



**IGN**  
Instituto Geográfico Nacional  
**REPÚBLICA ARGENTINA**

**Ministerio de Defensa**  
**Presidencia de la Nación**

# Nuevo Clúster de Procesamiento GNSS Científico del Instituto Geográfico Nacional

**Simposio SIRGAS 2018  
Aguascalientes – México**

**Demián D. Gómez<sup>1</sup>, Hernán J. Guagni<sup>1</sup>, Diego A. Piñón<sup>1</sup>, Sergio R. Cimbaro<sup>1</sup>, Michael Bevis<sup>2</sup>**

**1. Instituto Geográfico Nacional**

**2. School of Earth Sciences, The Ohio State University**



- ▶ Objetivos del proyecto **clúster IGN-Ar**
- ▶ Definición de clúster de procesamiento
- ▶ Capacidades instaladas
- ▶ Parallel.GAMIT
- ▶ Resultados del reprocesamiento IGN (1999 – 2017)
- ▶ Propuesta de operación a futuro

- ▶ Montar en IGN la capacidad para procesar (y reprocesar) todos los datos GPS (GNSS) colectados hasta el momento
- ▶ Utilizar software de procesamiento científico (GAMIT)
- ▶ Mantener en forma rigurosa una base de datos con toda la información del procesamiento de los datos GPS (GNSS)
- ▶ Reprocesar el marco de referencia POSGAR 07 (POSGAR07b) utilizando los modelos más modernos

- ▶ Un conjunto de computadoras (o una computadora con más de un procesador) utilizado para cálculos.
- ▶ Cuando están compuestos por más de una computadora, se utiliza una red (Ethernet) para intercambiar información y resultados del procesamiento
- ▶ Dependiendo del programa utilizado para procesar datos, es posible distribuir el procesamiento a nivel matemático (ej. inversión de matrices grandes) o procesar varios bloques a la vez
- ▶ En GAMIT, procesamos en paralelo varios días (o varias subredes)

- ▶ Servidor con 64 núcleos (virtualizado), expandible mediante “blades” de procesamiento
- ▶ 256 GB de RAM
- ▶ 50 TB de almacenamiento sobre red de 10 Gb
- ▶ **Servidor virtualizado para procesamiento GNSS (Septiembre 2018)**
  - ▶ 24 núcleos (físicos)
  - ▶ 48 GB de RAM
  - ▶ 4 TB de disco rígido



- ▶ Es un sistema desarrollado en IGN-Ar para procesamiento con GAMIT en forma paralela
- ▶ Depende de un sistema de base de datos Postgres para almacenamiento consistente de metadatos, archivos RINEX, soluciones GPS (o GNSS) y apilamiento de poliedros
- ▶ El sistema cuenta con los siguientes módulos:
  - ▶ Descarga y administración de datos RINEX
  - ▶ Administración de metadatos
  - ▶ Descarga y administración de órbitas precisas, rápidas y transmitidas
  - ▶ Herramientas para búsqueda de inconsistencias en los metadatos
  - ▶ Modelado de Trayectorias GPS (GNSS)
  - ▶ Apilamiento de soluciones mediante ecuaciones normales

- ▶ Programas por línea de comando y algunas interfaces de usuarios semi-gráficas para facilitar administración de metadatos

```
Station information new/edit/delete - rms.igm1
```

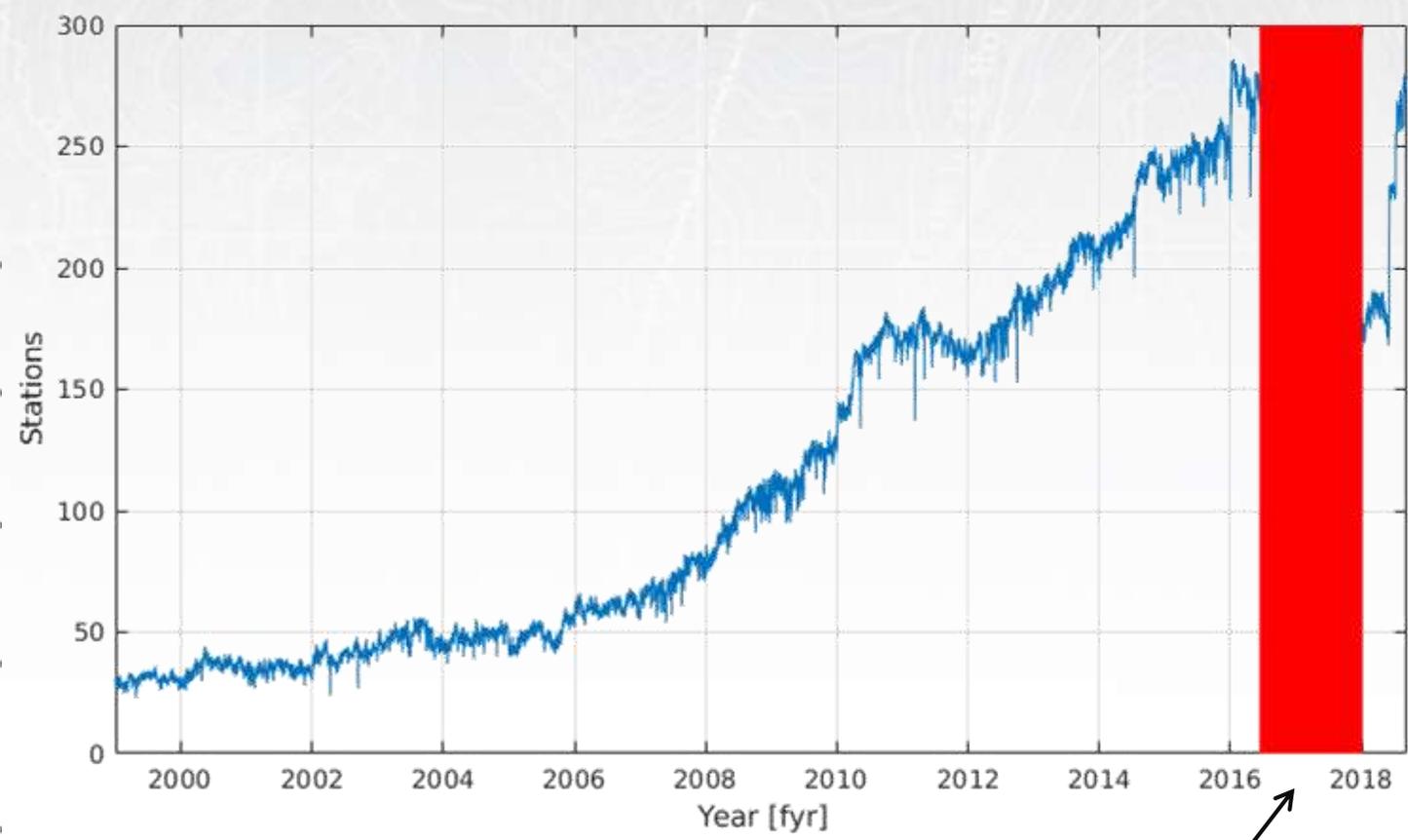
0.	RMS.IGM1	2003 200 00 00 00	2006 279 00 00 00	0.0000	DHARP	0.0000	0.0000	ASHTECH UZ-12 [...]	ASH700936D_M	SNOW	762
1.	RMS.IGM1	2006 279 00 00 00	2013 086 00 00 00	0.0000	DHARP	0.0000	0.0000	TRIMBLE NETRS [...]	ASH700936D_M	SNOW	762
2.	RMS.IGM1	2013 086 00 00 00	2014 007 00 00 00	0.0000	DHARP	0.0000	0.0000	TRIMBLE NETRS [...]	ASH700936D_M	SNOW	762
3.	RMS.IGM1	2014 007 00 00 00	2018 196 00 00 00	0.0000	DHARP	0.0000	0.0000	TRIMBLE NETR9 [...]	ASH700936D_M	SNOW	762
4.	RMS.IGM1	2018 196 00 00 00	9999 999 00 00 00	0.0000	DHARP	0.0000	0.0000	TRIMBLE NETR9 [...]	ASH700936D_M	SNOW	762
5.	Insert new station information record										
6.	Exit										

```
Editing (ESC to cancel): RMS.IGM1 2003 200 00 00 00
0.      DateStart: 2003 200 00 00 00
1.      DateEnd: 2006 279 00 00 00
2.      AntennaHeight: 0.0000
3.      HeightCode: DHARP
4.      AntennaNorth: 0.0000
5.      AntennaEast: 0.0000
6.      ReceiverCode: ASHTECH UZ-12
7.      ReceiverVers: CJ00
8.      ReceiverFirmware: 0.00
9.      ReceiverSerial: ZR20012102
10.     AntennaCode: ASH700936D_M
11.     RadomeCode: SNOW
12.     AntennaSerial: 762
13.     Comments: None
14. Save and exit
```

- ▶ Cantidad total de estaciones en la base de datos:
  - **569 (al 29 de septiembre)**
  
- ▶ Cantidad de estaciones-día (RINEX):
  - **1.249.034 (al 29 de septiembre)**
  
- ▶ Órbitas almacenadas: repro2 IGS, JPL (NASA), rápidas y precisas
  - **desde 1994 (~70.000 archivos sp3 + clk)**
  
- ▶ Vértices de poliedros GAMIT (6650 días):
  - **764.587 (repro IGN-Ar actual, desde 1999)**
  
- ▶ Delays troposféricos almacenados:
  - **12.468.085 (cada 2 horas, repro IGN-Ar actual, desde 1999)**
  
- ▶ Tiempo requerido para procesar una semana GPS:
  - **~2 - 3 horas (~300 estaciones permanentes)**

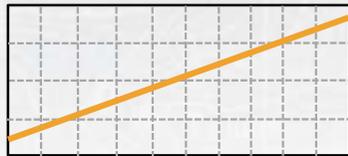
- ▶ **1999 – 2016.5** (planificado llegar a 2018 para fin de mes)
- ▶ Órbitas repro **IGb08 (IGS14** a partir de la semana 1934)
- ▶ Modelo de carga oceánica **FES2014b**
- ▶ Vienna Mapping Functions (**VMF1**)
- ▶ **Delays troposféricos:** 2 horas (cada 1 hora evaluación en proceso...)
- ▶ Gradientes de delays (dos por día).

# Cantidad de estaciones en la repro IGN-Ar



Aún sin procesar



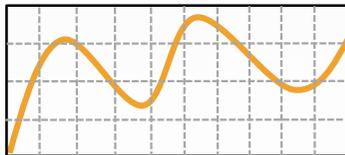


Lineal: desplazamiento tectónico

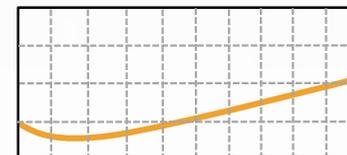


Saltos: sismos, cambios de equipos

[ ]



Periódica: anuales, semianuales

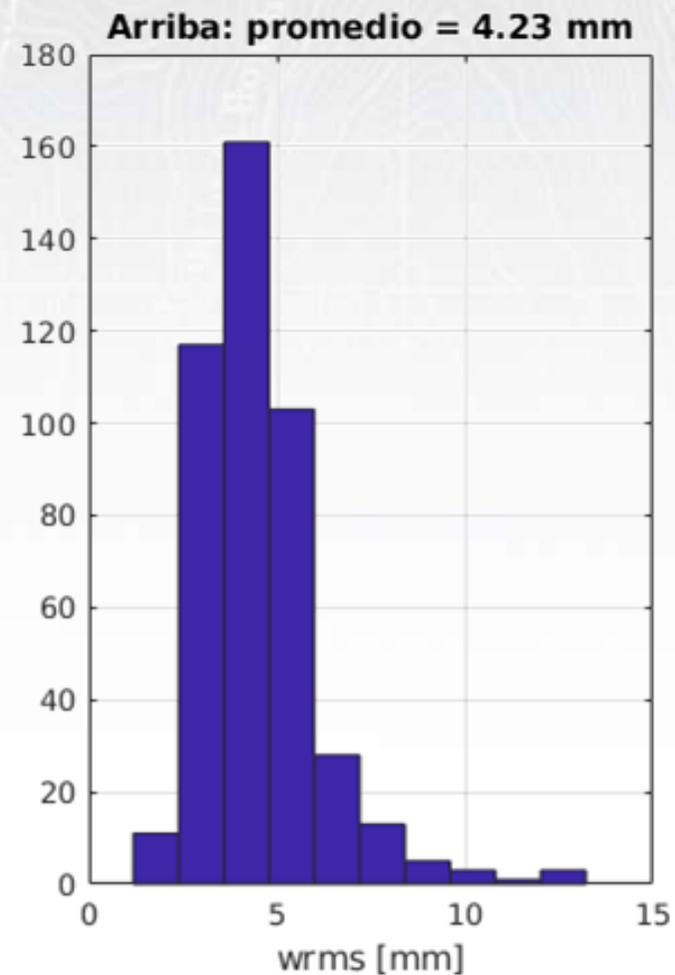
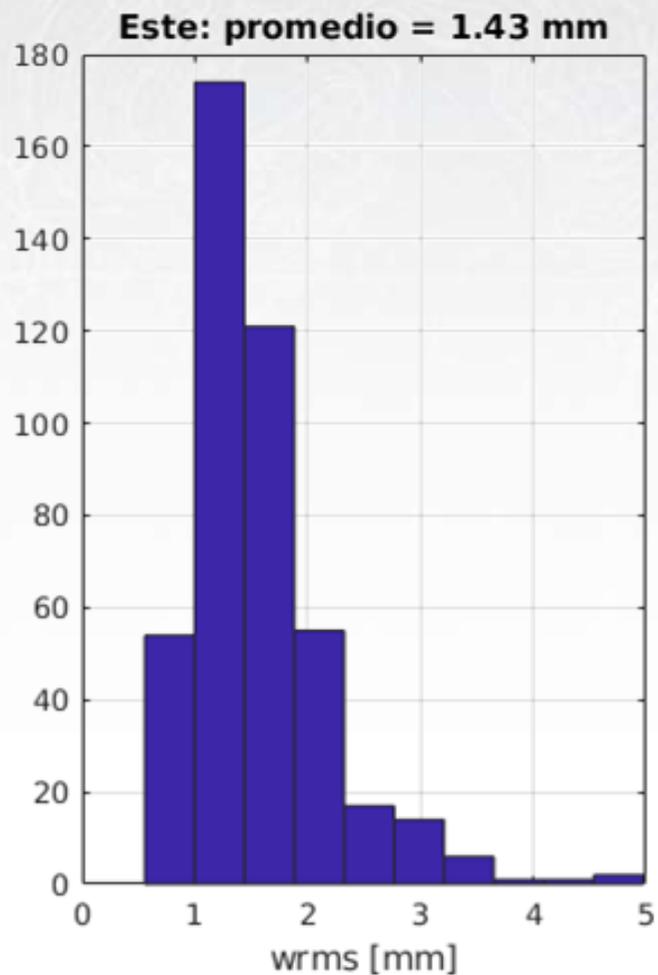
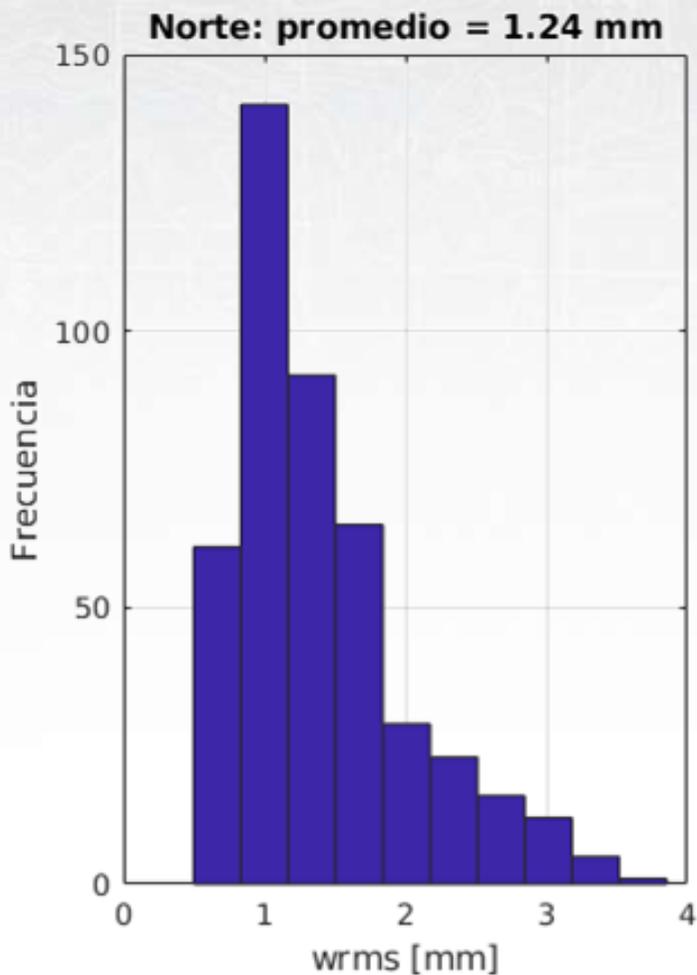


Logarítmicas: relajación visco-elástica

► Inserción automática de sismos

► Detección automática de colas estadísticas

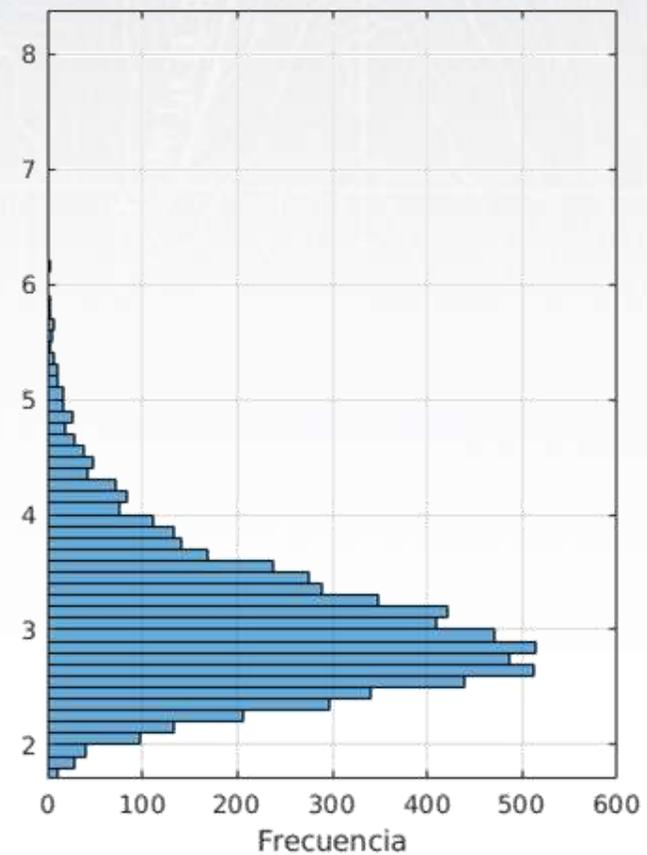
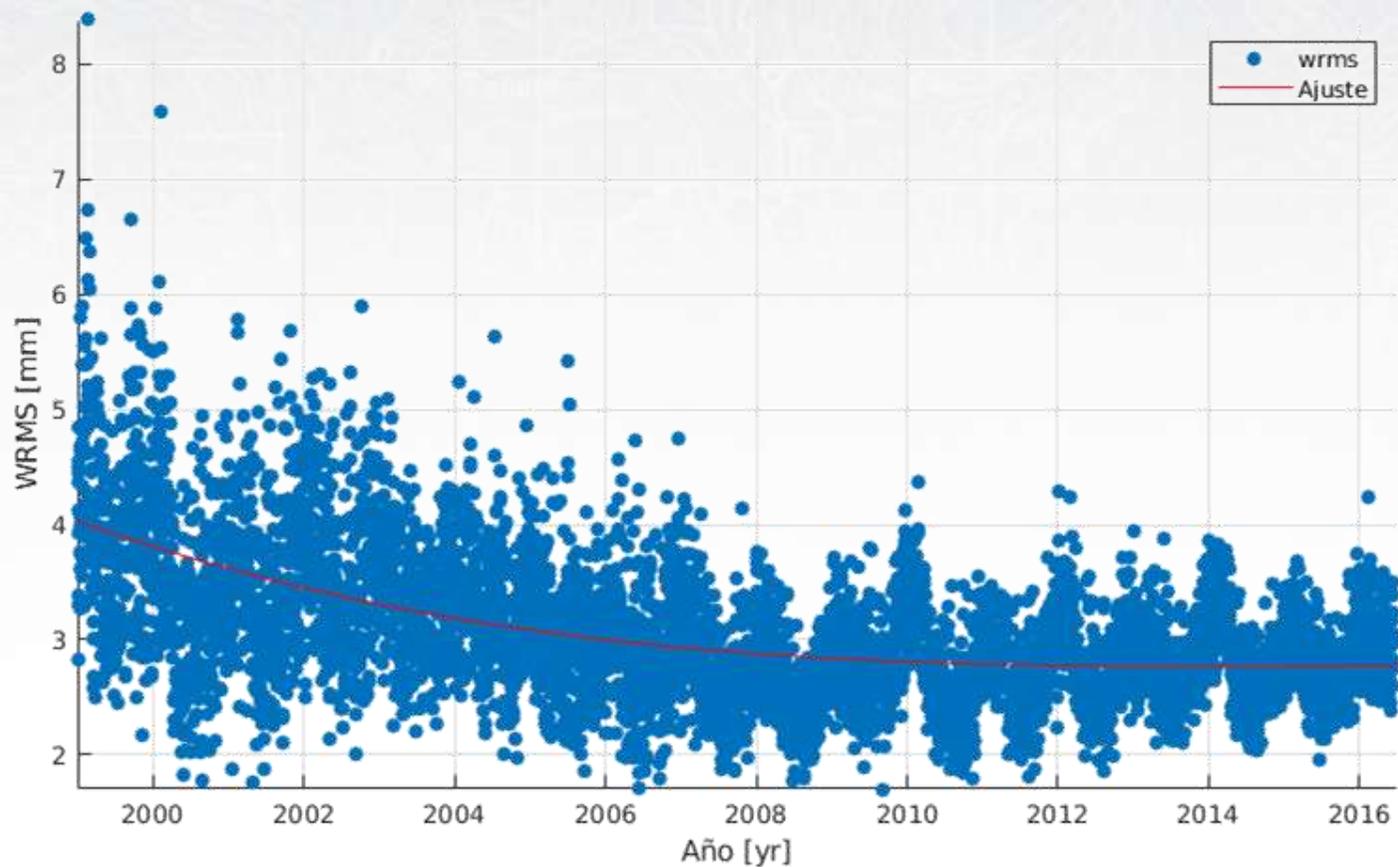
► Sobre 445 estaciones con estadísticas:



# WRMS (total) por época



► Sobre ~6650 días:

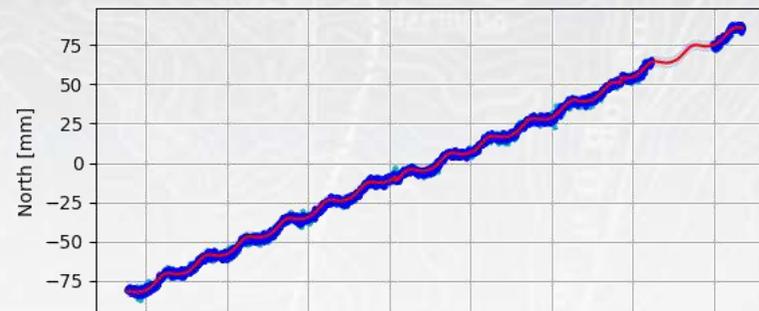
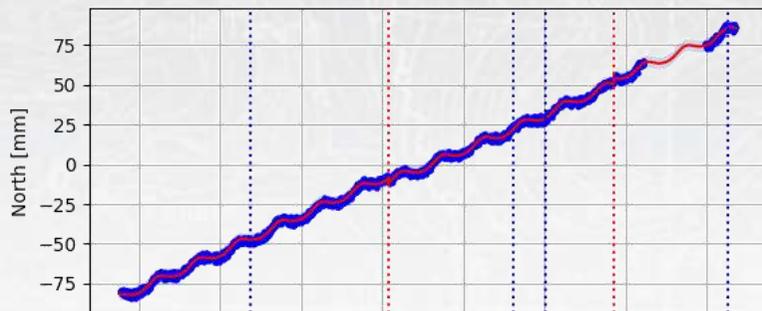


# Algunas series de tiempo (IGM1)

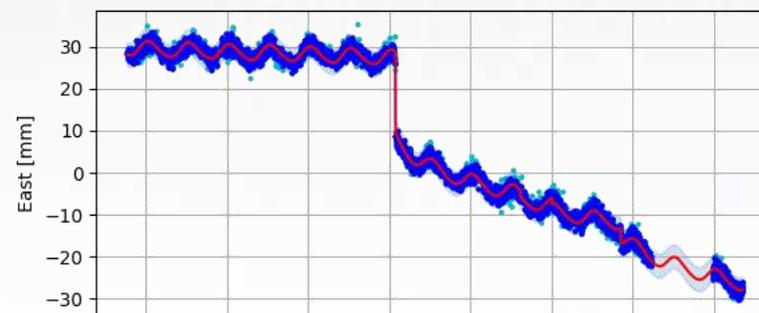
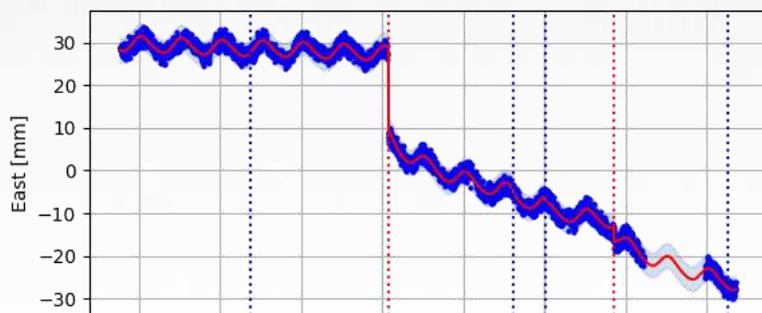


Station: rms.igm1 lat: -34.57224 lon: -58.43932  
 GAMIT completion: 88.91%  
 Ref Position (2003.547) X: 2751804.032 Y: -4479879.288 Z: -3598922.528 [m]  
 Velocity N: 11.58 E: -0.39 U: 1.96 [mm/yr]  
 Periodic amp (1.0 yr, 0.5 yr) N: [ 2.5 0.3] E: [ 1.8 0.2] U: [ 2.1 0.4] [mm]  
 NEU wrms [mm]: 1.30 1.14 4.47

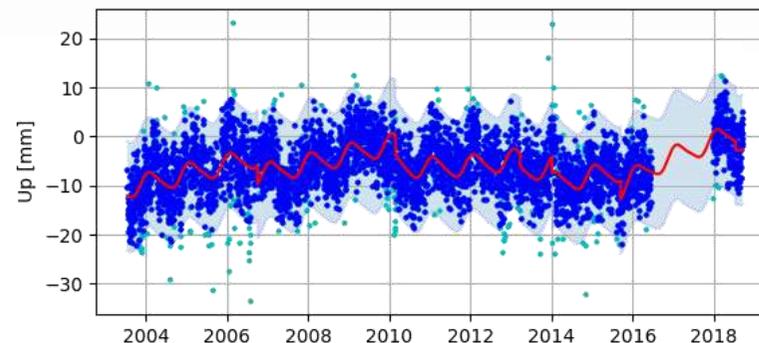
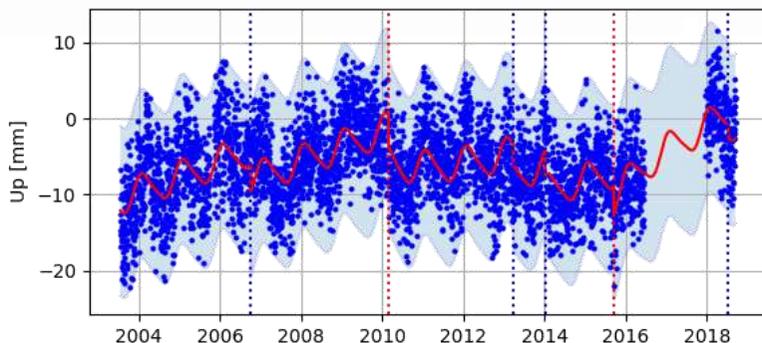
Year	Relx	[mm]
2006 279		0.2
2010 058		-2.8
2010 058	0.50	-3.6
2013 086		-0.0
2014 007		0.4
2015 259		3.8
2015 259	0.50	-3.9
2018 196		0.6



Year	Relx	[mm]
2006 279		0.2
2010 058		-19.4
2010 058	0.50	-13.9
2013 086		-1.2
2014 007		-1.4
2015 259		-3.3
2015 259	0.50	-8.9
2018 196		-0.1



Year	Relx	[mm]
2006 279		-3.8
2010 058		-4.0
2010 058	0.50	-6.0
2013 086		-2.7
2014 007		-3.3
2015 259		-3.7
2015 259	0.50	8.1
2018 196		-1.6

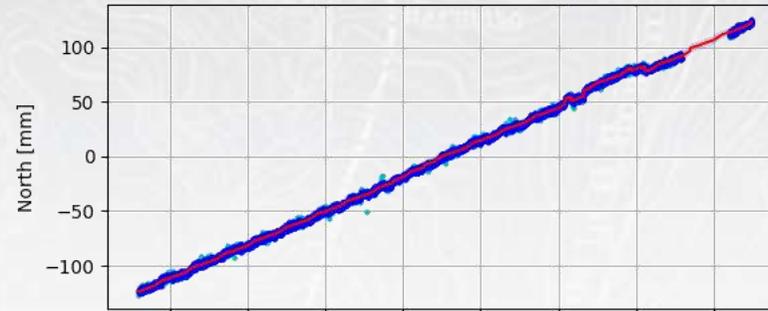
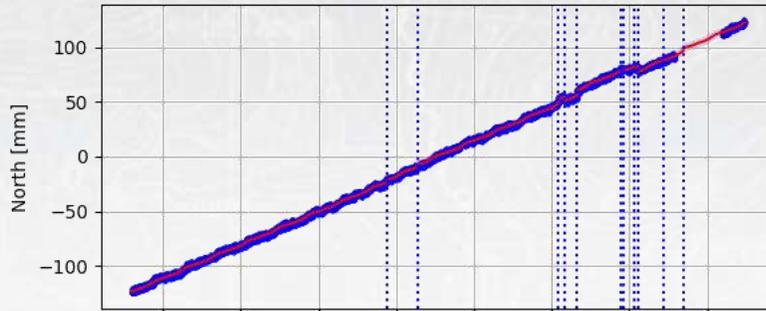


# Algunas series de tiempo (BRAZ)

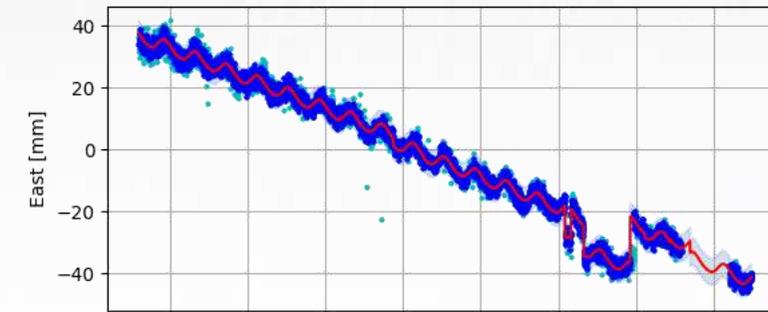
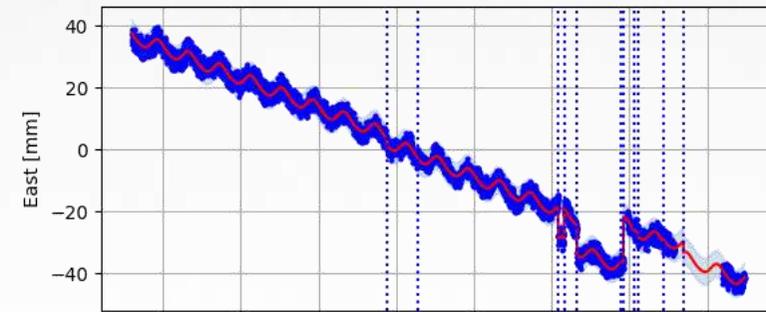


Station: igs.braz lat: -15.94747 lon: -47.87787  
 GAMIT completion: 81.60%  
 Ref Position (1999.001) X: 4115014.085 Y: -4550641.535 Z: -1741444.026 [m]  
 Velocity N: 12.21 E: -3.90 U: -0.84 [mm/yr]  
 Periodic amp (1.0 yr, 0.5 yr) N: [ 0.7 0.3] E: [ 2. 0.2] U: [ 6.3 1. ] [mm]  
 NEU wrms [mm]: 1.42 1.71 4.58

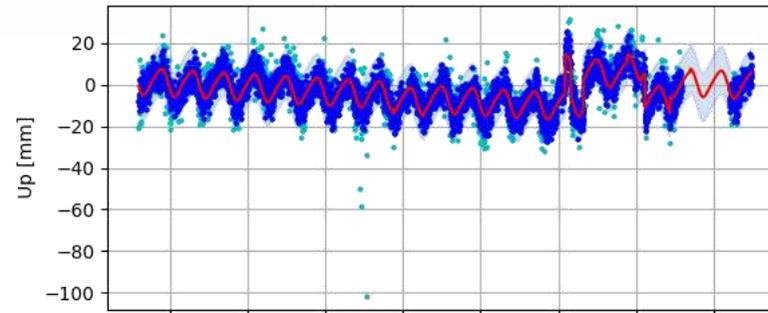
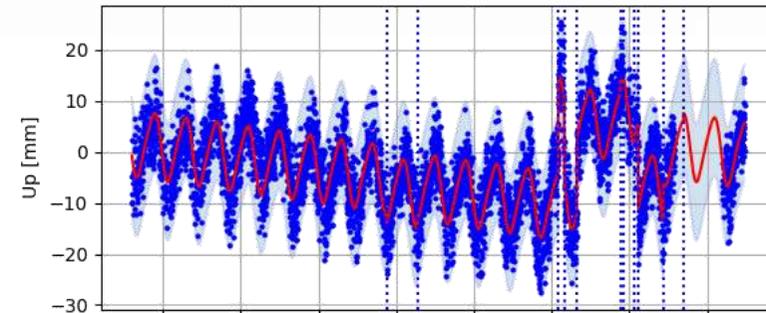
Year	Relx	[mm]
2007	072	1.9
2008	066	1.9
2012	262	4.2
2012	332	-3.7
2013	115	5.6
2014	260	0.5
2014	296	-2.1
2015	057	-0.9
2015	105	-4.5
2016	034	-0.0
2016	270	2.2



Year	Relx	[mm]
2007	072	-2.3
2008	066	-0.4
2012	262	-10.5
2012	332	9.7
2013	115	-9.8
2014	260	-0.1
2014	296	14.5
2015	057	0.3
2015	105	-1.2
2016	034	1.0
2016	270	-3.7



Year	Relx	[mm]
2007	072	-2.3
2008	066	1.6
2012	262	18.7
2012	332	-16.2
2013	115	14.6
2014	260	3.1
2014	296	0.8
2015	057	1.7
2015	105	-16.9
2016	034	7.6
2016	270	1.6



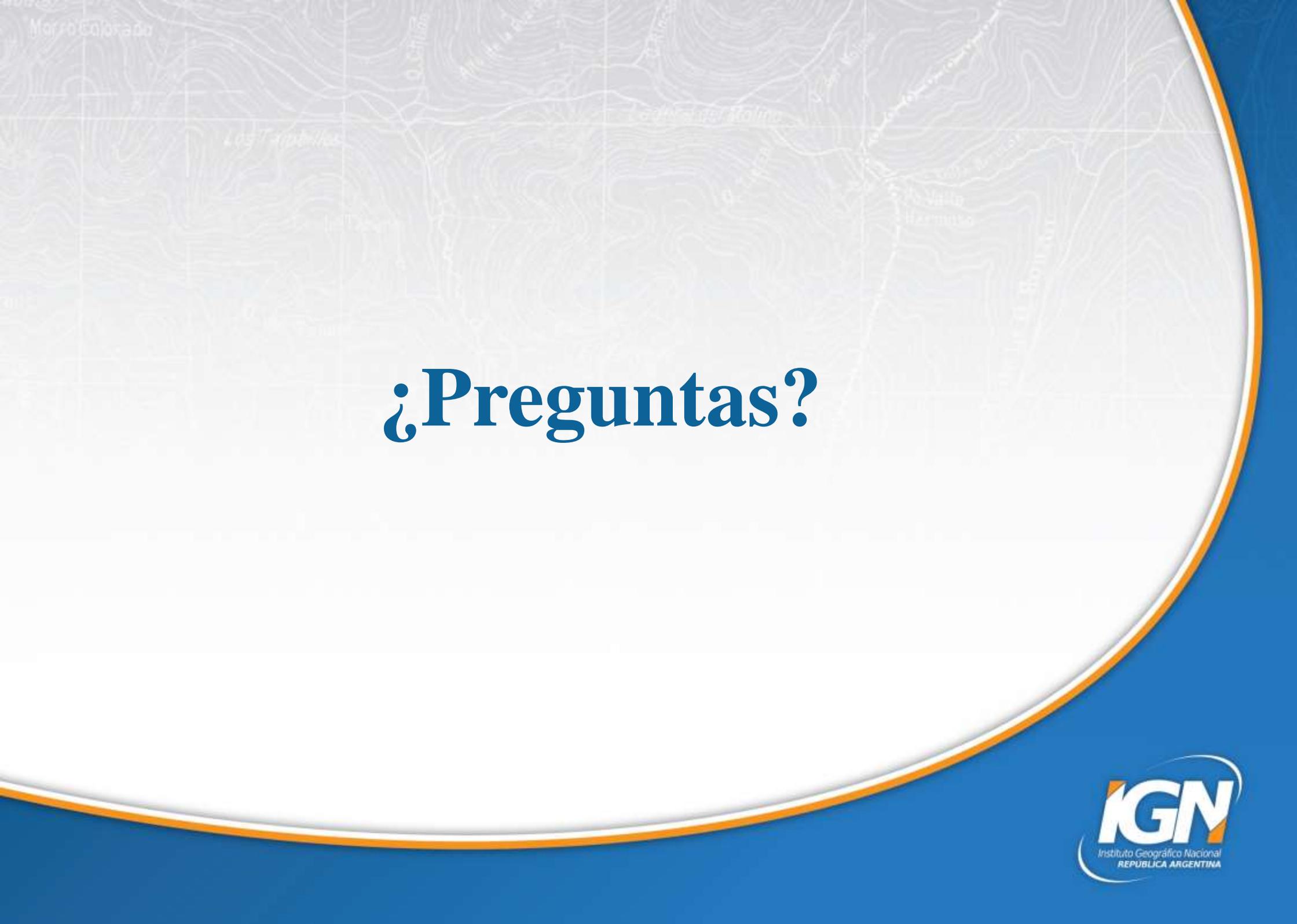
- ▶ Procesamiento con demora de un día

IGS órbitas precisas

IGS órbitas rápidas

2 semanas

- ▶ Detección temprana de problemas (órbitas rápidas y PPP)
- ▶ Combinación de las soluciones en forma semanal
- ▶ Publicación de trayectorias, soluciones SINEX y delays troposféricos
- ▶ Definición del marco referencia POSGAR07b y su modelo de predicción de trayectorias asociado



¿Preguntas?

