



CONTRIBUCIONES DEL ROA A LA ALERTA DE MAREMOTOS EN LOS CAMPOS DE LA SISMOLOGÍA Y GEODESIA “GPS”

Pazos, A.⁽¹⁾; Davila, J.M.⁽¹⁾; Gárate, J.⁽¹⁾; Civeira, A.⁽¹⁾; López de Mesa, M.⁽¹⁾; Gallego, J.⁽¹⁾; Bufo, E.⁽²⁾; Carranza, M.⁽²⁾; Goula, X.⁽³⁾; Zollo, A.⁽⁵⁾; Carrilho, F.⁽⁴⁾

⁽¹⁾ Dpt. Sismología, Real Instituto y Observatorio de la Armada, San Fernando, Spain.

⁽²⁾ Dpt. Física de la Tierra, Facultad CC.FF., Universidad Complutense de Madrid. Spain,

⁽⁵⁾ Dpt. of Physics, University of Naples "Federico II", Napoli, Italy

⁽⁴⁾ Divisão de Geofísica, Instituto Português do Mar e da Atmosfera, Lisboa, Portugal

⁽³⁾ Instituto Cartografico Cataluña, Barcelona, Spain



INDICE

- Infraestructura actual.
 - Red sísmica del ROA y WM.
 - Observatorio geofísico “Isla de Alborán” (ALBO)
 - Pool de OBS de banda ancha ROA/UCM.
 - Red geodésica GPS del ROA.
- Proyectos ALERTES y ALERTES-RIM
 - Introducción a un EEWS.
 - Resultados proyectos.
- Aplicaciones GPS
 - Registro de terremotos (Sismógrafo).
 - Perturbaciones debidas a Tsunamis (ej. Tohoku earthquake)
- Conclusiones

Red Sísmica del ROA y WM

Red Western Mediterranean (WM)

- Sensor STS2 / STS2.5 (6 Episensor)
- Adquisición: Quanterra / ED Ps-24
- Tiempo real (- SETU - TIO)
- Protocolo Seedlink (SeisComP)

ROA/UCM + UEVORA + ISRABAT + GFZ

Colaboraciones:

- IGN, ICC,...
- GEOFON, IRIS, etc
- NEAMSTWS, CENALT, ...

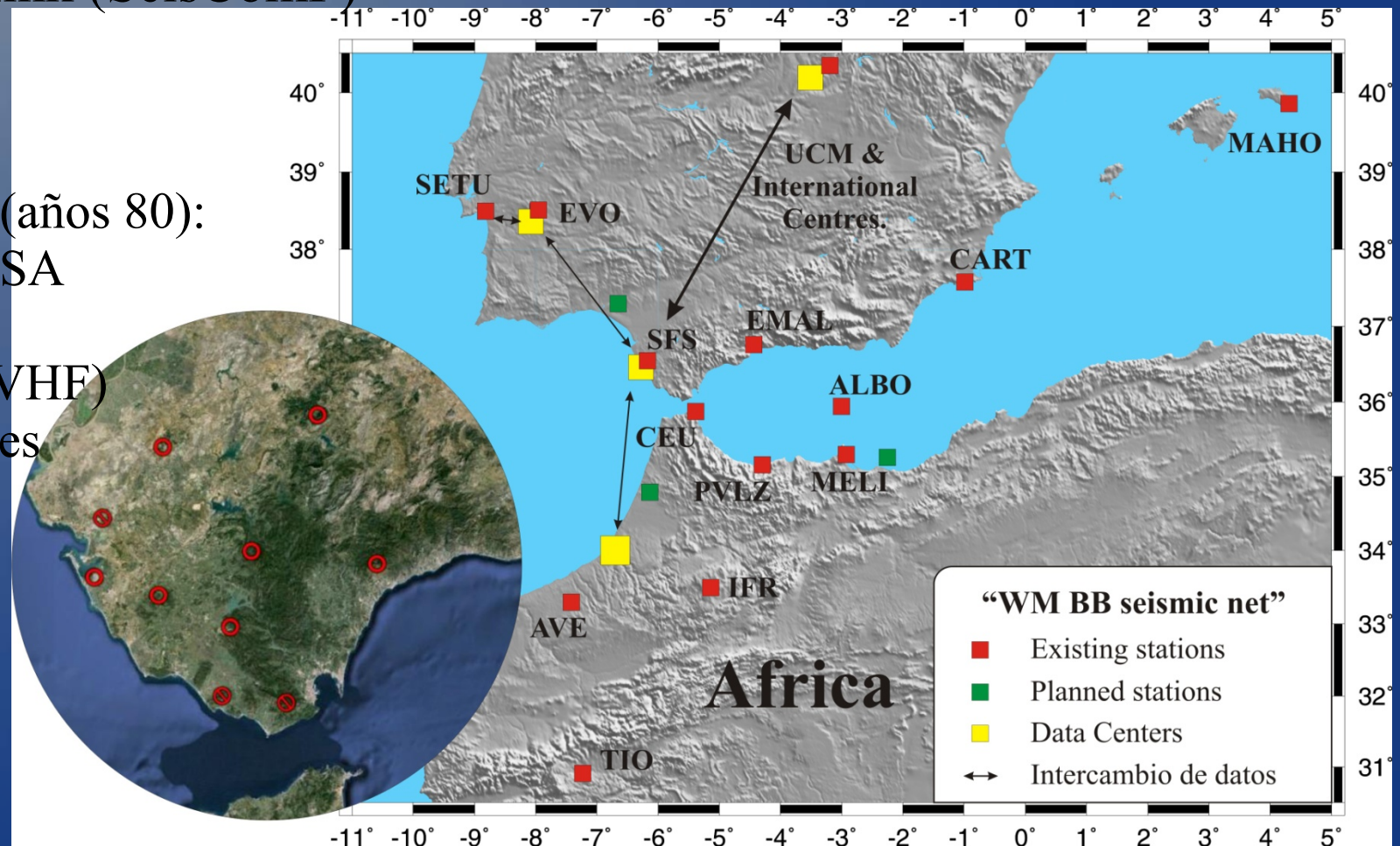
Red Corto Periodo (años 80):

ROA, IGN, SECEG SA

- Analógicas
- TX radio (UHF/VHF)
- 1 o 3 componentes

Futuro:

- Digital
- Técnicas array.



Observatorio Geofísico “Isla de Alborán” (ALBO)



EN LA ISLA:

- GPS permanente
- Estación meteorológica (AEMET)
- Radiómetro (UGR)
- Mareógrafo (HINSIDRO)

SUBMARINA:

- 2 km fibra óptica.
- SENSOR:
 - Sismómetro BB CMG-3T (360)
 - Acelerómetro CMG-5T
 - DPG
- Digitizador CMG-DM24
- 4 conectores disponibles





Pool de OBS de banda ancha ROA/UCM



6 OBS de titanio tipo “LOBSTER” (KUM, Kiel, Alemania)

335 kg aprox. (sin ancla)

Max. 18 meses.

K/MT 562 KUMQUAT (acústico)

3 Guralp CMG-40T / 3 Trillium 120

6000 m operation depth.

GEOLON-MCS (Send)

HTI-04-PCA/ULF (Hidrófono)



Radio Baliza

Novatech RF700-A1, 7300m

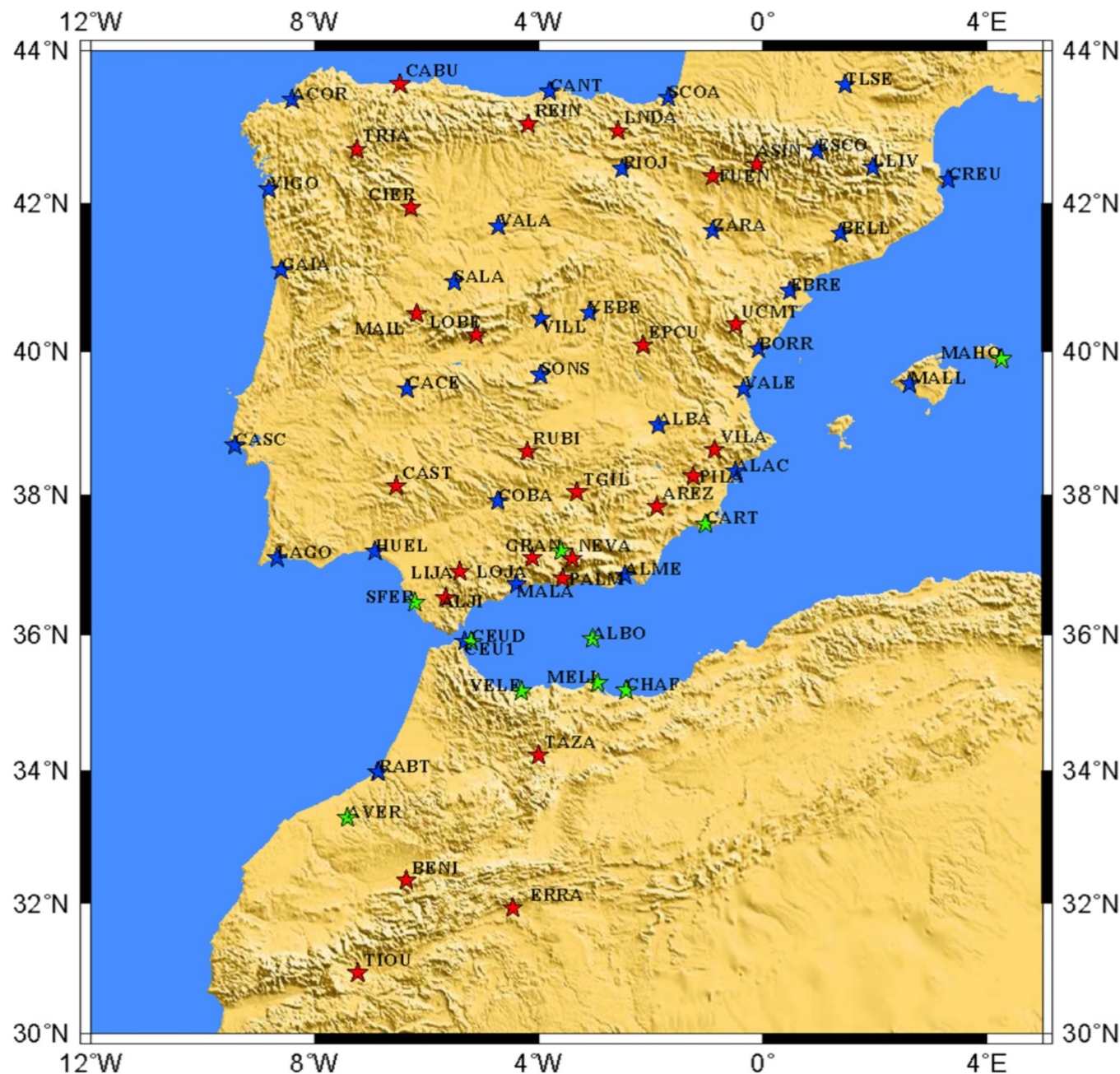
Flash

Novatech ST400-A, 7300m

Bandera

+ Regionales / Locales

- Tiempo Real
- 1 mps.



Proyectos ALERTES y ALERTES-RIM



ALERTES: Sistema de Alerta Sísmica Temprana: Aplicación al Sur de España
(CGL2010-19803-C03-01) 01/01/2011 – 31/12/2013

- 1.- Estudio viabilidad de un EEWS para terremotos del Sur del Cabo San Vicente y Golfo de Cádiz**
- 2.- Desarrollo de algoritmos para la rápida estimación de la magnitud a partir de las ondas P.**
- 3.- Adquisición y análisis de señales sísmicas (Earthworm y SeisComP).**

ALERTES-RIM: Sistema de Alerta Sísmica Temprana: Sistema Regional e in-situ para la región Ibero-Mogrebí.

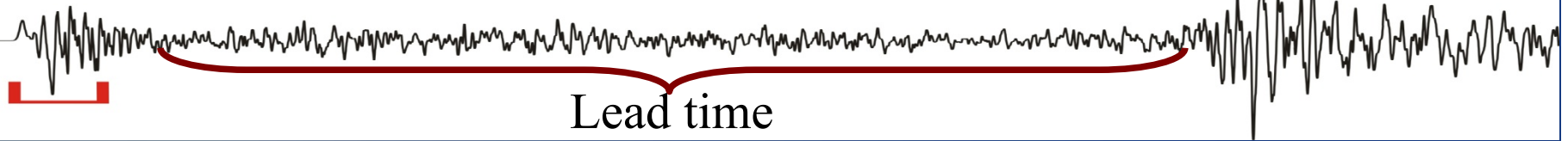
(CGL2013-45724-C03-03-R) 01/01/2014 – 31/12/2016

- 1.- Leyes empíricas y ecuación de predicción del movimiento del suelo.**
- 2.- Implementación sistema regional e in-situ.**
- 3.- Estudio efectos de sitio.**
- 4.- Viabilidad de incorporación datos GPS.**

Introduction a un EEWS



Onda P



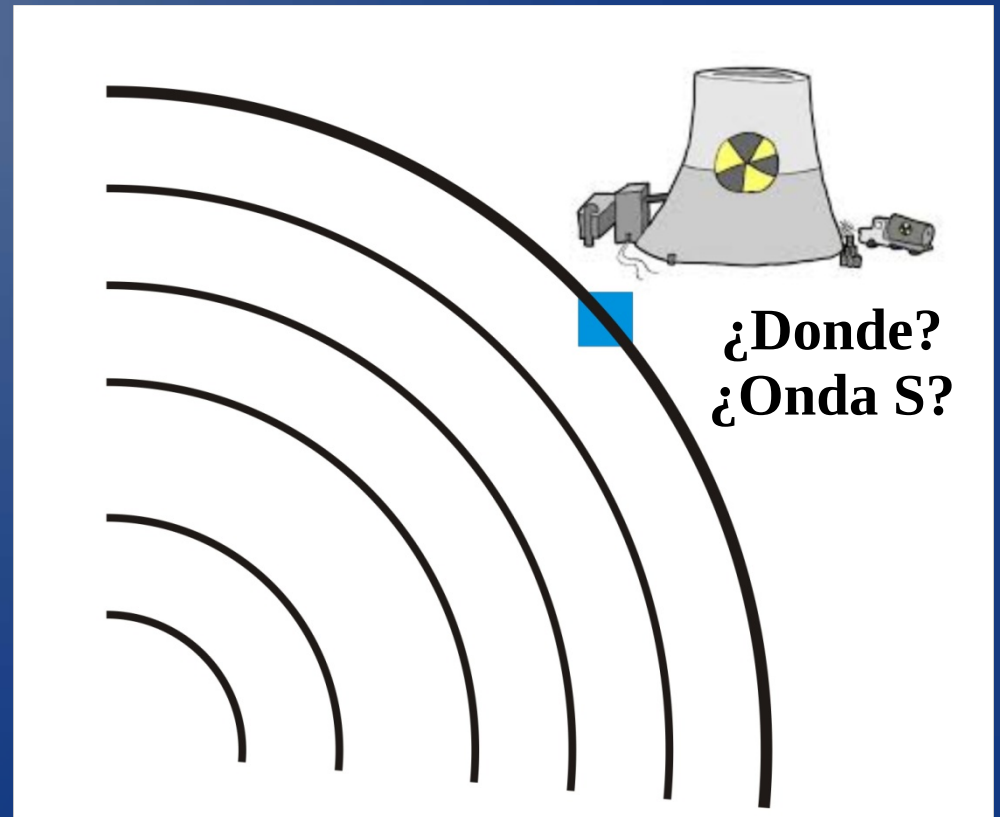
EEWS Regional

- Localización
 - Magnitud (M_w)
- } → **ALERTA**

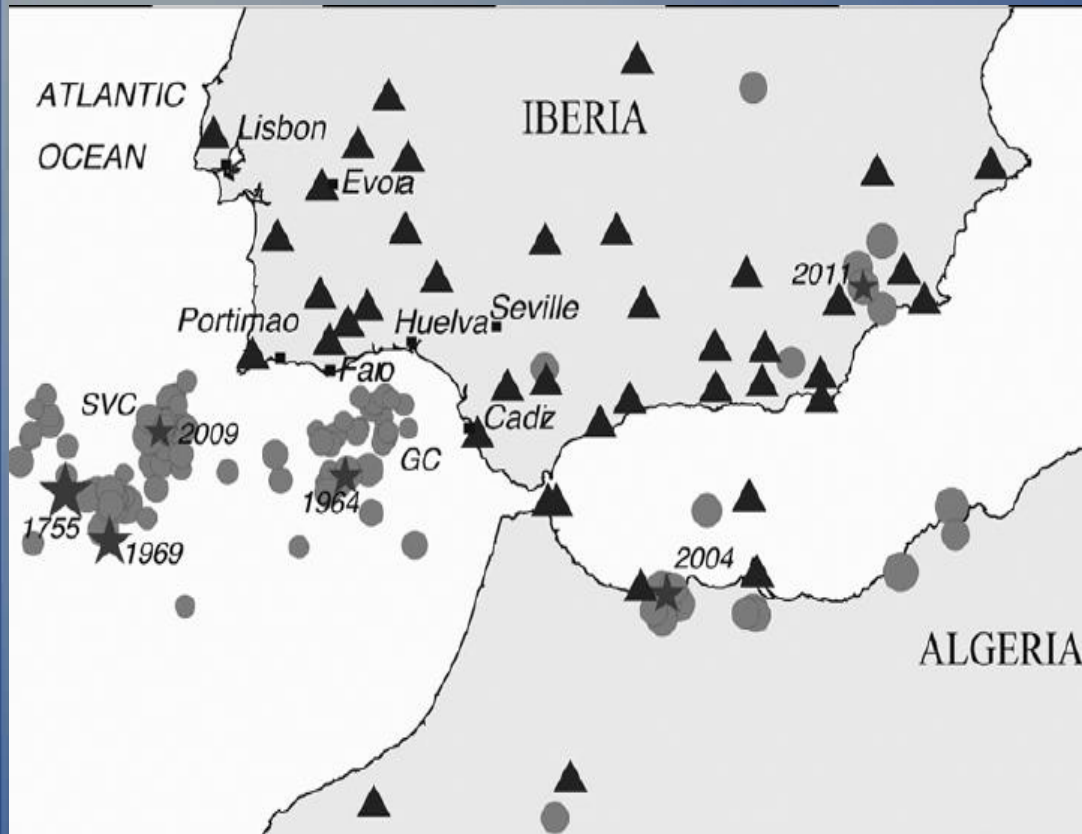


EEWS In-situ

- Pico desplazamiento (local)
 - Periodo predominante (M_w)
- } → **ALERTA**



Resultados Proyectos



Base de datos

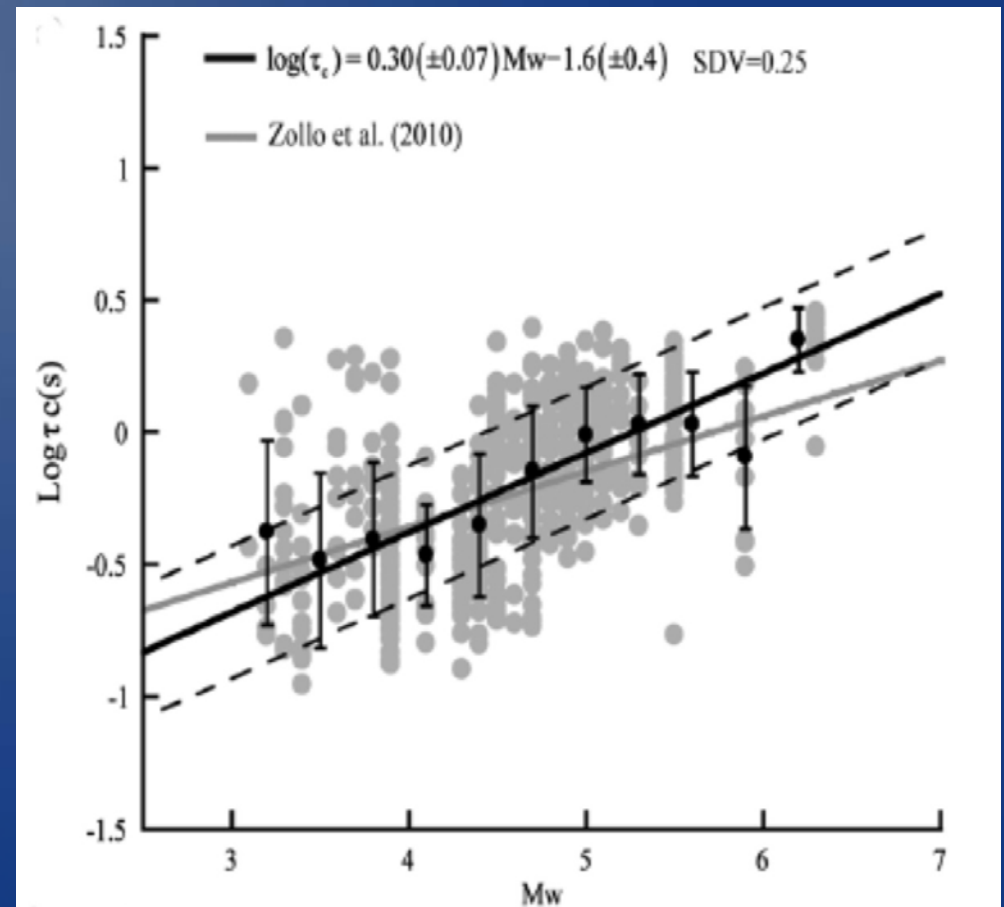
- 94 eventos
- 41 estaciones BB
- SNR > 5

Figuras: M. Carranza (2013). "Earthquake early warning for South Iberia: A P wave threshold-based approach". GRL, Vol 40, 1-6

Periodo predominante

$$\tau_c = 2 * \pi * \sqrt{\int_0^{\tau_0} u^2(t) dt / \int_0^{\tau_0} \dot{u}^2(t) dt}$$

$$\log(\tau_c) = A + B * M_w$$



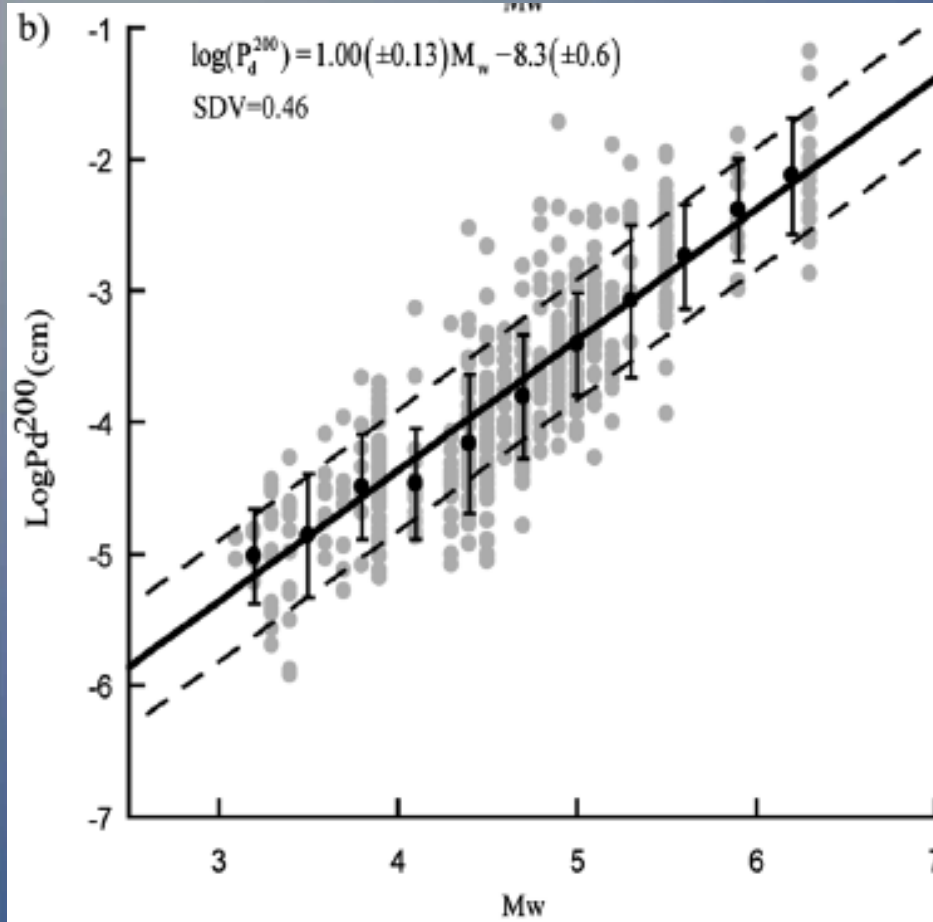


Pico de Desplazamiento

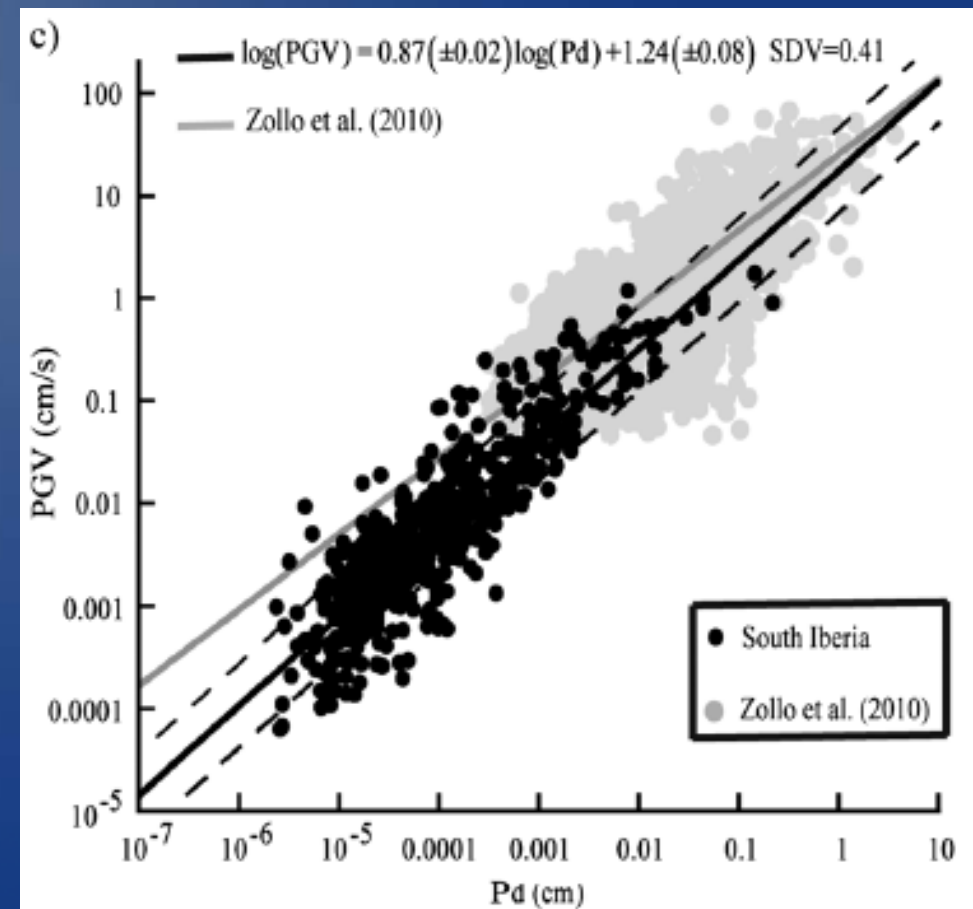
$$\log (P_d) = A + B * M_w + C * \log (R)$$

$$P_d^{200} = P_d * \left(\frac{R}{200} \right)^C$$

$$\log (P_d^{200}) = D + B * M_w$$



$$\log (PGV) = A * \log (P_d) + B$$



Simulaciones



Earthworm

SeisComP3

PRESTo

IGN

SV1

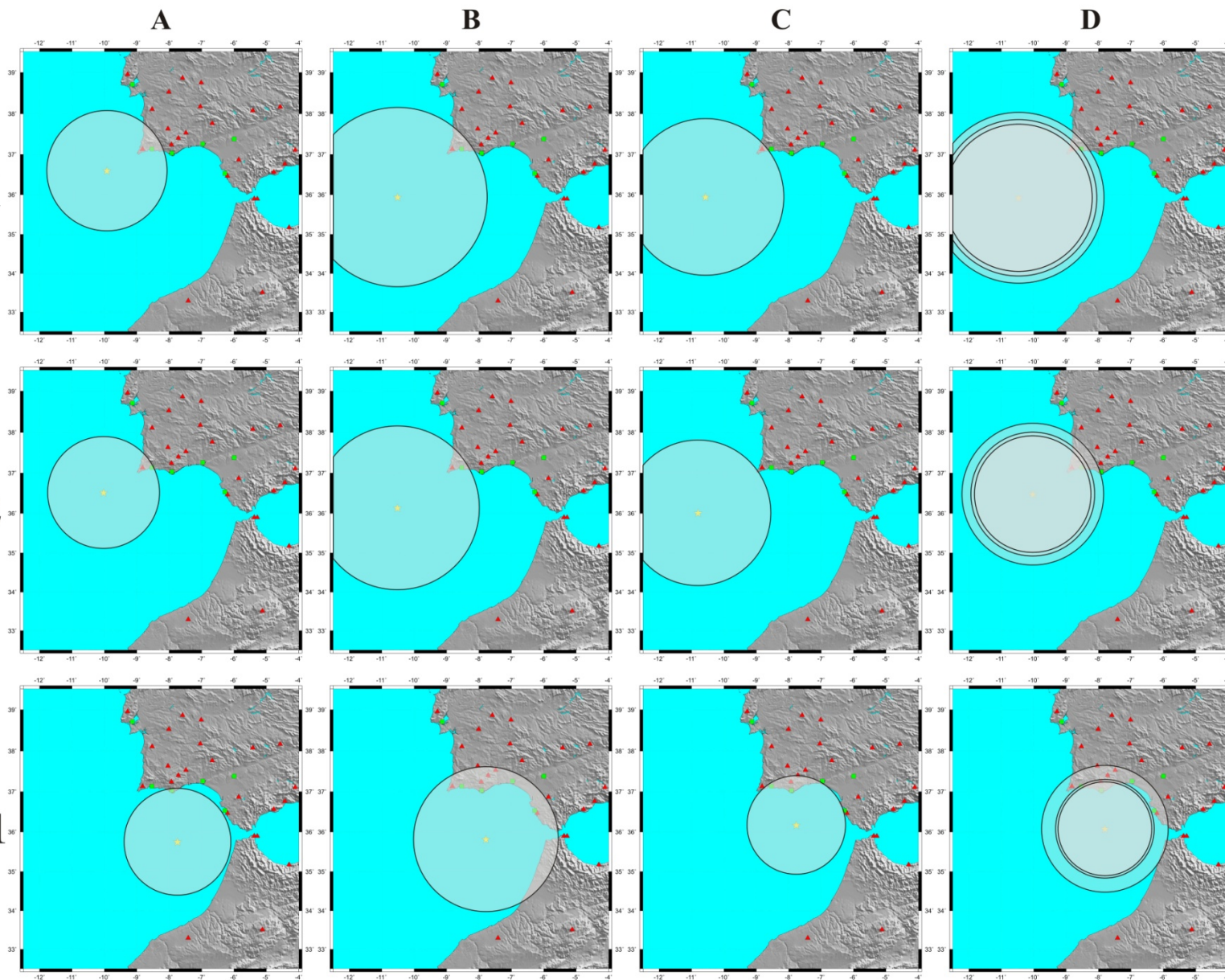
12/02/2007
10:35:24
 $M_w = 6.1$

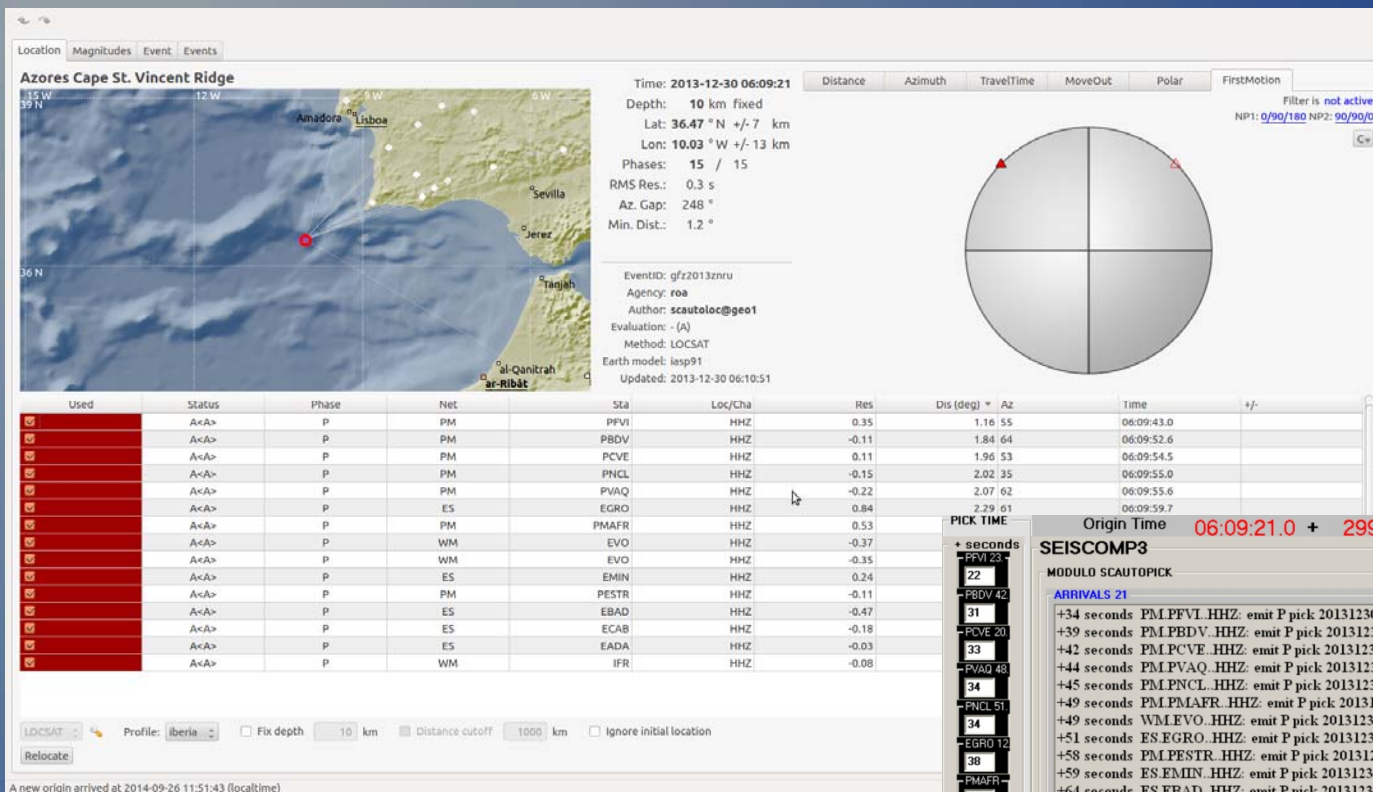
SV2

17/12/2009
01:37:49
 $M_w = 5.5$

GC1

18/08/2009
06:56:04
 $M_w = 3.9$

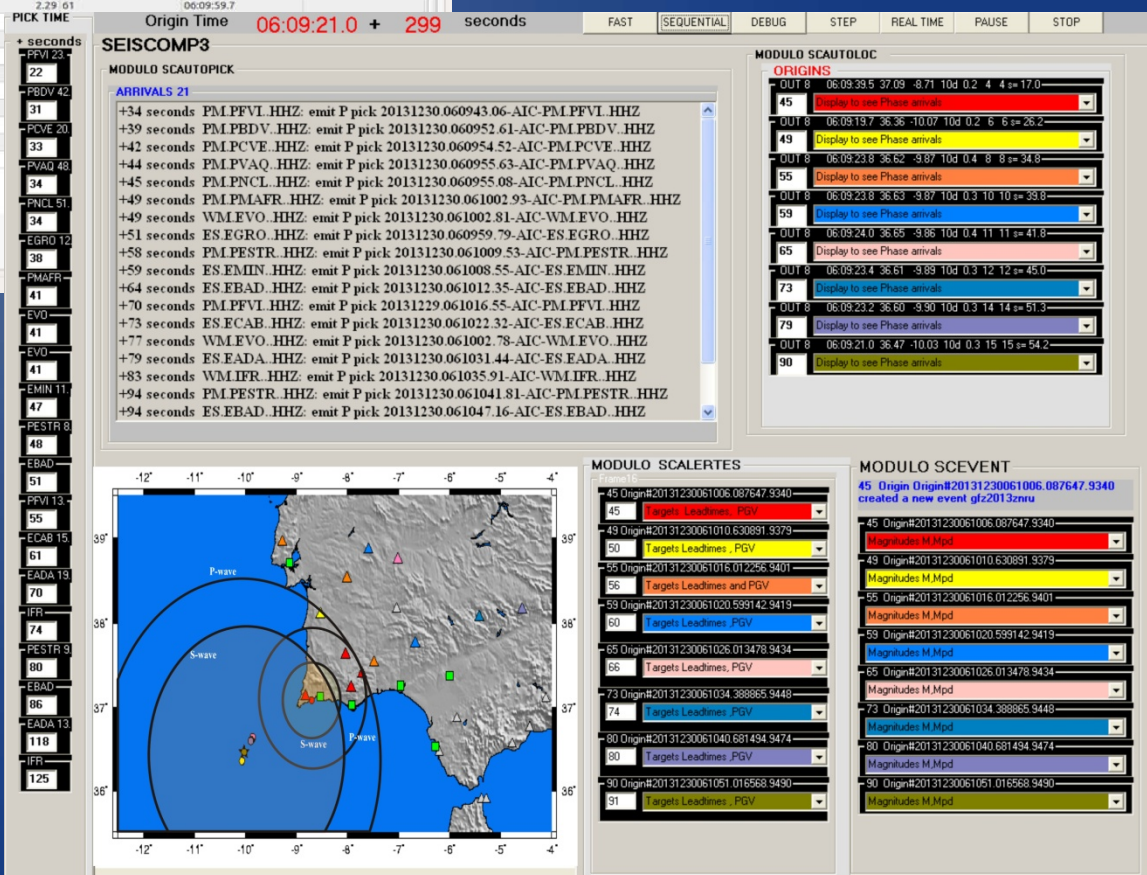




Prototipo ALERTES
Plugings: P_d y τ_c
Módulo: SCAlerres
Reducción tiempo evento
30/12/2013 06:09:26 mbLg=2.7

Programa Análisis

Simula tiempo real (ficheros log)
Mensajes de los módulos
Soluciones , ondas P y S
Lead time a los blancos
PGV esperado
Localización, magnitud



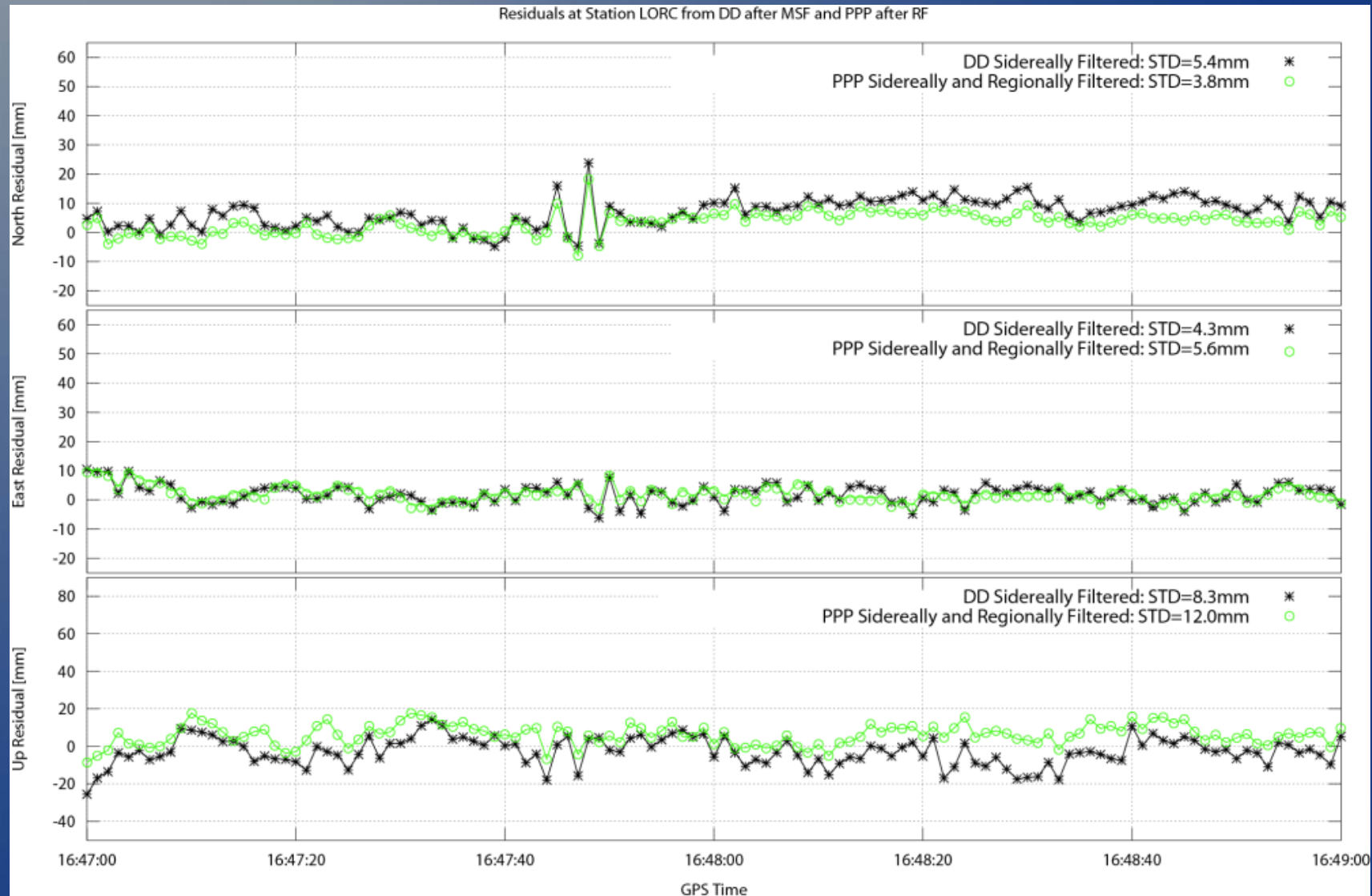
Aplicaciones GPS

Registo Terremotos

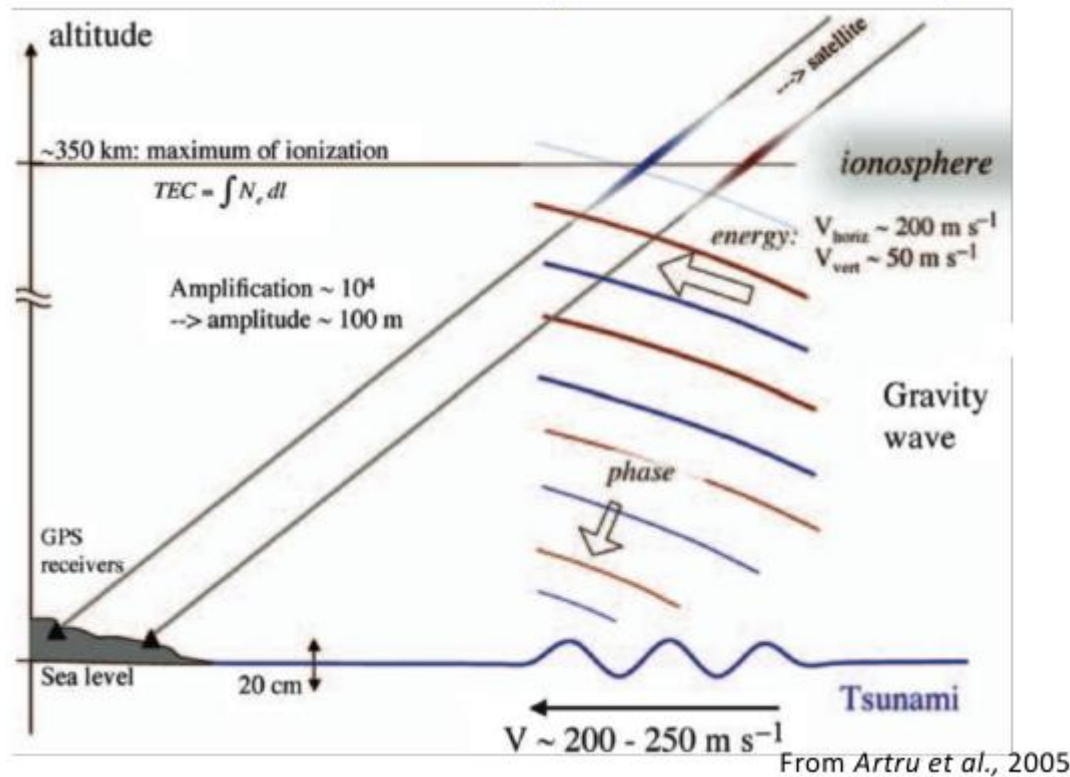


Terremoto LORCA 11/05/ 16:47 $M_w = 5.1$

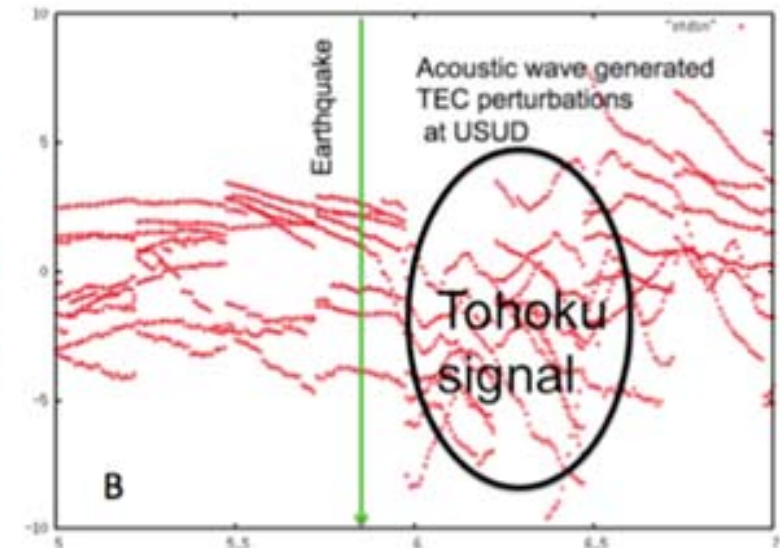
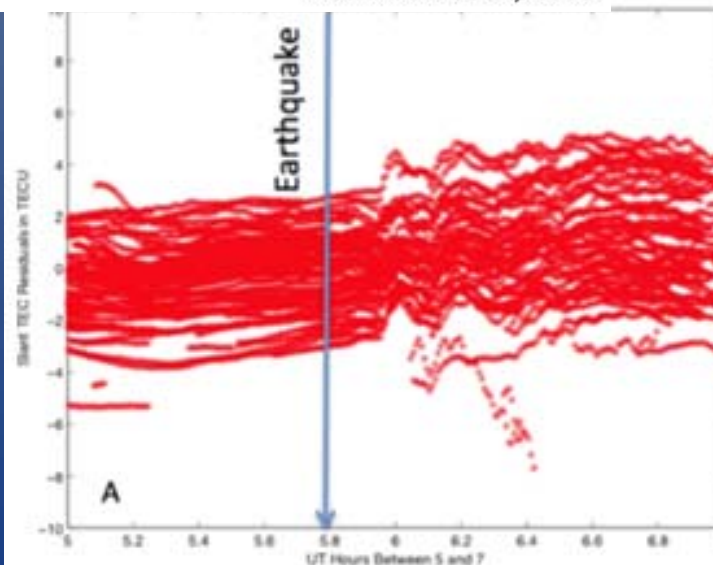
L. Mendoza (2012). “A Test Case for GPS Seismology” Física de la Tierra



Perturbaciones por Tsunamis



Perturbation Observed in GPS following the Tohoku Earthquake, Source: A. Komjathy et. al., Detecting ionospheric TEC perturbations caused by natural hazards using a global network of GPS receivers (Credits: The Tohoku case study, Earth Planets Space).





CONCLUSIONES

- 1.- El ROA dispone infraestructura sísmica y GPS de aplicación a las redes de alerta sísmica y Tsunamis colaborando con centros nacionales e internacionales.**
- 2.- Los resultados de los proyectos ALERTES y ALERTES-RIM son de gran utilidad para la alerta sísmica temprana, pero a la vez para los centros de alerta de Tsunamis ya que proporcionan la magnitud momento (M_w) de forma muy rápida.**
- 3.- El ROA ha desarrollado un prototipo “SeisComP3-ALERTES” corriendo en tiempo real. Prototipo que se continúa desarrollando en el proyecto ALERTES-RIM.**
- 4.- Los trabajos desarrollados en el campo GPS están encaminados al cálculo de velocidades y deformaciones, registro de terremotos y alerta de tsunamis.**

GRACIAS