



AUTORIDAD NACIONAL DE ADMINISTRACIÓN DE TIERRAS
INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL
"TOMMY GUARDIA"



AVANCE Y PERSPECTIVAS DE LA INFRAESTRUCTURA GEODÉSICA DE LA REPÚBLICA DE PANAMÁ



Javier A. Cornejo G.
Christopher Ballesteros
Departamento de Geodesia
25/11/2014



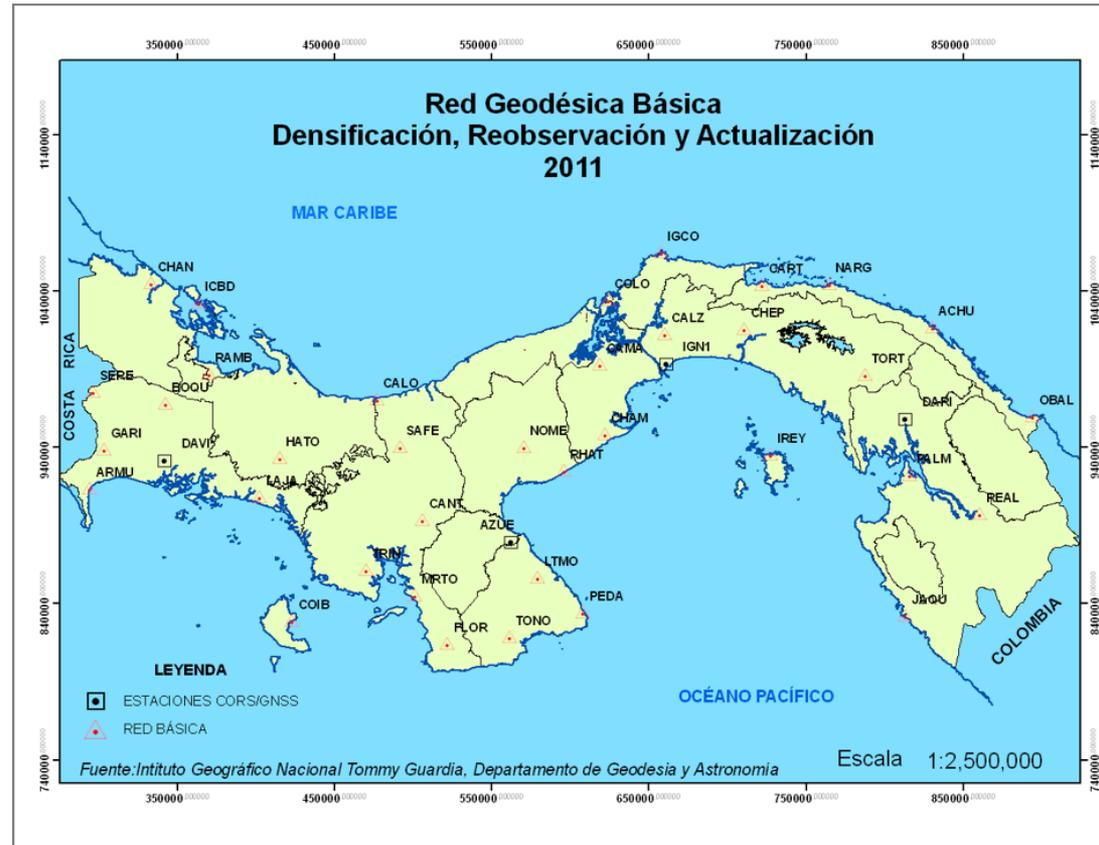
Red Geodésica Básica

La modernización de la infraestructura geodésica de la República de Panamá se fundamenta en el Decreto Ejecutivo N° 139 de 30 de junio de 2006.

Se adopta SIRGAS 2000, como el nuevo marco geodésico del país y se establecen 10 (diez) años para su Implementación.

El marco geodésico horizontal fue actualizado a SIRGAS 2008, ITRF08, época 2011.6.

Se trabaja en la actualización cartográfica para generar el mapa básico a escala 1:25 000 y de ciudades a escala 1:5 000.





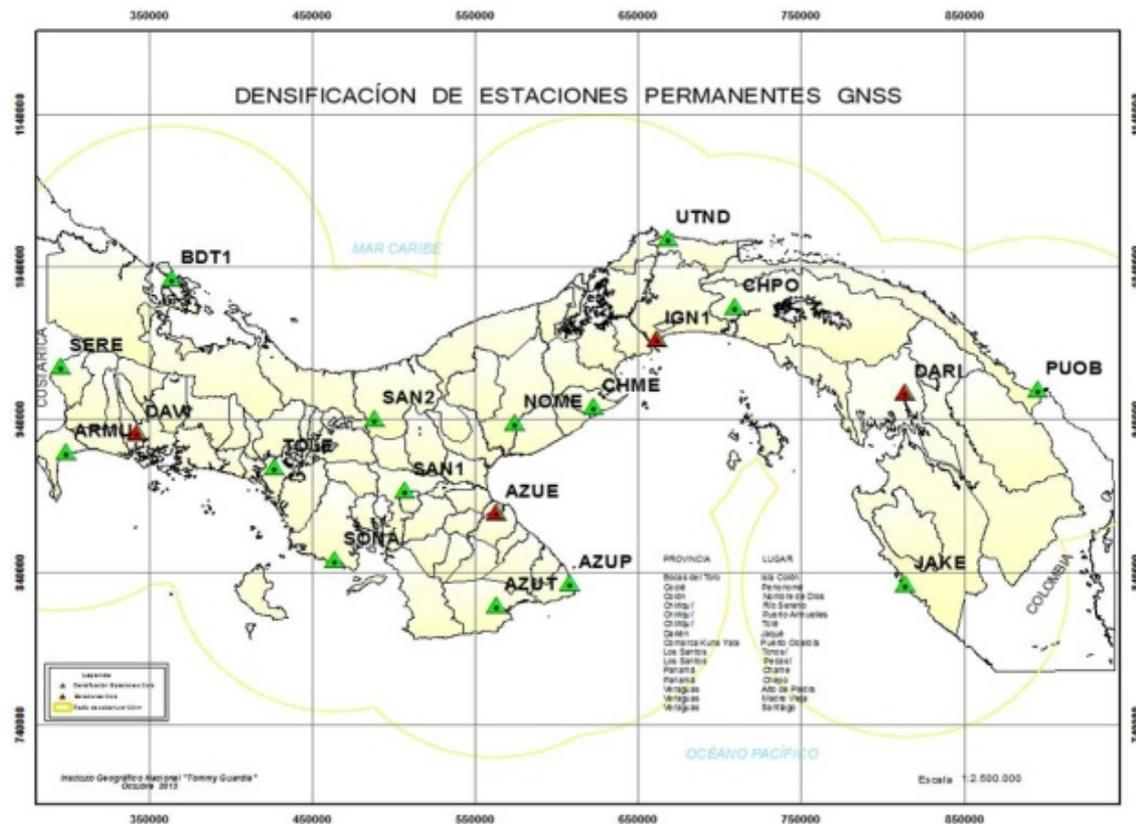
Red de Estaciones Permanentes GNSS

Se cuenta con 19 estaciones permanentes GNSS, 4 instaladas en 2008 y 15 instaladas de 2012 a la fecha.

De las estaciones de 2008, todas fueron integradas a la red SIRGAS CON, pero solo 3 están operativas.

De las 15 nuevas, todas están operativas; pero, a la fecha, solo 3 cuentan con servicio de internet.

Los datos para postproceso se suministran de manera gratuita.





Red de Estaciones Permanentes GNSS

Estación **SAN1**, Terminal del Aeropuerto Rubén Cantú
San Antonio, Distrito de Atalaya, Provincia de Veraguas
Autoridad de Aeronáutica Civil



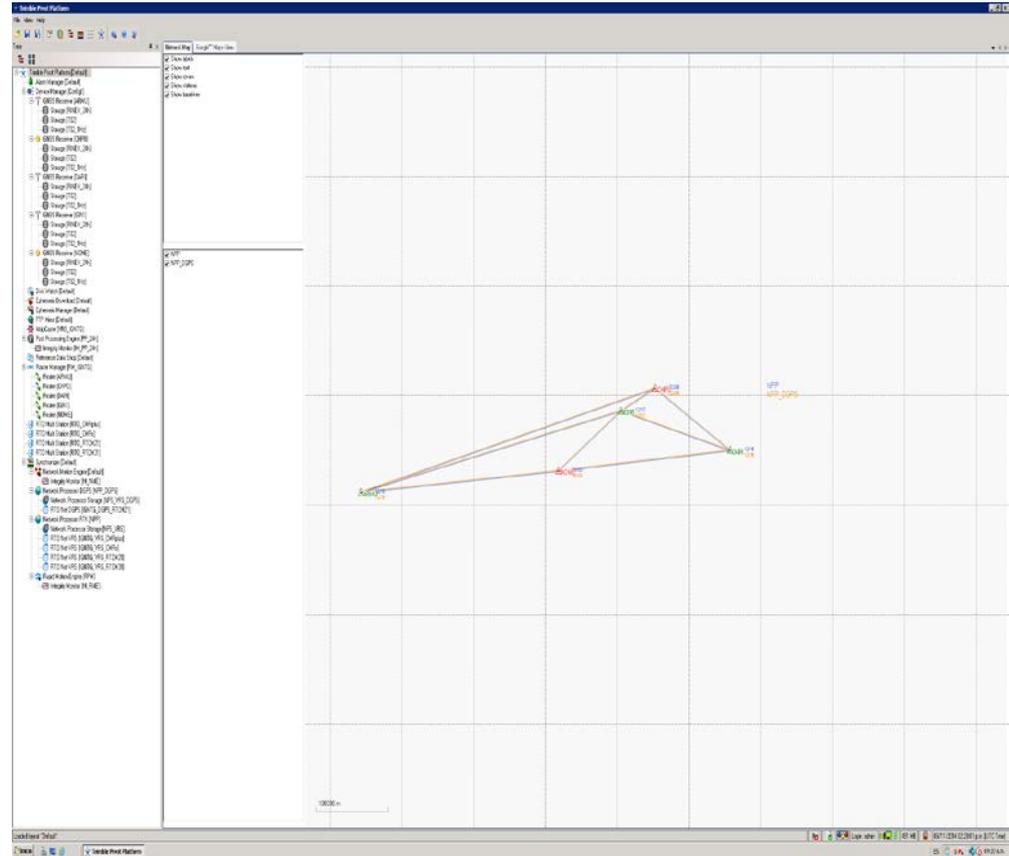


Red de Estaciones Permanentes GNSS

El software para operar las nuevas estaciones es el PIVOT de Trimble. Se cuenta con la licencia para incorporar 16 estaciones a dicho software.

Algunos de los objetivos es brindar servicio de posicionamiento en tiempo real VRS y NTRIP.

Además, integrar varias de estas estaciones a la Red SIRGAS Continental de Operación Continua.





Red de Nivelación y Red Gravimétrica

La red de nivelación cuenta con aproximadamente 3 000 puntos, entre I, II y III orden, referidos al Nivel Medio del Mar del mareógrafo de Cristóbal (destruido), en el Caribe panameño.

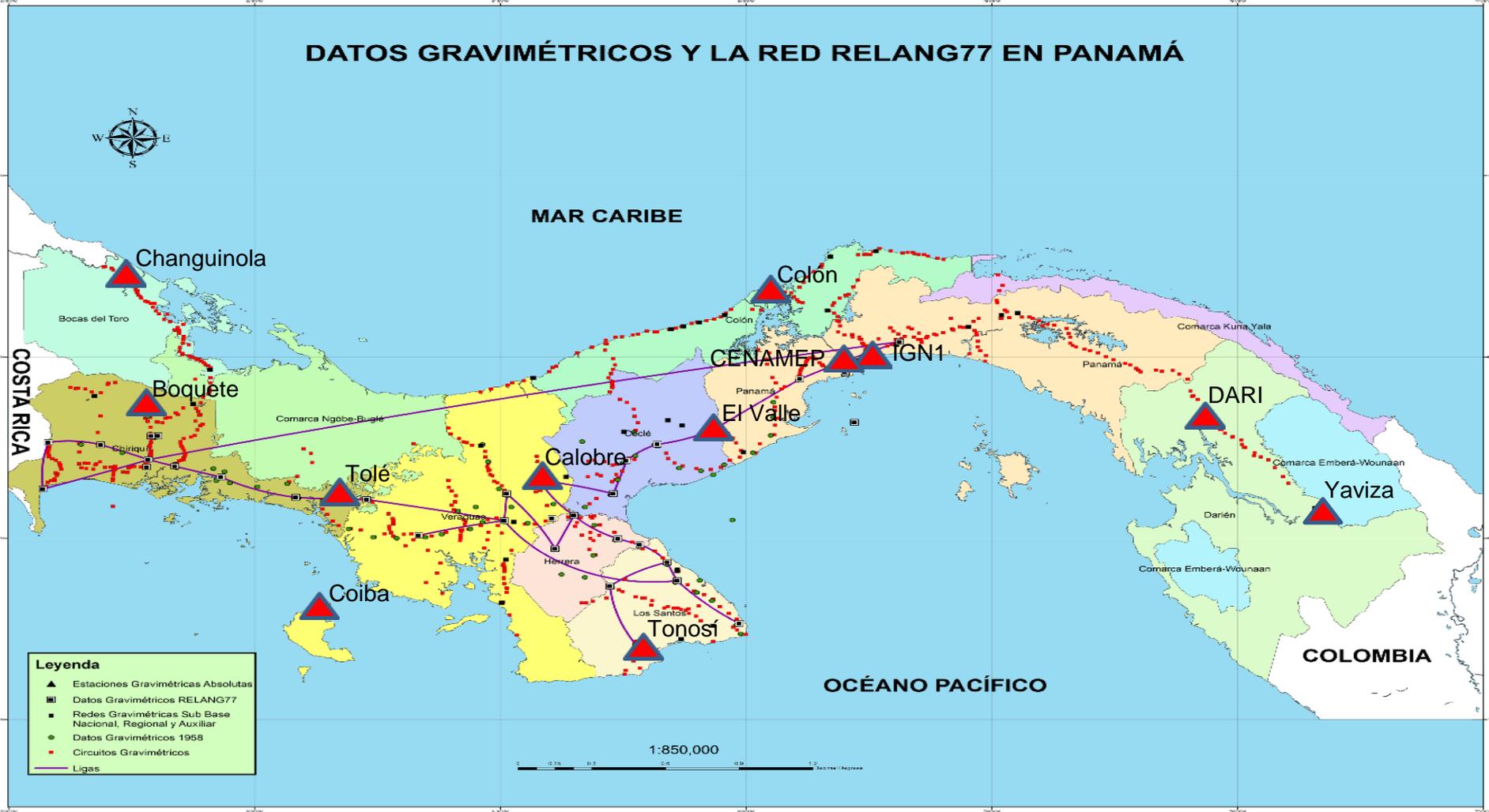
La red gravimétrica cuenta con el 25 % de estos puntos y pasa sobre las mismas líneas de nivelación del país.





Estaciones Gravimétricas Absolutas 2008

Proyecto iNRim – CENAMEP AIP - IGNTG





Modelo y Esquema de Gravímetro Absoluto Utilizado

The measurement of the free-fall acceleration, g , has been performed with the new gravimeter IMGC-02. The apparatus (fig.1) is developed by INRIM /1/, and derives from that one previously realized in collaboration with the Bureau International des Poids et Mesures in Sèvres (BIPM) /2/.

Several improvements characterize the IMGC-02, among them there is the automation of the instrument which allows to perform the measurement during the night, when the disturbance due to the environmental noise is minimum.

All the measurement sessions have been recorded and stored in data files for post-processing. If necessary, these files are delivered for future revision or checking. The software used is the *GravisoftM 1.5* and *GravisoftPP 1.5*, developed and tested by INRIM.

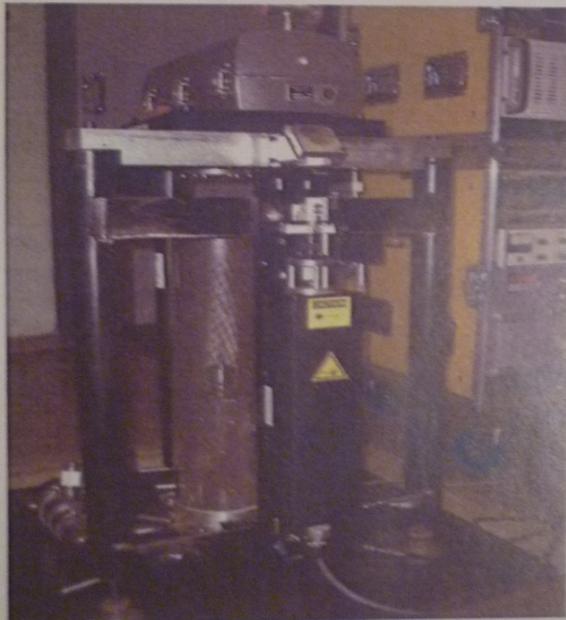


Figure 1. Picture of the new absolute gravimeter IMGC-02

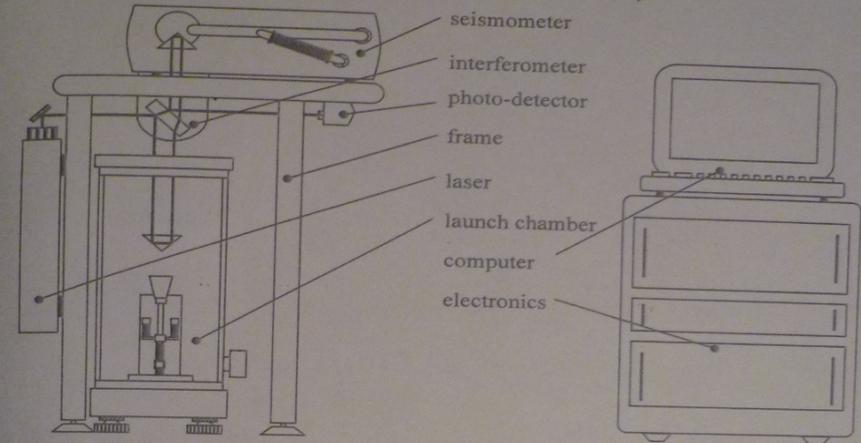


Figure 2.1. Schematic layout of the IMGC-02 Absolute Gravimeter

The software used includes (i) the manager *GravisoftM 1.5* (fig. 2.2) for driving the instrument and storing the measurement data and (ii) the post-processing *GravisoftPP 1.5* (fig. 2.3) for elaborating the data-files. These programs were developed and tested on the LabVIEW8.2[®] platform.

Geophysical corrections are applied: (i) the Earth tides and Ocean loading are computed with the T-SOFT, version 2007, developed at the Royal Observatory of Belgium, (ii) the polar motion correction is computed starting from the daily pole coordinates x and y (rad) obtained from the International Earth Rotation Service (IERS).

The gravitational acceleration is normalized to a nominal pressure, taking into account a barometric factor $f_B = 0.30 \times 10^{-8} \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}\cdot\text{mbar}^{-1}$, as recommended by the IAG 1983 resolution n.9.

Instrumental corrections are also applied: (i) the diffraction correction and the (ii) laser beam verticality.

The g value associated to every measurement session is calculated as the average of n measurements and it is referred to a specific height from the floor. The measurement expanded uncertainty is evaluated according to the method of combination of uncertainties as suggested by the ISO GUM guide /5/.

Fuente: T.R. 111, iNRim March 2008 CENAMEP AIP Panamá,



INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL "TOMMY GUARDIA"





Medición y Resultados en la Estación GNSS IGN1



Figure 4.8.3. Pictures of the IMGC-02 at the observation station in Panama City - IGNTG - CORS

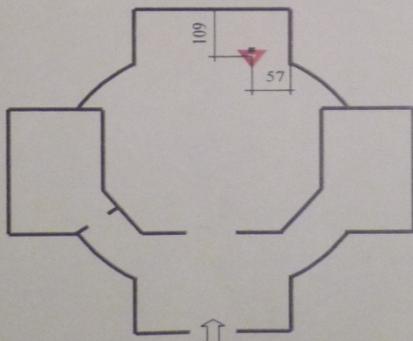


Figure 4.8.4. Plane of the building station in Panama City - IGNTG - CORS

Table 4.8.1. Experimental results station in Panama City - IGNTG - CORS

<u>Observation Station: Panama City - Tommy Guardia CORS</u>	
Observation start (date and time in UTC)	2008/02/12 00:27:41
Observation stop (date and time in UTC)	2008/02/13 04:38:36
Geodetic longitude	$\lambda = -79.53570^\circ$
Geodetic latitude	$\phi = 8.9849^\circ$
Topographic elevation	$H_T = 25$ m
Nominal pressure at the observation site	$P_N = 1010.3$ mbar
Pole coordinates in IERS system	$x = -0.125609''$, $y = 0.359979''$
<u>Measurement parameters</u>	
Total measurement time	$T_m = 28.18$ h
Measurement rate	$m_r = 51$ h ⁻¹
Measurement drift	$m_d = +1.56 \times 10^{-8}$ m·s ⁻² ·h ⁻¹
Total processed and stored throws	$n_{ps} = 634$
Temperature range	$T = (29.2 \pm 32.1)^\circ\text{C}$
Local barometric pressure (mean)	$P = 1006.05$ mbar
χ^2 test (80% confidence level)	$\chi^2_{\max} = 21.0$; $\chi^2_{\min} = 7.8$; $\chi^2_{\text{exp}} = 27.6$
<u>Corrections</u>	
Laser beam verticality correction	$\Delta g_{bv} = +0.6 \times 10^{-8}$ m·s ⁻²
Laser beam divergence correction	$\Delta g_{bd} = +10.3 \times 10^{-8}$ m·s ⁻²
Polar motion correction	$\Delta g_{pm} = -2.0 \times 10^{-8}$ m·s ⁻²
Tide and ocean loading correction (mean)	$\Delta g_{tol} = +20.5 \times 10^{-8}$ m·s ⁻²
Local barometric pressure correction (mean)	$\Delta g_{bp} = -1.3 \times 10^{-8}$ m·s ⁻²
<u>Results</u>	
corrected mean g value	$g_{mv} = 978\,226\,963.3 \times 10^{-8}$ m·s ⁻²
Reference height	$h_{ref} = 523.5$ mm
Number of throws accepted for the average	$n = 177$
Experimental standard deviation	$s_g = 51.2 \times 10^{-8}$ m·s ⁻²
Experimental standard deviation of the mean value	$s_{gm} = 3.8 \times 10^{-8}$ m·s ⁻²
Measurement combined uncertainty	$u_{gm} = 6.1 \times 10^{-8}$ m·s ⁻²
Measurement expanded uncertainty ($p = 95\%$, $\nu = 77$, $k = 1.99$)	$U_{gm} = 12.1 \times 10^{-8}$ m·s ⁻²
Vertical gradient	$\gamma = \text{unknown}$
<u>Table 4.8.2. Apparatus setup Panama City - IGNTG - CORS</u>	
Instrument orientation	See fig. 4.8.4.
Fitting Model	Laser mod. & ground vibr. (18.9 Hz)
Fringe visibility threshold	$f_v = 20\%$
Measurements each set	$n_{ms} = 30$
Waveform digitizer sampling frequency	$S_f = 50$ MHz
Laser wavelength	$\lambda_l = 632.99121258 \times 10^{-9}$ m
Clock frequency	$f_c = 9\,999\,999.994$ 2 Hz
Vertical gradient input	$\gamma = 0.000002700$ s ⁻²
Rise station number	$n_{rs} = 350$
Leaved upper stations	$n_{ul} = 2$
Laser modulation frequency	$f_{lm} = 1165.2$ Hz

Fuente: T.R. 111, iNRim March 2008 CENAMEP AIP Panamá



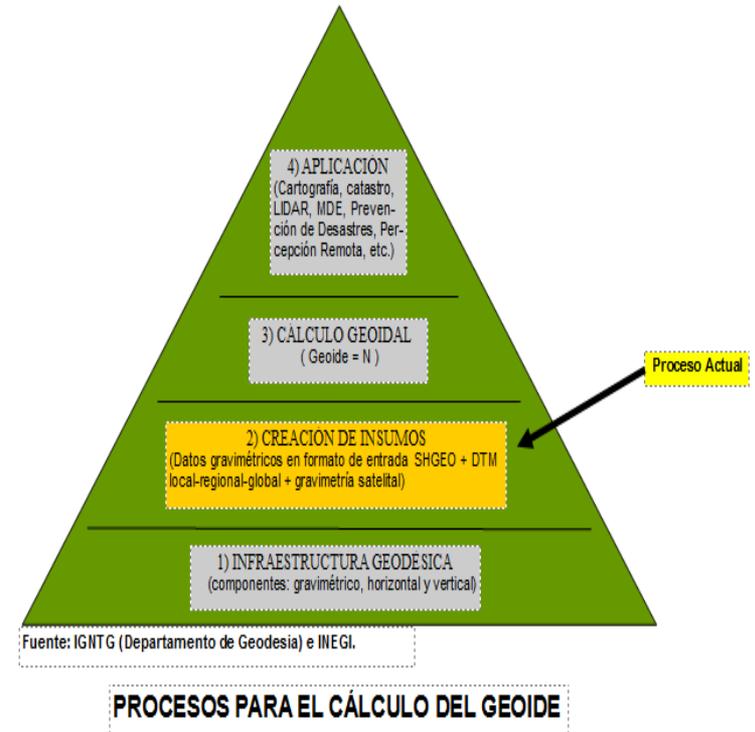


Proyectos en Ejecución

En 2011 el Instituto Geográfico Nacional "Tommy Guardia" (IGNTG) fue invitado a participar en el proyecto denominado "**Monitoreo del Geoide para México, Centroamérica y El Caribe**", liderado por especialistas del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) de México; con el apoyo del Instituto Panamericano de Geografía e Historia" (IPGH).

El proyecto contempla la determinación de un modelo geoidal regional utilizando valores de gravedad.

La pirámide de la derecha contempla los pasos y procesos que involucra dicho proyecto.



Fuente: Informes del Proyecto "Monitoreo del Geoide para México, Centroamérica y El Caribe.



INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL "TOMMY GUARDIA"





Proyectos en Ejecución

BD_Final_Gravedad_1: Bloc de notas

Archivo Edición Formato Ver Ayuda

Número	Latitud(Grados)	Longitud(Grados)	Altura(m)	Gravedad(mGals)
1	8.984609358	280.4668453	24.56	978252.3
2	8.939611583	280.3285076	126.29	978216.2
3	8.872948105	280.2118373	74.2	978197.5
4	8.751287127	280.1118341	117.01	978171.2
5	8.667957616	280.111834	37.08	978184.7
6	8.567962219	280.1001669	20.12	978190.5
7	8.472966662	280.0284979	24.59	978177.1
8	8.534631198	279.3334767	351.55	978091.4
9	8.406303186	279.9118276	67.08	978151
10	8.372971486	279.8168247	32.5	978182.3
11	8.387970888	279.7284886	34.4	978183.8
12	8.517965014	279.6284857	87.13	978171.1
13	8.584628701	279.5451499	72.57	978176
14	8.456301258	279.5501499	24.24	978173.6
15	8.417969735	279.5001484	26.08	978177.5
16	8.322974125	279.4784809	14.29	978192.2
17	8.239644653	279.4501467	20.47	978195
18	8.172981135	279.3451434	12.56	978190.2
19	8.122983499	279.300142	13.28	978192.4
20	8.189647171	279.2168062	37.43	978182.8
21	8.317974646	279.1618046	121.18	978157.4
22	8.072985726	279.3834778	17.73	978199.9
23	7.989656155	279.4668136	33.37	978206.4
24	7.956324267	279.5618165	31.8	978213.1
25	7.856328764	279.6784866	22.53	978228.3
26	7.756333347	279.7118208	37.09	978220.5
27	7.767999371	279.8118239	3.3	978223.9
28	7.701335796	279.8001568	38.7	978207.9
29	7.65633781	279.8618253	46.52	978209.2
30	7.523010533	279.9618282	47.61	978245
31	7.473012827	279.9784953	8.28	978259.9
32	7.906326749	279.3784775	83.59	978198.5
33	7.784665729	279.345143	284.86	978147.1
34	7.801331713	279.2501402	355.57	978129
35	8.106317676	279.2168061	29.3	978192.8
36	7.939658693	279.2168059	33.67	978176.8
37	8.0846521	279.1118029	60.2	978189.1
38	8.089651951	279.0168	100.9	978175.7
39	8.051320499	278.8784624	45.11	978198.6
40	8.022988564	278.7617921	118.84	978197.8
41	8.006322717	278.6951234	19.46	978207.4
42	8.001323035	278.5784532	227.5	978161.3
43	8.006322873	278.4834503	19.69	978202.8
44	8.051320868	278.3834473	6.43	978195.4
45	8.089652024	278.9284639	123.86	978165.3
46	8.206313795	278.2784442	15.33	978168.7
47	8.301309513	278.1334398	113.18	978131.6
48	8.284643687	278.0117694	27.51	978176.9
49	8.439636783	277.578423	46.7	978154.2
50	8.389639091	277.5617558	20.11	978161.5
51	8.556298078	277.5950902	239.88	978104.5
52	8.6729594	277.566756	725.84	978018.6
53	8.772954805	277.5784231	0	977985.1
54	8.472968636	277.4617527	81.85	978130.6
55	8.522966373	277.3784169	232.29	978088.5
56	8.517966637	277.295081	218.87	978096
57	8.389639032	277.6834261	30.17	978168.8
58	8.384639185	277.8334307	9.32	978197.5



Fuente: Informes del Proyecto "Monitoreo del Geode para México, Centroamérica y El Caribe."



INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL "TOMMY GUARDIA"





Conclusiones

En la República de Panamá las tareas geodésicas requeridas para soportar los proyectos de interés nacional han sido modernizadas significativamente gracias al desarrollo del sistema de posicionamiento global GPS, actualmente GNSS.

El marco geodésico horizontal ha sido actualizado, en función de las nuevas tecnologías y técnicas de medición, logrando con ello resultados de muy alta precisión, confiabilidad y compatibilidad en la búsqueda de la operatividad de las bases de datos y metadatos.

Hoy día se trabaja arduamente con la red gravimétrica y la red de nivelación geométrica (actual marco de referencia vertical) a fin de determinar un modelo geoidal regional y local que pueda ser incorporado a las técnicas GNSS para la determinación de la posición vertical con alta precisión.





AVANCE Y PERSPECTIVAS DE LA INFRAESTRUCTURA GEODÉSICA DE LA REPÚBLICA DE PANAMÁ

MUCHAS GRACIAS POR SU
ATENCIÓN



INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL "TOMMY GUARDIA"

