

# Primer análisis de mareas terrestres con el Gravímetro Superconductor instalado en el Observatorio Argentino Alemán de Geodesia (AGGO)

*Ezequiel D. Antokoletz<sup>1</sup>; Hartmut Wziontek<sup>2</sup>; Claudia Tocho<sup>1,3</sup>; Claudio Brunini<sup>1,4</sup>*

<sup>1</sup> *Facultad de Ciencias Astronómicas y Geofísicas – Universidad Nacional de La Plata, Argentina.*

<sup>2</sup> *Federal Agency for Cartography and Geodesy (BKG), Alemania*

<sup>3</sup> *Comisión de Investigaciones Científicas de la Provincia de Buenos Aires, Argentina (CIC)*

<sup>4</sup> *Consejo Nacional de investigaciones Científicas y Tecnológicas (CONICET), Argentina*



**SIRGAS**

Simposio SIRGAS 2016 | 16-18 de Noviembre de 2016 | Quito, Ecuador

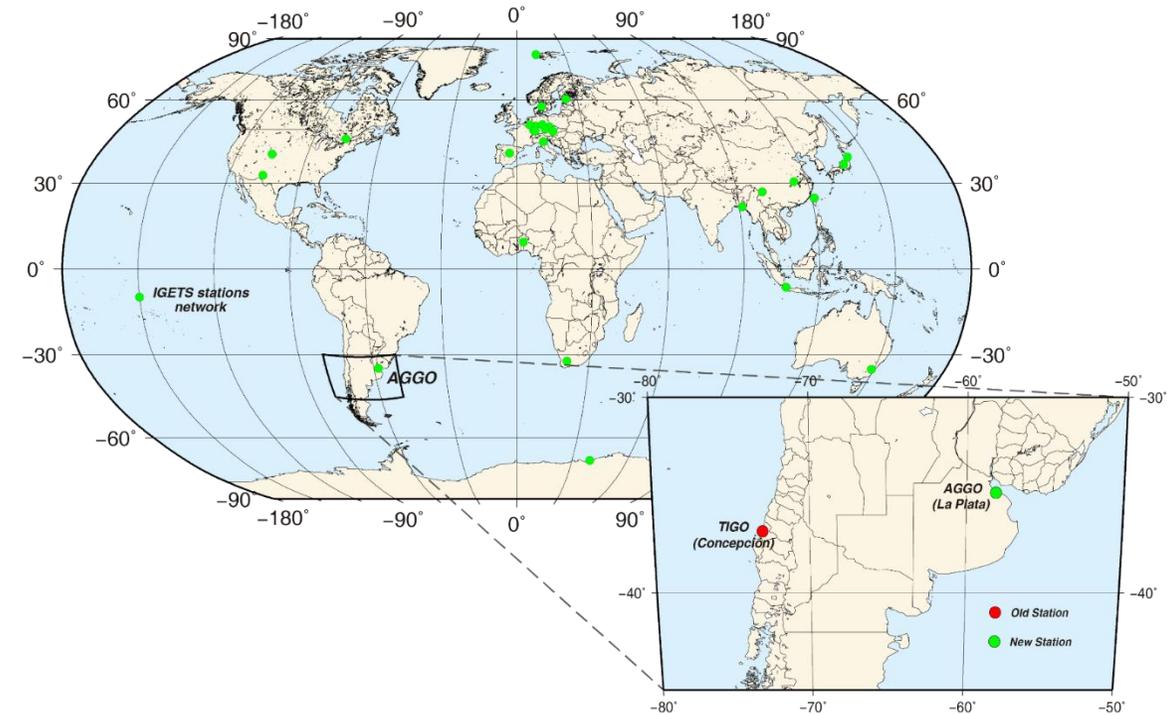
- ▶ Introducción
- ▶ La Función de Transferencia
- ▶ Primer Análisis de Marea
- ▶ Conclusiones y Trabajos Futuros

- ▶ **Introducción**
- ▶ La Función de Transferencia
- ▶ Primer Análisis de Marea
- ▶ Conclusiones y Trabajos Futuros

# ► Introducción

## Observatorio Argentino – Alemán de Geodesia (AGGO)

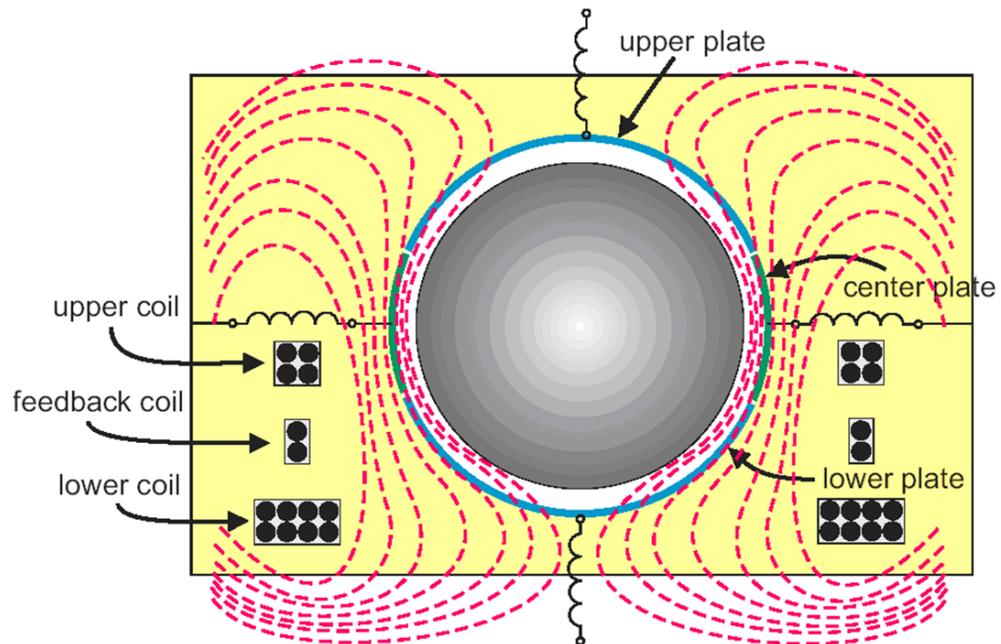
- Convenio entre CONICET (Argentina) y BKG (Alemania)
- Observatorio Fundamental de Geodesia ubicado en las cercanías de la ciudad de La Plata, Buenos Aires;
- Instrumental:
  - VLBI (Interferometría de Base Muy Larga)
  - SLR (Laser a Satélite)
  - Gravimetría
  - GNSS/GPS
  - Sismómetro
  - Tiempo
  - Sensores meteorológicos e hidrológicos



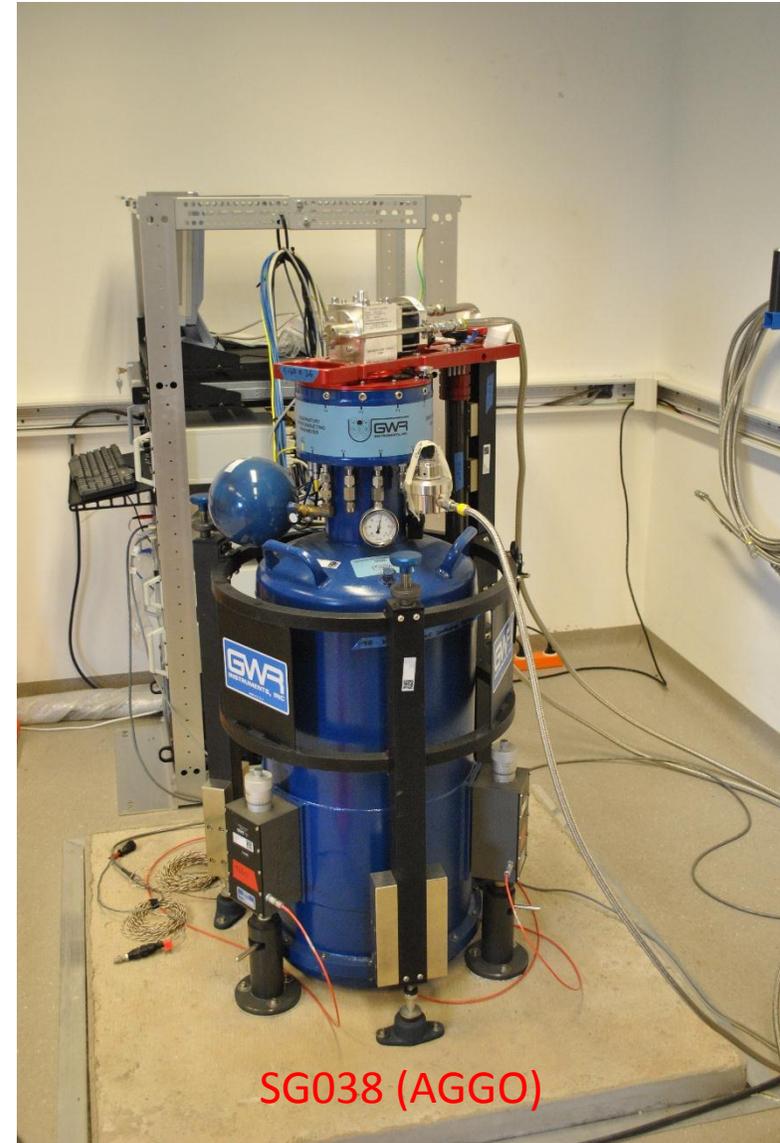
## ► Introducción

### Gravímetro Superconductor

- Gravímetro Relativo;
- Alta sensibilidad;
- Precisión:  $0.01 \text{ nm/s}^2$ ;
- Alta estabilidad temporal.



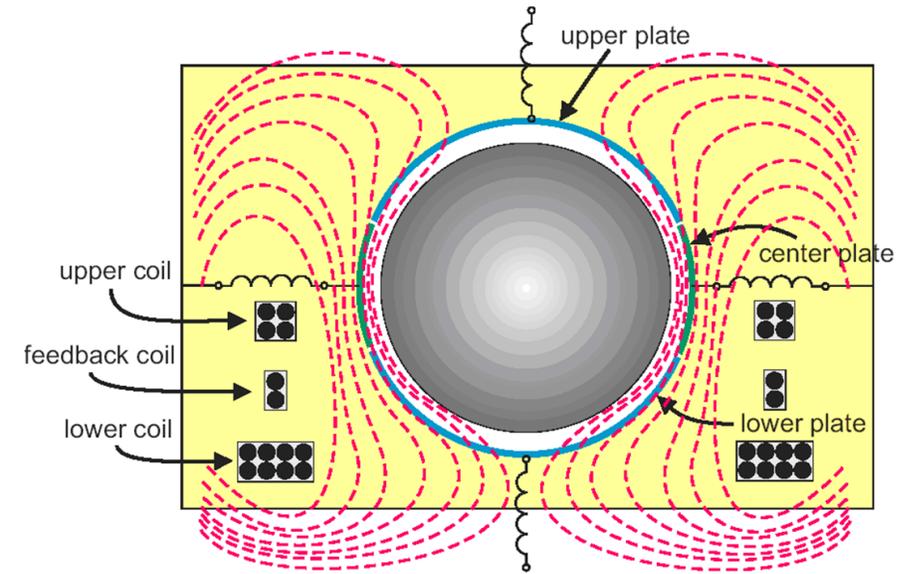
Cortesía de GWR Instruments Inc.



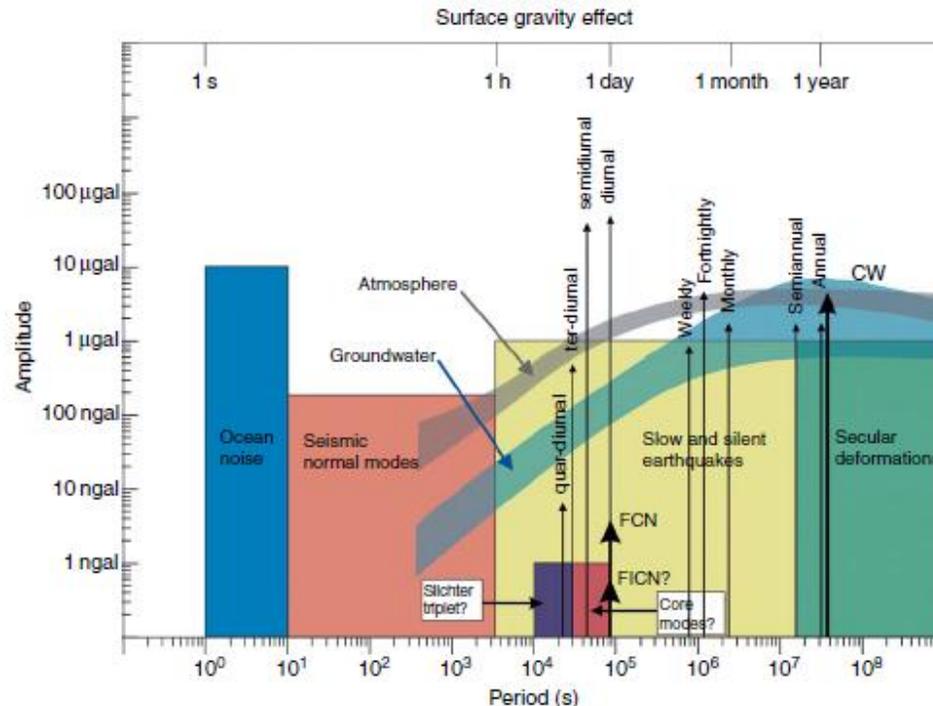
# ► Introducción

## Gravímetro Superconductor

- Campo magnético generado por bobinas;
- Medición consiste en el voltaje que la bobina de realimentación imprime en la esfera para mantenerla en equilibrio;
- Intervalo de medición: 1 seg.
- Permite estudiar diversos fenómenos físicos.



Cortesía de GWR Instruments Inc.



Extraído de Superconducting Gravimetry. Hinderer, J., Crossley, D., Warburton, R., 2007. Treatise on Geophysics, 2nd edition 3, 59-115.

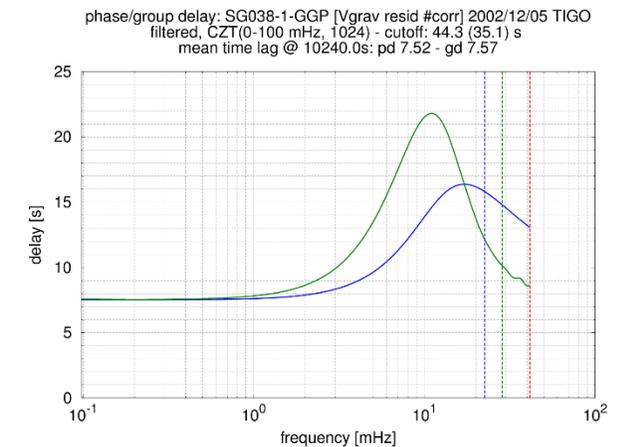
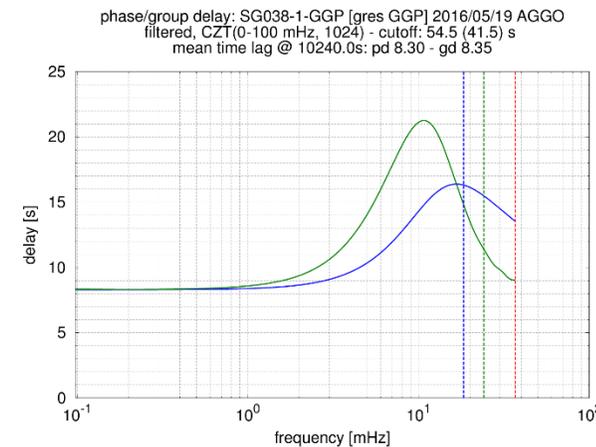
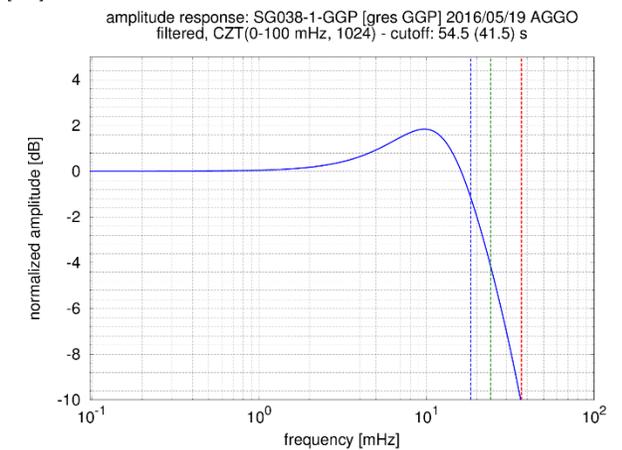
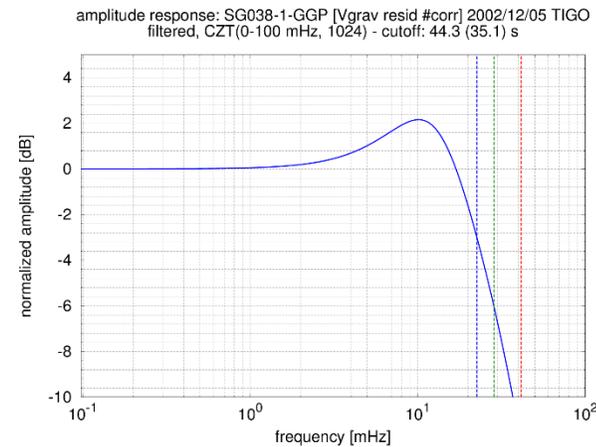
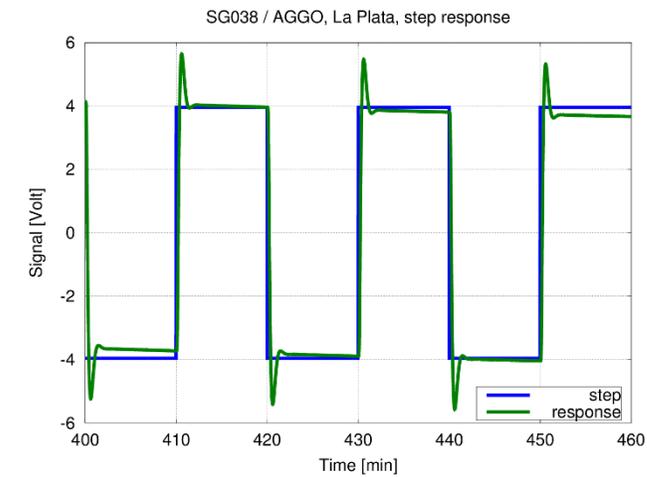
- ▶ Introducción
- ▶ **La Función de Transferencia**
- ▶ Primer Análisis de Marea
- ▶ Conclusiones y Trabajos Futuros

# ► La Función de Transferencia

Respuesta del sistema a una señal conocida. Procedimiento de Van Camp et al. (2000)

Dos períodos de tiempo estudiados:

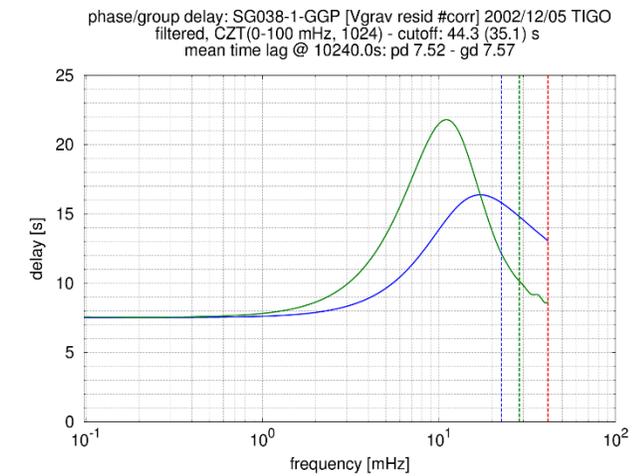
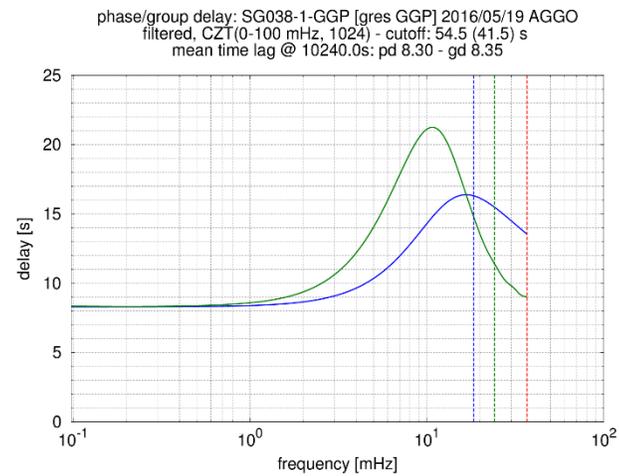
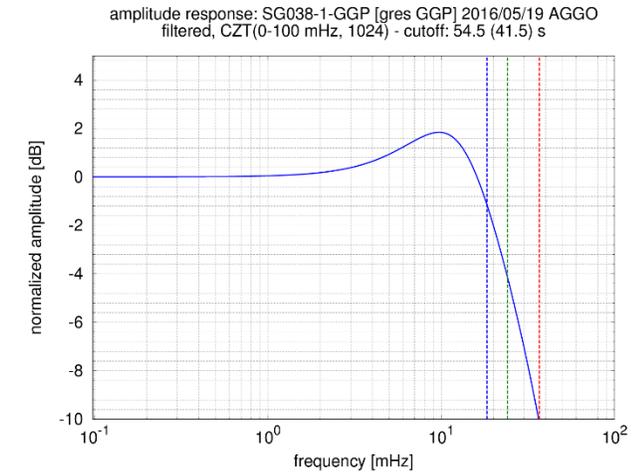
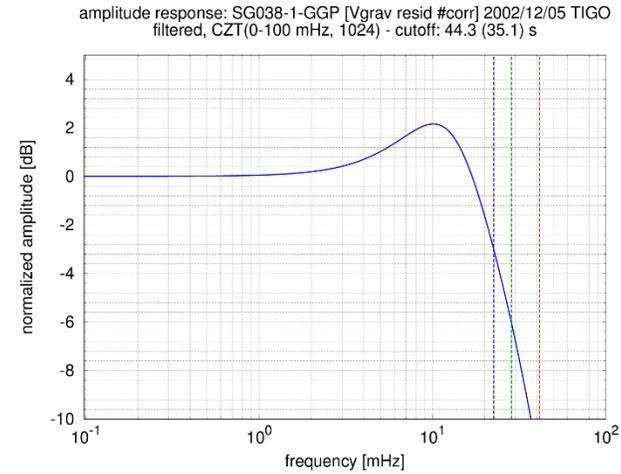
- 1) Cuando comenzó a medir en diciembre del año 2002 (estación TIGO/Concepción, Chile);
- 2) Luego de que el gravímetro haya sido instalado en AGGO, mayo de 2016.



# ► La Función de Transferencia

Diferencias tanto en amplitud como en fase teniendo en cuenta los dos períodos de tiempo.

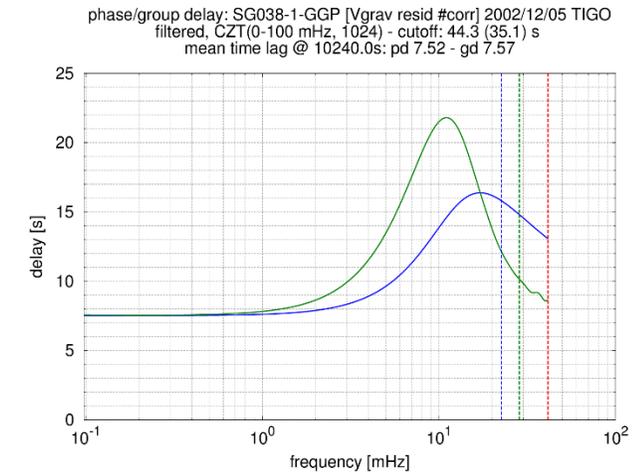
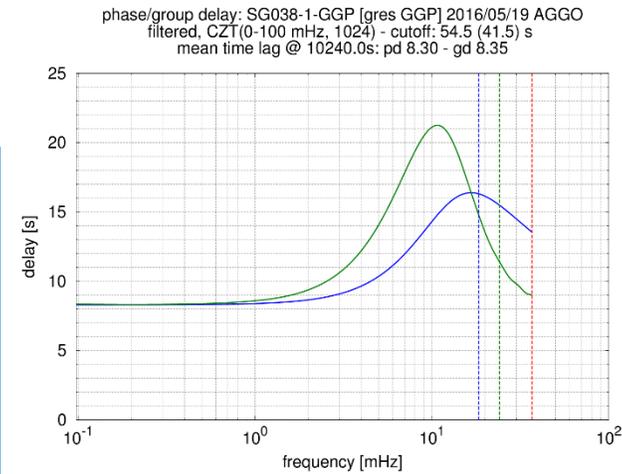
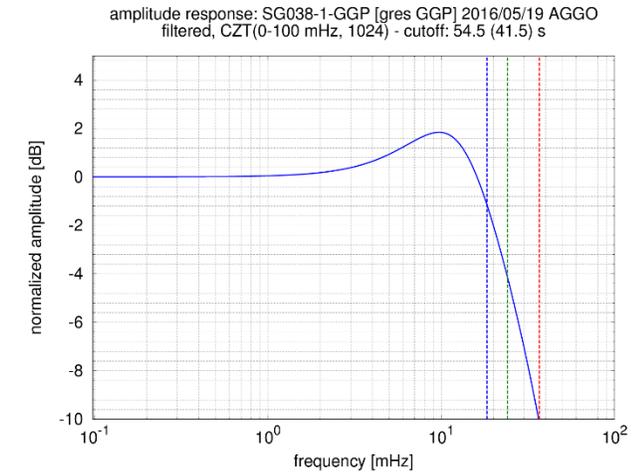
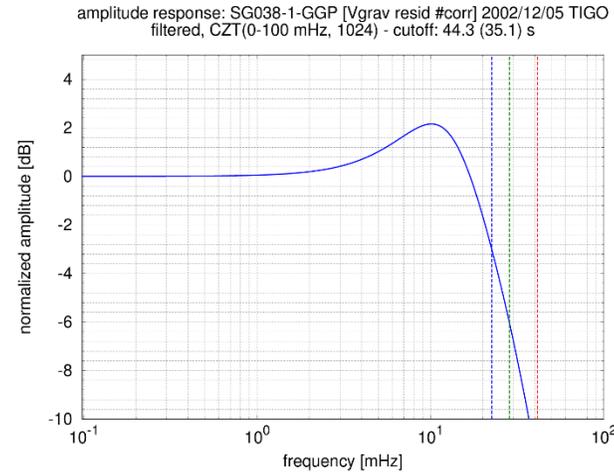
Actualización electrónica del SG038 durante 2008.



# ► La Función de Transferencia

Diferencias tanto en amplitud como en fase teniendo en cuenta los dos períodos de tiempo.

Actualización electrónica del SG038 durante 2008.

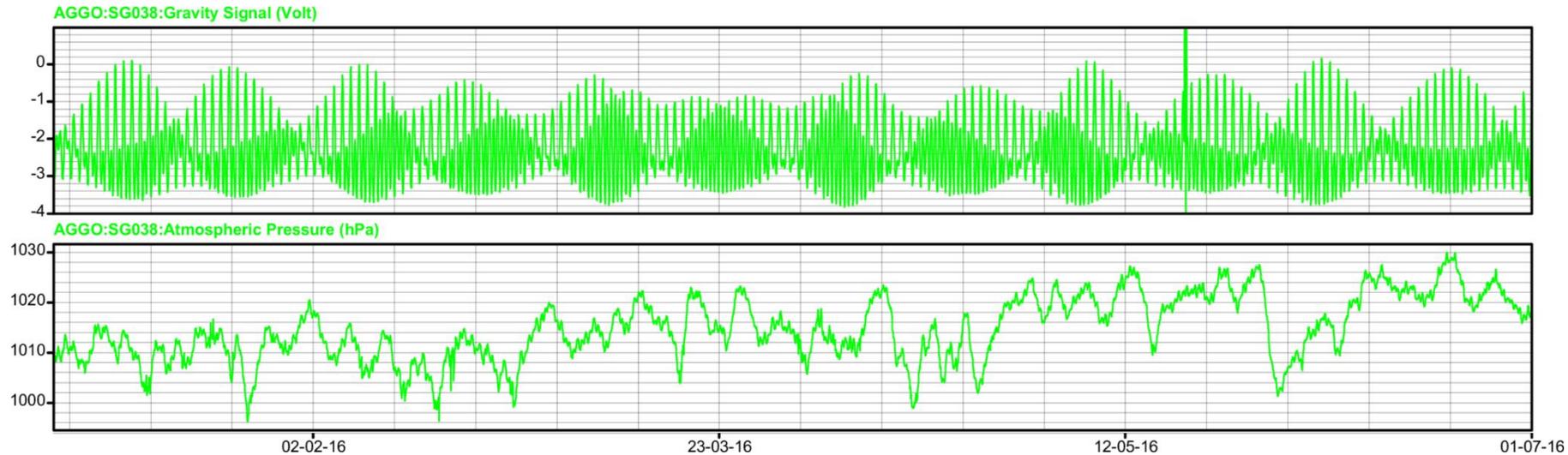


Fecha	Retardo de Fase [s] Filtro GGP LP	Retardo de Grupo [s] Filtro GGP LP	Período de Corte [s] (-3/-6/-12dB)
1) Dic. 2002	7.51	7.57	44.33 35.07 24.15
2) May. 2016	8.30	8.35	54.47 41.46 27.16

- ▶ Introducción
- ▶ La Función de Transferencia
- ▶ **Primer Análisis de Marea**
- ▶ Conclusiones y Trabajos Futuros

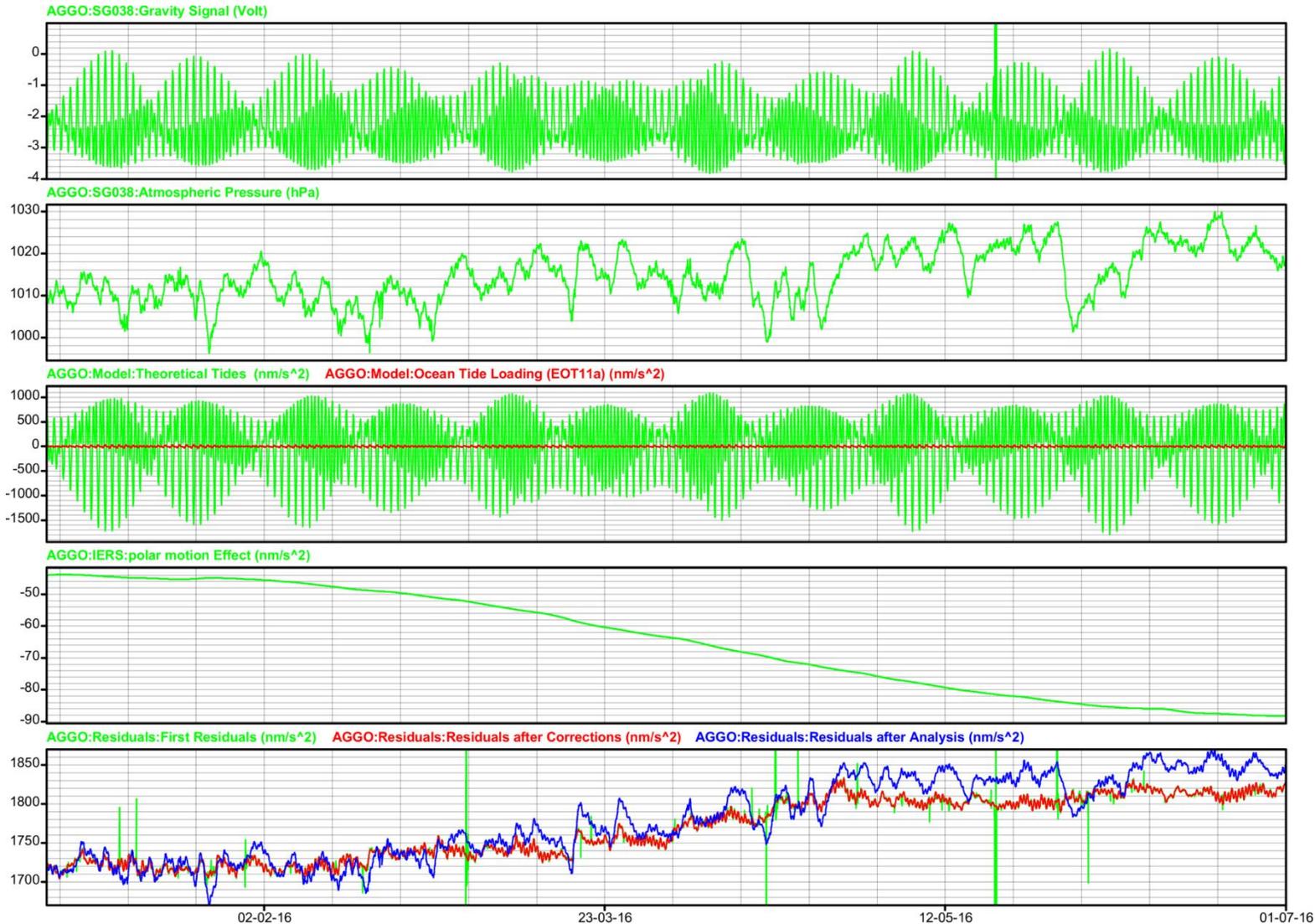
## ► Primer Análisis de Marea

- Seis meses de datos cada 10 seg. (desde 1 de enero de 2016 al 30 de junio de 2016);



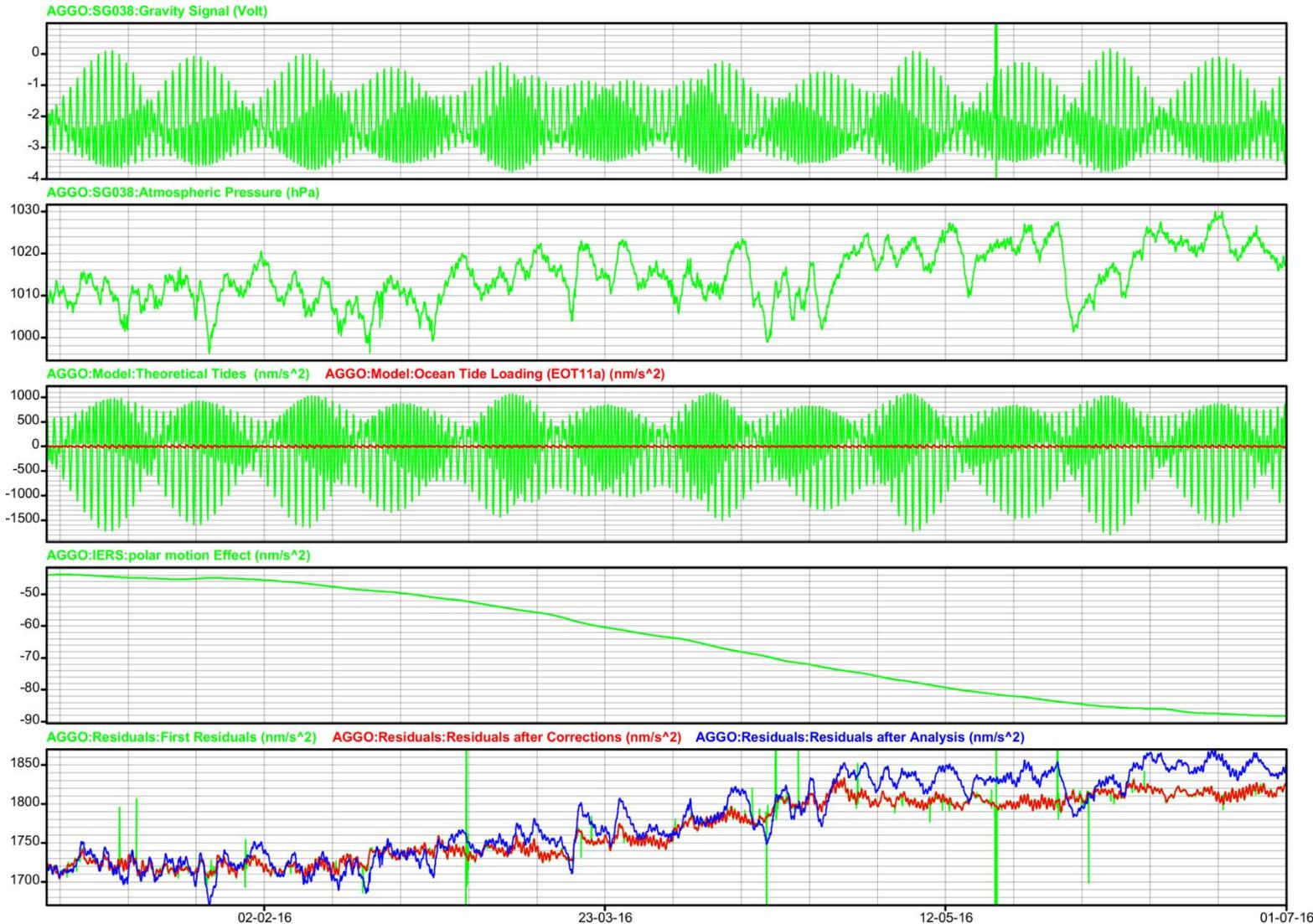
- Pre-procesamiento de los datos mediante el software TSOFT (Van Camp et al., 2005);
- Cálculo de los parámetros de marea con el software ETERNA3.4 (Wenzel, 1996);

# ► Primer Análisis de Marea – Pre-procesamiento



1) Transformación de observaciones (Volt) a  $\text{nm/s}^2$  ( $-736.5\text{nm/s}^2/\text{V}$ ) y aplicar corrección atmosférica usando valor empírico  $-3.0\text{nm/s}^2/\text{mbar}$ ;

# ► Primer Análisis de Marea – Pre-procesamiento

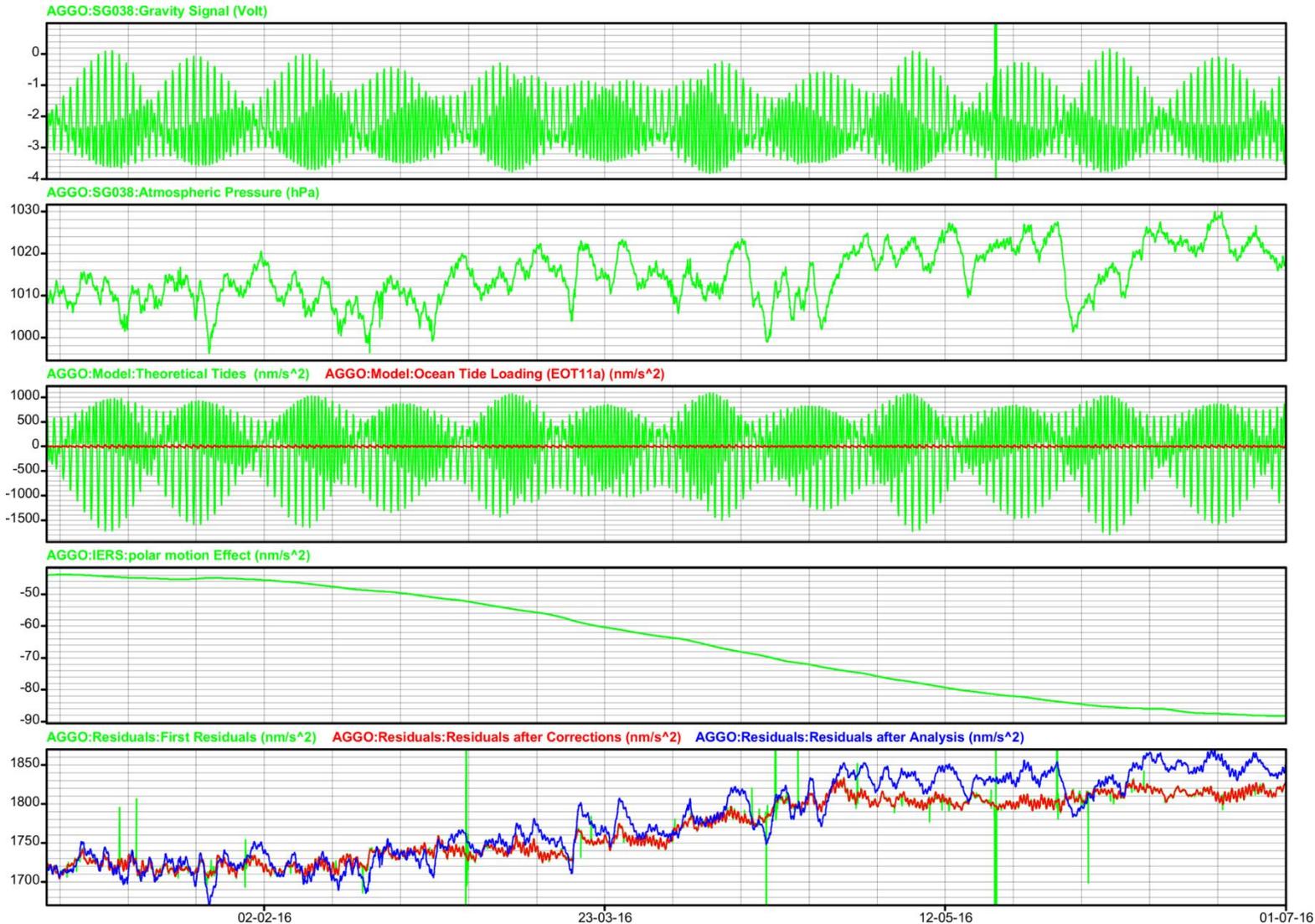


1) Transformación de observaciones (Volt) a  $\text{nm/s}^2$  ( $-736.5\text{nm/s}^2/\text{V}$ ) y aplicar corrección atmosférica usando valor empírico  $-3.0\text{nm/s}^2/\text{mbar}$ ;

2) Cálculo de los modelos teóricos que gobiernan la señal:

- Mareas terrestres;
- Carga Oceánica;
- Movimiento del polo.

# ► Primer Análisis de Marea – Pre-procesamiento



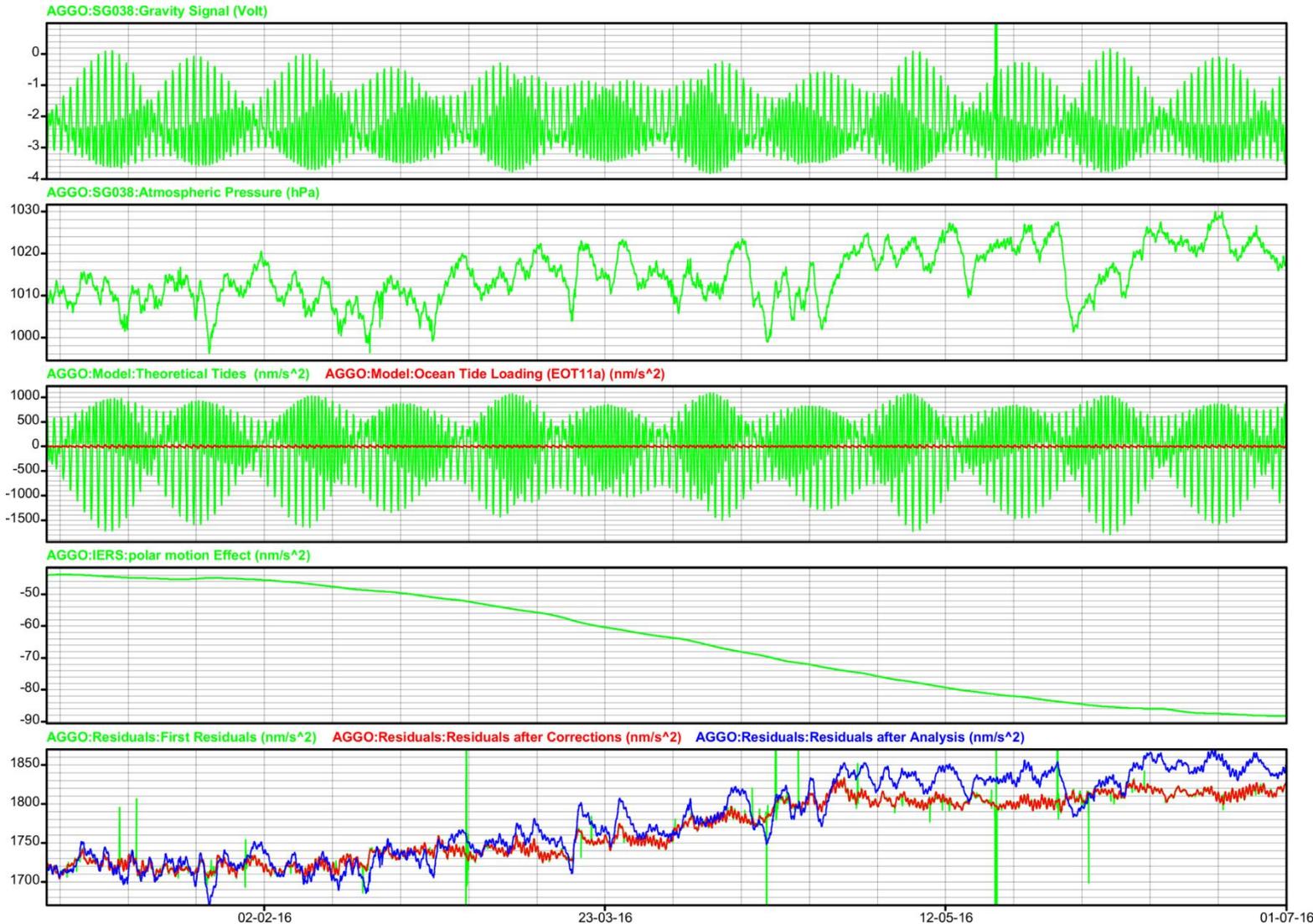
1) Transformación de observaciones (Volt) a  $\text{nm/s}^2$  ( $-736.5\text{nm/s}^2/\text{V}$ ) y aplicar corrección atmosférica usando valor empírico  $-3.0\text{nm/s}^2/\text{mbar}$ ;

2) Cálculo de los modelos teóricos que gobiernan la señal:

- Mareas terrestres;
- Carga Oceánica;
- Movimiento del polo.

3) Solución de spikes mediante una interpolación lineal de los residuos;

# ► Primer Análisis de Marea – Pre-procesamiento



1) Transformación de observaciones (Volt) a  $\text{nm/s}^2$  ( $-736.5\text{nm/s}^2/\text{V}$ ) y aplicar corrección atmosférica usando valor empírico  $-3.0\text{nm/s}^2/\text{mbar}$ ;

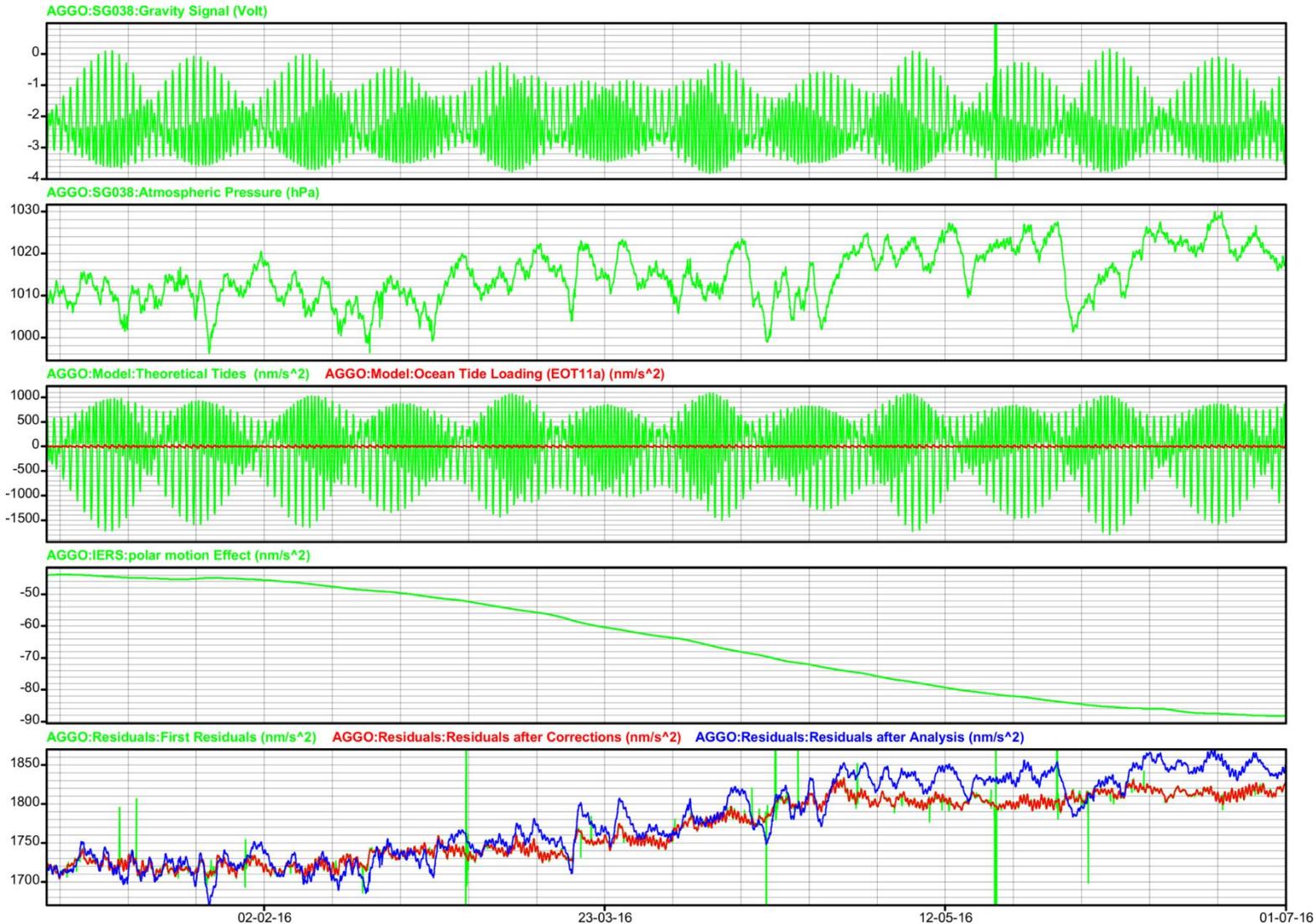
2) Cálculo de los modelos teóricos que gobiernan la señal:

- Mareas terrestres;
- Carga Oceánica;
- Movimiento del polo.

3) Solución de spikes mediante una interpolación lineal de los residuos;

4) Filtrado de los datos con un pasabajos por mínimos cuadrados;

# ► Primer Análisis de Marea – Pre-procesamiento



1) Transformación de observaciones (Volt) a  $\text{nm/s}^2$  ( $-736.5\text{nm/s}^2/\text{V}$ ) y aplicar corrección atmosférica usando valor empírico  $-3.0\text{nm/s}^2/\text{mbar}$ ;

2) Cálculo de los modelos teóricos que gobiernan la señal:

- Mareas terrestres;
- Carga Oceánica;
- Movimiento del polo.

3) Solución de spikes mediante una interpolación lineal de los residuos;

4) Filtrado de los datos con un pasabajos por mínimos cuadrados;

5) Remuestreo de las observaciones de 10 seg. a 1 hora.

## ► Primer Análisis de Marea – Cálculo de Parámetros

Cálculo de los parámetros de marea utilizando un grupo de ondas para un mes utilizando el paquete ANALIZE del software ETERNA3.4. El retardo de fase ha sido tenido en cuenta.

## ► Primer Análisis de Marea – Cálculo de Parámetros

Cálculo de los parámetros de marea utilizando un grupo de ondas para un mes utilizando el paquete ANALIZE del software ETERNA3.4. El retardo de fase ha sido tenido en cuenta.

Onda	Frecuencia Inicial	Frecuencia Final	Amplitud	Desvío Estándar Amplitud	Desfase	Desvío Estándar Desfase
SGQ1	0.721499	0.833113	1.22934	0.04776	-0.56	2.233
SGM1	0.851181	0.870024	1.15054	0.0096	3.1393	0.4783
Q1	0.887326	0.906316	1.12532	0.0022	0.2362	0.1121
O1	0.92194	0.940488	1.15016	0.00046	0.1962	0.023
NO1	0.958085	0.974189	1.15519	0.00385	1.5516	0.1908
PSK1	0.989048	1.01369	1.13618	0.00034	-0.0422	0.0167
J1	1.028549	1.044801	1.18212	0.00521	0.0491	0.2527
OO1	1.06484	1.080945	1.17597	0.01168	1.0206	0.5695
NU1	1.09916	1.216398	1.14786	0.06217	1.4435	3.1051
EPS2	1.71938	1.83797	1.15636	0.00957	1.019	0.4746
2N2	1.853919	1.872143	1.17423	0.00193	0.8564	0.0943
N2	1.888386	1.906463	1.16798	0.00045	-0.1974	0.0219
M2	1.923765	1.942754	1.16661	0.00009	-0.012	0.0046
L2	1.958232	1.976927	1.14215	0.00267	-2.8201	0.1341
S2K2	1.991786	2.01369	1.15885	0.00019	-0.208	0.0101
ETA2	2.031287	2.047391	1.18568	0.02009	0.0856	0.9706
2K2	2.067578	2.182844	1.18884	0.06322	-1.9608	3.047
M3	2.753243	3.081255	1.09477	0.00279	0.8855	0.1459

- ▶ Introducción
- ▶ La Función de Transferencia
- ▶ Primer Análisis de Marea
- ▶ Conclusiones y Trabajos Futuros

## ► Conclusiones y Trabajos Futuros

- **Los retardos de fase y de grupo han sido determinados con la función de transferencia teniendo en cuenta dos períodos de tiempo;**

## ► Conclusiones y Trabajos Futuros

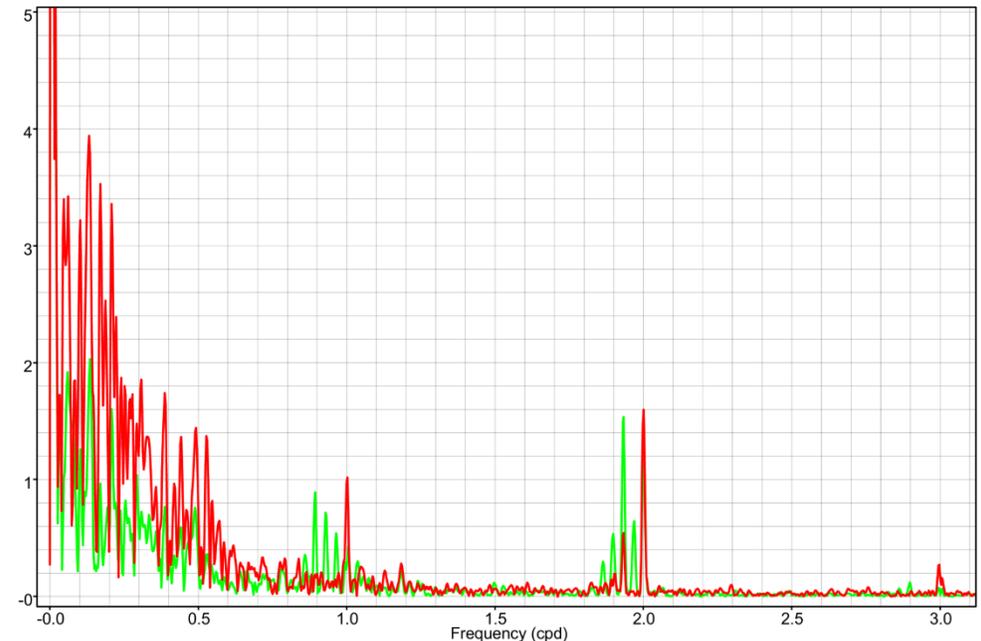
- Los retardos de fase y de grupo han sido determinados con la función de transferencia teniendo en cuenta dos períodos de tiempo;
- **La diferencia de tiempo observada puede deberse a la actualización electrónica hecha durante 2008;**

## ► Conclusiones y Trabajos Futuros

- Los retardos de fase y de grupo han sido determinados con la función de transferencia teniendo en cuenta dos períodos de tiempo;
- La diferencia de tiempo observada puede deberse a la actualización electrónica hecha durante 2008;
- **Los primeros seis meses de observaciones han sido procesados y las ondas de corto período han sido bien determinadas mientras que las de período más largo no. Es necesario ampliar la longitud de datos;**

## ► Conclusiones y Trabajos Futuros

- Los retardos de fase y de grupo han sido determinados con la función de transferencia teniendo en cuenta dos períodos de tiempo;
- La diferencia de tiempo observada puede deberse a la actualización electrónica hecha durante 2008;
- Los primeros seis meses de observaciones han sido procesados y las ondas de corto período han sido bien determinados mientras que las de período más largo no. Es necesario ampliar la longitud de datos;
- **Se ve una fuerte correlación entre los residuos y la presión atmosférica. Existe un efecto que no se está modelando correctamente.**



# Muchas gracias!