

**1ER ENCUENTRO
LATINOAMERICANO
AMENAZA SÍSMICA
y TSUNAMI**



30
NOV
2022

PROGRAMA RIESGO SÍSMICO (PRS) - UCH

Jaime CAMPOS

Profesor Titular – Director PRS



1er Encuentro Latinoamericano Amenaza Sísmica y Tsunami + Curso FMNEAR

Contexto:

- **Nueva Ley 21.364 en Chile:** crea el Sistema y Servicio Nacional de Prevención y Respuesta ante Desastres (SINAPRED y SENAPRED) en reemplazo del Sistema Nacional de Protección Civil (SNPC) y ONEMI respectivamente.
- **En Chile hay 55 Universidades:** 30 de ellas son Universidades del Colegio de Rectores (CRUCH), 18 públicas (CUECH) y 12 privadas + 17 institutos de investigación del Estado de Chile (Institutos, Centros, Comisión, Corporación, Fundación, Servicios).
- **Centros de monitoreo y alerta de eventos naturales:** CSN-UCH, OVDAS-Sernageomin, SHOA-Armada, DMC-DGAC, CONAF-MinAgricultura.
- Chile está organizado en 16 regiones (1 Universidad del CUECH/región), tiene una población total de aprox. 18 millones de personas, con una geografía, características demográficas, un contexto socioeconómico y distribución espacial de la población que hace de Chile un país altamente expuesto a la ocurrencia de desastres socionaturales adversos.

EL CONTEXTO SISMOTECTÓNICO DE LA SUBDUCCIÓN

(GEODINÁMICA EN LATINOAMÉRICA)



Nazca Subduction

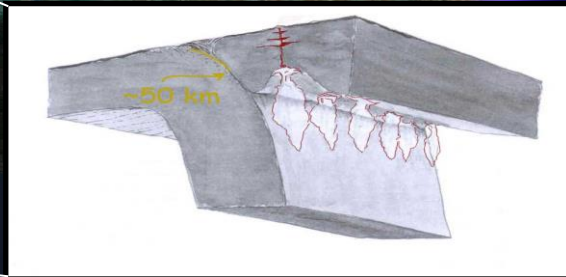


"A", "B", "C" y "D" regiones con
DISTINTOS ESCENARIOS DE GEOAMENAZAS

A

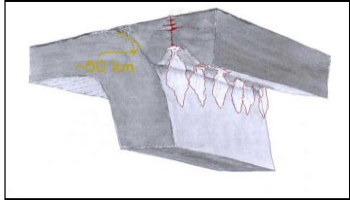
B

C



Stanley ★ Stanley

TIPOS DE TERREMOTOS EN CONTEXTO DE SUBDUCCION ANDINA



100 Km

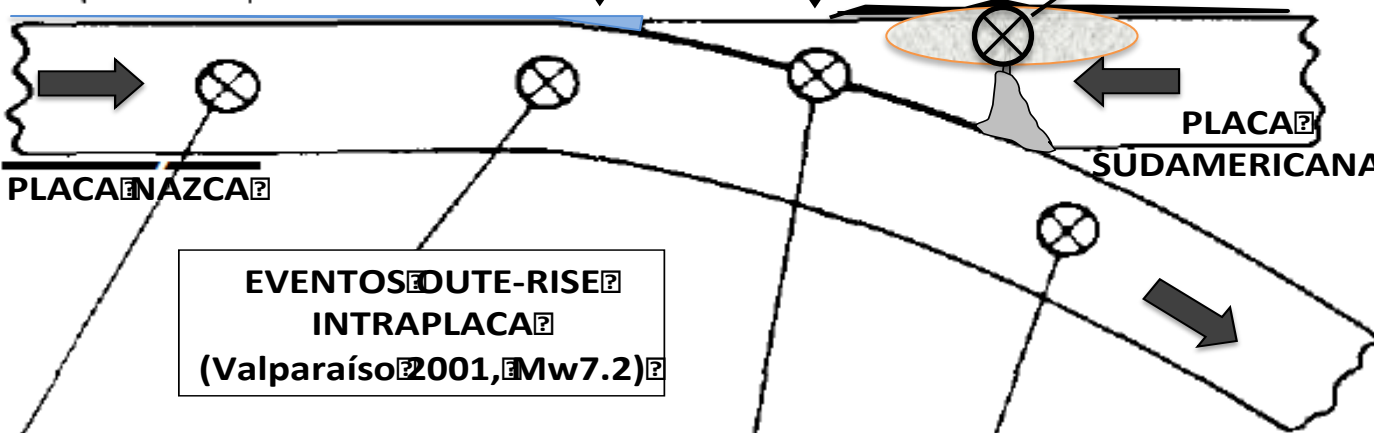
FOSA OCEANICA

COSTA

VOLCANES

EVENTOS CORTICALES
(Las Melosas 1958, M6.9)

100 Km

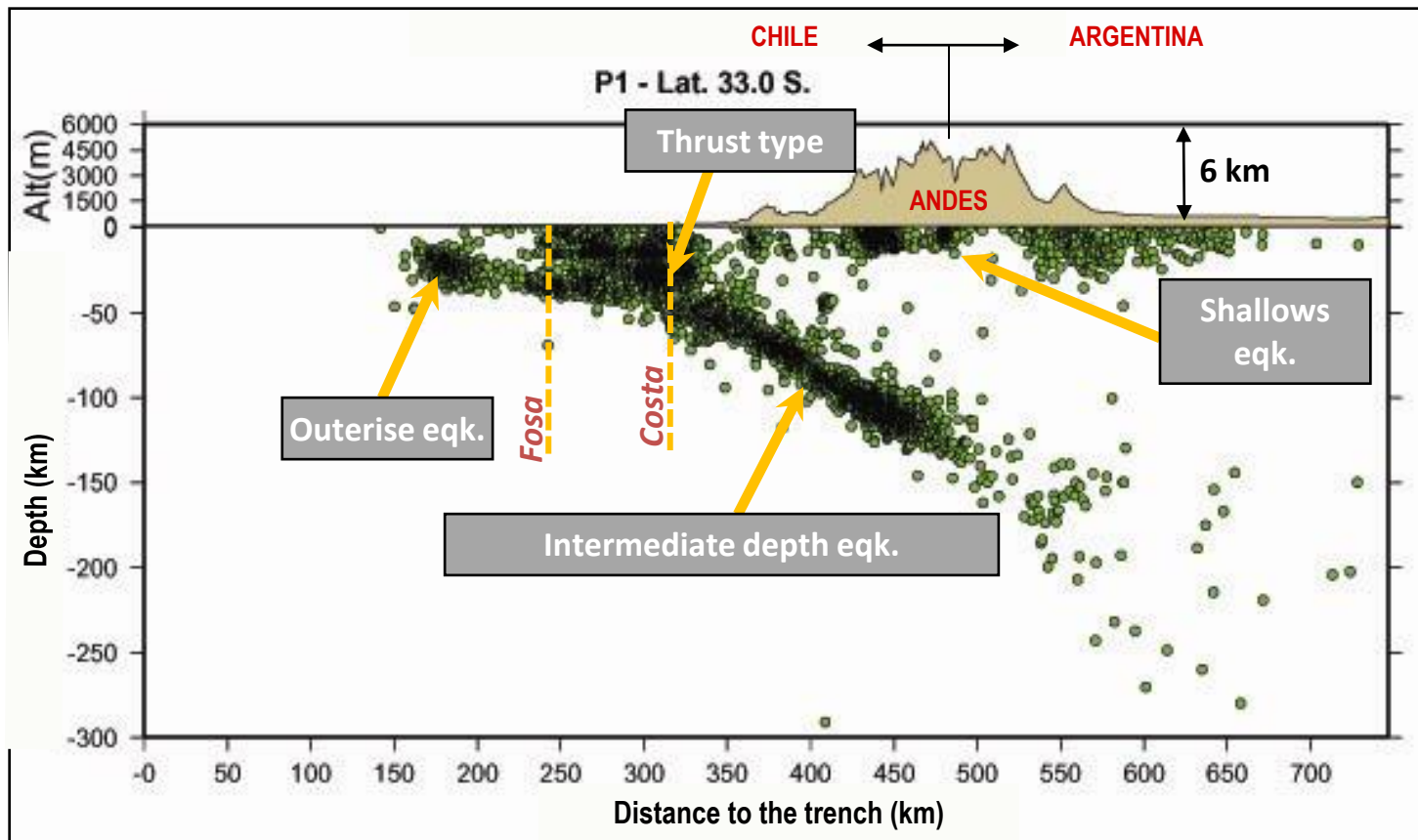


EVENTOS OCEANICOS
INTRAINTERPLACAS
(Isla de Pascua 2016, M5.0)

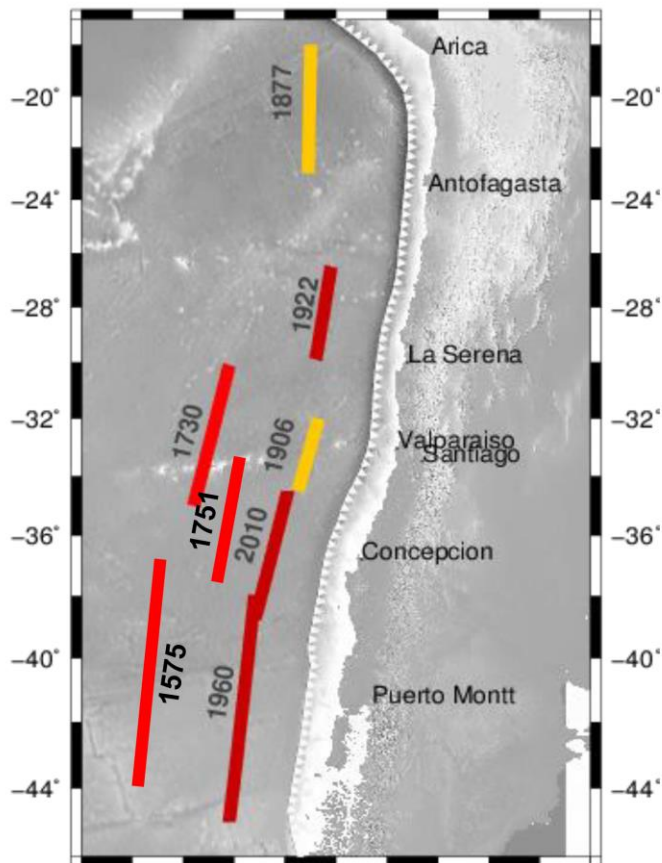
EVENTOS THRUST
(Chile Central;
2010, Mw8.8)

EVENTOS PROFUNDIDAD
INTERMEDIA
(Chillán 1939, Mw7.8)

TAXONOMÍA DE SISMOS EN CHILE CENTRAL (Clasificación sísmica)



TERREMOTOS ($M \leq 8.3$) Y MEGATERREMOTOS ($M \geq 8.8$) TSUNAMIGÉNICOS EN CHILE LOS ÚLTIMOS 450 AÑOS



Very large earthquakes
of the last 450 years

Udias et al, BSSA 2012
M. Cisternas et al 2016-2018
Ruiz, Madariaga, 2018

(Raúl Madariaga, 2022)

Terremotos y Mega-terremotos

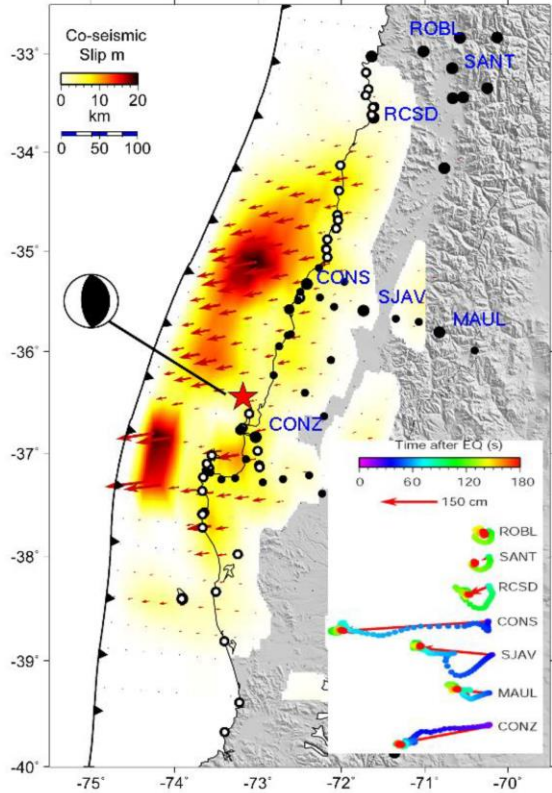
•Terremotos

Magnitud	< 8.3
Dimension tipica	~100 km
Altura de ola maxima	2 m
Frecuentes	<100 años

•Mega Terremotos

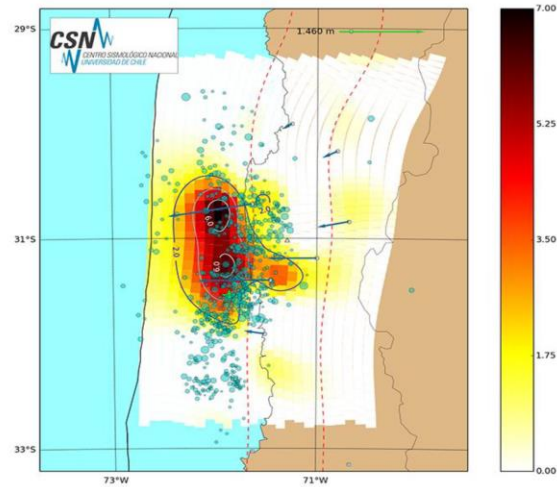
Magnitud	> 8.8
Dimension tipica	>300 km
Altura de ola maxima	>5 m
Raros	>300 años

Difference between a mega thrust and a big earthquake



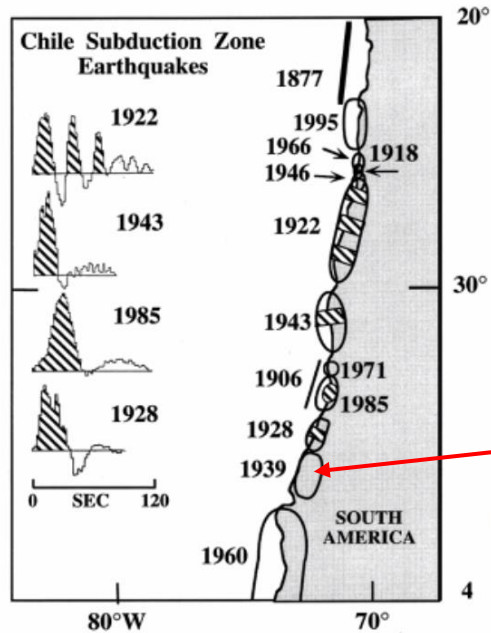
2010 Maule Mega thrust
Mw = 8.8

2015 Illapel earthquake
Mw=8.3



TERREMOTOS INTRAPLACA PROFUNDIDAD INTERMEDIA V/S TIPO THRUST DE SUBDUCCIÓN

Ciencia: Nuevos antecedentes
en la década de 1990-2000



Campos, J., and Kausel, E. 1990. The large 1939 intraplate earthquake of southern Chile *Seism. Res. Letters* **61**, 43.

Barrientos, S. 1990. Is the Pichilemu-Talcahuno (Chile) region a seismic gap? *Seism. Res. Letters* **61**, 43.

Terremoto Mw7.8 de Chillán, 1939

Source characteristics of historic earthquakes along the central Chile subduction zone

¹S. BECK, ²S. BARRIENTOS, ²E. KAUSEL and ²M. REYES



UNIVERSIDAD DE CHILE

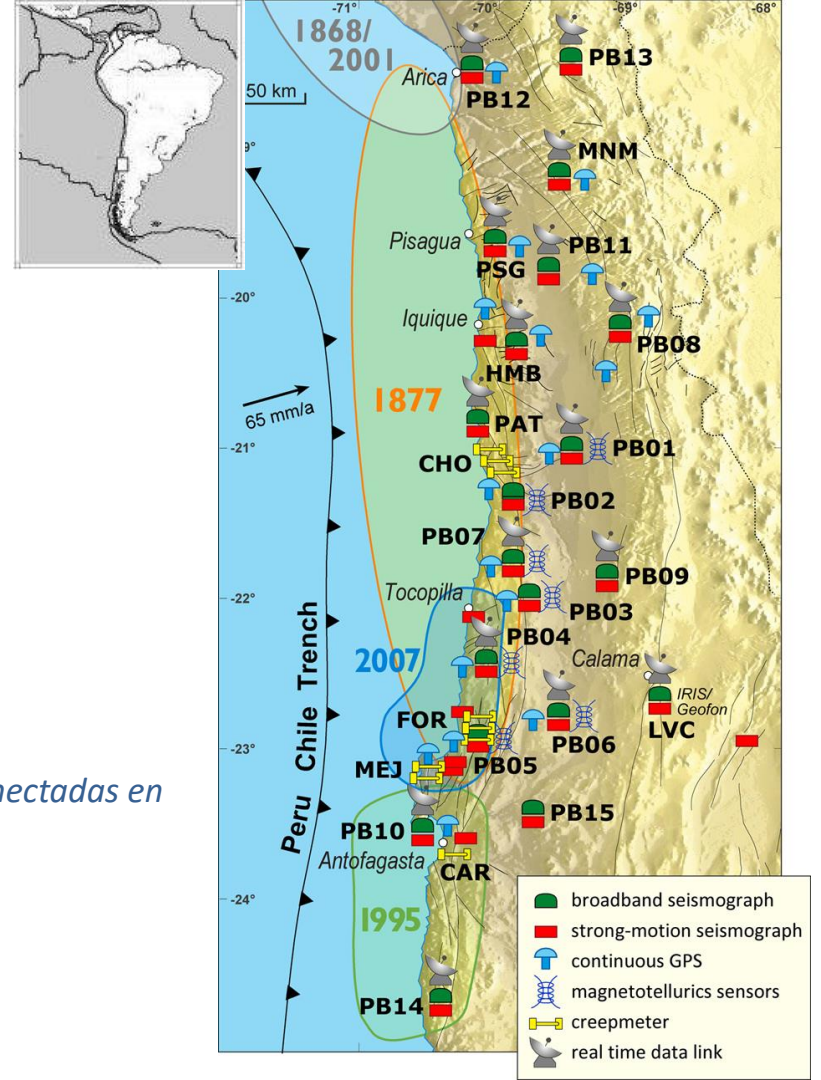
Chile un Laboratorio Natural

Geodinámica del Contexto Andino

Colaboración Internacional 1990 – 2010

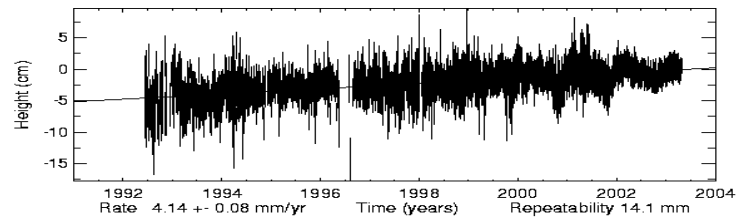
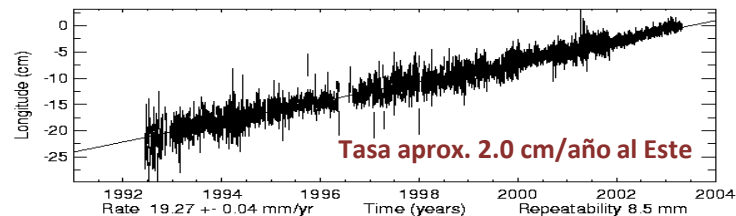
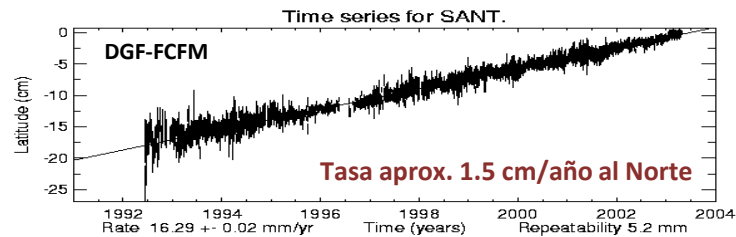
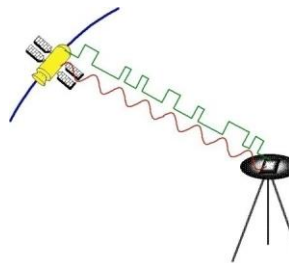
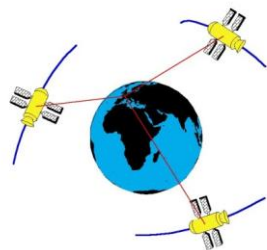
APRENDIZAJES

- 1990 IPGP-Francia y DGF Universidad de Chile
- 1998 inicio Programa Riesgo Sísmico (PRS) de la U. de Chile
- 2006 LIA-MB (CNRS - Francia – U. de Chile)
- 2006 IPOC (Alemania - Francia - U. de Chile)
- *Después del M8.8 27F 2010 : modernización del CSN – UCH*
- *Hoy >150 Estaciones Multiparámetros comunicación robusta y conectadas en tiempo real.*





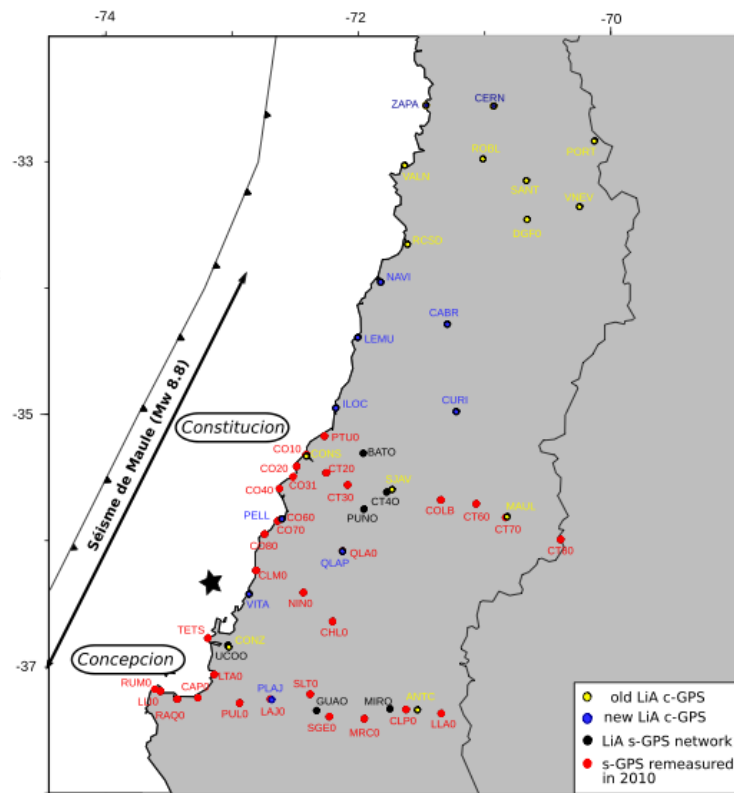
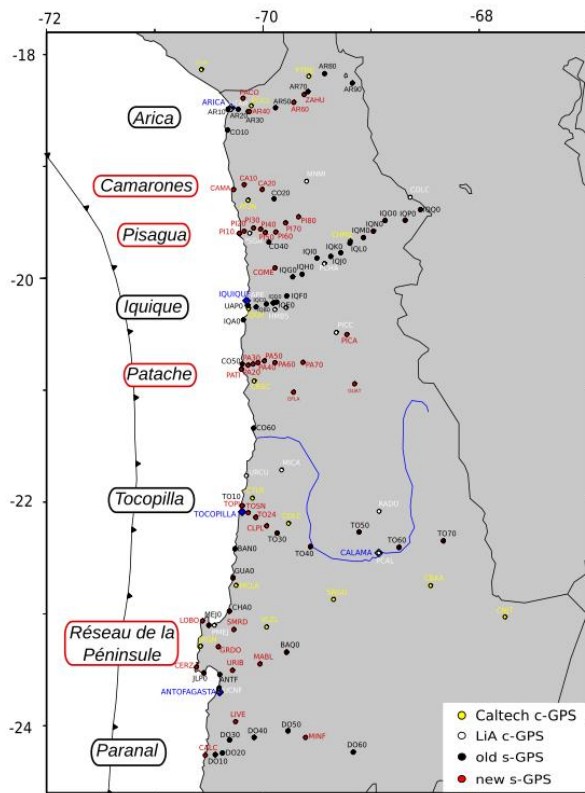
Tecnologías SATELITALES cGPS + InSAR



Estudios en Norte y Centro-Sur de Chile: 1990 - presente

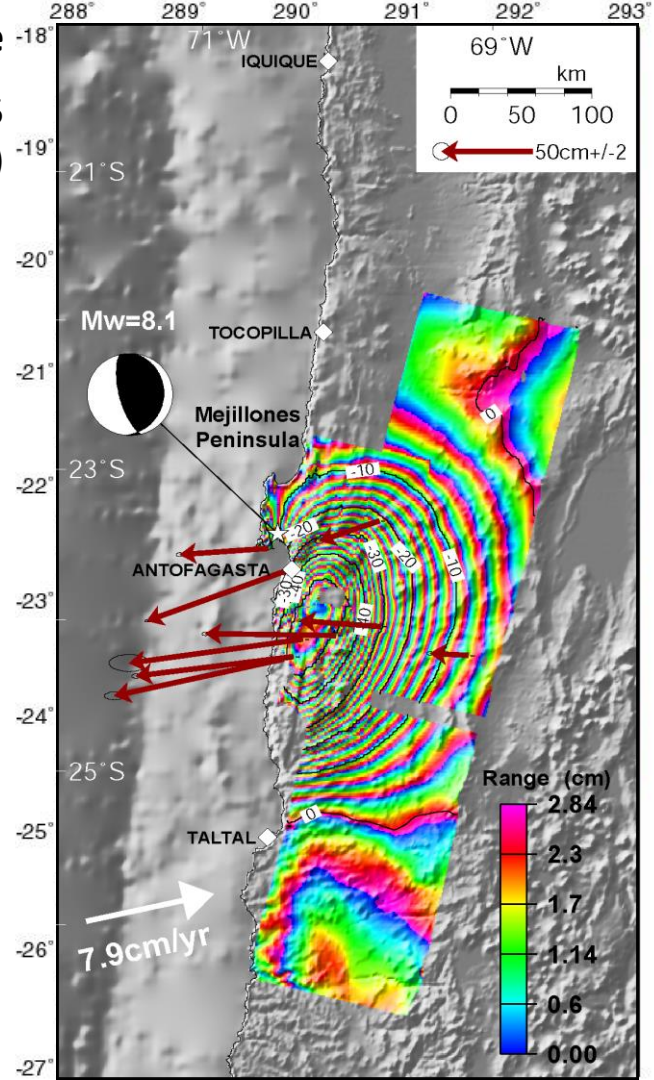
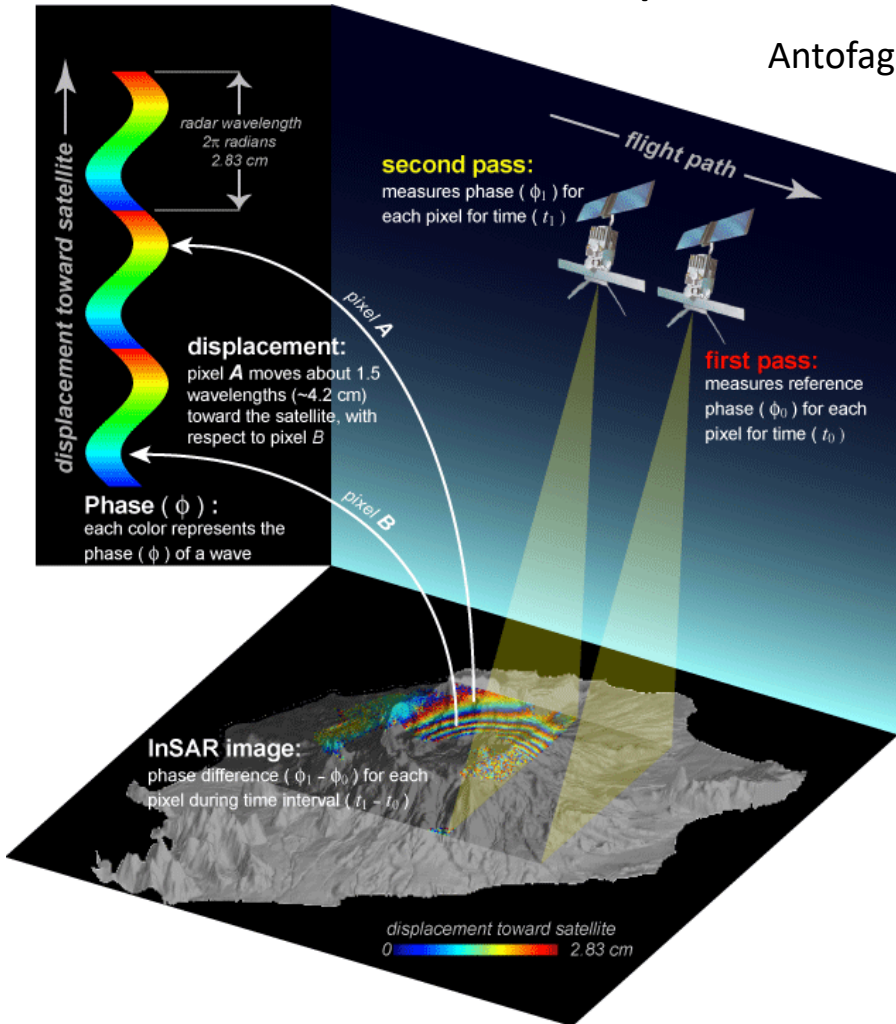


RED GPS de FCFM-UCH (1990 – presente)



Técnicas GPS / InSAR Norte de Chile

Antofagasta 1995
(Mw8.1)



MEGATERREMOTO MAULE M8.8 del 27F 2010

ANÁLISIS DE DATOS GNSS

Interseismic strain accumulation measured by GPS in the seismic gap between Constitución and Concepción in Chile

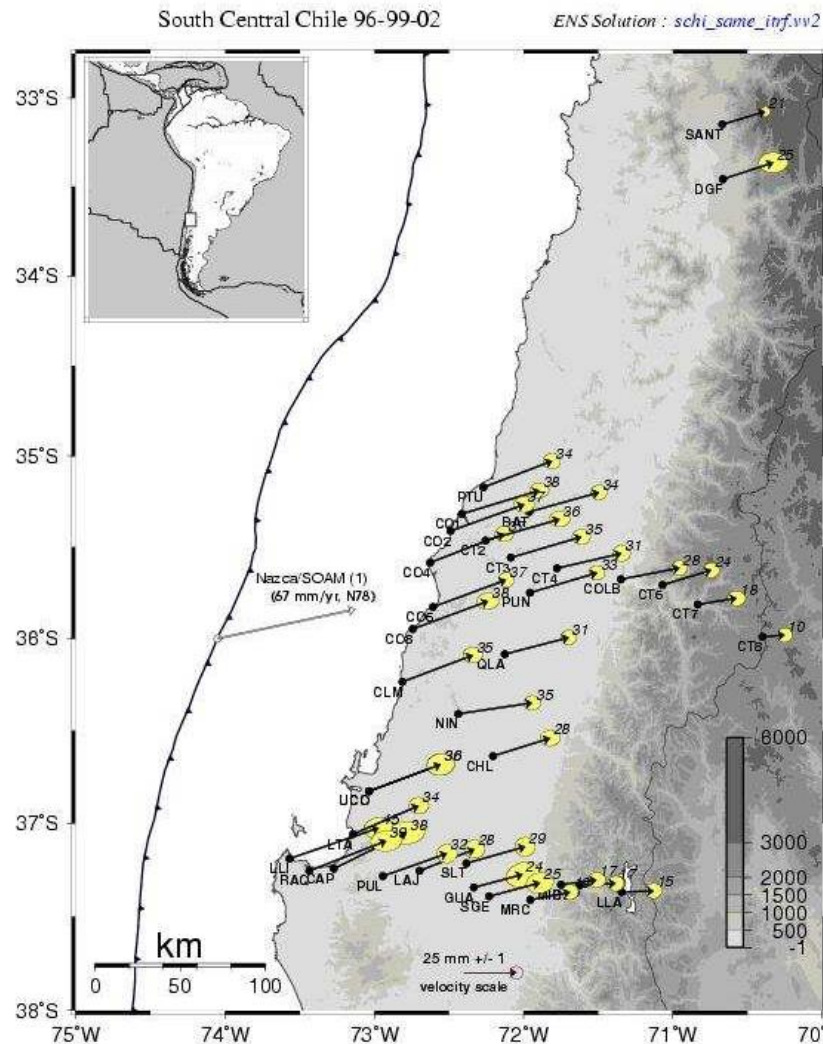
J.C. Ruegg^{a,*}, A. Rudloff^b, C. Vigny^b, R. Madariaga^b, J.B. de Chabaliér^a, J. Campos^c, E. Kausel^c, S. Barrientos^c, D. Dimitrov^d

Interseismic strain accumulation in south central Chile from GPS measurements, 1996–1999

J. C. Ruegg,¹ J. Campos,² R. Madariaga,³ E. Kausel,² J. B. de Chabaliér,¹ R. Armijo,¹ D. Dimitrov,⁴ I. Georgiev,⁴ and S. Barrientos²

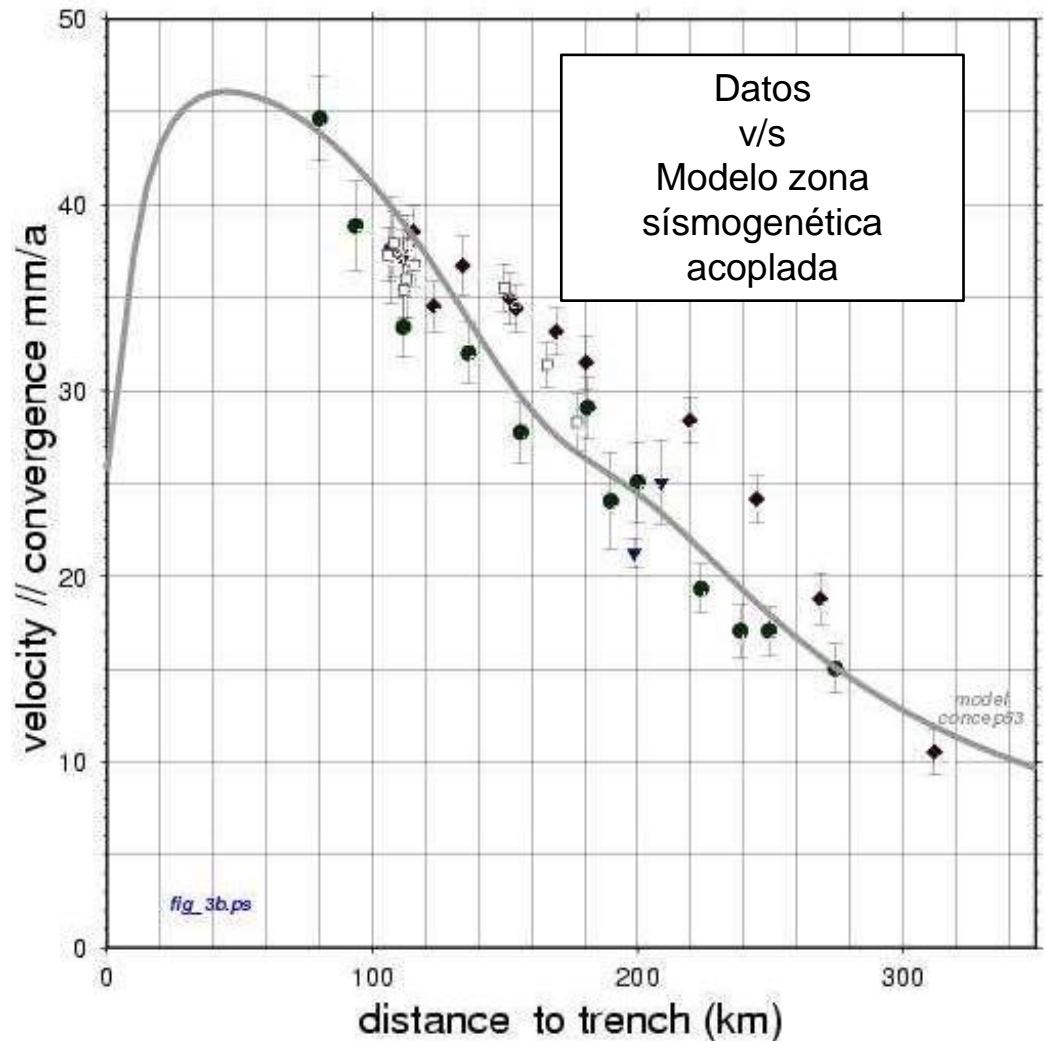
A seismological study of the 1835 seismic gap in south-central Chile

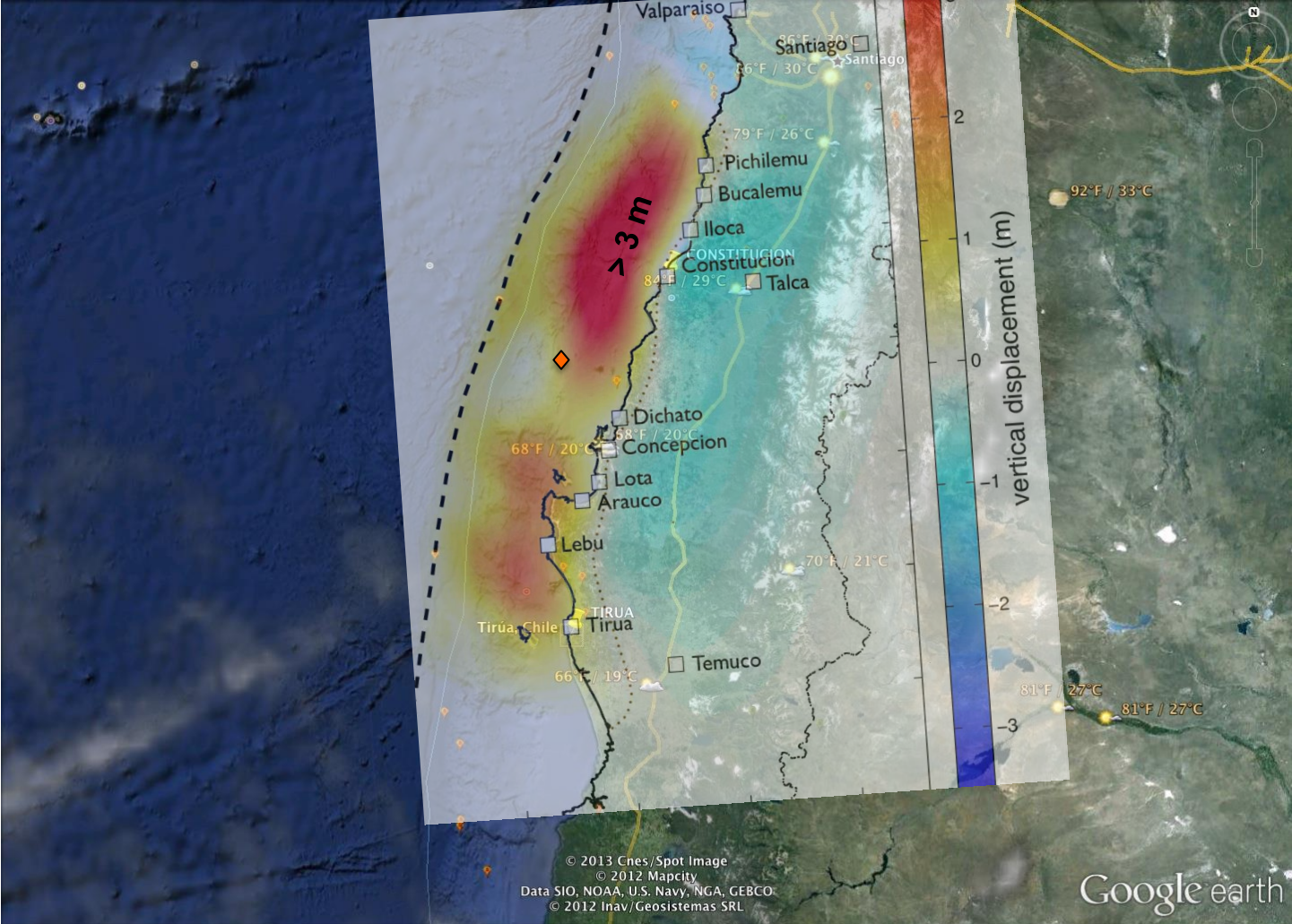
J. Campos^{a,*}, D. Hatzfeld^d, R. Madariaga^b, G. Lopez^a, E. Kausel^a, A. Zollo^c, G. Iannacone^c, R. Fromm^a, S. Barrientos^a, H. Lyon-Caen^b



MODELO DE COUPLING

- Sección transversal representando la velocidad paralela a la dirección de convergencia de las placas versus la distancia a la fosa marina.
- Los diamantes negros corresponden a estaciones de medida del área norte. Los círculos negros la transecta sur y los cuadrados abiertos para sitios distribuidos entre las dos transectas.
- La línea gris muestra la velocidad paralela horizontal predicha por el modelo.

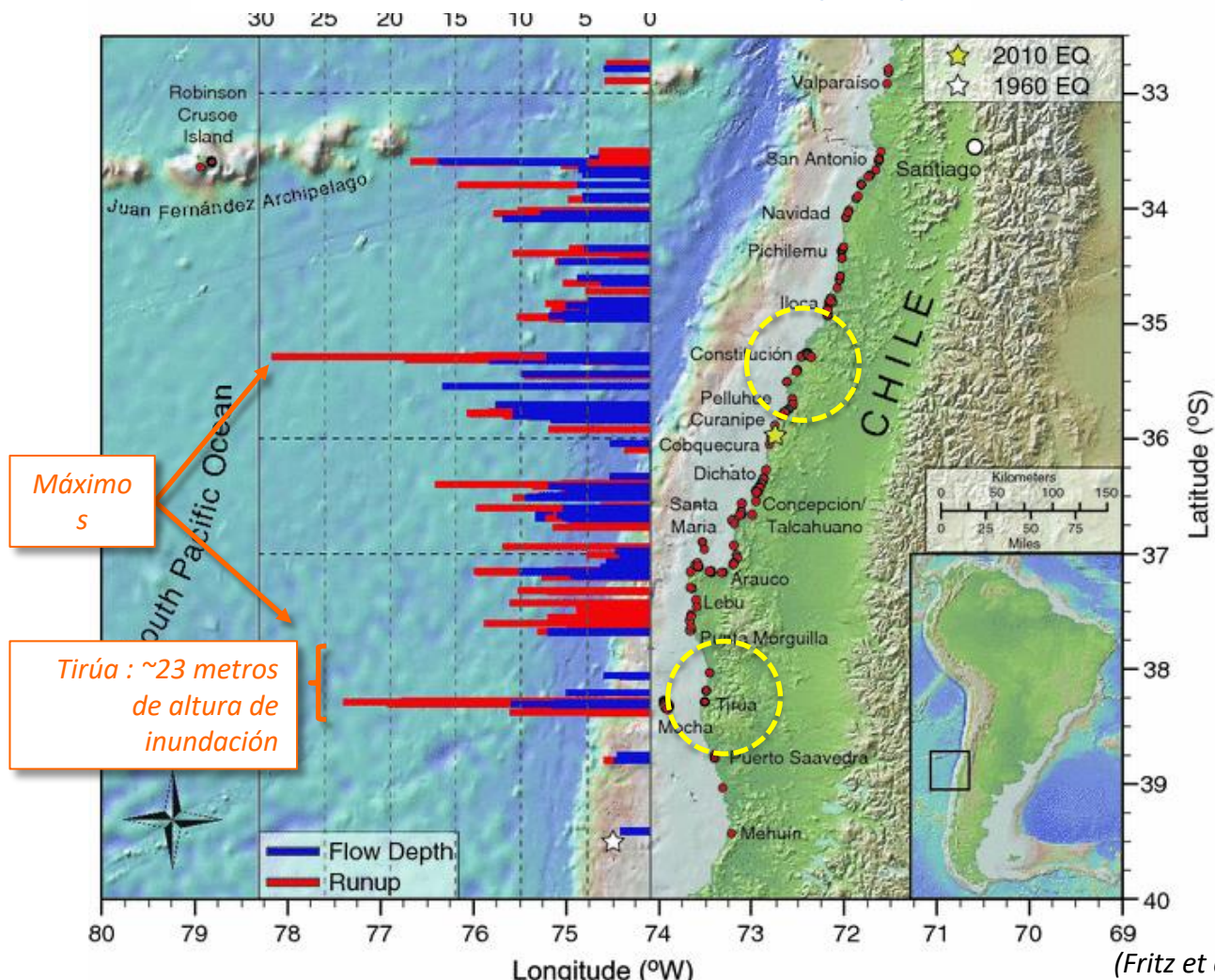




© 2013 Cnes/Spot Image
 © 2012 Mapcity
 Data SIO, NOAA, U.S. Navy, NGA, GEBCO
 © 2012 Inav/Geosistemas SRL

Google earth

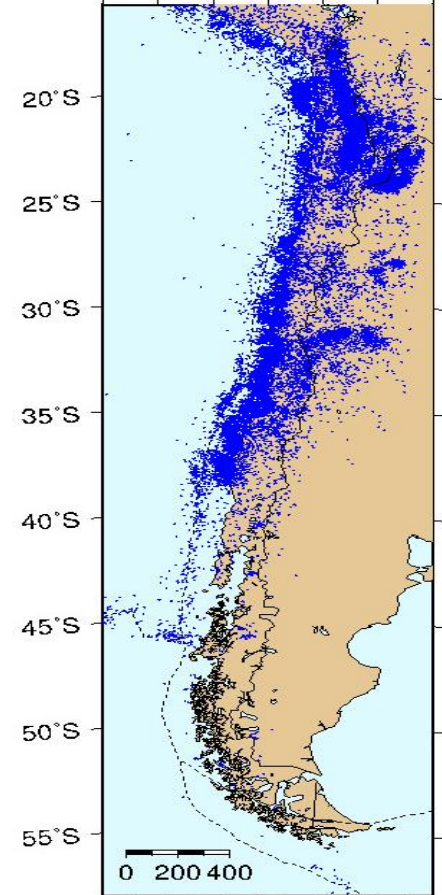
TSUNAMI DEL TERREMOTO MAULE 2010 (M8.8)



(Fritz et al., 2011)

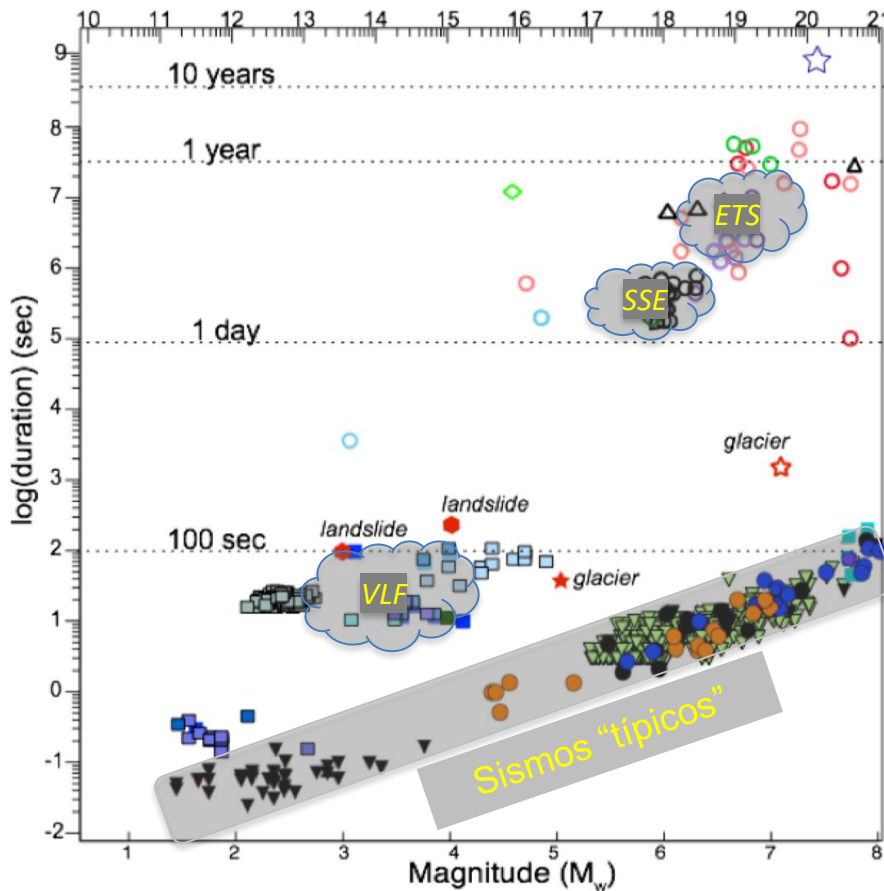
La nueva red de estaciones de Chile

**CSN
FCFM-UCH**



Años 1990 y nacimiento de la Sismología Satelital (GNSS – InSAR)

Terremotos TSUNAMIGÉNICOS

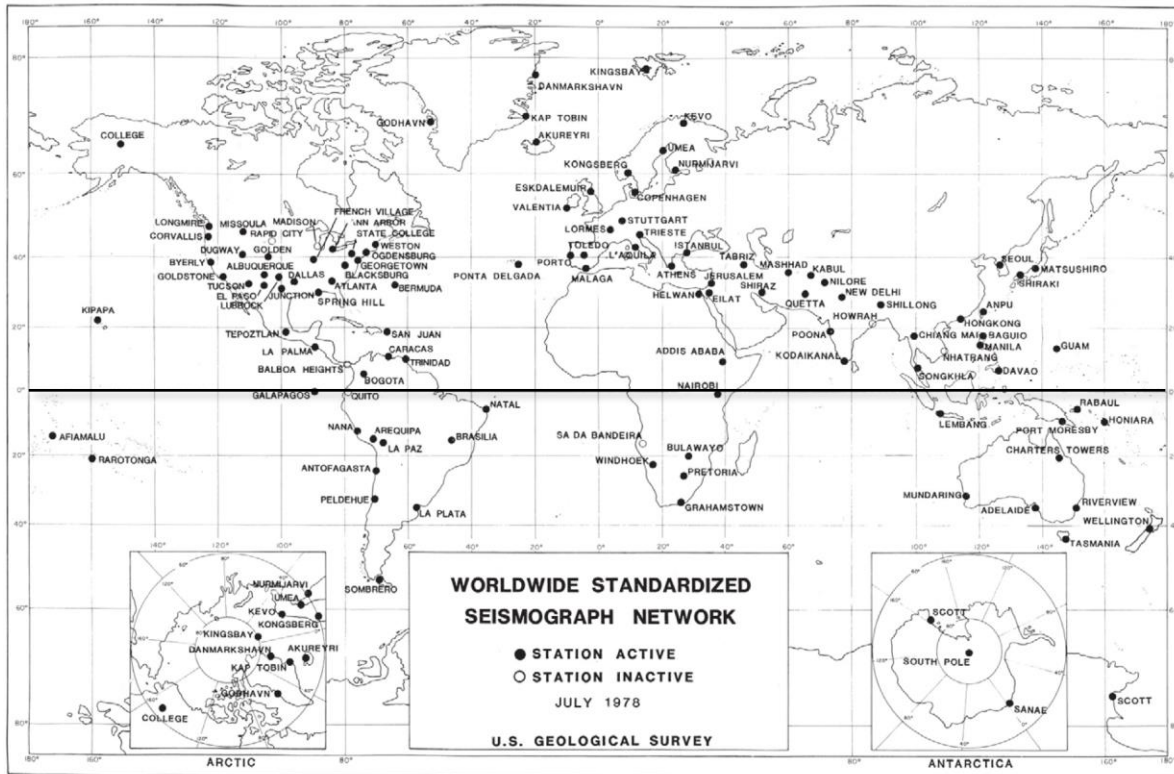


ETS: Episodic Tremor Slip
SSE: Slow Slip Earthquake
VLF: Very Low Frequency

(Joan Gomberg, 2022)

GeoDatos – Información – Conocimiento

MODELOS CALIBRADOS A ESCALA GLOBAL



WWSSN comienza a instalarse en 1964 y tiene un rol clave en el surgimiento de la Teoría de la Tectónica de Placas

Hemisferio Sur < 25 estaciones

Hemisferio Norte > 85 estaciones

Figure 2.1 Map of the World-Wide Standardized Seismograph Network stations.

(Peterson and Hutt, 2014)

FLUXNET: Red global de sensores meteorológicos de forma continua.

Estas mediciones proporcionan información a los modelos predictivos del tiempo, el clima y el ciclo del carbono y el agua.

FLUXNET

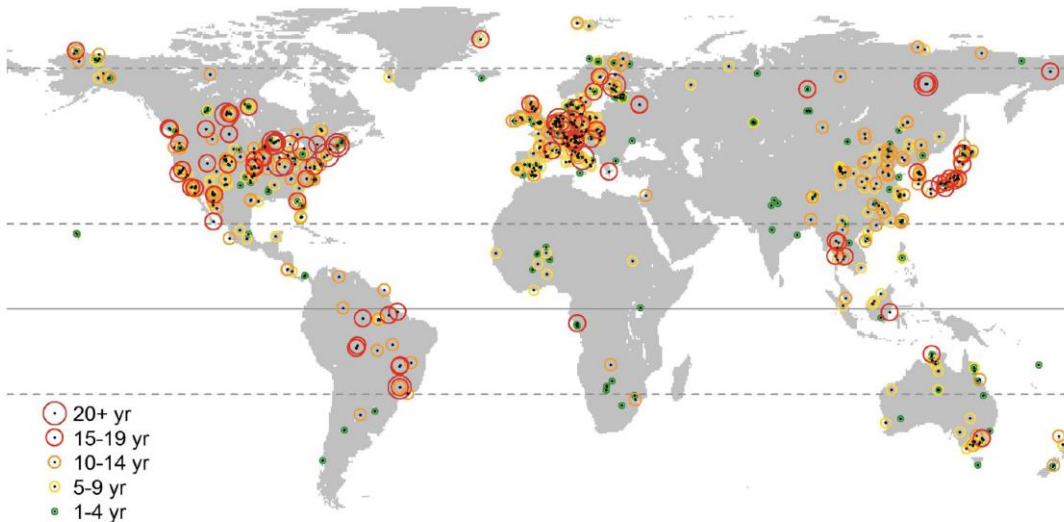


Figure 1. Map of active and historical FLUXNET tower sites used in the study. The color and size of the circle indicate the lengths of measurements as of December 2015. The solid and dashed lines denote equator, Tropic of Cancer/Capricorn, and the Arctic Circle, respectively. For data sources and details refer to Table S1.

CURSO FMNEAR

Catálogo FMNEAR : información clave para identificar tipos de fuente sísmica (tipos de terremotos) y caracterización del peligro sísmico.

Co-construir de un Catálogo Sísmico para América Latina

PRS-UCH con apoyo de CERESIS

En Chile: Universidades del CUECH

ENCUENTRO LATINOAMERICANO DE AMENAZA SÍSMICA Y TSUNAMI 2022

