

Análisis de los movimientos verticales estacionales en la red SIRGAS

*Claudio Brunini, Romina Galva, Laura Sanchez,
Hermann Drewes, Mauricio Gende*



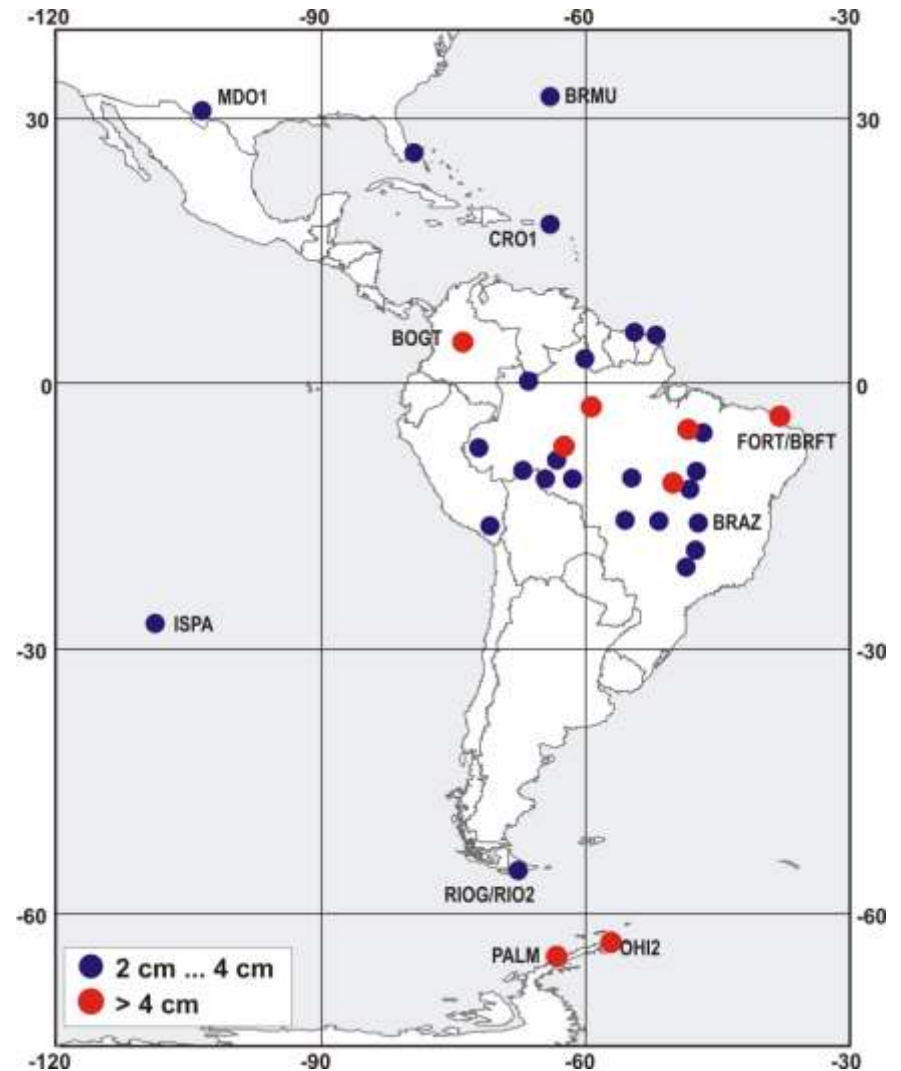
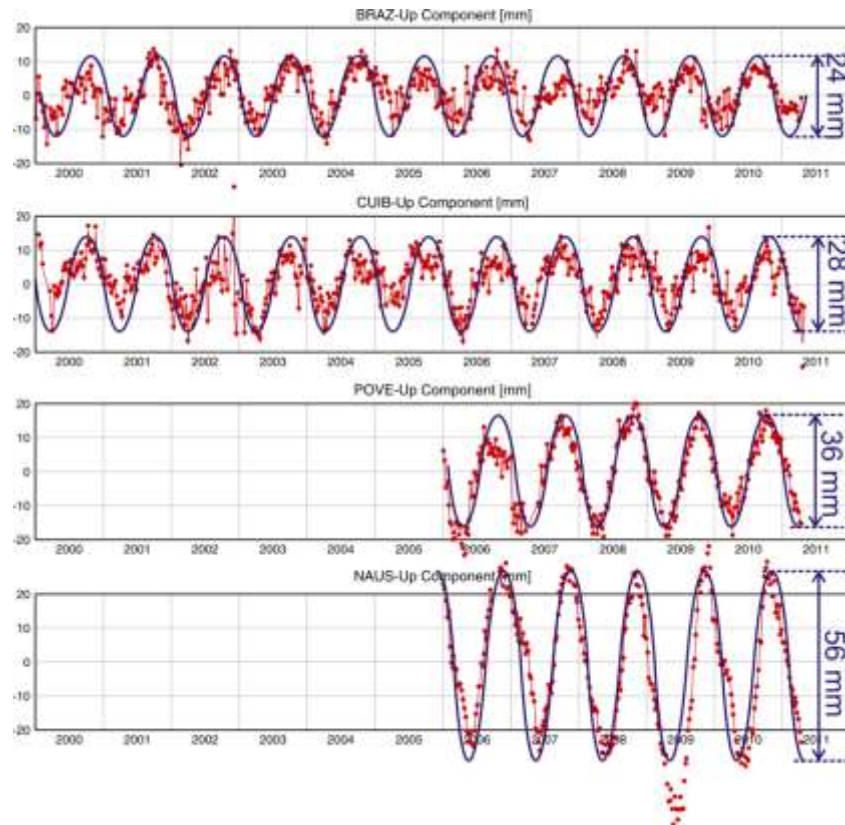
Simposio SIRGAS 2016

Instituto Geogrfico Militar, Quito, Ecuador

16 al 18 de noviembre de 2016

Introducción

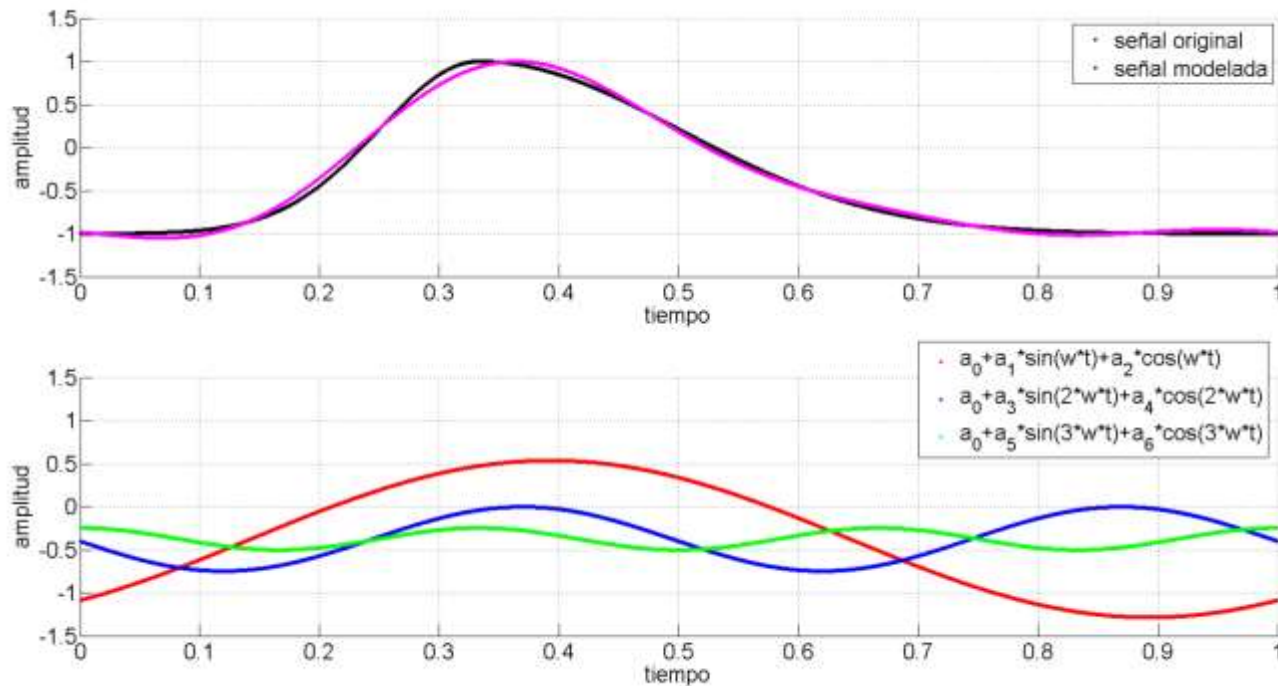
Muchas estaciones SIRGAS experimentan desplazamientos estacionales no contemplados por el modelo actual de velocidades constantes. Tales desplazamientos son absorbidos por los residuales de las soluciones multianuales



Modelización matemática de la deformación

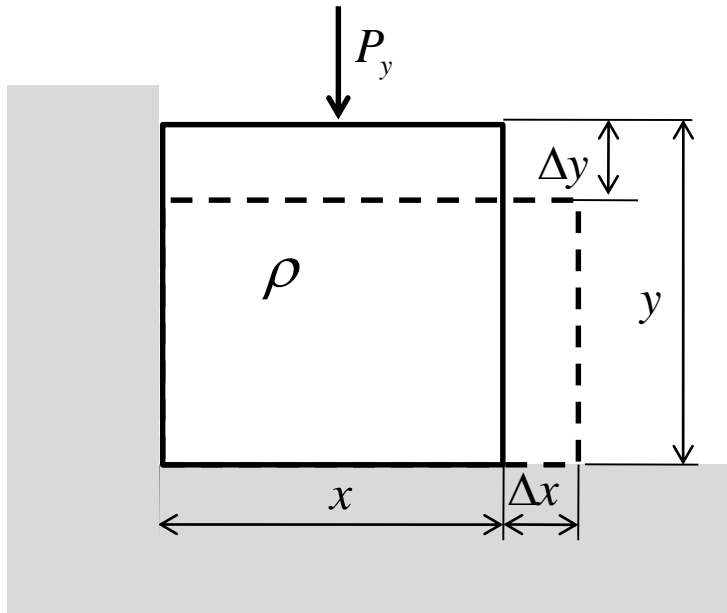
La manera más usada se basa en sumar funciones armónicas (senos y cosenos)

Es una modelización matemática eficiente pero sin fundamento geodésico / geofísico.



Modelización geofísica de la deformación

Resolviendo la ecuación de equilibrio se obtiene la deformación que experimenta la superficie (aproximadamente) plana de un cuerpo (aproximadamente) elástico sobre el que actúa una distribución de presión conocida:



$$\varepsilon_y = \frac{\Delta y}{y} \quad \varepsilon_x = \frac{\Delta x}{x}$$
$$\nu = \frac{\varepsilon_x}{\varepsilon_y} \quad E = \frac{P_y}{\varepsilon_y}$$

ν relación de Poisson (~ 0.25)

E módulo de Young (~ 130 GPa)

$$\omega = \frac{1 - \nu^2}{\pi \cdot E} \quad \text{constante elástica}$$

($\sim 2.3 \times 10^{-3}$ /GPa)

Boussinesq J., 1885. *Application des Potentiels à l'Étude de l'Équilibre et du Mouvement des Solides Élastiques*, p. 508 Gauthier-Villars, Paris.

Love A.E.H., 1929. *The stress produced in a semi-infinite solid by pressure on part of the boundary*, *Phil. Trans. R. Soc. Lond. A*, 667, 377–420.

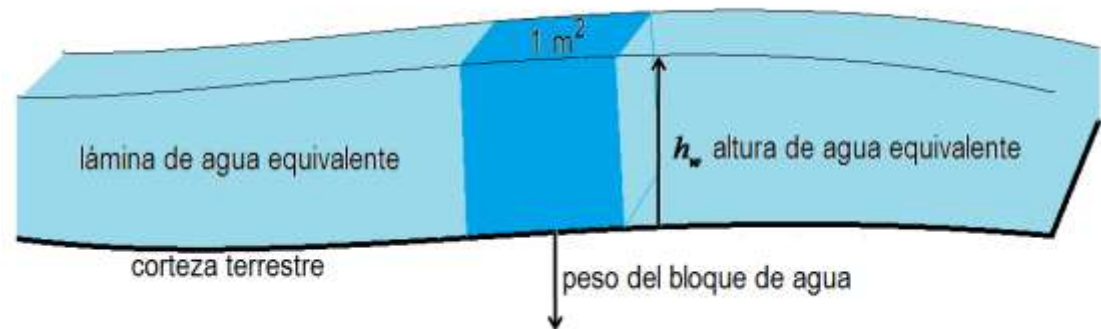
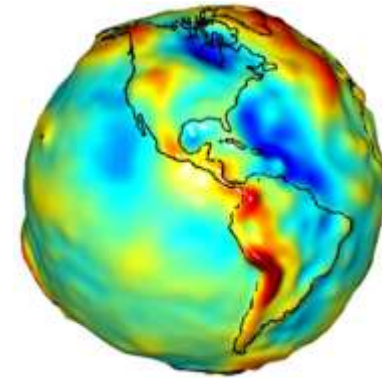
Distribución de presión atribuida a la carga hidrológica

Los movimientos estacionales se atribuyen a la respuesta elástica de la corteza terrestre a la carga variable ejercida sobre ella por la atmósfera, la hidrosfera, etc.

La misión GRACE provee información sobre la carga hidrológica bajo la forma de 'agua equivalente'



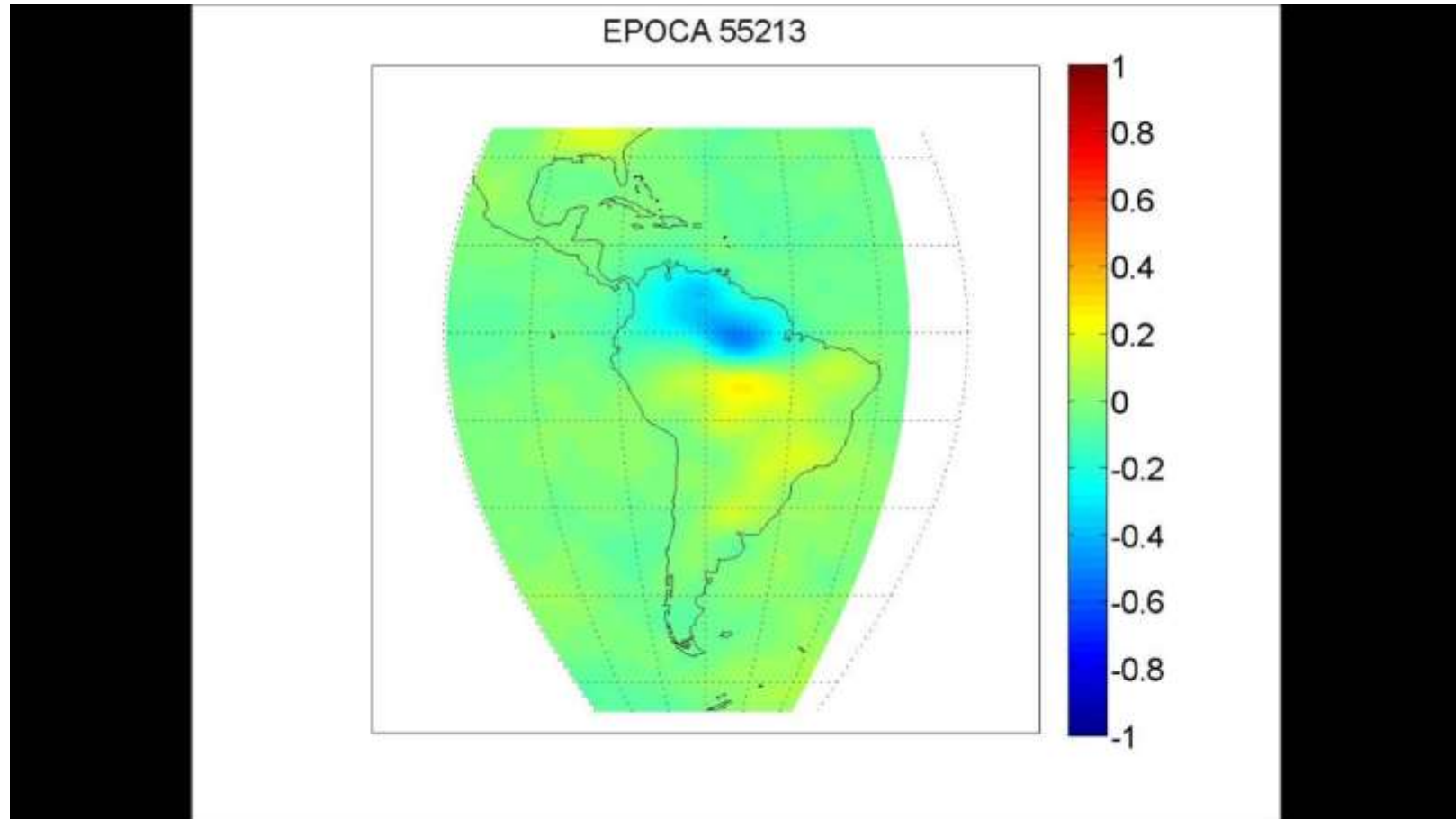
variaciones en
el campo de la
gravedad



agua contenida en el río,
el suelo, la biomasa, etc.

Variabilidad mensual de la altura de agua equivalente

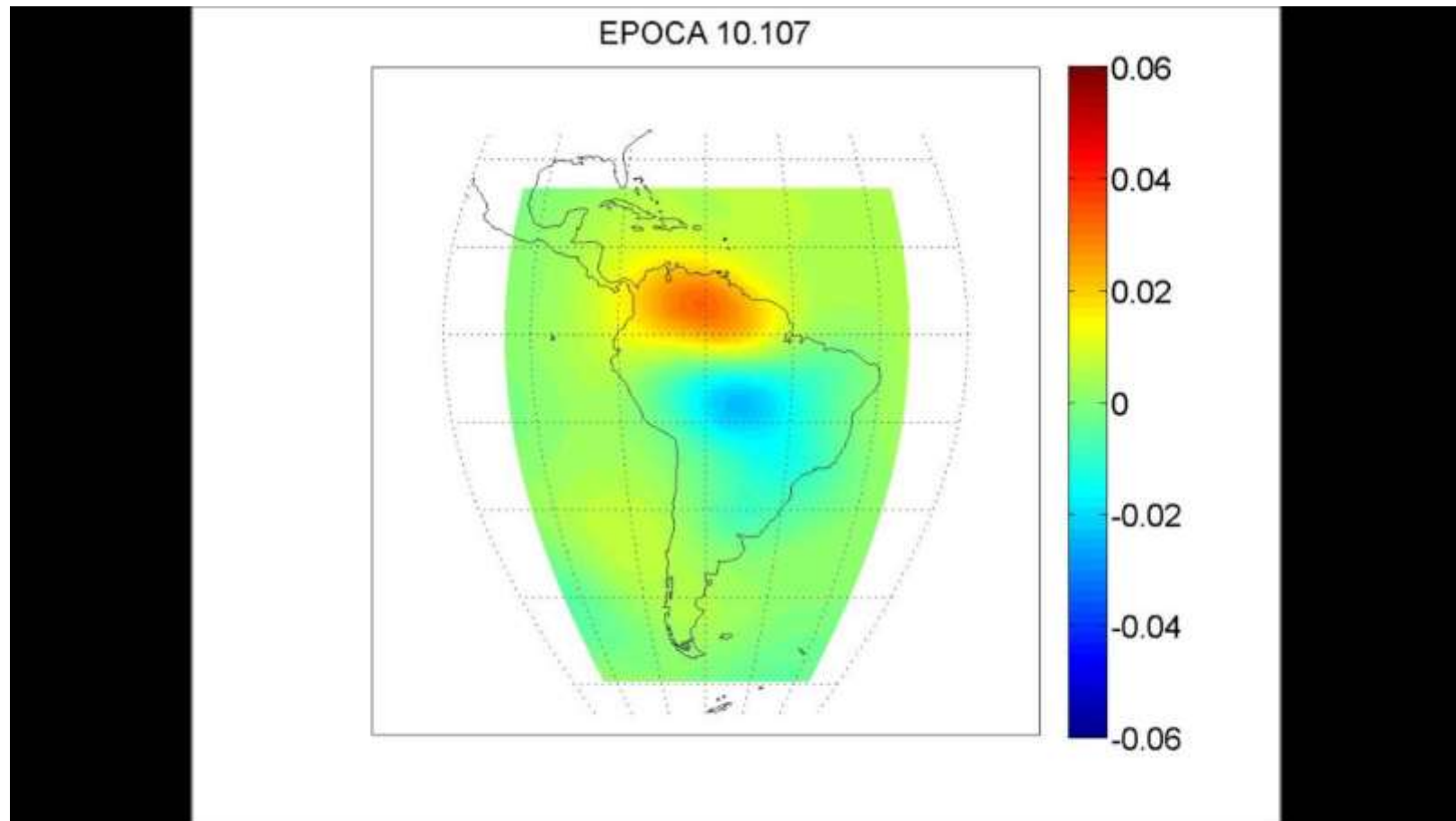
Grillas medias mensuales de altura de agua equivalente [m] derivadas de la misión GRACE para el año 2010



Deformación vertical

Deformación vertical [m] atribuida a la carga de agua equivalente derivada de misión GRACE para el año 2010.

$$\omega = 2.3 \times 10^{-3}$$



Estimación de la constante elástica

Procedimiento actual: se acumulan ecuaciones normales casi-libres y se calcula una solución multianual en la que se estima, para cada estación:

$$\Delta x(t) = \Delta X(t_0) + \Delta v_x \cdot (t - t_0)$$

$$\Delta y(t) = \Delta y(t_0) + \Delta v_y \cdot (t - t_0)$$

$$\Delta z(t) = \Delta z(t_0) + \Delta v_z \cdot (t - t_0)$$

Variante implementada en este trabajo: se agrega una componente variable a la velocidad vertical y se estima, para cada estación:

$$\Delta e(t) = \Delta e(t_0) + \Delta v_e \cdot (t - t_0)$$

$$\Delta n(t) = \Delta n(t_0) + \Delta v_n \cdot (t - t_0)$$

$$\Delta u(t) = \Delta u(t_0) + \Delta v_u \cdot (t - t_0) + \Delta \omega \cdot W(t)$$

$$u(r) = \omega \cdot \int_S \frac{g \cdot \rho_w \cdot h_w}{r} \cdot dS$$

$\omega_0 + \Delta \omega$

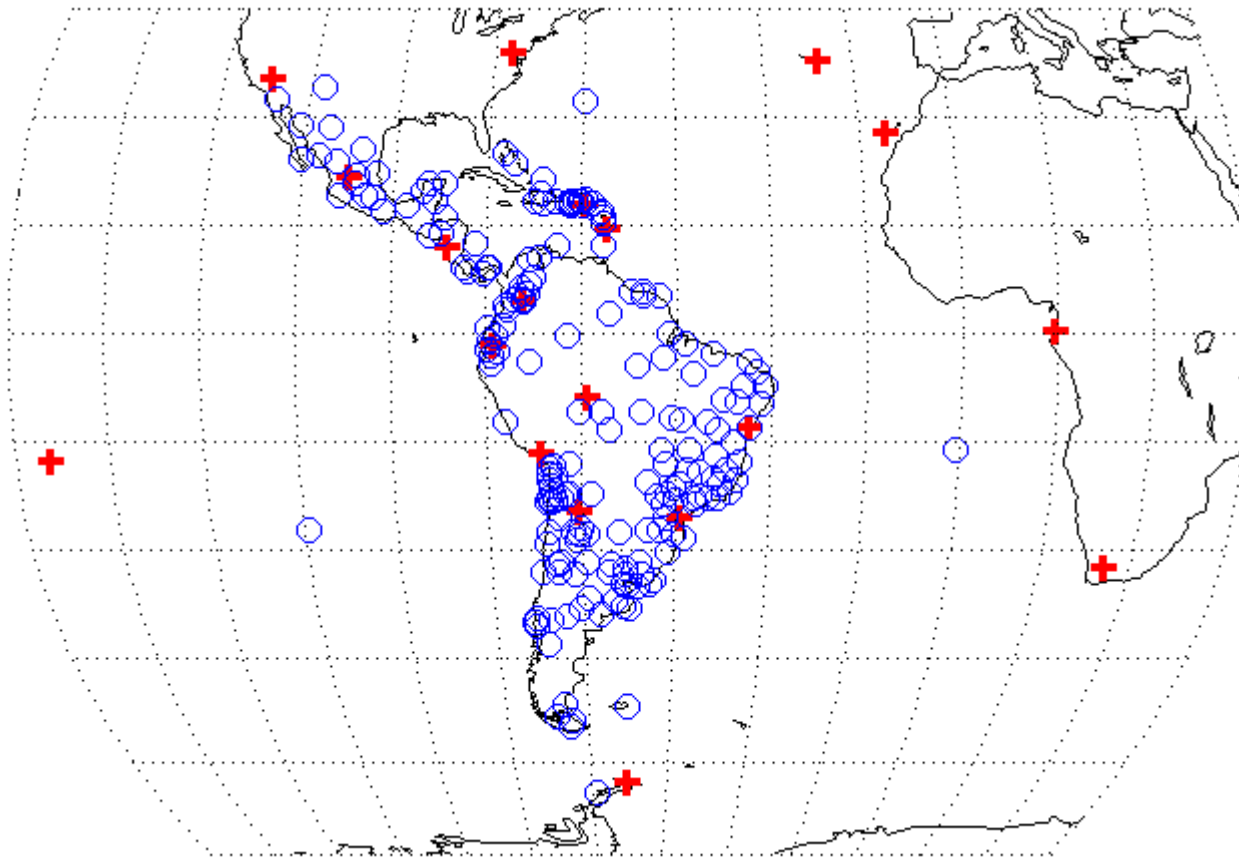
$W(t)$

$$\left. \begin{array}{l} E = 130 \text{ GPa} \\ \nu = 0.25 \end{array} \right\} \omega_0 = 2.3 \times 10^{-3}$$

Banco de datos

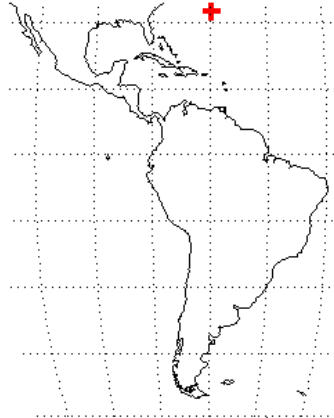
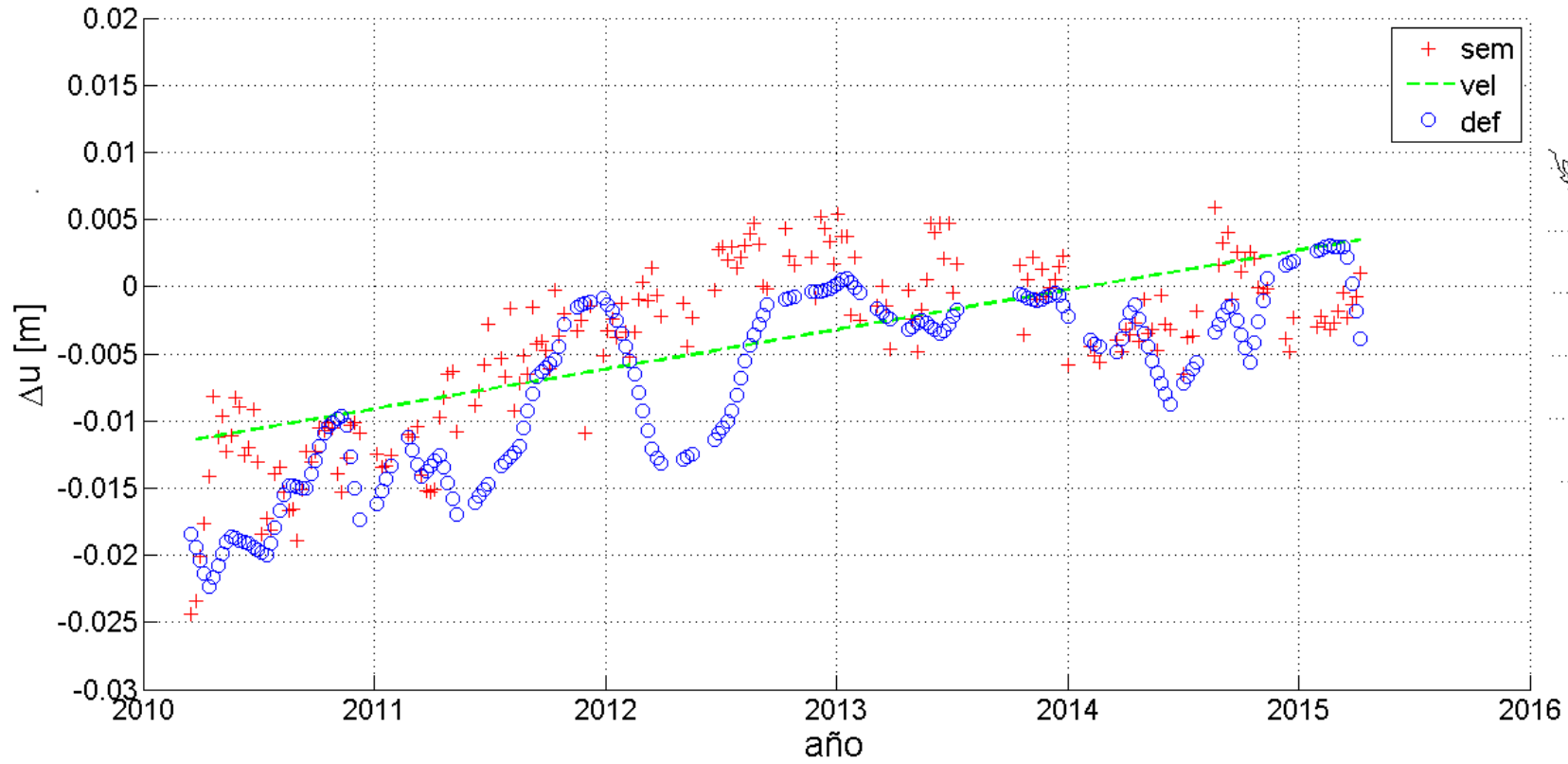
265 soluciones semanales casi – libres, desde 2013 (GPW 1632) hasta 2015 (GPW 1839), con época media: 2010.2

226 estaciones (20 fiduciales + 206 libres) con mas de 2 años de datos sin discontinuidades en la serie temporal

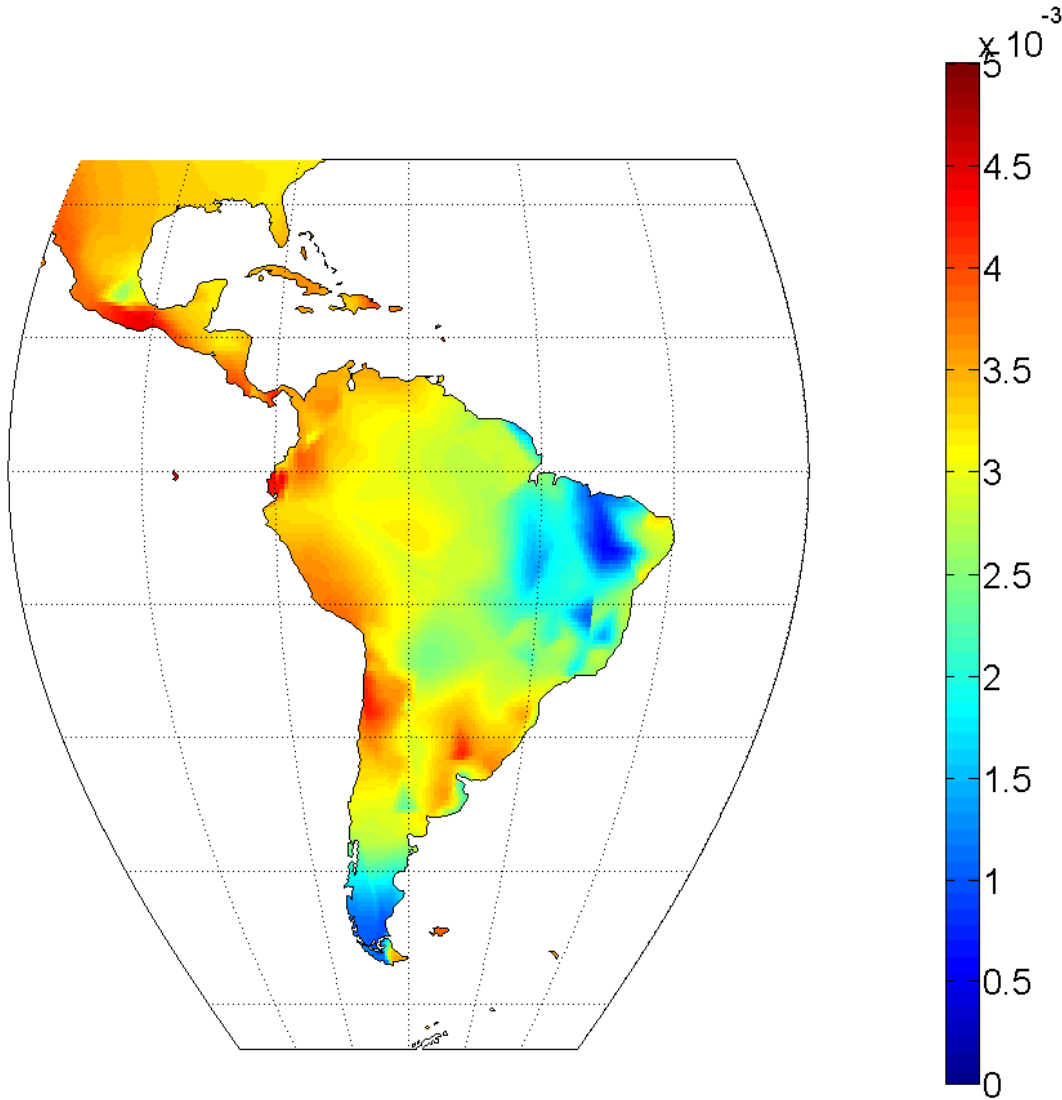


Resultados

BRMU



Modulo de elasticidad



*Representación mediante
colocación por mínimos cuadrados
de la constante elástica estimada
para las estaciones SIRGAS*

Conclusiones

Se ha intentado describir la variabilidad estacional de la altura de las estaciones SIRGAS sin recurrir a la representación matemática habitual basada en funciones armónicas.

El modelo utilizado se basa en una aproximación geofísica de la respuesta elástica de la corteza terrestre a una distribución de carga conocida.

Para describir la distribución de carga se usaron grillas mensuales de altura de agua equivalente proporcionadas por la misión GRACE.

Para describir la respuesta de la corteza se usaron ecuaciones normales semanales casi-libres de SIRGAS.

Se acumularon 265 semanas (2013- 2015) con 226 estaciones y se estimó, en un ajuste combinado:

- posiciones para la época de referencia*
- velocidades constantes*
- constante elástica*

Los resultados obtenidos son alentadores y sugieren la posibilidad de mejorarlos mediante refinamientos del modelo geofísico y del algoritmo de acumulación de ecuaciones normales.