

# Integración de la red geodésica argentina en SIRGAS

*Rubén Rodríguez y Claudio Brunini*  
*Argentina*

*Representantes Nacionales ante el Comité Ejecutivo del Proyecto SIRGAS*

## Resumen

A fines de 1998 se finalizaron las tareas que dieron lugar a la integración de la red geodésica nacional argentina POSGAR dentro del marco de referencia SIRGAS. Las mismas se realizaron siguiendo las recomendaciones impartidas en 1996 por el Grupo de Trabajo II del proyecto SIRGAS. El presente informe resume las tareas desarrolladas y los resultados alcanzados y brinda un breve panorama de las perspectivas futuras.

## Introducción

Hasta 1995 el sistema geodésico argentino fue Campo Inchauspe 69, materializado por una red de aproximadamente 18.000 puntos cuyas coordenadas planimétricas se habían establecido usando técnicas clásicas de triangulación y trilateración a partir del datum astrogeodésico Campo Inchauspe.

En 1995 un nuevo marco de referencia, conocido como POSGAR 94 (Posiciones Geodésicas Argentinas), se hizo accesible a los usuarios. Este nuevo marco estaba materializado por 127 puntos con coordenadas tridimensionales en el sistema WGS84 establecidas mediante mediciones GPS.

En 1998 finalizaron las tareas que dieron lugar a la integración de POSGAR 94 dentro de SIRGAS 95 y, por su intermedio, dentro de ITRF 94. Dichas tareas se ejecutaron siguiendo los lineamientos generales elaborados por el Grupo de Trabajo II del proyecto SIRGAS durante la reunión de Santiago de Chile, en 1996, y distribuidas por el Comité Ejecutivo a los países miembros del proyecto. El nuevo marco de referencia fue denominado POSGAR 98. Está constituido por 136 puntos (109 comunes con POSGAR 94), con coordenadas tridimensionales en el sistema ITRF94 (SIRGAS).

La tabla siguiente resume las observaciones GPS utilizadas en el cálculo de POSGAR 94. Las mismas fueron ejecutadas principalmente por el Instituto Geográfico Militar (IGM) con la cooperación de otras instituciones. Se utilizaron receptores Trimble 4000 SST y Topcon GPRD1.

Campaña	Fecha	Cantidad de Receptores	Duración de las sesiones
POSGAR 93	FEB-ABR 1993	6	6 hs
CAP 93	FEB-MAR 1993	variable	22 hs
POSGAR 94	MAR-MAY 1994	3	6 hs

El cálculo fue realizado en la Universidad Nacional de La Plata (UNLP). Se calculó primero un total de 660 líneas de base utilizando el software comercial GPPS (Ashtech). En todos los casos se adoptó la solución de dobles diferencias flotantes para la combinación corregida de ionosfera. Se realizó luego un ajuste por mínimos cuadrados, según el método de variación de coordenadas, de las 660 líneas de base tomadas como pseudo observaciones pesadas pero no correlacionadas. En este ajuste se definió el marco de referencia WGS84 a través de 20 puntos de control cuyas coordenadas fueron introducidas en la compensación con errores a priori de 3 centímetros en las tres componentes.



Las principales características del cálculo fueron las siguientes:

- sistema: ITRF94 definido a través de las coordenadas de control de once puntos SIRGAS (diez en Argentina y uno en Chile);
- época de las coordenadas : 1995.4;
- transformación de épocas: modelo NNR Nuvel 1, salvo para la estación SANT donde se usaron las velocidades de ITRF94;
- software: Bernese V3.5;
- observable: dobles diferencias libres de ionosfera;
- estimación de ambigüedades: flotantes;
- efemérides: CODE para las campañas 1993 y 1994 y combinadas IGS para las campañas posteriores a 1995;
- máscara de elevación: 15°;
- corrección troposférica: modelo de Saastamoinen con datos meteorológicos estándares y estimación de correcciones a los retardos cenitales para cada estación cada 5 hs;
- variación de los centros de fase de las antenas: modelo IGS.

## Evaluación de la exactitud de las coordenadas POSGAR 98

Una primera evaluación de la calidad de los resultados se obtuvo a través de los residuos de una transformación de similaridad de 7 parámetros entre una solución libre (solución en la que no se ingresaron coordenadas de control) y SIRGAS. La tabla siguiente muestra dichos residuos, cuyo error cuadrático medio (RMS) resultó ser  $\pm 0.0145$  m para la latitud,  $\pm 0.0265$  m para la longitud y  $\pm 0.0273$  m para la altura.

Punto	Latitud	Longitud	Altura
BSON	-0.0113	-0.0333	0.0102
LOTE	-0.0178	-0.0169	0.0398
MORR	-0.0202	0.0158	0.0085
UPSA	0.0098	0.0009	-0.0096
RBLS	-0.0022	0.0099	-0.0223
LMAS	0.0140	0.0326	-0.0210
SANA	0.0067	-0.0081	0.0356
IGM0	0.0154	-0.0002	-0.0453
L10B	-0.0029	-0.0356	-0.0248
EARG	0.0253	0.0494	-0.0085
PRDT	0.0003	-0.0301	0.0374
SANT	-0.0147	0.0155	-0.0002
<b>RMS</b>	<b><math>\pm 0.0145</math></b>	<b><math>\pm 0.0265</math></b>	<b><math>\pm 0.0273</math></b>

Si bien los resultados obtenidos resultaron satisfactorios, se consideró necesario verificar la confiabilidad de las coordenadas de los restantes puntos de la red mediante algún control independiente. Esta necesidad surgió como consecuencia del bajo nivel de re-ocupación de los puntos de la red (45 puntos ocupados solamente una vez), a raíz de lo cual se consideró que no era lícito extrapolar a todos los puntos de la red los residuos que se observaban en los puntos SIRGAS.

Para realizar este control se utilizaron cuatro redes GPS de alta precisión todas ellas medidas independientemente de POSGAR 98. Dichas redes tienen diferentes extensiones y abarcan distintas regiones del país. Nuevamente se consideraron los residuos de una transformación de similaridad entre cada una de estas redes y POSGAR 98. A efectos de evaluar la mejora lograda en la realización del 98 con respecto a la del 94, se efectuó el mismo análisis para POSGAR 94. La tabla siguiente muestra el error cuadrático medio (RMS) de los residuos de la transformación de similaridad entre cada una de las cuatro redes consideradas y los marcos POSGAR 94 y 98. En todos los casos, para POSGAR 98, el RMS de los residuos se mantienen por debajo de cinco centímetros. Cuando se considera POSGAR 94

la situación desmejora hasta cinco veces, aproximadamente, para las componentes horizontales, y hasta casi veinte veces para la vertical.

Red	Cant. Puntos	Parámetros	POSGAR	RMS (m)		
				LAT	LON	ALT
CAP	8	7	94	0.0504	0.0594	0.0954
			98	0.0113	0.0177	0.0249
			P94/P98	4.5	3.4	3.8
PASMA	19	7	94	0.054	0.0839	0.1681
			98	0.0205	0.0387	0.0437
			P94/P98	2.6	2.2	3.8
Neuquén	5	3	94	0.0083	0.0328	0.157
			98	0.0082	0.0392	0.0084
			P94/P98	1.0	0.8	18.7
SIRGAS	11	7	94	0.0745	0.1265	0.2679
			98	0.0176	0.0277	0.0274
			P94/P98	4.2	4.6	9.8

## Oficialización de la red

A comienzos de 1997 el Instituto Geográfico Militar adoptó oficialmente al marco POSGAR 94 como "marco de referencia geodésico nacional". No existe aún consenso para modificar esta resolución y adoptar oficialmente el marco POSGAR 98, aunque existen recomendaciones para que este sea usado toda vez que se requiera control geodésico de alta precisión, particularmente cuando este involucra la componente vertical de la coordenada.

## Conclusión y tareas futuras

POSGAR 98 densifica el marco de referencia SIRGAS 95 a través de 126 puntos distribuidos en forma bastante homogénea en la Argentina, siendo la distancia promedio entre pares de puntos de 130 Km. La exactitud de las coordenadas se estima mejor que cinco centímetros para las tres componentes.

Las principales tareas planeadas para el futuro cercano en relación con el tema son: atender al mantenimiento físico y matemático del marco POSGAR 98; integrar dentro del marco de referencia POSGAR 98 numerosas redes provinciales y regionales de calidad muy dispar (¡totalizan aproximadamente 2000 puntos en todo el territorio argentino!); y establecer un marco de referencia basado en estaciones GPS permanentes.

Antes de finalizar los autores desean enfatizar la importancia del proyecto SIRGAS para desarrollar en los países sudamericanos la experiencia necesaria para calcular y mantener un marco de referencia moderno. En Argentina esto se logró gracias a la cooperación del DGFI.