

Aporte a estudios sismológicos, mediante estaciones SIRGAS-RT

SIMPOSIO SIRGAS 2016- Quito, Ecuador

**Camisay M.F., Mateo M.L., Mackern M.V, A.M. Robin
CIMA –Mendoza-Argentina**

FACULTAD DE
INGENIERÍA

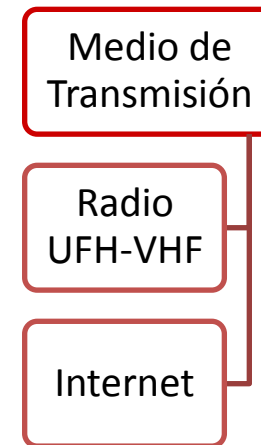
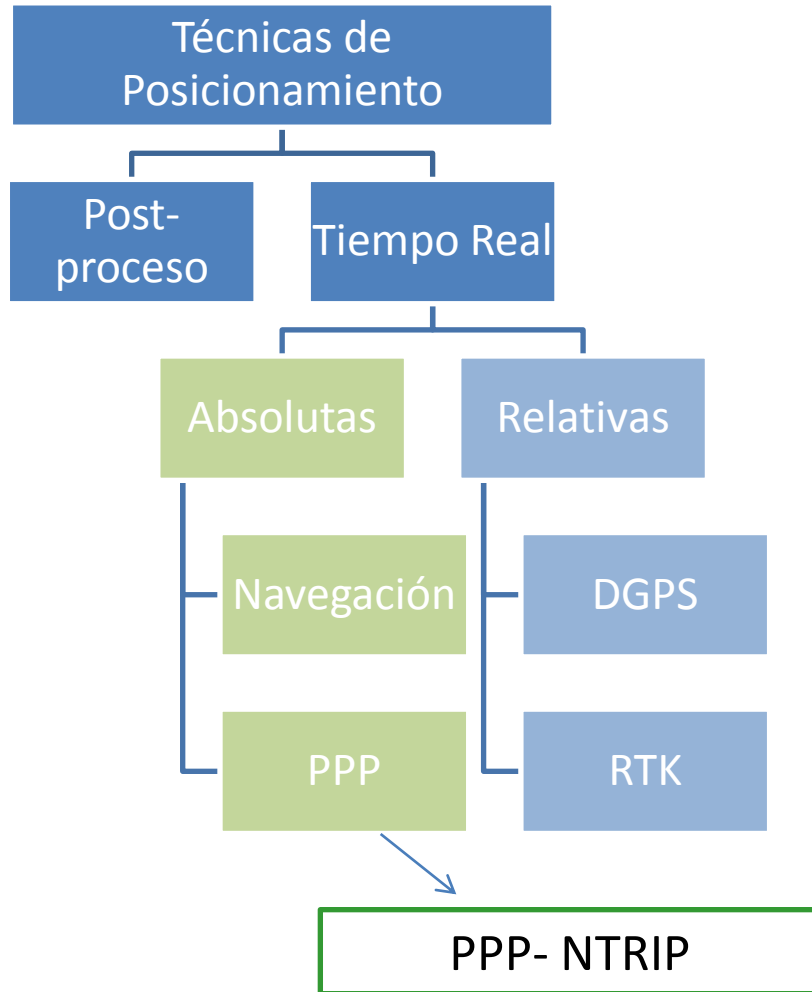


UNCUYO
UNIVERSIDAD
NACIONAL DE CUYO



INTRODUCCIÓN

Aporte → **Monitoreo PPP de las estaciones SIRGAS-CON**



INTRODUCCIÓN – Requerimientos PPP

Observaciones

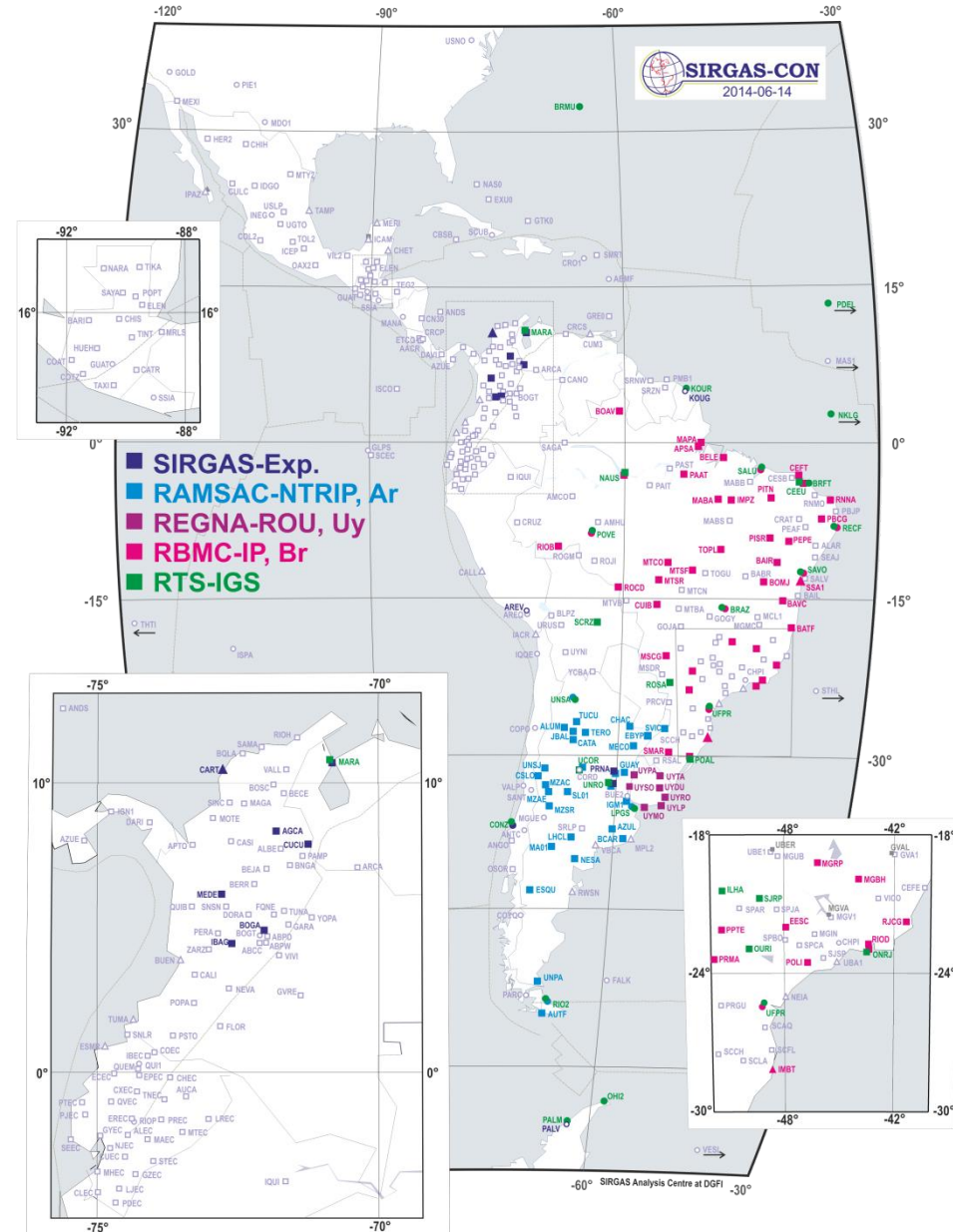
- Stream RTCM de c/ estación
- Archivos RINEX (1 segundo)

Efemérides

- Stream RTCM (EPH3RTCM)
- Archivo RINEX (brcdDDDS.AAp)
GPS+GLONASS+GALILEO

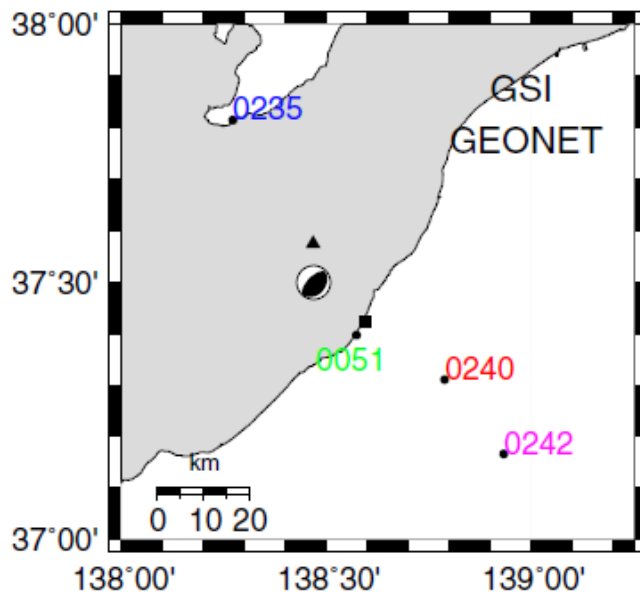
Correcciones Orbitas/Relojes

- Stream RTCM (IGS03)
- Archivo de corrección (IGS03DDDS.AAC)



ANTECEDENTES

Sísmo Chuetsu-Nigata 2007 M 6.5 (Japón)

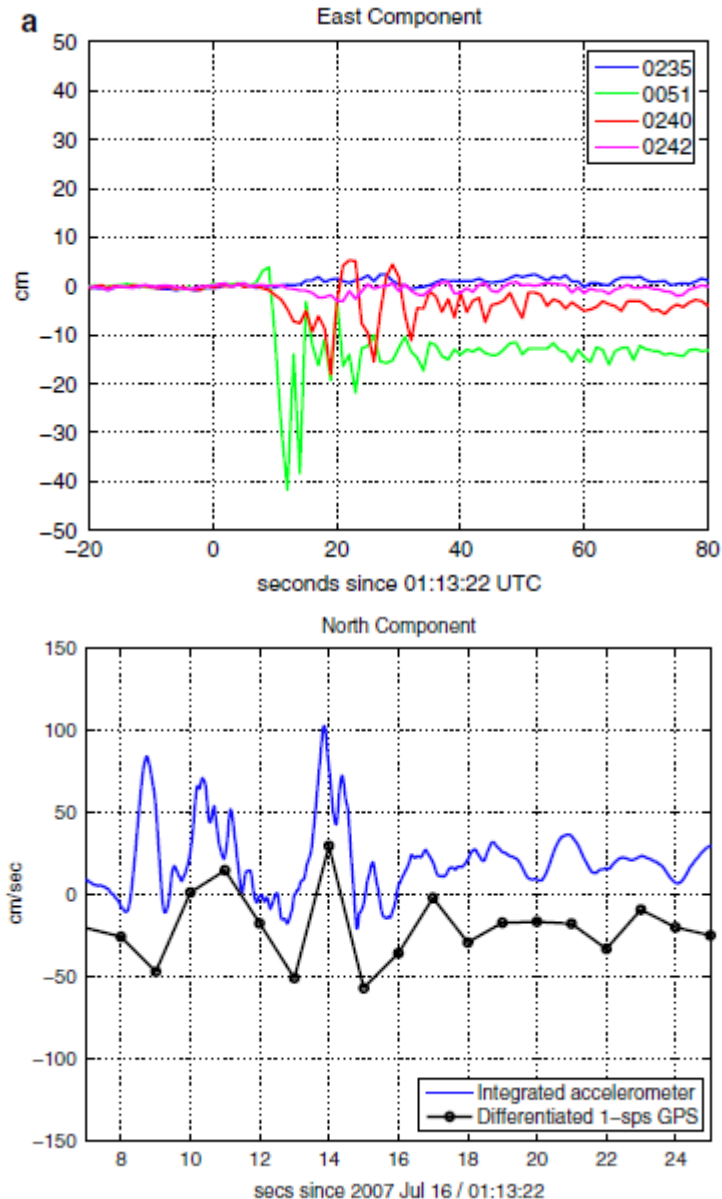


-No solo la cercanía al epicentro influye sino también el acimut respecto a la dirección de ruptura.

-Estación 0235, está a 30 km pero detrás de la dirección de ruptura.

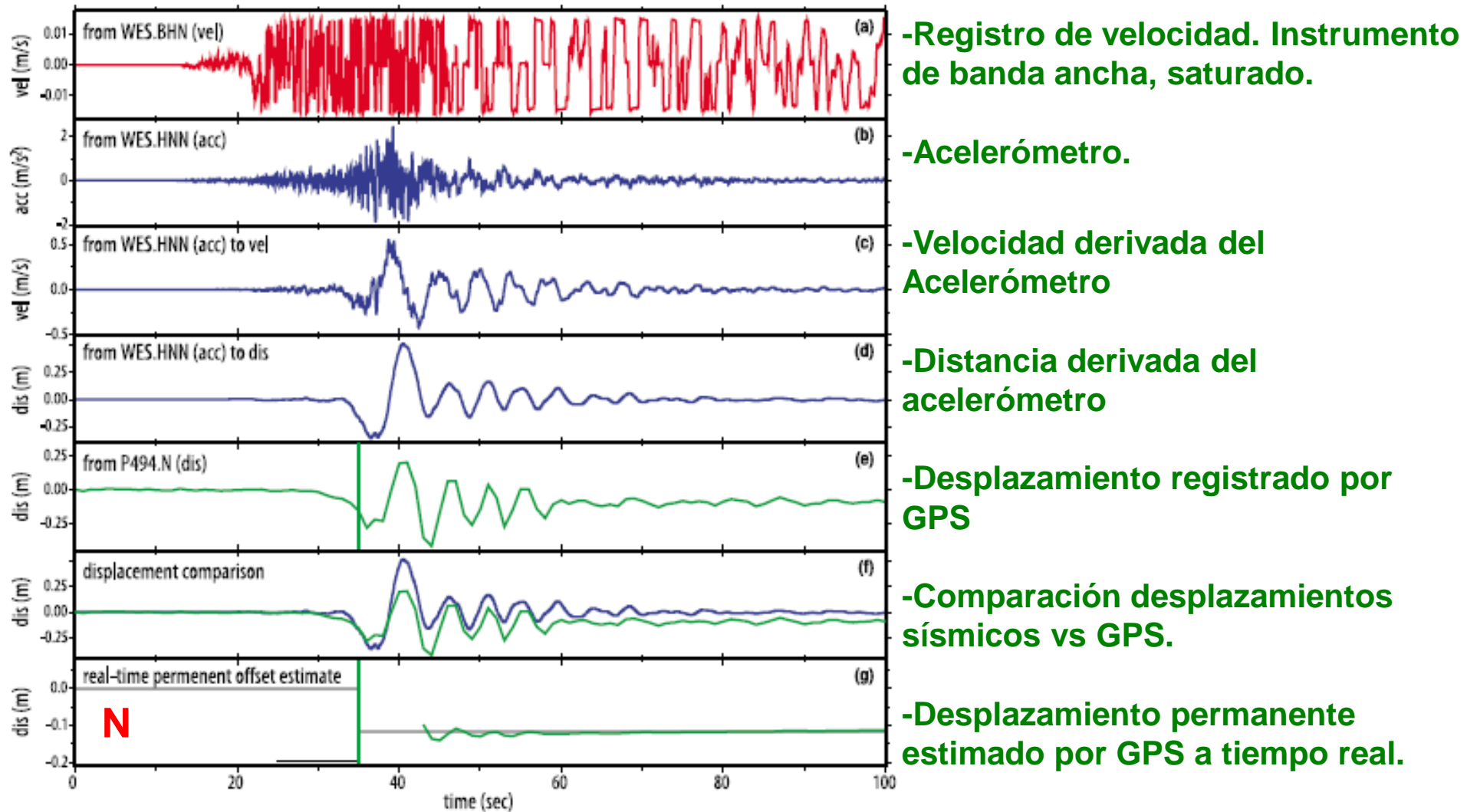
-La técnica podría ser más valiosa si se observara con mayor frecuencia (10 Hz).

Larson K., GPS Seismology, 2008



ANTECEDENTES

Comparación instrumentos sísmicos y estación GNSS, sismo en California 2010



METODO EMPLEADO

SOFTWARE

-BNC (BKG Ntrip Client)
-PPP >Pos-proceso.

INPUT

- RINEX Observación
- Efemérides transmitidas (GPS+GLONASS)
-Correcciones a las órbitas y a los relojes:
IGS03ddd.aaC
CLK91ddd.aaC



OUTPUT

-LOGFILE por cada estación

Precise Point Positioning of Epoch 21:00:30.0

```
-----  
21:00:30.0 RES G12 P3 -0.0684  
21:00:30.0 RES G13 P3 -0.0925  
21:00:30.0 RES G15 P3 0.3703  
21:00:30.0 RES G17 P3 -0.3117  
21:00:30.0 RES G24 P3 -0.1686  
21:00:30.0 RES G28 P3 0.5092  
21:00:30.0 RES G12 L3 0.0055  
21:00:30.0 RES G13 L3 -0.0061  
21:00:30.0 RES G15 L3 0.0011  
21:00:30.0 RES G17 L3 0.0064  
21:00:30.0 RES G24 L3 -0.0054  
21:00:30.0 RES G28 L3 -0.0031
```

```
clk = -0.658 +- 0.052  
trp = 2.125 +0.025 +- 0.000  
amb G13 = -6.255 +- 0.035 nEpo = 10831  
amb G28 = 0.904 +- 0.035 nEpo = 10831  
amb G15 = -7.510 +- 0.035 nEpo = 10596  
amb G17 = -6.105 +- 0.035 nEpo = 10080  
amb G24 = 2.161 +- 0.035 nEpo = 4293  
amb G12 = -1.468 +- 0.035 nEpo = 3641
```

```
POST PPP 21:00:30.0 6 1932262.625 +- 0.022 -5001226.583 +- 0.036 -  
3444667.825 +- 0.043 NEU 0.018 -0.086 0.012
```

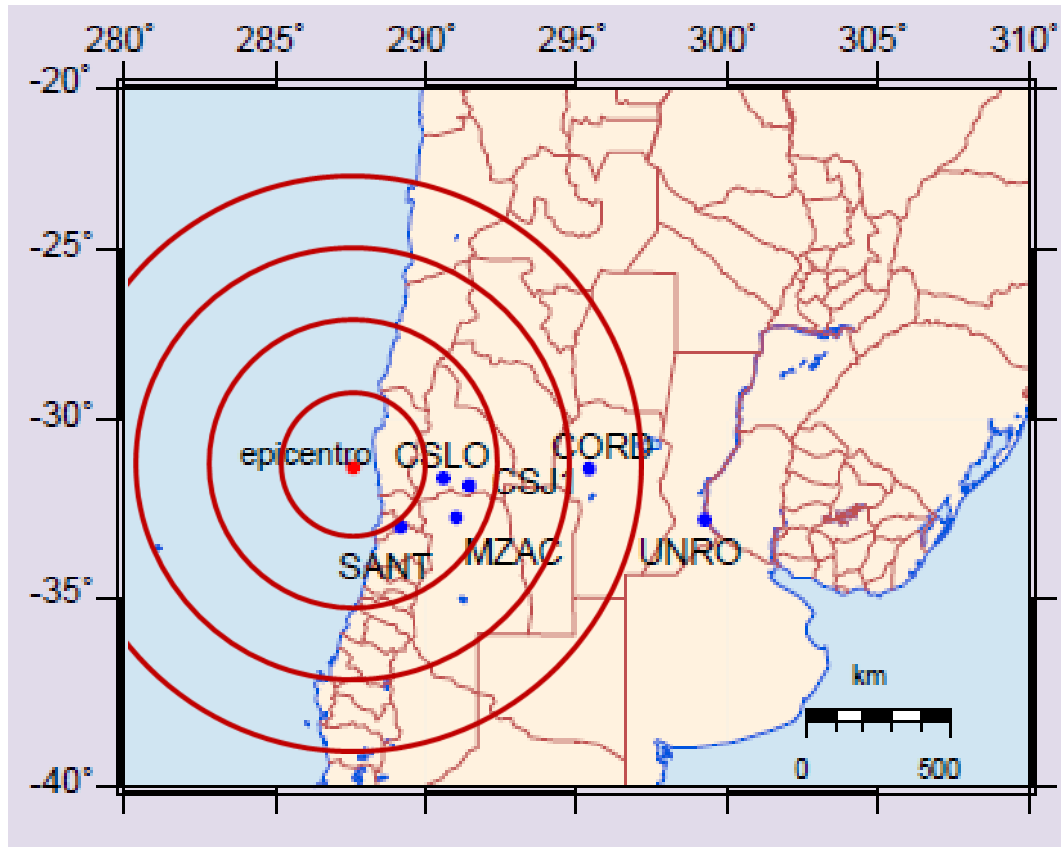
Estimación del error de reloj

Estimación Troposférica

Coordenadas + error

SISMO ILLAPEL- CHILE

- Magnitud 8.3, profundidad 25.0 km
- El día 16/09/2015 a las 22:54:33 UTC



Coquimbo, IV Región, Chile.

Estación	Distancia al epicentro (Km)
SANT	230
CSLO	280
MZAC	360
CSJ1	370
CORD	740
UNRO	1100

RESULTADOS

$$\varphi_{t_i} - \varphi_{\text{SIRWEEK}} = \Delta\varphi_i$$

$$\lambda_{t_i} - \lambda_{\text{SIRWEEK}} = \Delta\lambda_i$$

$$h_{t_i} - h_{\text{SIRWEEK}} = \Delta h_i$$

RESIDUOS

N_i

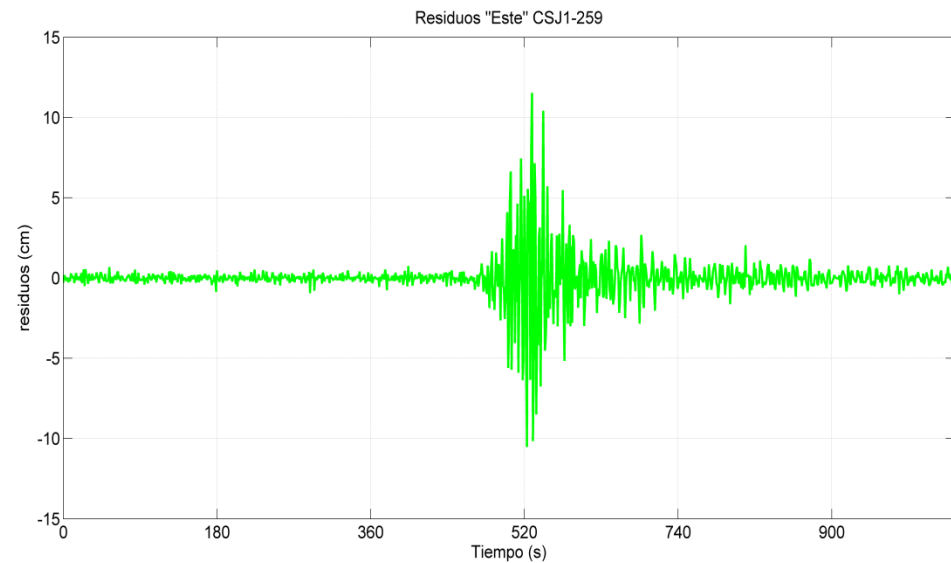
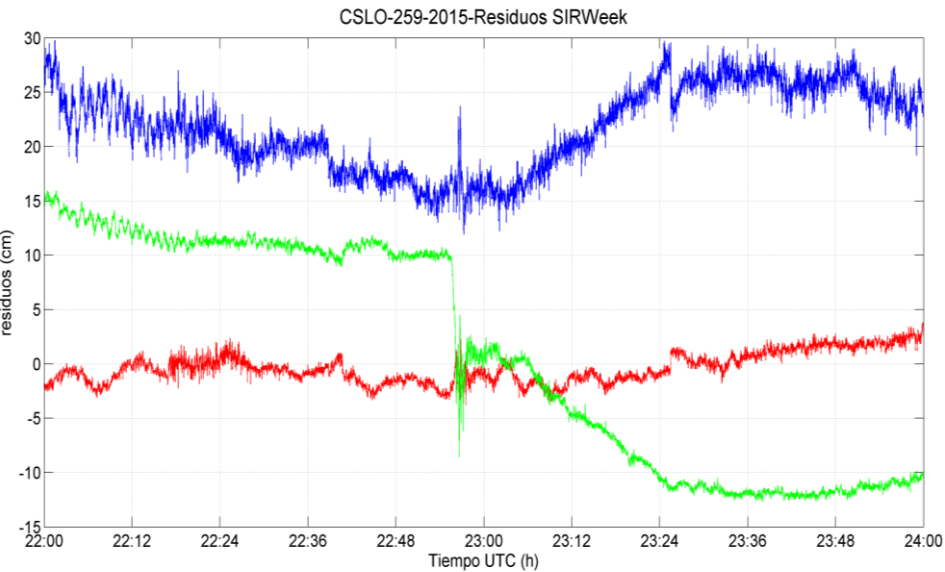
E_i

V_i

$$\Delta\varphi_i = \varphi_{t_i} - \varphi_{t(i-1)}$$

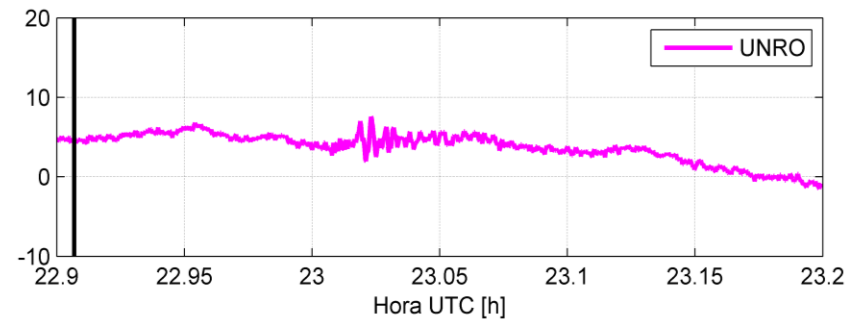
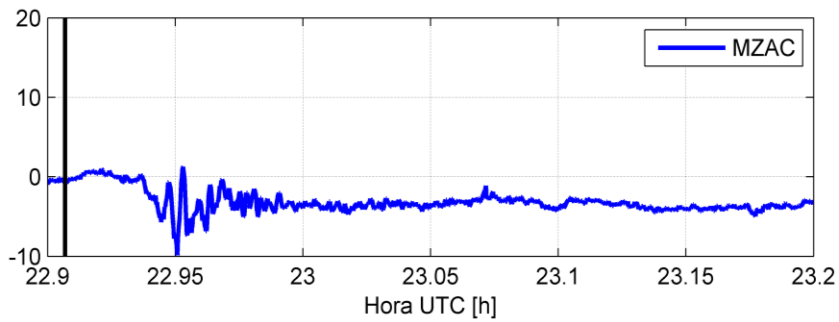
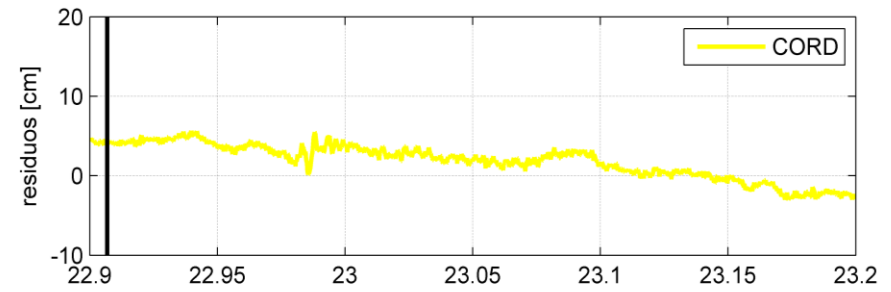
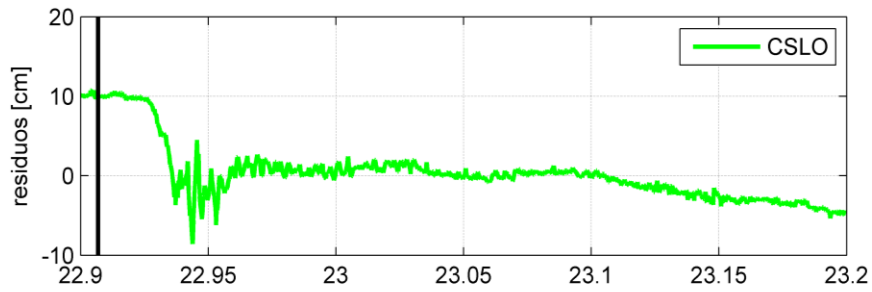
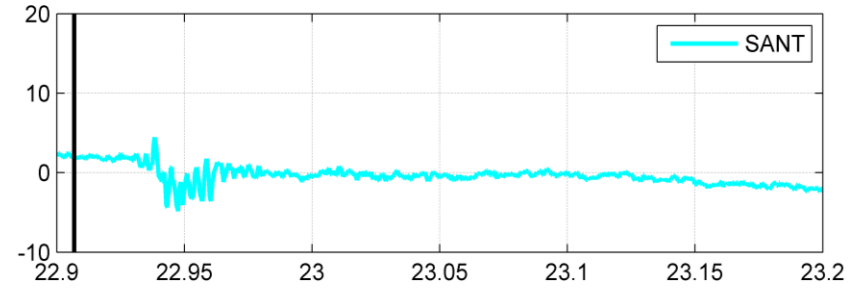
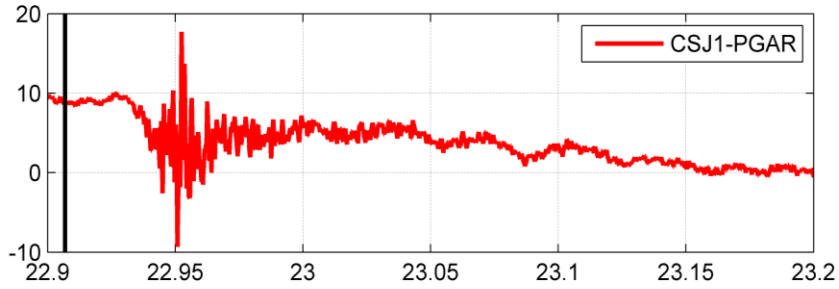
$$\Delta\lambda_i = \lambda_{t_i} - \lambda_{t(i-1)}$$

$$\Delta h_i = h_{t_i} - h_{t(i-1)}$$

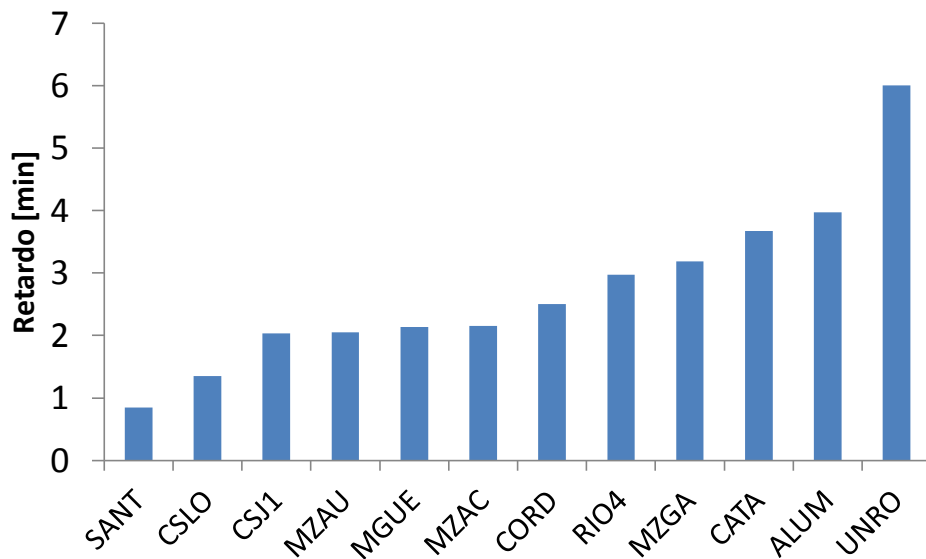


Amplitud y propagación de la onda sísmica

Desplazamientos componente Este



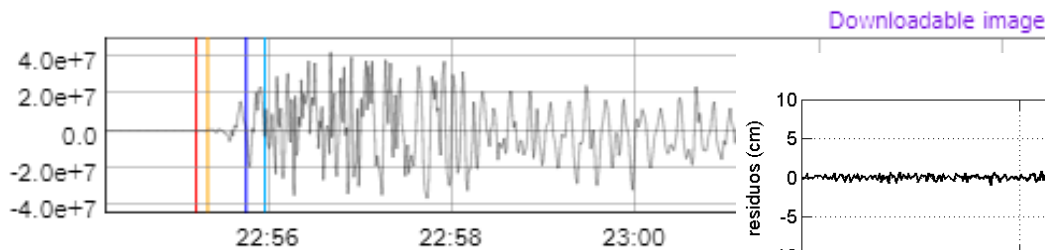
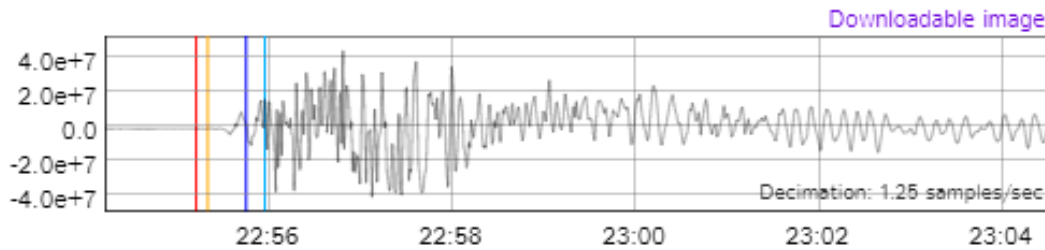
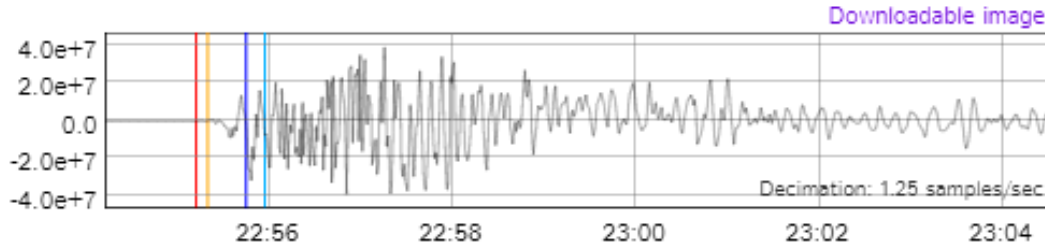
VELOCIDADES ONDA SÍSMICA



	Distancia (km)	Velocidad (km/s)
Dirección 1 ALUM	718,224	4,611
Dirección 2 CATA	710,085	4,626
Dirección 3 CSLO	283,464	4,970
CSJ1	368,138	5,112
CORD	740,424	6,004
Dirección 4 MZAC	355,941	4,416
RIO4	767,006	5,528
UNRO	1107,403	4,323
Dirección 5 MZAU	386,634	4,440
MZGA	575,387	4,224
Dirección 6 SANT	237,979	5,493
MGUE	544,933	5,095

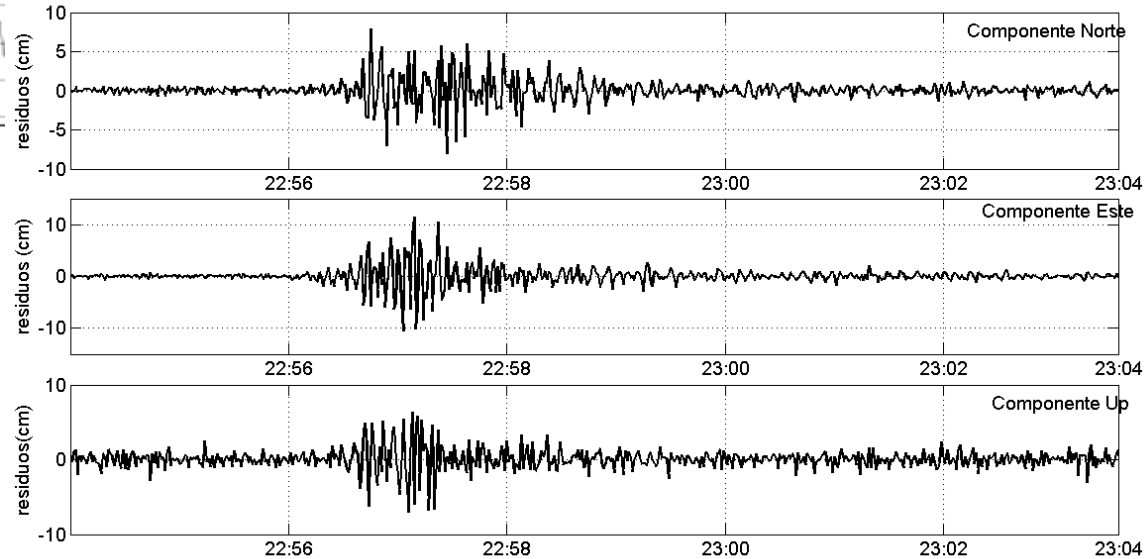
COMPARACION SISMOGRAFO

LCO: Las Campanas, Chile (Sismógrafo)



Phase Arrivals	
P	+41s 2015-09-16 22:55:13
PP	+49s 2015-09-16 22:55:21
S	+1m 14s 2015-09-16 22:55:46
SS	+1m 26s 2015-09-16 22:55:58

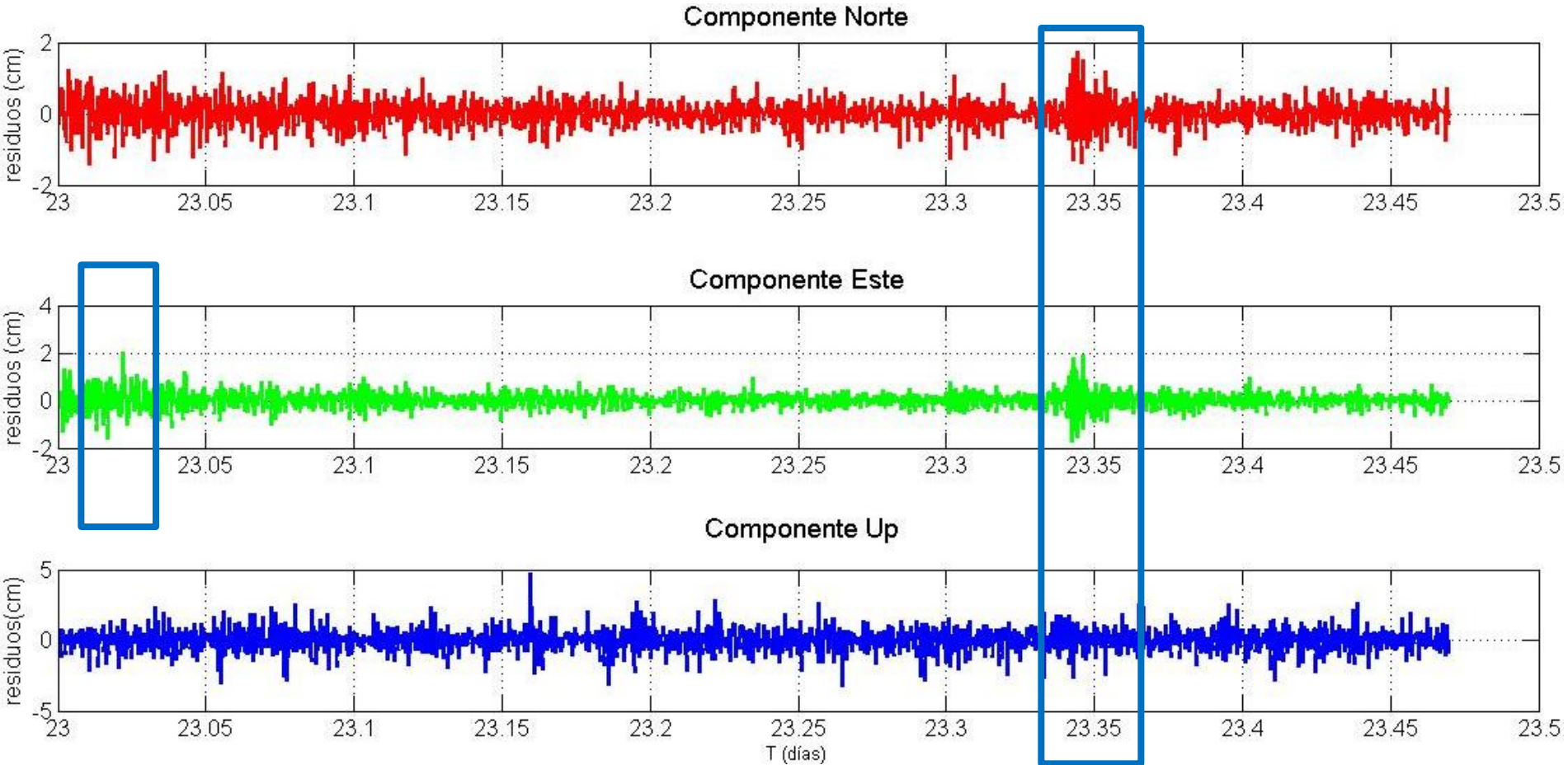
CSJ1, San Juan, Argentina (GNSS)



http://ds.iris.edu/wilber3/find_stations/5159022

REPLICAS

Residuos para CSJ1 (San Juan), respecto al valor anterior de cada coordenada

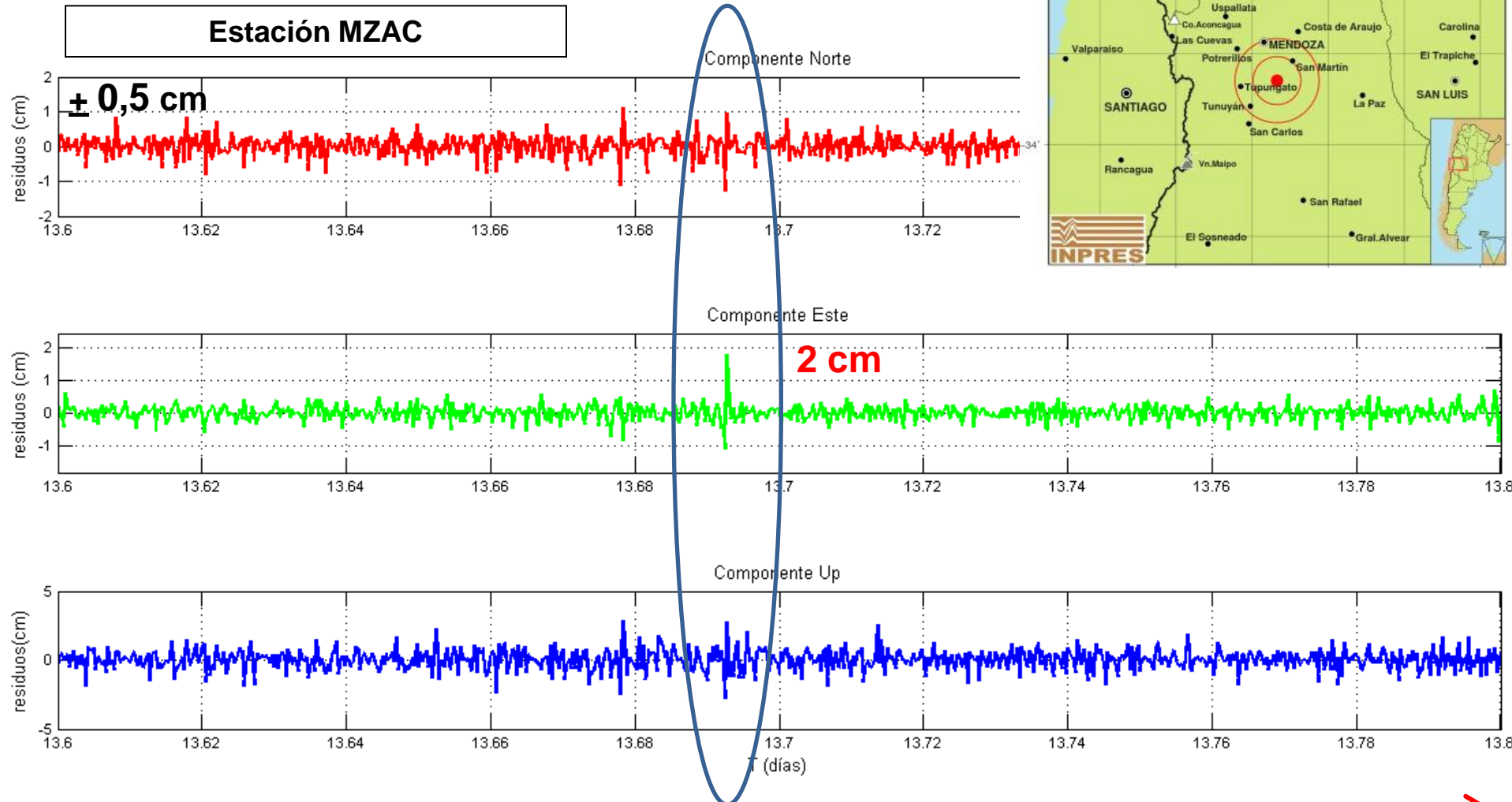


Mag. 6,1

Mag. 7,6

OTROS SISMOS MENORES

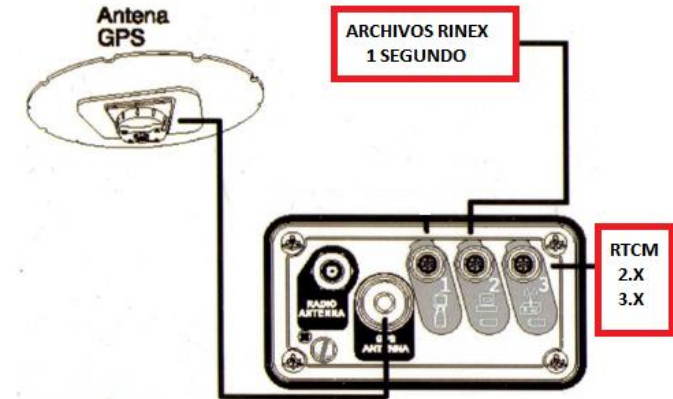
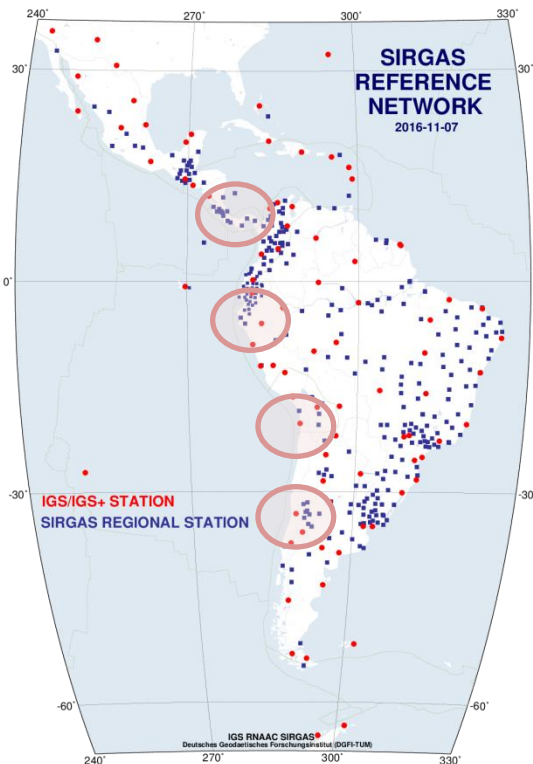
- Magnitud 4.0, profundidad 33 km
- El día 14/09/2015 a las 13:38:54 UTC



CONTRIBUCION

Para apoyar a las redes sismológicas nacionales debemos:

- Optimizar estaciones a RT:
 - ✓ High-rate (mayor a 1 Hz)
- Almacenar datos a 1 segundo



- Generar archivos diarios de corrección en otros servidores (Argentina, Costa Rica, Ecuador)
- Monitorear estaciones piloto a Tiempo Real (zonas geodinámicas)

CONCLUSIONES Y TAREAS A FUTURO

- La infraestructura GNSS actual permite monitorear a través de un método independiente variables geodinámicas
- Las estaciones GNSS permiten estimar grandes desplazamientos, imposibles de medir con instrumentos sísmicos por su saturación.
- los actuales registros sismológicos, podrían complementarse aprovechando el aporte de las observaciones GNSS a tiempo real.

ACCIONES A FUTURO

- Analizar otros sismo en América Latina (desde 2015 en adelante)
- Realizar una comparación con registros sísmicos cercanos a las estaciones GNSS

¡¡Muchas gracias!!

fcamisay@umaza.edu.ar

FACULTAD DE
INGENIERÍA



UNCUYO
UNIVERSIDAD
NACIONAL DE CUYO

