



# Simposio SIRGAS 2014

La Paz, Bolivia. Noviembre 24 - 26, 2014

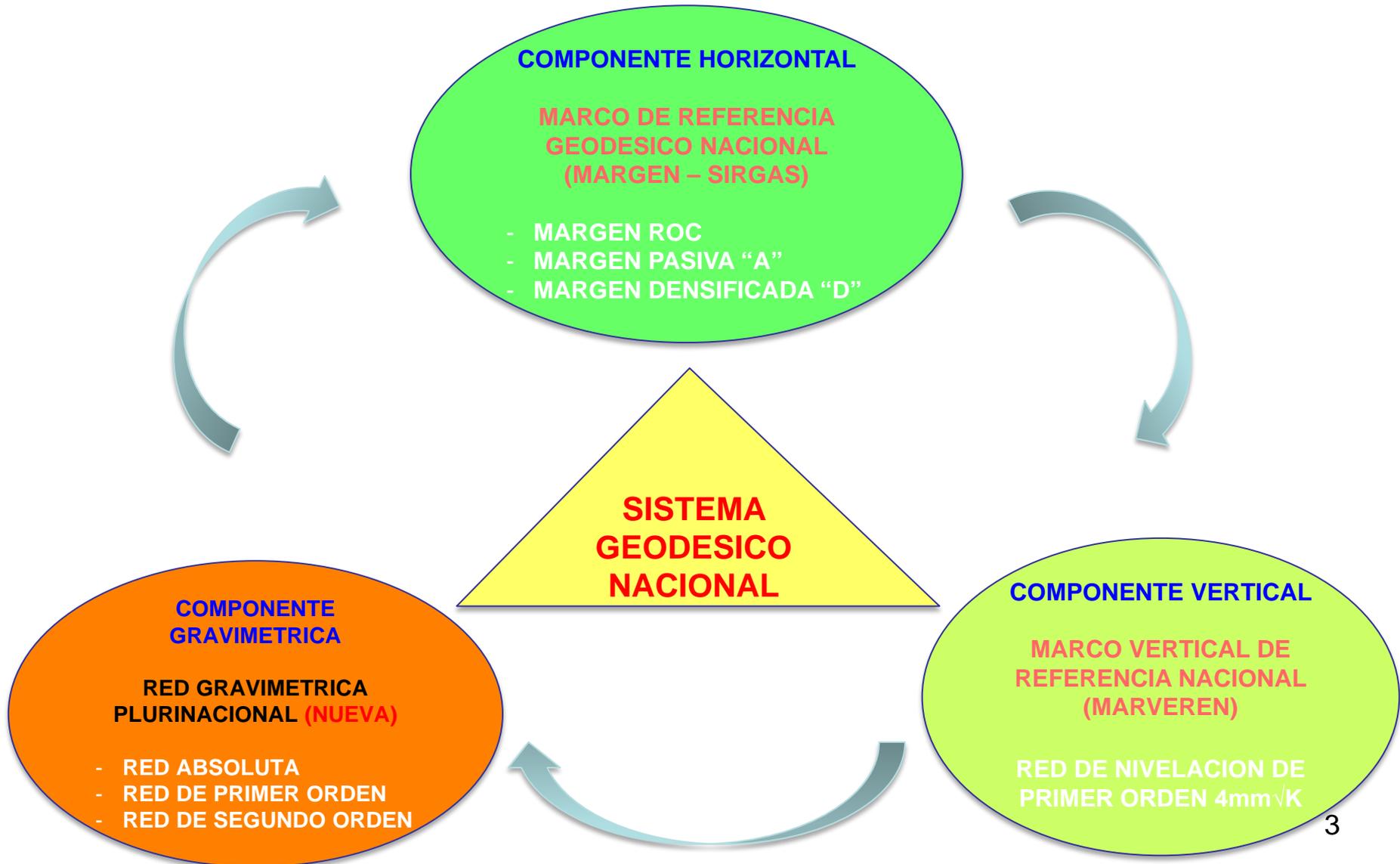
## *ESTADO ACTUAL DEL SISTEMA GEODESICO NACIONAL DEL E.P. DE BOLIVIA*

*Echalar<sup>1</sup>, Ulloa<sup>2</sup>, Bevis<sup>3</sup>, Heck<sup>4</sup>, Ahlgren<sup>5</sup>, Caccamise<sup>6</sup>, Flores<sup>7</sup>*

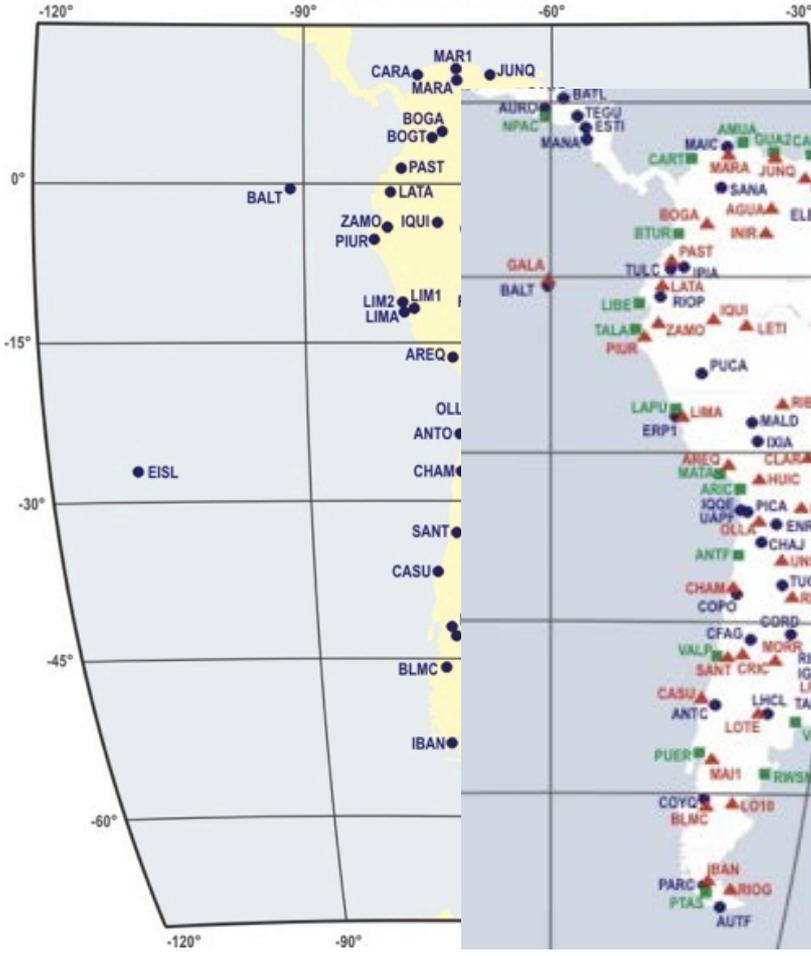
*1) IGM Bolivia, 2) Comandante del IGM Bolivia  
3) Director de CAP – OSU, 4-5-6) CAP-OSU, 7) IGM-Bolivia*

## ***SUMARIO***

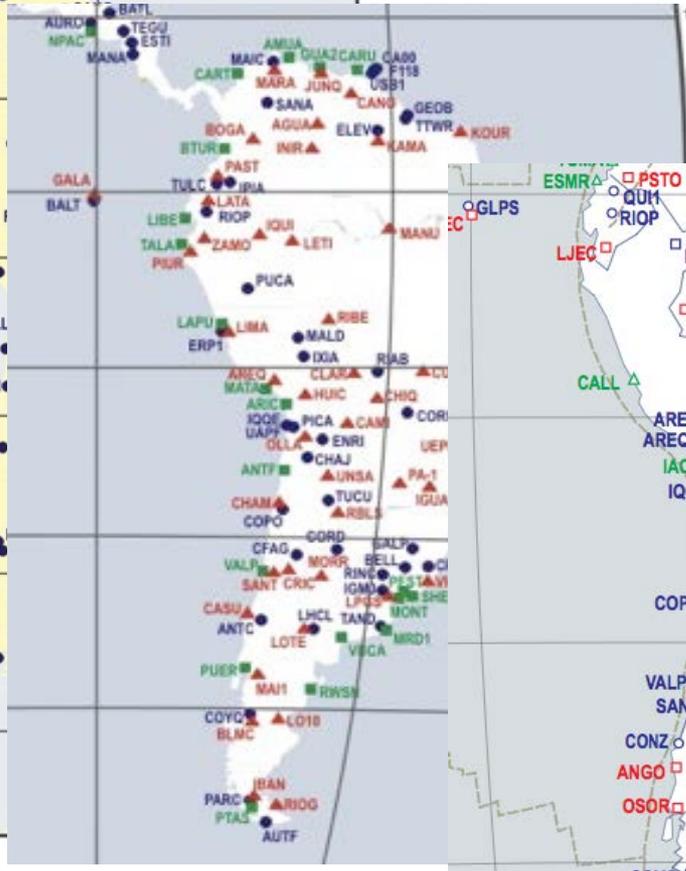
- *INTRODUCCION.*
- *MARGEN - SIRGAS.*
- *RED GRAVIMETRICA PLURINACIONAL.*
- *RED DE NIVELACION DE PRIMER ORDEN.*
- *GLOBAL GEOSPATIAL INFORMATION MANAGEMENT (UN-GGIM)*
- *NUEVA PLATAFORMA PARA DESCARGA DE DATOS EN LINEA*
- *PROPUESTAS - DESAFIOS.*



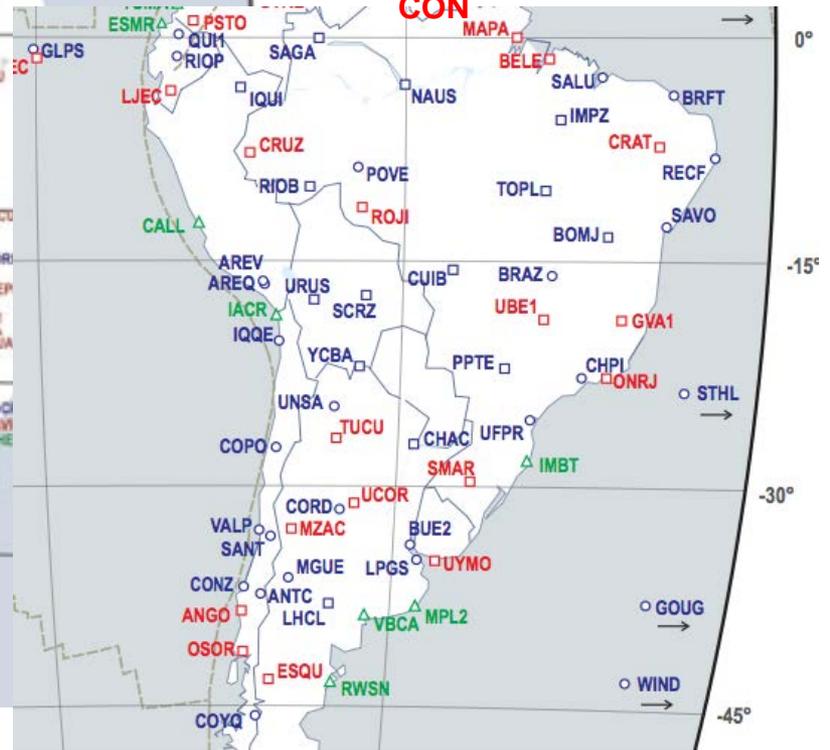
## SIRGAS95

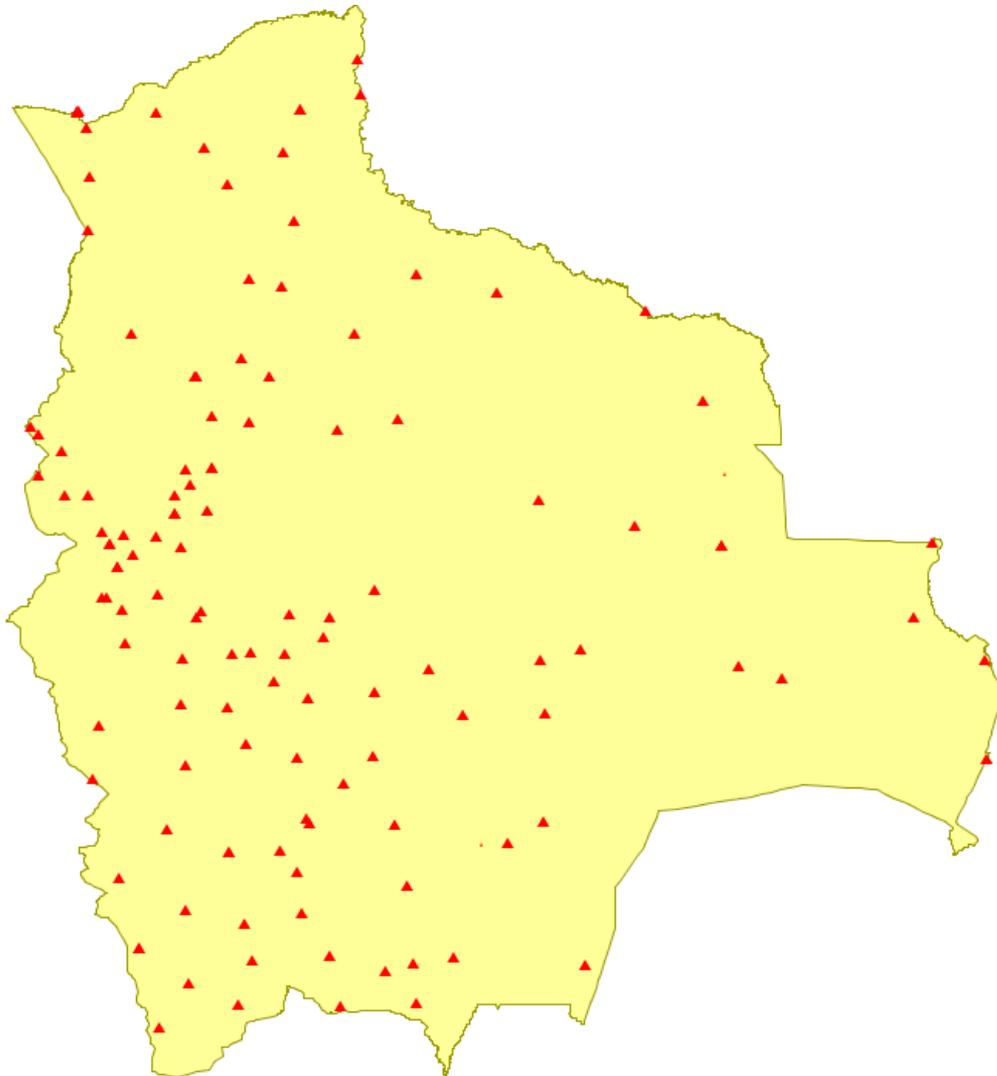


## SIRGAS2000

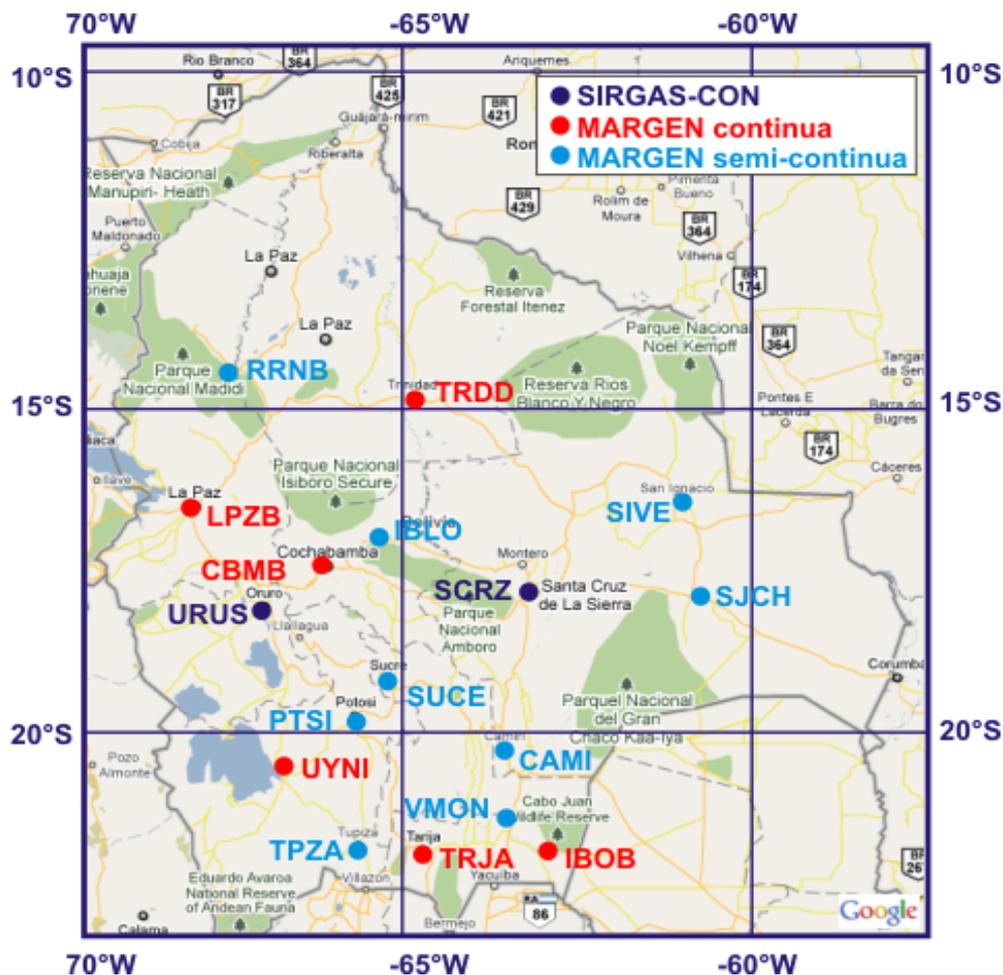


## SIRGAS-CON



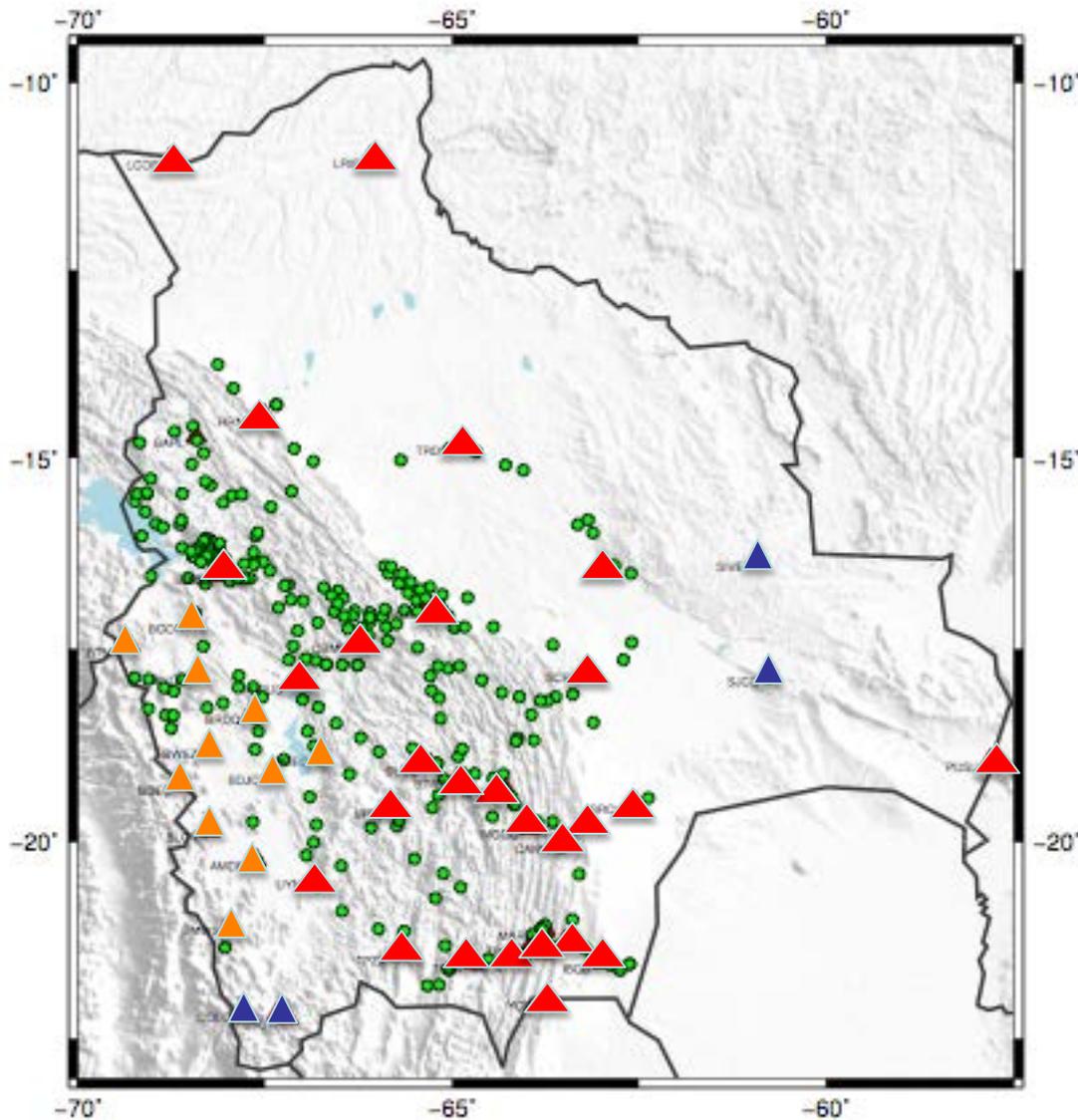


Con base en las estaciones SIRGAS95, el IGM inició la determinación del Marco de Referencia Geodésico Nacional (MARGEN). Las primeras actividades estuvieron orientadas al desarrollo de campañas GPS que permitieran 1) densificar la red SIRGAS en el país y, 2) determinar parámetros de transformación entre SIRGAS y la red geodésica antigua (referida al datum PSAD56: Preliminary South American Datum 1956).



Las coordenadas MARGEN-SIRGAS referidas a SIRGAS equivalente al IGS05 (realización del ITRF2005) para la época 2010.2 presentan una precisión de  $\pm 1,6$  mm y la posición vertical de  $\pm 4,7$  mm.

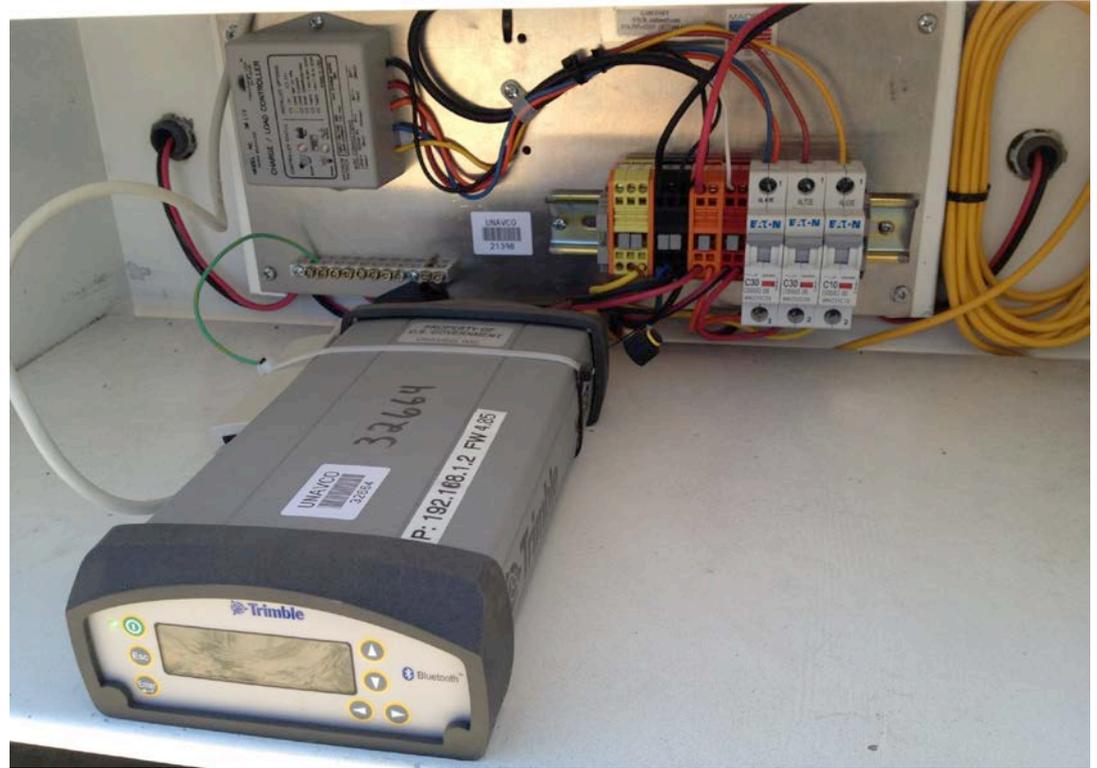
Estación	Latitud			Longitud			h [m]
	°	'	"	°	'	"	
CAMI	20	0	36,710884 S	63	32	0,247502 W	820,539
CBMB	17	24	59,729681 S	66	15	31,775176 W	2620,310
IBLO	16	58	22,200313 S	65	21	23,576561 W	295,897
IBOB	21	32	33,523684 S	62	59	40,130590 W	349,187
LPZB	16	31	47,465568 S	68	10	5,814333 W	4090,652
PTSI	19	34	52,825111 S	65	45	14,054337 W	3995,254
RRNB	14	26	31,879263 S	67	31	20,298618 W	259,384
SCRZ 41801M001	17	47	48,447814 S	63	9	34,826319 W	442,080
SIVE	16	21	31,134587 S	60	56	53,691597 W	440,104
SJCH	17	50	51,963995 S	60	44	47,297566 W	309,679
SUCE	19	0	22,351475 S	65	18	9,432110 W	2969,974
TPZA	21	26	53,338181 S	65	43	47,797542 W	3053,082
TRDD	14	49	37,637334 S	64	53	25,713438 W	181,416
TRJA	21	32	58,137910 S	64	42	59,469809 W	1887,179
URUS 41802M001	17	57	10,082480 S	67	6	51,796813 W	3767,312
UYNI	20	27	57,400609 S	66	49	33,446318 W	3709,928
VMON	21	15	32,169564 S	63	29	0,787312 W	412,488



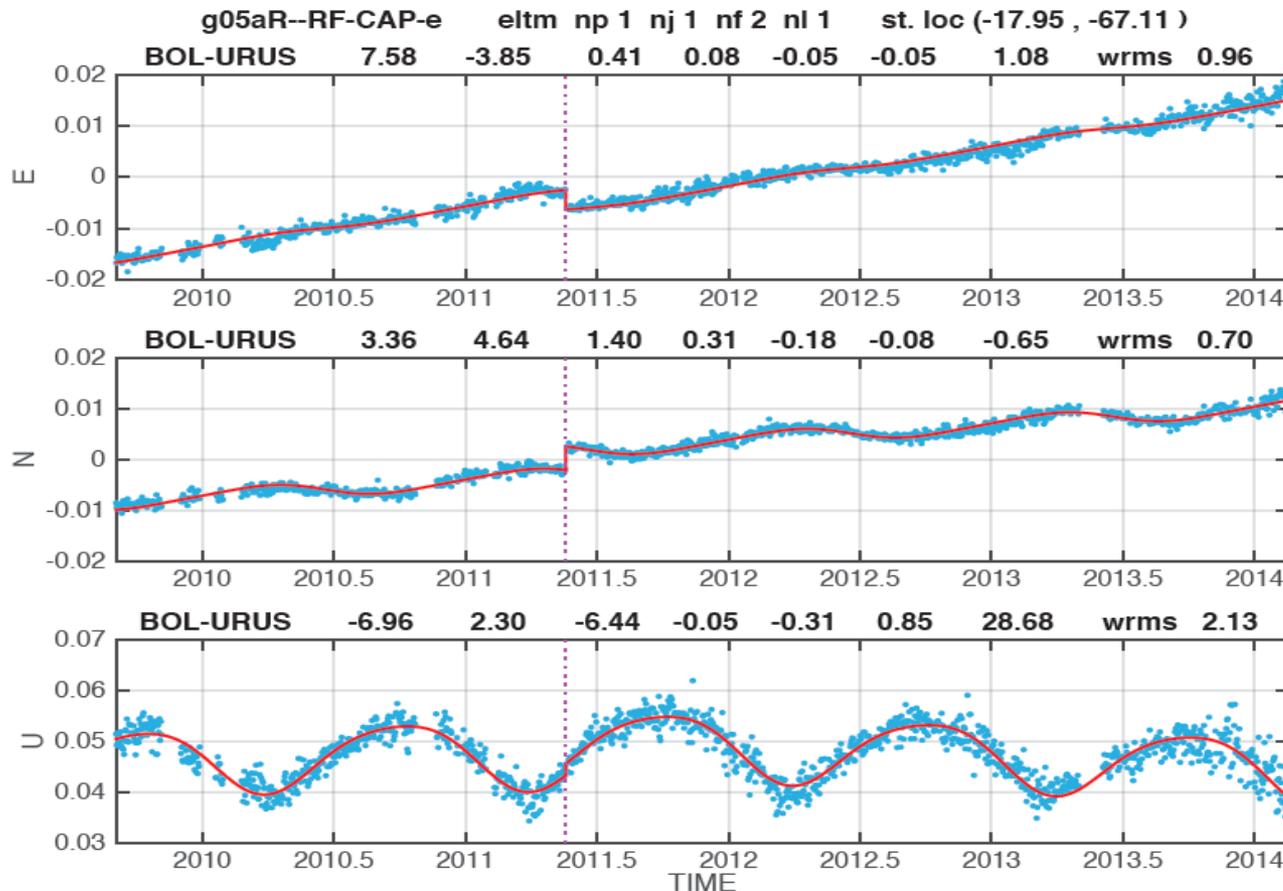
Hoy por hoy, MARGEN está conformado por una red GPS de operación continua de 43 estaciones continuas.







Muchas de las estaciones CGPS en Bolivia parecen estar colectando temporalmente deformacion post – sismica. Este es un ejemplo de la estacion URUS ubicada en Oruro. Probablemente esto es causado por el terremoto de Tocopilla del 2007.



- Para realizar el análisis de las series de tiempo se obtuvo un Marco de Referencia (MR) determinado para una sola época especificando las coordenadas de un conjunto de estaciones de referencia en aquella época.
- Para determinar un MR a lo largo de un periodo de tiempo (e.g. un año) se debe especificar las coordenadas de cada estación de referencia como una función del tiempo. Lo cual significa, especificar la trayectoria de cada estación de referencia.
- Quiere decir que si podemos mejorar el modelo de trayectoria de nuestras estaciones, podremos mejorar la forma en la cual definimos y determinamos los MR.

$$X_{sltm}(t) = X_{trend}(t) + X_{jump}(t) + X_{osc}(t)$$

Bevis and Brown, 2014  
J. Geodesy

donde

$$X_{trend}(t) = \sum_{i=1}^{np+1} m_i (t - t_R)^{i-1}$$

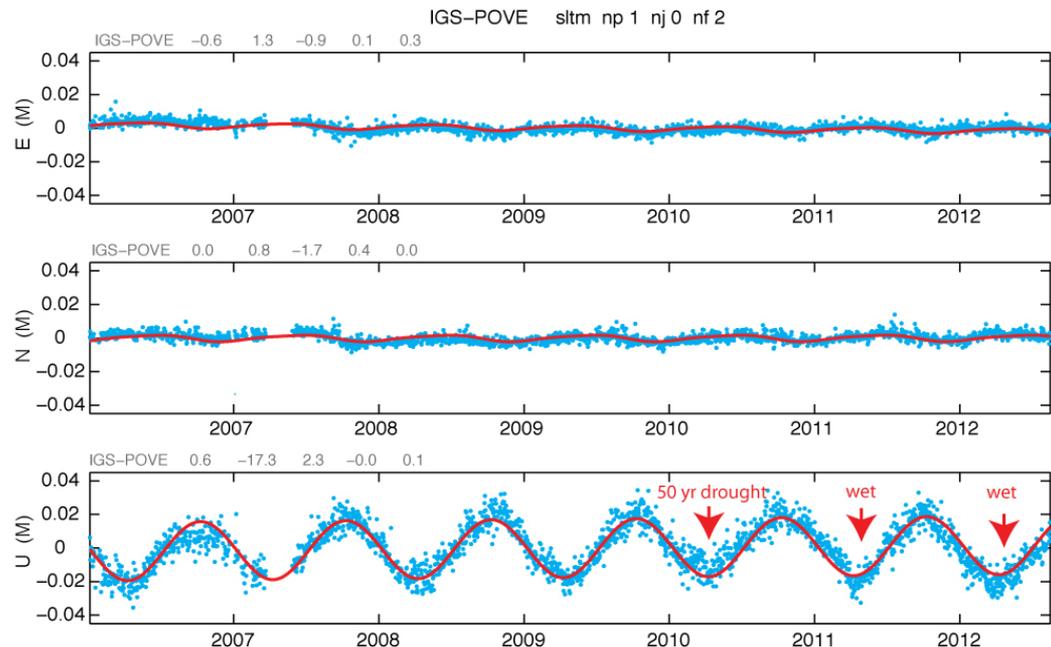
$$X_{jump}(t) = \sum_{j=1}^{nj} a_j H(t - t_j)$$

$$X_{osc}(t) = \sum_{k=1}^{nf} s_k \sin\left(\frac{2\pi kt}{\tau_1}\right) + c_k \cos\left(\frac{2\pi kt}{\tau_1}\right)$$

Si la tendencia secular es lineal en tiempo, entonces este es un modelo de velocidad constante.

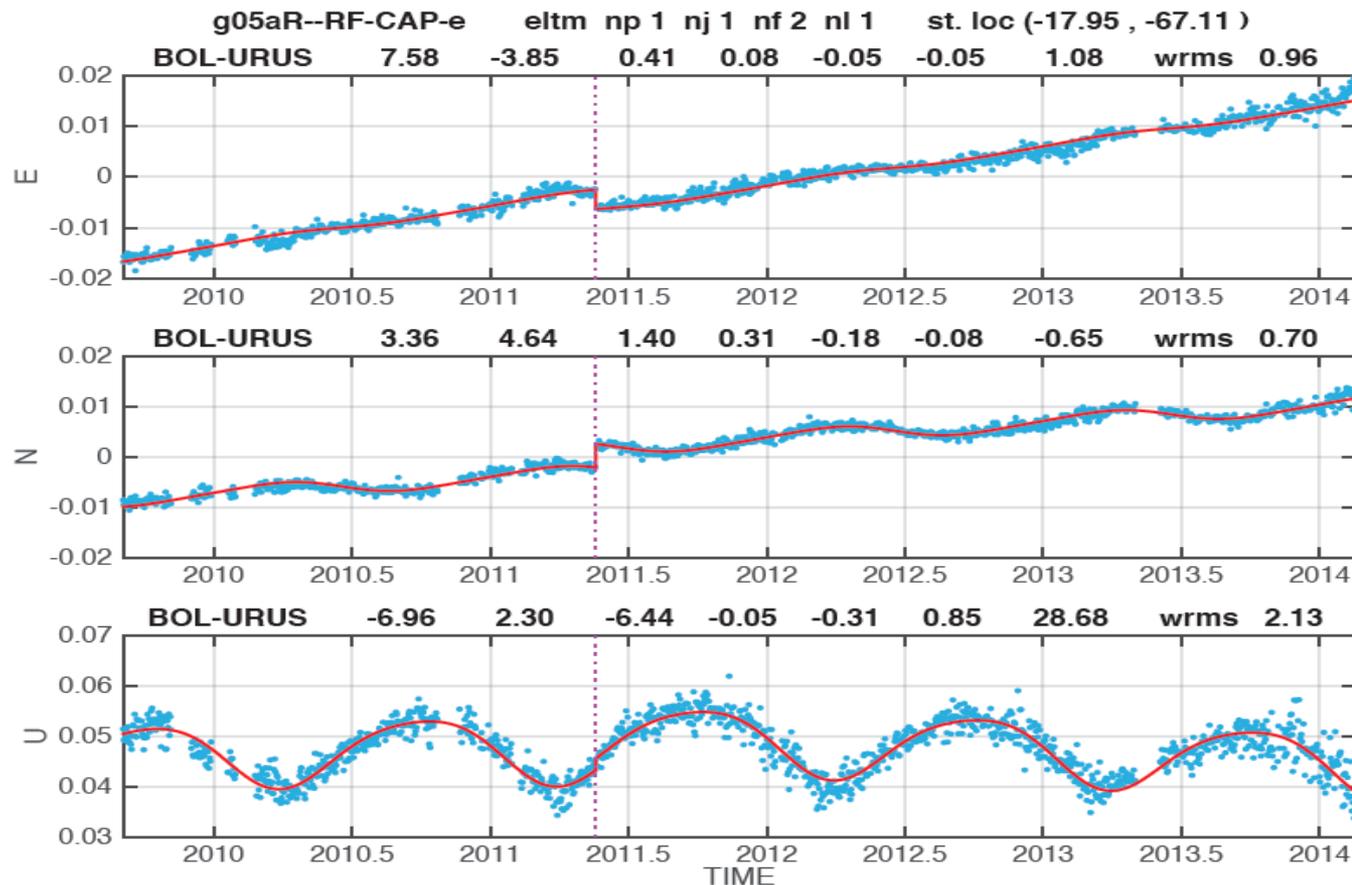
Si la tendencia secular del modelo es cuadratica en tiempo, significa que es un modelo de aceleracion constante.

EXAMPLE: Porto Velho, Brazil. CVM (MODELO DE VELOCIDAD CONSTANTE) ( $np=1$ ), no jumps ( $nj=0$ )



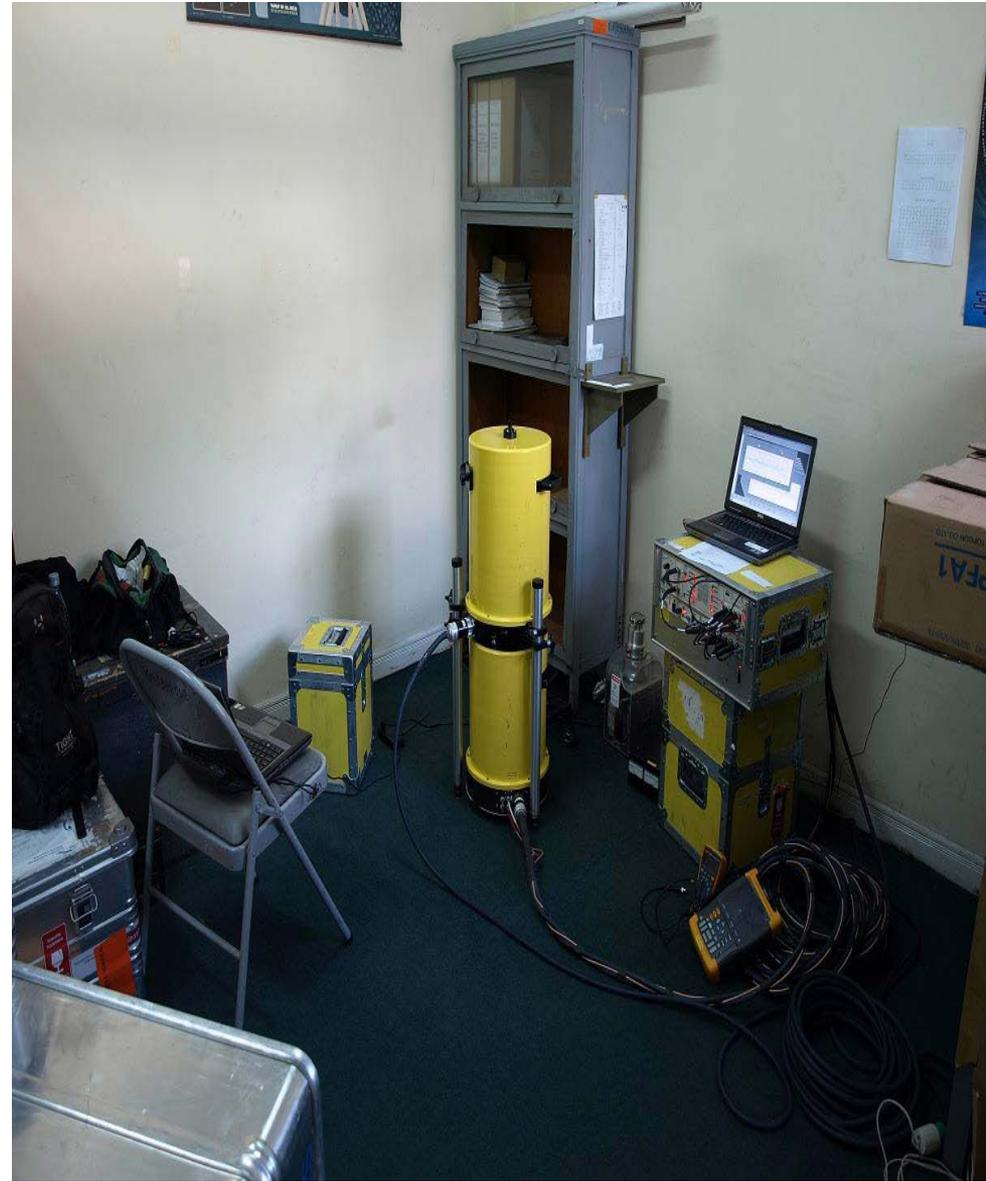
Esta estacion tiene un largo ciclo de desplazamiento vertical.

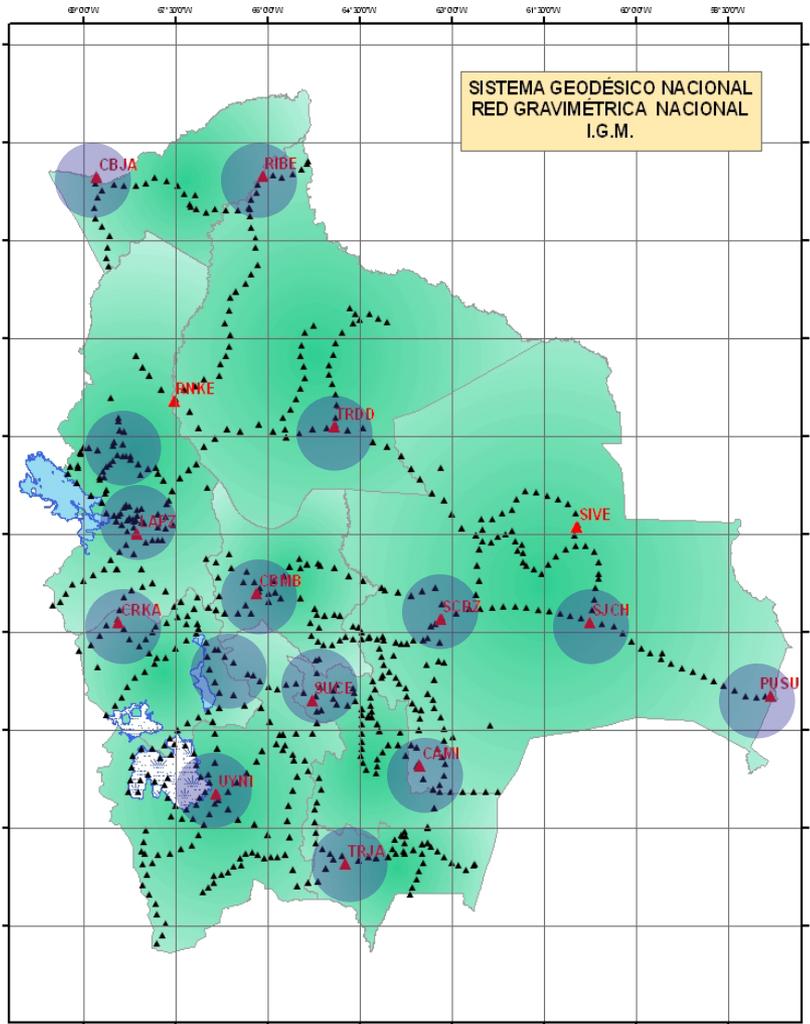
Las series de tiempo de la Estacion URUS tiene variaciones de velocidad en el tiempo, y largos ciclos anuales, pero las coordenadas de esta estacion son predecibles. Por lo tanto puede ser empleado para definir y determinar Marcos de Referencia Regional y Nacional.





# RED GRAVIMETRICA PLURINACIONAL – MEDICIONES ABSOLUTAS



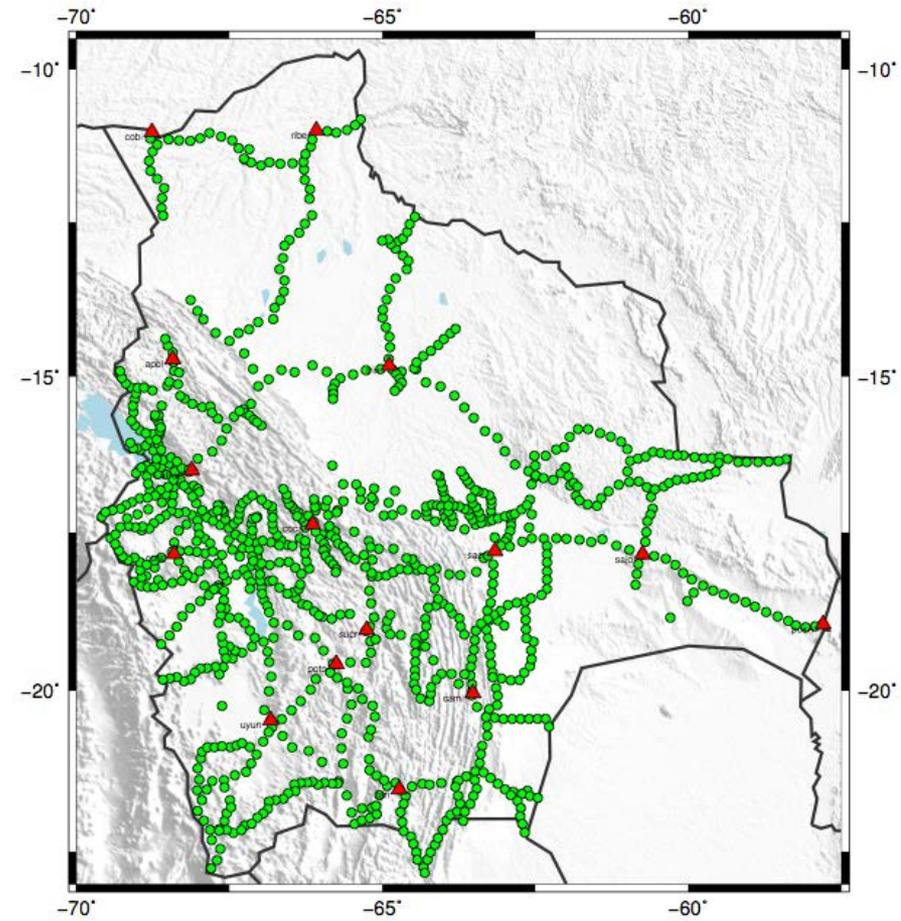
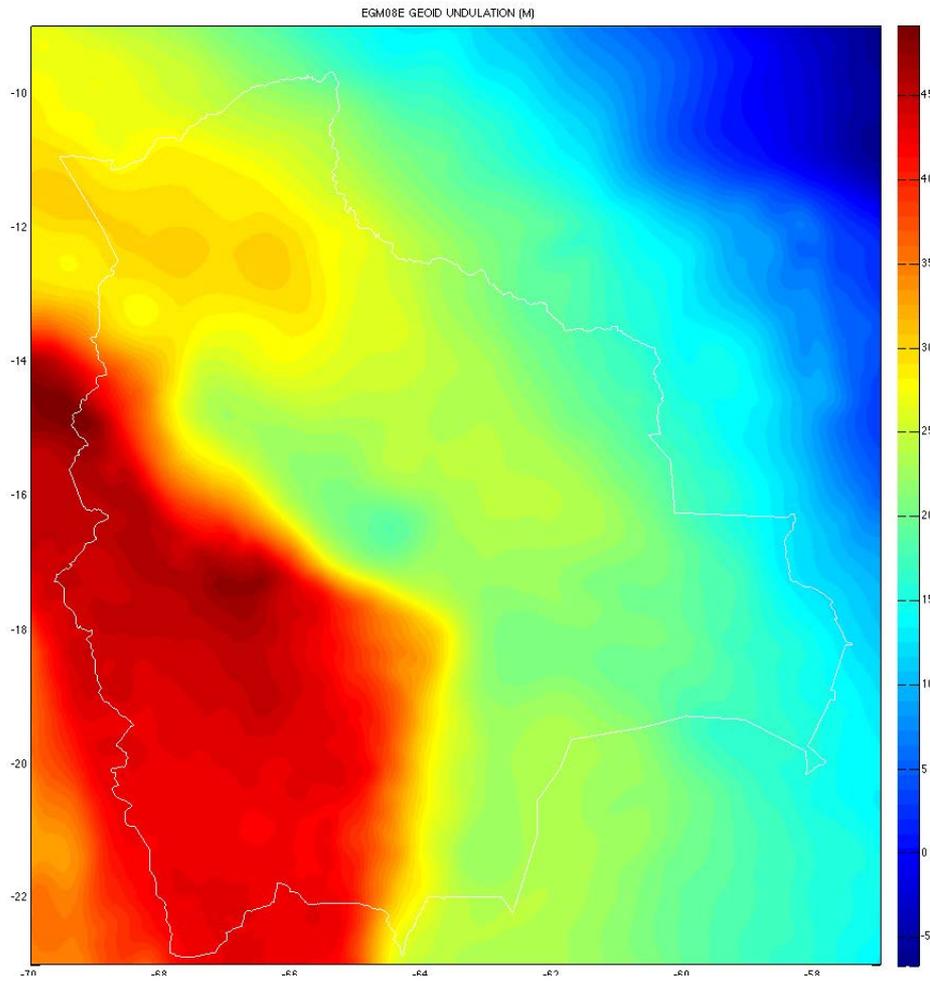


Estación	Latitud	Longitud	Altura s/n/m/	Fecha	AI 1	Gravedad 1	EMC 1
La Paz	-16,5091	-68,1187	3511	20/04/2011	0,718	977455,97	+/- 11 µGal
Curahuara	-17,8429	-68,4086	3921	21/04/2011	0,718	977381,87	+/- 11 µGal
Cochabamba	-17,3706	-66,1421	2636	22/04/2011	0,718	977771,53	+/- 11 µGal
Sucre	-19,0455	-65,2585	2778	23/04/2011	0,718	977810	+/- 11 µGal
Uyuni	-20,466	-66,826	3709	24/04/2011	0,718	977590,72	+/- 11 µGal
Potosí	-19,5813	-65,7539	3994	25/04/2011	0,718	977479,54	+/- 11 µGal
Tarija	-21,5402	-64,7283	1896	26/04/2011	0,718	978160,46	+/- 12 µGal
Camiri	-20,0403	-63,5211	809	28/04/2011	0,718	978335,75	+/- 12 µGal
Santa Cruz	-13,1593	-67,7962	411	29/04/2011	0,718	978350,35	+/- 13 µGal
San José	-17,8471	-60,7465	291	03/05/2011	0,718	978439,16	+/- 11 µGal
Puerto Suarez	-18,9557	-57,7943	105	03/05/2011	0,718	978552,08	+/- 11 µGal
Trinidad	-14,8276	-64,8909	153	06/05/2011	0,718	978321,44	+/- 11 µGal
Riberalta	-10,9997	-66,0807	138	07/05/2011	0,718	978220,78	+/- 11 µGal
Cobija	-11,0265	-68,7681	208	07/05/2011	0,718	978161,7	+/- 11 µGal
Apolo	-14,7223	-68,4295	1469	11/05/2011	0,718	977956,18	+/- 11 µGal





Yr1 + Yr2	Station	Geodetic Latitude [deg]	Longitude [deg]	Ellipsoidal Height [m]	Gravity [mGal]	Free-Air Anomaly [mGal]	Bouguer Anomaly [mGal]
1	ap01	-18,19625448	-65,07194826	2309,636393	977917,6536	82,11169736	-171,9593108
2	ap02	-18,18674932	-64,93593419	2202,06726	977945,32	77,49782488	-164,6837934
3	ap03	-18,13325561	-64,82108339	1561,974734	978066,9279	4,776060952	-165,9044197
4	ap04	-18,08133189	-64,71602373	1513,970021	978086,3071	12,38085623	-153,0269286
5	ap05	-18,10061829	-64,42988293	1560,25114	978094,6681	34,55039395	-136,236773
6	ap06	-18,00826549	-64,46177293	1662,036377	978072,8954	49,06234658	-133,1019436
7	ap6r	-19,57448019	-65,80721323	3590,577781	977549,5522	31,86825133	-365,0660897
8	bk51	-14,925501	-65,91070656	187,8227435	978305,2066	-19,28409366	-37,65166666
9	bspb	-15,6584837	-68,71861223	2858,940376	977545,8074	5,268662781	-309,5572176
10	ca01	-17,53142161	-65,97806457	2771,100721	977758,1216	98,60618813	-206,5975618





Grupo de Trabajo N° 6 sobre Marco Geodésico de Referencia Nacional  
COMO PARTE DEL COMITE INTERINSTITUCIONAL DE LA IDE-EPB  
INFRAESTRUCTURA DE DATOS ESPACIALES DEL ESTADO  
PLURINACIONAL DE BOLIVIA RESUELVE:

- SUGERIR AL E.P. DE BOLIVIA FORMAR PARTE DEL MARCO DE REFERENCIA GEODESICO GLOBAL.
- SUGERIR AL E.P. DE BOLIVIA ADOPTAR EL SISTEMA GEODÉSICO DE REFERENCIA DEL ESTADO PLURINACIONAL DE BOLIVIA EN SUS TRES COMPONENTES: HORIZONTAL, VERTICAL Y GRAVIMÉTRICO, SOBRE EL QUE SE DEBERÁ COMPILAR TODA LA INFORMACIÓN GEOGRÁFICA Y CARTOGRAFÍA OFICIAL, PERMITIENDO UNA COMPLETA INTEGRACIÓN DE LA INFORMACIÓN GEOGRÁFICA Y DE LA CARTOGRAFÍA OFICIAL DENTRO DEL TERRITORIO NACIONAL.



igm Margen BOLIVIA

Inicio Descarga De Archivos Estaciones Geograficas Caracteristicas Sitios De Interes Contactanos

## Red de Estaciones Continuas en Bolivia



- 1) ENLAZAR LINEAS GRAVIMETRICAS Y DE NIVELACION CON LOS CINCO PAISES VECINOS.
- 2) CALCULAR LOS NUMEROS GEOPOTENCIALES CON EL EMPLEO DE LAS ALTURAS NIVELADAS Y LAS MEDICIONES GRAVIMETRICAS PARA DEFINIR EL MARCO VERTICAL DE REFERENCIA NACIONAL.
- 3) MEJORAR LA CONECCION DE COMUNICACIÓN E INTERNET PARA TODAS LAS ESTACIONES DE OPERACIÓN CONTINUA.
- 4) INCORPORAR NUEVOS SERVICIOS (RTK NTRIP) A PARTIR DE LAS ESTACIONES GPS DE OPERACIÓN CONTINUA QUE FORMAN PARTE DE MARGEN.
- 5) AJUSTAR LAS REDES:
  - MARGEN ROC
  - MARGEN “D”



# INSTITUTO GEOGRAFICO MILITAR



**GRACIAS.**