



SIMPOSIO SIRGAS 2014

Instituto Geográfico Militar Bolivia
La Paz, noviembre 24 – 26, 2014

COLOMBIA

RESUMEN DE LAS ACTIVIDADES REALIZADAS POR EL IGAC DURANTE EL AÑO 2014, ENMARCADAS DENTRO DE LOS OBJETIVOS DE SIRGAS

SUBDIRECCIÓN DE GEOGRAFÍA Y CARTOGRAFÍA
GIT GEODESIA

Coordinador del Grupo de Trabajo: Ing. Orlando Alfonso López Pérez
Preparó: Ing. Alberto Umbarila Madero
Expositor: Ing. William Alberto Martínez Díaz

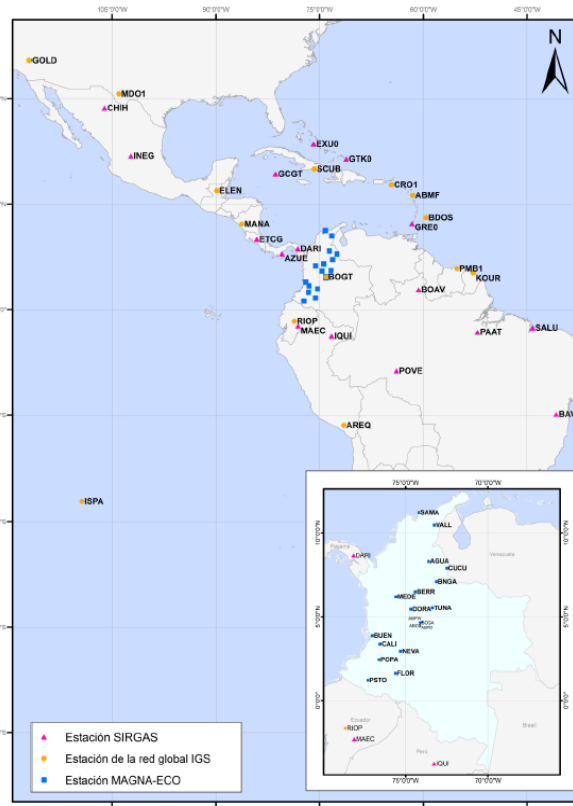
Contenido

1. Migración de la Red MAGNA-SIRGAS pasiva entre el ITRF94 y el IRTF2008.
2. Nivelación geodésica en Colombia durante los años 2008 a 2014.
3. Levantamiento de datos gravimétricos durante los años 2008 a 2014.
4. Estado de la Red de estaciones de Funcionamiento Continuo MAGNA-CON.

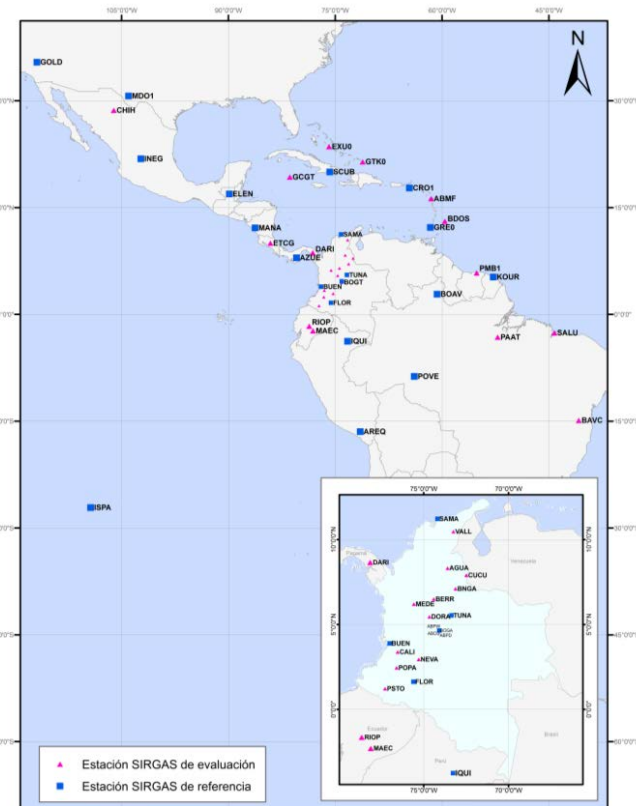
Campaña de campo para la ocupación de la Red MAGNA PASIVA.



Red MAGNA Pasiva



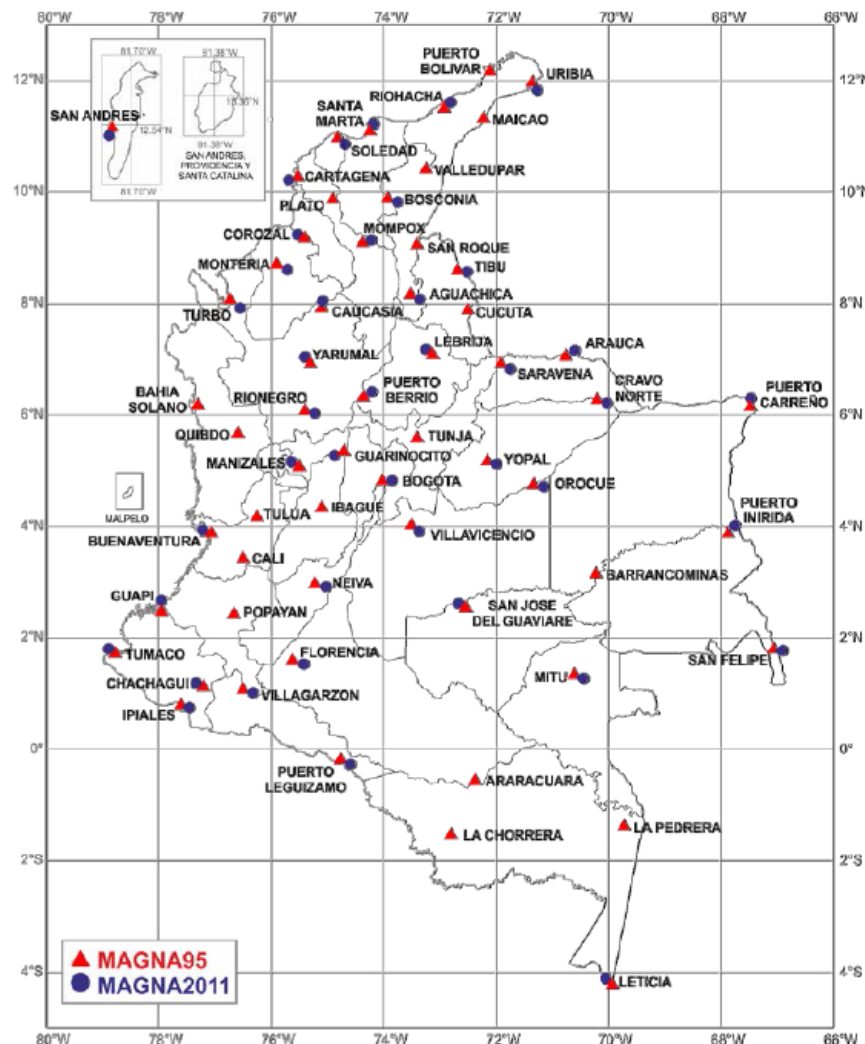
Estaciones continuas
incluidas en el ajuste



Estaciones SIRGAS de
Referencia y de Evaluación

Características de la ocupación

- Ocupación entre el 31 de agosto al 11 de noviembre de 2011.
- Se ocuparon 43 puntos existentes durante 72 horas
- Equipos Leica, receptores GS10 y antenas AS10
- Intervalo de registro 15 segundos.
- Ángulo de elevación 0°.
- GDOP ≤ 8 .
- Montaje sobre trípode.



Procesamiento y análisis de los resultados

Insumos utilizados

- Programa utilizado Bernese, versión 5.0.
- Se incluyeron en el ajuste 19 estaciones de la Red MAGNA-ECO y 30 estaciones de las estaciones SIRGAS-CON.
- Orbitas precisas de los satélites GPS y parámetros de rotación terrestre.
http://igscb.jpl.nasa.gov/components/prods_cb.html.
- Modelo de carga oceánica FES2004. <http://www.oso.chalmers.se/~loading/>
- Modelos a priori diarios de la ionósfera, generados por el CODE (Center for Orbit Determination in Europe, AIUB, Suiza).
<http://www.oso.chalmers.se/~loading/>
- Archivos Rinex de las estaciones MAGNA pasivas.
- Archivo **.STA con la información principal de cada una de las estaciones utilizadas. http://igscb.jpl.nasa.gov/igscb/station/general/rcvr_ant.tab.
- Modelo IGS08_1685 para las correcciones absolutas a las variaciones de los centros de fase de las antenas emisoras y receptoras.

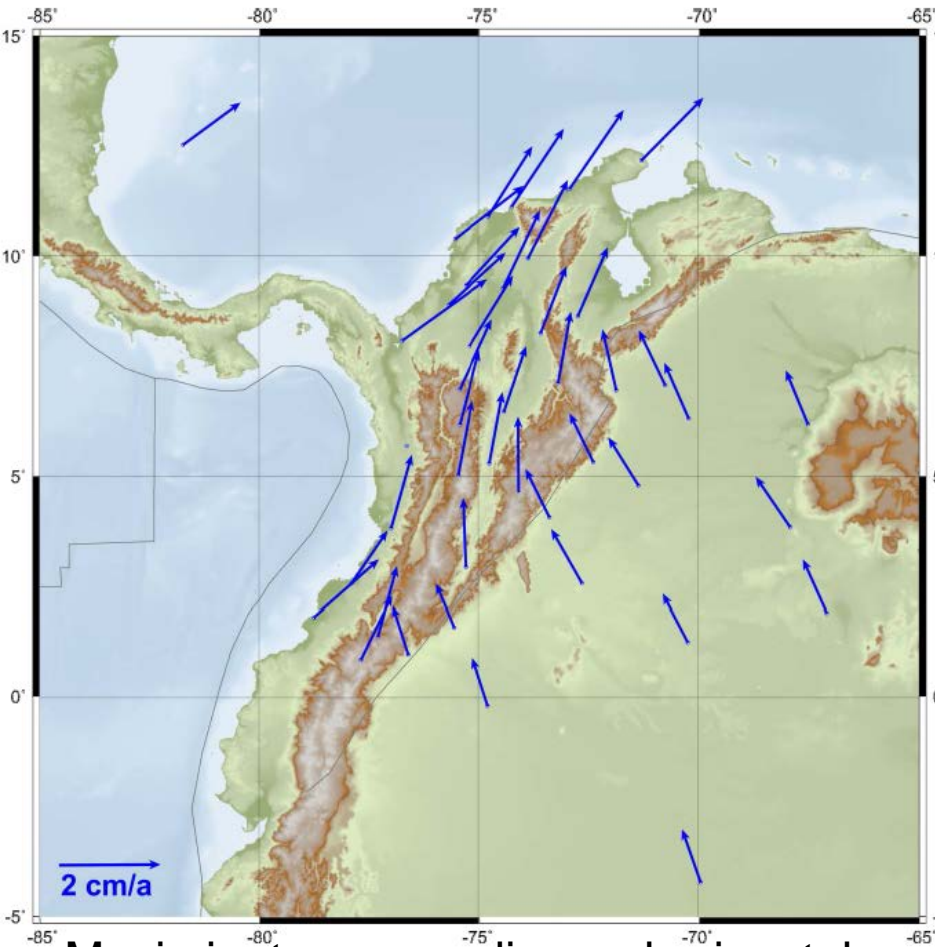
Procesamiento y análisis de los resultados (2)

Archivos utilizados en la evaluación

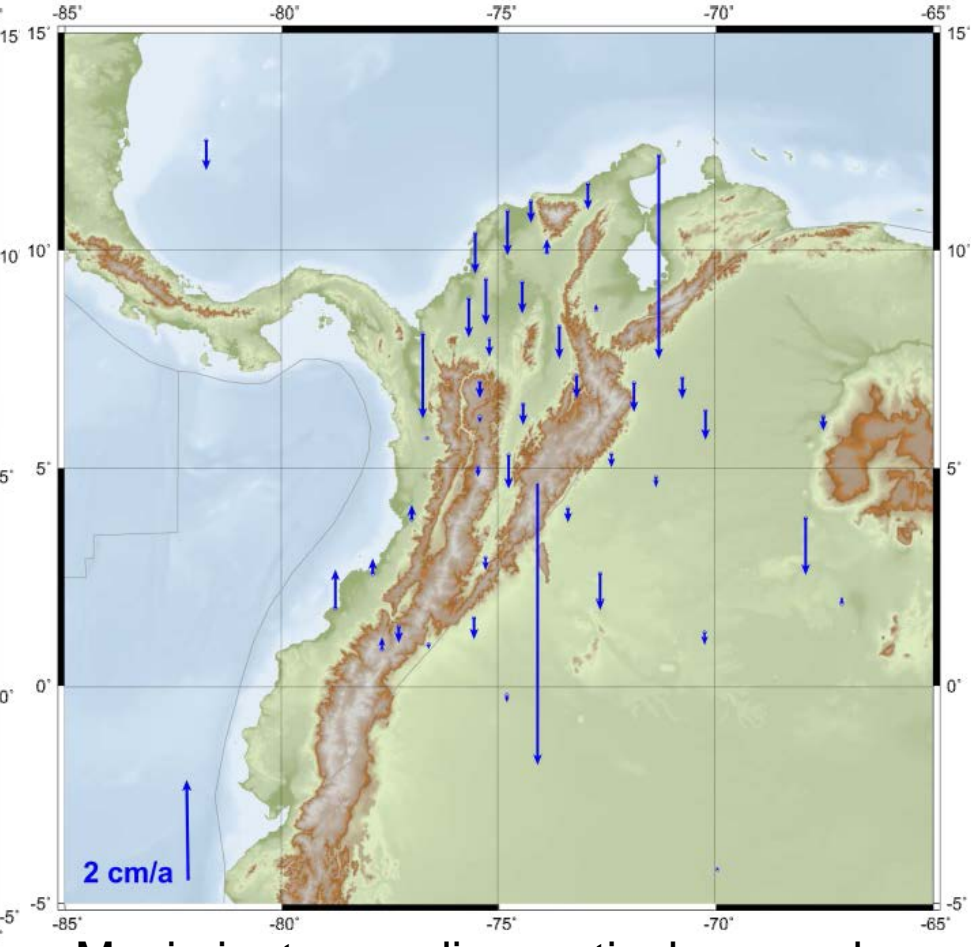
- Solución SIRGAS para la semana 1656, <ftp://ftp.sirgas.org/pub/gps/SIRGAS/1656/>.
- Solución IGS para la semana 1656, <ftp://cddis.gsfc.nasa.gov/gps/products/1656/>.
- Combinación de la Red SIRGAS-CON, para la semana GPS 1656, <ftp://ftp.sirgas.org/pub/gps/SIRGAS/1656>

- **PRECISIONES FINALES.** Obtenidas por combinaciones de errores medios cuadráticos provenientes de la consistencia interna con la exactitud determinada en la comparación con la Red Global del IGS. Dichas precisiones varían entre ± 2.4 mm. y $\pm 8,0$ mm., en la componente Norte, entre $\pm 2,2$ mm. Y $\pm 5,2$ mm., en la componente Este. Y entre $\pm 4,1$ mm. Y $\pm 21,0$ mm. en la altura.
- **COMPARACIÓN ENTRE MAGNA95 Y MAGNA 2011.** Los parámetros de transformación utilizados entre el ITRF94 y el ITRF2008. Tomados de: http://itrf.ensg.ign.fr/doc_ITRF/Transfo-ITRF2008_ITRFs.txt.

Marco origen	Marco destino	Traslaciones			Escala [ppb]	Rotaciones		
		Tx [m]	Ty [m]	Tz [m]		Rx [mas]	Ry [mas]	Rz [mas]
ITRF94	ITRF2008	-0,0048	-0,0026	0,0332	-2,92	0,00	0,00	-0,06



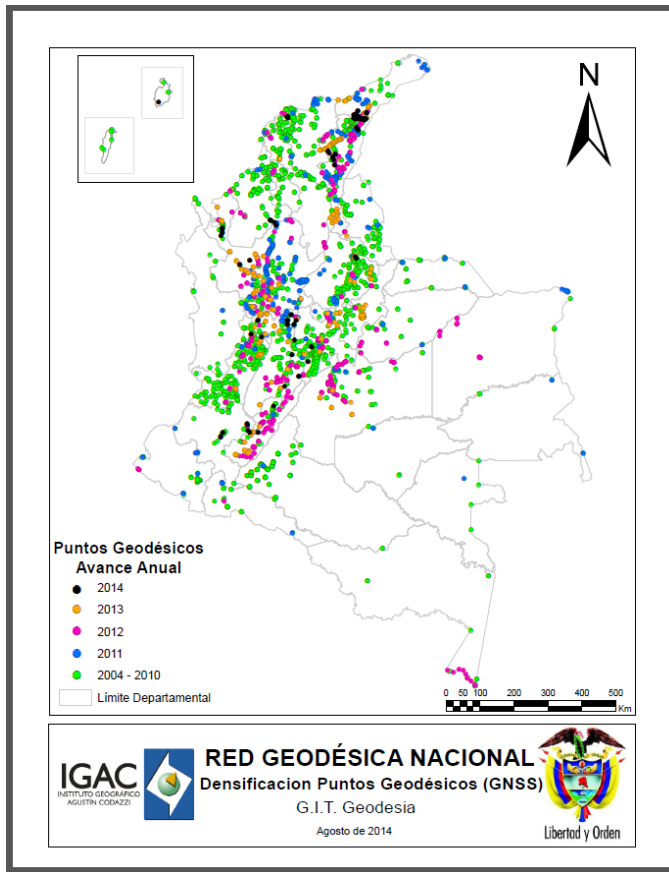
Movimientos medios horizontales anuales determinados para las estaciones MAGNA a partir de las coordenadas MAGNA95 y MAGNA 2011.



Movimientos medios verticales para las estaciones MAGNA a partir de las coordenadas MAGNA95 y MAGNA 2011.

PROCEDIMIENTO DE MIGRACIÓN DE LA RED MAGNA PASIVA, ENTRE EL ITRF94 A ITRF2008

3592 PUNTOS MATERIALIZADOS



Punto SIRGAS-CARTAGENA, 1995

PUNTOS DISCRIMINADOS POR ÉPOCA

ITRF	TOTAL DE PUNTOS	EPOCAS DE RASTREO
ITRF94	1304	1993-1994-1995- 1996-1997-1998- 1999-2000-2001
ITRF00	872	2001-2002-2003- 2004-2005-2006
ITRF05	1271	2006-2007-2008- 2009-2010-2011
ITRF08	145	2011-

MARCOS DE REFERENCIA UTILIZADOS POR EL IGS DESDE 1994 (Fuente de datos DGFI Report No.87)

Periodo de utilización	ITRF	IGS marco de referencia
1994-01-02 (week0730 to) 1994-12-31 (week0781)	ITRF92	
1995-01-01 (week0782 to) 1996-01-29 (week0859)	ITRF93	
1996-01-30 (week0860 to) 1998-02-28 (week0946)	ITRF94	
1998-03-01 (week0947 to) 1999-07-31 (week1020)	ITRF96	
1999-08-01 (week1021 to) 2000-06-10 (week1065)	ITRF97	
2000-06-11 (week1066 to) 2001-12-01 (week1142)	ITRF97	IGS97
2001-12-02 (week1143 to) 2004-01-03 (week1252)	ITRF2000	IGS00
2004-01-04 (week1253 to) 2006-11-04 (week1399)	ITRF2000	IGb00
2006-11-05 (week1400 to) 2011-04-16 (week1631)	ITRF2005	IGS05
2011-04-17 (week1632 to) 2012-10-06 (week1708)	ITRF2008	IGS08
2012-10-07 (week1709 to) Actualmente	ITRF2008	IGb08

CONSIDERACIONES PARTICULARES EN LA TRANSFORMACIÓN

- Para la transformación del ITRF94 a ITRF2008 en diferentes épocas, se establece el siguiente camino:

ITRF94 a IGB00 → IGB00 a IGS05 → IGS05 a IGS08.

PARÁMETROS DE TRANSFORMACIÓN DE ITRF94 A IGS08

TRASLACIONES			ESCALA	ROTACIONES			ÉPOCA
Tx (m)	Ty (m)	Tz (m)	D (PPM)	Rx (arcsecond)	Ry (arcsecond)	Rz (arcsecond)	
0.0020601	-8.85*10 ⁻⁴	0.0081842	-0.0021589	9.5*10 ⁻⁶	5.64*10 ⁻⁵	7.55*10 ⁻⁵	1993.0
0.0019568	-8.25*10 ⁻⁴	0.0082403	-0.0023337	7.9*10 ⁻⁶	5.27*10 ⁻⁵	5.83*10 ⁻⁵	1994.0
0.0018535	-7.65*10 ⁻⁴	0.0082964	-0.0025085	6.3*10 ⁻⁶	4.9*10 ⁻⁵	4.11*10 ⁻⁵	1995.0
0.0017502	-7.04*10 ⁻⁴	0.0083525	-0.0026833	4.7*10 ⁻⁶	4.53*10 ⁻⁵	2.39*10 ⁻⁵	1996.0
0.0016469	-6.44*10 ⁻⁴	0.0084086	-0.0028581	3.1*10 ⁻⁶	4.16*10 ⁻⁵	6.7*10 ⁻⁶	1997.0
0.0015436	-5.84*10 ⁻⁴	0.0084647	-0.0030329	1.5*10 ⁻⁶	3.79*10 ⁻⁵	-1.05*10 ⁻⁵	1998.0
0.0014403	-5.24*10 ⁻⁴	0.0085208	-0.0032077	1*10 ⁻⁷	3.42*10 ⁻⁵	-2.77*10 ⁻⁵	1999.0
0.001337	-4.64*10 ⁻⁴	0.0085769	-0.0033825	1.7*10 ⁻⁶	3.05*10 ⁻⁵	-4.49*10 ⁻⁵	2000.0
0.0012337	-4.04*10 ⁻⁴	0.008633	-0.0035573	-3.3*10 ⁻⁶	2.68*10 ⁻⁵	-6.21*10 ⁻⁵	2001.0

PARÁMETROS DE TRANSFORMACIÓN DE IGb00 A IGS08

TRASLACIONES			ESCALA	ROTACIONES			ÉPOCA
Tx (m)	Ty (m)	Tz (m)	D (PPM)	Rx (arcsecond)	Ry (arcsecond)	Rz (arcsecond)	
0.0019037	-3.39*10 ⁻⁵	0.006223	-0.0019673	-3.3*10 ⁻⁶	2.68*10 ⁻⁵	1.79*10 ⁻⁵	2001.0
0.0018004	-3.38*10 ⁻⁵	0.0061391	-0.0021321	-4.9*10 ⁻⁶	2.31*10 ⁻⁵	2.07*10 ⁻⁵	2002.0
0.0016971	-3.37*10 ⁻⁵	0.0060552	-0.0022969	-6.5*10 ⁻⁶	1.94*10 ⁻⁵	2.35*10 ⁻⁵	2003.0
0.0015938	-3.36*10 ⁻⁵	0.0059713	-0.0024617	-8.1*10 ⁻⁶	1.57*10 ⁻⁴	2.63*10 ⁻⁵	2004.0
0.0014905	-3.35*10 ⁻⁵	0.0058874	-0.0026265	-9.7*10 ⁻⁶	1.2*10 ⁻⁵	2.91*10 ⁻⁵	2005.0
0.0013872	-3.34*10 ⁻⁵	0.0058035	-0.0027913	-1.13*10 ⁻⁵	8.3*10 ⁻⁶	3.19*10 ⁻⁵	2006.0

PARÁMETROS DE TRANSFORMACIÓN DE IGS05 A IGS08

TRASLACIONES			ESCALA	ROTACIONES			EPOCA
Tx (m)	Ty (m)	Tz (m)	D (PPM)	Rx (arcsecond)	Ry (arcsecond)	Rz (arcsecond)	
0.0014	0	0.0057	-0.00103	$-1.4 \cdot 10^{-5}$	$1.1 \cdot 10^{-5}$	$1.5 \cdot 10^{-5}$	2006.0
0.0013	0	0.0056	-0.00102	$-1.6 \cdot 10^{-5}$	$8 \cdot 10^{-6}$	$1.6 \cdot 10^{-5}$	2007.0
0.0012	0	0.0055	-0.00101	$-1.8 \cdot 10^{-5}$	$5 \cdot 10^{-6}$	$1.7 \cdot 10^{-5}$	2008.0
0.0011	0	0.0054	-0.001	$-2 \cdot 10^{-5}$	$2 \cdot 10^{-6}$	$1.8 \cdot 10^{-5}$	2009.0
0.001	0	0.0053	-0.00099	$-2.2 \cdot 10^{-5}$	$-1 \cdot 10^{-6}$	$1.9 \cdot 10^{-5}$	2010.0
0.0009	0	0.0052	-0.00098	$-2.4 \cdot 10^{-5}$	$-4 \cdot 10^{-6}$	$2 \cdot 10^{-5}$	2011.0

Modelo Matemático

- En el módulo de transformación del programa Bernese versión 5.0, se realizó el procedimiento para los 23 grupos establecidos de acuerdo con las épocas correspondientes.

La transformación de Helmert de 7 parámetros (3 traslaciones, 3 rotaciones y factor de escala).

DE ITRF2008 A OTROS ITRF ANTERIORES

$$\begin{bmatrix} XS \\ YS \\ ZS \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} Tx \\ Ty \\ Tz \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} D & -Rz & Ry \\ Rz & D & Rx \\ -Ry & Rx & D \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix}$$

DE ITRF ANTERIORES A ITRF2008

$$\begin{bmatrix} XS \\ YS \\ ZS \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} -Tx \\ -Ty \\ -Tz \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} -D & Rz & -Ry \\ -Rz & -D & Rx \\ Ry & -Rx & -D \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix}$$

$$P(t) = P(\text{Época}) + P * (t - \text{Época})$$

APLICACIÓN DEL MODELO DE VELOCIDADES - 1

- Realizada la transformación entre los ITRFs obtenemos las coordenadas de la totalidad de los puntos en IGS08, en épocas entre los años 1993 y 2012. A continuación se presentan algunos ejemplos de diferencias obtenidas:

APLICACIÓN DEL MODELO DE VELOCIDADES - 2

- Las coordenadas finales se obtuvieron con la aplicación de las velocidades utilizando el modelo de Vemos 09 a las coordenadas referidas a IGS08, referidas a la época 2012.0. A continuación se muestran algunas diferencias entre coordenadas referidas al ITRF94, época 1995.4 y coordenadas referidas al IGS08, época 2012.0.
- Muestreo de coordenadas de algunos puntos:

ITRF	EPOCA	ID	NOMENCLATURA	X	Y	Z
1994	1994	C641	GPS-T-003	1637344,0479	-6146451,4497	478511,2193
1994	1994	C622	TABLAZO-907	1402733,8753	-6223190,7166	136197,3520
2005	2007	B001	19-BGT	1740933,7467	-6116367,3330	520429,6993
2000	2001	C820	GPS-D-ST-030	1836602,2289	-6058428,1704	781190,5553
2000	2006	B650	GPS-MT-T-51	1862873,9497	-6079261,4487	504279,2746
2005	2010	A003	B90-CW-6	1592655,8182	-6131349,7722	760253,6946
2008	2012	A651	9-MT-4	1785889,3896	-6110354,3431	398274,9469

PUNTO	ÉPOCA	ITRF94						ITRF08						≠ LATITUD (")	≠ LONGITUD (")	≠ h (m.)	≠ LAT. (M.)	≠ LON (M.)						
		LATITUD			LONGITUD			h EILPSOID			LATITUD								LONGITUD			h EILPSOID		
GPS-T-003	1994	4	19	51,721751	N	75	5	0,466602	W	756,0795	4	19	51,72204	N	75	5	0,466635	W	756,0665	-0,000286	-3,3E-05	0,013	-0,00858	-0,00099
TABLAZO-907	1994	1	13	52,698736	N	77	17	51,254049	W	2649,762	1	13	52,69902	N	77	17	51,254025	W	2649,7462	-0,000285	2,4E-05	0,0158	-0,00855	0,00072

PUNTO	ÉPOCA	ITRF00						ITRF08						≠ LATITUD (")	≠ LONGITUD (")	≠ h (m.)	≠ LAT. (M.)	≠ LON (M.)						
		LATITUD			LONGITUD			h EILPSOID			LATITUD								LONGITUD			h EILPSOID		
GPS-D-S-030	2001	7	4	53,432335	N	73	8	7,472642	W	893,5363	7	4	53,43254	N	73	8	7,472603	W	893,5251	-0,000203	3,9E-05	0,0112	-0,00609	0,00117
GPS-MT-T-51	2006	4	33	54,377437	N	72	57	47,929342	W	242,9254	4	33	54,37762	N	72	57	47,929333	W	242,9085	-0,000178	9E-06	0,0169	-0,00534	0,00027

PUNTO	ÉPOCA	ITRF05						ITRF08						≠ LATITUD (")	≠ LONGITUD (")	≠ h (m.)	≠ LAT. (M.)	≠ LON (M.)						
		LATITUD			LONGITUD			h EILPSOID			LATITUD								LONGITUD			h EILPSOID		
19-BGT	2007	4	42	35,612876	N	74	6	42,402876	W	2573,8825	4	42	35,61305	N	74	6	42,402853	W	2573,8768	-0,000169	2,3E-05	0,0057	-0,00507	0,00069
B90-CW-6	2010	6	53	20,766313	N	75	26	19,937106	W	2449,3439	6	53	20,76646	N	75	26	19,937093	W	2449,3385	-0,000149	1,3E-05	0,0054	-0,00447	0,00039

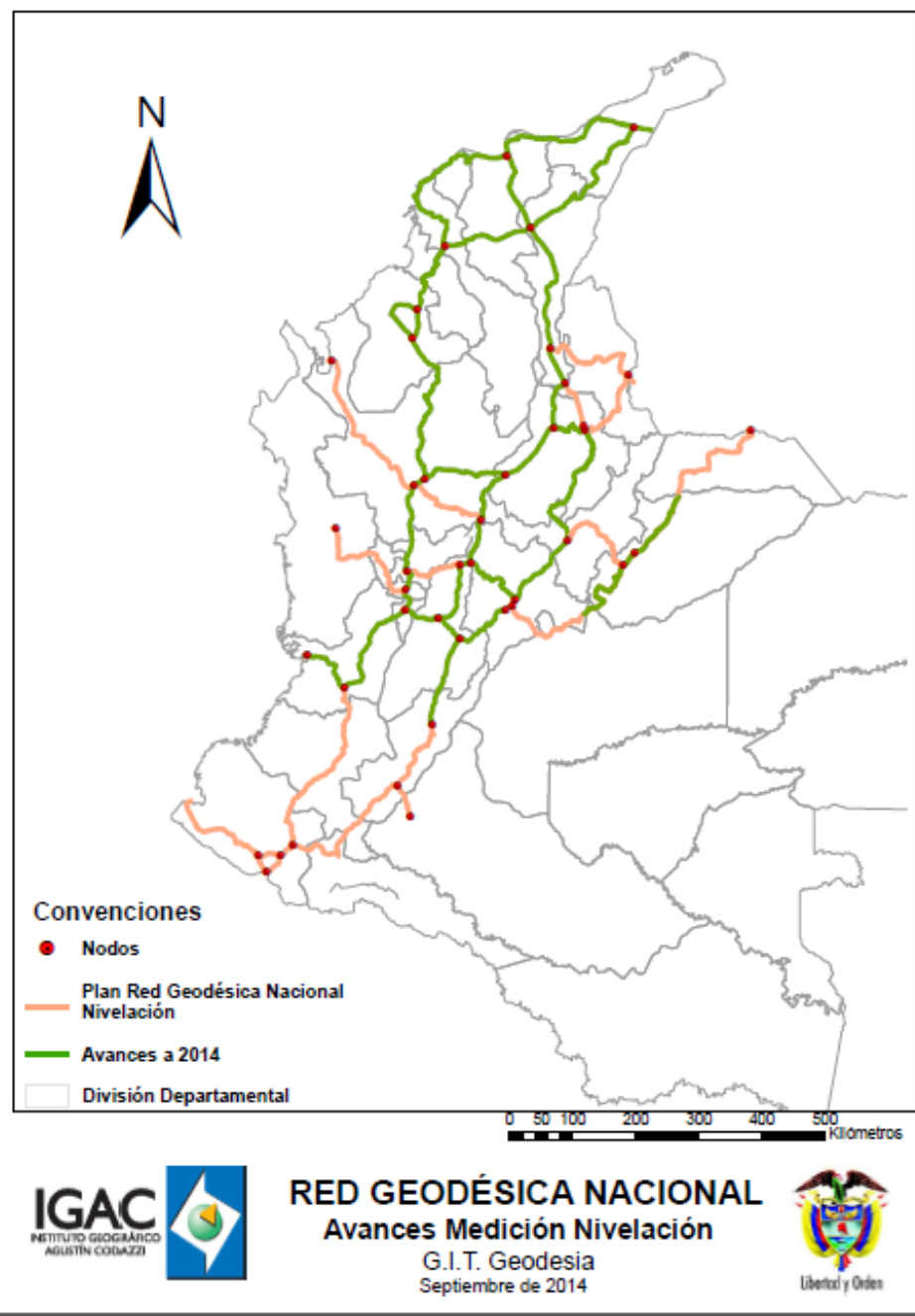
PUNTO	ITRF	ÉPOCA 1994.0						ÉPOCA 2012.0						≠ LATITUD (")	≠ LONGITUD (")	≠ h (m.)	≠ LAT. (M.)	≠ LON (M.)						
		LATITUD			LONGITUD			h EILPSOID			LATITUD								LONGITUD			h EILPSOID		
GPS-T-003	2008	4	19	51,722037	N	75	5	0,466635	W	756,0665	4	19	51,73037	N	75	5	0,464882	W	756,0675	-0,008329	0,001753	-0,001	-0,24987	0,05259
TABLAZO-907	2008	1	13	52,699021	N	77	17	51,254025	W	2649,7462	1	13	52,70484	N	77	17	51,250949	W	2649,7455	-0,00582	0,003076	0,0007	-0,1746	0,09228

PUNTO	ITRF	ÉPOCA 2001.0						ÉPOCA 2012.0						LATITUD (")	≠ LONGITUD (")	≠ h (m.)	≠ LAT. (M.)	≠ LON (M.)						
		LATITUD			LONGITUD			h EILPSOID			LATITUD								LONGITUD			h EILPSOID		
GPS-D-S-030	2008	7	4	53,432538	N	73	8	7,472603	W	893,5251	7	4	53,43722	N	73	8	7,471436	W	893,5253	-0,004683	0,001167	-0,0002	-0,14049	0,03501

PUNTO	ITRF	ÉPOCA 2006.0						ÉPOCA 2012.0						LATITUD (")	≠ LONGITUD (")	≠ h (m.)	≠ LAT. (M.)	≠ LON (M.)						
		LATITUD			LONGITUD			h EILPSOID			LATITUD								LONGITUD			h EILPSOID		
GPS-MT-T-51	2008	4	33	54,377615	N	72	57	47,929333	W	242,9085	4	33	54,37971	N	72	57	47,929656	W	242,9083	-0,002091	-0,000323	0,0002	-0,06273	-0,00969

PUNTO	ITRF	ÉPOCA 2007.0						ÉPOCA 2012.0						≠ LATITUD (")	≠ LONGITUD (")	≠ h (m.)	≠ LAT. (M.)	≠ LON (M.)						
		LATITUD			LONGITUD			h EILPSOID			LATITUD								LONGITUD			h EILPSOID		
19-BGT	2008	4	42	35,613045	N	74	6	42,402853	W	2573,8768	4	42	35,61493	N	74	6	42,402673	W	2573,8767	-0,001881	0,00018	0,0001	-0,05643	0,0054

PUNTO	ITRF	ÉPOCA 2010.0						ÉPOCA 2012.0						≠ LATITUD (")	≠ LONGITUD (")	≠ h (m.)	≠ LAT. (M.)	≠ LON (M.)						
		LATITUD			LONGITUD			h EILPSOID			LATITUD								LONGITUD			h EILPSOID		
B90-CW-6	2008	6	53	20,766462	N	75	26	19,937093	W	2449,3385	6	53	20,76699	N	75	26	19,936862	W	2449,3386	-0,000524	0,000231	-0,0001	-0,01572	0,00693



RED DE NIVELACIÓN NACIONAL 2012 – 2014

- Ejecutada con niveles digitales y miras con código de barras.



Convenciones

- Nodos
- Plan Red Geodésica Nacional Gravimetria
- Avances a 2014
- División Departamental

0 55 110 220 330 440 550 Kilómetros



RED GEODÉSICA NACIONAL
Avances Medición Gravimetria

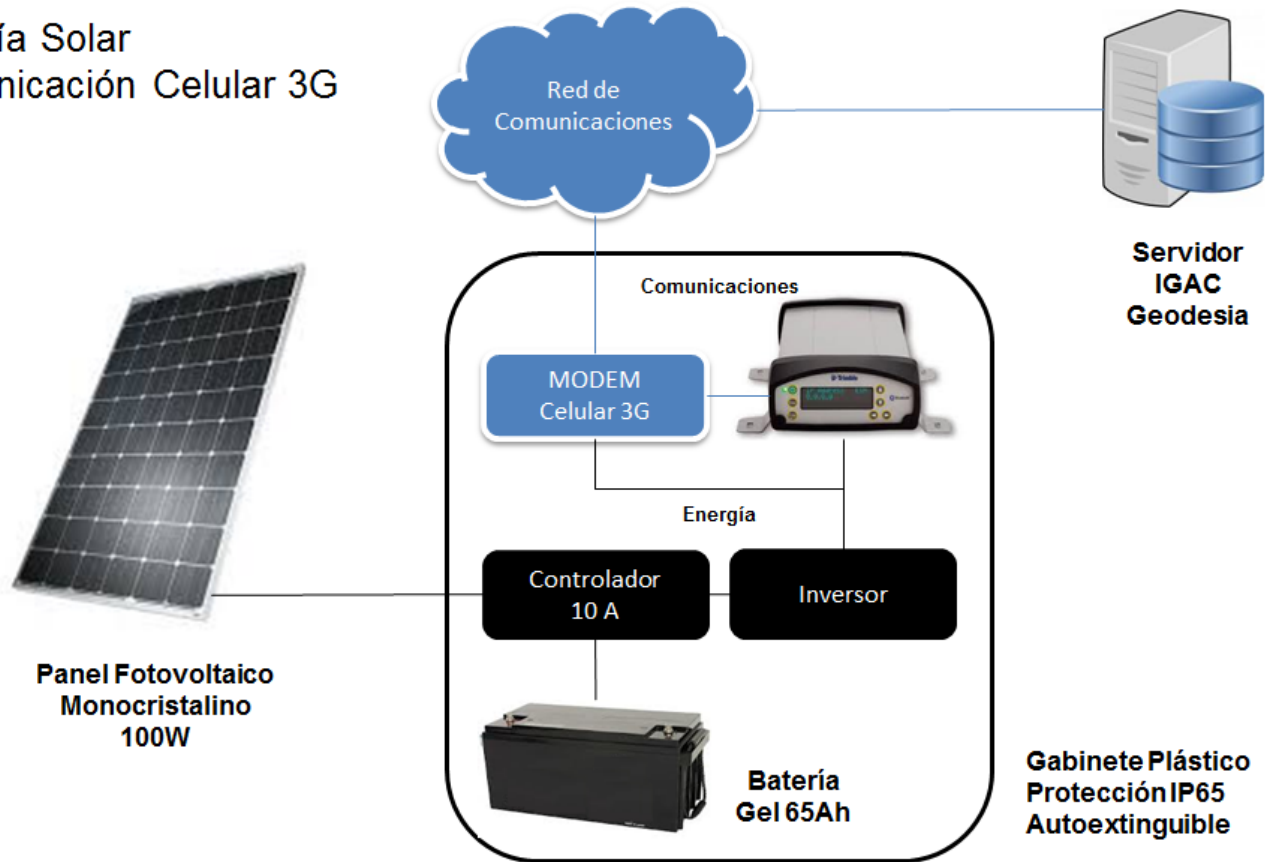
G.I.T. Geodesia
Septiembre de 2014



RED GRAVIMÉTRICA NACIONAL 2012 - 2014

INSTALACIÓN AUTÓNOMA DE ESTACIÓN FUQUENE (FQNE)

Energía Solar
Comunicación Celular 3G



COMPONENTES DE LA ESTACIÓN FQNE

Panel solar



Bastidor y equipos instalados



¡ GRACIAS !