



Introducción a la Geofísica (geodesia)

Juan Carlos Báez

jbaez@udec.cl

Dpto. Cs. Geodésicas y Geomática
Campus Los Ángeles



Resumen

- Definición de Geodesia
- Organización
- IAG
- Observaciones
- Parámetros geodésicos
- Sea level rise
- Atmosfera
- Deformación de la Tierra sólida

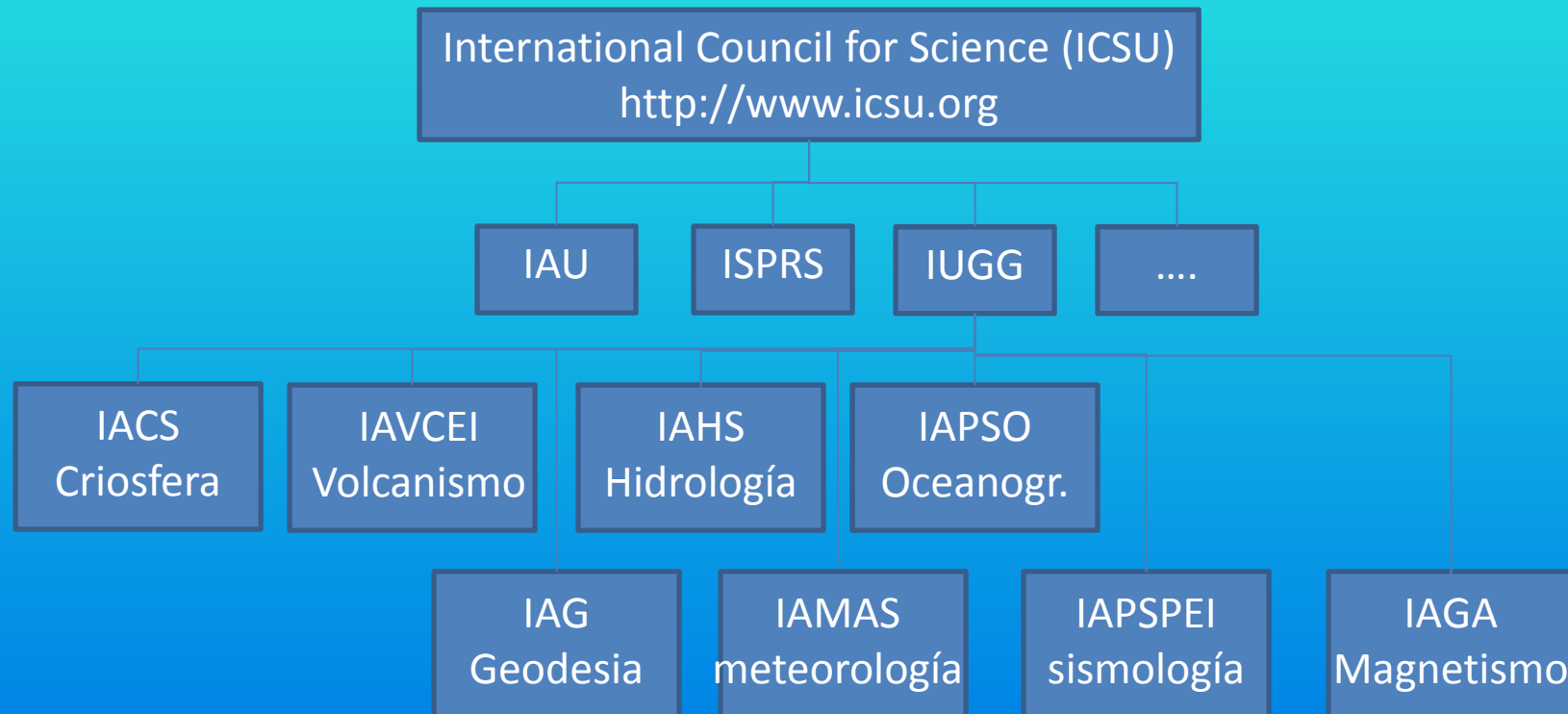


¿qué es geodesia?

- La geodesia es, según la definición de Helmert (1880), “la ciencia de la medición y representación cartográfica de la superficie terrestre”.
- Los objetivos tradicionales establecidos por esta definición fueron: la determinación de coordenadas de puntos y su gravedad, en un SGR.
- Por siglos la aplicación de los resultados geodésicos se concentró en los levantamientos para catastro, ingeniería, topografía, cartografía, etc.
- Mediante las mediciones geodésicas, cada vez más precisas, se detectaron variaciones de los resultados con el tiempo (p.ej. deformaciones) y efectos del ambiente (p.ej. refracción atmosférica).
- Hoy en día, la geodesia está en capacidad de aplicar las variaciones y los efectos ambientales observados para el control de la geodinámica y del clima.
- La geodesia se convirtió entonces en la ciencia de la medición del cambio global



Organización





Asociación Internacional de Geodesia

Estructura de IAG

Pres.: M. Sideris, Vice-Pres.: C. Rizos, Secr.Gen.: H. Drewes

Comisiones

1 Reference Frames
Pres.: Z. Altamimi

2 Gravity Field
Pres.: Y. Fukuda

3 Geodynamics
Pres.: M. Bevis

4 Applications
Pres.: S. Verhagen

Comité intercomisión

Theory, Pres.: N. Sneeuw

Servicios científicos

IERS
Chopo Ma

IDS
G. Tavernier

IGS
J. Dow

ILRS
W. Gurtner

IVS
H. Schuh

BIPM
F. Arias

IBS
A. Michlenz

IAS
W. Bosch

IGFS
R. Forsberg

BGI
S. Bonvalot

ICET
J.-P. Barriot

ICGEM
J. Kusche

IDEMS
P. Berry

IGeS
R. Barzaghi

PSMSL
P. Woodworth

Sistema de observación global

Global Geodetic Observing System (GGOS), Pres.: M. Rothacher

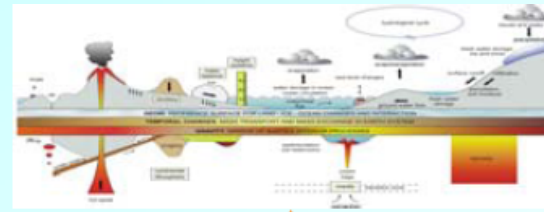




Observaciones

Observación del cambio global por métodos geodésicos

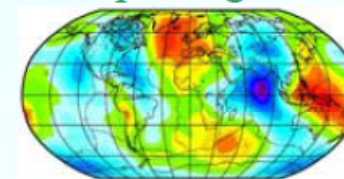
Procesos en la
Tierra sólida:
geodinámica
(deformación)



Procesos en
la atmósfera
e hidrosfera:
ciclo del agua

deformaciones

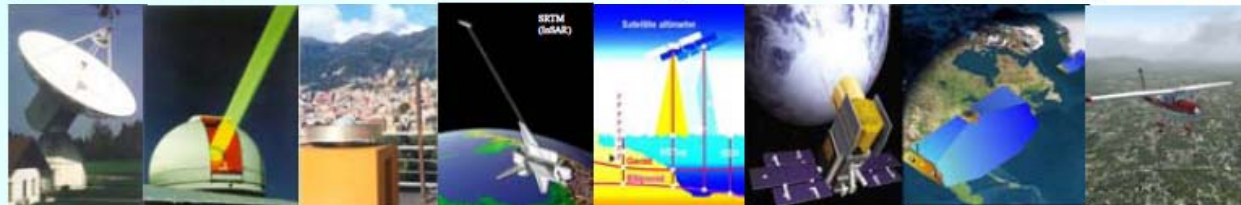
variaciones de rotación y del campo de gravedad



posicionar puntos

escanear superficies

medir la gravedad

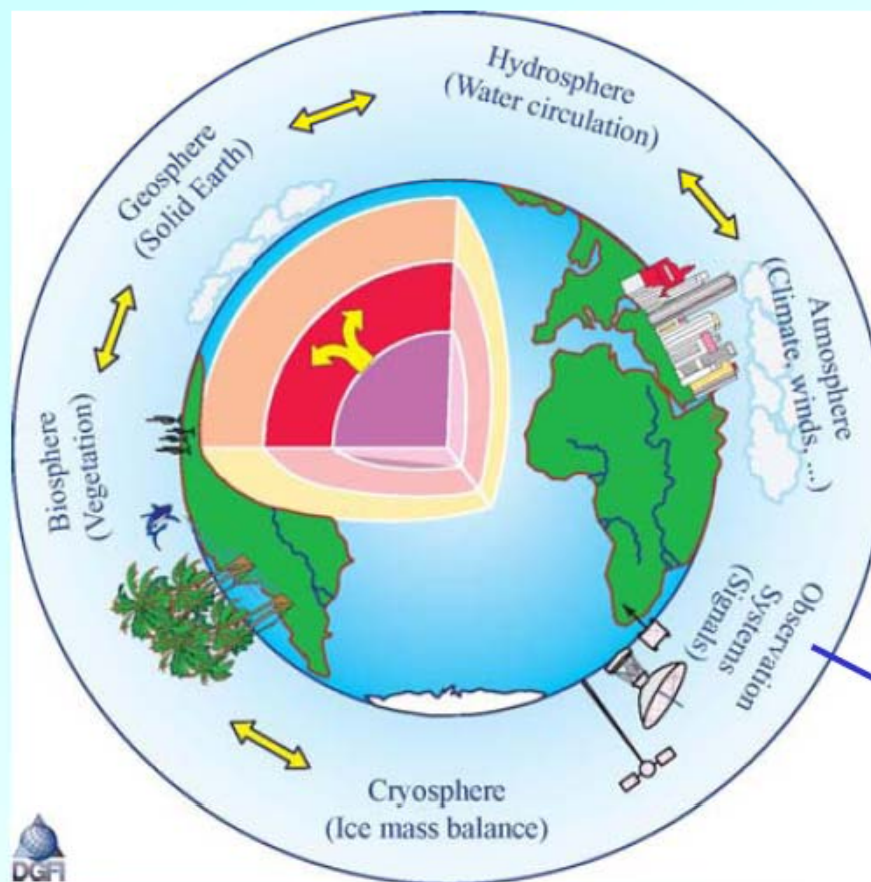


Drewes, 2009



Sistema Tierra

Elementos e interacciones en el sistema terrestre



La geodinámica y el cambio global son procesos dentro de y entre los elementos del sistema terrestre:

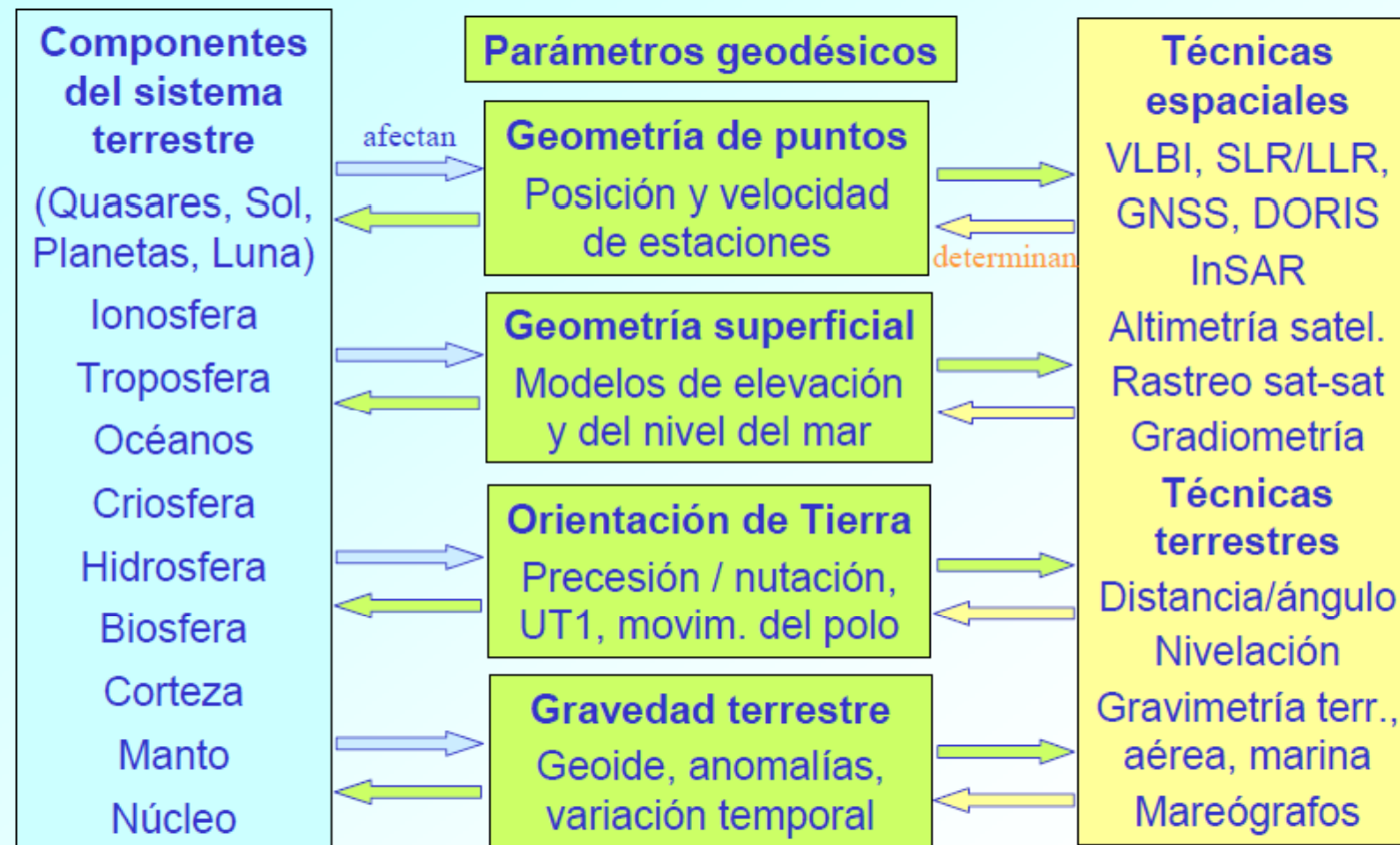
- geosfera (sólida)
- hidrosfera (fluida)
- atmósfera (gaseosa)
- criosfera (glacial)
- biosfera (viva)

Las observaciones geodésicas miden los efectos de estos procesos.



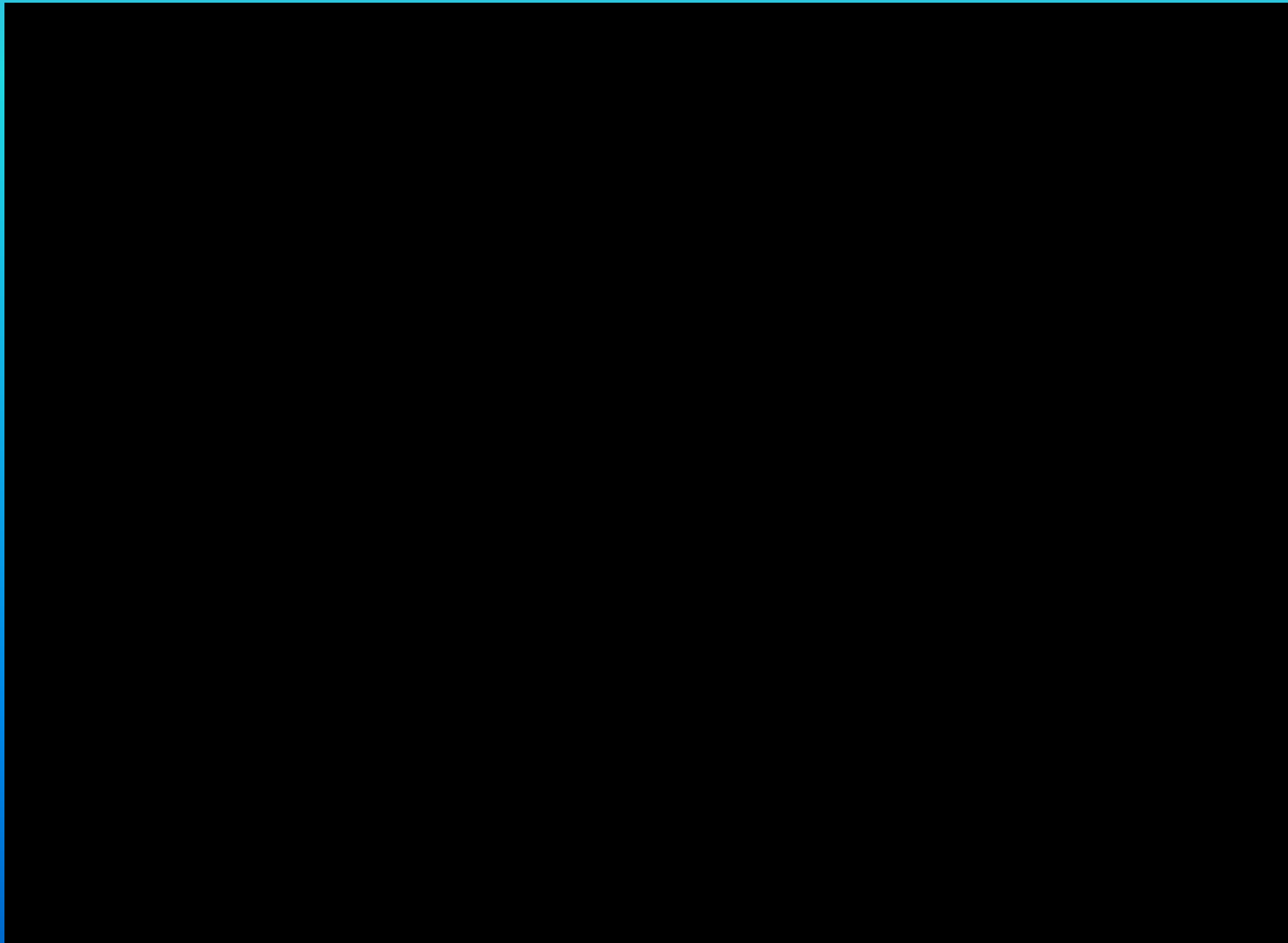
Parámetros geodésicos v/s técnicas

Sistema terrestre, parámetros y observaciones geodésicas





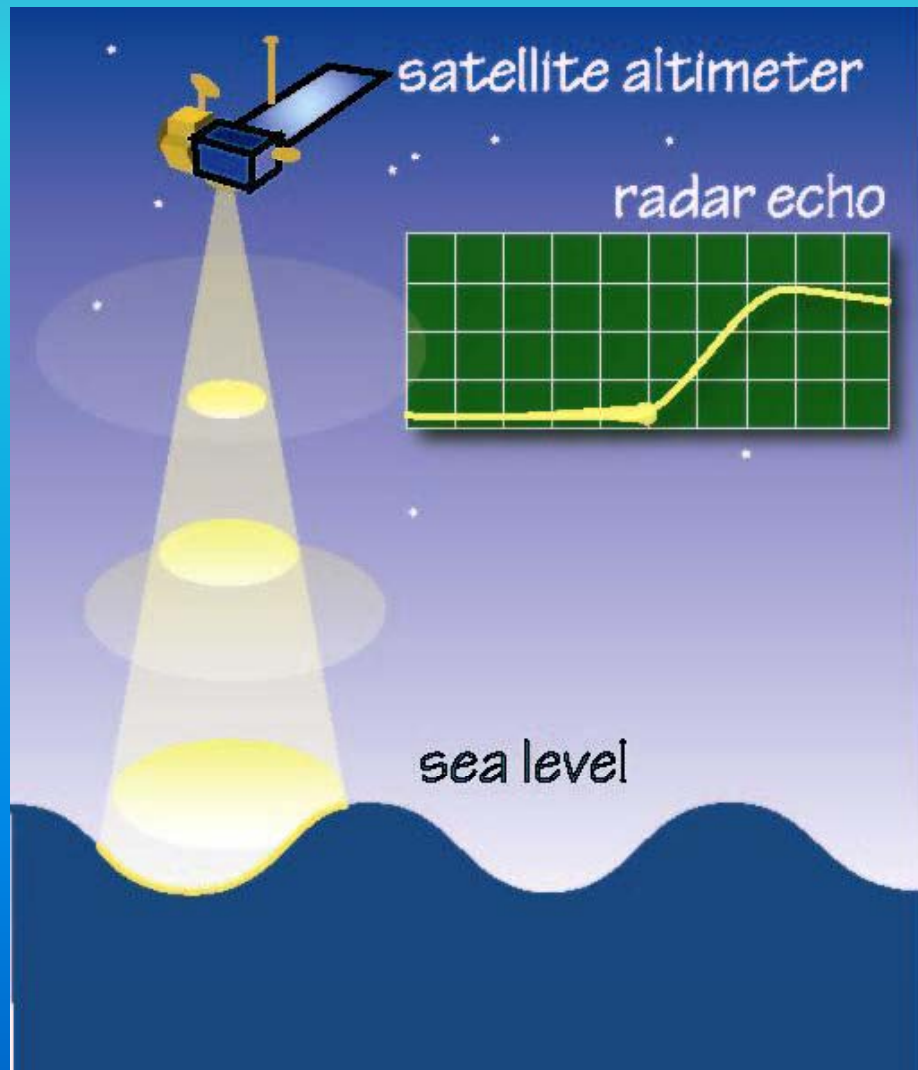
Sea level rise



USGS



Sea level rise

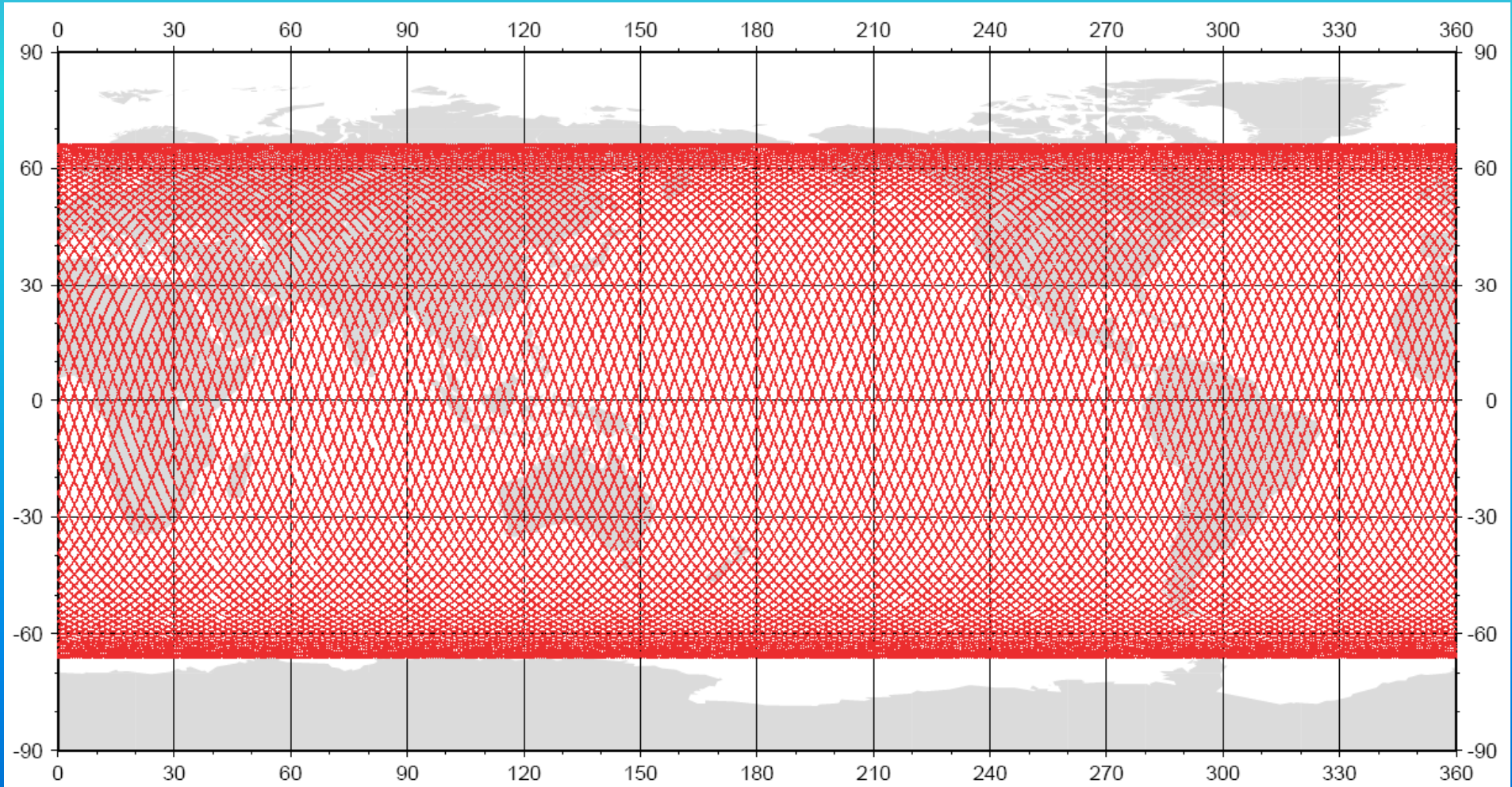


Typical Characteristics:

Frequency	13.5 GHz	
Impuls duration	12.5 nsec	
Impuls travel time	5 msec	
Puls repetition	1000Hz	
Averaging	0,05 sec	
Hight above sea level	800km	
„footprint“	2-11 km	
Ground velocity	6,7 km/sec	



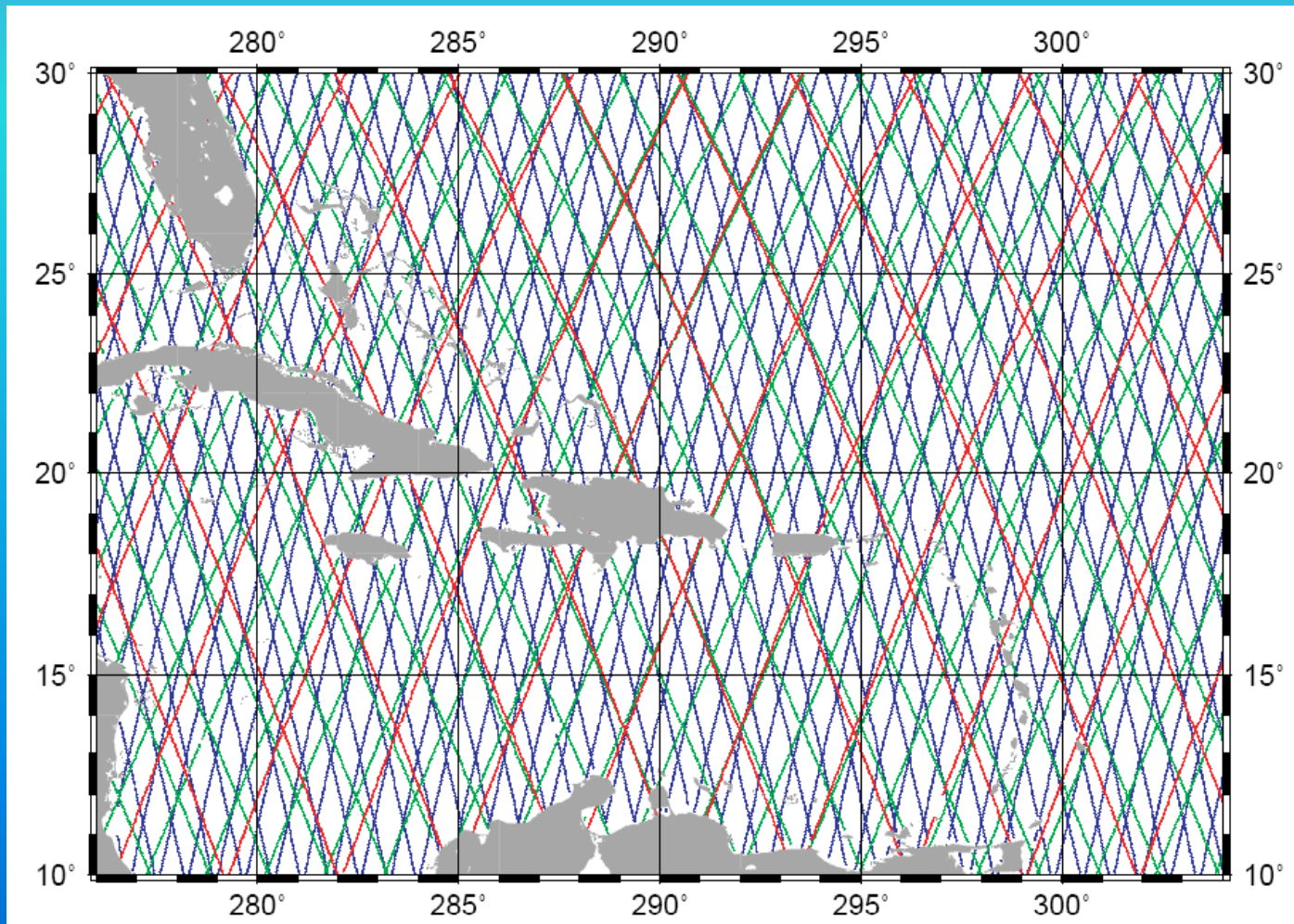
Sea level rise



TOPEX/POSEIDON track



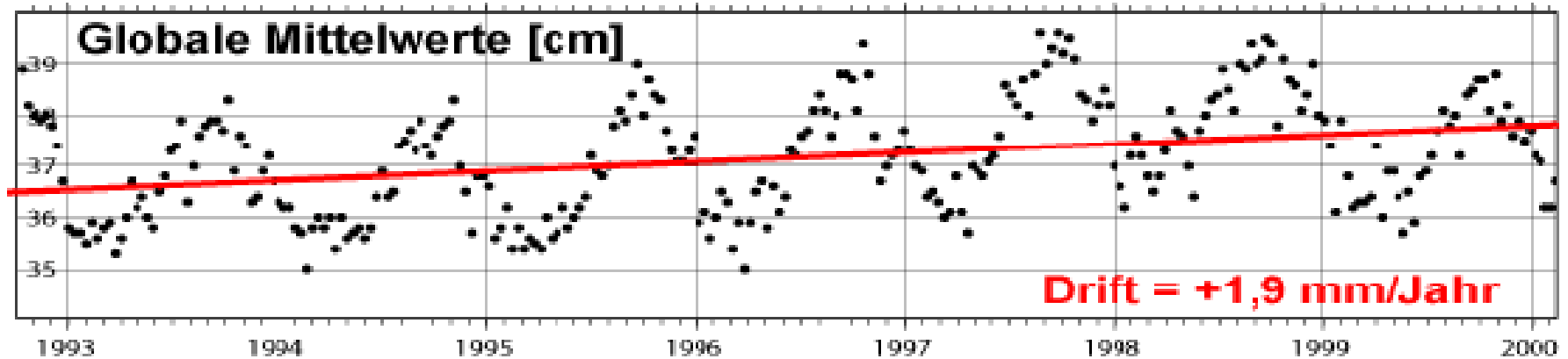
Sea level rise



(T/P GFO ERS)



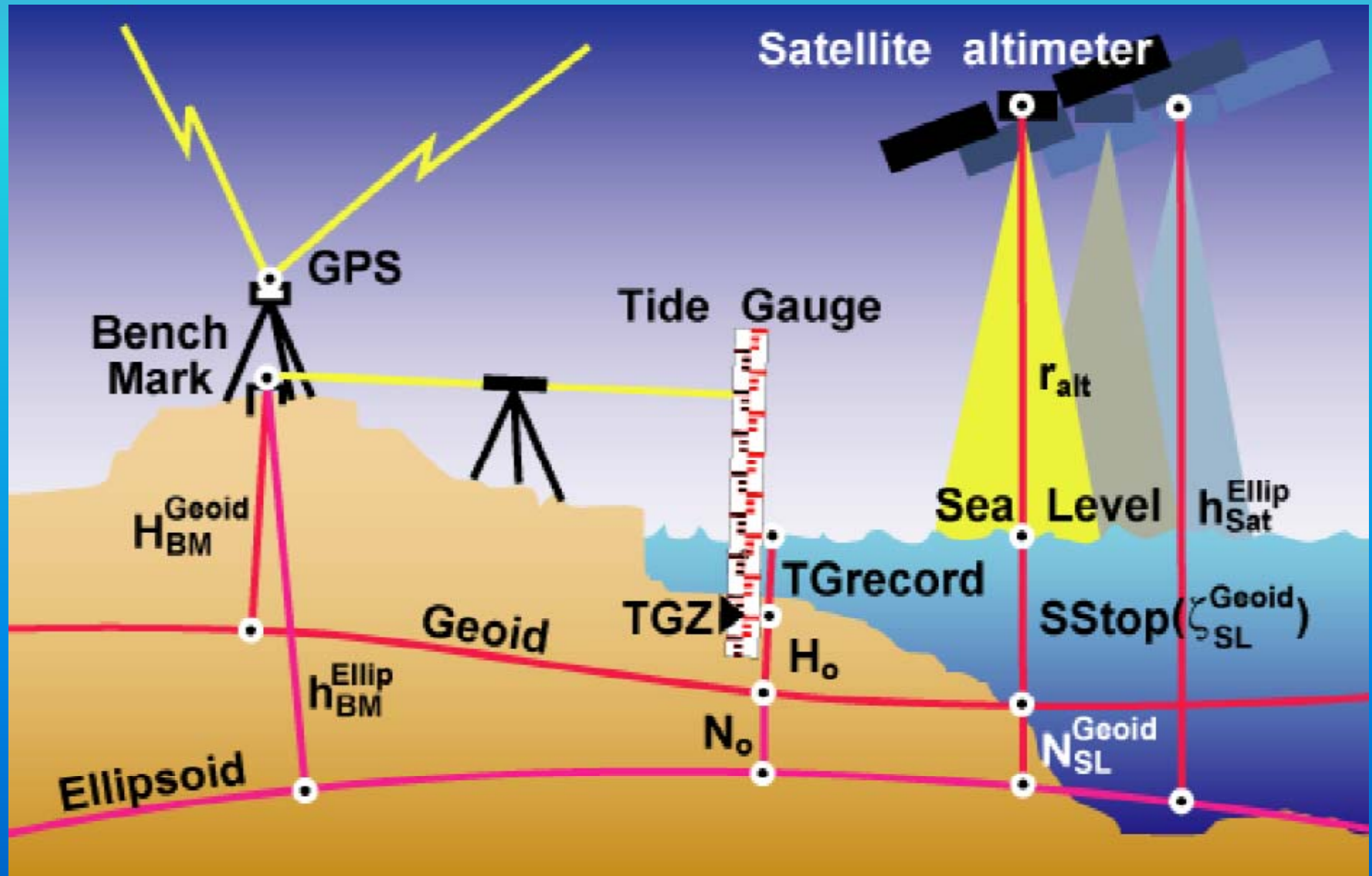
Sea level rise



- Annual variation could be caused by
 - Water mass exchange with atmosphere
 - Uneven land/ocean distribution on both hemispheres
 - Southern ocean only partly sampled by TOPEX/Poseidon
- (Bosh, 2008)

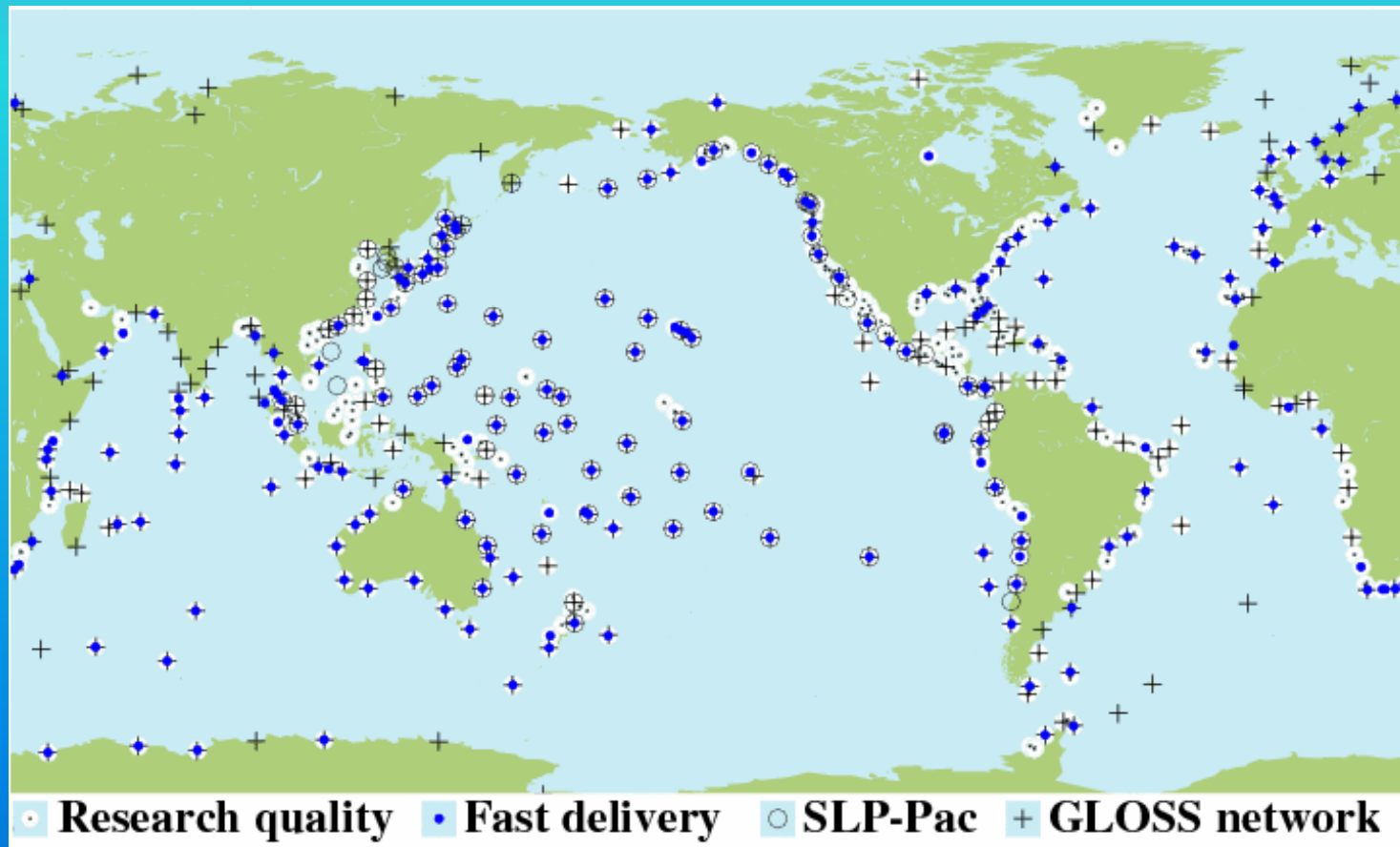


Sea level rise





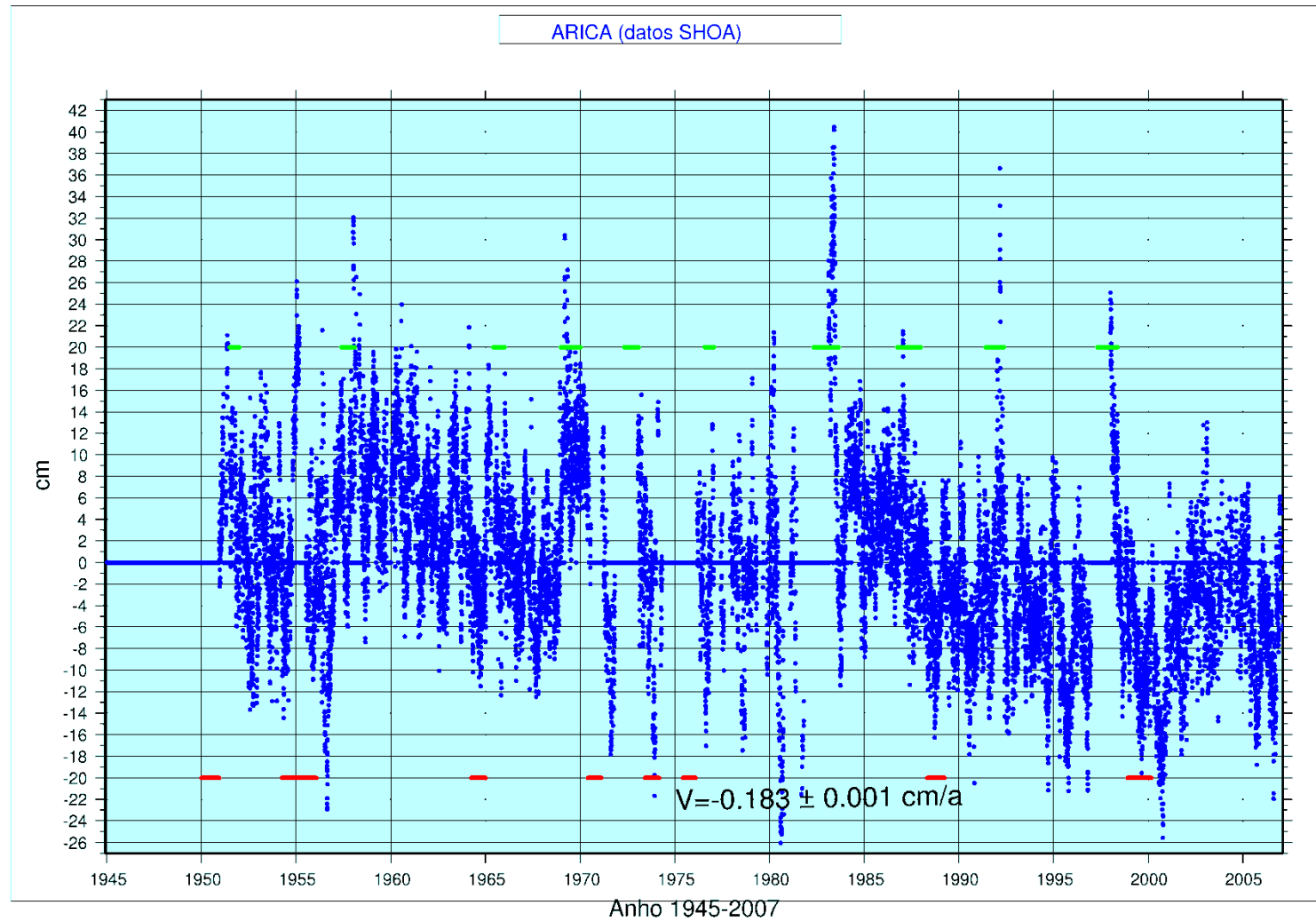
Sea level rise



Mareografos (Hawaii)



Sea level rise

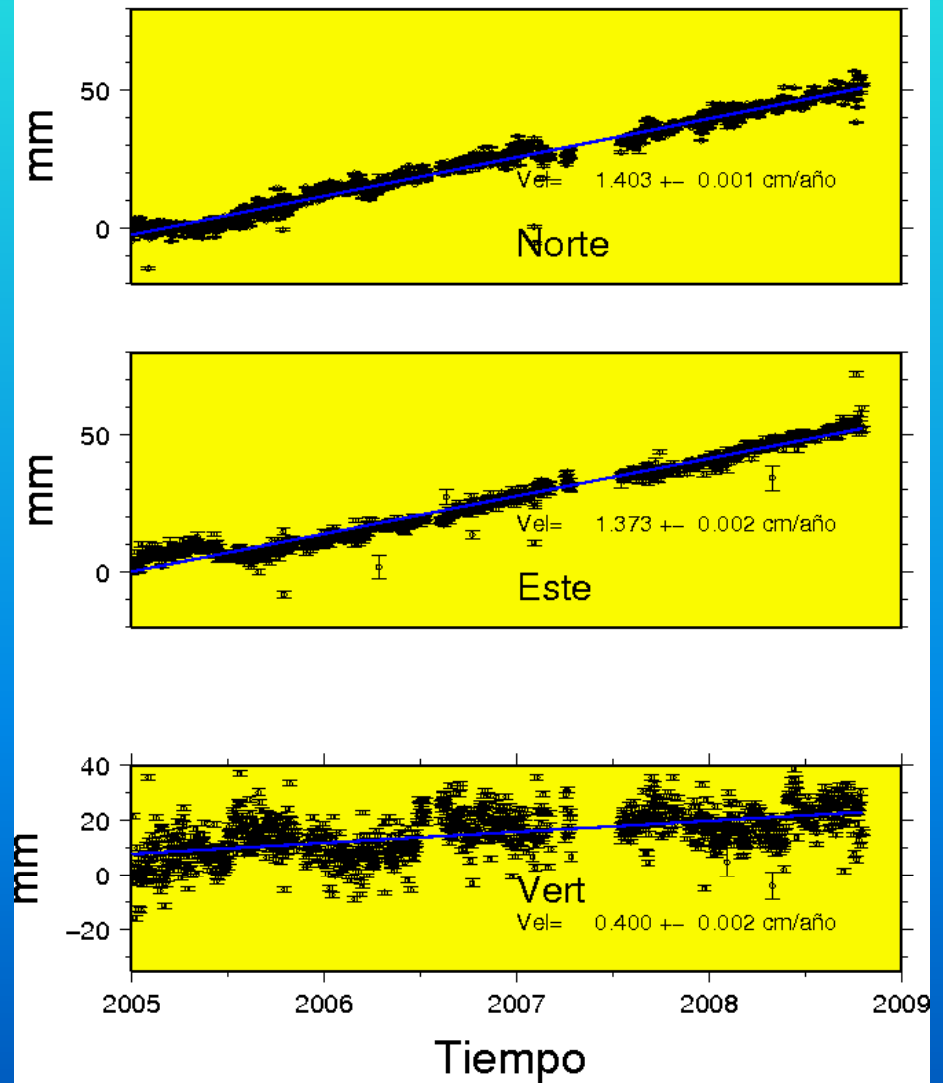




Sea level rise

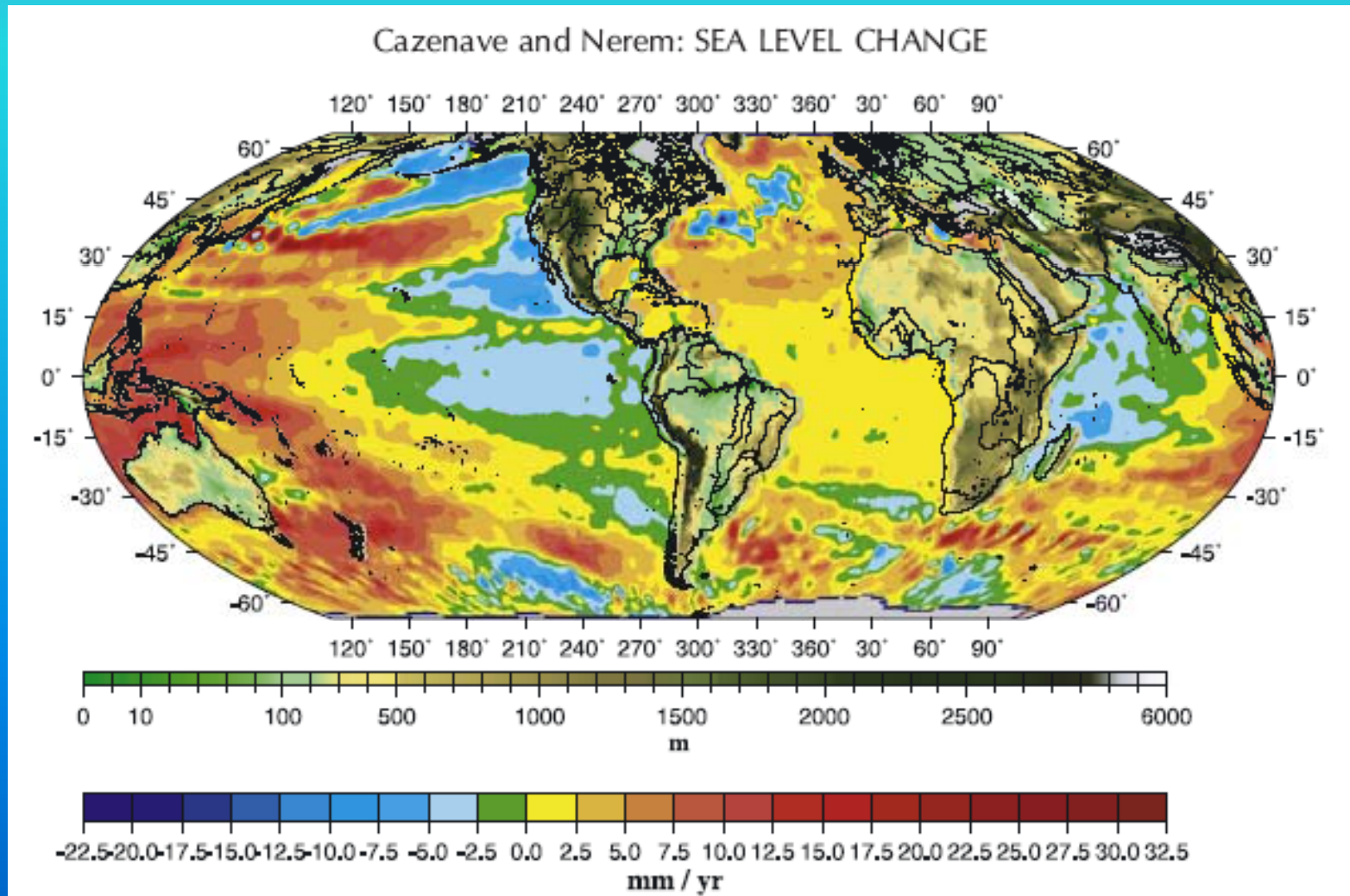
Serie Arica.

UTAR



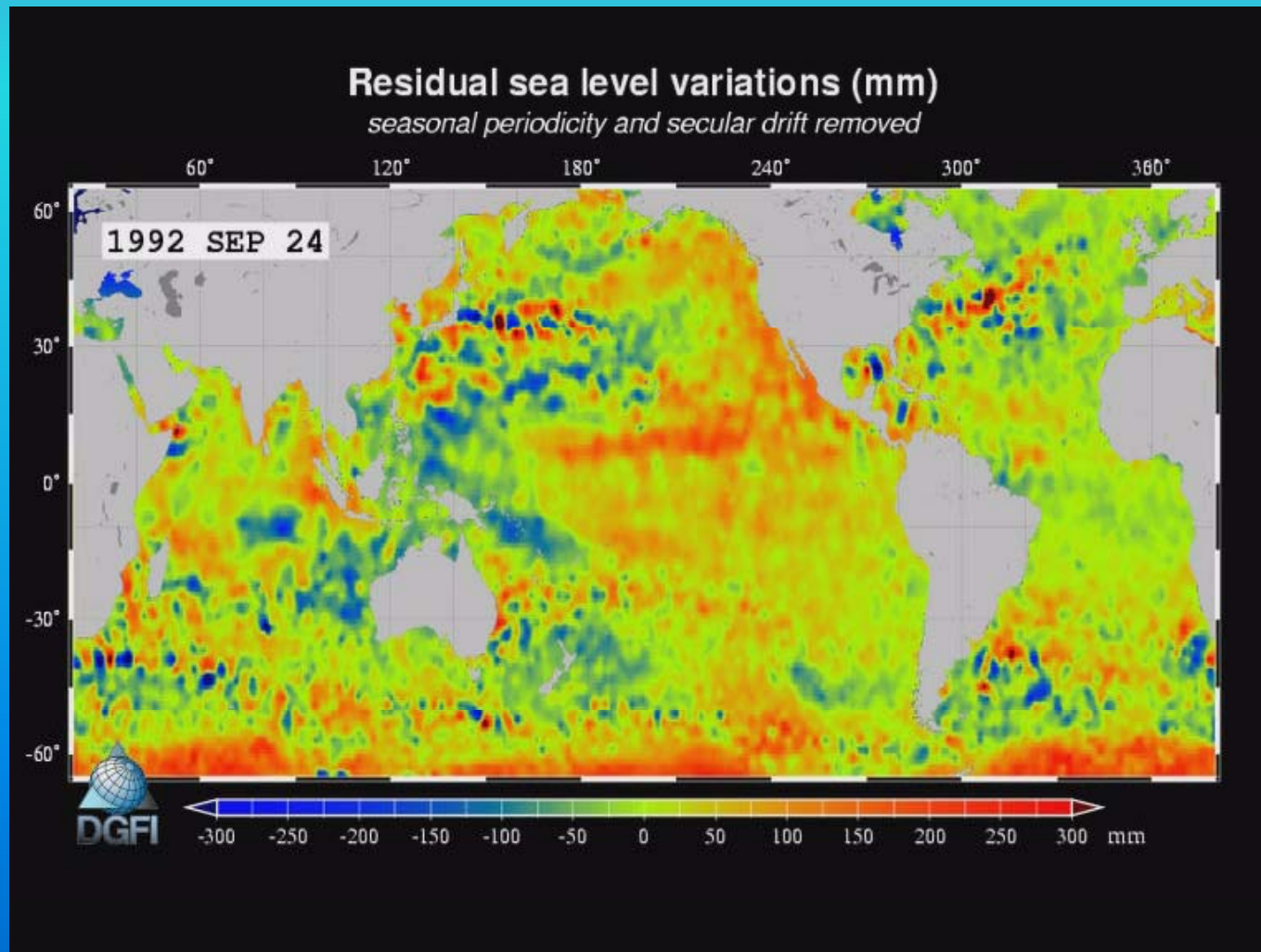


Sea level rise





Sea level rise



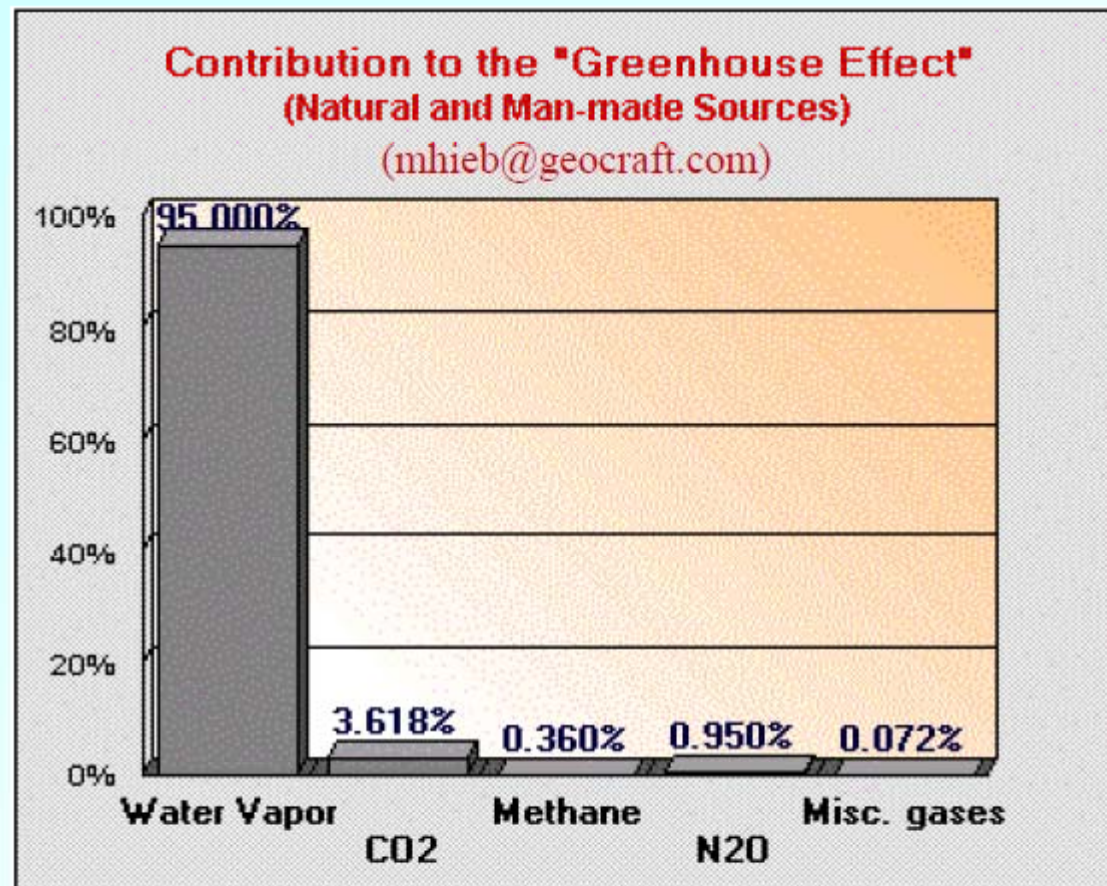
Boch, 2009



Atmosfera

Contribuciones al efecto Greenhouse

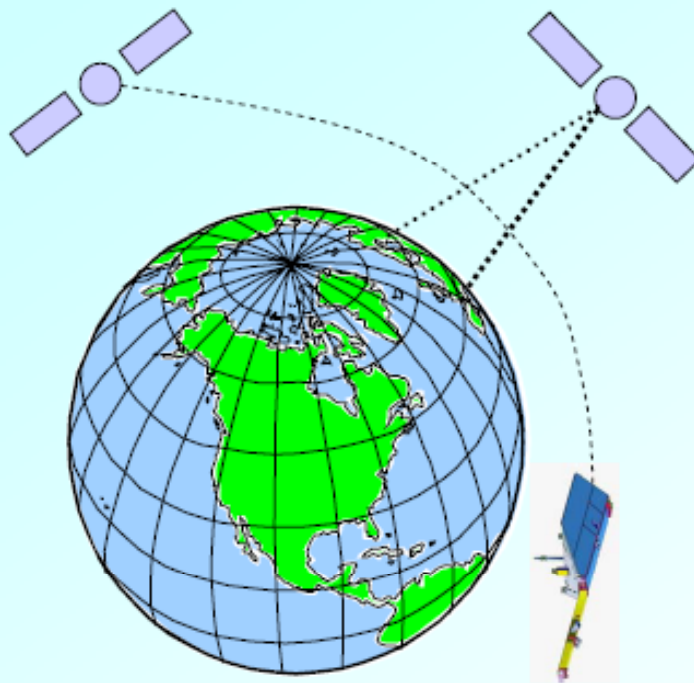
95 % se generan por vapor del agua de la atmósfera





Atmosfera

Observación geodésica del vapor de agua en la troposfera



1. Sondeo atmosférico por GNSS basado en Tierra: Estimación del vapor de agua por redes terrestres.
2. Sondeo atmosférico por GNSS basado en espacio: Observaciones de la ocultación entre satélites.

<http://www.gfz-potsdam.de>

Principio: Medir el retraso de las señales (refractividad) GNSS entre posiciones „conocidas“ en Tierra y satélites.



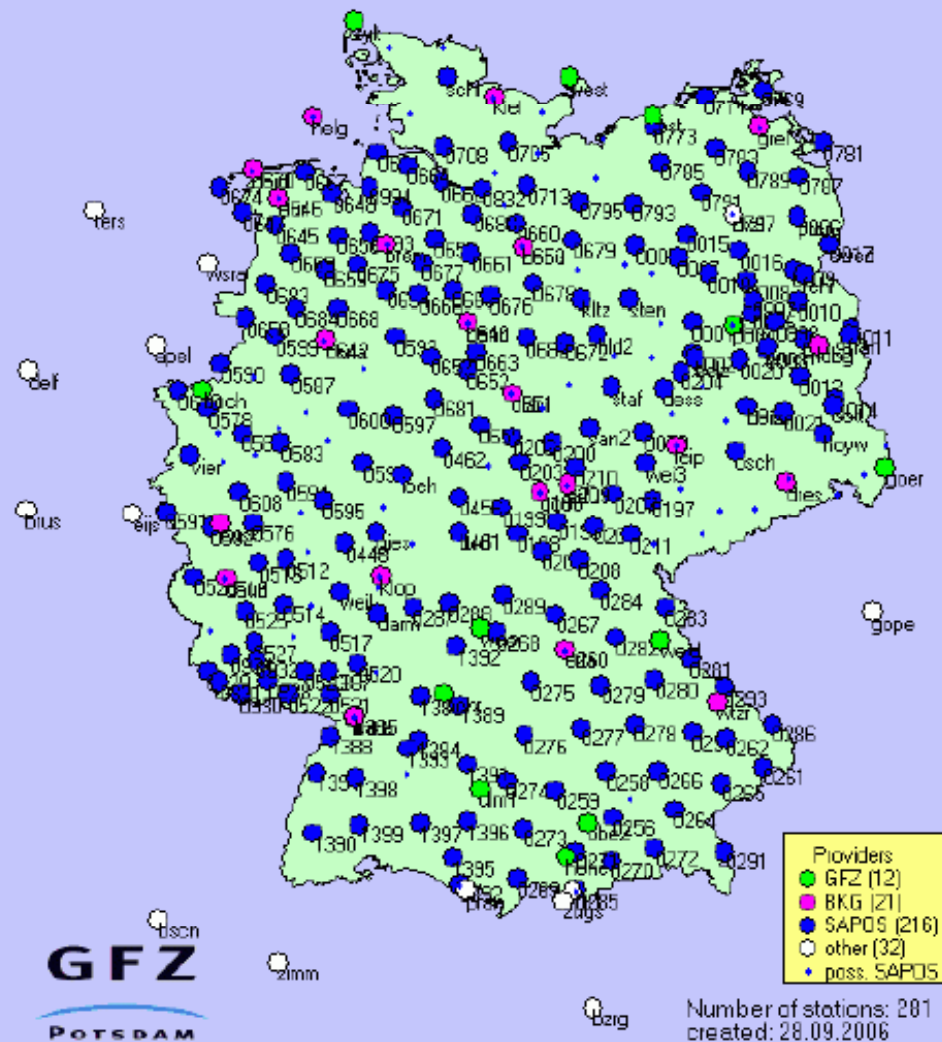
Atmosfera

Sondeo atmosférico

Red de Alemania:

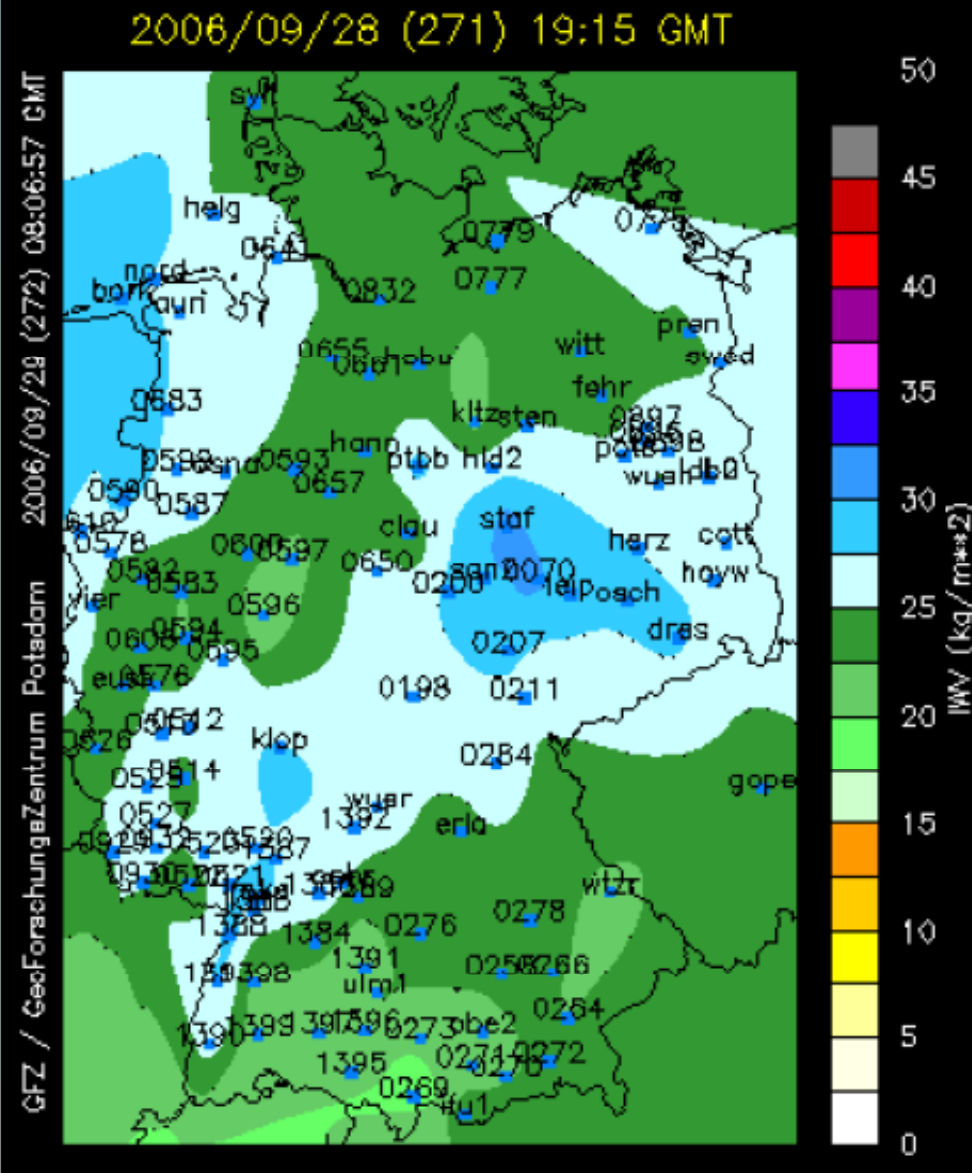
- Satellite Positioning System (SAPOS)[®]
- Bundesamt für Kartographie und Geodäsie (BKG)
- GeoForschungs-Zentrum Potsdam (GFZ)
- Países vecinos

GASP GPS Network
actual Data Providers



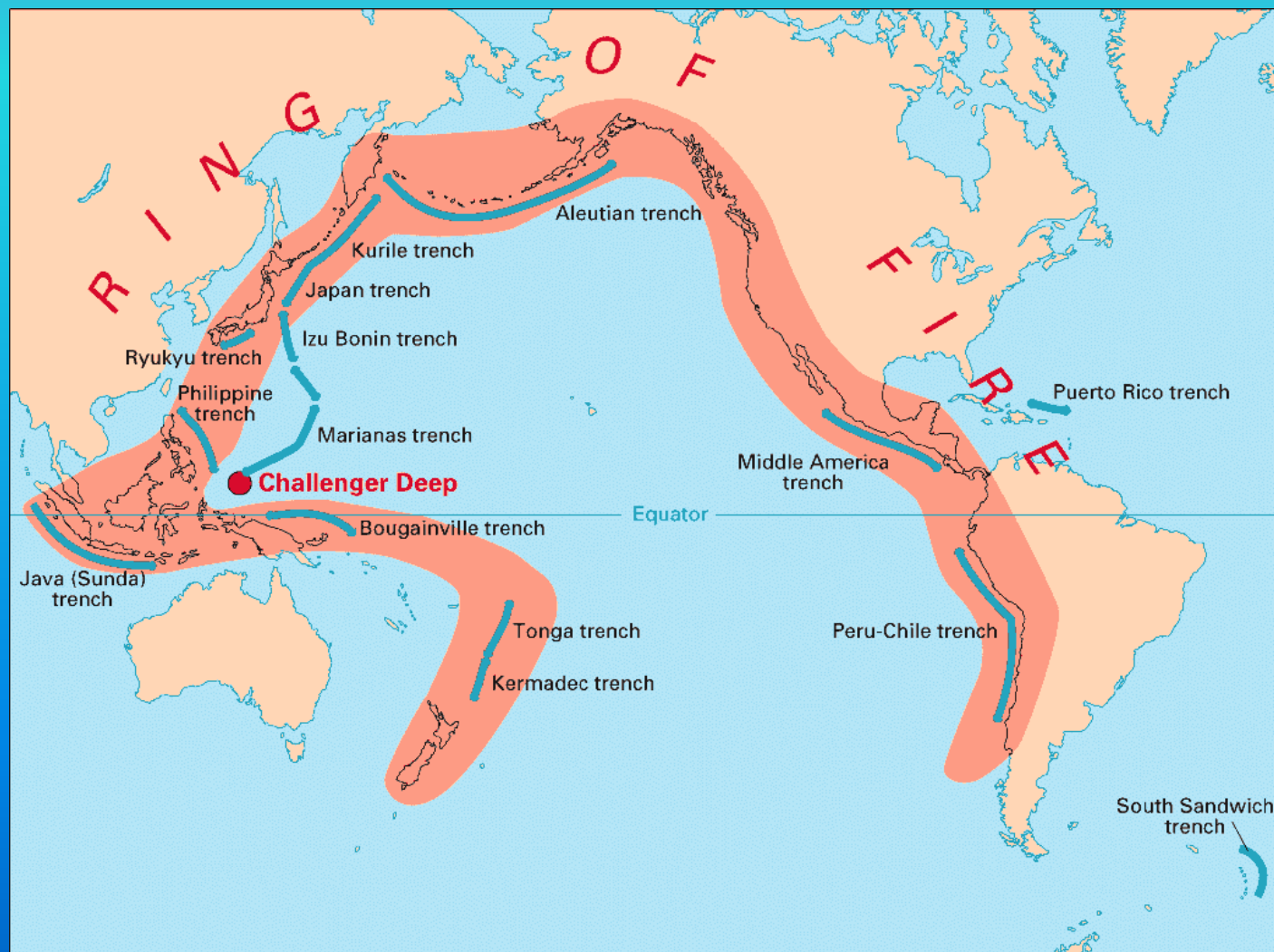


Estimación horaria del vapor integrado de agua (IWP) en la atmósfera.





Deformación Tierra sólida



<http://pubs.usgs.gov/gip/dynamic/fire.html>



Deformación Tierra sólida

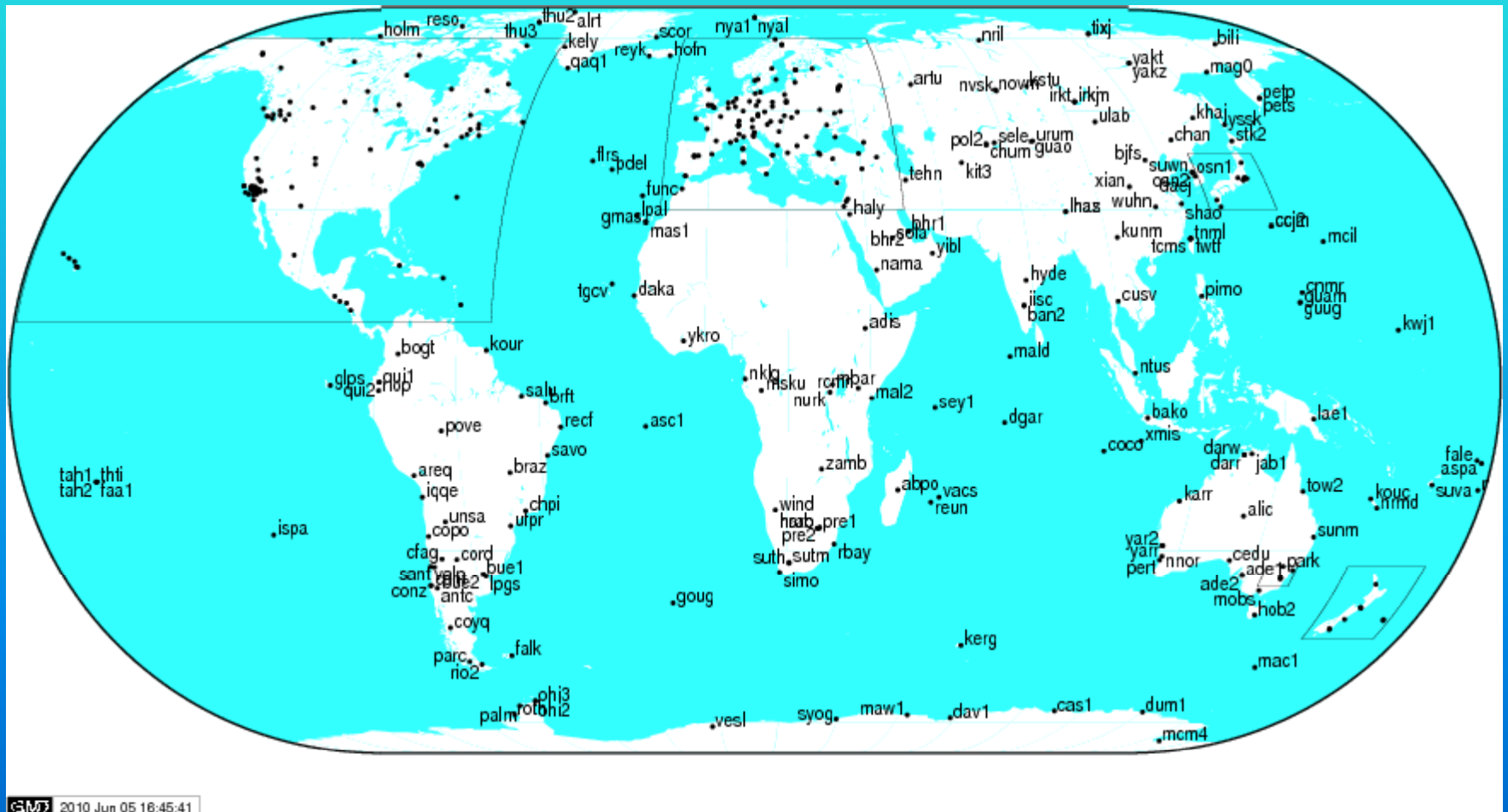


GFZ



Deformación Tierra sólida

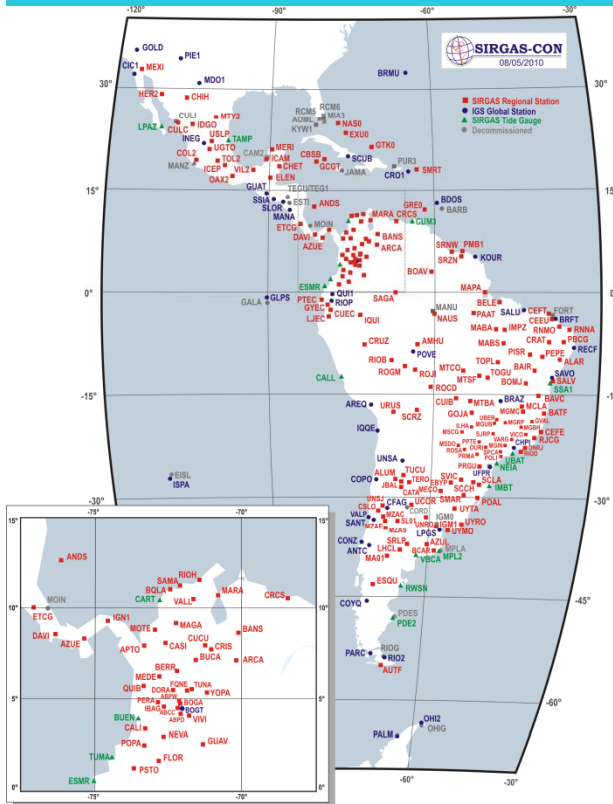
International GNSS Service (IGS)



<http://igsceb.jpl.nasa.gov>



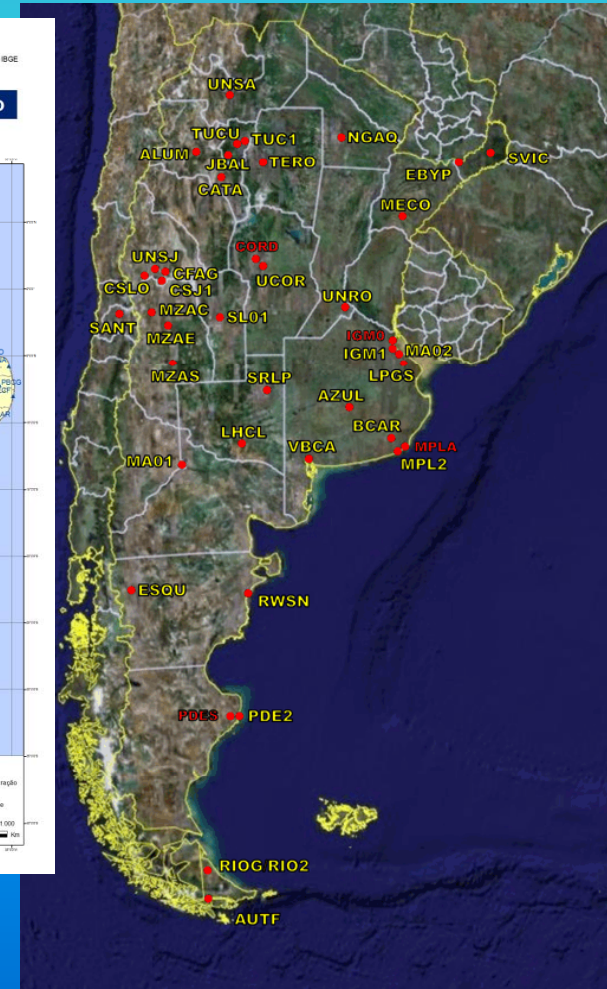
Deformación Tierra sólida



SIRGAS-CON



RBMC

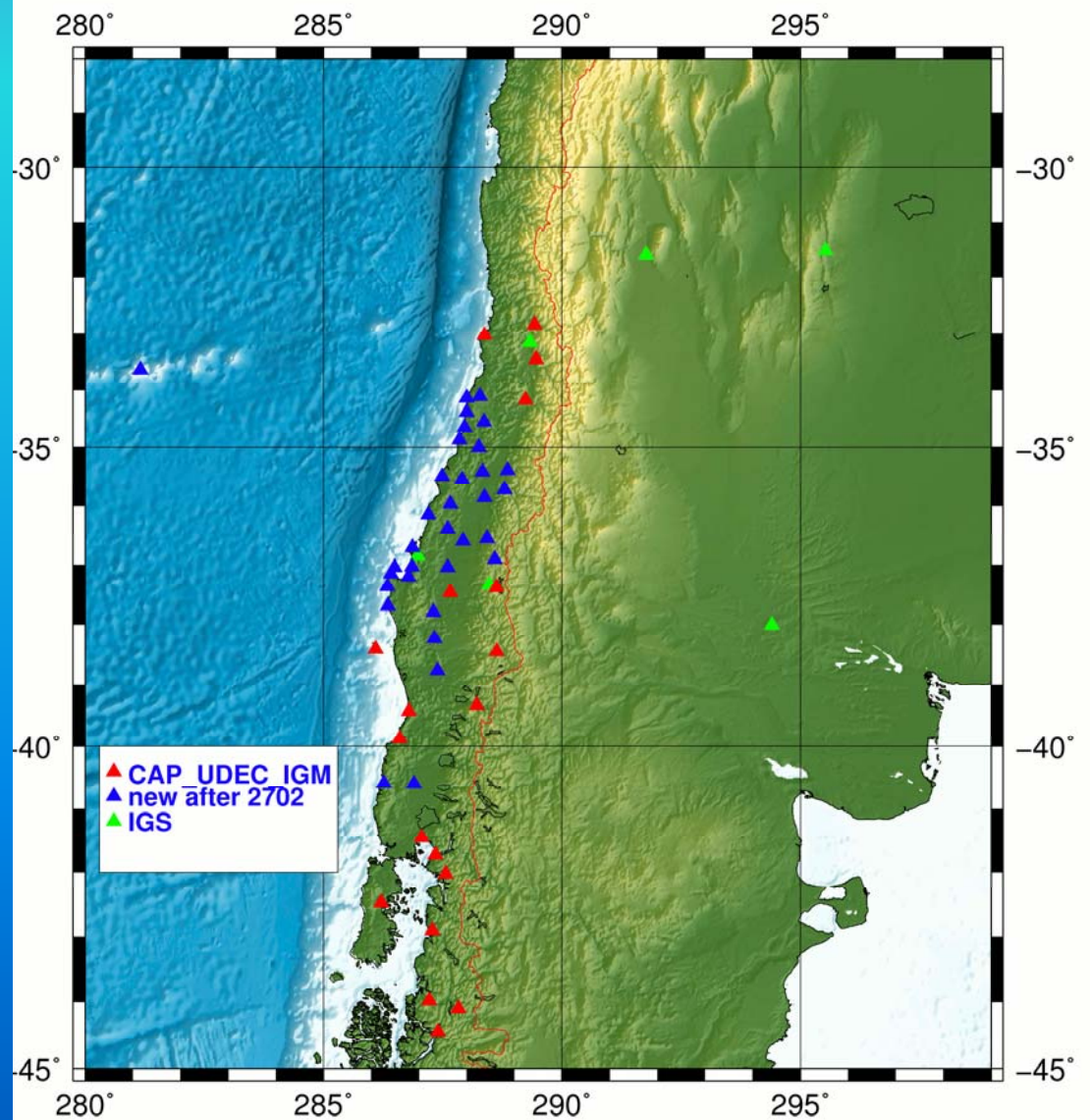


RAMSAC



Deformación Tierra sólida

Estaciones (rojo), instaladas pos sismo 2702

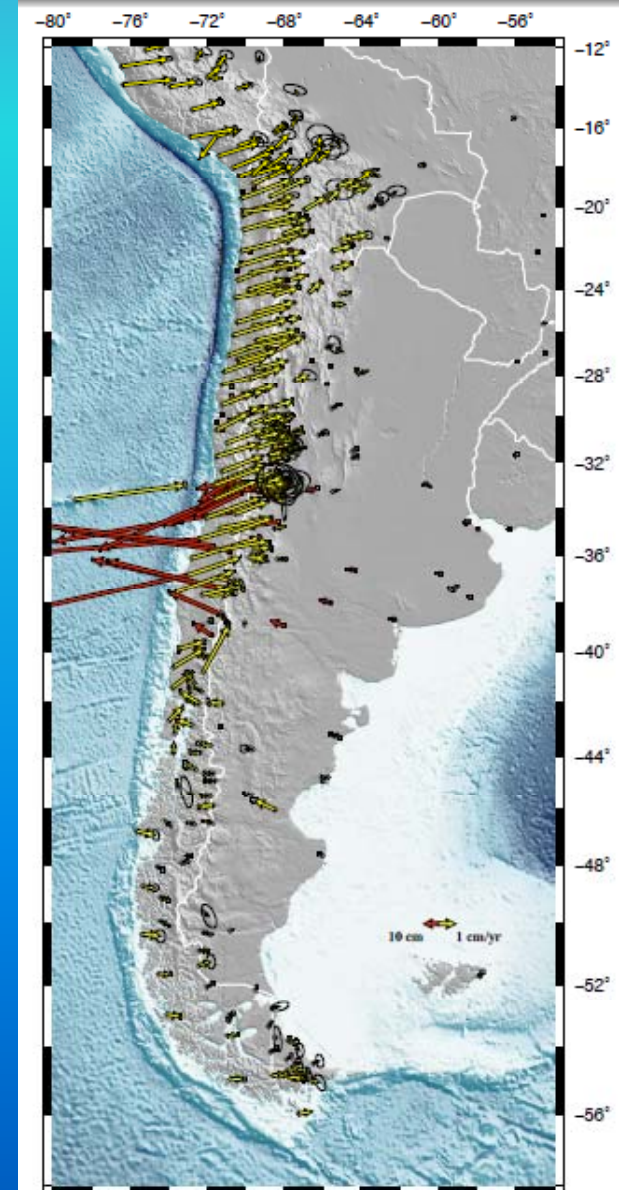




Deformación Tierra sólida

A map showing interseismic velocities (yellow) and Maule co-seismic displacement (red) for the M8.8 Chile earthquake. Ben Brooks, James Foster, Mike Bevis, Bob Smalley, Hector Parra, Juan Carlos Báez Soto, Mauro Blanco, Eric Kendrick, Jeff Genrich, and Dana Caccamise

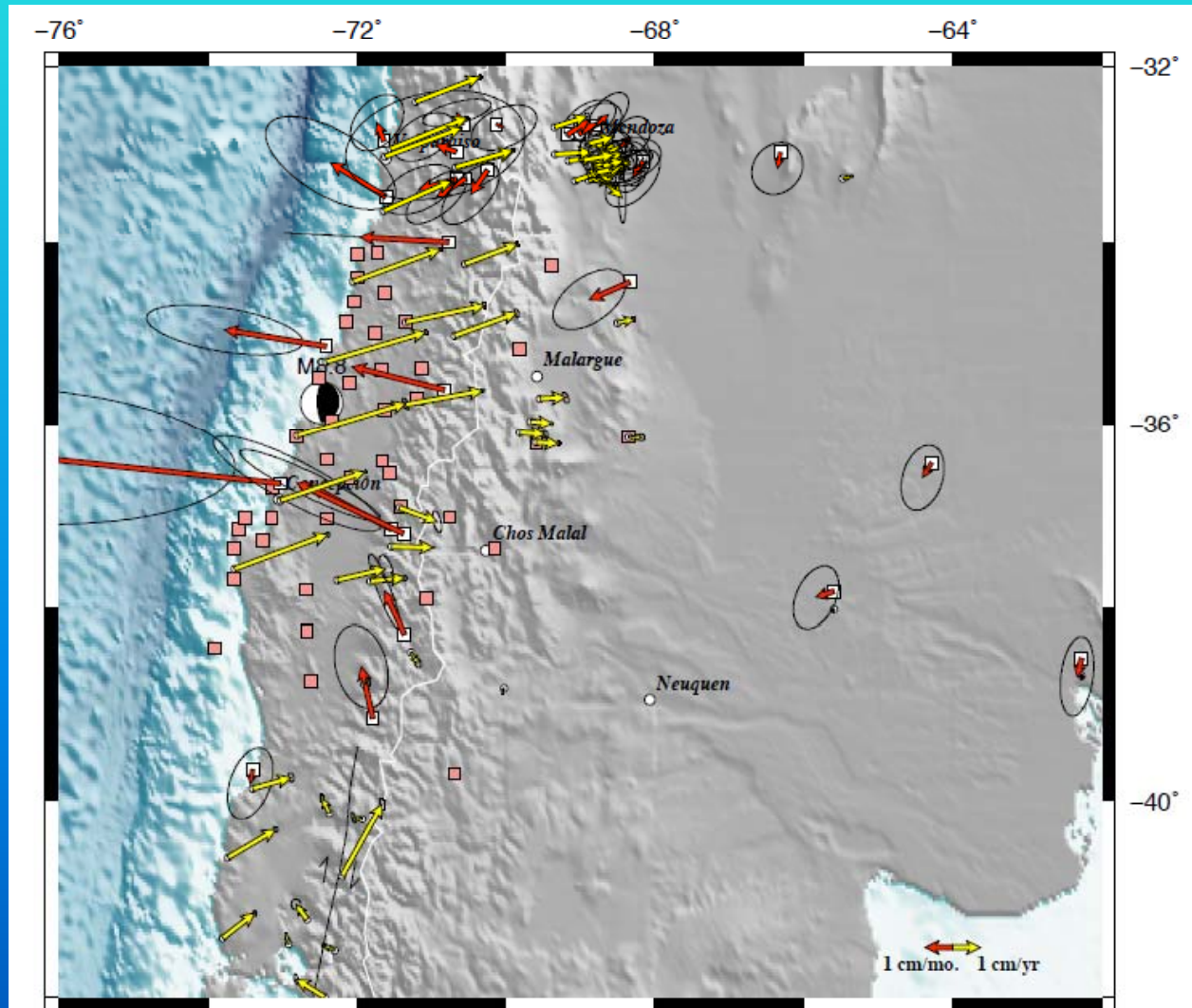
http://www.unavco.org/research_science/science_highlights/2010/M8.8-Chile.html





Deformación Tierra sólida

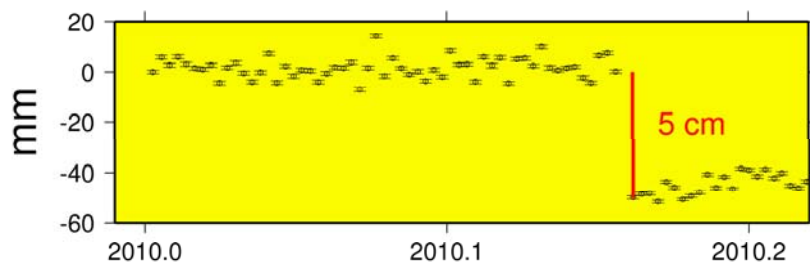
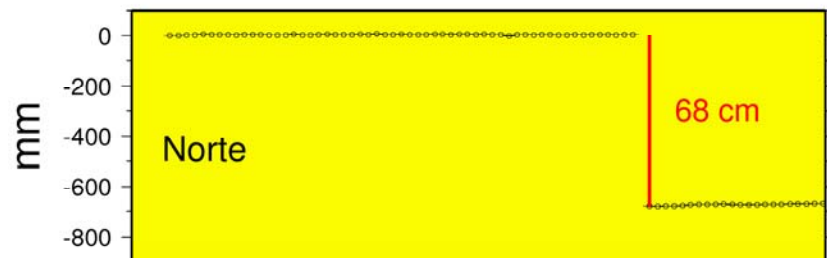
A map showing interseismic velocities (yellow), post-seismic displacement from existing stations (red), and locations of installed NSF RAPID stations for which velocities are forthcoming (pink squares). Ben Brooks, James Foster, Mike Bevis, Bob Smalley, Hector Parra, Juan Carlos Baez Soto, Mauro Blanco, Eric Kendrick, Jeff Genrich, and Dana Caccamise.





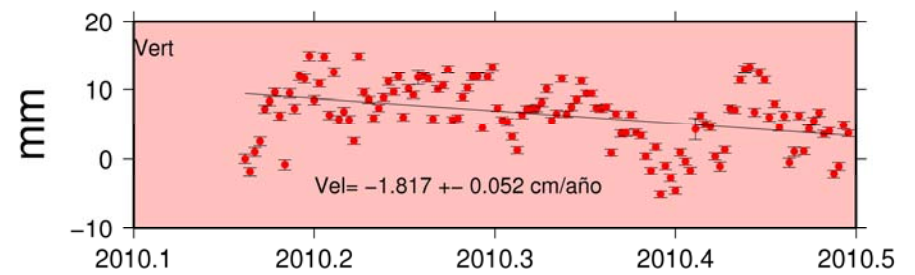
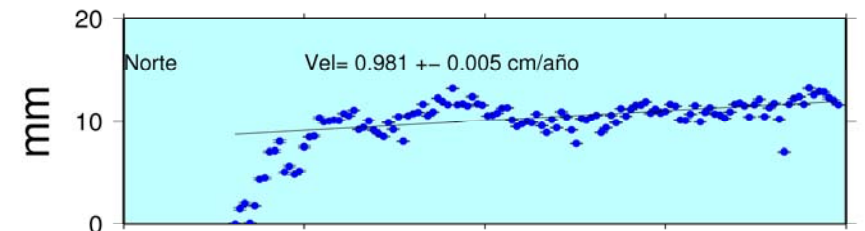
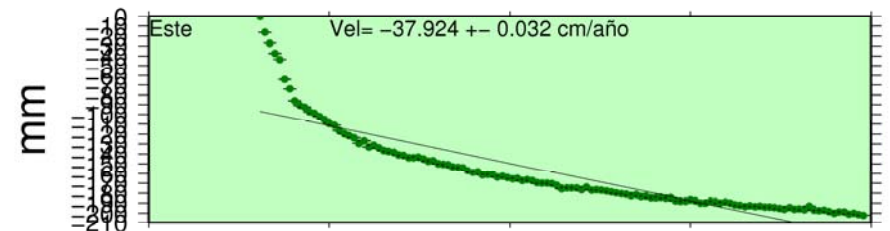
Deformación Tierra sólida

CONZ



Tiempo

CONZ



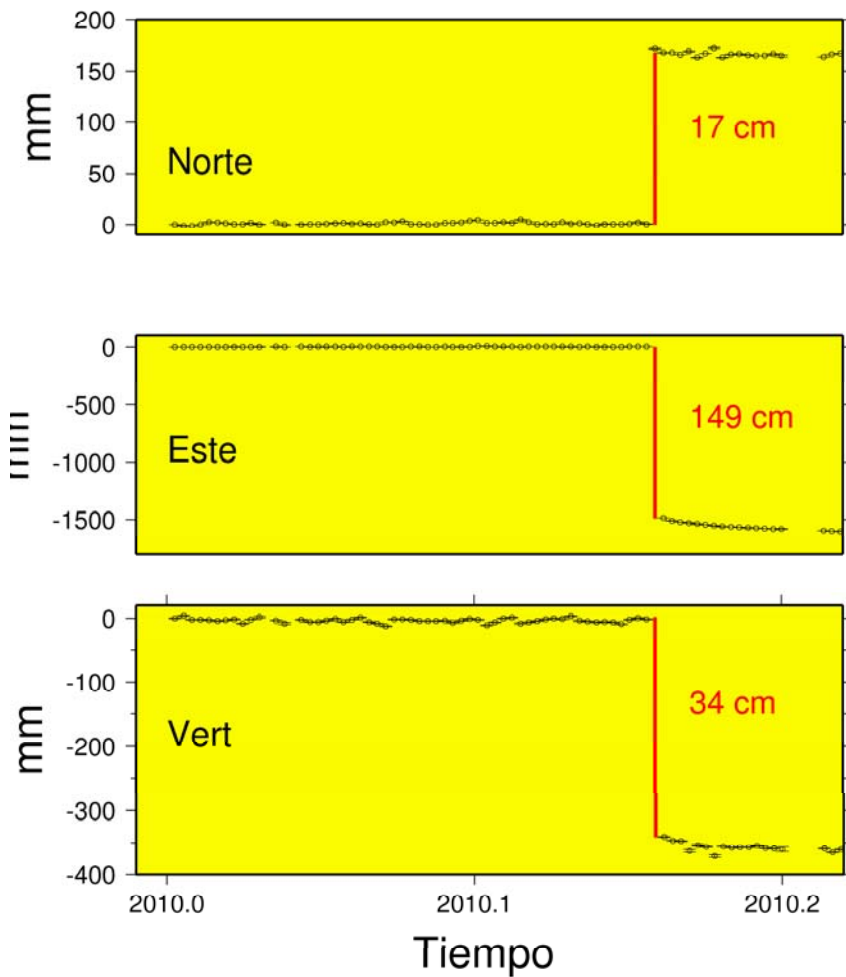
GM 2010 Aug 18 21:40:32

Tiempo

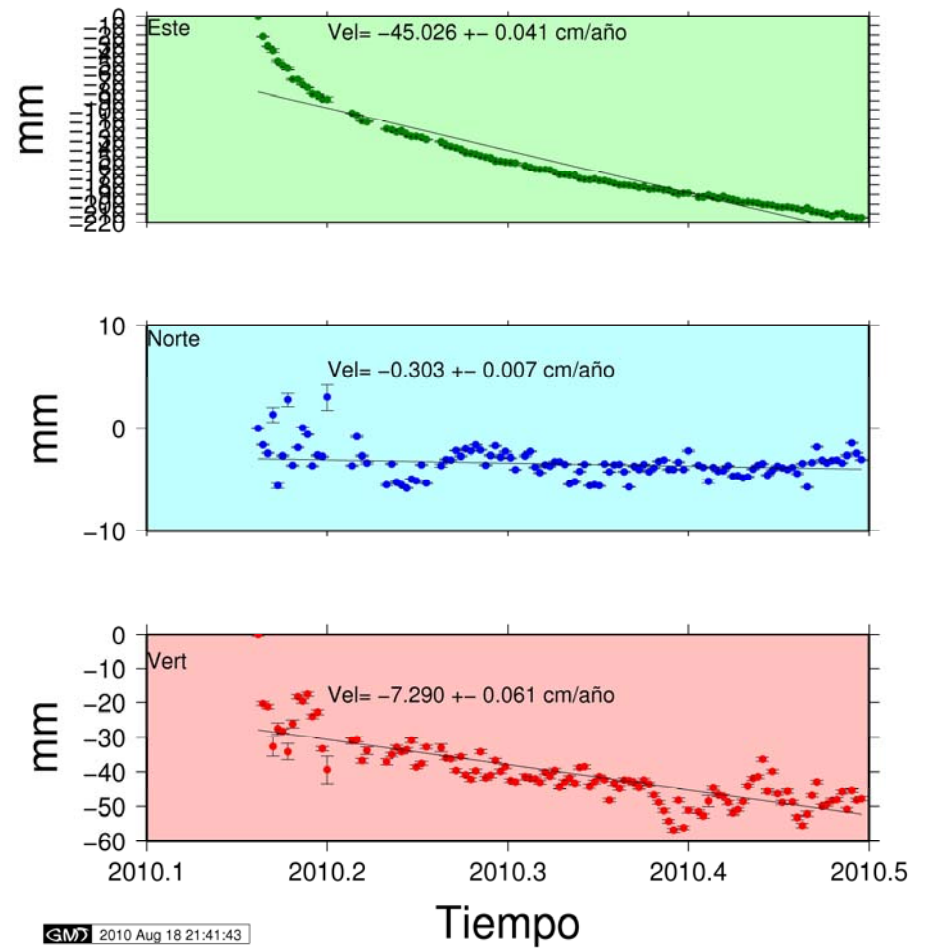


Deformación Tierra sólida

UDECH



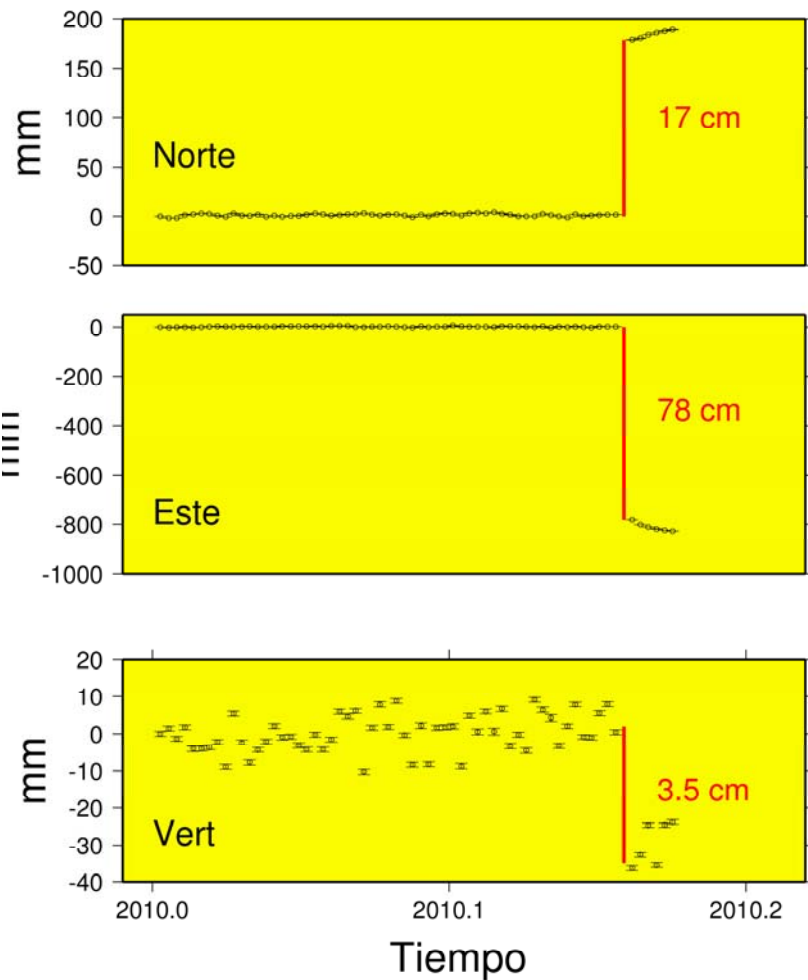
UDECH



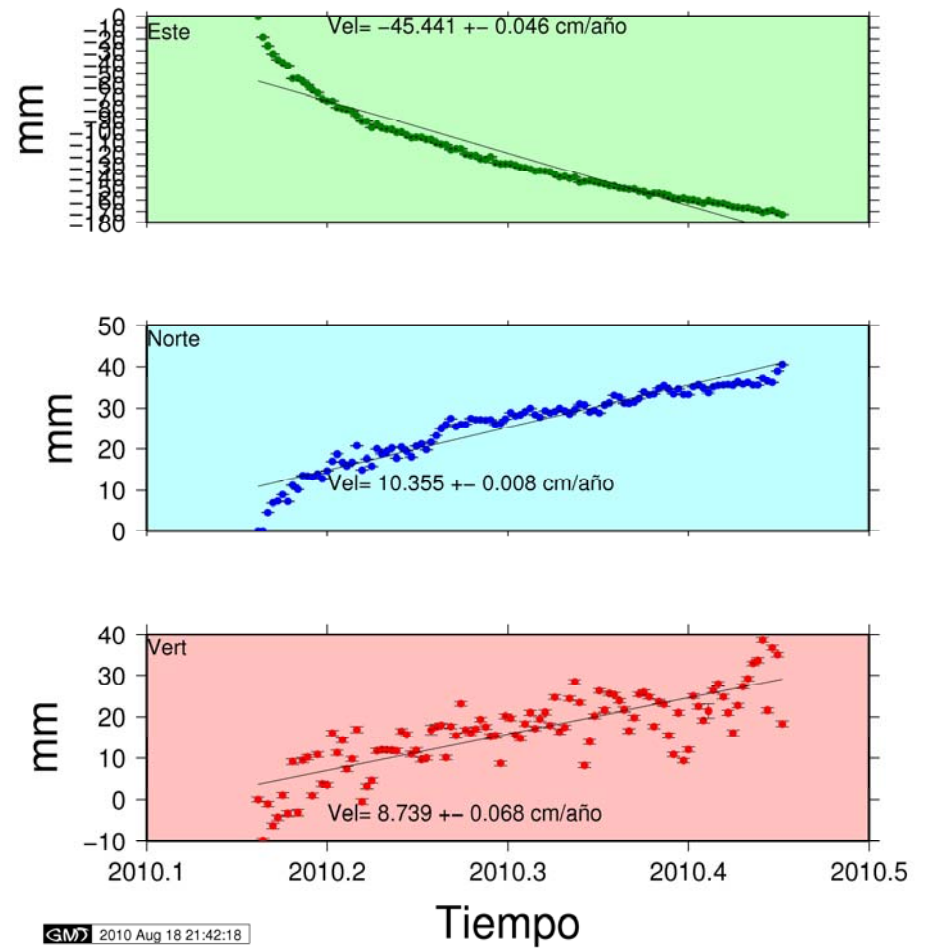


Deformación Tierra sólida

ANTC



ANTC





Ciclo Sísmico

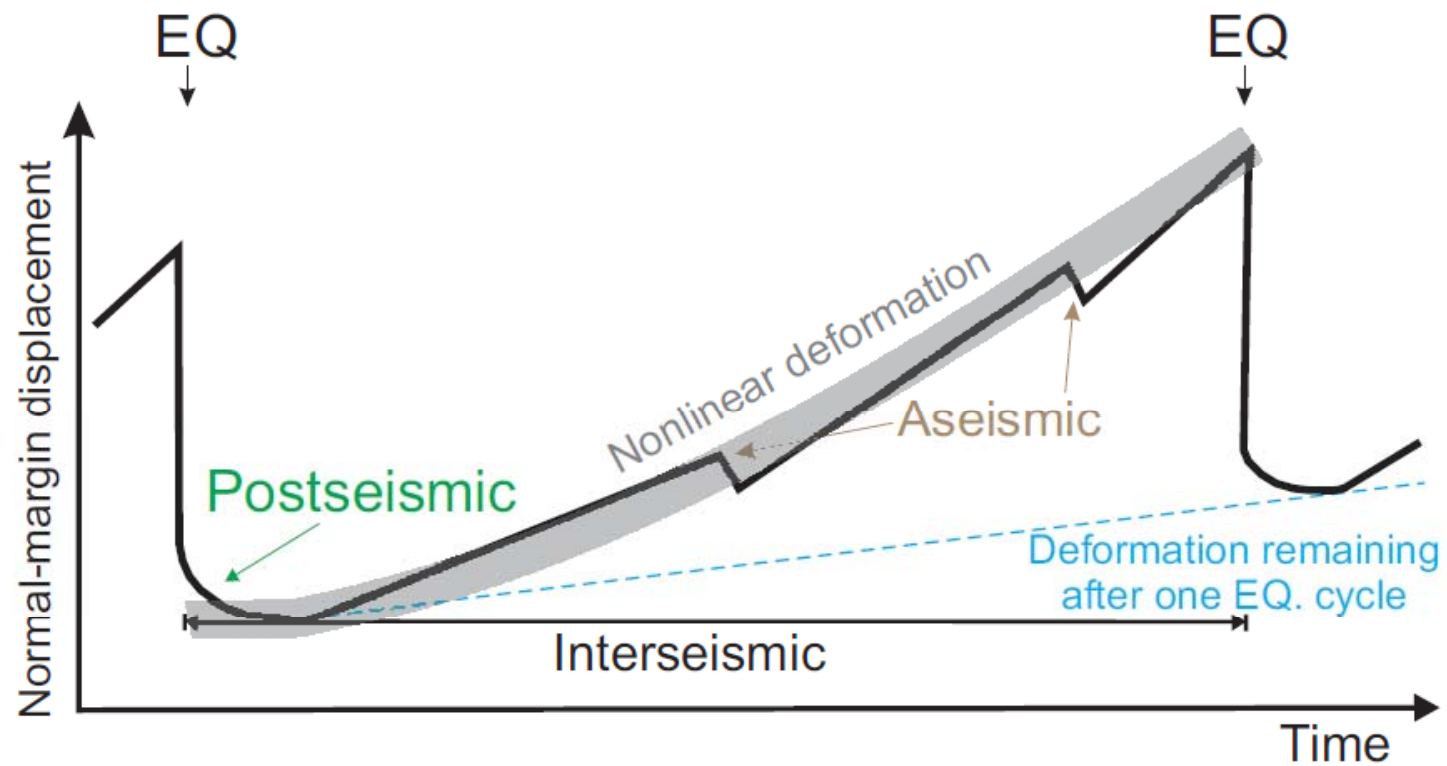
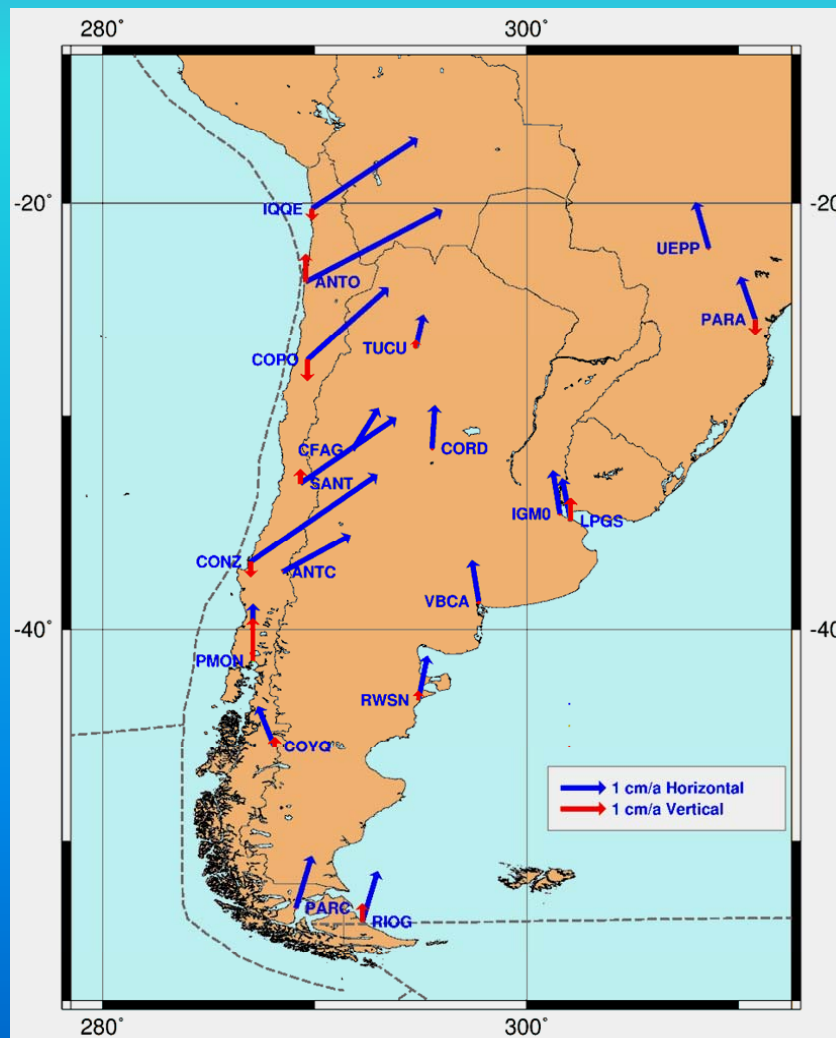


Figure 1.1: Scheme of the earthquake cycle deformation for a surface site above the seismogenic zone in a subduction zone. Periods of transient deformation may be superimposed on interseismic strain accumulation influencing the interface coupling.

Moreno et al, 2010



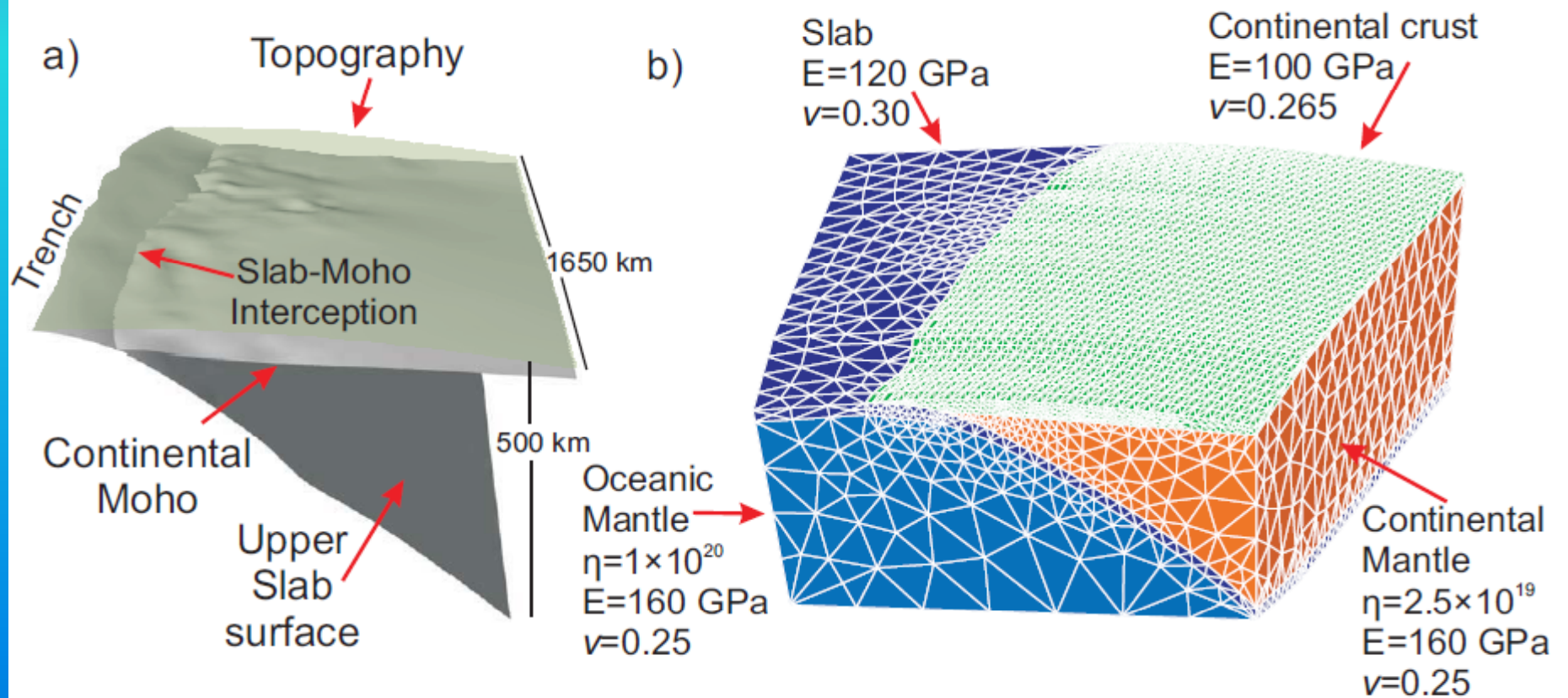
REGIONAL OBSERVATIONS



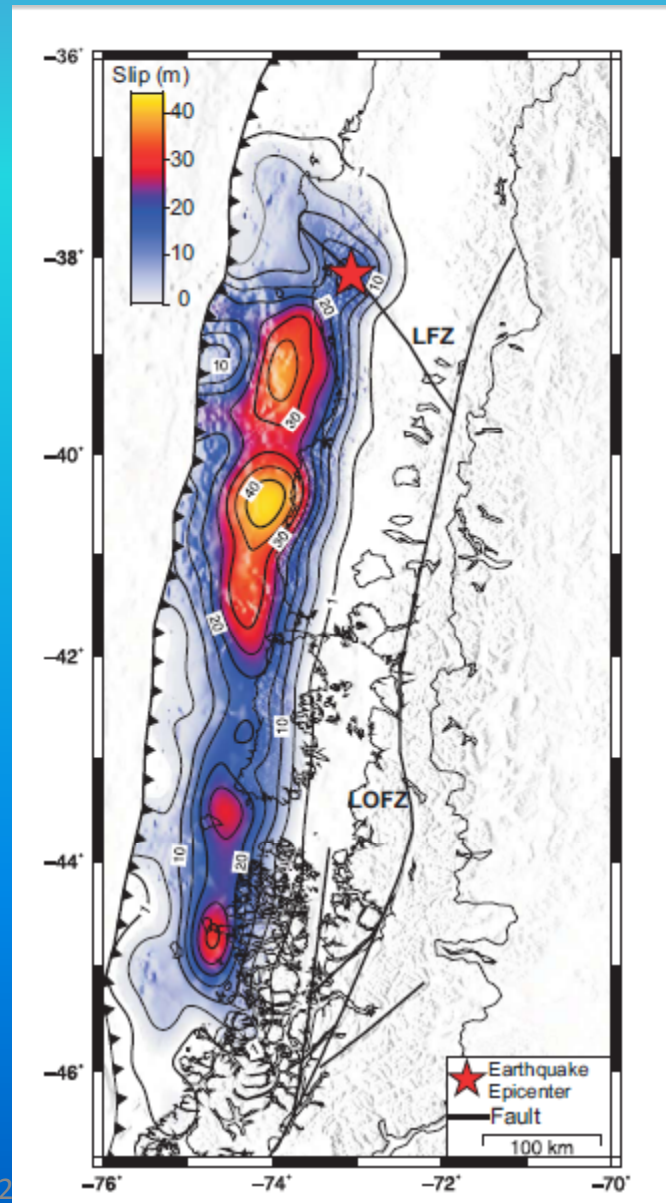
EST.	N (mm/a) σ	E (mm/a) σ	UP (mm/a) σ
ANTC	$8,2 \pm 0,5$	$15,1 \pm 0,5$	$0,3 \pm 2,1$
ANTO	$15,8 \pm 0,9$	$30,2 \pm 1,1$	$6,2 \pm 3,0$
CFAG	$9,2 \pm 1,3$	$5,8 \pm 1,6$	$0,0 \pm 3,3$
CONZ	$19,3 \pm 1,0$	$28,1 \pm 1,0$	$-3,5 \pm 3,8$
COPO	$16,0 \pm 1,1$	$17,9 \pm 0,9$	$-4,7 \pm 3,3$
CORD	$9,5 \pm 0,7$	$0,6 \pm 0,9$	$-0,4 \pm 3,1$
COYQ	$9,0 \pm 0,5$	$-2,2 \pm 0,6$	$2,2 \pm 1,6$
IGM0	$9,5 \pm 1,7$	$-1,6 \pm 0,7$	$-0,4 \pm 3,2$
IQQE	$15,5 \pm 1,3$	$23,4 \pm 1,6$	$-2,5 \pm 4,6$
LPGS	$9,4 \pm 0,6$	$-1,9 \pm 0,5$	$5,1 \pm 3,1$
PARA	$9,4 \pm 0,6$	$-3,3 \pm 0,7$	$-3,5 \pm 2,1$
PARC	$11,5 \pm 0,5$	$3,5 \pm 0,7$	$-0,3 \pm 2,1$
PMON	$-12,5 \pm 0,8$	$0,0 \pm 0,6$	$9,4 \pm 1,8$
RIOG	$11,2 \pm 0,3$	$3,4 \pm 0,3$	$4,1 \pm 0,7$
RWSN	$9,7 \pm 0,9$	$-2,7 \pm 0,5$	$2,0 \pm 1,5$
SANT	$14,4 \pm 0,5$	$21,2 \pm 0,8$	$3,1 \pm 0,7$
TUCU	$7,5 \pm 0,5$	$1,7 \pm 0,8$	$1,9 \pm 2,0$
UEPP	$10,2 \pm 0,5$	$-2,9 \pm 0,4$	$-0,4 \pm 0,8$
VBCA	$9,0 \pm 0,5$	$-1,5 \pm 0,8$	$-0,7 \pm 2,3$



FEM



Moreno et al, 2010

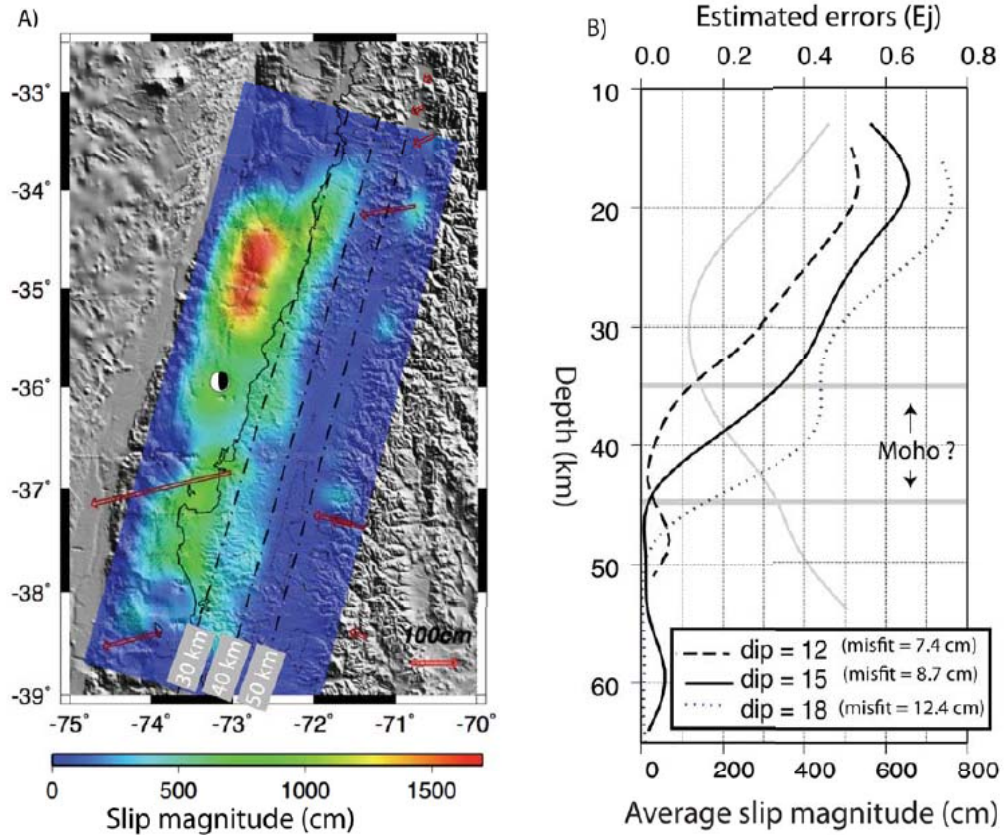


Earthquake cycle deformation and strain partitioning in the southern Andes from GPS and numerical models

Marcos Moreno, Daniel Melnick, Jan Bolte, Juergen Klotz, H. Echtler, Juan Báez, Junping Chen, Michael Bevis, Klaus Bataille, JGR2009JB007101



INSAR/GPS



The Mw8.8 2010 Maule, Chile Earthquake: Significant slip occurred only above the continental Moho
Xiaopeng Tong, David Sandwell, Karen Luttrell, Benjamin A. Brooks, Michael Bevis, Masanobu Shimada, James Foster, Robert Smalley Jr., Hectór Parra, Juan Baez, Mauro blanco, Eric Kendrick, Jeff Genrich, Dana Caccamise II
GRL 2010GL045091 (in review)