



GRAVIMETRÍA Y MAGNETOMETRÍA EN EL ÁREA GEOTÉRMICA DEL VOLCÁN AZUFRAL

Miguel Ángel Beltrán Luque
Geólogo

¹Servicio Geológico Colombiano

RESUMEN

Se realiza el reprocesamiento, la nivelación y la interpretación los datos de magnetometría y gravimetría para el área Geotérmica de Azufral adquiridos en los meses de mayo a octubre de 2008.

Se elaboran grillas de las anomalías magnética y gravimétrica, se realizan separaciones espectrales encontrándose profundidades máximas de 2.3 Km para la magnetometría reducida al polo y 4.09 Km para la gravimetría regional.

Se calculan los índices de favorabilidad (SLFI y DLFI) y la deconvolución de Werner para gravimetría y Magnetometría, a partir de estos cálculos se infiere la existencia de un cuerpo intrusivo no aflorante al norte del municipio de Túquerres con una profundidad aproximada de 700 m.

A partir del análisis de los índices de favorabilidad se infieren cuencas sedimentarias profundas en la zona correspondiente al Corregimiento de Santander y en la parte SE de los domos de Colimba.

Se confirma el control de la falla de Guachucal sobre la disposición de los cuerpos en la zona y como límite de una cuenca sedimentaria con una profundidad aproximada de 1600 m a 2000 m.

LOCALIZACIÓN

El área geotérmica de Azufral localizada en la cordillera de los Andes en el departamento de Nariño a una distancia de 82 Km al SW de San Juan de Pasto la capital del departamento y 12 Km al W del municipio de Túquerres.

El área presenta alturas desde 2050 msnm (Vereda Guarango y corregimiento de Balalaika en el municipio de Samaniego) hasta 4070 msnm (cima del volcán Azufral), predominando los pisos térmicos frío y páramo.

Las temperaturas en el área varían entre 9°C y 24°C, pero en la mayor parte de la zona ubicada en los municipios de Túquerres y Guachucal la temperatura promedio es de 10 °C.

Las Coordenadas del área con Origen Oeste, Datum MAGNA-SIRGAS. Se pueden apreciar en la **Tabla 1**.

Tabla 1. Localización de los puntos extremos de adquisición geofísica. (Origen Oeste, Datum MAGNA-SIRGAS)

Punto	X	Y
A	919779	622804
B	940249	622764
C	919725	595089
D	940195	595050

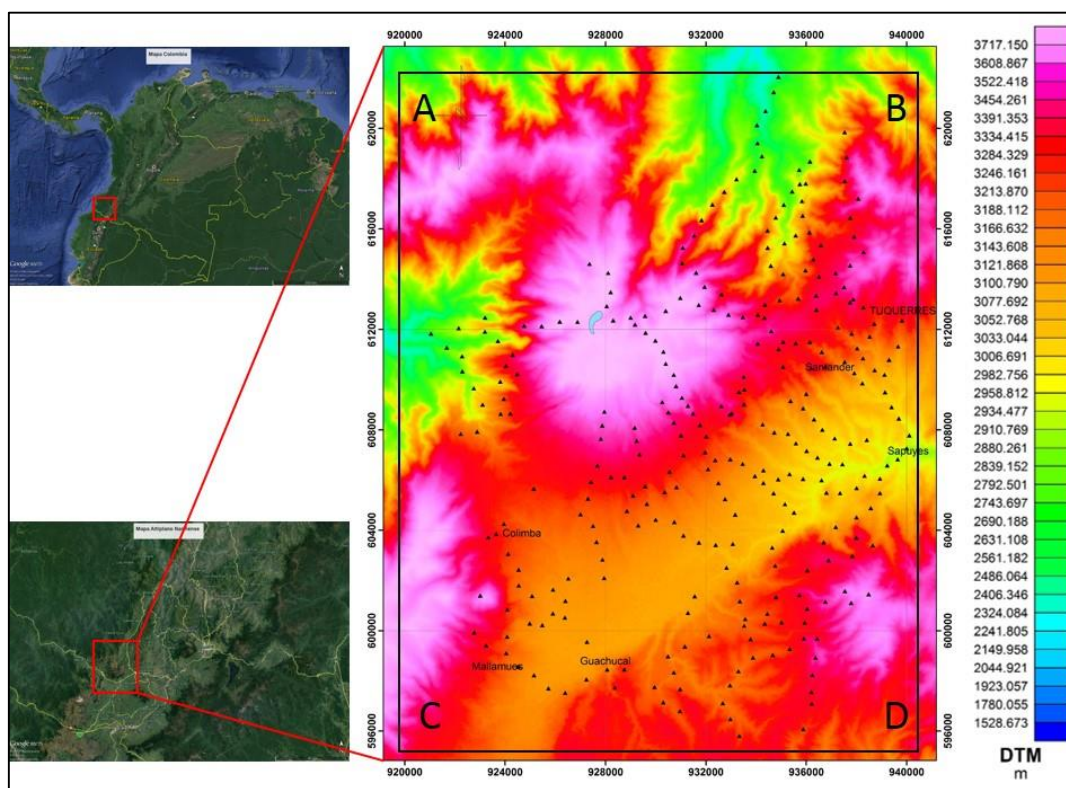


Figura 1 Mapa de localización del área geotérmica de Azufral. Triángulos negros corresponden a estaciones de adquisición magnetométrica y gravimétrica



METODOLOGÍA

Las campañas de gravimetría y magnetometría se realizaron entre 26/05/2008 y 29/10/2008 por: Diego Gómez, Wilson Quintero, Patricia Ponce y Nardy Neisa.

Se halló el valor de gravedad teórica con base en el trabajo de Moritz (1980) y se incorporó la corrección por latitud y se calculó la gravedad observada teniendo en cuenta la tabla de gravedades absolutas de las estaciones base IGAC en (Gomez, et al., 2008).

Se utilizó el método de Nettleton para calcular la densidad de reducción a partir de un perfil y simultáneamente se utilizó el método de Jung calculando la densidad de reducción.

Una vez se calculan los valores de gravedad absoluta, se halla la corrección de aire libre (CA) y la anomalía de aire libre (AAL) y con la densidad de reducción se calcula la corrección de Bouguer (CB) y la anomalía de Bouguer simple (ABS).

Se realiza la corrección de terreno (CT) con el programa **Oasis Montaj de Geosoft versión 8.5.1** y se calcula la anomalía total de Bouguer (ABT).

En el procesamiento de los datos de magnetometría, se realiza una compilación y construcción de una base de datos, con

los datos crudos adquiridos en las diferentes campañas.

Se analizaron las propiedades de los datos de la base, generando los magnetogramas correspondientes y se procede a limpiar los magnetogramas.

Una vez se “limpian” los magnetogramas, se realiza una interpolación polinómica y con su promedio se calcula la variación diurna.

Se halla la corrección diurna y se aplica sobre los datos de los móviles; los valores de corrimiento instrumental, obtenidos para cada magnetómetro (DC-Shift) se sustraen de los datos obtenidos por ese mismo magnetómetro en las diferentes campañas.

Se calcula el valor de IGRF para cada dato móvil y se calcula la anomalía magnética de campo total (AM).

Una vez obtenidos los valores de ABT y AM, se interpolan generando las respectivas grillas de anomalía de Bouguer total (Véase Figura 2a) y se hace la reducción al polo de los datos magnetométricos (Véase Figura 3a).

A partir del trabajo de Spector & Grant (1970) se calcula la profundidad de fuente del análisis del espectro de potencia y a partir de los valores de profundidad de fuente se aplica un filtro de continuación



analítica sobre las grillas de gravedad y magnetometría, obteniendo las grillas de anomalía residual gravimétrica (Véase Figura 2b) y magnetométrica (Véase Figura 3b)

Se realizan los cálculos de señal analítica (Véase Figura 2c y Figura 3c), ángulo tilt (Véase Figura 2d y Figura 3d) y deconvolución de Werner (Véase Figura 2e y Figura 3e)

Haciendo la correlación entre la derivada vertical de la gravimetría y la magnetometría reducida al polo, se hallan los índices de favorabilidad (SLFI y DLFI). (Véase Figura 4, literales (4a, 4b, 4c y 4d))

RESULTADOS

Las grillas más relevantes pueden apreciarse al final del presente documento (Figuras 2, 3 y 4) estas se interpretan teniendo en cuenta la geología estructural y las unidades geológicas aflorantes.

CONCLUSIONES

- ✓ Del análisis de la señal analítica para gravimetría y el índice de favorabilidad SLFI bajo gravimétrico-bajo magnetométrico se concluye que el espacio generado por las fallas de Guachucal y Cali-Patía afecta zonas profundas del basamento en la parte SW del área de estudio generando una cuenca de depósito.
- ✓ En la parte W del volcán Azufral y parcialmente controlado por un

segmento de la falla Río Guabo hay posiblemente otro cuerpo intrusivo detectado con los índices de favorabilidad y de acuerdo a la deconvolución de Werner para magnetometría tiene una profundidad de 750 m.

- ✓ Se observa un fuerte control estructural de las fallas de Guachucal y Cali Patía, de acuerdo a la deconvolución de Werner para gravimetría, se infiere un bloque hundido en la parte sur de la cuenca de los ríos Sapuyes –Las Juntas de aproximadamente 1500 m de profundidad, sin embargo esto deberá confirmarse con otras herramientas sin descartar la perforación.
- ✓ La parte SW de la falla de Guachucal genera una zona de posible depósito con una profundidad de aproximadamente 1500 m (gravimetría) a 2000 m (magnetometría)
- ✓ En dirección NW del municipio de Túquerres se observa un posible cuerpo intrusivo, con una profundidad aproximada de 550 m – 650 m, ligado a una zona de apertura en el corregimiento de Santander, con depósitos magnetizados.
- ✓ En la zona del edificio volcánico del Volcán Azufral, la profundidad de fuente gravimétrica es de 600 a 850 m y la profundidad de fuente magnetométrica de 1200 m a 1500 m

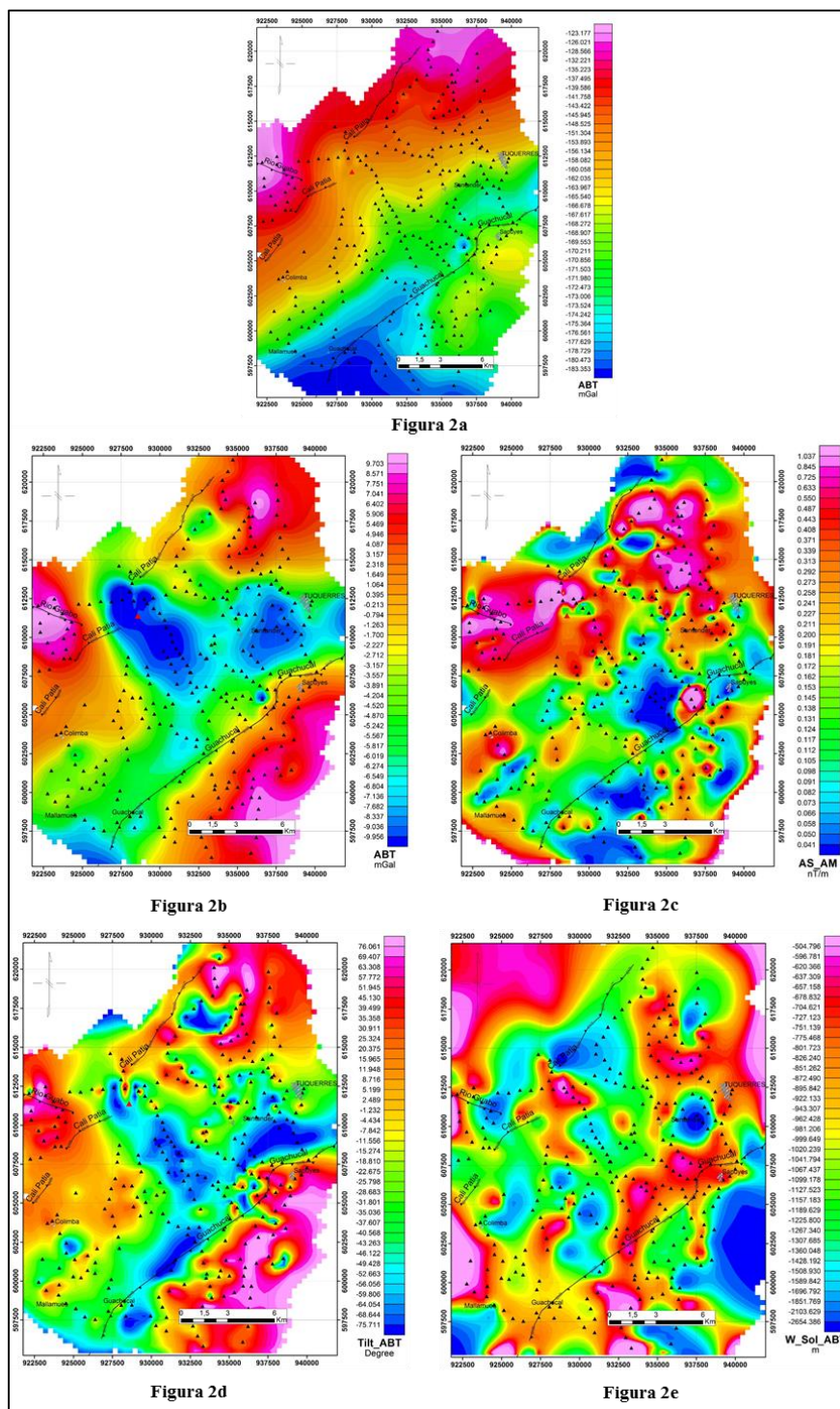


Figura 2. En la parte superior grilla de anomalía de Bouguer total (2a), en la segunda fila izquierda anomalía gravimétrica residual (2b), en la segunda fila a la derecha Señal analítica gravimetría (2c), en la tercera fila izquierda tilt angle para gravimetría (2d), en la tercera fila a la derecha deconvolución de Werner gravimetría (2e)

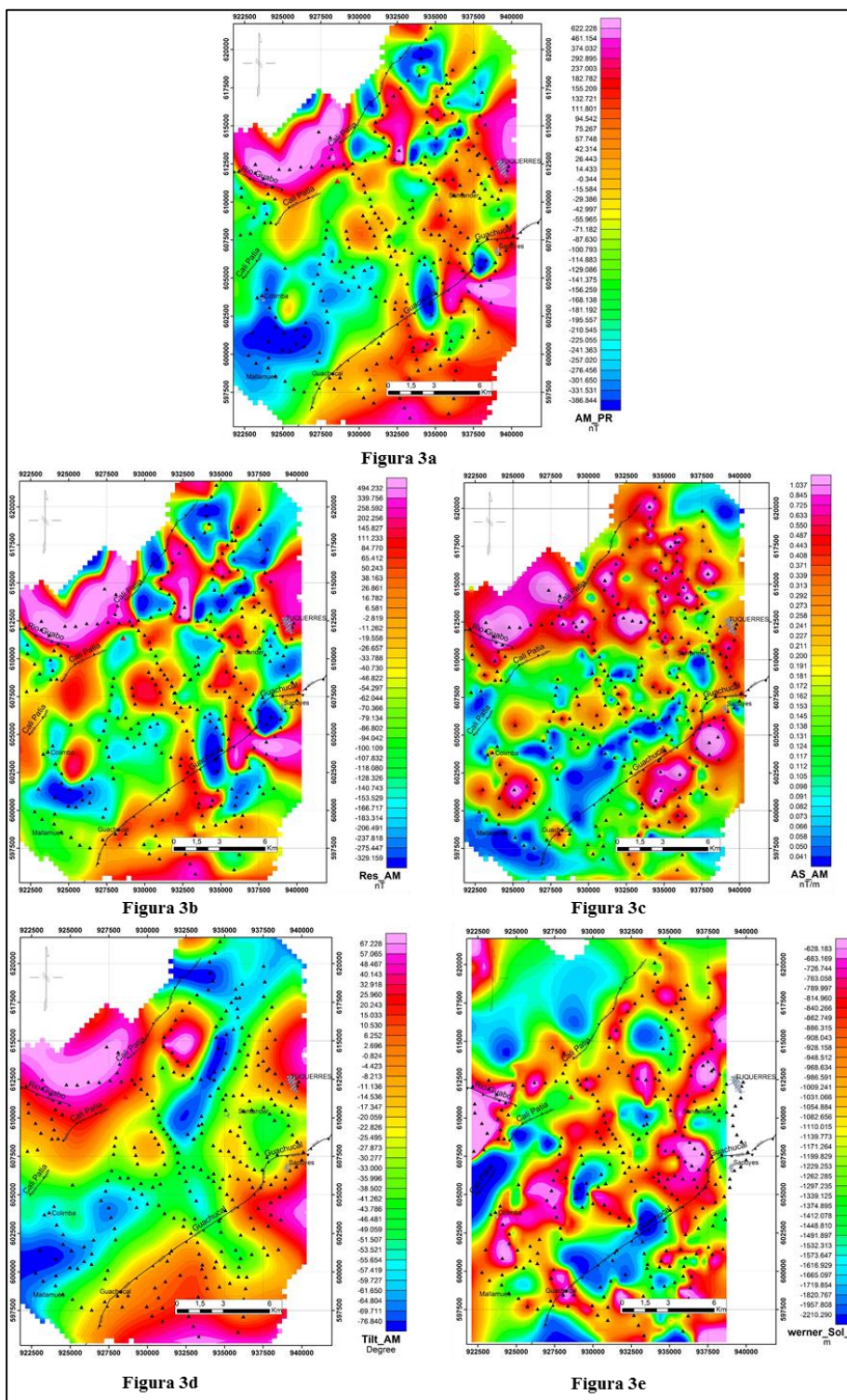


Figura 3. En la parte superior grilla de anomalía magnética reducida al polo (AM_PR) (3a), en la segunda fila izquierda anomalía magnetométrica residual (3b), en la segunda fila a la derecha Señal analítica magnetometría (3c), en la tercera fila izquierda tilt angle para magnetometría (3d), en la tercera fila a la derecha deconvolución de Werner magnetometría (3e)

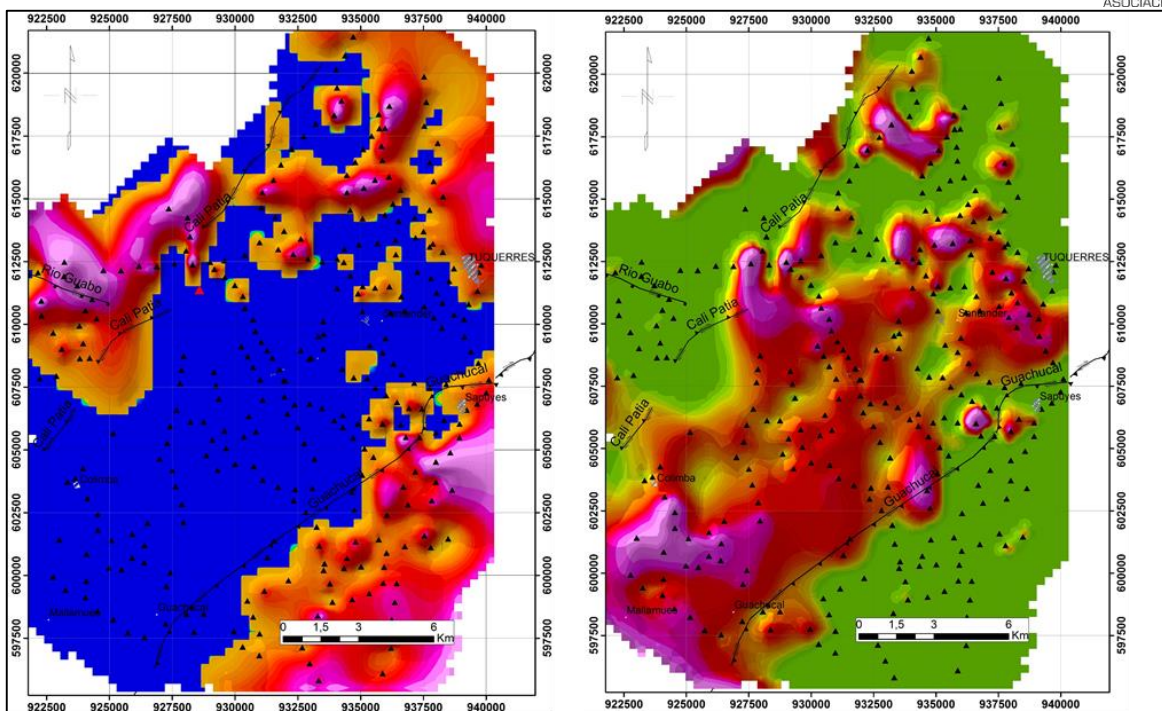


Figura 4a

Figura 4b

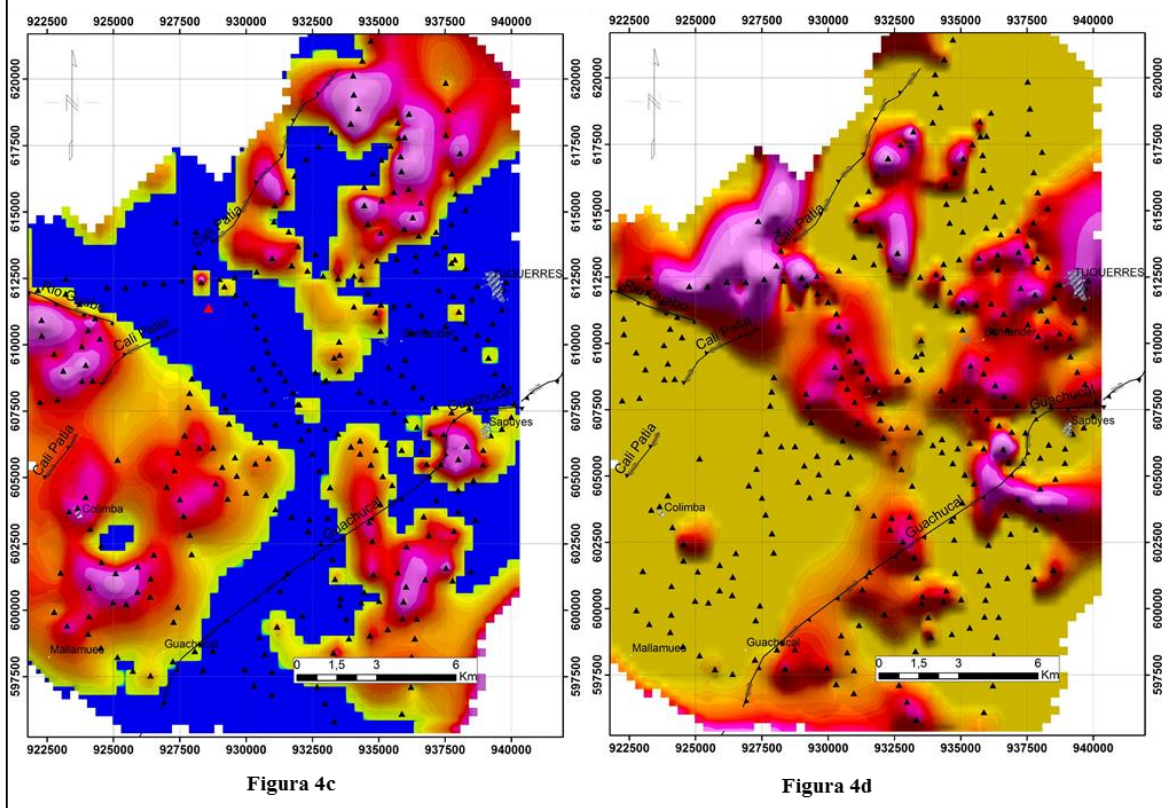


Figura 4c

Figura 4d

Figura 4. En la primera fila izquierda SLFI alto gravimétrico-alto magnético (4a), en la primera fila a la derecha SLFI bajo gravimétrico-bajo magnético (4b), en la segunda fila izquierda DLFI alto gravimétrico-bajo magnético (4c), en la segunda fila a la derecha DLFI bajo gravimétrico-bajo magnético (4d)



REFERENCIAS

- AMBROSIO, M. A. P., 2006. *Análisis de los patrones de fracturamiento del altiplano Nariñense Tomo II*, Bogotá DC: s.n.
- ARANGO, J. L. & PONCE M., A., 1982. *Mapa Geológico Generalizado del Departamento de Nariño (versión Digital)*, Bogotá DC: INGEOMINAS.
- CALVACHE, M., CORTES, G. P., MONSALVE, M. L. & CEPEDA, H., 2003. *Mapa de cartografía geológica del volcán Azufral*, Bogotá DC: INGEOMINAS.
- FRANCO, J. V., 2007. *Prospección Geoelectrica en el altiplano nariñense*, Valledupar: s.n.
- GARZÓN, M., 2006. *Estudio Gravimétrico en el altiplano Nariñense*, Bogotá DC: INGEOMINAS.
- GOMEZ, D. M., PONCE VILLARREAL, P. & QUINTERO, W., 2008. *Informe Técnico Ejecutivo de la toma de datos Geofísicos en la zona de influencia del Volcan Azufral para el Proyecto de Búsqueda de Recursos Geotermicos Sub08-23*, Pasto: s.n.
- GOMEZ, D. M. & PONCE VILLARREAL, P., 2009. *Levantamiento Geofísico (Gravimétrico y Magnético) en el área Geotérmica del Volcán Azufral, departamento de Nariño*, Pasto: s.n.
- HERNANDEZ PARDO, O., 2006. *Tectonic Analysis of Northwestern Southamerica from integrated satellite, airborne and surface potential field anomalies*, s.l.: s.n.
- HERNANDEZ PARDO, O., 2008. *Especificaciones Técnicas Toma de Datos Gravimetría y Magnetometría Terrestre*, Bogotá DC: s.n.
- INSTITUTO GEOGRAFICO AGUSTIN CODAZZI, 1998. *Gravimetría 1998*. Bogotá DC(Bogotá DC): IGAC.
- JACOBY, W. & SMILDE, P. L., 2009. *Gravity Interpretation (Fundamentals and Application of Gravity Inversion and Geological Interpretation)*. Mainz: Springer.
- NEIZA, M. N., 2006. *Estudio gravimétrico de la cuenca hidrogeológica del valle Guachucal-Azufral, Nariño.*, Bogotá DC: INGEOMINAS.
- PINILLA, A., RÍOS, P., RODRÍGUEZ, B., ROA, H., & LADINO, F. (2007). *Memoria Explicativa de la Cartografía Geológica y Geomorfológica del Altiplano Nariñense*. Bogotá DC: INGEOMINAS.
- PONCE VILLARREAL, A. P., 2013. *Exploración de recursos geotérmicos del Volcán Azufral a partir de la interpretación de anomalías de campos potenciales*, Bogotá DC: Universidad Nacional de Colombia.
- RODRIGUEZ, G.; RUEDA, J., 2017, *Geología estructural del área geotérmica del volcán Azufral*. Bogotá DC.; SGC.
- VALERO, C. M. A., 2012. *Modelo Conceptual Sistema Geotermico de Paipa*, Bogotá DC: Servicio Geológico Colombiano.

VASQUEZ, L., 2006. *Magnetometria aplicada
a la exploración de aguas subterráneas en
Nariño.*, Bucaramanga: s.n.