

ESTUDIO GEOLÓGICO Y EXPLORACION MAGNETICA EN DEPOSITOS VETIFORMES DE HIERRO, VEREDA HETZEN, MUNICIPIO DE LA PLATA, DEPARTAMENTO DEL HUILA

GEOLOGICAL AND MAGNETIC SURVEY OF THE IRON VEIN DEPOSITS, VEREDA HETZEN, LA PLATA MUNICIPALITY, HUILA DEPARTMENT, COLOMBIA

Hernández, O¹, Esquivel, J.²

¹ *Universidad Nacional de Colombia, Departamento de Geociencias, Edificio Manuel Ancizar
Of 335, Bogotá D.C. Colombia ohernandezp@unal.edu.co*

² *JEB & G geoexploraciones Bogotá D.C. Colombia jeb.ltda@gmail.com*

Hernández, O., Esquivel, J., (2014). *Estudio Geológico y Exploracion Magnetica en Depositos Vetiformes de Hierro, Vereda Hetzen, Municipio de la Plata, Departamento del Huila.- GEOLOGIA COLOMBIANA*, Vol.39. Bogotá, Colombia. pp. 5-14

Manuscrito recibido: 15 de Enero de 2014; aceptado: 25 de Noviembre de 2014

Resumen

El presente trabajo describe las labores de reconocimiento geológico y la adquisición, procesamiento e interpretación de datos de magnetometría realizadas en la Mina La Férrica, localizada en la vereda Hetzen, Municipio de la Plata Huila. Esta exploración magnética se ha basado en el reconocimiento de las unidades de roca, mineralizaciones de hierro y depósitos cuaternarios que afloran en el sector y en la medición de las variaciones del campo magnético tendientes a ubicar contrastes de susceptibilidad magnética en el subsuelo que puedan estar asociados a mineralizaciones de hierro de interés científico y económico. El estudio consistió en desarrollar una exploración geológica y magnética para detectar contrastes en las mediciones de campo magnético total que infieran la presencia de mineralizaciones de hierro. En el área de estudio se han identificado mineralizaciones anómalas de hierro emplazados como cuerpos vetiformes a lo largo de sistemas de fallas mineralizadas que afectan rocas de tipo diorítico feldespático y ortogranito. Asociados a estos sistemas de fracturamiento también se presentan vetas de cuarzo lechoso producto de la movilización y depositación de fluidos mineralizantes residuales.

Palabras claves: *Magnetometría, Hierro vetiforme, Ortogranito de la Plata*

Abstract

This paper describes the work of geological reconnaissance and the magnetic data acquisition, processing and interpretation of the iron vein deposit, located in the Hetzen area, municipality of the Plata, Huila Department, Colombia.

This magnetic exploration has been based on the recognition of rock units, iron mineralization and Quaternary deposits that outcrop in the sector and in the measurement of variations in the magnetic field to locate contrasts of magnetic susceptibility in the subsurface that may be associated with mineralization of iron of scientific and economic interest. The study consisted of developing a geological and systematic magnetic exploration to detect contrasts in the total magnetic field measurements that inferring the presence of iron mineralizations

both at the surface and depth. In the study area anomalous iron mineralizations have been identified emplaced as tabular bodies or vein deposits along mineralized fault systems affecting rocks of type feldspathic diorite and ortogranite rocks. Associated with these fault systems also occur milky quartz veins that were produced by mobilization and deposition of residual mineral fluids.

Key words: *Magnetic, iron veins, La Plata Ortogranite*

INTRODUCCIÓN:

En un análisis preliminar de las litologías del área de estudio se ha establecido que tanto los tipos de roca como las mineralizaciones detectadas presentan contrastes de susceptibilidad magnética (Keary & Brooks, 1991; Reeves, 1991; Telford *et al*, 1990). Por lo tanto, para iniciar la evaluación del potencial de los depósitos de hierro de la Vereda Hetzen, en el municipio de la Plata, Huila, se realizó la compilación de las plancha topográfica 344_III-C a escala 1:25.000 del IGAC (1982) para identificar los rasgos topográficos y geomorfológicos más relevantes para interpretar los datos magnéticos. Esta información fue complementada con la fotointerpretación de las fotografías áreas No 63

y 64 del vuelo C- 2336 del IGAC, en donde se resaltó el uso del suelo, sistemas de drenajes, contrastes geomorfológicos de las unidades de roca, depósitos cuaternarios y vegetación. Posteriormente, se realizó el reconocimiento regional de las unidades de roca desde la zona urbana del municipio de la Plata hasta el sitio del estudio, en un trayecto de aproximadamente 10 km de longitud, utilizando la vía que conduce de la Plata (Huila) a la localidad de Aranzazú (Cauca), hasta el sector de la finca La Primavera. Se recorrió el área local de estudio identificando las unidades de roca expuestas en el camino que conduce a las excavaciones realizadas en los sitios de cantera, las unidades expuestas en los cauces de las quebradas y en los afloramientos en el sector montañoso.

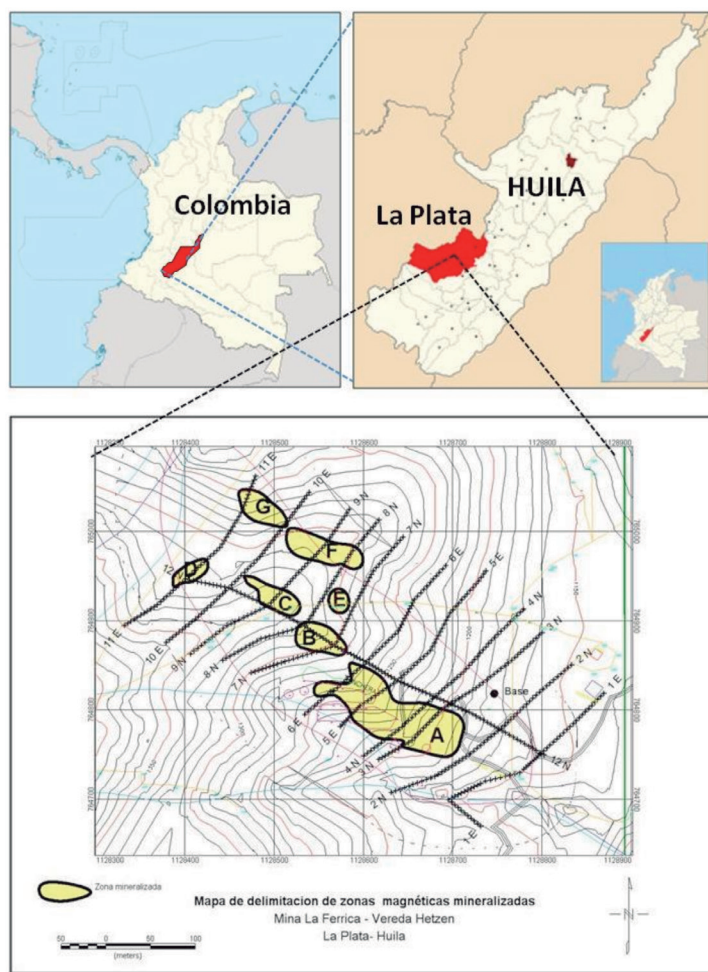


Figura 1. Mapa de localización del área de estudio en la Vereda Hetzen, Municipio de la Plata (Huila), Colombia.

Con base en los resultados del estudio fotogeológico y reconocimiento geológico se realizó un diseño de once perfiles de adquisición orientados con dirección N50-55E (L1 a L11) y un perfil base de control (L12) orientado N55_60W (Figura 1). La longitud de los perfiles fue de aproximadamente 250 m., para los perfiles de adquisición y 500 m. para el perfil base o de control. Se seleccionó una distancia entre estaciones de 5 m. y una distancia entre perfiles de 50 m. En cada sitio de medida se realizó el registro de coordenadas X (este), Y (norte) y Z (altura) utilizando equipos portátiles de GPS GARMIN CS60x referidas sistema Magna con origen Oeste (Buenaventura, 77W).

La adquisición de datos de magnetometría se realizó mediante dos magnetómetros de protón GEM GSM-19 de fabricación canadiense. Un magnetómetro se utilizó como base para controlar las variaciones diurnas del campo magnético, con ciclos de medida cada 60 segundos y un magnetómetro se utilizó como móvil para medir las variaciones espaciales y temporales. En cada sitio de medida se realizaron mínimo dos lecturas para obtener promedios representativos. Adicionalmente, se tomaron medidas de susceptibilidad magnética de las rocas aflorantes utilizando el susceptibilímetro SM-30 de la ZH INSTRUMENTS de fabricación Checa, para establecer los contrastes de las litologías objeto de estudio. Los datos magnéticos fueron corregidos por variación diurna del campo magnético y variaciones seculares entre los días de adquisición. Posteriormente, se calculó el campo magnético de referencia para el área de estudio (IGRF11, Internacional Georeference

Magnetic Field, 2012) y se restó el IGRF de los datos magnéticos reducidos. Los datos puntuales fueron interpolados linealmente y convertidos en formato Raster para ser representados como una grilla de valores, con barra de colores representando la variación de datos. Se elaboraron mapas de estaciones, campo magnético total, reducción al Ecuador del campo magnético, derivada en la vertical del campo magnético reducido al Ecuador y soluciones Euler de profundidad utilizando el programa Geosoft Oasis Montaj (2015).

La interpretación de los resultados consistió en el análisis de los mapas temáticos de magnetometría resaltando las tendencias estructurales, delimitando los sitios mineralizados y definiendo los contactos litológicos integrando la información geofísica y geológica disponible. Finalmente, se integraron los resultados del reconocimiento geológico y la exploración magnética, demarcando los polígonos de mineralizaciones de hierro.

MARCO GEOLÓGICO

El área de estudio está incluida dentro de la unidad litológica Ortogranito de la Plata (*pEp*). Esta unidad es intruida por el Batolito de Ibagué (*Ji*). Estas unidades están parcialmente cubiertas por depósitos cuaternarios de Terrazas pumíticas (*Qtp*) y los abanicos recientes del Río Páez (*Qar*) (Figuras 2 y 3). El área de estudio se ubica dentro de la unidad ortogranito de la Plata (*pEp*) en vecindades de la falla de los Frailes, al oeste (Figura 4 a).

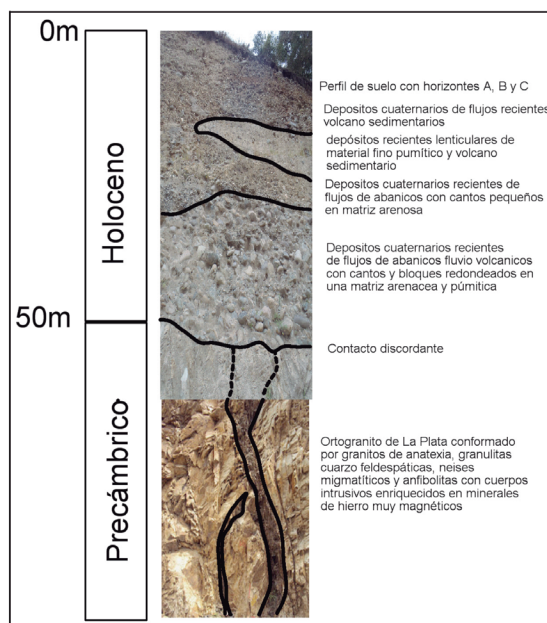


Figura 2. Columna estratigráfica conformada por el ortogranito de La Plata en su parte basal intruido por diques mineralizados de hierro. Esta unidad está cubierta discordantemente por los depósitos fluvio volcánicos recientes del Río Páez.

Estudios geológicos realizados en esta unidad (Grosse, 1935; Álvarez & Linares, 1983) consideraron este cuerpo como intrusivo de composición granodiorítica a granítica, con xenolitos de metamorfitas de edad precámbrica (Fuquen & Núñez, 1989) y lo llamaron Macizo de La Plata. La unidad está conformada por granitos de anatexia, granulitas cuarzo feldespáticas, neises migmatíticos y anfibolitas. La roca principal es un granitoide cuarzo feldespático con textura fanerítica de grano medio a grueso que pasa gradualmente, hacia sus bordes, en el contacto con el Batolito de Ibagué, a rocas bandeas con estructuras migmatíticas.

Localmente se observan mineralizaciones de hierro (Figura 4b), granulitas y neises migmatíticos. De acuerdo con esta descripción, las rocas pertenecientes a esta unidad se pueden clasificar como monzogranitos de anatexia (Figura 4c); neises migmatíticos de cuarzo, plagioclasa, hornblenda con microclina y biotita y granulitas cuarzo-feldespáticas con ortopiroxeno, clinopiroxeno y hornblenda, con predominio de los monzogranitos y los neises migmatíticos.

El Ortogranito de La Plata es intruido, en su parte nor-oriental, por el Batolito de Ibagué (**Ji**) y sus principales

afloramientos se encuentran por la carretera La Plata–Belalcázar, en los alrededores del caserío de Aránzazu y por el carretable que conduce hacia la Vereda Alto de Hetzen (Figura 4d). Su edad ha sido determinada como Precámbrica. Con respecto al Batolito de Ibagué, los primeros reportes de este intrusivo en la región del río Páez son los de Hubach & Alvarado (1932), quienes definen bajo el nombre de Batolito del Páez a un cuerpo intrusivo de composición granítica a granodiorítica expuesto en el flanco oriental de la Cordillera Central, al noroccidente de la cabecera del Municipio de La Plata, Departamento del Huila.

Posteriormente, Grosse (1935), realizó algunos estudios geológicos en la zona y describió el cuerpo intrusivo referido bajo el nombre de Macizo de La Plata-La Topa. Las mejores exposiciones del batolito se encuentran sobre la carretera La Plata–Belalcázar. Geológicamente este cuerpo está limitado al oriente por la Falla de La Plata del Sistema de Fallas de Chusma que lo coloca en contacto con rocas sedimentarias de la Formación Caballos. En algunos sectores este contacto fallado está cubierto por abanicos aluviales recientes. En vecindades del área de estudio el batolito intruye rocas metamórficas precámbricas del Ortogranito de La Plata. Su

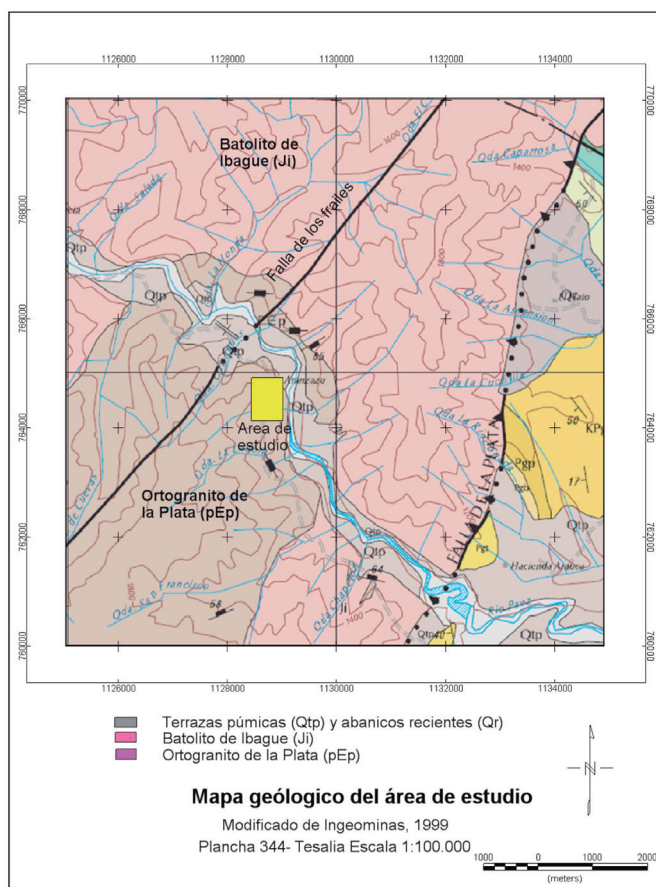


Figura 3. Mapa geológico a escala original 1:100.000 modificado de Ingeominas (1999).

composición es monzogranítica y cuarzomonzodiorítica dominante. El color de estas rocas es blanco-grisáceo dominante, con moteado negro; su textura es fanerítica granular de grano fino a medio y localmente es inequigranular de grano medio a grueso. El intrusivo es composicionalmente homogéneo en términos generales; sin embargo, existen sectores donde se presentan enjambres de diques de color gris oscuro a verde oscuro y composición diorítica y su textura es fanerítica.

Determinaciones radiométricas (K/Ar y Rb/Sr) de rocas pertenecientes al intrusivo han mostrado edades desde 131 ± 2 Ma (Sillitoe *et al.*, 1982) hasta 183 ± 5 Ma. (Priem *et al.* 1989), que corresponden con el Jurásico

temprano–Jurásico tardío. Las unidades litológicas descritas están parcialmente cubiertas por terrazas pumíticas (**Qtp**) y Abanicos (**Qar**), los cuales son depósitos recientes distribuidos a lo largo del cauce del Río Páez (Figura 7), con una composición diversa y relacionada directamente con su localización con respecto a las unidades geológicas aflorantes en la cuenca de la quebrada que los forma. Aunque no existen dataciones que permitan conocer la edad absoluta de estos depósitos, por su posición estratigráfica, características y asociación, se asume que pueden ser de finales del Pleistoceno hasta el Holoceno (Velandia *et al.*, 1996). En el área de estudio conforman la parte semiplana de los perfiles L1 y L2.

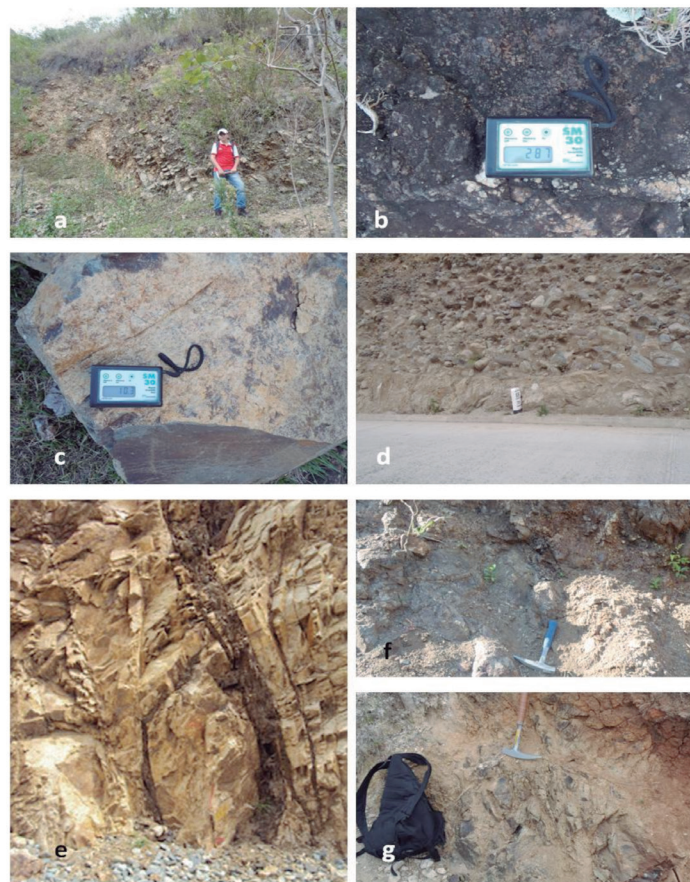


Figura 4. (a) Ortogranito de la Plata con alto grado de fracturamiento, vetas delgadas mineralizadas de cuarzo lechoso. (b) Mineralización de hierro en el sitio de cantera, con un valor de susceptibilidad magnética de 287×10^{-3} (altamente magnético). (c) Ortogranito de la Plata con una susceptibilidad magnética de 10.3×10^{-3} SI, la cual aunque presenta un carácter magnético es mucho menor que el presentado en las zonas mineralizadas de hierro. (d) Afloramiento a lo largo de la vía La Plata – Belalcázar en vecindades del área de estudio, en donde se aprecia en la parte inferior las rocas de edad precámbrica del Ortogranito de la Plata, las cuales están cubiertas en contacto discordante con depósitos cuaternarios de flujos fluvio volcánicos del Holoceno del Río Páez (e) Afloramiento de dique mineralizado de hierro ubicado discordantemente dentro de las rocas del Ortogranito de La Plata (f) Afloramiento de diques de hierro magnético en el sector de la cantera de la Mina la Férrica, con un espesor de 25-30cm. (g) Afloramiento de diques de hierro magnético en el sector del carretable de ascenso al cerro del estudio.

ASPECTOS ESTRUCTURALES

Las rocas del área de estudio se ubican dentro de un bloque tectónico delimitado un km. al oeste por la Falla de los Frailes y 4 km. al Este por la Falla de la Plata. Este ambiente tectónico ha generado un fracturamiento intenso de las rocas y ha permitido el emplazamiento de diques con soluciones mineralizantes de hierro (Figuras 4e, 4f y 4g) y vetas de cuarzo. Estos diques varían en espesor desde solo algunos centímetros hasta varios metros, con un ángulo de buzamiento alto entre 70 y 85 buzando hacia el NE. La falla de los Frailes, es una falla con dimensiones regionales de dirección N30°E. Su componente principal es vertical, con una pequeña componente de rumbo de tipo dextral (Consultoría Colombiana, 1993). Esta falla

coloca en contacto rocas sedimentarias y vulcano-sedimentarias de edad cretácica y jurásica con rocas ígneas del Batolito de Ibagué. En vecindades del área de estudio esta falla afecta las rocas del Ortogranito de la Plata. Esta estructura da muestras de actividad neotectónica evidenciada por el plegamiento de terrazas pumíticas en las márgenes del río Páez, en cercanías a la población de Aránzazu. La Falla de la Plata es una estructura regional con orientación N10°E. Esta es una falla de tipo inverso con vergencia al oeste colocando en contacto rocas del Batolito de Ibagué con rocas sedimentarias y vulcano-sedimentarias de edad cretácica. Esta estructura es fácilmente reconocida al oeste del municipio de la Plata en donde se asocia con un cambio brusco de pendiente asociado al batolito de Ibagué.

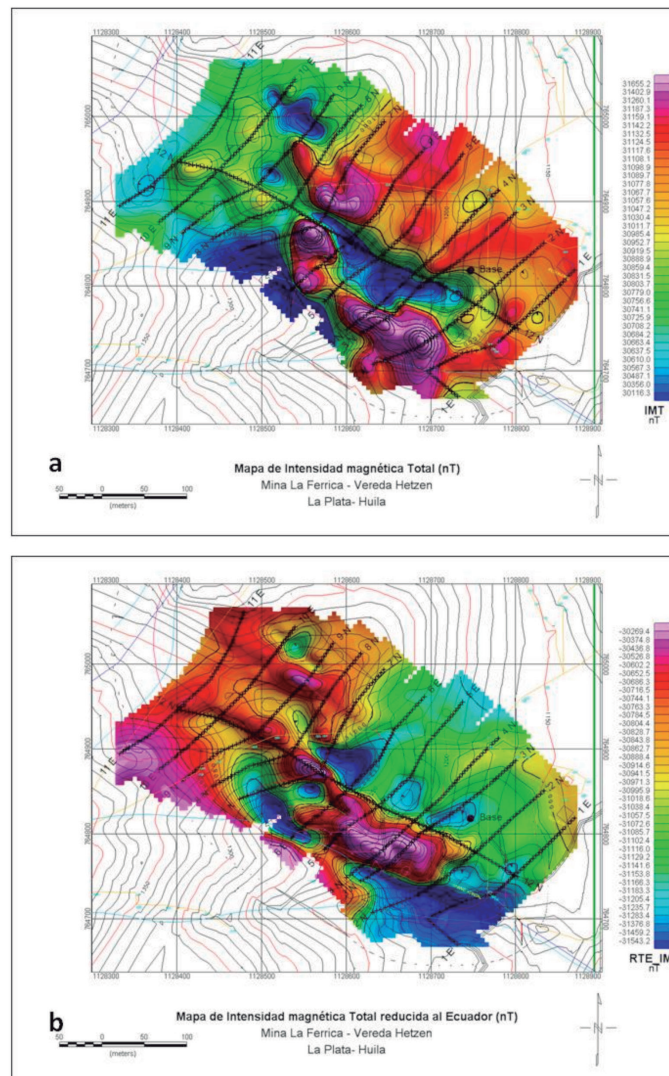


Figura 5. (a) Mapa de intensidad magnética total, en nanoTeslas (nT) Mina la Ferrica, Vereda Hetzen, Municipio de la Plata, Huila, Colombia. (b) Mapa de intensidad magnética total reducida al ecuador magnético, en nanoTeslas (nT) Mina la Ferrica, Vereda Hetzen, Municipio de la Plata, Huila, Colombia.

EXPLORACIÓN MAGNÉTICA

El estudio de magnetometría está conformado por 668 estaciones distribuidas en los 11 perfiles de adquisición de 250 m. de longitud y el perfil base de control, de 500 m. de longitud, con una longitud acumulada de 3250 m. (Figura 1). La penetración en la vertical del estudio, es de aproximadamente 50 m. Los datos puntuales han sido interpolados obteniendo mapas temáticos mediante una grilla de 109 columnas por 80 filas, con tamaño de celda de 5 metros. Estos mapas se describen a continuación:

MAPA DE INTENSIDAD MAGNÉTICA TOTAL (IMT)

El mapa de intensidad magnética total, presenta un rango de valores con valor mínimo de 28381

nT, máximo de 32686 nT, promedio de 30908 nT y desviación estándar de 392 nT, (Figura 5a). En este mapa se destacan varios sectores elongados con valores magnéticos negativos en la parte central a lo largo de la línea base L12, entre las líneas L2 a L7, asociadas al sector de canteras, con mineralizaciones de hierro y en el extremo oriental de las líneas L9 y L10 donde también afloran rocas ricas en hierro magnético. Sin embargo, debido a la naturaleza bipolar del campo magnético la extensión de las respuestas magnéticas no es clara ya que cada anomalía está integrada por una parte positiva y otra parte negativa dificultando la interpretación. Para simplificar la visualización y delimitar la extensión de las anomalías magnéticas se aplicó la reducción al Ecuador magnético.

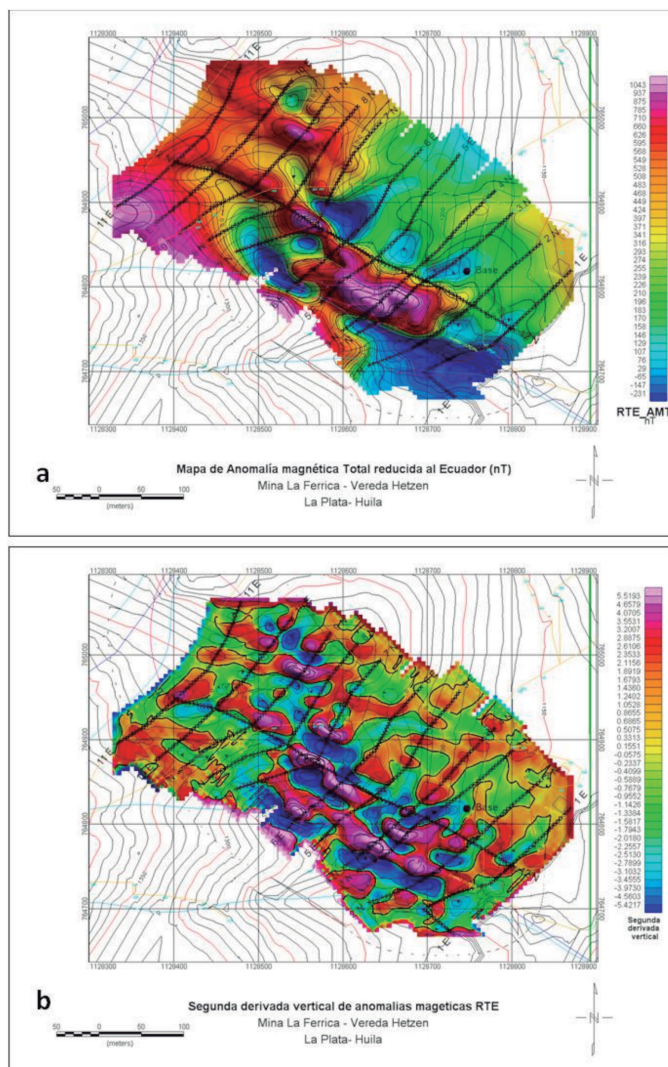


Figura 6. (a) Mapa de anomalía magnética total una vez removido el IGRF, en nanoTeslas (nT) Mina la Férrica, Vereda Hetzen, Municipio de la Plata, Huila, Colombia. (b) Segunda derivada en la componente vertical de la anomalía magnética reducida al ecuador, en nanoTeslas (nT)/m2, Mina la Férrica, Vereda Hetzen, Municipio de la Plata, Huila, Colombia.

MAPA DE INTENSIDAD MAGNÉTICA TOTAL REDUCIDA AL ECUADOR (RTE_IMT)

En este mapa se realiza una transformación de los valores simulando su ubicación en el Ecuador magnético (Inclinación = 0, Figura 5b) utilizando un valor de intensidad magnética de 30312 nT, inclinación magnética de 25.54 y declinación de -4.56. Así se obtiene una anomalía magnética simple por cada cuerpo causativo, eliminando la bipolaridad. Este mapa presenta un rango de valores con valor mínimo de 29570 nT, máximo de 31790 nT, promedio de 30941 nT y desviación estándar de 318 nT. En este mapa claramente se aprecia la zona de mineralización de hierro ubicada inmediatamente al oeste de la línea base L12 entre las líneas L2 y L6, la cual está parcialmente confirmada por las excavaciones en los sitios de cantera.

Se observa una tendencia en las mineralizaciones con rumbo N55°W. Hay otros sectores mineralizados a lo largo de la línea base L12 entre las líneas L7, L8, L9 y L10 y un sector mineralizado en la parte oriental de la línea L9. En las vecindades de estas anomalías se ha apreciado afloramientos de roca enriquecida en hierro. Los valores anómalos del extremo oeste de las líneas se ubican a lo largo de las quebradas locales, en donde abundan bloques rodados angulares provenientes de los sitios de cantera y construcción del carretable de acceso. Los gradientes de las anomalías son más fuertes en su extremo oeste con respecto al este, evidenciando una leve inclinación de los cuerpos mineralizados hacia el NE. Sin embargo, la baja asimetría de las anomalías evidencia un ángulo alto de inclinación de los cuerpos mineralizados, mayor de 70 grados.

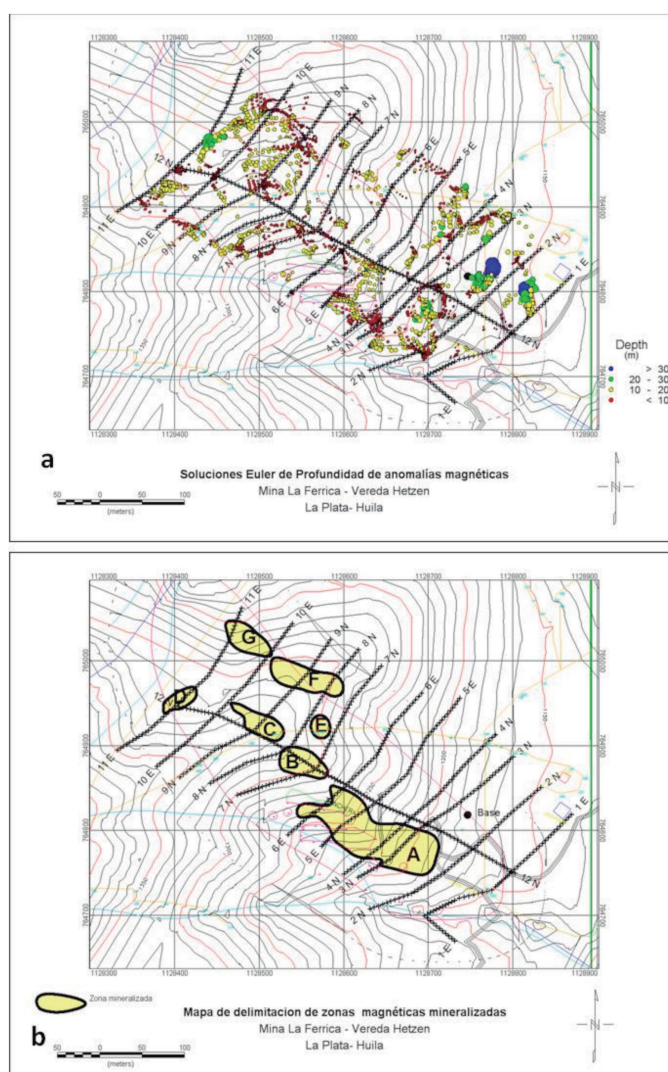


Figura 7. (a) Soluciones Euler de profundidad de las anomalías magnéticas reducidas al ecuador, en metros, Vereda Hetzen, Municipio de la Plata, Huila, Colombia. (b) Mapa de delimitación de zonas magnéticas mineralizadas, Mina la Ferrica, Vereda Hetzen, Municipio de la Plata, Huila, Colombia.

MAPA DE ANOMALÍA MAGNÉTICA TOTAL REDUCIDA AL ECUADOR (RTE_AMT)

En este mapa se ha eliminado el valor promedio del campo magnético para el área de estudio de 30312 nT. Así se obtienen las anomalías locales eliminando el componente interno del campo magnético terrestre (Figura 6a). Este mapa presenta un rango de valores con valor mínimo de -1741 nT, máximo de 478 nT, promedio de -370 nT y desviación estándar de 318 nT. Para optimizar la visualización de resultados este mapa se ha multiplicado por un factor de -1, para poder asociar las anomalías magnéticas positivas con los colores en tonalidades rojas y rozadas y las anomalías magnéticas negativas con los colores azules. Este mapa resalta las anomalías magnéticas asociadas a los sitios mineralizados descritos en el mapa anterior, presentando ahora la intensidad local de las anomalías evidenciando valores altos de susceptibilidad magnética y la contribución de magnetismo remanente en las anomalías.

SEGUNDA DERIVADA EN LA VERTICAL DEL CAMPO MAGNÉTICO TOTAL REDUCIDO AL ECUADOR

El objetivo de este mapa es realzar aquellas anomalías de campo magnético total reducido al Ecuador, que están asociados a cuerpos mineralizados cercanos a superficie (Figura 6b). En este mapa se aprecia una distribución de anomalías positivas de la segunda derivada en la vertical del campo magnético total reducido al Ecuador, con elongación orientada N55°W con una extensión lateral más limitada y con la presencia de anomalías locales paralelas. Estas anomalías pueden evidenciar la presencia de diques mineralizados más pequeños y ramificados cercanos a superficie, los cuales convergen en profundidad conformando cuerpos simples con mayor espesor. Algunas de estas anomalías coinciden localmente con los sitios de cantera confirmando su asociación con las mineralizaciones de hierro.

SOLUCIONES EULER EN PROFUNDIDAD DE ANOMALÍAS MAGNÉTICAS

La soluciones Euler en profundidad, representan la localización en X, Y y Z del centroide de los cuerpos causativos de las anomalías magnéticas (Figura 7a). Estas están asociadas a la presencia de minerales magnéticos en el subsuelo en los primeros 40 m. de profundidad. Predominan las soluciones en los rangos entre 0-10 m. de profundidad (círculos rojos) y 10-20 m. de profundidad (círculos amarillos). Debido a la limitada extensión de los perfiles de adquisición (250 m.) no es posible establecer la continuidad de las zonas mineralizadas a mayor profundidad.

MAPA DE ZONAS MINERALIZADAS

En este mapa se han demarcado las principales zonas mineralizadas asociadas a la presencia de diques de hierro altamente magnético (Figura 7b). Los polígonos en color amarillo representan estas zonas mineralizadas, las cuales tienen una elongación N55°W y corresponden a las anomalías más claras demarcadas del mapa de anomalías magnéticas reducidas al Ecuador. La interrupción en la distribución de las zonas mineralizadas, evidencia un fuerte fracturamiento de las rocas generando bolsas mineralizadas de las cuales, la de mayor tamaño y potencial es la ubicada al oeste de la línea base L12, entre las líneas L2 y L6, coincidente con los sitios de cantera.

CONCLUSIONES

En el reconocimiento geológico se ha podido establecer que en el área de estudio se presentan diques mineralizados de hierro que afectan discordantemente las rocas de la unidad Ortogranito de la Plata. Estas mineralizaciones están parcialmente expuestas en los sitios de cantera, en la vía carretable y afloramientos aislados del cerro estudiado. Mediante las mediciones de susceptibilidad magnética, se estableció el alto carácter magnético de las mineralizaciones de hierro, con valores de 283×10^{-3} SI y en ocasiones valores OL (Over Limit = fuera de límite) fuera de rango de las mediciones instrumentales.

También se pudo establecer un valor bajo de las rocas del Ortogranito de la Plata con un valor de 10.3×10^{-3} SI. Con base en este marcado contraste, se pudo diseñar y ejecutar una exploración magnética que permitió delimitar la extensión y distribución de los sectores más mineralizados, los cuales se ubican al oeste de la línea base L12 entre las líneas L3 a L6. Las zonas mineralizadas de hierro se asocian a diques verticales, con una dirección preferencia N55°W y un ángulo fuerte de buzamiento de 70° al NE.

Los mapas de derivadas en la vertical de las anomalías magnéticas evidencian una ramificación hacia superficie de los sistemas de diques mineralizados y una continuidad en la vertical evidente en los primeros 20 m. de profundidad. Tanto la distribución discontinua de las mineralizaciones como las evidencias de sus ramificaciones están asociadas a un intenso fracturamiento de las rocas encajantes, producto de esfuerzos compresivos asociados a las fallas de los Frailes, ubicada a menos de un km. al oeste del área de estudio y la falla regional de la Plata, ubicada a 4 km. al este del área.

Las mineralizaciones de hierro altamente magnético evidencian la presencia de magnetismo inducido y

remanente, lo cual es característico de litologías de edad precámbrica. En el precámbrico predominaban condiciones de una atmósfera reductora pobre en oxígeno lo que permitió la formación de depósitos potentes de óxidos de hierro con propiedades magnéticas fuertes. En las unidades de roca también se aprecian sistemas de vetas mineralizadas de cuarzo lechoso, las cuales son producto de removilización de cuarzo en condiciones de metamorfismo regional.

Tanto en las venas de cuarzo, mineralizaciones de hierro y rocas del Ortogranito de la Plata no se denota la presencia de mineralizaciones de sulfuros de metales básicos, por lo que es muy poco probable que se presente algún tipo de mineralización de metales preciosos tales como Oro, o Plata asociados a sulfuros masivos o disseminados con contenido de metales básicos.

En el mundo, la mayor concentración de mineralizaciones de interés económico en rocas del precámbrico ocurre en las zonas marginales de los cinturones de rocas verdes cerca a los bordes de intrusiones graníticas. Adicionalmente, la relación espacial con zonas de fallas regionales es muy importante ya que muchos depósitos minerales se ubican en la zona de intersección de lineamientos que interceptan dichas fallas regionales (Evans, 1993).

La mayoría de estas condiciones se presentan en el área de estudio en donde se identificaron neises verdes asociados a los cinturones verdes, rocas félsicas del Ortogranito de La Plata y la vecindad del Batolito de Ibagué. Por lo tanto se infiere que los resultados de este estudio aunque está limitado únicamente a 12.5 hectáreas, pueden establecer que las mineralizaciones locales de hierro, pueden presentarse en otros sectores circundantes, aun no estudiados.

RECOMENDACIONES

En el reconocimiento geológico se han colectado varias muestras de roca de los sitios mineralizados las cuales pueden ser analizadas mediante técnicas petrográficas con secciones delgadas y pulidas para establecer las características genéticas y paragénesis de las mineralizaciones. También se recomienda realizar la exploración directa de las zonas anómalas demarcadas mediante trincheras, apiques y perforaciones someras. La limitada extensión de las zonas mineralizadas de hierro, su limitado espesor y alto ángulo de buzamiento son limitantes para evaluar la posibilidad de explotación de hierro.

BIBLIOGRAFÍA

- ÁLVAREZ, J.; LINARES, E. 1983. Edad K-Ar del Plutón Granitoide de La Plata, Departamento del Huila (Colombia). *Geol. Norandina*, 7: 35-38. Bogotá.
- CONSULTORÍA COLOMBIANA. 1993. Aprovechamiento Hidroeléctrico de los ríos Páez y La Plata. Santafé de Bogotá.
- EVANS, A. M., 1993. *Ore Geology and Industrial Minerals An Introduction*, Third Edition Oxford, London. w
- FUQUEN, J.A.; NÚÑEZ, A. 1989. Memoria explicativa, mapa geológico generalizado del Departamento del Huila. Geología, recursos minerales y amenazas geológicas. Ingeominas, 41 p. Bogotá.
- GEOSOFT, 2015. Oasis Montaj www.geosoft.com
- GROSSE, E. 1935. Acerca de la geología del sur de Colombia. Informe rendido al Ministerio de Industria sobre un viaje al Huila y alto Caquetá. CEGOC, 3: 31- 137. Bogotá.
- HUBACH, E.; ALVARADO, B. 1932. Estudios geológicos en la ruta Popayán -Bogotá. *Serv. Geol. Nal.*, Informe 213, 132 p. Bogotá.
- IGAC, 1982. Mapa topográfico de la plancha 344_III-C a escala 1:25.000.
- INGEOMINAS, 1999. Mapa geológico de la plancha 344–Tsalia a escala 1:100.000, www.ingegominas.gov.co
- KEAREY, P. & BROOKS, M. 1991. *An Introduction to Geophysical Exploration*, Second Edition. Editorial Oxford, London.
- NGDC, 2012., NOAA-IGRF11 International Georeference Magnetic Field www.ngdc.noaa.gov/geomagmodels/IGRFGrid.jsp
- PRIEM, H. N. A.; KROONENBERG, S. B.; BOELRIJK, N. A.; HEBEDA, E. H. 1989. Rb-Sr and K-Ar evidence for the presence of a 1,6 Ga basement underlying the 1,2 Ga Garzon- Santa Marta Granulite Belt in the Colombian Andes. *Precambrian Res.*, 42: 315- 324. Amsterdam.
- REEVES, C. 1991. Potential field data processing and Interpretation. Department of Earth Resources surveys, ITC, The Netherlands.
- SILLITOE, R.; JARAMILLO, L.; DAMON, P. E.; SHAFIQUILLAH, M.; ESCOBAR, R. 1982. Setting, characteristics, and age of the Andean porphyry copper belt in Colombia. *Econ. Geol.*, 77: 1837-1850.
- TELFORD, W.M. GELDART, L.P. 1990. *Sheriff. R.E. Applied Geophysics*, Second Edition, Cambridge University Press, USA.
- VELANDIA, F.; RODRIGUEZ, G.; FERREIRA, P.; NÚÑEZ, A. 1996. Memoria geológica de la Plancha 366 Garzón. Ingeominas.