

# II TALLER TÉCNICO SOBRE TOPOGRAFÍA Y CARTOGRAFÍA TOPOGRAFIA ETA KARTOGRAFIAKO LEHEN TAILER TEKNIKOA Redes GPS GPS Sareak

Organizan/Antolatzaileak:

COLEGIO OFICIAL DE ING.  
TÉCNICOS EN TOPOGRAFÍA

*Delegación País Vasco*



TOPOGRAFI ING. TEKNIKOEN  
ELKARGO OFIZIALAK

Euskadiko Ordezkaritza



Escuela Universitaria  
de Ingeniería  
Vitoria-Gasteiz

Ingeniaritzako  
Unibertsitate Eskola  
Vitoria-Gasteiz

eman la zabal zazu



Universidad  
del País Vasco

Euskal Herriko  
Unibertsitatea

Colabora/Laguntzailea:



**ARANZADI**

zientzia elkarteak . society of sciences  
sociedad de ciencias . société de sciences

2 de Octubre de  
2009

II Taller técnico sobre topografía y cartografía

# NUEVAS INFRAESTRUCTURAS DE REFERENCIA ERREFERENTZIA AZPIEGITURA BERRIAK

Quo Vadis GNSS?

Dr. J. Zurutuza

ARANZADI – Universidad de Jaén

[jzurutuza@gmail.com](mailto:jzurutuza@gmail.com)   [zurutuza@ujaen.es](mailto:zurutuza@ujaen.es)





## CONTENIDO:

- ✓ Introducción
- ✓ Marcos de Referencia, Precisiones Orbitales
- ✓ Ejemplo: PPP
- ✓ Notas finales



## INTRODUCCIÓN:

**1984:** B. W. Remondi: “Using the Global Positioning System (GPS) phase observable for relative geodesy: modeling, processing, and results”.

**1993:** Repetibilidades de 1-2 ppb (del vector)  
Algoritmo LAMBDA

**1998:** PPP a nivel centimétrico (Zumberge)

**2000:** SA desactivada

**2005+:** desarrollo de las Redes GNSS, por el auge de otras tecnologías (internet, GPRS,...)

## Marcos de Referencia, Precisiones Orbitales

Los Marcos de Referencia pasan a ser fundamentales. Ya no son el soporte de aplicaciones más o menos precisas; tienen que proporcionar precisiones muy elevadas.

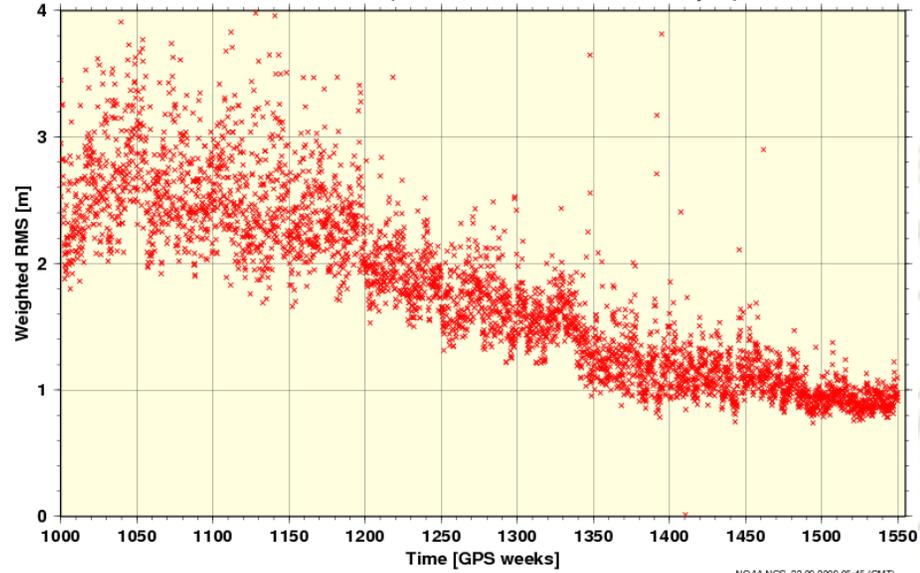
Son multitécnica, con análisis de series.

La base del GNSS **de precisión** son las órbitas, que se calculan desde los Marcos Terrestres.

La década pasada, las precisiones orbitales (precisión del SV+Marco) eran muy inferiores a las actuales.

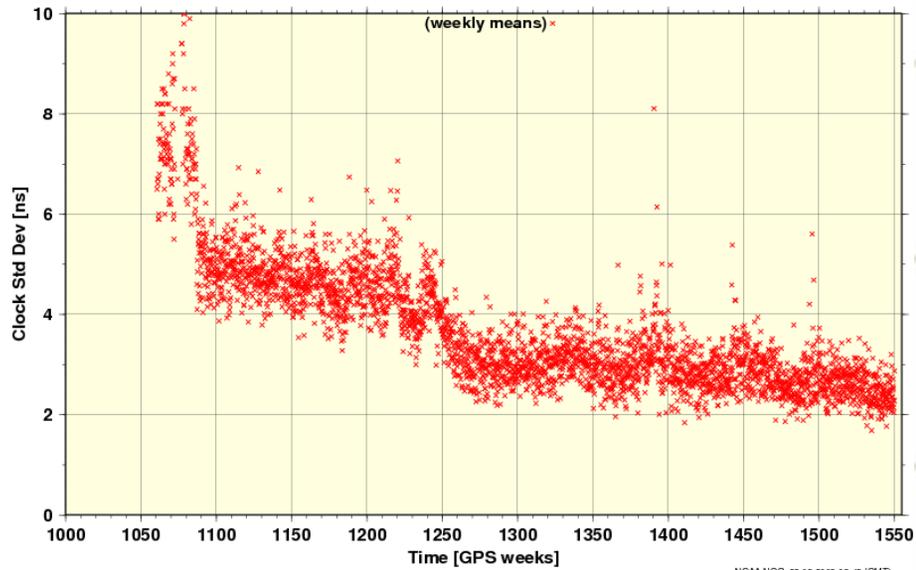


Broadcast Orbits (Orbit Residuals wrt IGS Rapid)



NOAA NGS, 22.09.2009 05:45 (GMT)

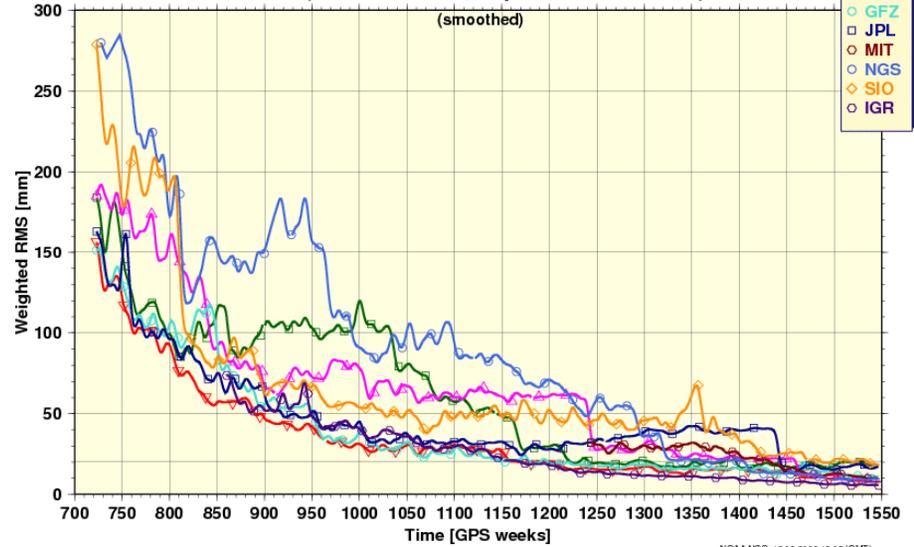
Broadcast Clocks (Clock Residuals wrt IGS Rapid)



NOAA NGS, 22.09.2009 05:45 (GMT)

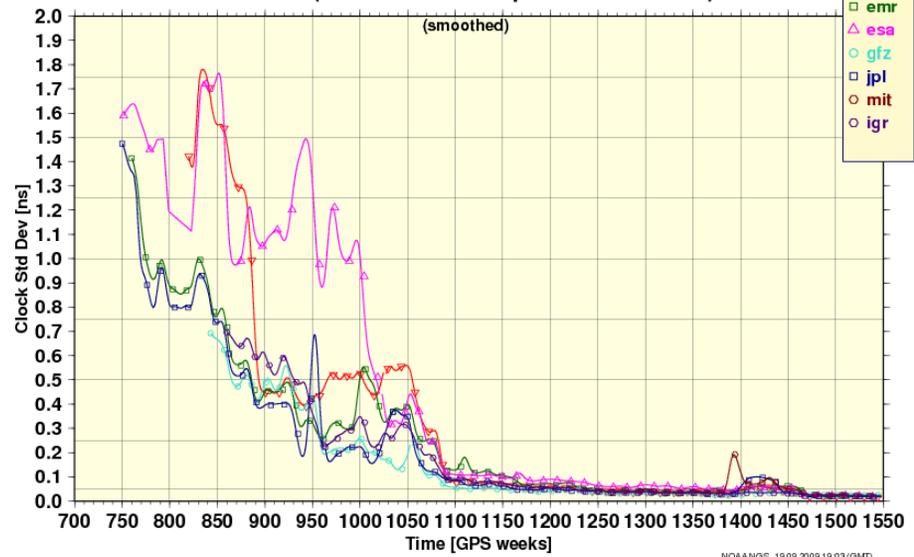


Final Orbits (AC solutions compared to IGS Final)



NOAA NGS, 19 09 2009 19 03 (GMT)

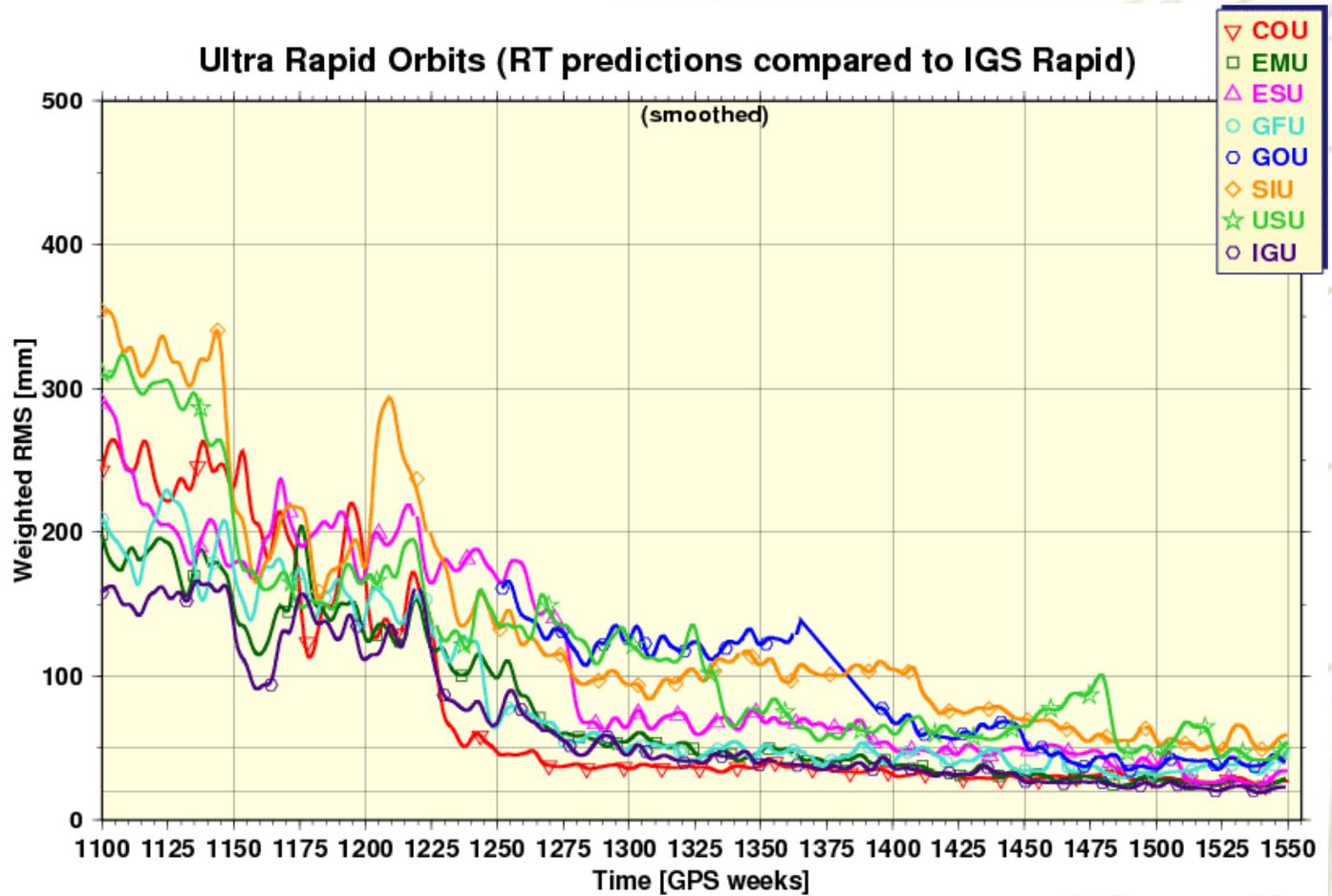
Final Clocks (AC solutions compared to IGS Final)



NOAA NGS, 19 09 2009 19 03 (GMT)



## Ultra Rapid Orbits (RT predictions compared to IGS Rapid)



# PPP: Precise Point Positioning

Con los nuevos modelos y precisiones, una de las aplicaciones de mayor impacto es el PPP.

A diferencia de los modelos Diferenciales, PPP consiste en determinar, época a época, las coordenadas absolutas.

La clave está en (usa filtrado Kalman):

Reloj del receptor modelado como “ruido blanco”

Retardo Troposférico (y Coordenadas, según sean las observaciones) como “random walk”

Además, hay que aplicar **TODAS** las correcciones, ya que no se elimina NADA:

Mareas y Carga Oceánica (¿Atmosférica?)

Movimiento del Polo (incluidas las sub-daily)

Ionosfera: eliminada (L3) o con modelo (menos preciso)

Troposfera: calculada en cada época

mas...

# PPP: Precise Point Positioning

Las **ventajas** de PPP respecto del DGPS son:

- Independencia del intervalo de muestreo (OJO).
- NO necesitamos estaciones de Referencia.
- Válido en cualquier parte del mundo para estático/cinemático.
- Muy preciso: en estático a partir de 2-3 horas, precisión del orden del cm. En cinemático unos 15 cm (25 cm teóricos).
- Permite analizar elementos que DGPS elimina: mareas, efectos estacionales,...
- Cálculo muy rápido, ya que elimina ciertos pasos de sincronización necesarios en DGPS.

Las **desventajas** de PPP respecto del DGPS son:

- Intervalo de muestreo (OJO): actualmente, cada 15 min.
- Necesitamos modelos muy precisos (rotación, efemérides, relojes, atmósfera...) y modelarlos (relojes y ZTD, mayormente).
- Necesita 1.5-2 horas para que la solución tenga convergencia (estático).
- ¿Cómo pasamos a ETRS89?

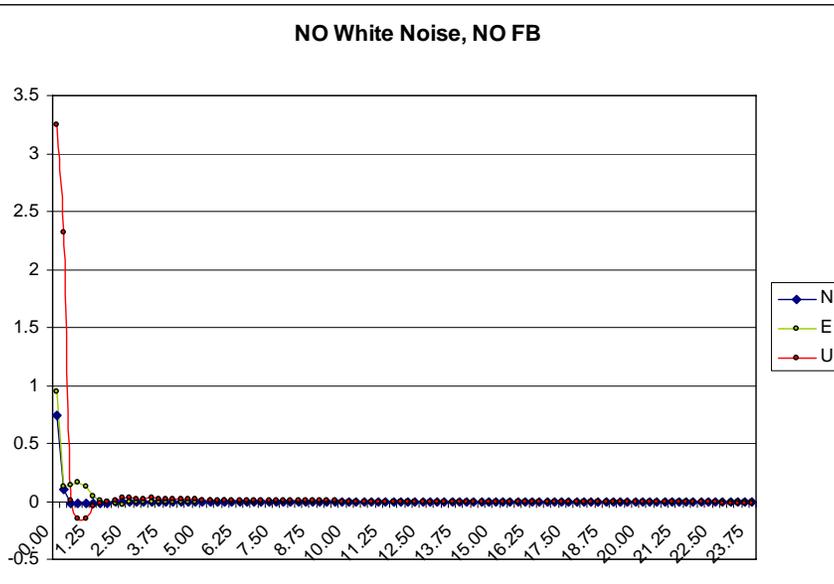
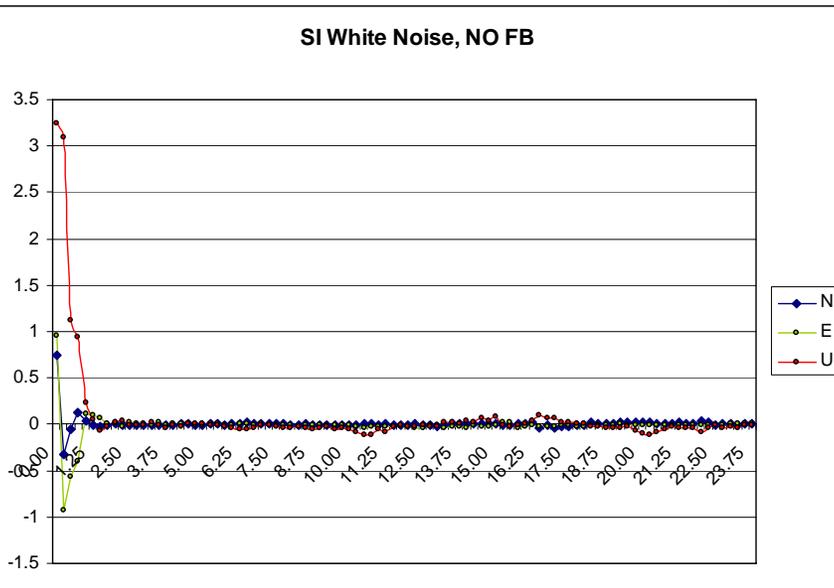
## PPP: Precise Point Positioning

El problema es la convergencia (2 horas), ya que inicialmente los datos usados son las medidas de código (pseudodistancias).

El modelo matemático en que se basa PPP no es nuevo, ya que son las medidas absolutas (fase y código). Lo que permite este tipo de técnica con precisión son los nuevos modelos y algoritmos.

Se va a adjuntar un ejemplo donde se muestra el algoritmo “forward-backward”. Esto es posible, ya que se trabaja en postproceso.

# PPP: cálculo de MAD2 (atención a White Noise) FORWARD



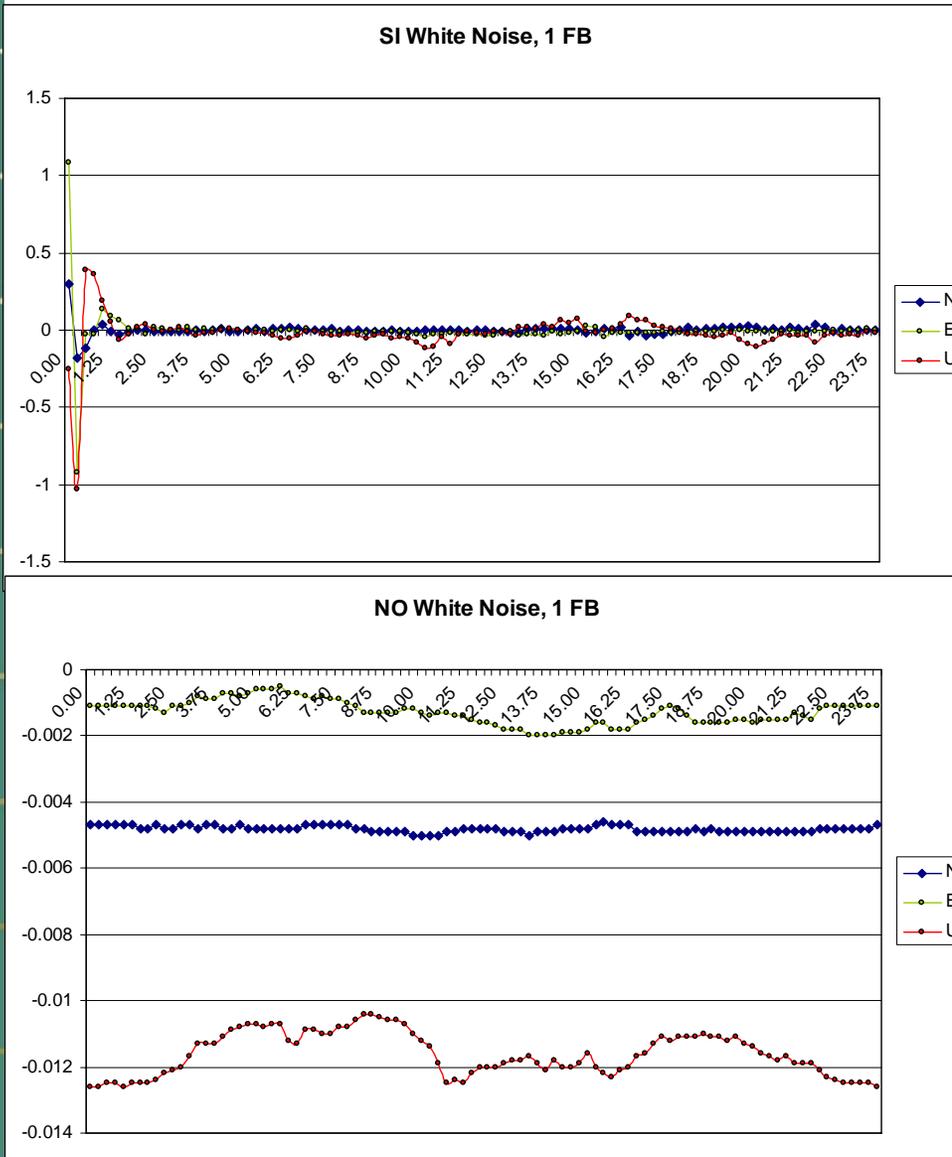
## Estadísticas

	N (m)	E (m)	U (m)
<b>Media (- 2H)</b>	<b>0.0001</b>	<b>-0.0108</b>	<b>-0.0195</b>
Min	-0.0375	-0.0447	-0.1135
Max:	0.0334	0.0242	0.0901

## Estadísticas

	N (m)	E (m)	U (m)
<b>Media (-2H)</b>	<b>-0.0058</b>	<b>-0.0034</b>	<b>-0.0023</b>
Min	-0.0097	-0.0267	-0.0126
Max:	-0.0024	0.0004	0.0348

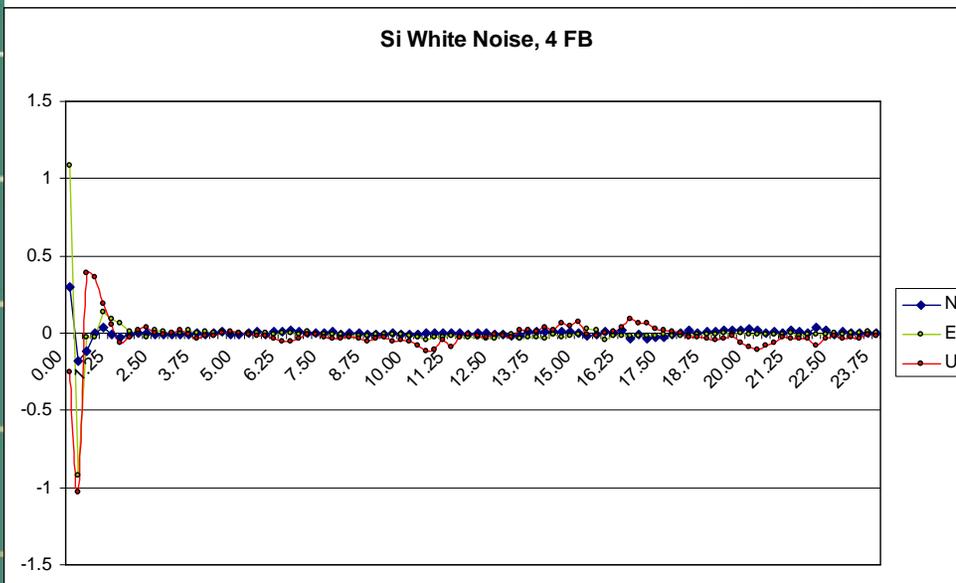
# PPP: cálculo de MAD2 (atención a White Noise), F-B



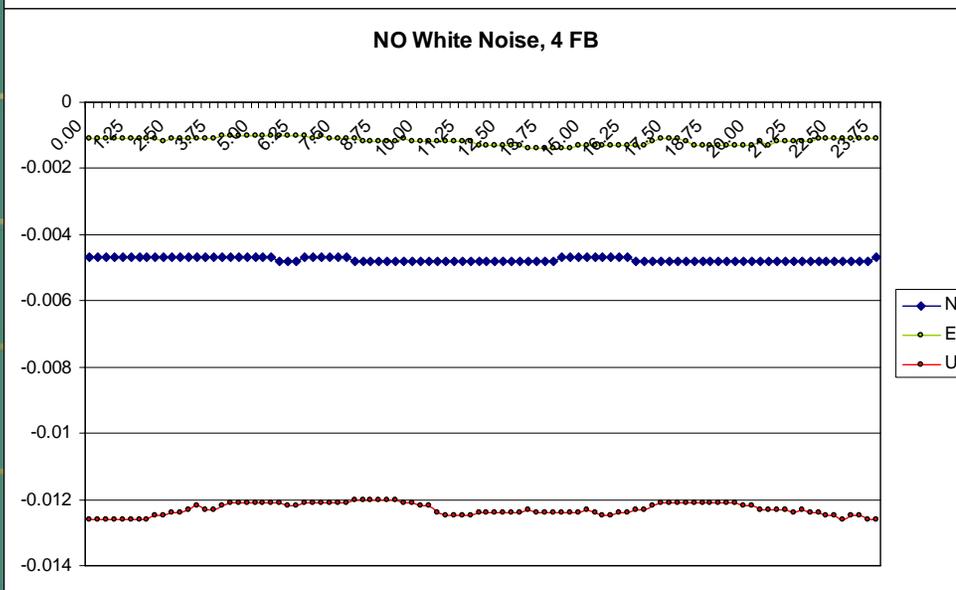
Estadísticas			
	N (m)	E (m)	U (m)
<b>Media (-2H)</b>	<b>0.0000</b>	<b>-0.0108</b>	<b>-0.0194</b>
Min	-0.0375	-0.0447	-0.1135
Max:	0.0334	0.0242	0.0901
Desv. Est.	0.0122	0.0139	0.0395

Estadísticas			
	N (m)	E (m)	U (m)
<b>Media (-2H)</b>	<b>-0.0048</b>	<b>-0.0013</b>	<b>-0.0115</b>
Min	-0.005	-0.002	-0.0126
Max:	-0.0046	-0.0005	-0.0104
Desv. Est.	0.0001	0.0004	0.0006

# PPP: cálculo de MAD2 (atención a White Noise), F-B

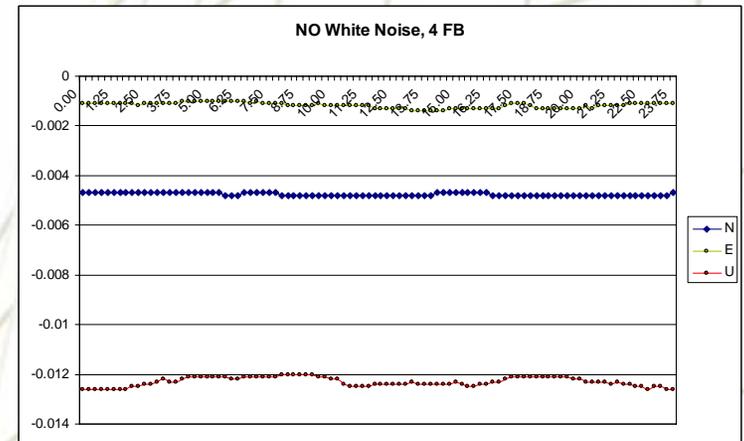
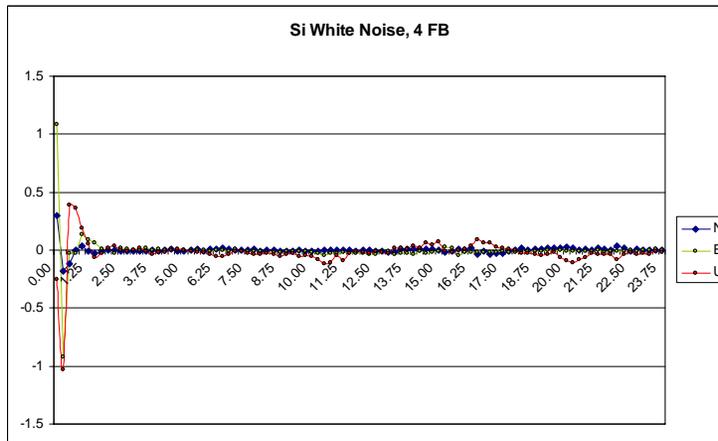
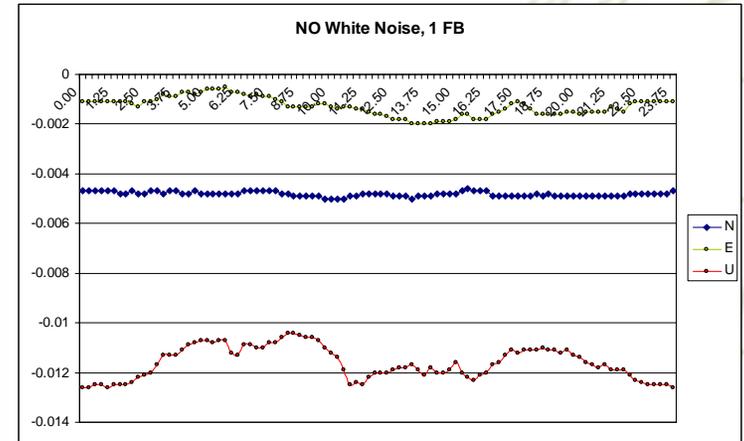
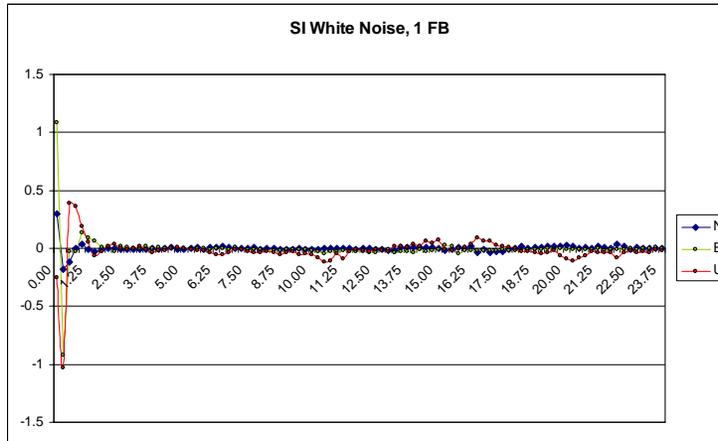


	Estadísticas		
	N (m)	E (m)	U (m)
<b>Media (- 2H)</b>	<b>0.0000</b>	<b>-0.0108</b>	<b>-0.0194</b>
Min	-0.0375	-0.0447	-0.1135
Max:	0.0334	0.0242	0.0901
Desv. Est.	0.0122	0.0139	0.0395



	Estadísticas		
	N (m)	E (m)	U (m)
<b>Media (- 2H)</b>	<b>-0.0048</b>	<b>-0.0012</b>	<b>-0.0123</b>
Min	-0.0048	-0.0014	-0.0126
Max:	-0.0047	-0.001	-0.012
Desv. Est.	0.0000	0.0001	0.0002

# PPP: cálculo de MAD2 (conclusiones)





## Notas Finales

- ✓ El futuro del GNSS es muy prometedor con la integración de los GALILEO, COMPASS, ...
- ✓ Con las nuevas técnicas, GNSS ha de ser el inicio/apoyo a otras Ciencias y no un producto final
- ✓ Los medios actuales permiten profundizar en cualquier tipo de estudio
- ✓ Dada la importancia de los nuevos modelos para el posicionamiento GPS, IGS está reprocesando todos los datos desde 1994
- ✓ Estamos con IGS/ITRF05, pero ya se está preparando ITRF08



# Quo Vadis GNSS?

Gracias por su atención

Dr. J. Zurutuza

ARANZADI – Universidad de Jaén

[jzurutuza@gmail.com](mailto:jzurutuza@gmail.com)    [zurutuza@ujaen.es](mailto:zurutuza@ujaen.es)

