 4 - Esta	máx
Modelo cuasi-	18,49
Diferencias	0,05
Modelo geoid Δ^{NZ}	18,49

UruGeoide2022a

Mod

Cabildo

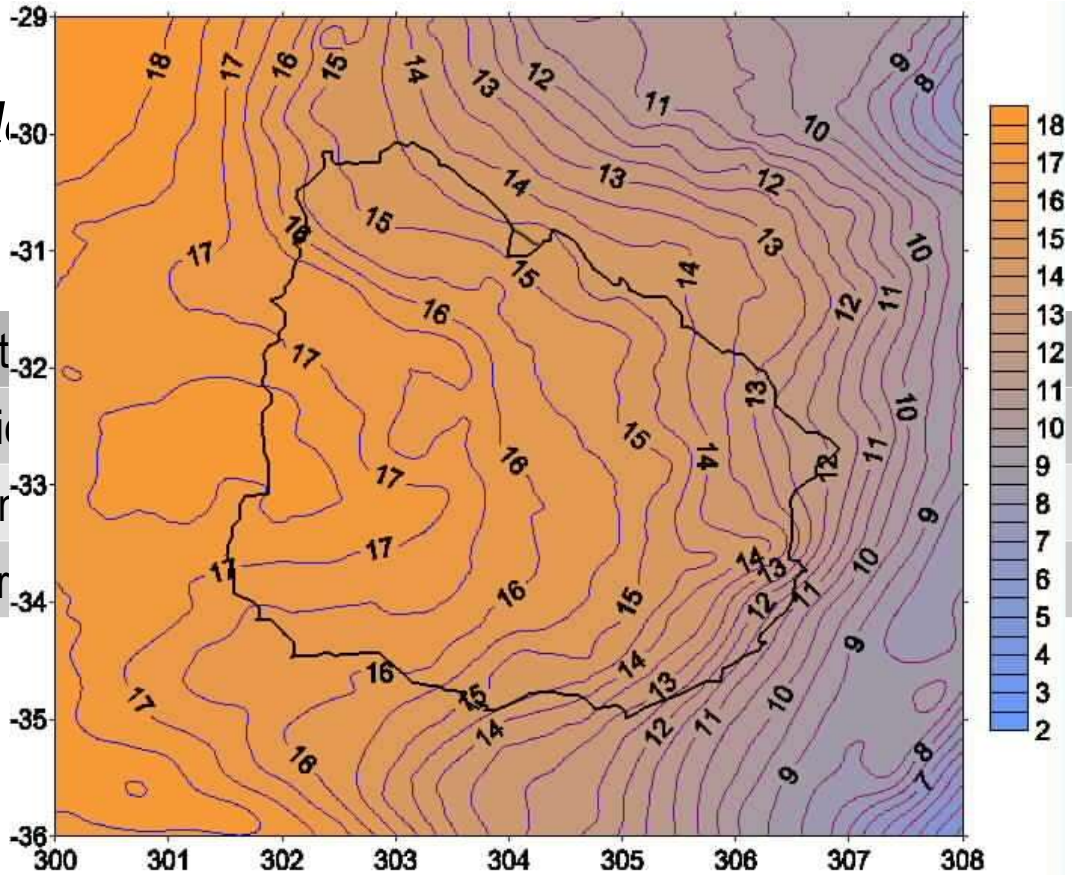


Tabla 5 - Est	máx
Modelo geoi	18,49
Diferencias r	1,20
Modelo de tr	19,46

UruGeoide2022a

Comparaciones efectuadas modelo geoidal

Tabla 6 - Estadísticas	media	Desv.Pad.*	mín	máx
Estaciones territorio (45)	0,00	0,07	-0,13	0,19
Estaciones FI (51)	0,03	0,03	0,03	0,08

* Las estadísticas sugieren errores debido a red vertical

Tabla 7 - Estadísticas	media	Desv.Pad.	mín	máx
Estaciones Argentina (249)	0,67	0,16	0,25	1,25
Estaciones Brasil (707)	0,38	0,18	-0,05	0,78

Conclusiones, comentarios y resultados esperados

Factores de mejoría del modelo (cuasi), geoidal y de transformación

1- Compatibilizar los datos de entrada, geopotencial (término de orden cero, parámetros físicos, grado y orden adecuados...) y de componentes de mareas terrestres, entre otros, de acuerdo a las recomendaciones de la AIG (IHRS/F) y SIRGAS;

2- Ajuste simultáneo de la red vertical hasta 2o. Orden en números geopotenciales y en una segunda instancia, con un nuevo datum actualizado (IHRF) (FI)

3- Reajuste de la red gravimétrica, incluyendo nuevas estaciones de gravimetría absoluta y relativa medidas en los últimos años (IfE)

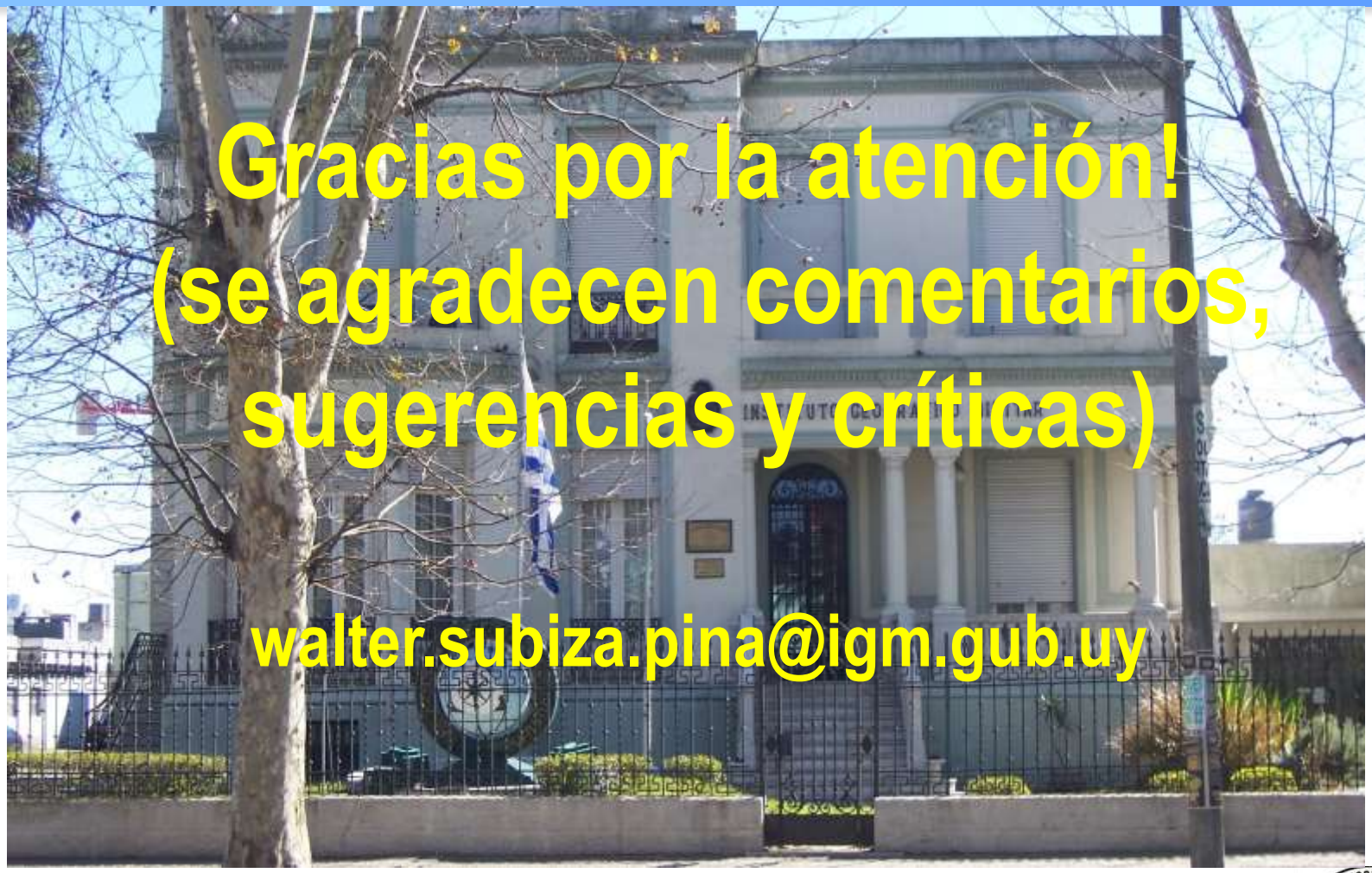
Conclusiones, comentarios y resultados esperados

Factores de mejoría del modelo (cuasi), geoidal y transformación

4- Modelo numérico de terreno de mayor precisión, aunque encontrar las resoluciones adecuadas es un desafío en el proceso de cálculo. División del efecto de terreno del MDT en bloques para facilitar el procesamiento;

5- Necesidad de estaciones GNSS/H mejor distribuidas, de calidad y con distancias máximas inferiores a 100 km entre estaciones, de forma de obtener un modelo de transformaciones mas preciso;

6- Investigar otras variantes de la metodología de cálculo del geoide, incluyendo el efecto de las densidades de masas en la componente terreno.



Gracias por la atención!
(se agradecen comentarios, sugerencias y críticas)

walter.subiza.pina@igm.gub.uy