
Aplicación web para Georreferenciación utilizando servicios de posicionamiento en línea y su aplicación en Agrimensura, avances en las estrategias de cálculo

Gustavo Noguera y Santiago Pestarini

Grupo de Geodesia Satelital de Rosario
Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura
Universidad Nacional de Rosario

Simposio SIRGAS 2017

27 al 30 de noviembre - Mendoza, Argentina

Motivación

Entendemos por Georreferenciación a la identificación de todos los puntos mediante coordenadas referidas a un único Sistema de Referencia Mundial

Los servicios de posicionamiento en línea (p.ej. PPP) refieren sus resultados a la época de observación y al mismo marco de referencia utilizado por el IGS para el cálculo de las órbitas de los satélites GNSS*. Por lo tanto son compatibles con este criterio

Desde el punto de vista de SIRGAS "como sistema de referencia se define idéntico al Sistema Internacional de Referencia Terrestre ITRS (International Terrestrial Reference System) y su realización es la densificación regional del marco global de referencia terrestre ITRF (International Terrestrial Reference Frame) en América Latina y El Caribe", es así que también existe compatibilidad entre las coordenadas calculadas y publicadas por SIRGAS, y las obtenidas por los servicios de posicionamiento en línea.

*algunos servicios dan la posibilidad de transformar los resultados y expresarlos en una época y marco diferente al de las observaciones

Desde el punto de vista de los países integrantes
Densificaciones nacionales de SIRGAS (algunos ejemplos):

Argentina - POSGAR07: Posiciones geodésicas argentinas 2007; ITRF2005, epoch 2006.6

Bolivia - MARGEN: Marco Geodésico Nacional; SIRGAS95, epoch 1995.4

Brasil - SIRGAS2000; SIRGAS2000, epoch 2000.4

Chile - SIRGAS-CHILE; SIRGAS2000, epoch 2002.0

Colombia - MAGNA-SIRGAS: Marco geocéntrico nacional de referencia; SIRGAS95, epoch 1995.4

Costa Rica - CR05: Sistema de referencia Costa Rica 2005; ITRF2000, epoch 2005.8

Ecuador - RENAGE: Red Nacional GPS del Ecuador; SIRGAS95, epoch 1995.4

El Salvador - SIRGAS-ES2007: Red geodésica básica nacional de El Salvador; SIRGAS, epoch 2007.8

Guyana Francesa - RGFG: Réseau Géodésique Français de Guyane; ITRF93, epoch 1995.0

México - RGNP: Red geodésica nacional pasiva; ITRF2008, epoch 2010.0

Panamá - Marco Geodésico Nacional; SIRGAS2000, epoch 2000.0

Perú - PERU96: Sistema Geodésico Nacional; SIRGAS95, epoch 1995.4

Uruguay - SIRGAS-ROU98; SIRGAS95, epoch 1995.4

Venezuela - SIRGAS-REGVEN: Red geocéntrica venezolana; SIRGAS95, epoch 1995.4

Esta incompatibilidad afecta a los usuarios (profesionales, ingenieros, agrimensores) que quieren utilizar resultados obtenidos mediante servicios de posicionamiento en línea y tienen que expresarlos en marcos de referencia nacionales.

También afecta de manera directa al posicionamiento en Tiempo Real (*como lo hemos visto en el Taller*)

Sobre el acceso al Marco de Referencia:

Además de las ventajas que significa en la obtención de coordenadas, en la modalidad de trabajo “tiempo real” el marco de referencia va “implícito” en la transmisión, está definido por las coordenadas de la Estación Base/Permanente.

Diferentes M.R. entre países - desafío para SIRGAS

En el GGSR desde hace tiempo venimos estudiando la posibilidad de encontrar una solución para poder aplicar los resultados de los servicios de posicionamiento en línea en las tareas de georreferenciación relacionadas con el ejercicio de la agrimensura.



POSICIONAMIENTO PUNTUAL PRECISO Y SU APLICACIÓN EN AGRIMENSURA

Gustavo Pagani, Gustavo Noguera, Laura Cornaglia, Santiago Pestarini

Grupo de Geodesia Satelital Rosario, Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura, Universidad Nacional de Rosario

La evolución de los sistemas globales de navegación satelital (GNSS), surr terrestre (estaciones permanentes GNSS, Internet, etc.), (ii) la publi (efemérides precisas, correcciones a los relojes de los satélites) y (iii), la r disponible por parte de los usuarios, han dado lugar al desarrollo de nuev entre ellas, el Posicionamiento Puntual Preciso (PPP) (Huerta et al., 2012). La Agrimensura no escapa al avance tecnológico y no se pueden ignor amplían las maneras de llevar a cabo el ejercicio de la profesión. Por lo estudiar un método de posicionamiento con GNSS, muy utilizado en otra: PPP y (ii), analizar su aplicación en Agrimensura.

El método de PPP se refiere a la obtención de las coordenadas precisas c sus observaciones, es decir, sin apelar al posicionamiento diferencial re: debido a la independencia de otro equipo, puede ser visto como una nu (como se conoce en la provincia de Buenos Aires) o, la *Georreferenciaci* Fe).

De acuerdo a los objetivos planteados, en el presente trabajo se desc: analizando sus ventajas, desventajas y limitaciones para luego evaluar su la profesión; proponiéndose una metodología de trabajo para su aplicació Sobre la base de la experimentación realizada en la aplicación del método evaluando las mismas con respecto a los requerimientos exigidos por citadas.

Las coordenadas que se obtienen mediante PPP (empleando servicios de

Modelo y calculadora “en línea” para la corrección por velocidades en la georreferenciación con PPP en Agrimensura

Gustavo Noguera, Santiago Pes

Grupo de Geodesia Satelital Rosario,
Agrimensura, Univer

Empleando el método de pueden lograrse muy buenas precisiones receptor geodésico.

Estas coordenadas que se de cálculo en línea como por ejemplo CSF - Precise Point Positioning), están re Reference Frame (ITRF) y para la época c

Debido a estas caracteristi directamente compatibles con el Marco (razón que se propone un modelo de c partir del movimiento posicional de un con en el sector de estudio que abarca este tr; y la fecha de medición, el modelo determir

Además, con la finalidad c puedan utilizar estos valores de corrección posibilita referir las coordenadas obtenid POSGAR 2007 (Época 2006.632). Esta c: www.fceia.unr.edu.ar/gps/pppca/c/ del siti Rosario.



2º ENCUENTRO NACIONAL DE
INVESTIGADORES DE AGRIMENSURA

2 y 3 de junio de 2016. Santa Fe, Argentina

AAGG2017



XXVII REUNIÓN CIENTÍFICA
DE LA ASOCIACIÓN ARGENTINA
DE GEOFÍSICOS Y GEODESTAS



Facultad de Ciencias
Astronómicas
y Geofísicas
UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PLATA



UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE LA PLATA



GO04: Aplicación web para Georreferenciación utilizando servicios de posicionamiento en línea y su aplicación en la Agrimensura

S. Pestarini¹ y G. Noguera¹

¹ Grupo de Geodesia Satelital de Rosario, Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura, Universidad Nacional de Rosario.

santiago@pestarini.com.ar , noguera@fceia.unr.edu.ar

En este trabajo se estudian los servicios de posicionamiento en línea y se toman como primer paso del postproceso de observaciones. Sus resultados, un juego de coordenadas expresadas en el marco ITRF08 para la época de las observaciones procesadas, son los valores de ingreso para una aplicación web, llamada “Calculadora ITRF08 - POSGAR07”, que se desarrolla con el fin de referir dichas coordenadas al Marco de Referencia oficial de la Argentina y, en particular, de la provincia de Santa Fe: POSGAR07, época 2006.632.

Se describen las operaciones que la mencionada aplicación web realiza sobre las coordenadas ITRF08 para transformarlas a POSGAR07, que se apoyan en los modelos de velocidades publicados por SIRGAS (VEMOS2009 y VEMOS2015) y los valores de los desplazamientos ocasionados por dos eventos especiales: el terremoto ocurrido la madrugada del 27 de febrero de 2010, con epicentro en el mar chileno a 150 km de Concepción; y otro de mucha menor envergadura, como fue el cambio de marco de referencia en el cual se expresan las coordenadas calculadas por SIRGAS.

Trabajo final carrera de grado de Santiago Pestarini

Caso de estudio: situación en Argentina, mensuras rurales, desarrollo aplicación web

Georreferenciar en Argentina: POSGAR07



Georreferenciar en nuestro país es dar las coordenadas POSGAR07 de un objeto.

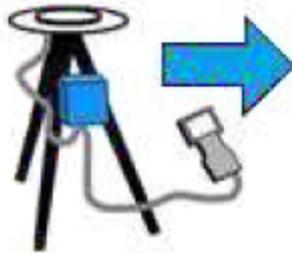
POSGAR07 es nuestro Marco de Referencia oficial.

Basado en ITRF05 y definido para la época 2006,632.

Servicios de Posicionamiento en línea

Procesamiento de datos GNSS
a través de internet.

**Collect raw
GNSS data**



**Submit online
(RINEX format)**



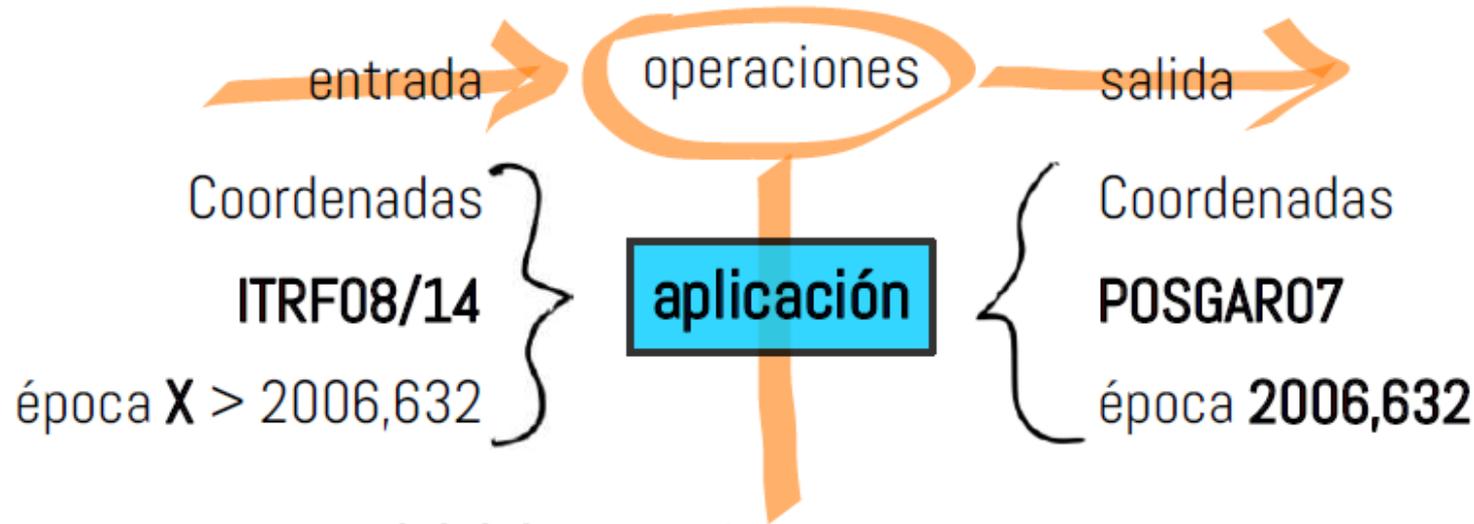
Email return

Procesan **archivos RINEX** y devuelven coordenadas **ITRF08 o 14** para la época de observación.

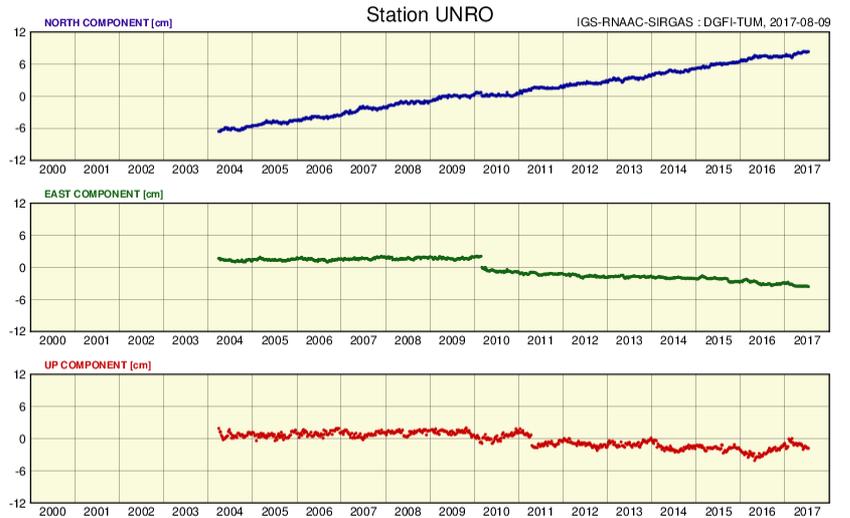
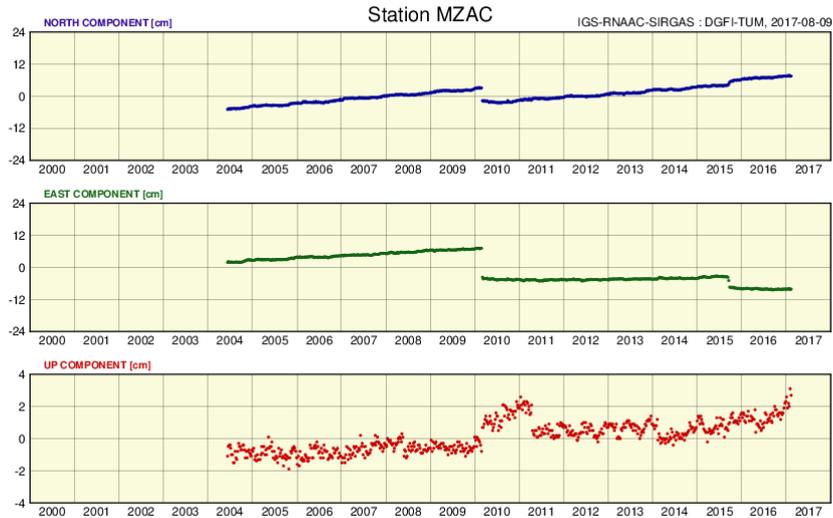
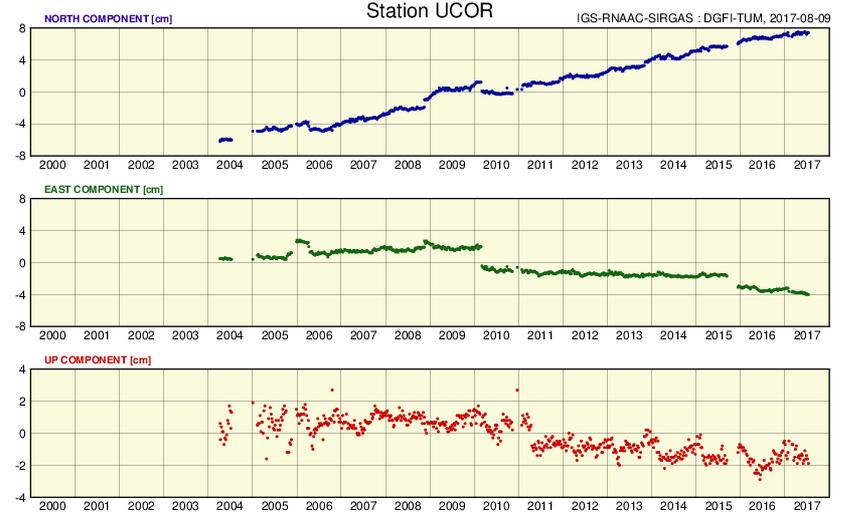
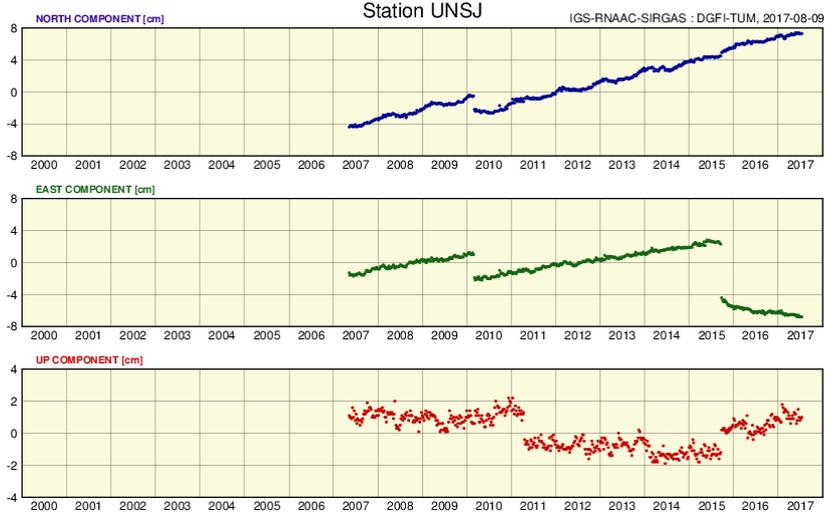


9

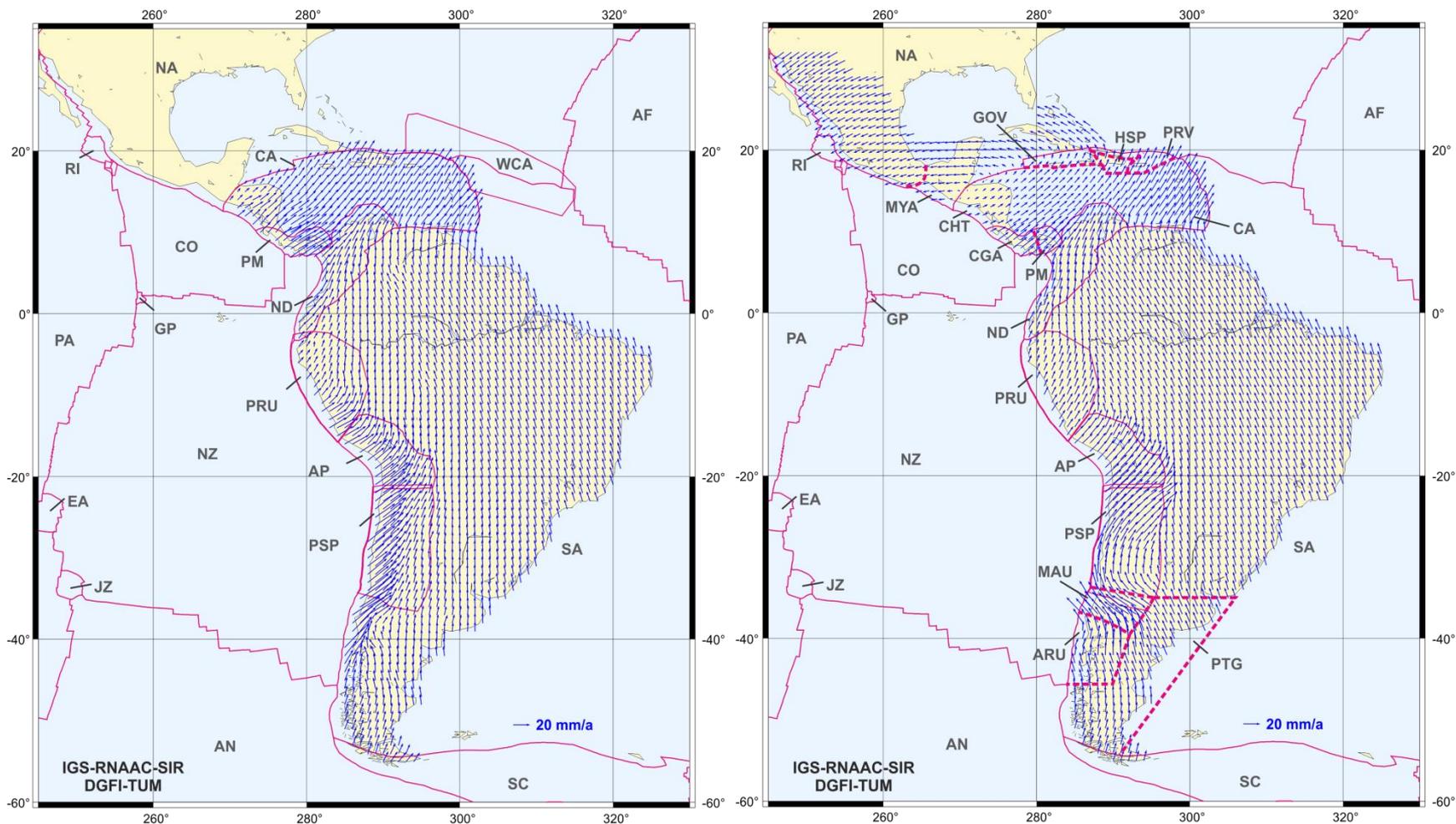
¿qué transformaciones debemos hacer?



- deriva continental (VMS2009, VMS2015)
- saltos por sismos (Chile, feb2010, sep2015)
- cambios de MR (abr2011, feb2017)

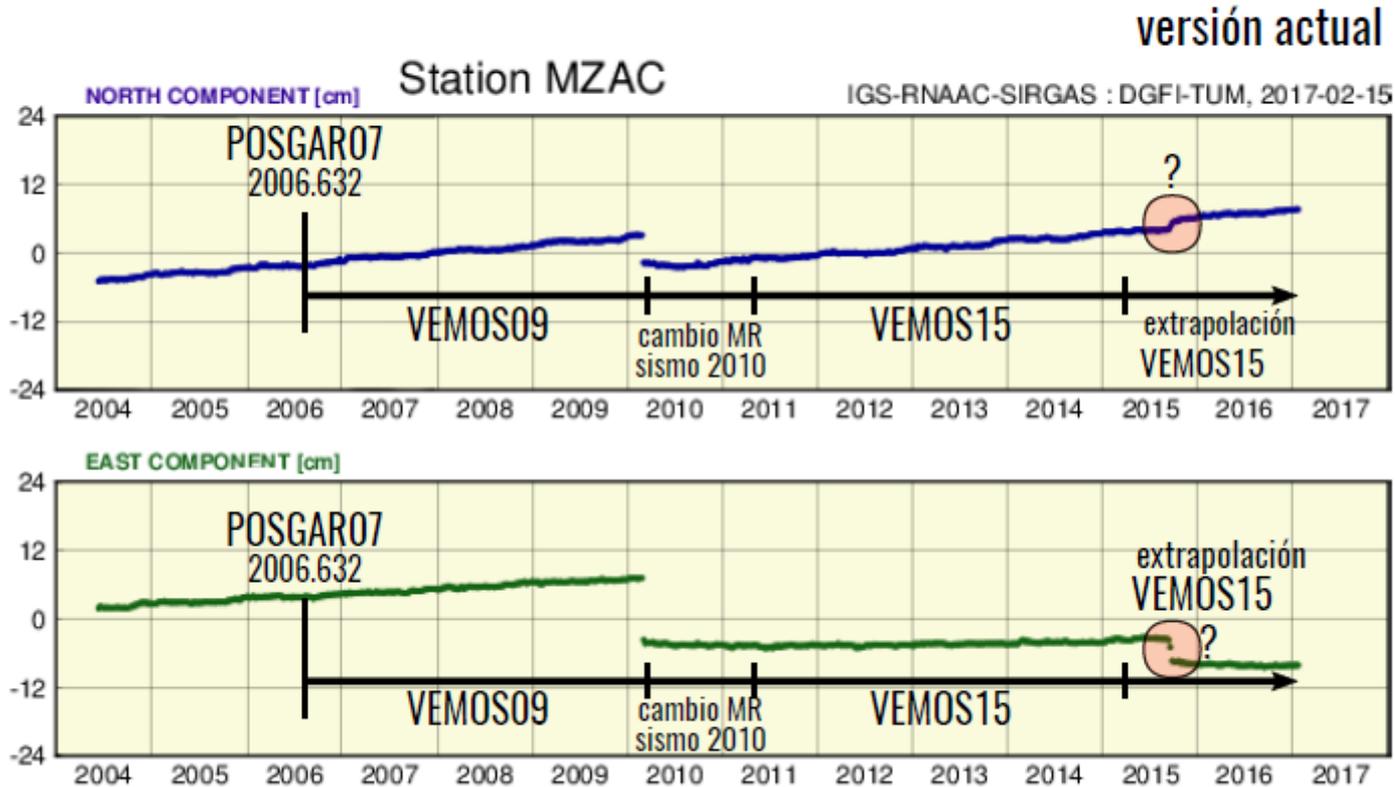


GGSR – Grupo de Geodesia Satelital de Rosario

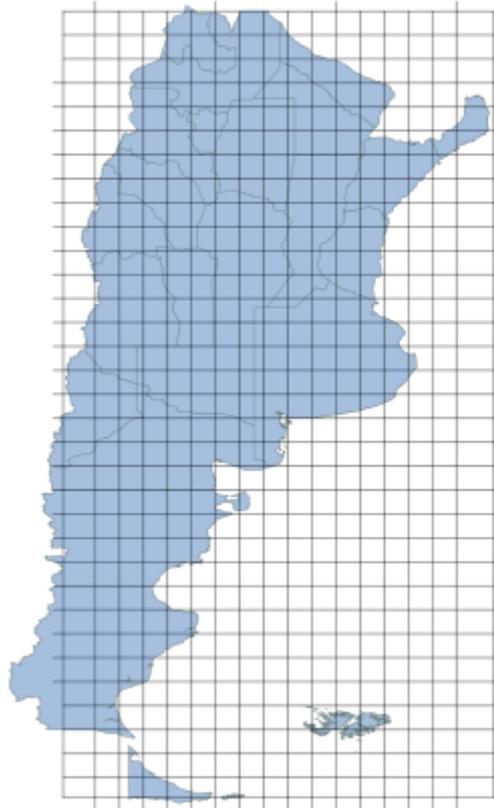


Modelos VEMOS2009 (Drewes H., Heidbach O., 2012) y VEMOS2015 (Sánchez L., Drewes H., 2016).

Qué "correcciones" aplica la Calculadora



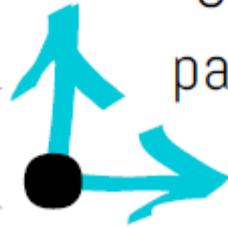
Cómo aplica las "correcciones"



Seguimos el concepto de grilla de interpolación que sugiere VEMOS...

Evento → grilla de $1^{\circ} \times 1^{\circ}$

Cada celda contiene una "corrección" para cada componente (Este y Norte).



GGSR Calculadora ITRF → POSGAR | Home | Sistema de Referencia Geoc |

www.fceia.unr.edu.ar/gps/calc/

GGSR Proyectos Cursos Extensión Publicaciones Software Historia Contacto Código fuente

Calculadora ITRF → POSGAR

Última actualización hace 8 meses

IMPORTANTE: Esta aplicación es compatible con los servicios de post-proceso online cuyos resultados se expresan en el marco **ITRF**. Por ejemplo: servicios de *posicionamiento diferencial* (**OPUS, AUSPOS, SCOUT, CenterPoint TRX**) o servicios de *posicionamiento puntual preciso* (**CSRS-PPP, APPS, GAPS, IBGE-PPP, magicGNSS**).

Calculadora ITRF → POSGAR – versión 1.1

Ingrese las coordenadas ITRF y la época de medición

Latitud, Longitud: -32.95935293113832, -60.62842521633276

Fecha de medición: 10 / 11 / 2017

Restablecer

Corregir



Detalle de procesamiento

Latitud y Longitud ITRF08:

GGSR Calculadora ITRF – POSGAR | C X Home | Sistema de Referencia Geoc X +

www.fceia.unr.edu.ar/gps/calc/

Detalle de procesamiento

Latitud y Longitud ITRF08:
-32.95935293113832 32°57'33.67055"S
-60.62842521633276 060°37'42.33078"W

Fecha de medición:
2017-11-10 época 2017.860

Tiempo desde época 2011.322:
6.538 años

Arco de Meridiano de 1" para lat=-33:
30.807 m

Arco de Paralelo de 1" para lat=-33:
25.959 m

Componentes Norte y Este de velocidad según VEMOS2015:
0.0115 m/año
-0.0029 m/año

Corrección de Latitud y Longitud según VEMOS2015:
0.00244"
-0.00073"

Latitud y Longitud corregidas a 2011.322:
-32.95935360911064 32°57'33.67299"S
-60.62842501343985 060°37'42.33005"W

Corrección de Latitud y Longitud a 2006.632 según VEMOS2009, sismo 27Feb2010, cambio MR de IGS05 a IGS08:
-0.049702033 m -0.00161"
0.028602032 m 0.00093"

Latitud y Longitud POSGAR07, 2006.632:
-32.95935405726246 32°57'33.67461"S
-60.62842470738262 060°37'42.32895"W

Distancia entre coordenadas ITRF08 y POSGAR07 [m]:
0.134

Azimut de segmento punto ITRF08, punto POSGAR07 [°]:
159.143

Pruebas de exactitud de la calculadora

La siguiente es una lista de Estaciones Permanentes distribuidas en el territorio nacional para las cuales se analizaron las diferencia entre sus coordenadas POSGAR 2017 oficiales y sus coordenadas semanales ITRF calculadas por SIRGAS y **corregidas con la calculadora**.

Producto de este análisis se generaron gráficas que reflejan cómo evoluciona esa diferencia y que valores de desvío estándar (σ) se obtienen a partir de ellas, para finalmente elaborar una especie de parámetro de confianza en las inmediaciones de cada EP, caracterizado por una elipse cuyos ejes toman el valor de 3σ .

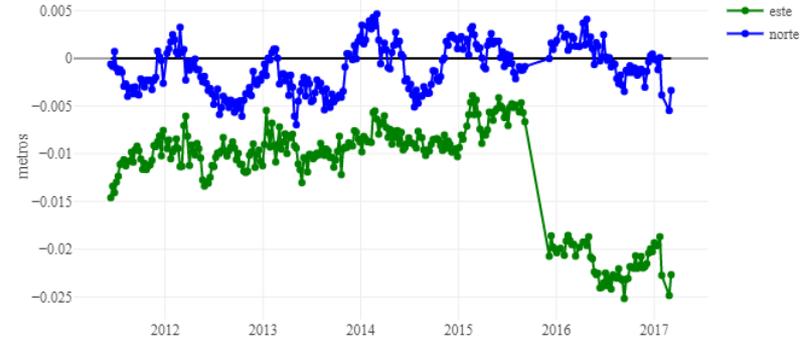
Listado de Estaciones Permanentes (EP) procesadas:

EP id	Exactitud media [cm]			Precisión 3σ [cm]		Gráficas	
	e	n	módulo	e	n	evolución	elipse
ABRA	-9.3	0.4	9.3	0.4	1.9		
ALUM	0.3	-0.5	0.6	1.2	1.2		
AUTF	-0.6	1.0	1.2	1.0	2.4		
AZUL	-0.4	0.6	0.7	1.2	0.7		
BCAR	-0.4	-0.5	0.6	0.9	1.0		
CATA	0.4	-0.9	1.0	1.3	1.6		
CHAC	-0.9	0.5	1.0	0.9	0.9		
CORD	-0.4	-0.7	0.8	0.7	2.4		
CSLO	-0.6	1.8	1.9	3.4	16.3		
EBYP	-0.3	-0.4	0.5	1.1	0.5		
ESQU	-0.6	0.3	0.7	1.7	1.7		
GUAY	-0.9	0.3	0.9	1.2	0.9		
IGM1	-0.2	0.2	0.3	0.8	0.5		
JBAL	1.4	-0.1	1.4	1.1	1.6		
LHCL	-1.8	0.3	1.8	1.1	1.2		
LPGS	-0.1	0.6	0.6	1.1	0.6		
MA01	-1.3	0.2	1.3	1.0	1.5		
MECO	-0.7	0.1	0.7	1.2	0.4		
MGUE	-0.9	17.2	17.2	2.5	1.2		
MPL2	-0.3	0.3	0.4	1.0	1.7		
MZAC	-0.9	1.0	1.3	2.4	8.0		
MZAE	-5.9	-1.3	6.0	1.4	6.3		

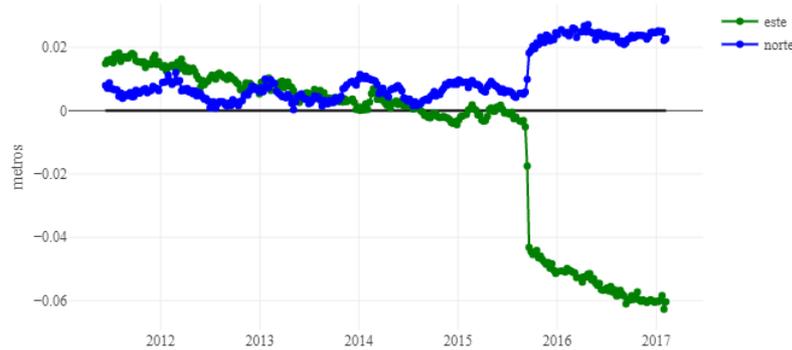
CATA: diferencias entre coordenadas oficiales y "corregidas"



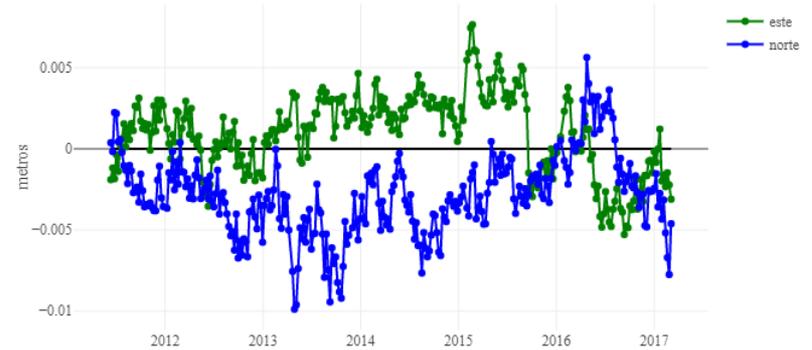
UCOR: diferencias entre coordenadas oficiales y "corregidas"



MZAC: diferencias entre coordenadas oficiales y "corregidas"

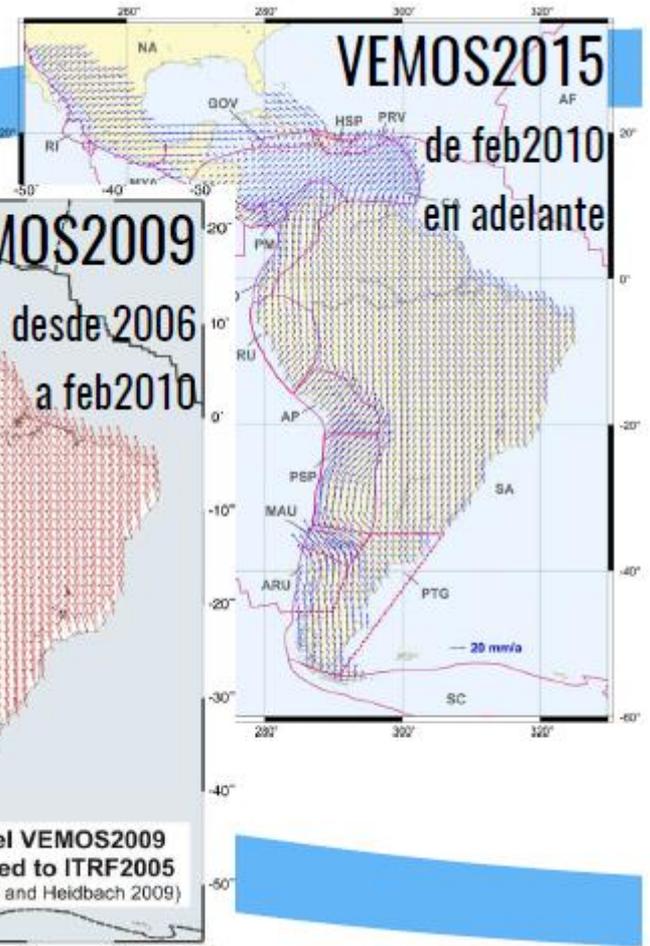
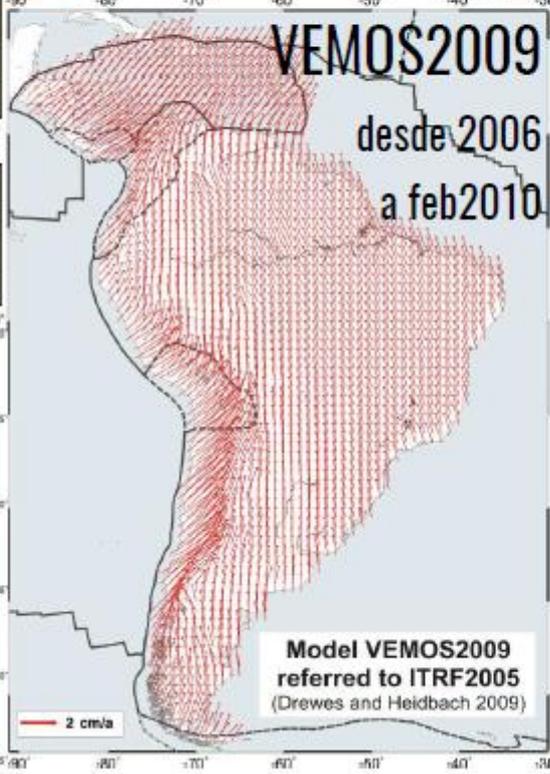
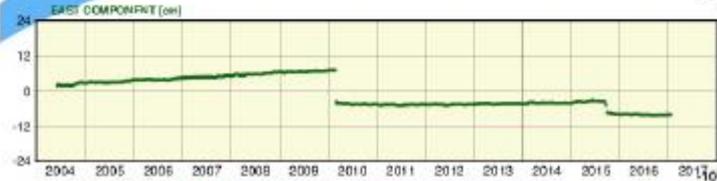


UNRO: diferencias entre coordenadas oficiales y "corregidas"



10

Teniendo esto... ¿cómo seguimos?



Differential station coordinate changes (velocities) versus coordinate differences for interpolating or extrapolating surface point motions

Hermann Drewes

International Association of Geodesy (IAG)
- Secretary General -
Deutsches Geodätisches Forschungsinstitut
Technische Universität München (DGFI-TUM)

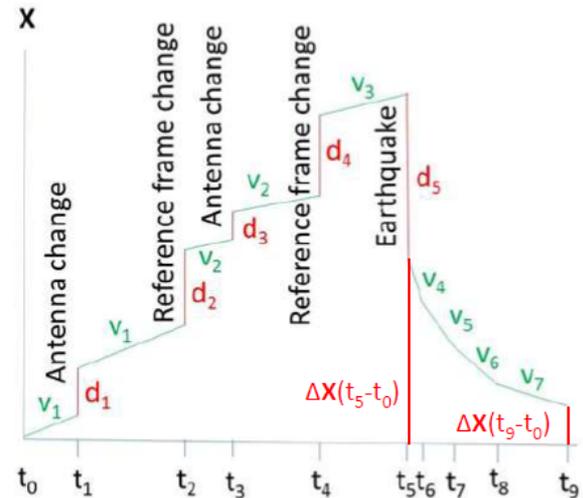


SIRGAS Symposium 2016, Quito, Ecuador, 16-18 November

Alternative approach to varying velocities

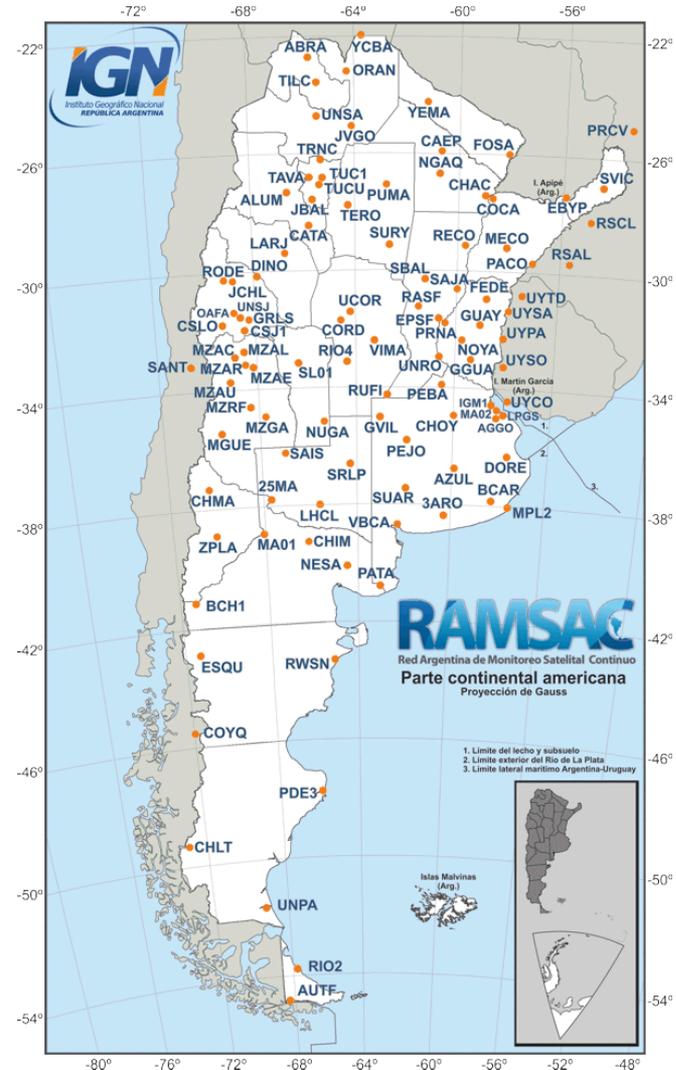
Instead of extrapolating the station coordinates stepwise over all the periods, one could use the differences of epoch solutions (e.g. weekly):

$$\Delta X = X(t_i) - X(t_0)$$



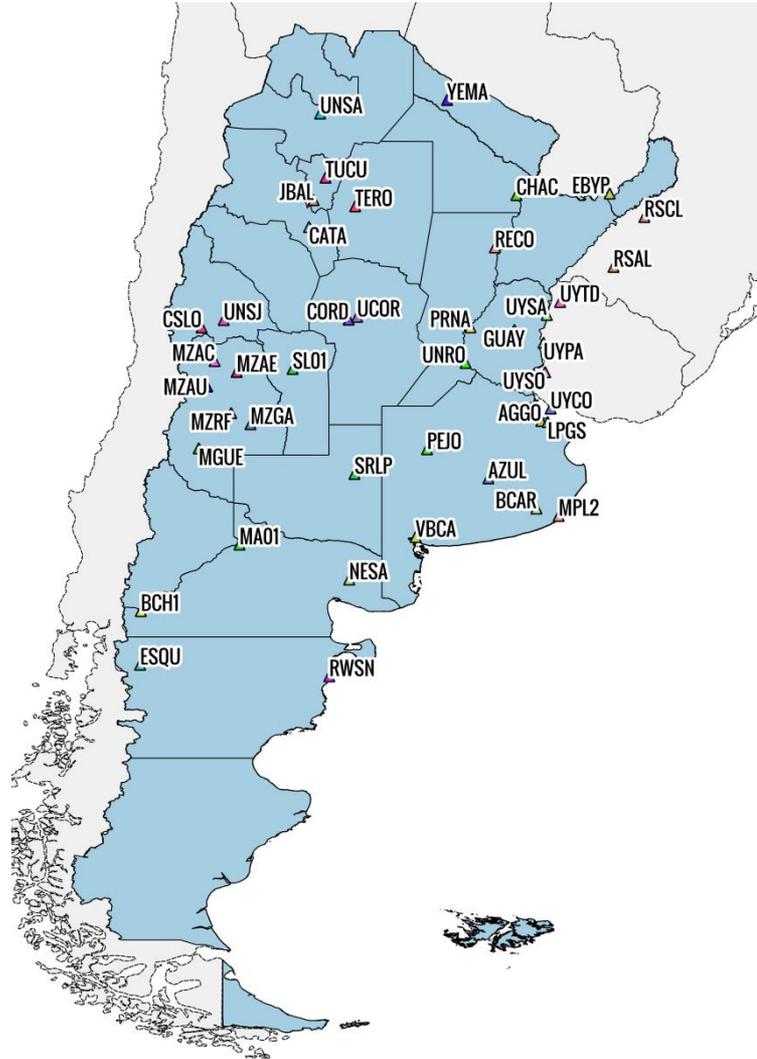
The differences include all the effects: changes of velocities and reference frame, seismic discontinuities, and all type of other non-linear motions.

For new stations one has to interpolate discontinuities ΔX between the geographical positions instead of velocities and their extrapolation.

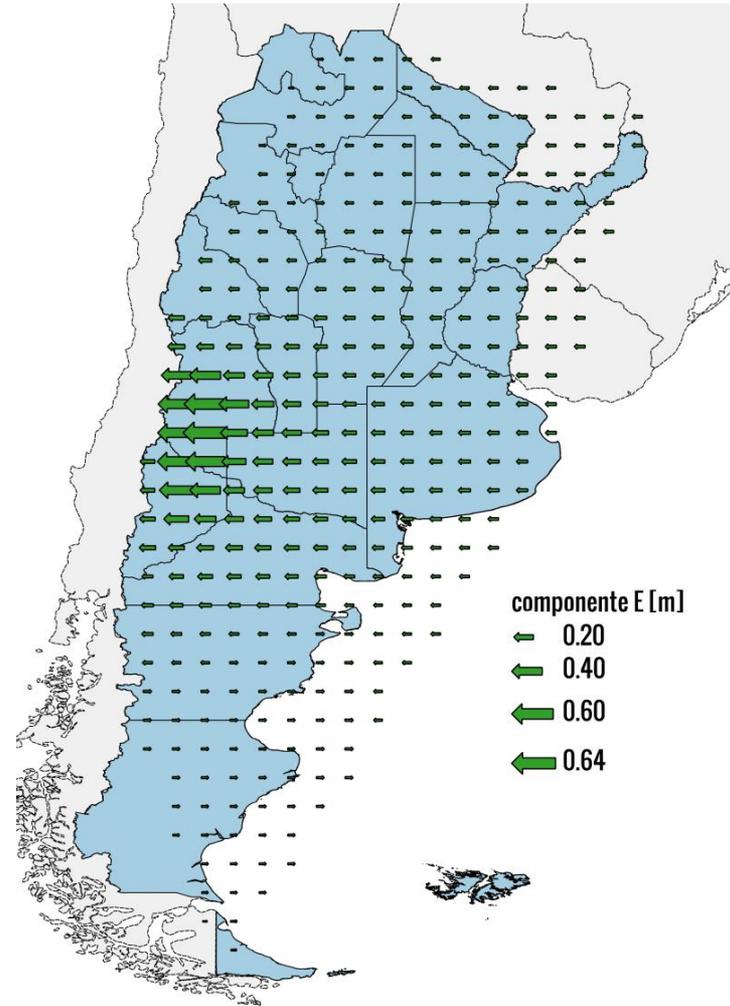
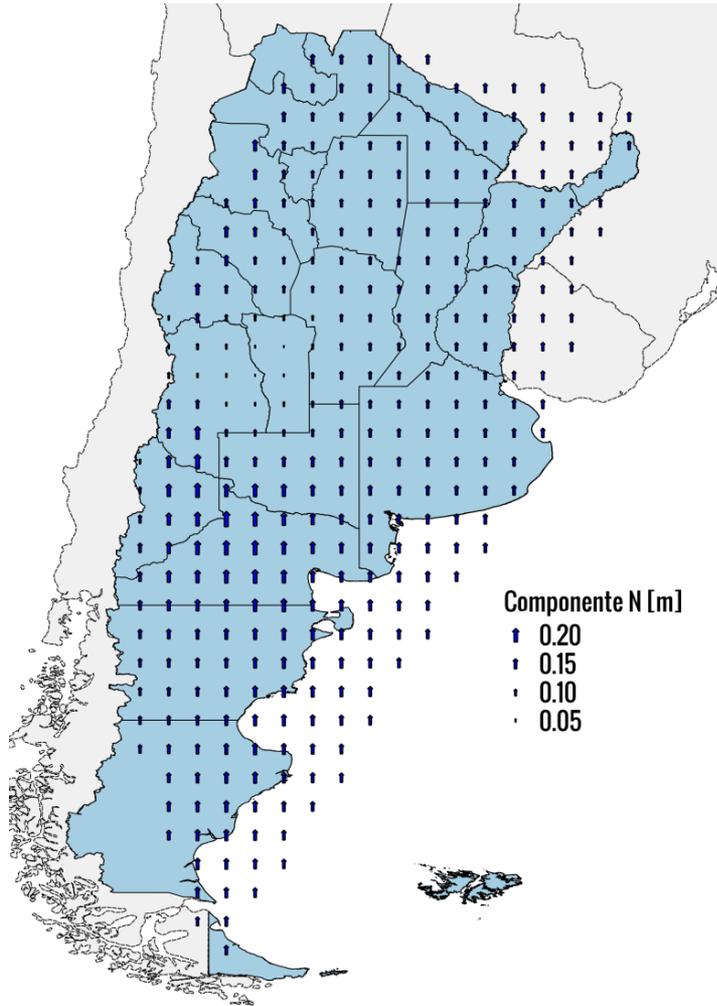


Estaciones comunes entre
soluciones semanales de
SIRGAS-CON y RAMSAC

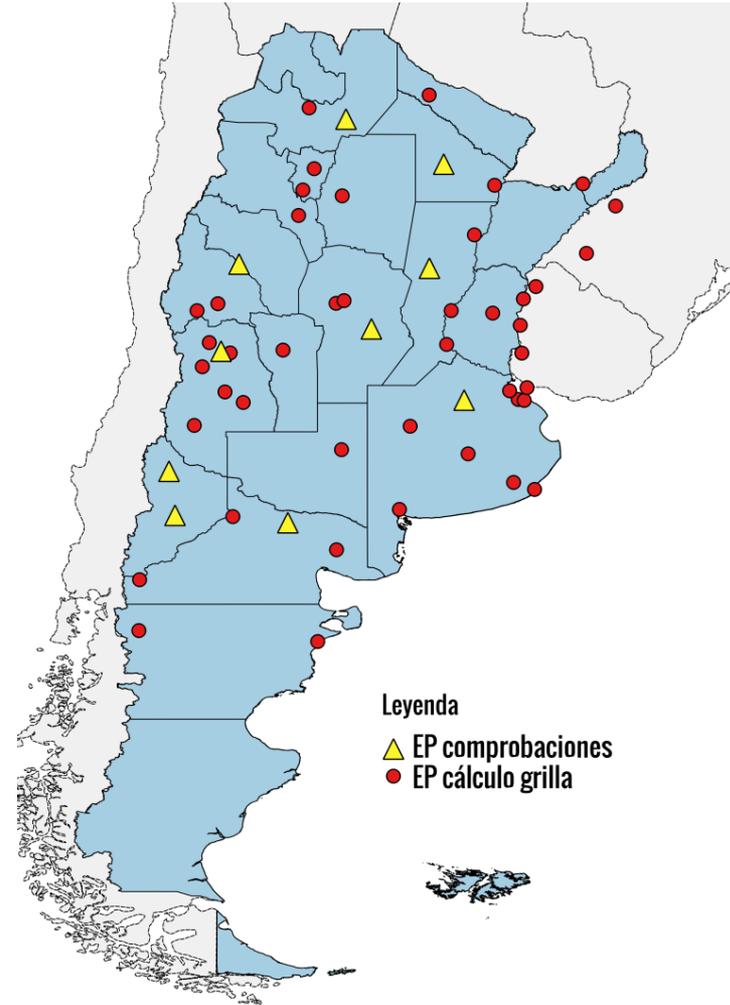
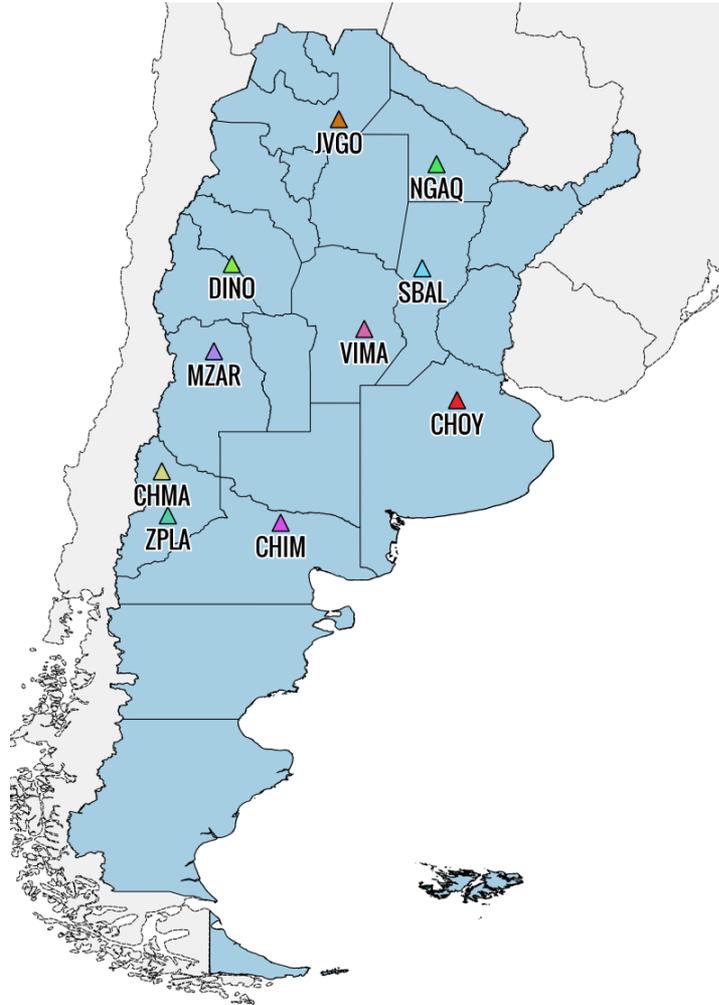
Ejemplo
para el cálculo de la grilla
de $1^{\circ} \times 1^{\circ}$ en la semana
1965 (2017-09-06)
45 estaciones comunes



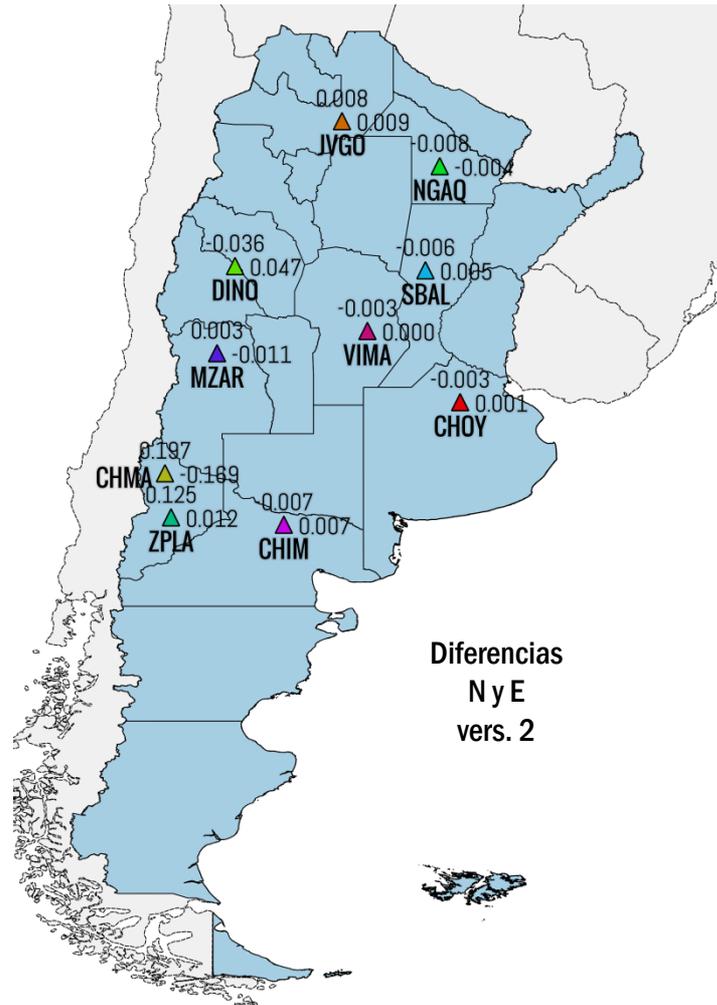
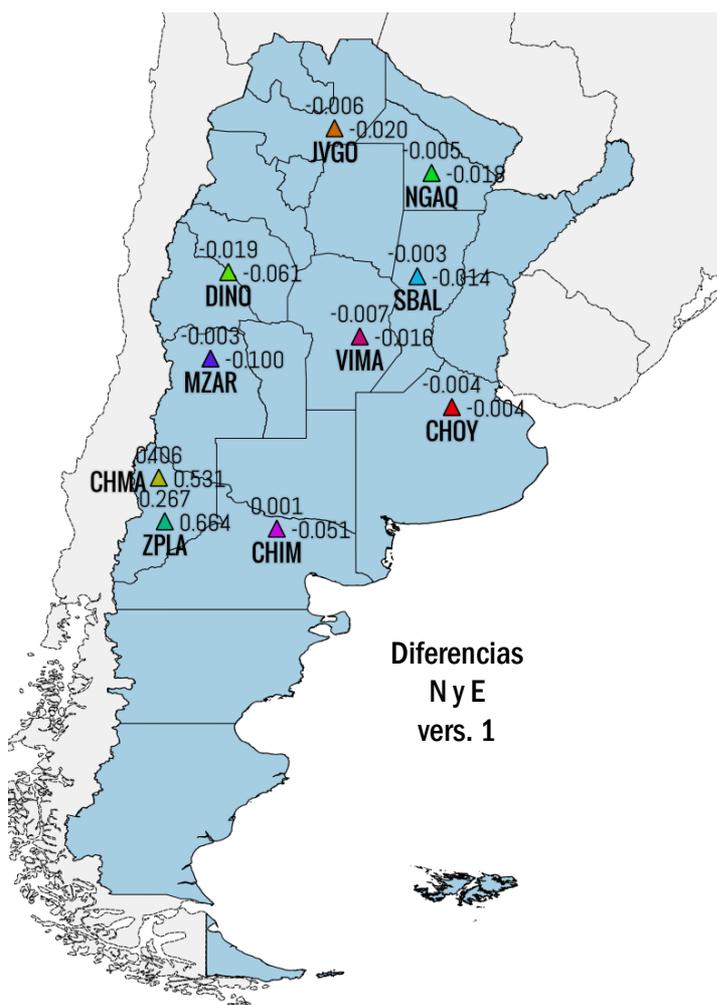
Correcciones a aplicar para ir desde semana 1965 a POSGAR07:



Comprobaciones con estaciones que NO participan en el cálculo de la grilla, 10 estaciones durante 10 meses 2017:



Resultados de las comprobaciones con la calculadora vers. 1 y vers. 2:



Conclusiones

Si bien desde SIRGAS se propicia adoptar un M.R. único, podemos decir que en el caso estudiado:

- El nuevo método de cálculo es mas simple de aplicar y se obtienen mejores resultados respecto del anterior
- Es posible usar la grilla intermedia de $1^{\circ} \times 1^{\circ}$ y luego interpolar en ella, con la densidad de estaciones utilizada
- Su aplicación es válida en gran parte de nuestro país (dependiendo de la exactitud requerida)
- Sería aplicable en otros países que cuenten con otro marco/época de referencia
- En países/zonas con mayor densidad de estaciones podría reducirse el tamaño de la grilla o bien interpolar directamente entre las estaciones, sin la grilla intermedia

Trabajo a futuro

- Automatizar la lectura del archivo de salida de CSRS-PPP
- Estudiar la posibilidad de extender a otros países

Agradecimientos

- a mis compañeros del GGSR
- a SIRGAS y al IGN-Ar

Mas información en la página del GGSR
<http://www.fceia.unr.edu.ar/gps>

¡Muchas gracias!

