

## BASE DE DATOS NACIONAL DE ANOMALIAS BOUGUER Y SU CORRELACIÓN CON LOS DOMINIOS GEOTECTÓNICOS DEL PERÚ

Mirian Mamani, Victor Carlotto, Alan Santos, Harmuth Acosta, Rildo Rodriguez, Fredy Jaimes, Raquel Martiarena, Juan Rodriguez, Juan Navarro, Lourdes Cacya, Aldo Alvan, Teresa Cornejo, Daniel Peña y Rigoberto Aguilar

INGEMMET, Av. Canadá 1470. Apartado 889-Lima 41. Email: mmamani@ingemmet.gob.pe

### INTRODUCCION

Las mediciones gravimétricas son datos geofísicos que en los últimos años han sido bien aprovechados, ya que las anomalías de gravedad proveen la información básica para estudiar la estructura cortical y su aplicación en la evolución de las montañas y sus recursos. En el caso del Perú es muy importante contar con estos datos ya que el territorio tiene dominios geotectónicos muy distintos y marcados, como Atico-Mollendo-Tacna, Pisco-Chala, Cordillera Oriental, Altiplano Oriental, Altiplano Occidental, Casma, Zona Subandina, Llano Amazónico, Alto Condoroma-Caylloma, Amotapes-Tahuin, Sechura-Lancones, Olmos-Loja (Carlotto et al., 2010 este Congreso).

Las mediciones de gravedad en el Perú fueron hechas por el Instituto Geofísico del Perú y por el Servicio Geofísico del Japón. Los valores obtenidos del trabajo de ambos Institutos dieron un total de 7659 puntos (Tabla 1) y fueron publicados en Fukao et al. (1999). En su trabajo ellos reportan todos los procedimientos que sirvieron para la calibración y reducción de los datos, se explican los procedimientos matemáticos usados para el cálculo de las anomalías de Bouguer, se discute la confiabilidad de los resultados de la reducción de los datos, y finalmente resaltan las características principales del mapa simple de anomalías Bouguer del Perú. Por lo tanto, aquí no se explican todos estos procedimientos, ya que el objetivo principal de este trabajo es la presentación del Banco de Datos de Anomalías Bouguer computarizado y la correlación entre las variaciones de anomalías de Bouguer y los dominios geotectónicos del Perú en base al trabajo de Carlotto et al. (2010 este congreso). Este trabajo se desarrollo dentro del marco del Proyecto GR16: "Integración, Estandarización y Apoyo Técnico a Instituciones" de la Dirección de Geología Regional del Instituto Geológico Minero y Metalúrgico (INGEMMET).

La resolución del mapa simple de las anomalías de Bouguer del Perú nos permitió correlacionar las principales características de gravedad con los principales dominios geotectónicos. Por otro lado, actualmente en INGEMMET los mapas regionales detallados de gravedad están siendo preparados por cada proyecto de la Dirección de Geología Regional, es así que se adicionará una leyenda de las anomalías de Bouguer en los mapas geológicos integrados que están en preparación. Estos mapas tendrán muy buena resolución en las áreas donde se cuenta con mayores mediciones de gravedad (Fig. 1A), mejorarán la resolución y mostrarán con más detalles las características de las mediciones de gravedad en cada Dominio Geotectónico.

La base de datos en formato \*xls (Microsoft Excel) esta georeferenciada en el sistema de información geográfica (Proyección: Coordenadas Geográficas XY, datum: WGS84, zona: 18 sur), además se puede visualizar y/o descargar en/de el Sistema de Información Geológica y Catastro Minero (GEOCATMIN) del INGEMMET. Las referencias citadas que faltan en este resumen se hallan en el weblink de INGEMMET/Dirección de Geología Regional/Geocronología.

Tabla 1. Campos de la base de datos de Anomalías Bouguer. Abreviaciones: X-Longitud, Y-Latitud, Grav-gravedad, mgal-mGal-miligal, m-metros.

punto	X	Y	altura_m	Grav_mgal	bouguer_mgal	localización
1	-80.24	-3.48	6.780	977968.945	-80.53	
2	-80.26	-3.49	7.470	977968.154	-81.28	
3	-80.27	-3.50	11.530	977969.613	-79.16	
4	-80.32	-3.51	13.640	977968.669	-79.81	
5	-80.36	-3.53	14.360	977966.566	-81.97	
6	-80.45	-3.55	5.730	977971.514	-79.01	
7	-80.46	-3.57	5.750	977976.707	-73.96	

## **CORRELACIÓN DEL MAPA SIMPLE DE ANOMALÍAS DE BOUGUER CON LOS DOMINIOS GEOTECTÓNICOS**

El mapa final de las anomalías de Bouguer que ha sido interpolado cada 25 mGal (Fig. 1B), puede ser usado para identificar las anomalías gravimétricas relacionadas con los cambios de densidad de la corteza y por tanto del espesor, los que a su vez están asociados a los diferentes dominios geotectónicos o geológicos de escala regional. En consecuencia, el mapa sirve para la correlación de gravedad con los dominios geotectónicos. En la base de datos de Fukao et al. (1999) no hay mediciones de gravedad para dominio amazónico del país (Fig. 1A), es por eso, que este área carece de información. Los estudios de estratigrafía-sedimentología, tectónica, petrología, magmatismo, geoquímica y metalogenia han permitido definir grandes dominios geológicos o geotectónicos (Carlotto et al., 2010 este congreso) con importancia en los recursos naturales y principalmente los recursos minerales y energéticos. Son 13 los dominios geotectónicos y estos se hallan separados por los principales sistemas de fallas (Fig. 1D). Se ha correlacionado el mapa simple de anomalías de Bouguer con los dominios geotectónicos y se nota claramente que los lugares de los mayores cambios regionales corresponden a los contornos o fronteras de estos dominios (Fig. 1C). Para una mejor comprensión del mapa resultante de la interpolación de los datos de gravedad y los dominios geotectónicos (Fig. 1C), se consideran tres rangos de los valores de anomalías: positivas, transicionales y negativas. La secuencia de anomalías positivas va de 0 a +120.016 mGal, y es observada a lo largo de la costa, en los dominios de Amotapes-Tahuin, Sechura-Lancones, Casma, Pisco-Chala y Atico-Mollendo-Tacna. La secuencia de anomalías transicionales va de 0 a -150 mGal y se observa en los dominios Olmos-Loja, Cordillera Oriental, Zona Subandina, borde oeste y norte del dominio de la Cordillera Occidental. La secuencia de anomalías negativas tiene valores desde -150 a -439.914 mGal, y ocurre en los dominios Alto Condoroma-Caylloma, margen este de la Cordillera Occidental, Altiplano Occidental y Altiplano Oriental. Parte de estos valores fueron examinados por Kono et al. (1989) y concluyen que los valores positivos están relacionados a una corteza menor a 30 km de espesor, los valores transicionales a una corteza con espesores entre 30 y 60 km y los valores negativos a una corteza más gruesa con espesores entre 60 y 75 km aproximadamente.

## **LA IMPORTANCIA GEOLÓGICA DE LAS CARACTERÍSTICAS DE GRAVEDAD**

En esta parte se presenta las características geológicas que tienen que ver con las anomalías de Bouguer, para lo cual veremos las fuentes de las anomalías, sean positivas, transicionales o negativas.

### **Fuentes de las Anomalías Positivas**

#### *Basamento proterozoico y paleozoico*

En el norte del Perú los valores altos de las anomalías de Bouguer entre -69 a +99 mGal están asociados al dominio Amotape-Tahuin (Mourier et al., 1988). Este bloque está constituido por metasedimentos de edad paleozoica que han sido intruidos por granitos de edad triásica (Sánchez et al., 2006); y que hacia el este está limitada por el sistema de fallas Cusco-Angolo (Fig. 1D).

En el sur, los valores entre -40 y +49 están asociados a las rocas proterozoicas del Macizo de Arequipa en los dominios Pisco-Chala y Atico-Mollendo-Tacna. Estos dominios están conformados por rocas metamórficas con facies que van desde granulitas a anfibolitas (Loewy et al., 2004) intruidas por granitoides juveniles del Ordovícico (Chew et al., 2008). Hacia el este están limitadas por el sistema de fallas Ica e Islay (Fig. 1D).

#### *Adición de material máfico a la corteza*

Los dominios Sechura-Lancones, Casma y el borde oeste de Atico-Mollendo-Tacna tienen los valores más altos de anomalías positivas de Bouguer, los que oscilan entre +21 y +122 mGal. Estos valores están en relación a las mayores adiciones de material máfico a la corteza que tuvo lugar en los dominios antes mencionados y dieron lugar a la formación de rocas de composición máfica como basaltos, basalto-andesitas, gabros y gabrodioritas; durante el magmatismo ocurrido entre el Jurásico y Cretácico (Winter, 2008; Polliand et al., 2005; Mamani et al., 2010). El sistema de fallas de Olmos y Cusco-Angolo en el norte y el sistema de fallas de Ilo en el sur, delimitan las anomalías de Bouguer positivas de estos dominios geotectónicos (Fig. 1D).

## **Fuentes de las Anomalías Transicionales**

### *Granitos y otras rocas ígneas*

Una importante fuente de anomalías transicionales (0 a -150 mGal) son proporcionadas por los granitoides. Por ejemplo, los que afloran el borde oeste y norte del dominio de la Cordillera Occidental y en el dominio Olmos-Loja formados entre el Cretácico y Paleoceno en un contexto de subducción (Beckinsale et al., 1985). Estos granitos están asociados a los sistemas de las fallas de Olmos, Huancabamba, Chulucanas, Pallasca, Conchao-Cocachacra y Cincha Lluta-Incapuquio (Fig. 1D).

En la Cordillera Oriental también afloran granitoides cuya edad de formación van desde el Ordovícico al Triásico superior (Miskovik et al., 2009). Estas rocas tienen diferentes orígenes, unos asociados a la subducción y otros a rifts continentales. Aquí, los granitoides están relacionados a los sistemas de fallas de la Cordillera Real, Cerro de Pasco-Ayacucho, Oxapampa-San Vicente, Chonta y Marañón (Fig. 1D).

### *Fajas corridas y plegadas*

Otra importante fuente de anomalías de Bouguer transicionales (-65 a -150 mGal) son las rocas del dominio de la Zona Subandina (Gil, 2002; Hermoza et al., 2005). Se trata de secuencias sedimentarias cuyas edades van del Paleozoico inferior hasta el Mioceno y han formado un sistema de faja corrida y plegada, deformado principalmente en el Mioceno, producto del cabalgamiento de la Cordillera Oriental sobre la Llanura Amazónica. El cambio brusco de las anomalías de Bouguer de esta faja plegada, coincide al oeste con los sistemas de fallas de Almendra-Jumbilla, San Francisco-Satipo-Pangoa (Fig. 1D), mientras que hacia el este el cambio no es notorio debido a la falta de datos de gravimetría (Fig. 1A).

## **Fuentes de las Anomalías Negativas**

### *Vulcanismo y producción de rocas félsicas*

Los valores negativos entre -320 y -370 mGal están asociados a los sistemas volcánicos formados desde el Eoceno al Mioceno superior (42 a 3 Ma) en los dominios de la Cordillera Occidental, Altiplano Occidental y Altiplano Oriental (Kaneoka y Guevara, 1984; Clark et al., 1990; Bissig et al., 2008; Mamani et al., 2010; Navarro et al., 2010). Los cambios en los valores de las anomalías de Bouguer de estos dominios coinciden con el sistema de fallas de la Cordillera Blanca, La Oroya-Huancavelica, Cuzco-Lagunillas-Mañazo y Urcos-Sicuani-Ayaviri (Fig. 1D).

Por otro lado, los datos de anomalías negativas que van de -400 a -440 mGal, están asociados con el dominio de Alto Condoroma-Caylloma. Una de las características principales de este dominio es que en él se localizan calderas que han emitido abundantes volúmenes de ignimbritas durante el Mioceno y Plioceno, particularmente entre 24 a 10 Ma y 4.4 a 2.5 Ma (Noble et al., 1974; Noble et al., 2001; Mamani et al., 2010).

### *Cuencas sedimentarias*

Las anomalías de Bouguer negativas cuyos valores varían de -330 a -440 mGal están asociadas con cuencas sedimentarias ubicadas en la Cordillera Occidental, Altiplano Occidental y Altiplano Oriental. Resaltan las cuencas de capas rojas formadas desde el Paleoceno al Mioceno (Carlotto et al., 2005) o la cuenca Putina del Cretácico-Terciario.

## **CONCLUSIONES**

Las correlaciones establecidas entre el mapa de anomalías de Bouguer y los dominios geotectónicos muestran relaciones importantes, lo que equivale a decir que estos dominios tienen espesores de corteza diferentes. Además se puede apreciar que los límites de estos dominios, que corresponden a los grandes sistemas de fallas, coinciden también con los cambios bruscos en las anomalías gravimétricas de Bouguer. En consecuencia, el mapa de anomalías de Bouguer es de gran utilidad para los estudios regionales y particularmente para la exploración regional.

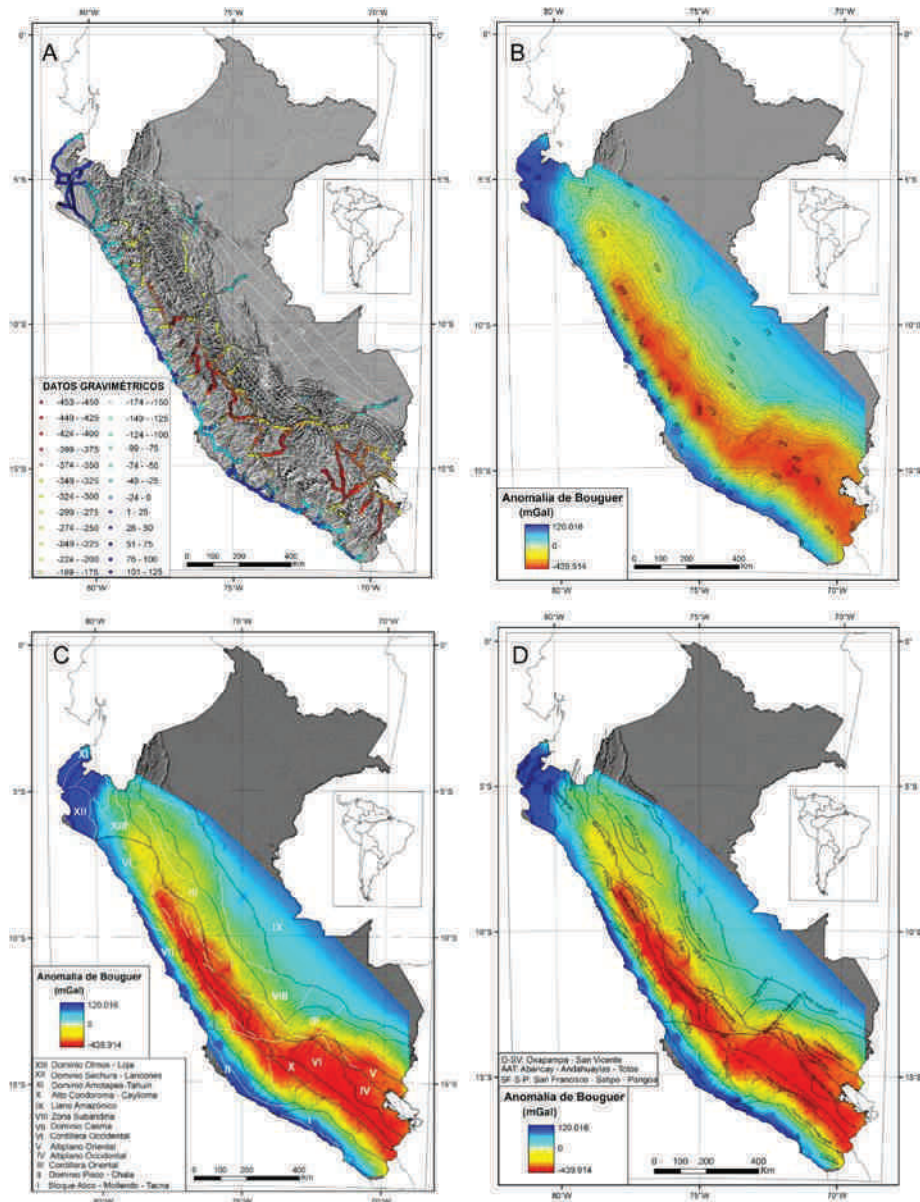


Figura 1. A) Localización de puntos de referencia donde Fukao et al. (1999) tomaron las medidas de gravedad. Estos puntos de medición hacen un total de 7659. Las líneas blancas son los contornos de la interpolación de los datos de anomalías Bouguer (cada 25 mGal). B) Mapa simple de anomalías Bouguer en base a los datos de Fukao et al. (1999), la interpolación fue hecha cada 25 mGal. C) Mapa resultante de las anomalías Bouguer y los dominios tectónicos del Perú. D) Mapa resultante de las anomalías Bouguer y los sistemas de fallas principales de los dominios tectónicos del Perú. Los mapas aquí presentados pueden ser descargados a alta resolución del weblink de INGEMMET/Dirección de Geología Regional/Gravimetría.

## REFERENCIAS

- Dorbath, C. (1996), Velocity structure of the Andes of central Peru from locally recorded earthquakes: Geophysical Research Letter, v. 23(2), p. 205-208.
- Fukao, Y., Yamamoto, A. & Kono M. (1989), Gravity Anomaly Across the Peruvian Andes: Journal of Geophysical Research, v. 94(B4), p. 3867-3890.
- Gil, W. (2002), Evolución lateral de la deformación de un frente orogénico: ejemplo de las cuencas subandinas entre 0° y 16°: Publicación especial N° 4, Sociedad geológica del Perú. 84 p.
- Herzoza, W., Brusset, S., Baby, P., Gil, W., Roddaz, M., Guerrero, N., & Bolaños, R. (2005). The Huallaga foreland basin evolution: Thrust propagation in a deltaic environment, northern Peruvian Andes: Journal of South American earth Sciences, v. 19, p. 21-34.