

Cálculo y comparación de los grupos de onda calculados para la estación TIGO (Concepción, Chile) antes y después del sismo de Concepción en 2010

Ezequiel D. Antokoletz^{1,2}; Claudia N. Tocho²; Diego A. Piñón¹; Sergio R. Cimbaro¹;

¹ *Instituto Geográfico Nacional*

² *Facultad de Ciencias Astronómicas y Geofísicas de la Universidad Nacional de La Plata*

- ▶ Introducción
- ▶ Datos utilizados
- ▶ Metodología de cálculo de parámetros
- ▶ Resultados
- ▶ Conclusiones y trabajos futuros

- ▶ **Introducción**
- ▶ Datos utilizados
- ▶ Metodología de cálculo de parámetros
- ▶ Resultados
- ▶ Conclusiones y trabajos futuros



➤ Gravímetro Relativo;

Fuente: <http://www.tigo.cl/images/stories/Content/DSCN8583.JPG>



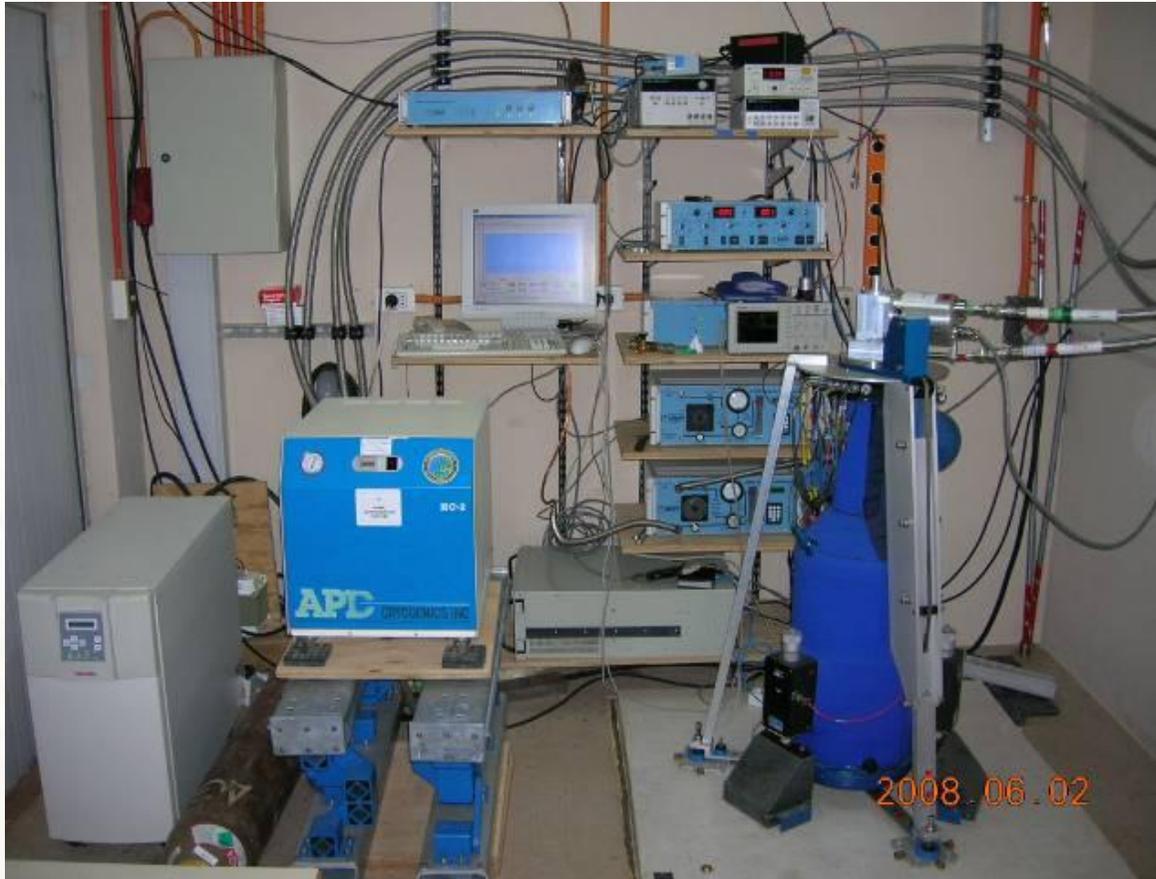
- Gravímetro Relativo;
- Alta sensibilidad;

Fuente: <http://www.tigo.cl/images/stories/Content/DSCN8583.JPG>



Fuente: <http://www.tigo.cl/images/stories/Content/DSCN8583.JPG>

- Gravímetro Relativo;
- Alta sensibilidad;
- Precisión: 0.01 nm/s^2 ;



Fuente: <http://www.tigo.cl/images/stories/Content/DSCN8583.JPG>

- Gravímetro Relativo;
- Alta sensibilidad;
- Precisión: 0.01 nm/s^2 ;
- Alta estabilidad temporal.

Observatorio Geodésico Integrado Transportable (TIGO)

- VLBI (Very Long Base Interferometry)
- SLR (Satellite Laser Ranging)
- GNSS (Global Navigation Satellite System)
- Gravimetría
- Sismometría
- Mediciones de Tiempo (Relojes Atómicos)
- Sensores Meteorológicos



UdeC



Bundesamt für
Kartographie und Geodäsie

BKG



IGN

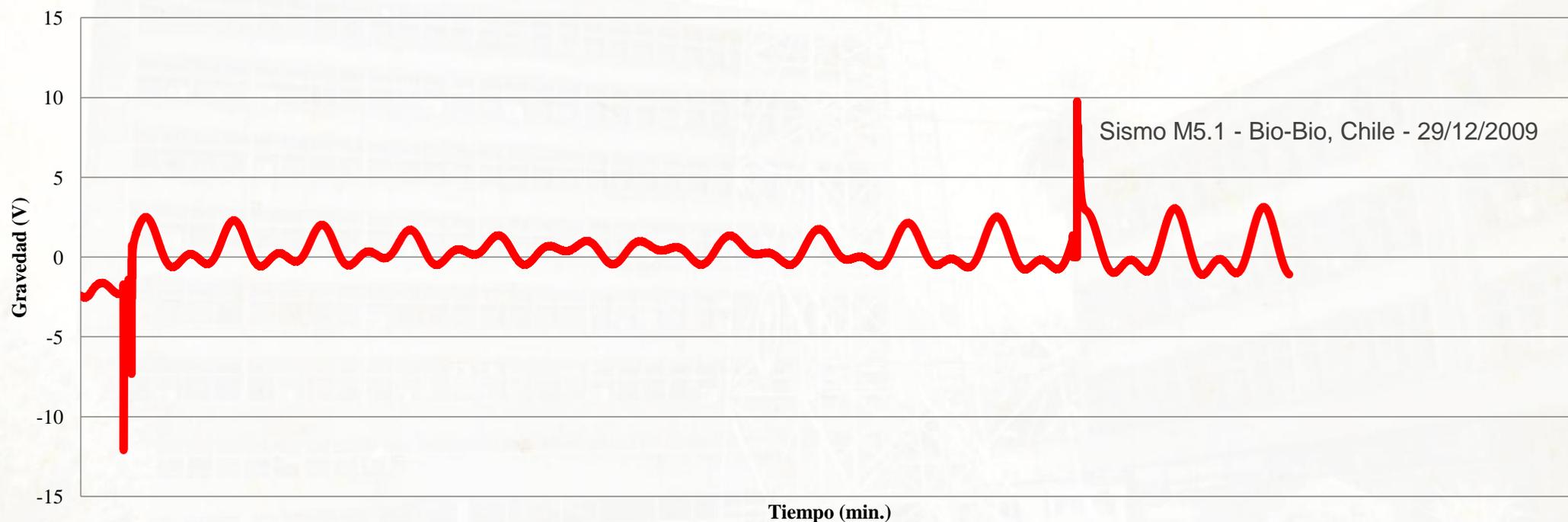


Fuente: http://www.tigo.cl/images/stories/tigo_banner.png

- ▶ Introducción
- ▶ **Datos utilizados**
- ▶ Metodología de cálculo de parámetros
- ▶ Resultados
- ▶ Conclusiones y trabajos futuros

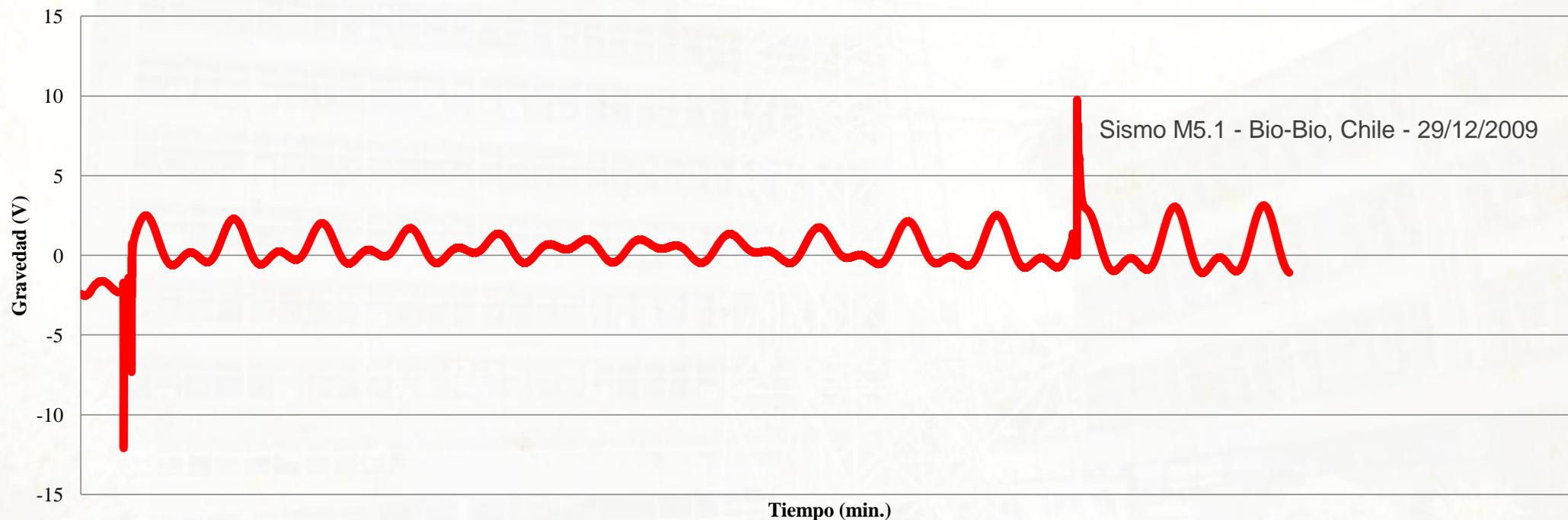
- Serie de mediciones realizadas con el gravímetro superconductor RW-038. Datos obtenidos del GGP Project (ISDC, GFZ, Potsdam)

SG-RW-038 - 18 al 31 de Diciembre de 2009



- ▶ Serie de mediciones realizadas con el gravímetro superconductor RW-038. Datos obtenidos del GGP Project (ISDC, GFZ, Potsdam)

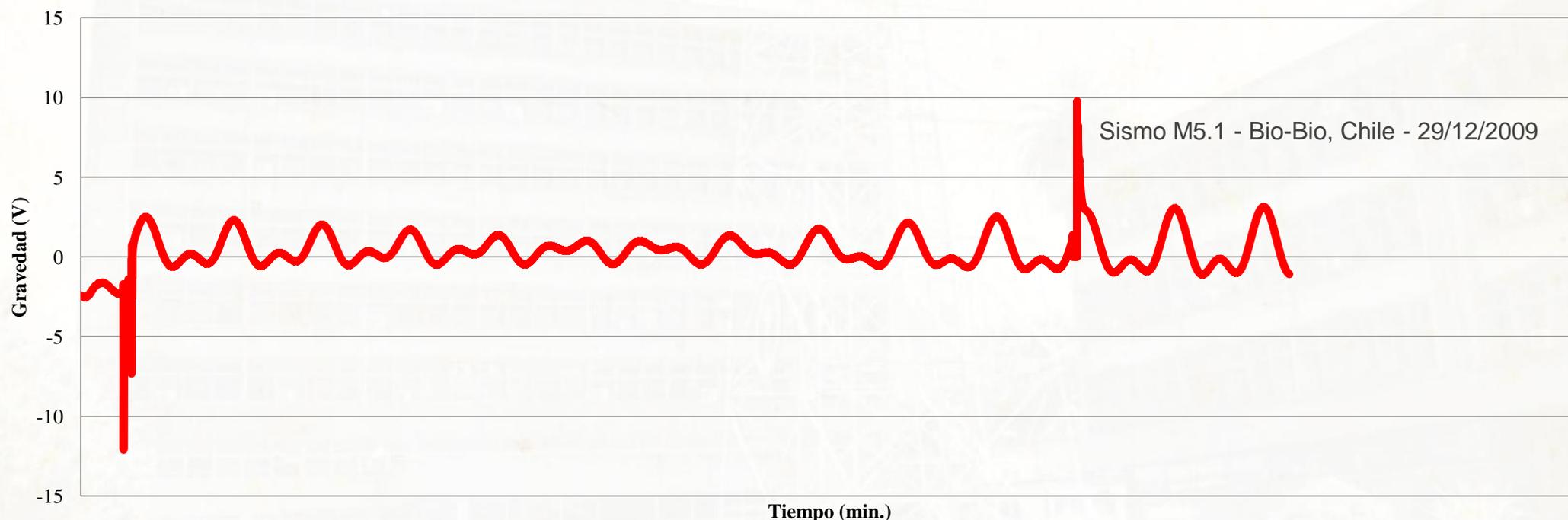
SG-RW-038 - 18 al 31 de Diciembre de 2009



- ▶ Dos períodos de tiempo distintos:
 - ✓ 19 de Diciembre de 2009 al 26 de Febrero de 2010
 - ✓ 24 de Octubre de 2010 al 1 de Diciembre de 2010

- ▶ Serie de mediciones realizadas con el gravímetro superconductor RW-038. Datos obtenidos del GGP Project (ISDC, GFZ, Potsdam)

SG-RW-038 - 18 al 31 de Diciembre de 2009

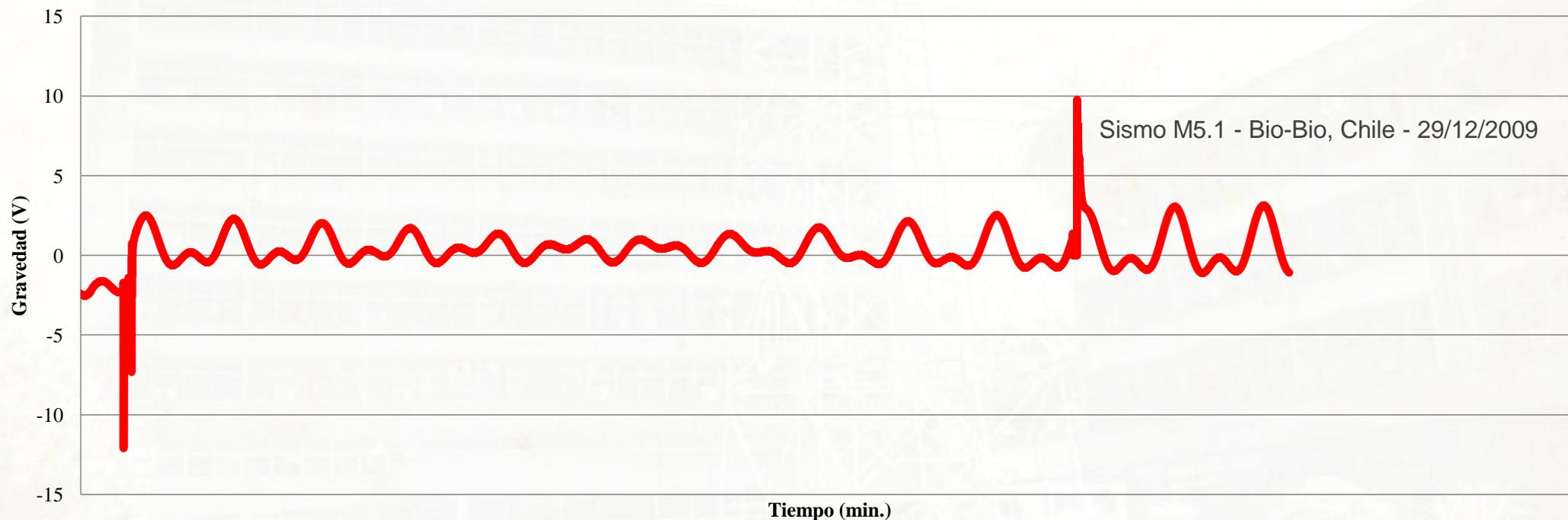


- ▶ Dos períodos de tiempo distintos:
 - ✓ 19 de Diciembre de 2009 al 26 de Febrero de 2010
 - ✓ 24 de Octubre de 2010 al 1 de Diciembre de 2010

Sismo de Maule: M8.8 - Bio-Bio, Chile - 27/02/2010 - 06:34 UTC Time

- Serie de mediciones realizadas con el gravímetro superconductor RW-038. Datos obtenidos del GGP Project (ISDC, GFZ, Potsdam)

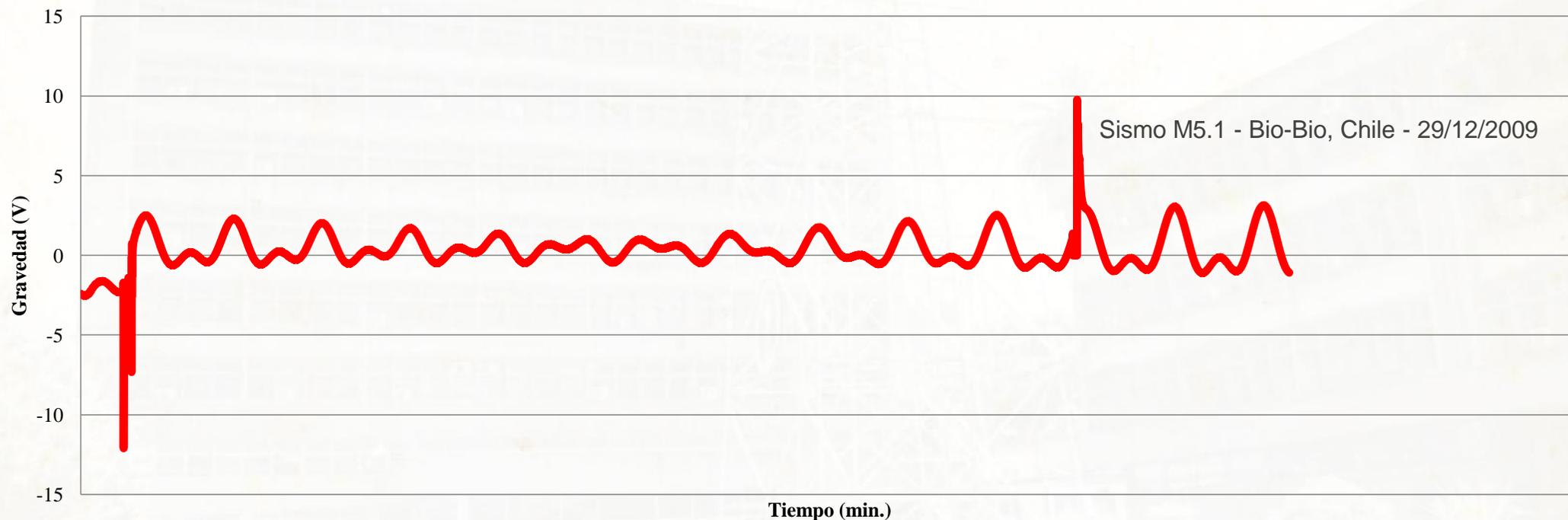
SG-RW-038 - 18 al 31 de Diciembre de 2009



- Modelo de marea terrestre teórico propuesto por Hartmann and Wenzel (1995a,b) con 12.935 coeficientes en armónicos esféricos

- ▶ Serie de mediciones realizadas con el gravímetro superconductor RW-038. Datos obtenidos del GGP Project (ISDC, GFZ, Potsdam)

SG-RW-038 - 18 al 31 de Diciembre de 2009

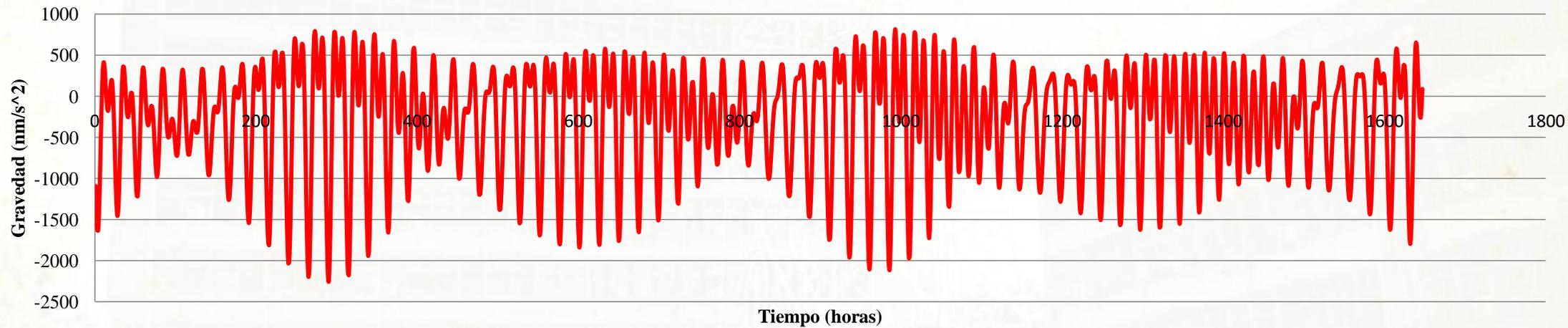


- ▶ Modelo de marea terrestre teórico propuesto por Hartmann and Wenzel (1995a,b) con 12.935 coeficientes en armónicos esféricos
- ▶ Grupo de ondas del potencial de marea terrestre para 30 días

- ▶ Introducción
- ▶ Datos utilizados
- ▶ **Metodología de cálculo de parámetros**
- ▶ Resultados
- ▶ Conclusiones y trabajos futuros

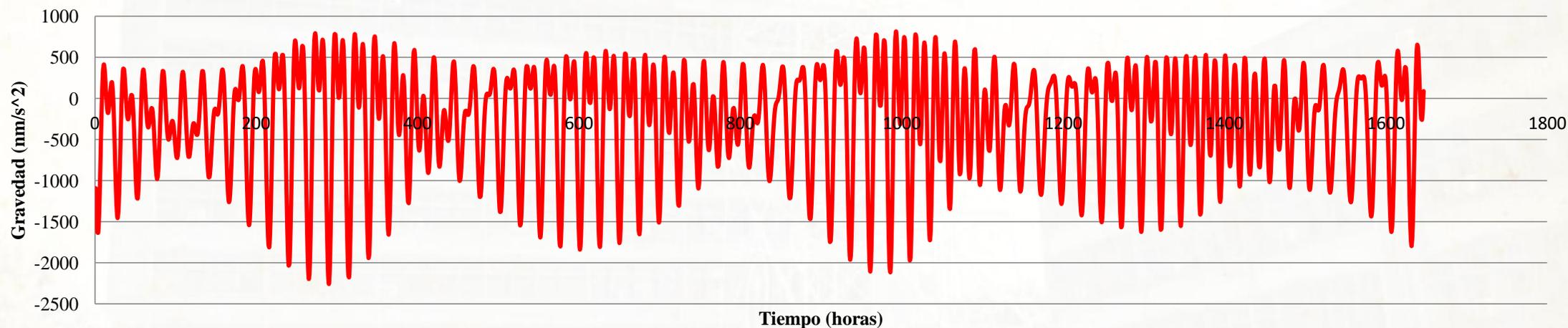
- ▶ ICET (International Center of Earth Tides) realiza un pre-procesamiento de los datos

Antes del sismo



- ▶ ICET (International Center of Earth Tides) realiza un pre-procesamiento de los datos

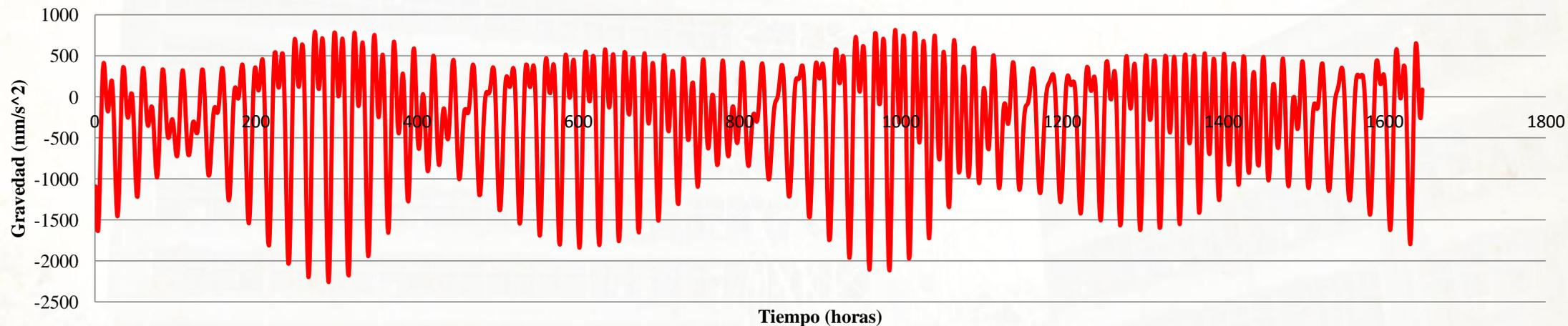
Antes del sismo



Previo al análisis de marea se deben eliminar aquellos efectos no debidos a la marea terrestre:

- ▶ ICET (International Center of Earth Tides) realiza un pre-procesamiento de los datos

Antes del sismo



Previo al análisis de marea se deben eliminar aquellos efectos no debidos a la marea terrestre:

- ✓ Presión Atmosférica
- ✓ Movimiento del Polo
- ✓ LOD
- ✓ Drift

- ✗ Carga Oceánica
- ✗ Efecto Hidrológico local

- ▶ El software ANALIZE perteneciente al paquete ETERNA 3.4 (Wenzel, 1996) permite:

- ▶ El software ANALIZE perteneciente al paquete ETERNA 3.4 (Wenzel, 1996) permite:
 - Corregir las observaciones por LOD, Movimiento del Polo, Regresión del Polo y Drift;

- ▶ El software ANALIZE perteneciente al paquete ETERNA 3.4 (Wenzel, 1996) permite:
 - Corregir las observaciones por LOD, Movimiento del Polo, Regresión del Polo y Drift;
 - Elegir el Grupo de Ondas a calcular (dependiendo de la cantidad de tiempo observado con el SG);

- ▶ El software ANALIZE perteneciente al paquete ETERNA 3.4 (Wenzel, 1996) permite:
 - Corregir las observaciones por LOD, Movimiento del Polo, Regresión del Polo y Drift;
 - Elegir el Grupo de Ondas a calcular (dependiendo de la cantidad de tiempo observado con el SG);
 - Calcular amplitudes y fases de los distintos grupos de onda.

- ▶ El software ANALIZE perteneciente al paquete ETERNA 3.4 (Wenzel, 1996) permite:
 - Corregir las observaciones por LOD, Movimiento del Polo, Regresión del Polo y Drift;
 - Elegir el Grupo de Ondas a calcular (dependiendo de la cantidad de tiempo observado con el SG);
 - Calcular amplitudes y fases de los distintos grupos de onda.

- ▶ **La misma metodología se aplicó para los dos períodos de tiempo tenidos en cuenta (antes y después del sismo).**

- ▶ Introducción
- ▶ Datos utilizados
- ▶ Metodología de cálculo de parámetros
- ▶ **Resultados**
- ▶ Conclusiones y trabajos futuros

Amplitud y Fase de los distintos grupos de onda para el período 19 de Diciembre de 2009 al 26 de Febrero de 2010:

| Grupo | Frec. Min. | Frec. Max. | Antes del Sismo | | | |
|-------|------------|------------|-----------------|-------------|-----------|----------|
| | | | Amplitud | DS_Amplitud | Fase | DS_Fase |
| SGQ1 | 0.721499 | 0.833113 | 1.165360 | 0.015000 | 2.658800 | 0.739500 |
| SGM1 | 0.851181 | 0.870024 | 1.160050 | 0.003120 | 2.239400 | 0.153100 |
| Q1 | 0.887326 | 0.906316 | 1.157080 | 0.000770 | 2.216300 | 0.037900 |
| O1 | 0.921940 | 0.940488 | 1.166080 | 0.000170 | 1.814700 | 0.008400 |
| NO1 | 0.958085 | 0.974189 | 1.173730 | 0.001590 | 1.673800 | 0.076400 |
| PSK1 | 0.989048 | 1.013690 | 1.156770 | 0.000110 | 0.802300 | 0.005400 |
| J1 | 1.028549 | 1.044801 | 1.184500 | 0.001910 | -0.149300 | 0.091600 |
| OO1 | 1.064840 | 1.080945 | 1.151360 | 0.002990 | -1.461100 | 0.148800 |
| NU1 | 1.099160 | 1.216398 | 1.134260 | 0.013680 | -0.718800 | 0.691500 |
| EPS2 | 1.719380 | 1.837970 | 1.230710 | 0.009760 | -0.948300 | 0.454600 |
| 2N2 | 1.853919 | 1.872143 | 1.195700 | 0.002010 | -2.108000 | 0.096200 |
| N2 | 1.888386 | 1.906463 | 1.157640 | 0.000490 | -2.797000 | 0.024500 |
| M2 | 1.923765 | 1.942754 | 1.124380 | 0.000110 | -2.361200 | 0.005400 |
| L2 | 1.958232 | 1.976927 | 1.139740 | 0.002250 | -1.829900 | 0.113200 |
| S2K2 | 1.991786 | 2.013690 | 1.101790 | 0.000220 | -1.946000 | 0.012400 |
| ETA2 | 2.031287 | 2.047391 | 1.071270 | 0.011300 | -0.032900 | 0.604800 |
| 2K2 | 2.067578 | 2.182844 | 1.036840 | 0.029150 | 1.447400 | 1.611100 |
| M3 | 2.753243 | 3.081255 | 1.053310 | 0.007190 | 0.563000 | 0.390900 |

Amplitud y Fase de los distintos grupos de onda para el período 24 de Octubre de 2010 al 1 de Diciembre de 2010:

| Grupo | Frec. Min. | Frec. Max. | Después del Sismo | | | |
|-------|------------|------------|-------------------|-------------|-----------|----------|
| | | | Amplitud | DS_Amplitud | Fase | DS_Fase |
| SGQ1 | 0.721499 | 0.833113 | 1.227930 | 0.021560 | -3.369500 | 1.025700 |
| SGM1 | 0.851181 | 0.870024 | 1.144810 | 0.004920 | 2.004600 | 0.248700 |
| Q1 | 0.887326 | 0.906316 | 1.151500 | 0.000700 | 2.209500 | 0.034900 |
| O1 | 0.921940 | 0.940488 | 1.165830 | 0.000110 | 1.793300 | 0.005600 |
| NO1 | 0.958085 | 0.974189 | 1.180200 | 0.001190 | 1.665200 | 0.057900 |
| PSK1 | 0.989048 | 1.013690 | 1.157900 | 0.000070 | 0.612700 | 0.003400 |
| J1 | 1.028549 | 1.044801 | 1.184490 | 0.001590 | -0.641700 | 0.077100 |
| OO1 | 1.064840 | 1.080945 | 1.172780 | 0.002400 | -1.241800 | 0.115500 |
| NU1 | 1.099160 | 1.216398 | 1.131870 | 0.013620 | 0.638100 | 0.685800 |
| EPS2 | 1.719380 | 1.837970 | 1.163460 | 0.008070 | -0.870400 | 0.397200 |
| 2N2 | 1.853919 | 1.872143 | 1.220520 | 0.001830 | -1.990800 | 0.085800 |
| N2 | 1.888386 | 1.906463 | 1.153310 | 0.000280 | -2.728300 | 0.014000 |
| M2 | 1.923765 | 1.942754 | 1.125540 | 0.000050 | -2.413900 | 0.002300 |
| L2 | 1.958232 | 1.976927 | 1.128290 | 0.002610 | -1.466200 | 0.132400 |
| S2K2 | 1.991786 | 2.013690 | 1.101910 | 0.000110 | -1.909800 | 0.006200 |
| ETA2 | 2.031287 | 2.047391 | 1.078660 | 0.006480 | -4.719300 | 0.344500 |
| 2K2 | 2.067578 | 2.182844 | 0.884920 | 0.018750 | -1.032000 | 1.214100 |
| M3 | 2.753243 | 3.081255 | 1.045960 | 0.009730 | 0.384800 | 0.532900 |

Diferencias entre Amplitud y Fase obtenidas entre los dos períodos:

| Grupo | Diferencias | |
|-------|-------------|-----------|
| | Amplitud | Fase |
| SGQ1 | -0.062570 | 6.028300 |
| SGM1 | 0.015240 | 0.234800 |
| Q1 | 0.005580 | 0.006800 |
| O1 | 0.000250 | 0.021400 |
| NO1 | -0.006470 | 0.008600 |
| PSK1 | -0.001130 | 0.189600 |
| J1 | 0.000010 | 0.492400 |
| OO1 | -0.021420 | -0.219300 |
| NU1 | 0.002390 | -1.356900 |
| EPS2 | 0.067250 | -0.077900 |
| 2N2 | -0.024820 | -0.117200 |
| N2 | 0.004330 | -0.068700 |
| M2 | -0.001160 | 0.052700 |
| L2 | 0.011450 | -0.363700 |
| S2K2 | -0.000120 | -0.036200 |
| ETA2 | -0.007390 | 4.686400 |
| 2K2 | 0.151920 | 2.479400 |
| M3 | 0.007350 | 0.178200 |

- ▶ Introducción
- ▶ Datos utilizados
- ▶ Metodología de cálculo de parámetros
- ▶ Resultados
- ▶ Conclusiones y trabajos futuros

- Si bien existen diferencias entre los resultados obtenidos, estas diferencias pueden asociarse a:

- Si bien existen diferencias entre los resultados obtenidos, estas diferencias pueden asociarse a:
 - Cambios en el comportamiento debido al sismo del Maule;

- Si bien existen diferencias entre los resultados obtenidos, estas diferencias pueden asociarse a:
 - Cambios en el comportamiento debido al sismo del Maule;
 - Diferencias debidas a la cantidad de tiempo utilizados para el procesamiento;

- Si bien existen diferencias entre los resultados obtenidos, estas diferencias pueden asociarse a:
 - Cambios en el comportamiento debido al sismo del Maule;
 - Diferencias debidas a la cantidad de tiempo utilizados para el procesamiento;
 - Pobre aproximación de los parámetros dado que se utilizaron períodos cortos de tiempo.

- Si bien existen diferencias entre los resultados obtenidos, estas diferencias pueden asociarse a:
 - Cambios en el comportamiento debido al sismo del Maule;
 - Diferencias debidas a la cantidad de tiempo utilizados para el procesamiento;
 - Pobre aproximación de los parámetros dado que se utilizaron períodos cortos de tiempo;
 - Falta de aplicación de las correcciones por Carga Oceánica e Hidrología local.

- Si bien existen diferencias entre los resultados obtenidos, estas diferencias pueden asociarse a:
 - Cambios en el comportamiento debido al sismo del Maule;
 - Diferencias debidas a la cantidad de tiempo utilizados para el procesamiento;
 - Pobre aproximación de los parámetros dado que se utilizaron períodos cortos de tiempo;
 - Falta de aplicación de las correcciones por Carga Oceánica e Hidrología local.

- Sería ideal contar con series de observaciones más largas de manera de mejorar la precisión de los cálculos;

- A futuro se planea comenzar a trabajar con los datos observados con el SG que será instalado próximamente en el Observatorio Geodésico Argentino-Alemán (AGGO).



BKG

CONICET





Facultad de Ciencias
**Astronómicas
y Geofísicas**

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PLATA

Ezequiel D. Antokoletz

eantokoletz@ign.gob.ar

MUCHAS GRACIAS