

Utilización de los productos SIRGAS-RT en el Posicionamiento Puntual Preciso

M.F. Camisay, G.Noguera, R. Yelicich

Simposio SIRGAS 2014, Noviembre 2014, La Paz, Bolivia.

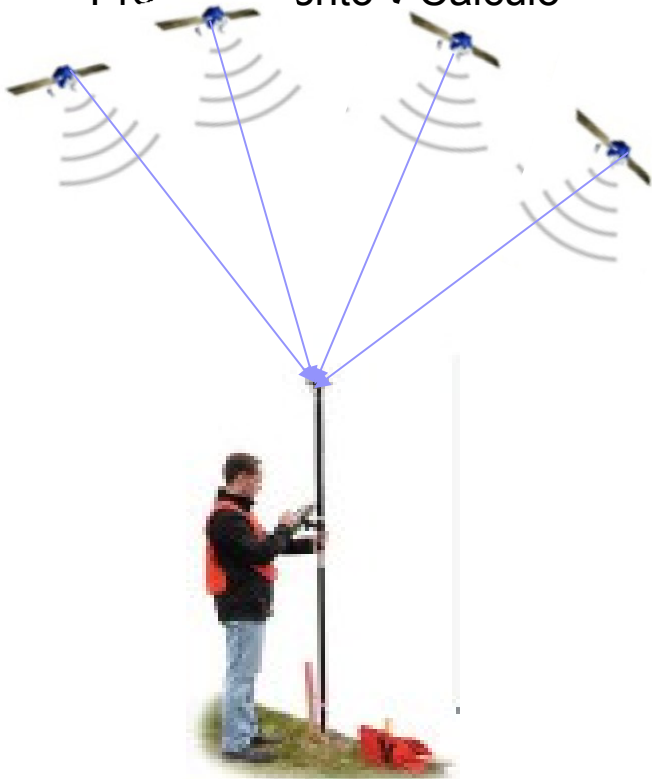


Simposio SIRGAS 2014
La Paz, Bolivia. Noviembre 24 - 26, 2014

POSICIONAMIENTO GNSS

Post-Procesamiento

- Diferencial (Estático, Cinemático, Stop & Go)
- + Precisiones Milimétricas
- Diferido en el tiempo.
- Procesamiento v Cálculo



Tiempo Real

- Absoluto (Navegación)
- + Muy económico y de fácil utilización
- Precisión métrica, falta de seguridad e integridad del sistema.

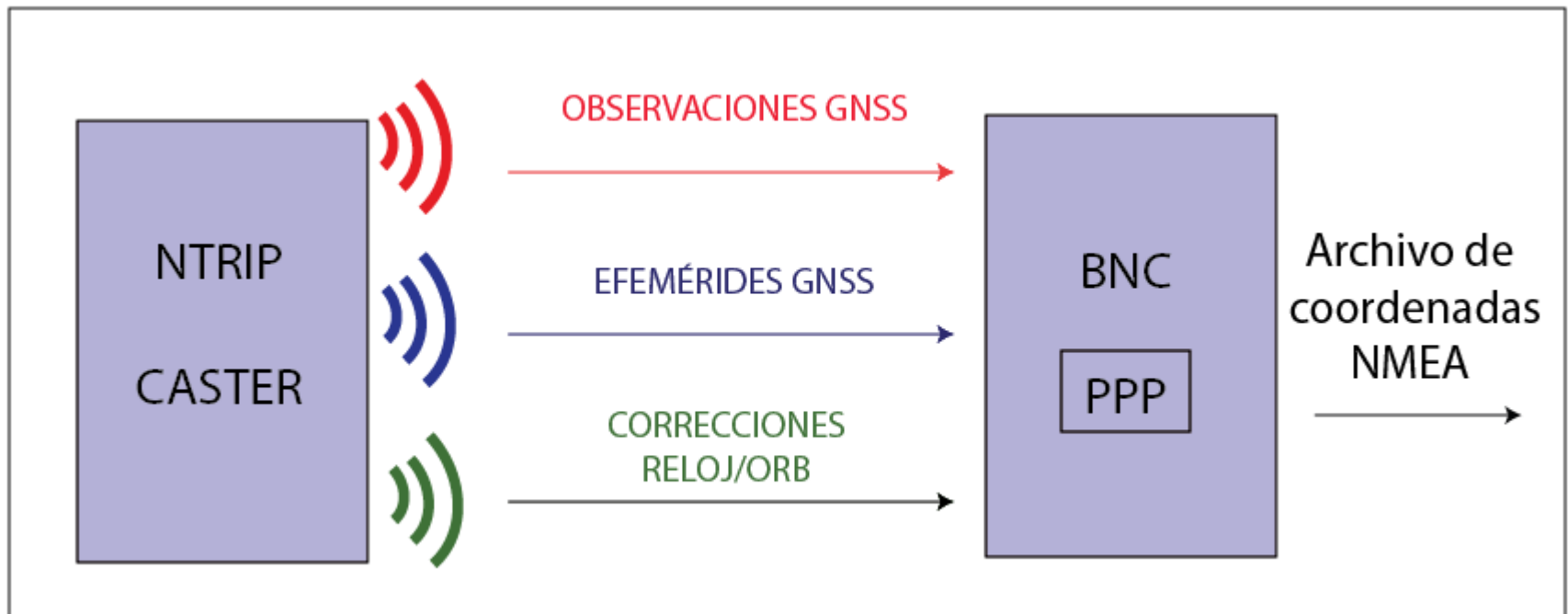
- Absoluto Corregido (PPP)

- + Precisión decimétrica RT.
- Necesita aplicar correcciones (orbitas y reloj de los satélites, errores atmosféricos, etc).

- Diferencial (DGPS, RTK)

- + Precisión centimétrica (fase) y decimétrica (código) RT.
- + Disminución de costos y mayor productividad
- Necesita aplicar correcciones generadas por una *estación base*

Posicionamiento Puntual Preciso PPP-RT



PPP-RTK

- Se puede aplicar si se dispone de un stream de datos GNSS (Estaciones GNSS en tiempo real).
- Productos IGS: efemérides y correcciones a los relojes y a las órbitas de los satélites en tiempo real.
- Software BNC (BKG Ntrip Client), combina datos de observación y productos del IGS, procesando en modo PPP .La solución requiere de un tiempo de convergencia.

OBJETIVO

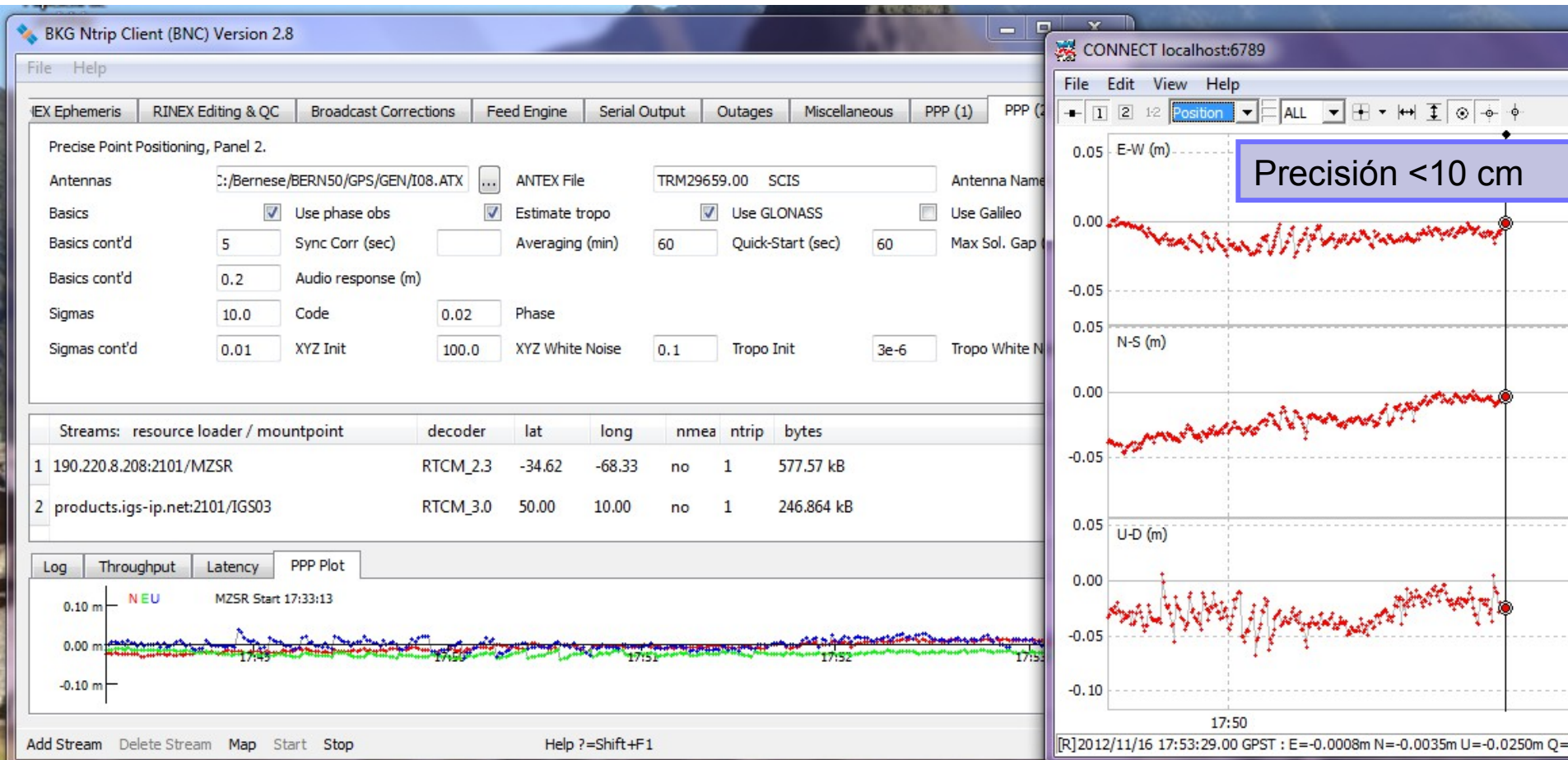
- Estudiar la aplicación de las correcciones a los relojes de los satelites y la predicción de sus órbitas transmitidas por el Caster SIRGAS-RT, en relacion al mejoramiento del posicionamiento puntual preciso a tiempo real.
- Analizar la factibilidad de monitorear estaciones permanentes de la red SIRGAS-CON.

METODOLOGIA

- Utilizando BNC, generar diferentes combinaciones a correcciones de orbitas y relojes existentes;
- Transmitirlas por el caster SIRGAS-RT
- Realizar testeos PPP sobre estaciones de la red SIRGAS-CON.
- Analizar resultados.

- IGS01: Combinación de una sola época, permite eliminar el desfase (offset) de los relojes calculado por cada centro de combinación, con el fin de alinear los relojes en cada solución. Esta corrección refiere al centro de fase de las antenas
- IGS02: es una combinación por filtro de Kalman, generada por el software BNC. La información de las órbitas proviene de la solución de efemérides ultra-rápidas. Luego, los relojes de los satélites estimados por los centros de análisis individuales (ACs) son utilizados como pseudo-observaciones en el proceso de ajuste del filtro de Kalman.
- IGS03: Es una combinación por filtro de Kalman pero incluye observaciones GPS+ GLONASS. Se calcula con el programa BNC y sigue la misma metodología que el producto IGS02.
- SIRGAS2000: correcciones para marcos regionales en época 2000.4 para ITRF2000, generados por BKG.
- SIRGAS95: correcciones para marcos regionales en época 1995.4 para ITRF94, generados por BKG.

BNC (BKG Ntrip Client) + RTKLib Plot



Permite estimar tropósfera y error de reloj del receptor. Incluye GLONASS y Galileo

```

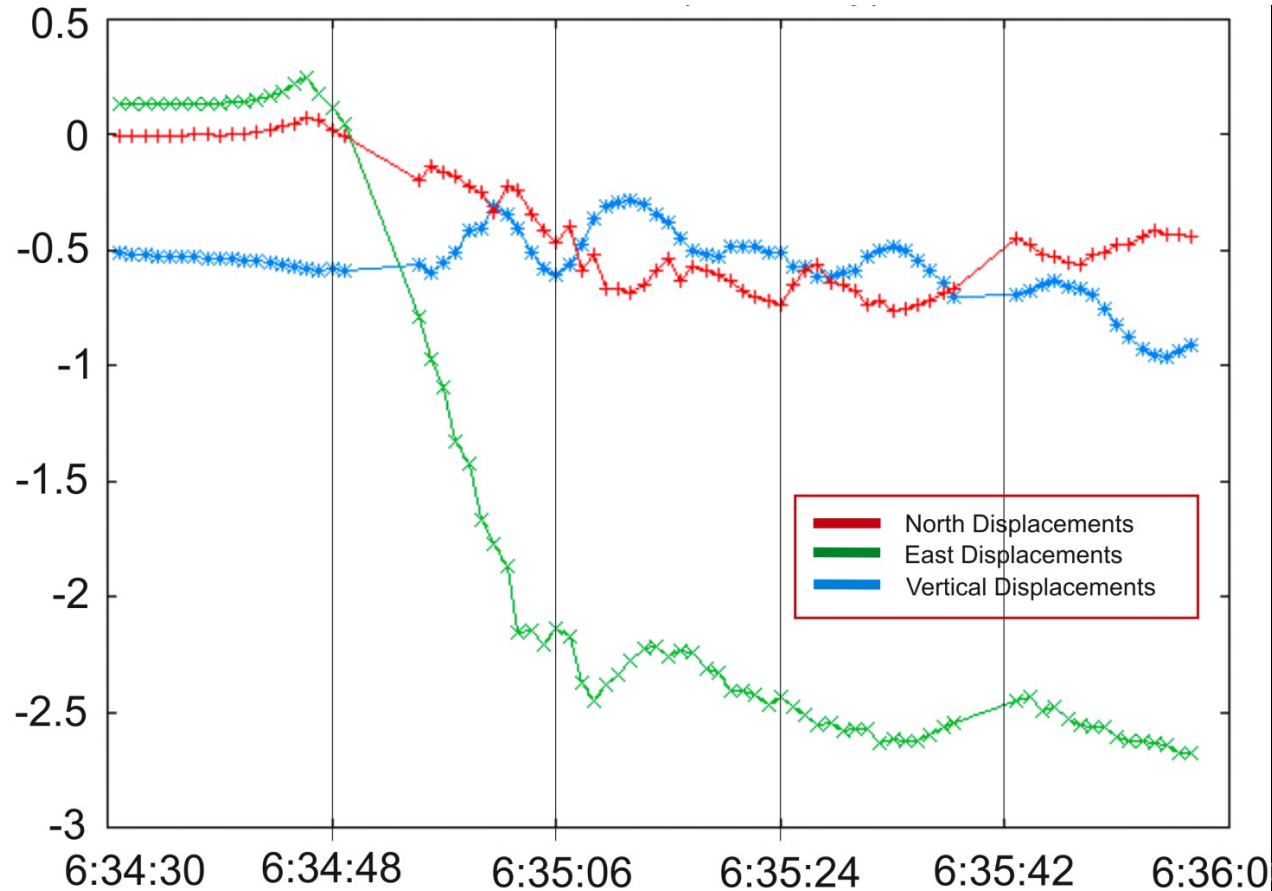
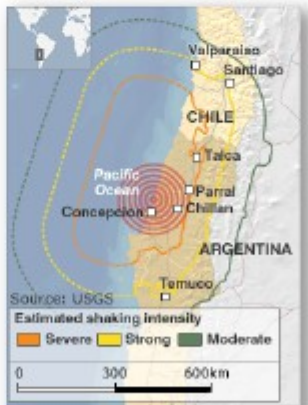
clk      =      7.891 +- 0.081
trp      =      2.163 +- 0.107 +- 0.001
amb G05  = 1552020.757 +- 0.073      nEpo = 2934
amb G21  = 1933484.238 +- 0.073      nEpo = 2934
amb G25  = 1874380.061 +- 0.073      nEpo = 2934
amb G29  = 1849238.822 +- 0.073      nEpo = 2934
amb G31  = 1984114.275 +- 0.074      nEpo = 2934
amb G12  = 1827144.134 +- 0.073      nEpo = 1230
    
```

- Es posible detectar variaciones de pocos centímetros en las coordenadas en tiempo real, lo que habilitaría su uso como sistema de **monitoreo de desplazamientos y alertas tempranas.**

Estación
CONZ



Epicentro
del sismo



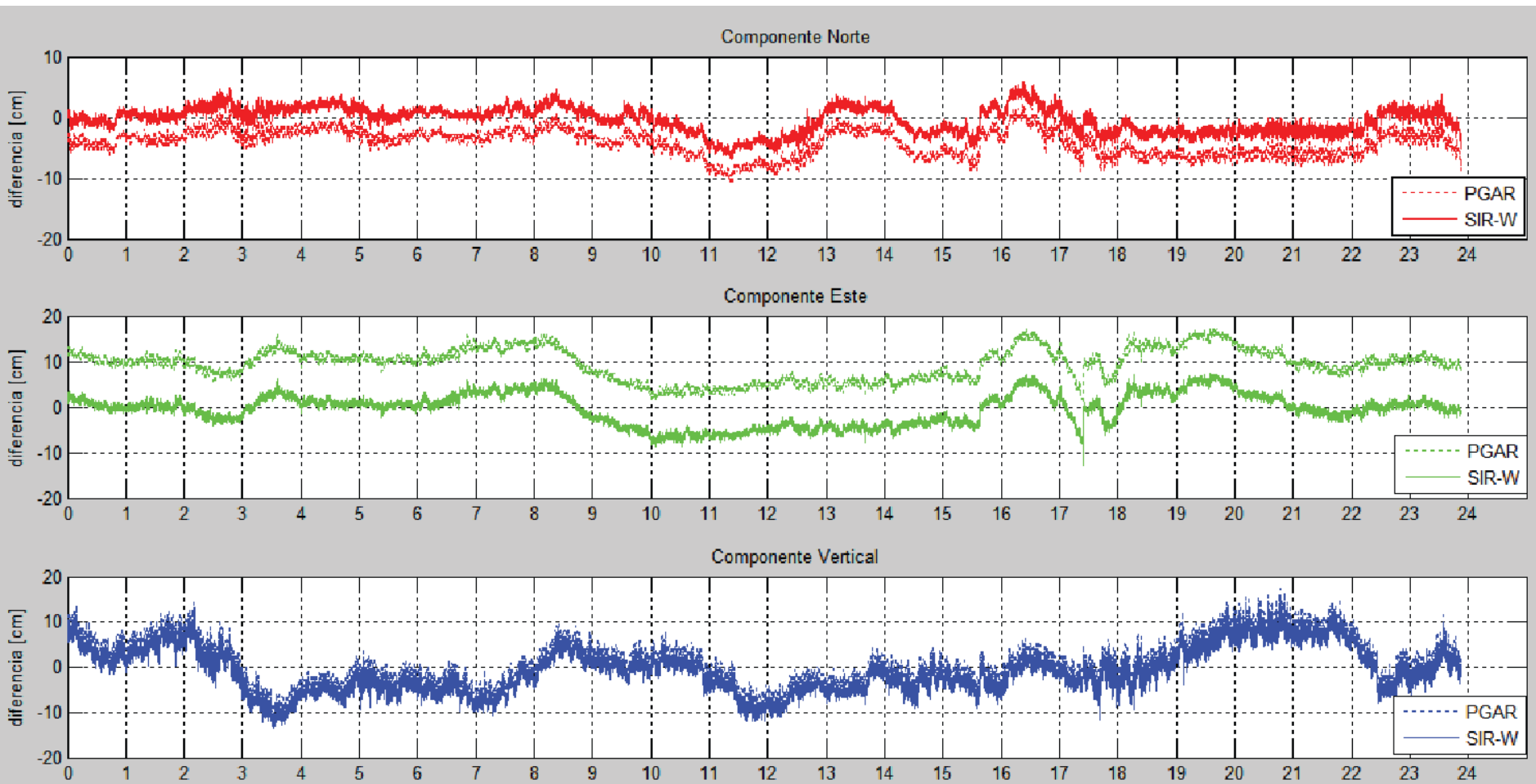
Posicionamiento PPP en Tiempo Real (RTNet) durante el terremoto de Chile, febrero de 2010.

IP: 200.3.123.65 Puerto:2101

- STR;**RTCM3EPH**;Assisted-GNSS;RTCM
3.0;1019(5),1020(5);2;GPS+GLO;Misc;DEU;50.09;8.66;0;0;BNS;none;B;N;5700;BKG
- STR;**SIRGAS2000**;BRDC_APC_SIRGAS2000;RTCM
3.0;1057(60),1058(10),1059(10),1063(60),1064(10),1065(10);0;GPS+GLO;Misc;DEU;50.00;10.00;0;1;RTNet;none;B;N;1800;BKG
- STR;**SIRGAS95**;BRDC_APC_SIRGAS95;RTCM
3.0;1057(60),1058(10),1059(10),1063(60),1064(10),1065(10);0;GPS+GLO;Misc;DEU;50.00;10.00;0;1;RTNet;none;B;N;1800;BKG
- STR;**IGS03**;BRDC_APC_ITRF;RTCM
3.0;1057(60),1058(5),1059(5),1063(60),1064(5),1065(5);0;GPS+GLO;Misc;DEU;50.08967;8.66458;0;1;BNC;none;B;N;1800;IGS
Combination
- STR;**CLOCK**;BRDC_APC_ITRF;RTCM
3.0;1057(60),1059(5),1060(5);2;GPS;Misc;DEU;50.09;8.66;0;0;BNS;none;B;N;5700;BKG

Marco de Referencia de la solución PPP

Estación : MZAC Corrección: IGS03 Efemérides: RTCM3EPH



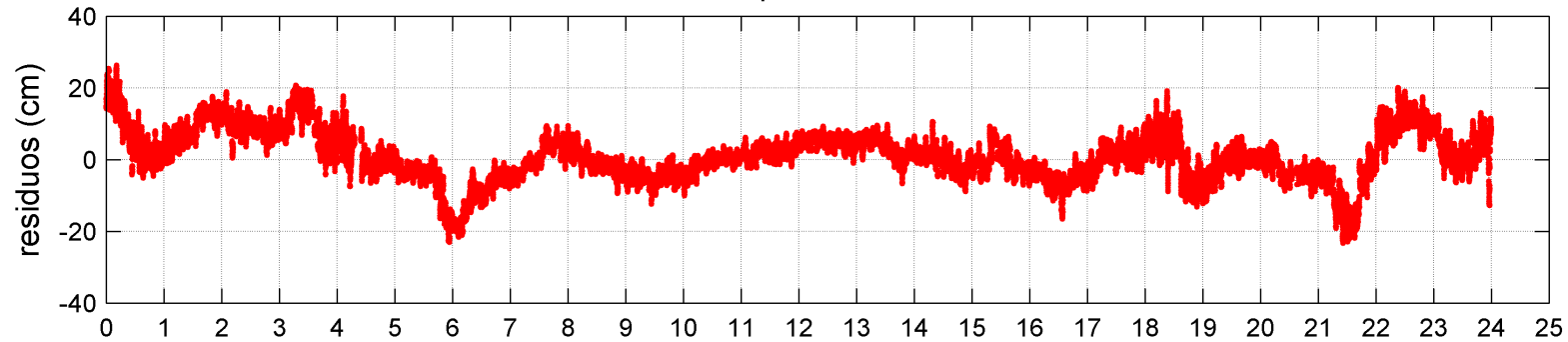
Residuos del PPP respecto a coordenadas conocidas :SIRGAS semanal y POSGAR07.



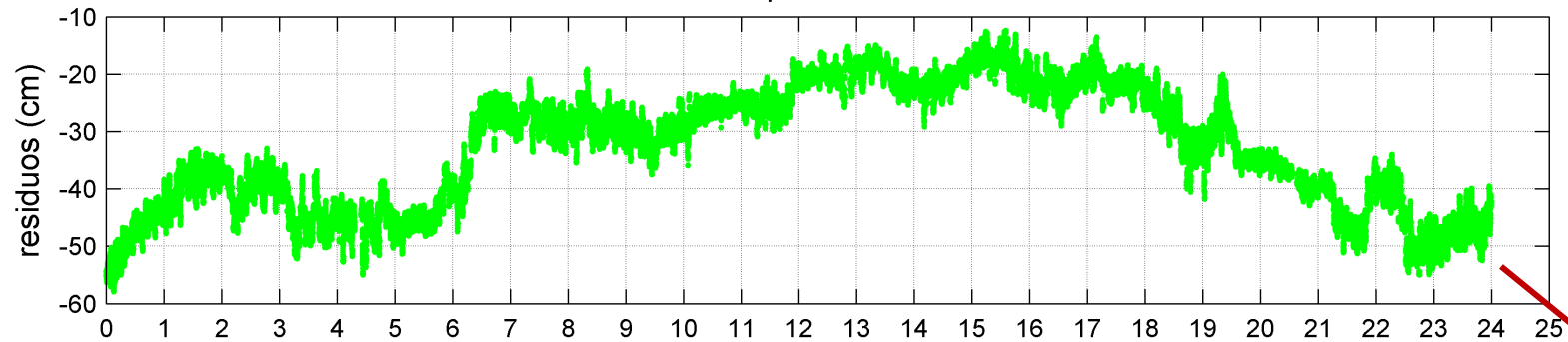
MARCO DE REFERENCIA DE LAS EFEMÉRIDES (IGS08)

Corrección CLOCK (SIRGAS-RT)

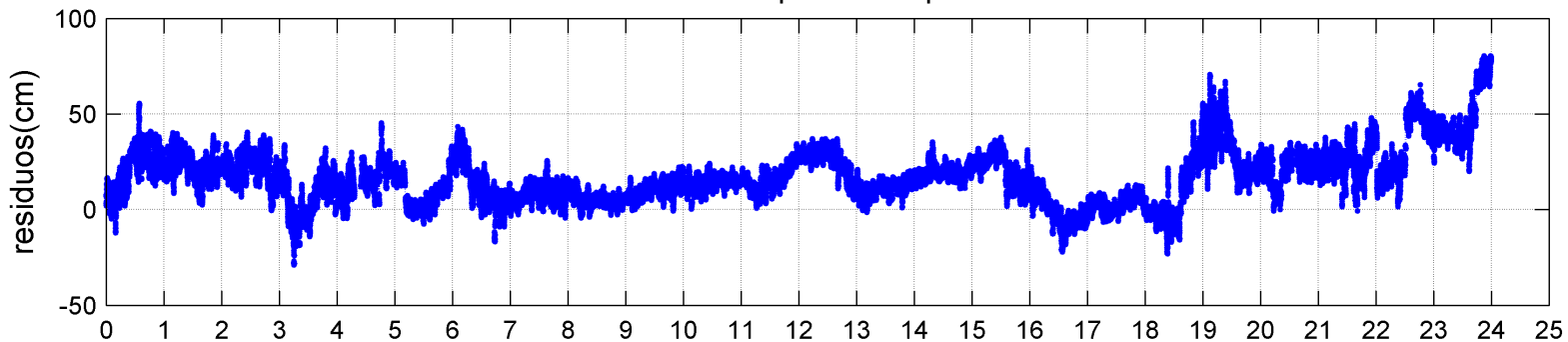
Componente Norte



Componente Este



Componente Up



Hora UTC

Estación :
MZGA

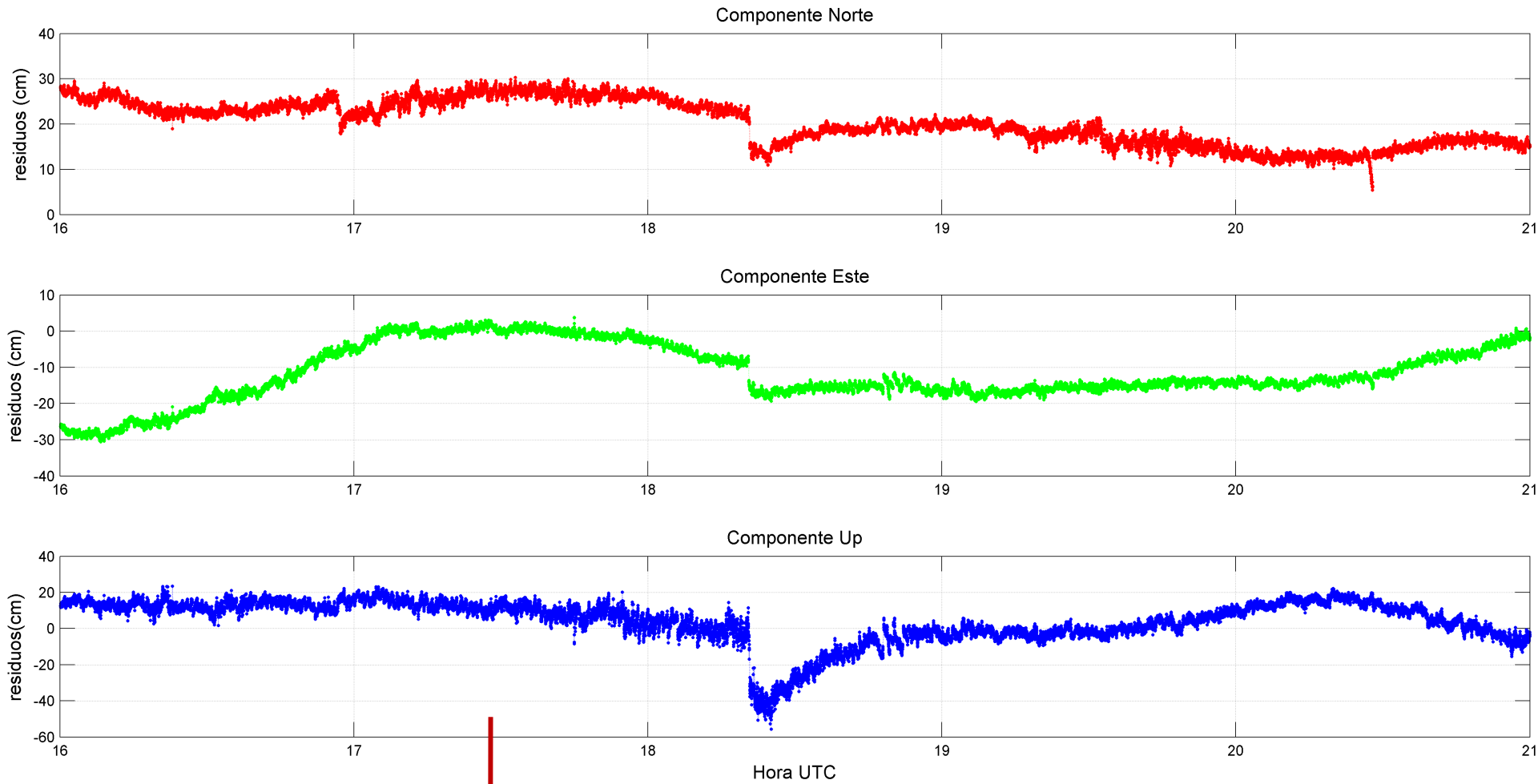
Corrección:
Combina CLK
10 y CLK 91
Parámetros
de Helmert
PGAR 07
(ITRF05)

Residuos :
Respecto a
PGAR 07
(Época
2006.32)

Persiste el
problema
del marco
(por la
época)

Corrección SIRGAS95 (SIRGAS-RT)

Estación : LPGS Corrección: SIRGAS95 Residuos: Respecto a SIRGAS 95 (Época 1995.4)



Persiste el problema del marco (por la época)

14-11-18 00:00:00 Configuration read: C:\BNC\MZAC - IGS03.bnc, 3 stream(s)
 14-11-18 00:00:03 Precise Point Positioning of Epoch 23:50:55.0

```

23:50:55.0 RES G05 P3 0.2531
23:50:55.0 RES G18 P3 0.1947
23:50:55.0 RES G21 P3 0.5422
23:50:55.0 RES G25 P3 -0.3416
23:50:55.0 RES G29 P3 -0.1415
23:50:55.0 RES G31 P3 -0.3747
23:50:55.0 RES G05 L3 -0.0023
23:50:55.0 RES G18 L3 0.0033
23:50:55.0 RES G21 L3 -0.0007
23:50:55.0 RES G25 L3 -0.0035
23:50:55.0 RES G29 L3 0.0039
23:50:55.0 RES G31 L3 -0.0010
23:50:55.0 RES R06 L3 0.0032
23:50:55.0 RES R11 L3 0.0113
23:50:55.0 RES R21 L3 -0.0159
23:50:55.0 RES R22 L3 0.0125
23:50:55.0 RES R23 L3 -0.0111
    
```

**5 SAT
GLONASS**

14-11-18 00:00:00 Configuration read: C:\BNC\MZAC - IGS02.bnc, 3 stream(s)
 14-11-18 00:00:01 Precise Point Positioning of Epoch 23:50:55.0

```

23:50:55.0 RES G05 P3 0.2768
23:50:55.0 RES G18 P3 0.2344
23:50:55.0 RES G21 P3 0.6126
23:50:55.0 RES G25 P3 -0.4045
23:50:55.0 RES G29 P3 -0.1413
23:50:55.0 RES G31 P3 -0.4294
23:50:55.0 RES G05 L3 -0.0056
23:50:55.0 RES G18 L3 0.0121
23:50:55.0 RES G21 L3 0.0061
23:50:55.0 RES G25 L3 -0.0139
0 RES G29 L3 0.0099
0 RES G31 L3 -0.0086
    
```

6 SAT GPS

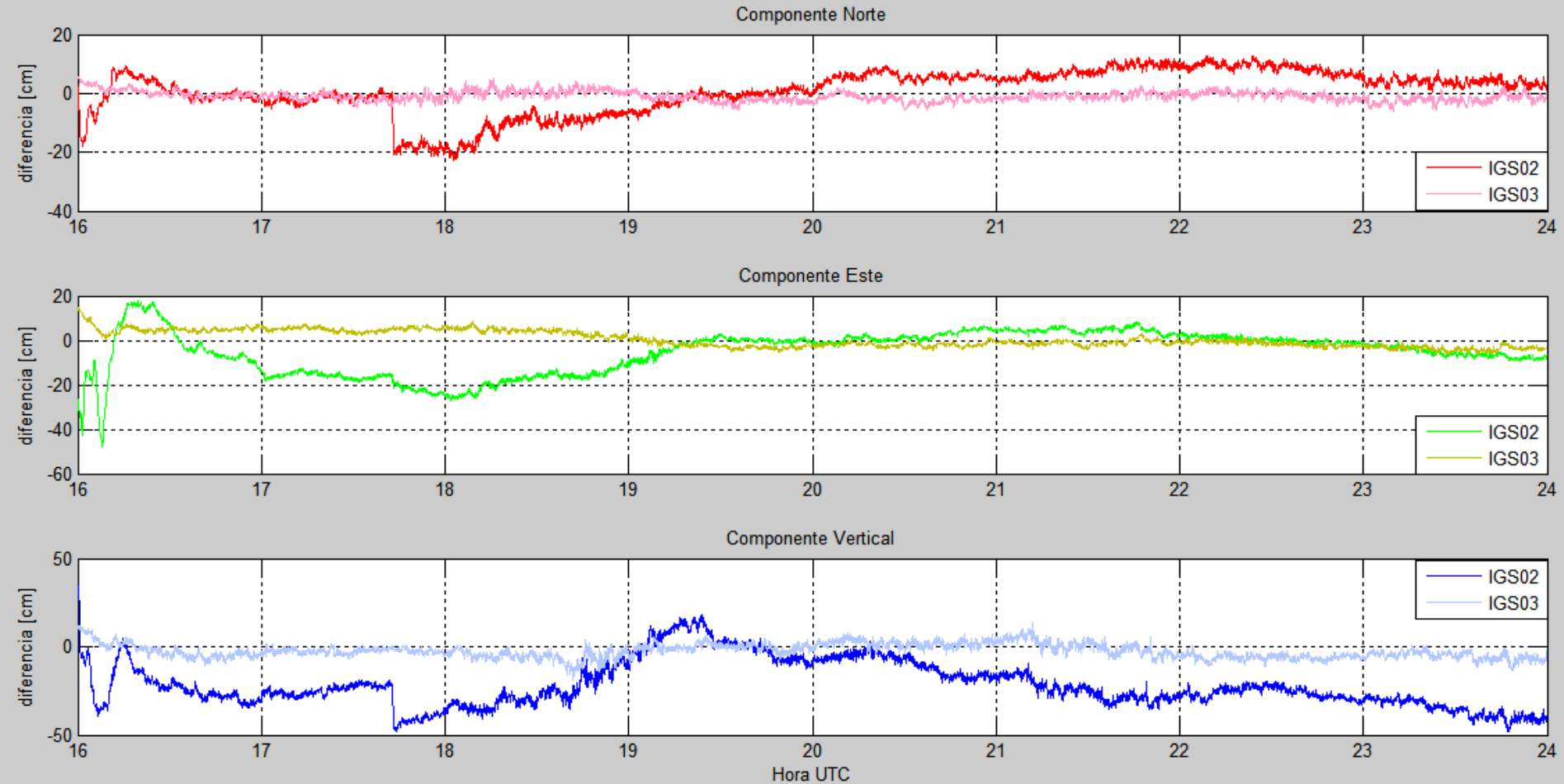
```

clk = -0.842 +- 0.042
trp = 2.125 +0.075 +- 0.000
offGlo = 0.372 +- 7.635
amb G29 = -1.667 +- 0.030 nEpo
amb G25 = -8.236 +- 0.030 nEpo
amb G31 = 5.153 +- 0.030 nEpo
amb R22 = -33.226 +- 7.635 nEpo
amb R11 = -30.618 +- 7.635 nEpo
amb G05 = 2.718 +- 0.030 nEpo
amb G21 = -2.886 +- 0.030 nEpo
amb R21 = -25.763 +- 7.635 nEpo
amb R23 = -28.621 +- 7.635 nEpo
amb R06 = -32.756 +- 7.635 nEpo
amb G18 = 5.462 +- 0.030 nEpo

---- = -0.729 +- 0.042
trp = 2.125 +0.067 +- 0.000
offGlo = 0.000 +- 1000.000
amb G25 = -8.310 +- 0.029 nEpo = 17119
amb G29 = -1.656 +- 0.029 nEpo = 15901
amb G31 = 4.805 +- 0.029 nEpo = 9701
amb G21 = -2.935 +- 0.029 nEpo = 6499
amb G05 = 2.901 +- 0.029 nEpo = 4442
amb G18 = 5.281 +- 0.029 nEpo = 1317
    
```

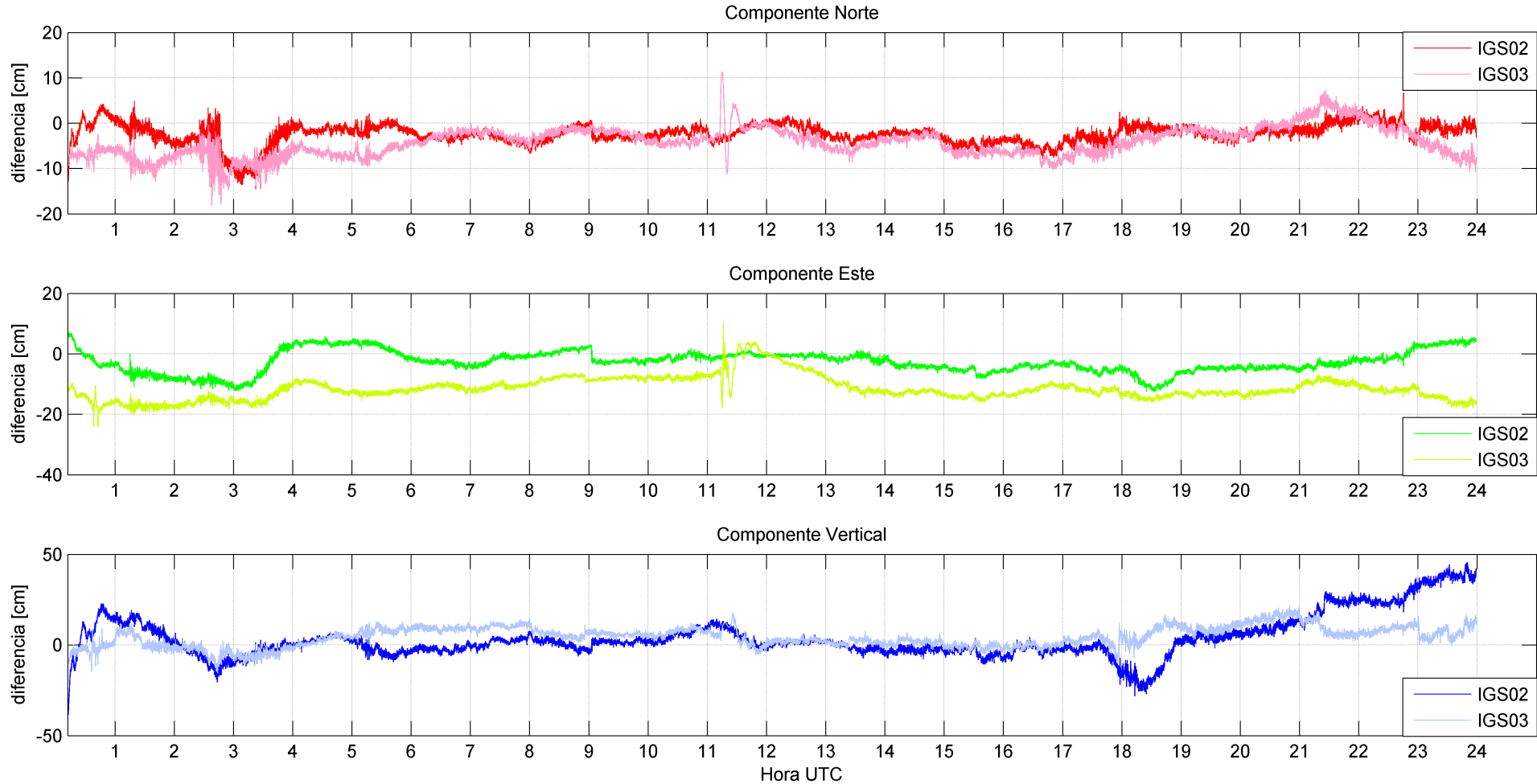
14-11-18 00:00:01 MZAC-v3.0 PPP 23:50:55.0 6 1932262.749 +- 0.029
 -5001226.722 +- 0.033 -3444667.865 +- 0.024
 = 3048

14-11-18 00:00:03 MZAC-v3.0 PPP 23:50:55.0 11 1932262.613 +- 0.028
 -5001226.588 +- 0.033 -3444667.786 +- 0.024



Estación: MZGA (GPS+GLONASS)

Se observa una leve mejoría con la corrección IGS03 (GPS+GLONASS).



Estación: MZAC (GPS+GLONASS)

Se observa una leve mejoría con la corrección IGS02 (solo GPS).

- El método PPP-RTK es una alternativa válida para el posicionamiento preciso en tiempo real, logrando exactitudes cercanas a **10cm** en modalidad estático.
- La precisión de la técnica permite ser utilizada como herramienta para el **monitoreo de estaciones GNSS en tiempo real**, y mediante un análisis de residuos pueden emplearse para estudios geodinámicos.
- El posicionamiento obtenido mediante la técnica PPP se encuentra vinculado al **marco de referencia** de las efemérides y correcciones utilizadas.
- En el **caster SIRGAS-RT** se encuentran diferentes correcciones para marcos regionales (SIRGAS95 y SIRGAS2000).

- No se observan grandes diferencias en la posición al utilizar correcciones IGS02 o IGS03, pero se recomienda utilizar **IGS03** cuando la estación es GPS+GLONASS ya que el cálculo PPP incluye a todos los satélites, mejorando la geometría y dando redundancia al cálculo.
- Si un usuario necesita obtener las coordenadas en un marco de referencia antiguo, lo ideal es realizar el PPP en el marco de las órbitas y luego **transformar las coordenadas** resultantes al marco y la época deseada.
- Con la infraestructura actual de estaciones GNSS en Tiempo Real, se podrían realizar numerosas actividades de **análisis e investigación**: estimación de retardo troposférico, cálculo de correcciones de reloj y órbitas, soluciones en red para estimación de errores atmosféricos, etc.
 - *Taller SIRGAS-RT en Montevideo, agosto 2015.*



MUCHAS GRACIAS!!!

Fernanda Camisay - fernandacamisay@gmail.com

Gustavo Noguera - noguera@fceia.unr.edu.ar

[Ricardo Yelicich](mailto:ryelicich@fing.edu.uy) - ryelicich@fing.edu.uy

Simposio SIRGAS 2014, Noviembre 2014, La Paz, Bolivia.