

Estimación regional de los parámetros elásticos de la corteza terrestre utilizando series temporales de la componente vertical de SIRGAS-CON

R. Galván, M. Gende, C. Brunini

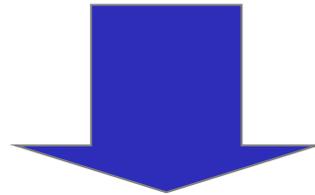
Universidad Nacional de La Plata, Argentina.

Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas



Motivación

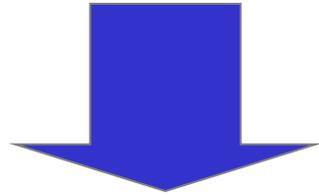
Necesidad de un marco de referencia global preciso a nivel milimétrico y estable en el tiempo.



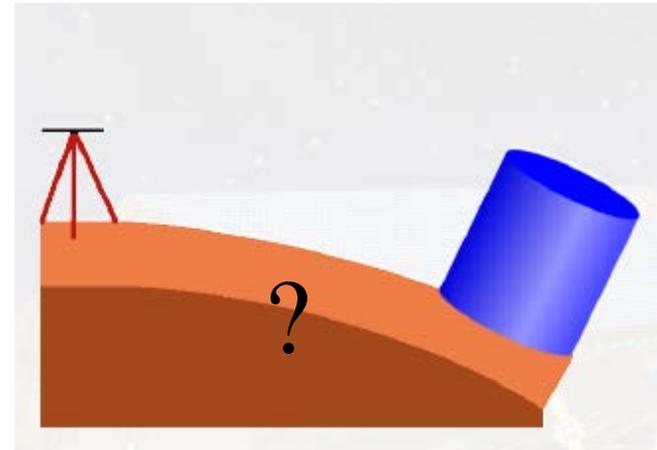
Modelar los procesos geofísicos que producen cambios en las posiciones, incluyendo entre otros, la deformación de la corteza terrestre causada por las cargas hidrológica, atmosférica y oceánica.

Objetivo

Mejorar el conocimiento sobre las propiedades reológicas de la corteza terrestre.



Mejorar los modelos de respuesta de la corteza terrestre a la carga hidrológica.



Ecuación de equilibrio elástico

Gobierna los desplazamientos de un cuerpo sometido a tensiones

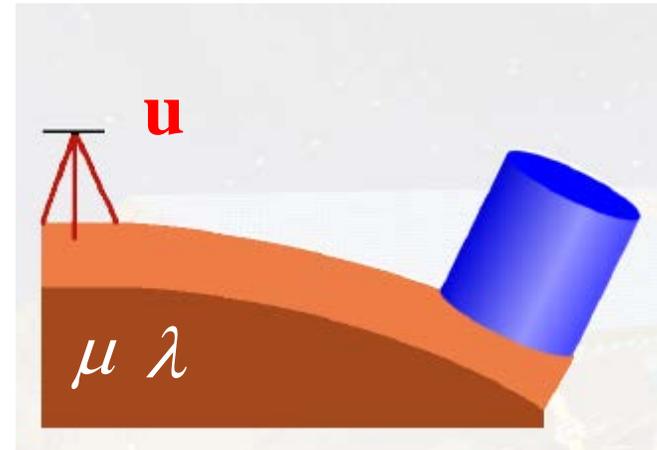
Gradiente de la divergencia de campo vectorial \mathbf{u}

$$\mu \cdot \Delta^2 \mathbf{u} + (\lambda + \mu) \cdot \Delta(\Delta \mathbf{u})$$

Laplaciano del campo vectorial \mathbf{u}

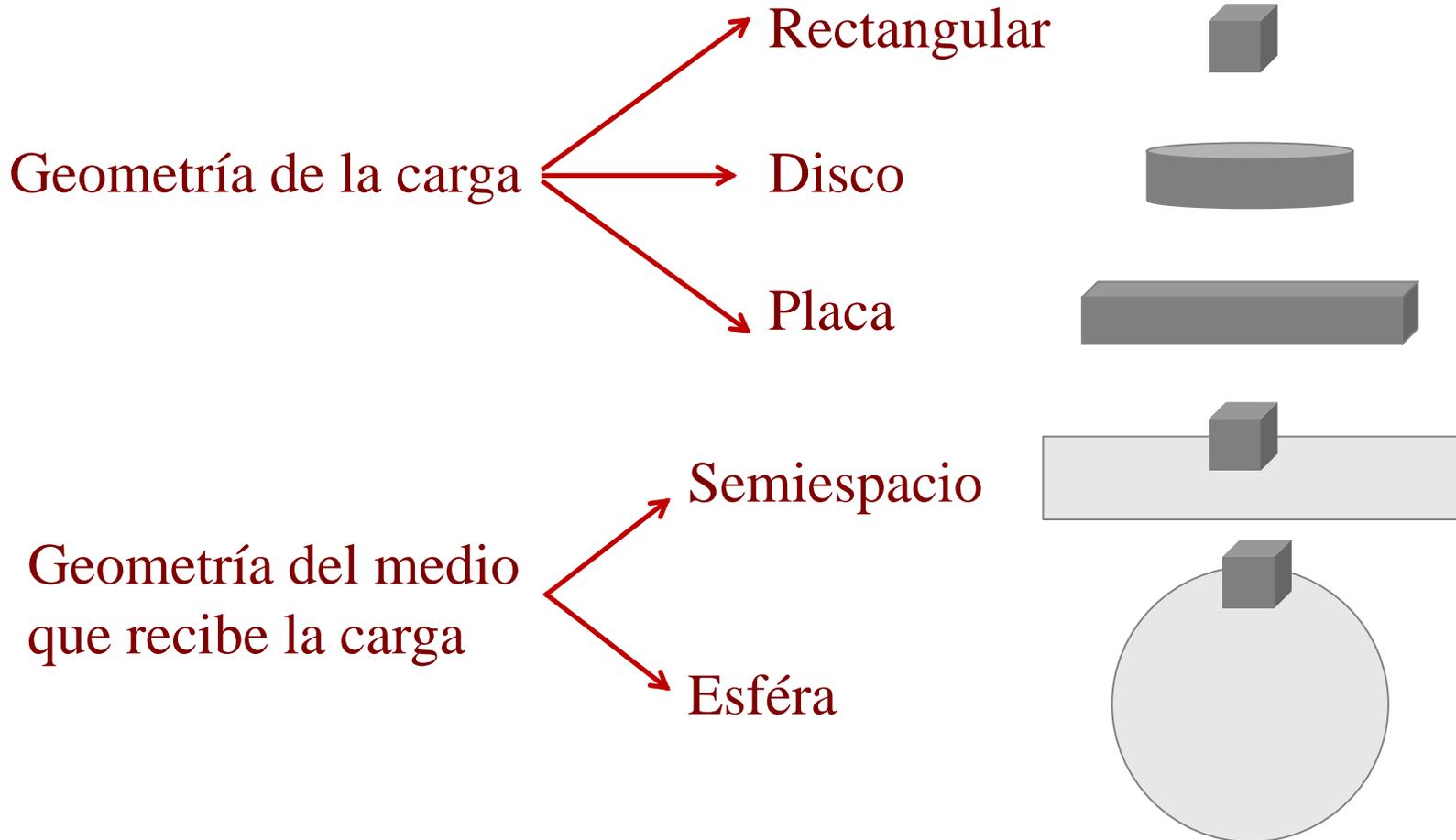
\mathbf{u} = vector desplazamiento

μ y λ = coeficientes de Lamé: caracterizan la deformación de un cuerpo homogéneo e isótropo sometido a tensiones.



Caracterización de la carga

La ecuación de equilibrio elástico se ha resuelto para diferentes condiciones de carga:



Solución de Love (1929)

Supone una superposición de cargas rectangulares sobre un semiespacio.
La componente vertical (componente z) del desplazamiento en la superficie del semiespacio ($z=0$) resulta:

Módulo de Young

$$E = \frac{\mu \cdot (3 \cdot \lambda + 2 \cdot \mu)}{\lambda + \mu}$$

$$u_z(x, y) = \frac{1 - \nu^2}{\pi \cdot E} \cdot V(x, y) \rightarrow V(x, y) = \iint_{\text{semiespacio}} \frac{P(\xi, \eta)}{r} \cdot d\xi \cdot d\eta$$

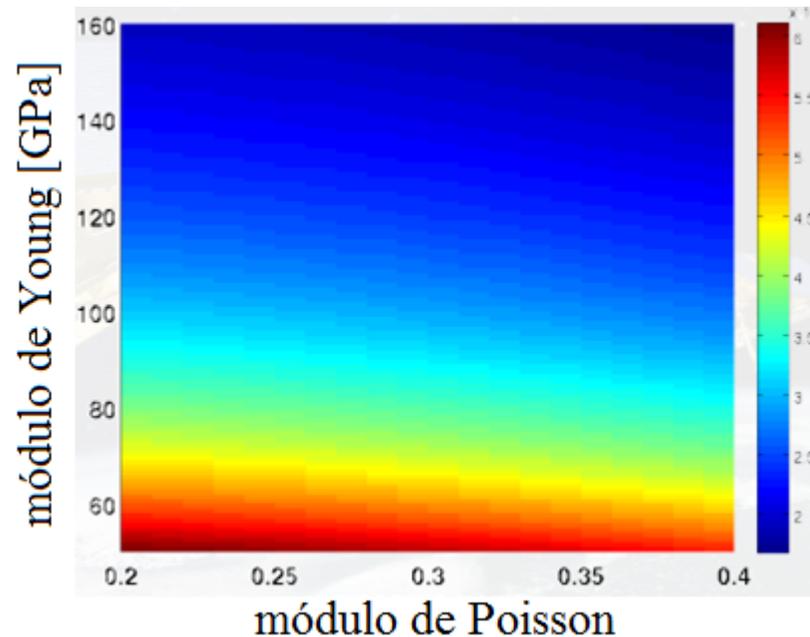
$$\nu = \frac{\lambda}{2 \cdot (\lambda + \mu)}$$

Módulo de Poisson

Potencial newtoniano del campo de presiones que actúa sobre el semiespacio

Relación entre el desplazamiento y potencial newtoniano

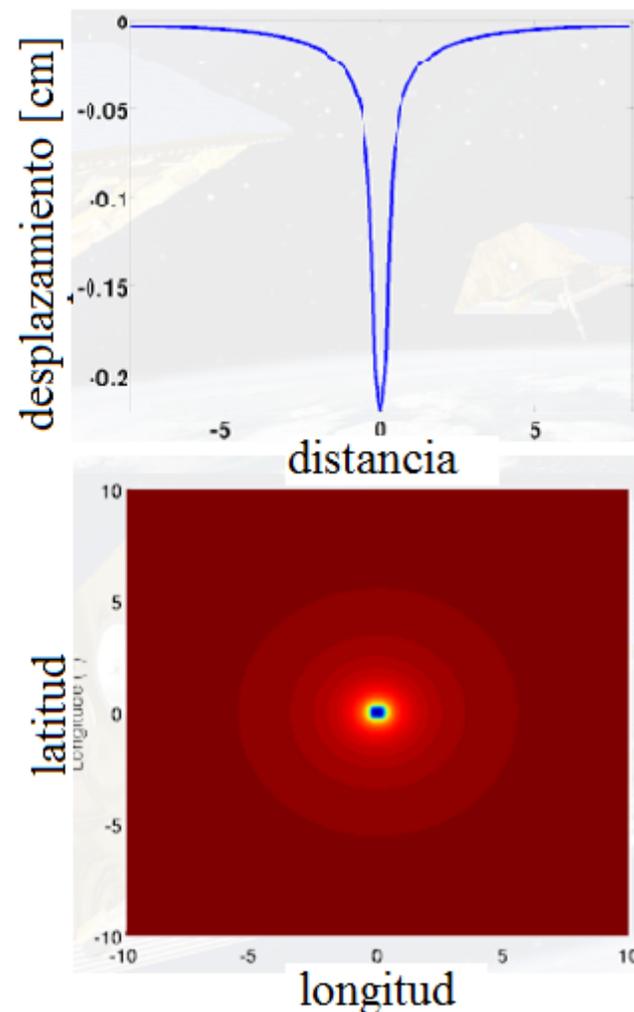
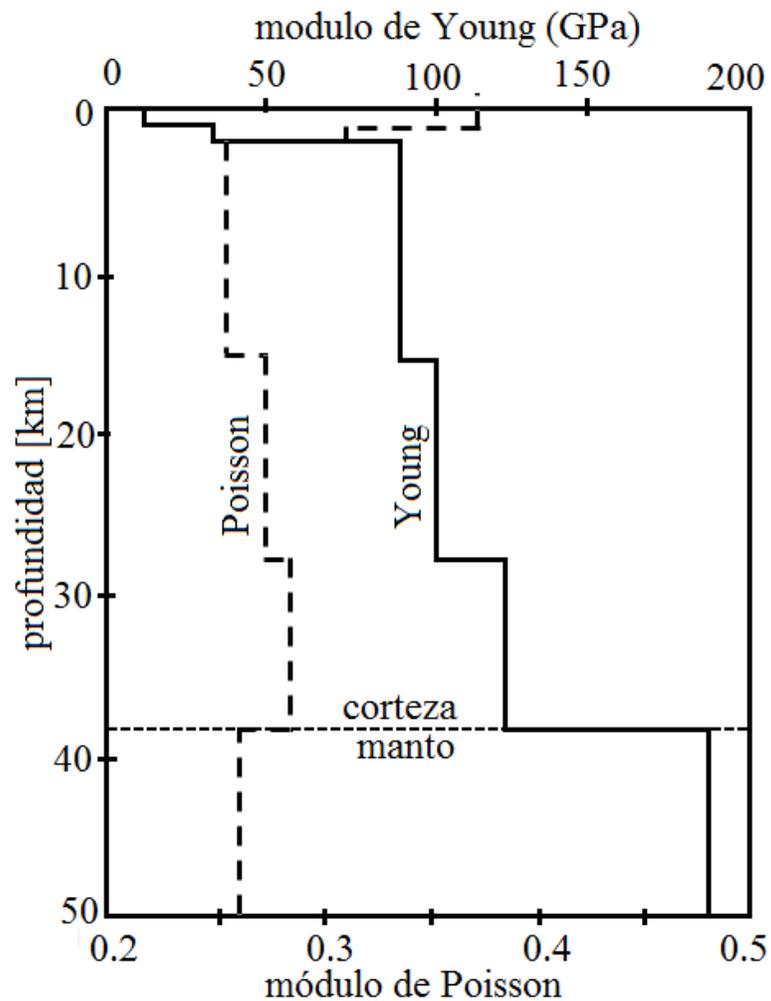
$$\kappa = (1 - \nu^2) / (\pi \cdot E)$$



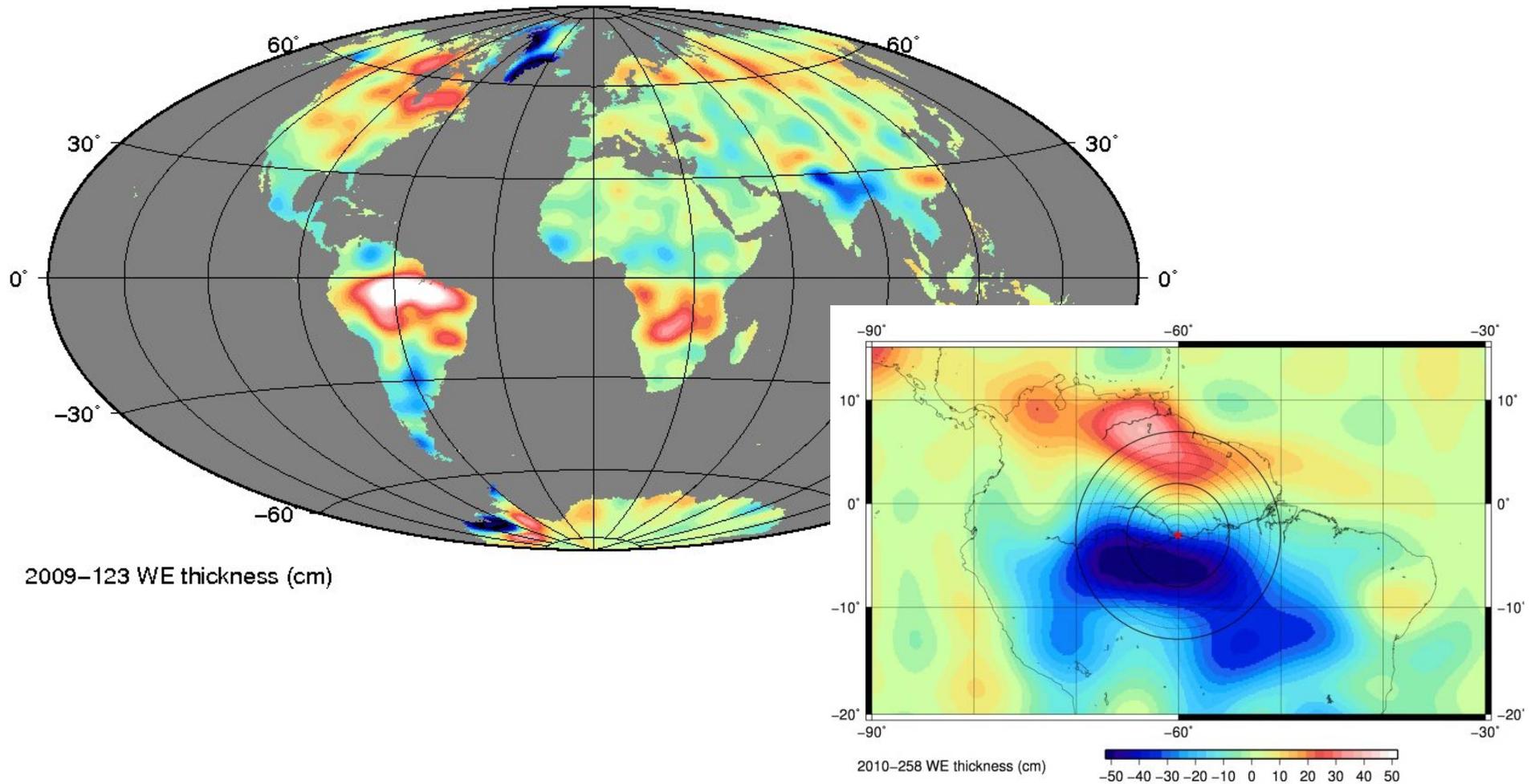
La constante de proporcionalidad depende
primariamente del módulo de Young

Ejemplo

Desplazamiento causado por un bloque de agua de $0.5^\circ \times 0.5^\circ \times 50$ cm

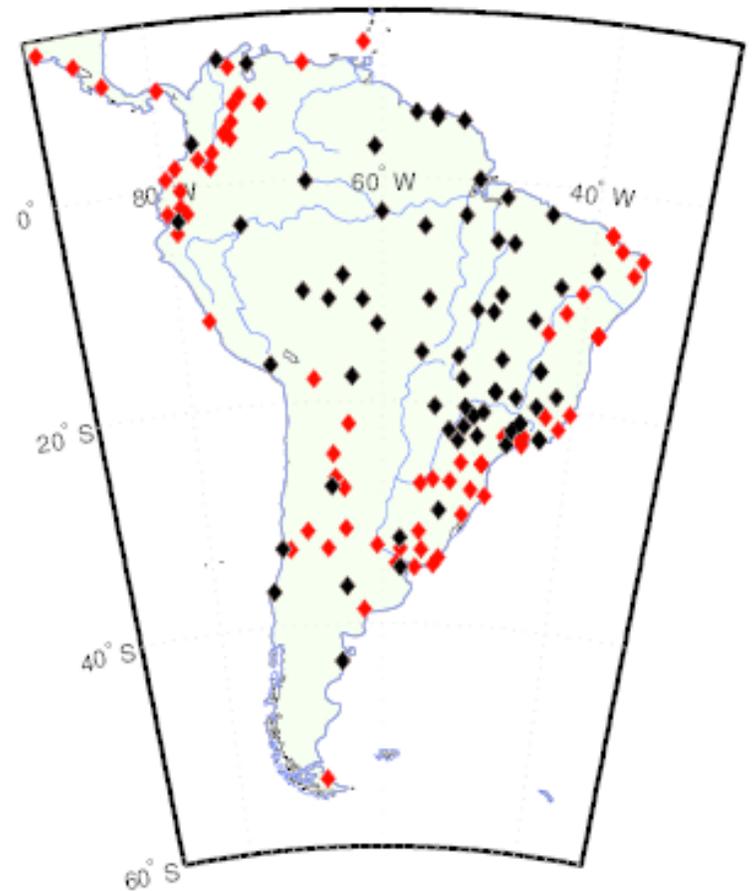
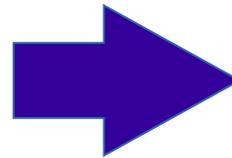
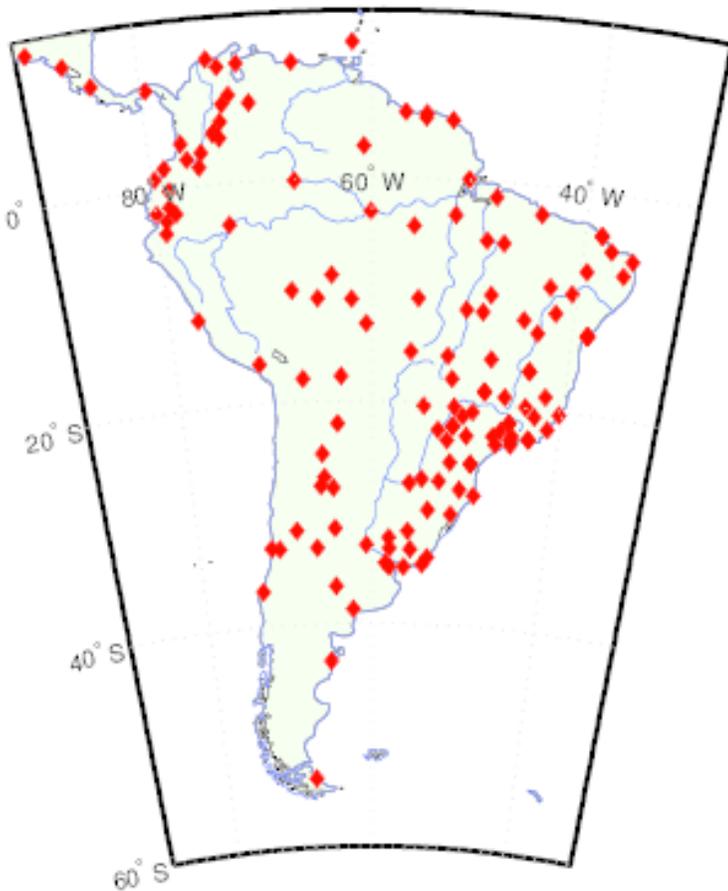


Caracterización del campo de presión de la carga hidrológica



Grillas mensuales de altura de agua equivalente derivadas de GRACE.

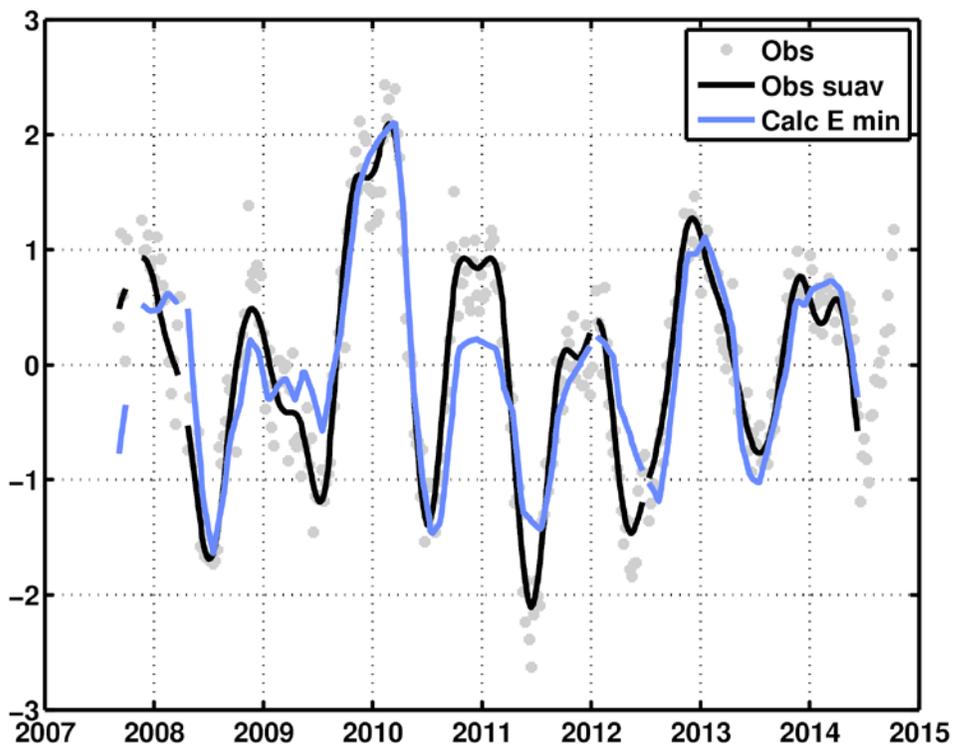
Estaciones utilizadas para estimar el módulo de Young



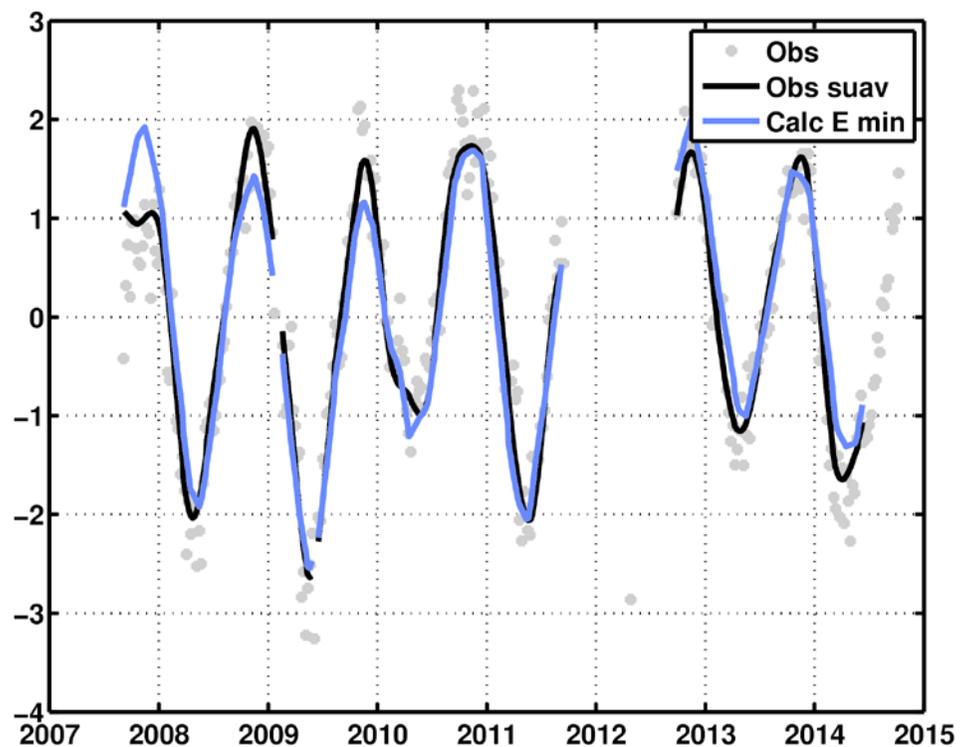
Estaciones seleccionadas:
70 (puntos negras)

Resultados (ejemplos)

BOAV

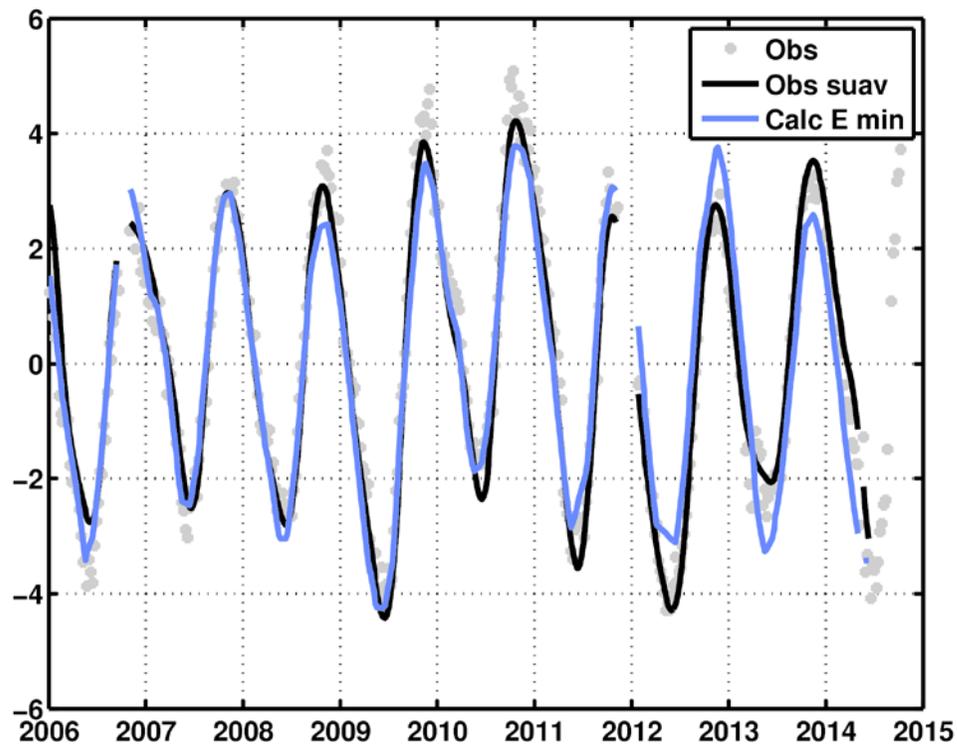


MABA

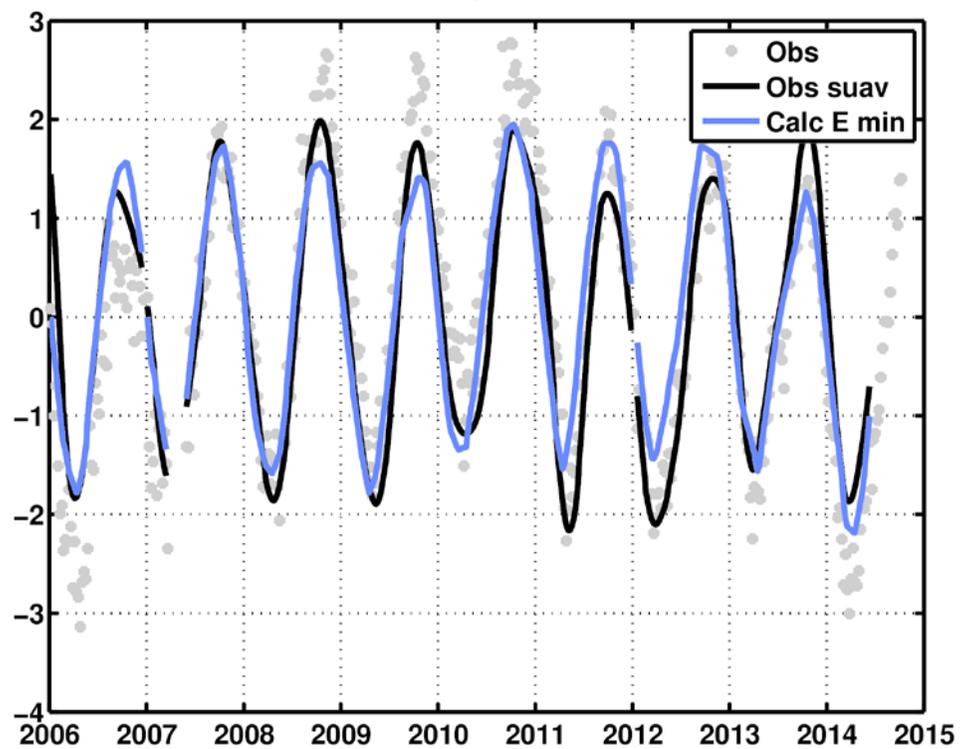


Resultados (ejemplos)

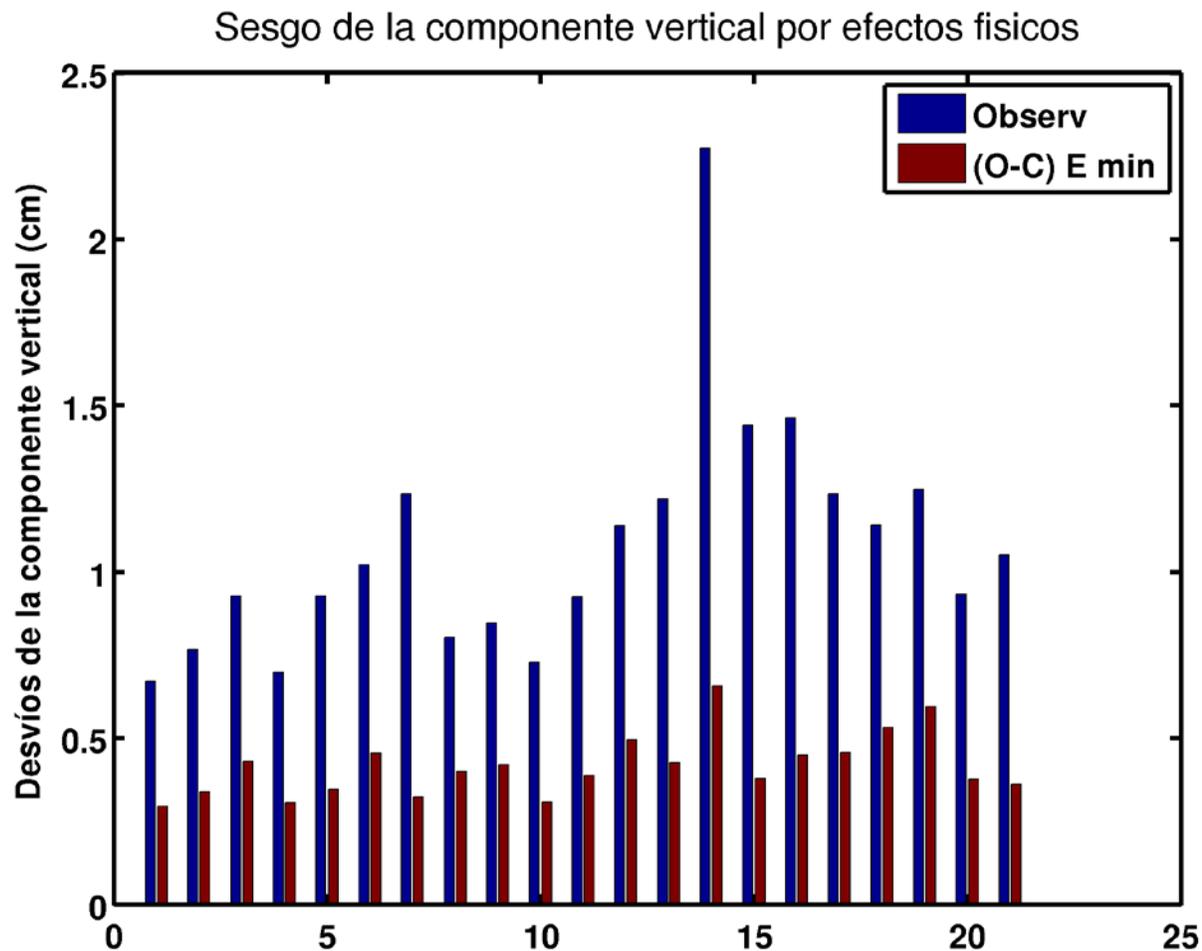
NAUS



POVE



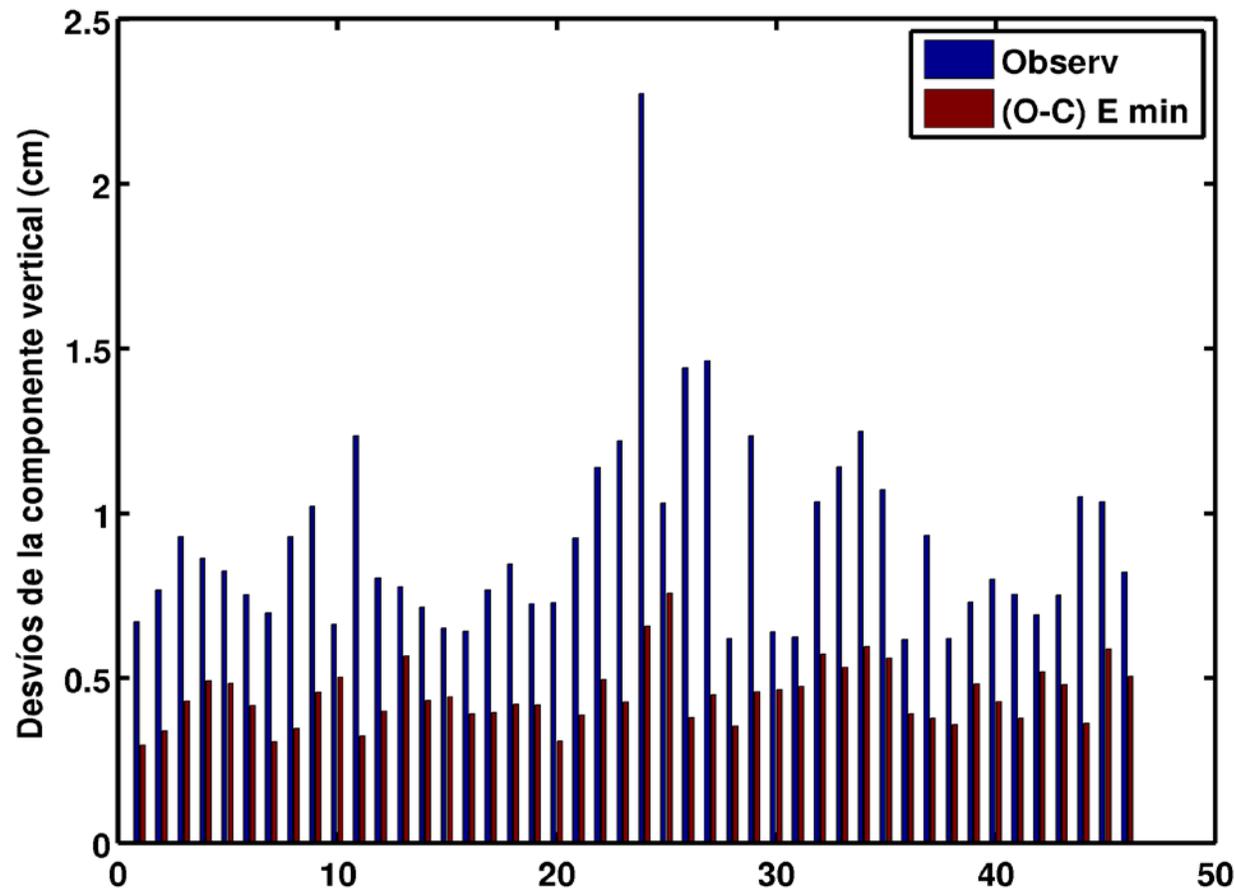
Estadística



Estaciones con
errores menores
al 50%
(21 estaciones)

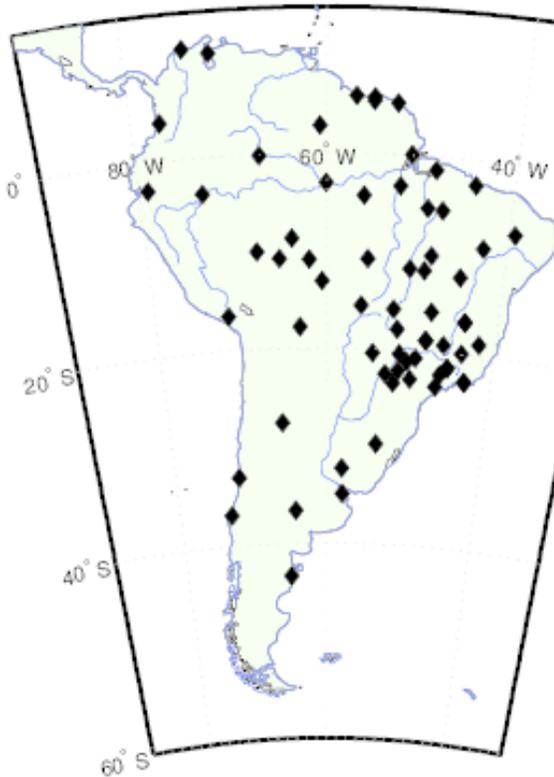
Estadística

Sesgo de la componente vertical por efectos físicos

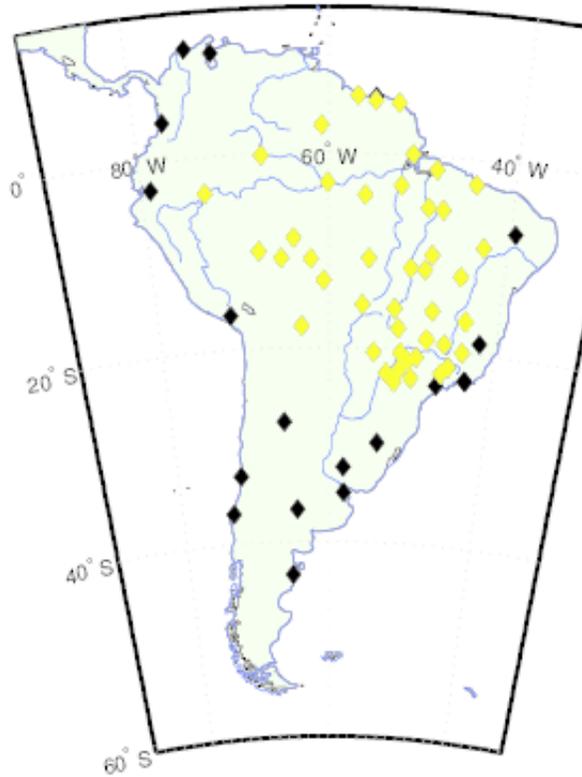


Estaciones en
errores menores
al 20%
(46 estaciones)

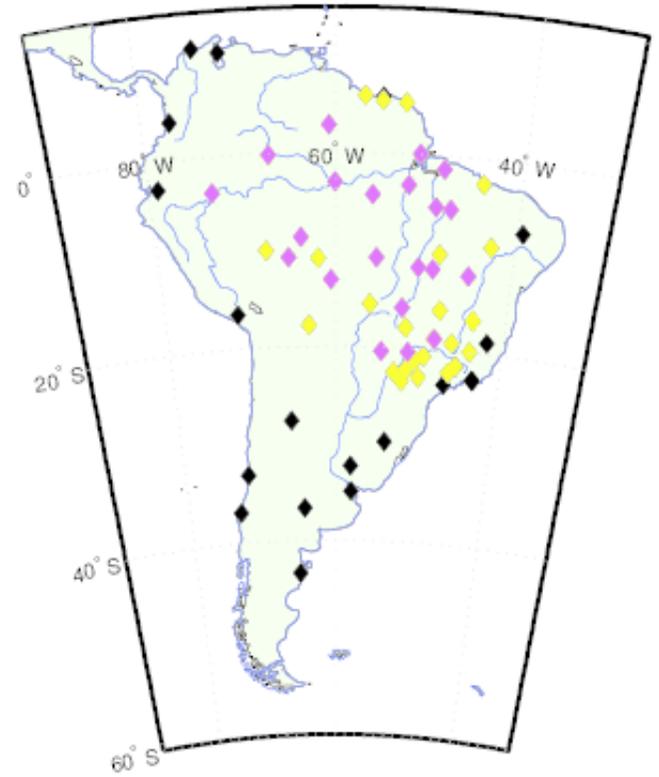
Distribución geográfica de los errores del modelo



Estaciones estudiadas

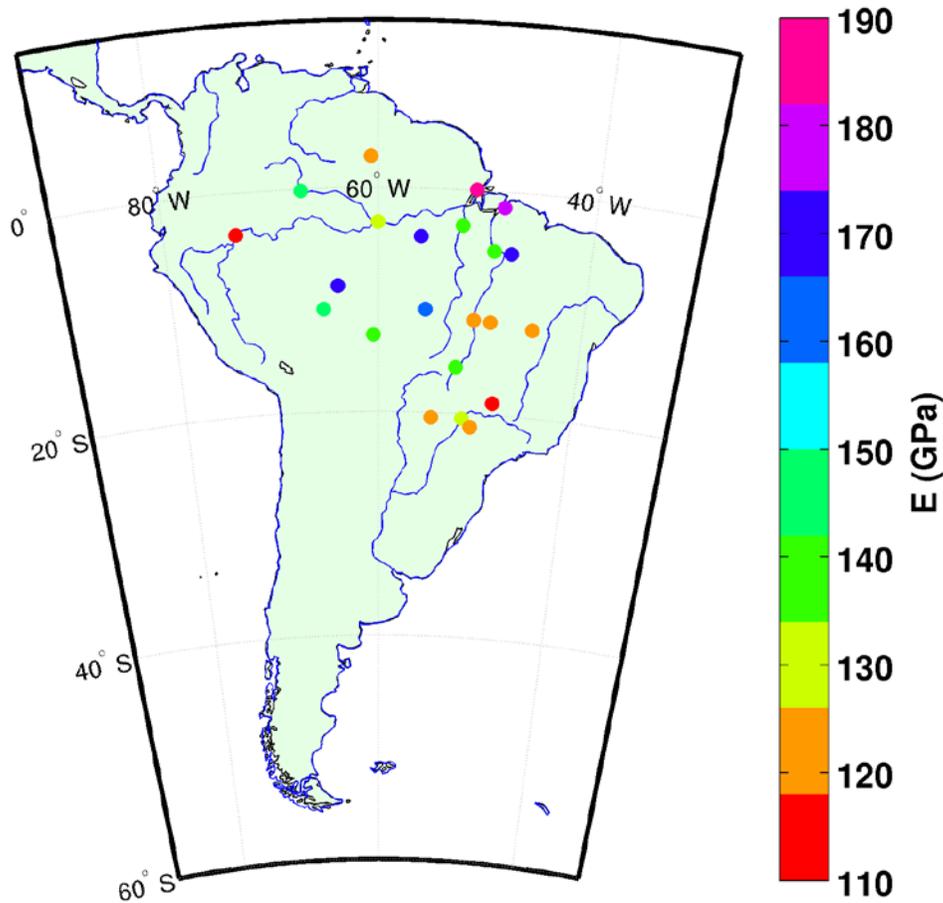


Errores menores al
20% (amarillas)

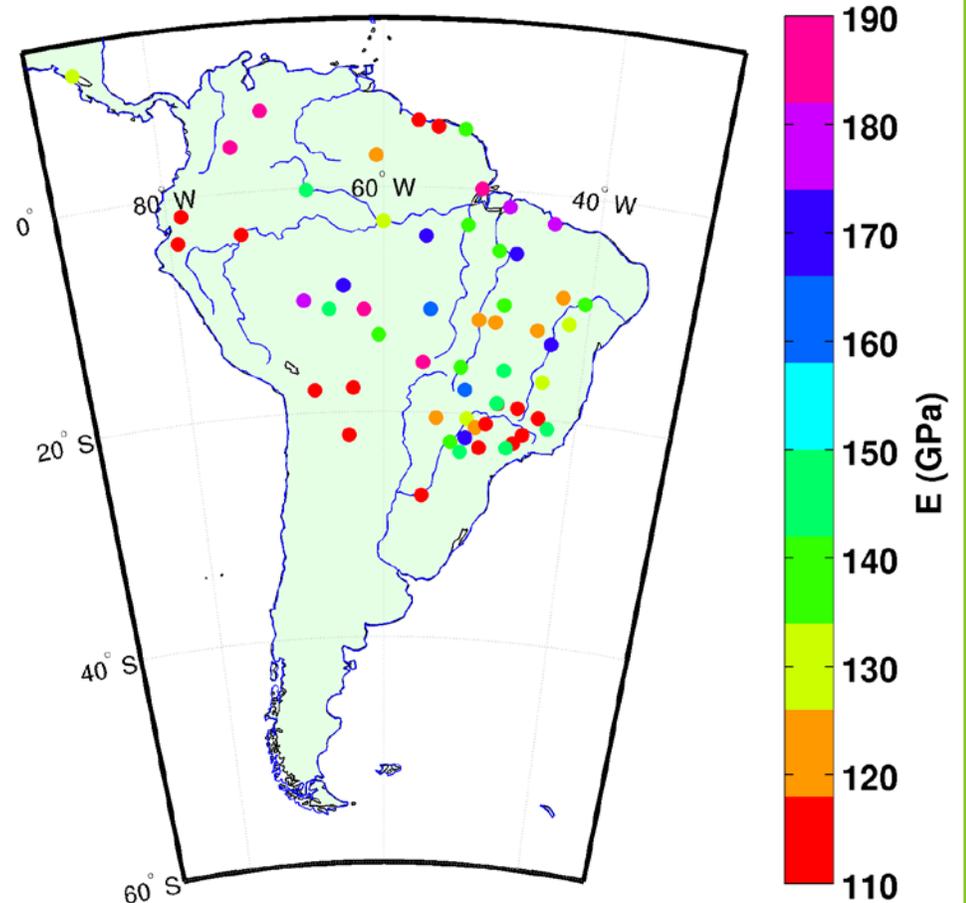


Errores menores al
50% (magenta)

Distribución geográfica de la estimaciones del módulo de Young



Estaciones con errores
menores al 50%



Estaciones con errores
menores al 20%

Conclusiones

- Los desplazamientos modelados representan muy bien las variaciones verticales estacionales.
- El modelo representa por lo menos el 50% de la variabilidad promedio observadas.
- En el 37% de las estaciones estudiadas el modelo representa por lo menos el 80% de la variabilidad promedio observada.
- Los valores estimados del módulo de Young coinciden con los esperados para la superficie terrestre.
- El valor estimado en Manaus coincide con el estimado por Bevis et al. (2005).
- Los valores extremos del módulo de Young se sitúan cerca de la costa (donde la estimación podría estar afectada por errores del modelo de carga oceánica) o en las zonas alejadas de la Cuenca Amazónica (donde la variación verticales estacional es pequeñas).

Romina Galván agradece a Hermann Drewes, Florian Zeitz y Laura Sánchez, por las fructíferas discusiones sostenidas durante su estadía en DGFI, las que enriquecieron notablemente este trabajo.

Muchas gracias por la atención