



INFORME

DENSIFICACIÓN GRAVIMÉTRICA

Ana Cristina O. Cancoro de Matos
Douglas Rodrigues Soares
Centro de Estudios Geodésicos – CENEGEO

Modesto Martínez Robles
Servicio Geológico Nacional

Luis Torres Manzueta
Gabriel Vásquez De León
Ministerio de Energía y Minas

Denizar Blitzkow
Escuela Politécnica de la USP

Julio 2024



Introducción

A partir de la **Referencia Gravimétrica Local (RGL)** cuyas mediciones se realizaron con un gravímetro absoluto, en el caso de República Dominicana (RD) se utilizó el A-10/032, se establecieron puntos de densificación a través de un gravímetro relativo. En febrero de 2024 se realizó una campaña de densificación con la medición de 38 estaciones relativas. Además, hay 11 medidas absolutas que se incluyeron en el cálculo del mapa de Bouguer. Los marcos (pilotes) fueron georreferenciados con observaciones estáticas de 1.5 horas, previo a las mediciones con el gravímetro CG-5/808. Para el procesamiento se utilizó PPP (Precise Point Positioning), disponible en el IBGE (Instituto Brasileño de Geografía y Estadística), que toma como referencia el SIRGAS2000.4 (Sistema de Referencia Geodésico de las Américas).

Descripción

Las mediciones de densificación se realizaron con el gravímetro relativo Scintrex CG-5/808, propiedad de CENEGEO, cuya precisión es de 0.05 mGal. El dispositivo se configuró para realizar 2 ciclos de observaciones, con 60 segundos cada ciclo, en las estaciones. Se realizaron 7 (siete) circuitos, descritos a continuación como N1 a N7. En general, las mediciones se realizaron dejando una Referencia Gravimétrica Local (RGL) y cerrando en otra RGL, como se describe a continuación. En el último circuito se partió en Faro hasta Colón y regreso a la misma estación. A continuación, se describen los siete circuitos con las Estaciones Gravimétricas (EG) observadas.

Circuito N1 - Se inició desde la RGL EG-03, midiendo en secuencia las estaciones EG01, EG05, EG36, EG08, EG06, finalizando el circuito en la RGL EG-09, este circuito presentó una deriva instrumental por encima de lo esperado, cuyo valor fue de 0,294 mGal.



Circuito N2 – Se inicio desde la RGL EG09, midiendo en secuencia las estaciones EG20, EG07, EG28, EG30, EG34, EG47, EG33, finalizando el circuito en la RGL EG50, este circuito presento una deriva instrumental de 0.069 mGal.

Circuito N3 – Se inicio desde la RGL EG50, midiendo en secuencia las estaciones EG38, EG31, EG21, EG29, EG24, EG37, EG35, EG40, finalizando el circuito en la RGL EG10, este circuito presentó una deriva instrumental de 0.129 mGal.

Circuito N4 – Se inicio desde la RGL EG10, midiendo en secuencia las estaciones n EG15, EG16, EG29, EG22, EG26, EG23, finalizando el circuito en la RGL EG25, este circuito presentó una deriva instrumental de 0.033mGal.

Circuito N5 – Se inicio desde la RGL EG25, midiendo en secuencia las estaciones EG49, EG41, EG44, EG48, EG43, finalizando el circuito en la RGL EG12, este circuito presentó una deriva instrumental de 0.154 mGal.

Circuito N6 – Se inicio desde la RGL EG12, midiendo en secuencia las estaciones EG14, EG13, EG19, EG17, EG11, terminando en la RGL EG42, este circuito presentó una deriva instrumental de 0.026 mGal.

Circuito N7 – Se inicio desde la RGL EG03, midiendo en secuencia las estaciones EG46, EG02, EG04, finalizando el circuito en la misma RGL EG03, este circuito presento una deriva instrumental de 0.022 mGal.

En la Figura 1 se muestra la distribución de las estaciones ocupadas en el levantamiento de densificación. Los valores de deriva al cierre de los puntos estuvieron dentro de lo esperado, a excepción del circuito N1 que superó un poco lo esperado. Se recomienda volver a medir al



menos una de las estaciones de este circuito en una próxima campaña para una confirmación del valor debido a la deriva mencionada.

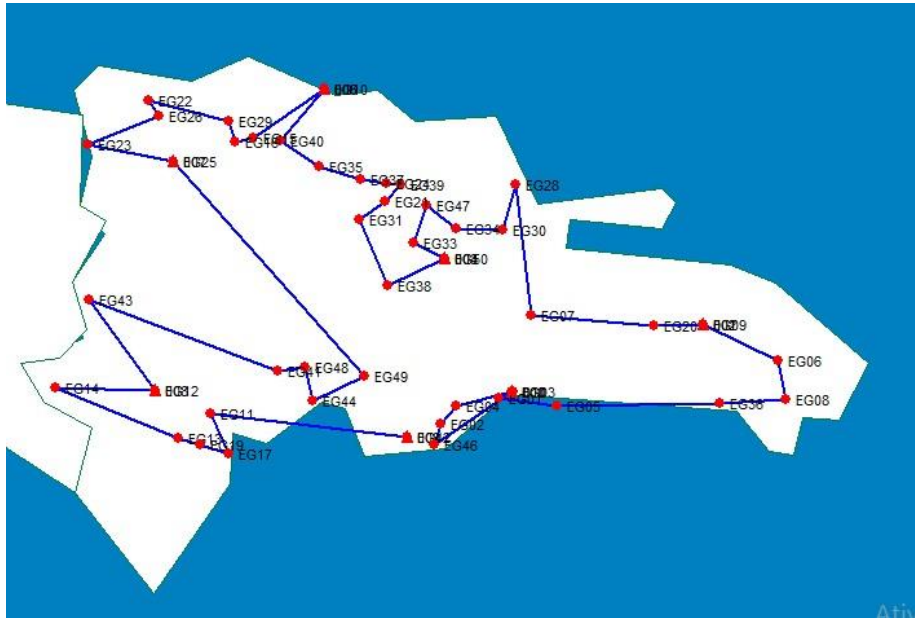


Figura 1 - Representación de Circuitos Gravimétricos (GRAVSUR).

El cálculo dio como resultado la obtención de los valores de la aceleración de la gravedad, vinculados a la RGL, en las anomalías de gravedad del aire libre y de Bouguer completa. En la Figura 2 se presenta el mapa completo de la anomalía de Bouguer para el país. Se generó a partir de 49 estaciones observadas, que incluyen los puntos de densificación y los de observaciones absolutas.

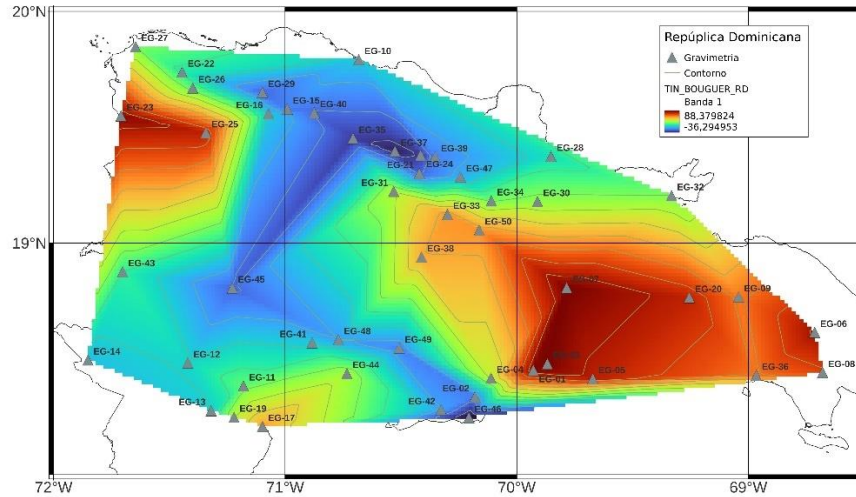


Figura 2 – Mapa de anomalías completa de Bouguer.

El número de puntos utilizados en la generación de mapas es muy pequeño en este momento. Con el objetivo de una alternativa, para una simple comparación, también se generó un mapa a través del modelo geopotencial XGM2019e (grado y orden 760), presentado en la Figura 3. En este caso, el modelo aporta una mayor resolución, sin embargo, sujeta a una menor fiabilidad en las anomalías. Es posible comparar los colores de las anomalías observadas en relación con los del Modelo Geopotencial Global (MGG). En la comparación entre las figuras 2 y 3, también es posible verificar la necesidad de un mayor número de observaciones gravimétricas para obtener un mapa más confiable de la anomalía.

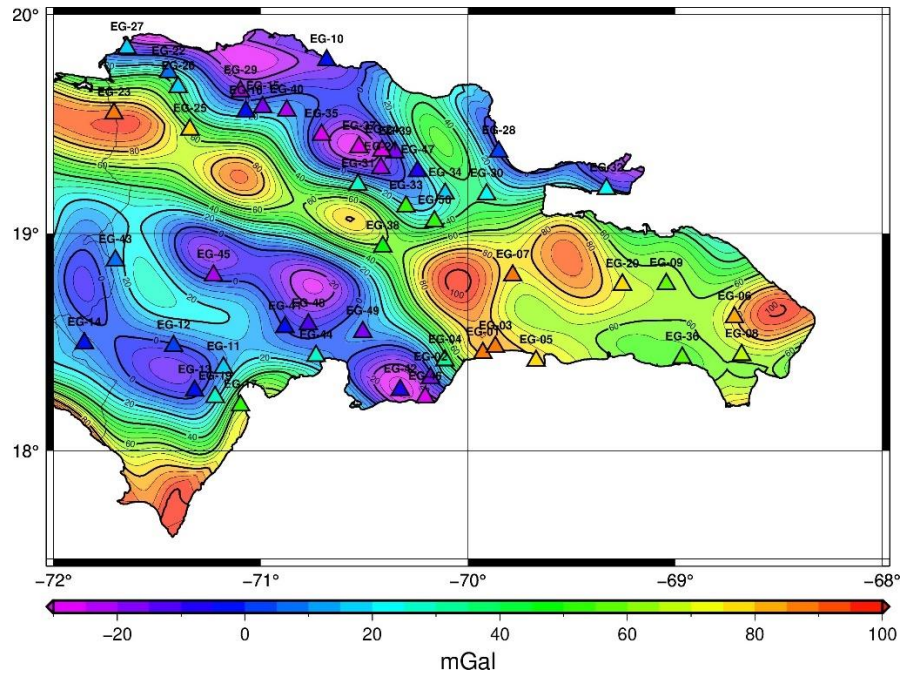


Figura 3 – Mapa de anomalías de Bouguer con XGM2019e

En la Tabla 1 se presentan los resultados finales de las 49 estaciones que forman parte del proyecto. Contiene las coordenadas geodésicas, la altitud Ortométrica con la altura del geoides, las anomalías del aire libre, Bouguer simple y completa, la aceleración de la gravedad y la identificación.

En el caso de la altura del geoides, se estimó utilizando el modelo geopotencial XGM2019e con grado y orden 300. Las líneas rojas identifican las estaciones que componen la Referencia Gravimétrica Local. Dos de ellas forman parte de CORS, estaciones que cuentan con receptores GNSS (Sistema Global de Navegación por Satélite) para observaciones continuas.



Tabla 1 – Estaciones gravimétricas con las anomalías de gravedad.

LATITUD	LONGITUD	h	H ORT	N	ANOMALÍA AIRE LIBRE	ANOMALÍA DE BOUGUER SIMPLE	ANOMALÍA DE BOUGUER COMPLETA	GRAVEDAD	ID
grado decimal	grado decimal	metro	metro	m	mGal	mGal	mGal	mGal	-
18,4504389	-69,9283778	-19,83	16,22	-36,05	88,56	86,74	86,78	978632,73	EG-01
18,3355611	-70,1805167	15,05	51,03	-35,98	-11,92	-17,63	-17,21	978515,31	EG-02
18,4788611	-69,8678278	-1,93	34,24	-36,17	92,03	88,19	88,21	978632,179	EG-03
18,4167806	-70,1110528	9,68	45,21	-35,53	36,39	31,32	31,68	978569,79	EG-04
18,4143639	-69,6715472	-26,91	10,62	-37,53	78,79	77,60	77,60	978622,74	EG-05
18,6145528	-68,7139806	64,66	106,97	-42,31	93,43	81,45	81,67	978618,52	EG-06
18,8066111	-69,7842056	16,27	52,42	-36,15	94,26	88,39	88,45	978646,71	EG-07
18,4413056	-68,6794556	13,67	55,26	-41,59	74,60	68,41	68,46	978606,23	EG-08
18,7677861	-69,0428333	81,29	122,66	-41,37	71,44	57,71	58,00	978600,082	EG-09
19,7921389	-70,6819444	-25,34	17,53	-42,87	-0,69	-2,65	-2,15	978617,989	EG-10
18,3829917	-71,1799139	1,90	31,63	-29,73	19,76	16,22	16,95	978555,53	EG-11
18,4826861	-71,4203889	-4,11	23,86	-27,97	1,25	-1,42	1,00	978544,811	EG-12
18,2767278	-71,3193528	-0,61	28,42	-29,03	0,73	-2,45	-0,46	978531,77	EG-13
18,4951111	-71,8514944	5,30	32,08	-26,78	-4,07	-7,66	-3,90	978537,64	EG-14
19,5783056	-70,9906694	53,67	89,36	-35,69	-7,25	-17,25	-16,74	978577,02	EG-15
19,5580556	-71,0719972	41,23	76,01	-34,78	6,25	-2,26	-1,81	978593,48	EG-16
18,2085500	-71,0977250	-5,28	25,92	-31,2	52,27	49,37	50,92	978580,416	EG-17
18,2481000	-71,2204889	-11,13	18,76	-29,89	29,53	27,43	29,32	978562,01	EG-19
18,7647778	-69,2545278	59,76	99,56	-39,8	87,26	76,12	76,32	978622,86	EG-20
19,3000861	-70,4204167	67,66	102,75	-35,09	-10,43	-21,93	-21,46	978553,96	EG-21
19,7374889	-71,4448222	-11,51	25,61	-37,12	10,32	7,46	7,46	978623,36	EG-22
19,5487528	-71,7086722	5,36	37,55	-32,19	89,98	85,78	85,98	978688,56	EG-23
19,3790000	-70,4154306	148,26	184,73	-36,47	-9,94	-30,62	-29,82	978533,60	EG-24
19,4756444	-71,3422639	91,46	123,53	-32,07	90,22	76,39	77,16	978658,112	EG-25
19,6694750	-71,3990611	-2,62	33,13	-35,75	19,44	15,73	15,78	978626,27	EG-26
19,8481347	-71,6459516	-26,52	12,35	-38,87	21,36	19,97	19,97	978644,849	EG-27
19,3740722	-69,8520139	-29,89	12,36	-42,25	5,46	4,08	4,17	978601,91	EG-28
19,6503833	-71,0983083	34,31	71,03	-36,72	-12,93	-20,88	-20,49	978581,11	EG-29
19,1789806	-69,9101944	-26,32	12,20	-38,52	24,30	22,93	23,09	978609,83	EG-30
19,2231722	-70,5311250	66,13	99,09	-32,96	38,10	27,00	28,47	978599,29	EG-31
19,2045783	-69,3318948	-35,93	8,72	-44,65	20,43	19,45	20,00	978608,468	EG-32
19,1234083	-70,2988472	16,99	50,94	-33,95	58,70	53,00	53,41	978629,17	EG-33
19,1819944	-70,1098167	0,32	36,85	-36,53	23,00	18,87	18,94	978601,09	EG-34
19,4515833	-70,7065278	141,18	176,28	-35,1	-9,95	-29,68	-28,87	978540,30	EG-35
18,4289167	-68,9660333	-7,67	32,63	-40,3	62,34	58,69	58,72	978600,29	EG-36
19,3960056	-70,5257611	149,26	185,61	-36,35	-13,62	-34,40	-33,66	978530,60	EG-37
18,9392250	-70,4110806	143,20	175,02	-31,82	66,37	46,77	49,54	978588,30	EG-38



19,3718139	-70,3517639	130,48	167,48	-37	1,81	-16,94	-16,11	978550,26	EG-39
19,5625278	-70,8742750	94,74	130,85	-36,11	-7,02	-21,67	-20,88	978563,55	EG-40
18,5695194	-70,8833750	259,36	290,12	-30,76	27,63	-4,85	-1,96	978493,75	EG-41
18,2801139	-70,3270472	22,47	58,48	-36,01	-3,86	-10,41	-9,86	978518,082	EG-42
18,8763306	-71,7016639	368,69	395,95	-27,26	52,03	7,70	9,94	978502,31	EG-43
18,8061849	-71,2277050	383,29	411,42	-28,13	22,52	-23,54	-21,37	978464,159	EG-45
18,4369528	-70,7331972	50,50	83,08	-32,58	33,70	24,40	25,85	978556,51	EG-44
18,2464722	-70,2065278	-22,00	14,68	-36,68	-36,62	-38,26	-38,15	978497,04	EG-46
19,2855556	-70,2431528	70,56	107,24	-36,68	3,95	-8,06	-7,69	978566,13	EG-47
18,5825417	-70,7700333	447,64	478,95	-31,31	35,21	-18,40	-10,02	978443,77	EG-48
18,5467889	-70,5075556	445,92	478,81	-32,89	33,91	-19,69	-15,47	978440,56	EG-49
19,0555500	-70,1616917	34,94	69,49	-34,55	61,12	53,34	53,75	978622,084	EG-50

Conclusiones y recomendaciones

La iniciativa de la República Dominicana de hacer un esfuerzo combinado para el establecimiento de la RGL y la iniciativa de elevar los puntos de densificación es altamente acertada y lógica. Representa el inicio de un esfuerzo capaz de llevar al país a una infraestructura gravimétrica de nivel internacional, muy deseada.

1. Se recomienda continuar con los trabajos de densificación dentro de la expectativa de alcanzar un punto cada 3 km, con el objetivo de elaborar un mapa regional de Bouguer. Se sugiere comenzar por las carreteras principales, seguidas de las secundarias y los caminos rurales. Permitirá realizar estudios geológicos, geofísicos y de prospección minera, en particular el análisis preliminar de hidrocarburos.
2. Se recomienda evaluar regiones de interés minero que requieran densificación con mejor resolución, como 500m a 1 km.
3. Se recomienda estudiar la alternativa de establecer una estación IHRF (International Height Reference Frame) con el objetivo de ser una referencia altimétrica internacional para la República Dominicana.



4. Se recomienda poner a disposición los datos de la RGL a la base de datos internacional AGRAV (hartmut.wziontek@bkg.bund.de) con el fin de incluir a la República Dominicana en el esfuerzo internacional, dentro de los objetivos de Global Geodetic Observing System (GGOS).
5. Se recomienda realizar Aerogravimetría en regiones montañosas y en la región costera en una franja alrededor del país.

Agradecimientos

Profa. Nuris Orihuela – Universidad Central de Venezuela por la sugerencia de iniciar un esfuerzo en el campo de la gravimetría en la República Dominicana.

Walkiria Caamaño Orozco – Viceministra de Hidrocarburos por su continuo apoyo a los proyectos de investigación en hidrocarburos.

Edwin García Cocco - Director de SGN por el valioso apoyo para las actividades a realizar.

Nisael Dionisio Dirocie Matos – Director de Exploración y Producción de Hidrocarburos – Ministerio de Energía y Minas por el estímulo, disponibilidad de personal y recursos económicos para llevar a cabo la ejecución de este importante proyecto.