

# Determinación de diferentes tipos de facies de una brecha freatomagmática del diatrema de la mina Islay

## Determination of different types of phreatomagmatic breccia facies in the Islay mine diatrem

Julio César Chuquitoma Huamani<sup>1</sup>, Jaime César Mayorga Rojas<sup>2</sup>

Recibido: 01/03/2023 - Aprobado: 30/04/2023 – Publicado: 02/06/2023

### RESUMEN

El objetivo de este estudio es caracterizar, mediante una descripción litológica, la composición de una brecha diatrema para caracterizar los niveles de reemplazamiento económicos mineralizados del tipo estrato ligados (mantos/cuerpos) relacionados a mineralización de Zn – Pb – Ag, en las zonas favorables ubicadas a los bordes de la brecha diatrema, en los niveles inferiores de la mina Islay. El propósito es elevar el yacimiento minero de pequeña minería a una categoría de mediana minería.

Del análisis se determinó que la mina Islay está asociado a una diatrema de origen freatomagmático, compuesta por diferentes litofacies de brechas, tobas, brechas tectónicas y fracturamientos locales que podrían estar cementados de mineralización económica, mediante la identificación de las diferentes litofacies que componen a la brecha freatomagmática podríamos determinar la presencia de cuerpos y mantos mineralizados económicamente explotables.

**Palabras claves:** Diatrema, freatomagmática, brecha, mantos, mineralización.

### ABSTRACT

The objective of this study is to characterize the composition of a diatreme breccia by means of a lithological description in order to characterize the mineralized economic replacement levels of the linked stratum type (mantles/bodies) related to Zn – Pb – Ag mineralization, in the zones favorable areas located at the edges of the diatreme breccia, in the lower levels of the Islay mine in order to elevate the mineral deposit from small mining to a category of medium mining.

From the analysis it was determined that the Islay mine is associated with a diatreme of phreatomagmatic origin, composed of different lithofacies of breccias, tuffaceous levels, tectonic breccias and local fractures that could be cemented by economic mineralization, by identifying the different facies that make up the phreatomagmatic gap we could determine the presence of economically exploitable mineralized bodies and mantles.

**Keywords:** Diatreme, phreatomagmatic, breccia, mantles, mineralization.

1 Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica, Unidad de Posgrado. Lima, Perú.

Estudiante de posgrado. Autor para correspondencia: [julio.chuquitoma@unmsm.edu.pe](mailto:julio.chuquitoma@unmsm.edu.pe) - ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-4324-5218>

2 Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica, Escuela Profesional de Ingeniería Geográfica. Lima, Perú.

Docente. E-mail: [jaime.mayorga@unmsm.edu.pe](mailto:jaime.mayorga@unmsm.edu.pe) - ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8423-3343>

## I. INTRODUCCIÓN

Gran parte de los yacimientos magmático-hidrotermales se encuentran espacial y temporalmente asociados a distintos tipos de cuerpos de brechas (Sillitoe, 1985). Varias de estas brechas pueden contener mineralización y otras no; a estas, aunque no tengan mineralización se las puede considerar como importantes guías para la exploración. Estas brechas han sido descritas y clasificadas de manera diferente por diversos autores (Sillitoe, 1985; Baker et al., 1986; Taylor & Pollard, 1993; Corbett & Leach, 1998); muchos de ellos se basan en diversos criterios de clasificación, algunos más descriptivos y otros más generalizados.

El concepto de brecha indica que es una roca constituida por diferentes clastos, compuestos por matriz y cemento, que en algunos casos pueden estar compuestos de minerales.

Últimos trabajos acreditan que la interpretación de los orígenes y el significado de los diversos tipos de brechas requieren una observación sistemática de las brechas, describiendo su morfología composición y geometría (Davies et al., 2000). Solamente después de que esta información haya sido recolectada pueden ser aplicados a esquemas de clasificación genética (Cooke et al., 2004).

En la mina Islay se tiene asociado una diatrema de origen freatomagmática mineralizada, que es una brecha

polimíctica, clasto soportado, clastos subredondeados con menos de 1 centímetro de diámetro, presentan una tendencia de 45° y una matriz de polvo de roca con alteración de sílice-esmectita-illita. Las leyes de Zn (%) oscilan en promedio entre el 3% y el 4%. (Figura 1).

## II. METODOLOGÍA

### 2.1. Ubicación y características geológicas

La mina Islay se ubica en los Andes centrales del Perú, en el departamento de Pasco, provincia de Pasco, distrito de Huayllay, a una altitud de 4,700 msnm. El yacimiento minero de Islay es considerado como un depósito cordillerano de mineralización polimetálica conformado por vetas y cuerpos (mantos de reemplazamiento) con contenidos de Ag, Pb, Zn y Cu, litológicamente conformadas por areniscas, margas rojas, margas grises, calizas y variedad de conglomerados de textura polimíctica pertenecientes al Grupo Casapalca. Está asociada a una brecha diatrema de origen freatomagmática mineralizada, brechas que fueron formadas por la interacción directa del magma y el agua externa.

Las diatremas son generalmente productos de múltiples etapas de interacción magma-agua, su geometría es por lo general la de un cono invertido, en cuanto al diámetro de la diatrema en la mina Islay se tiene espesores de hasta 1500 m. en horizontal y 2500 m. en vertical. (Figura 2).

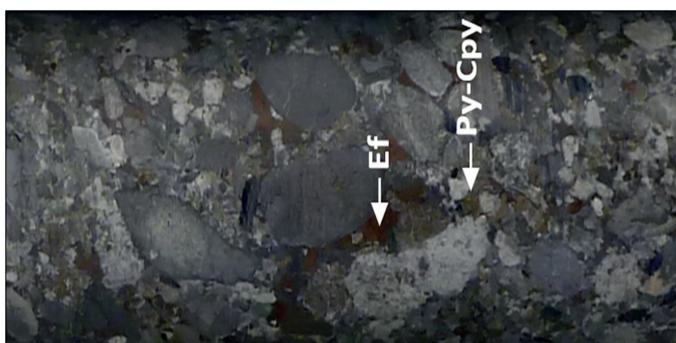


Figura 1. Brecha hidrotermal de mina Islay

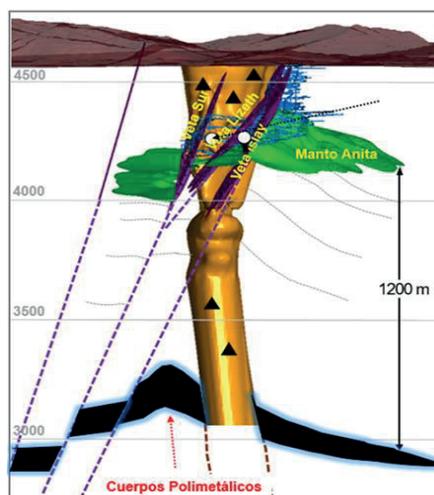


Figura 2. Esquema 3D del diatrema de la mina Islay  
Fuente: Propia

## 2.2. Metodología

Para lograr entender la disposición espacial geométrica de la mineralización económica, primero se debe entender la arquitectura geológica del yacimiento. En este caso la arquitectura específica de la mina Islay está asociada a una diatrema mineralizada, en consecuencia, la metodología a seguir es la siguiente:

**Primero:** Se realizó una toma de datos detallada de la brecha como su forma, el diámetro de granos, ciertas características y componentes como la matriz, los clastos. (Figura 3). Adicionalmente se observa que las brechas tectónicas son producto de fallamientos y fracturamientos locales y que podrían estar cementadas de minerales hidrotermales.

**Segundo:** Se realizó la determinación y caracterización de las litofacies de brechas, niveles tobáceos internos y brechas tectónicas.

**Tercero:** Clasificación genética, paragénesis de las litofacies de brechas e interrelación con los fallamientos y fracturamientos locales que podrían estar cementados de mineralización económica.

## III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 3.1. Descripción litológica del modelo del yacimiento (diatrema) de la mina Islay

Se describen a continuación las diferentes litofacies que se generan producto de la explosión y sobresaturación de agua magmático hidrotermal.

#### Brecha diatrema

**Facie 01:** Se caracteriza por ser una brecha monomítica de clasto soportados, con fragmentos angulosos < 5 cm diámetro, matriz de polvo de roca o cemento hidrotermal; espacialmente está ubicada a los bordes de la diatrema y por lo general se diferencia de los niveles de explosiones freáticas y freatomagmáticas, por los clastos juveniles, con potencias de hasta 1.70 m. Está asociado a los cuerpos de reemplazamiento mineralizados económicamente a profundidad (Figura 4).

**Facie 02:** Caracterizada por ser una brecha polimítica, presentar clasto soportado, de fragmentos subangulosos > 5 cm diámetro, matriz polvo de roca o relleno hidrotermal, la disposición es del tipo mosaico; espacialmente se ubica internamente adyacente a la facie 01, con potencias de hasta 200 m. (Figura 5).

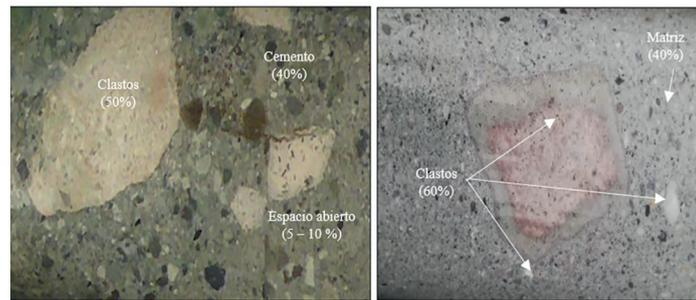


Figura 3. Relación entre clastos, cemento y espacios abiertos, en las brechas de diatrema de la mina Islay



Figura 4. Facie 01. Core HQ

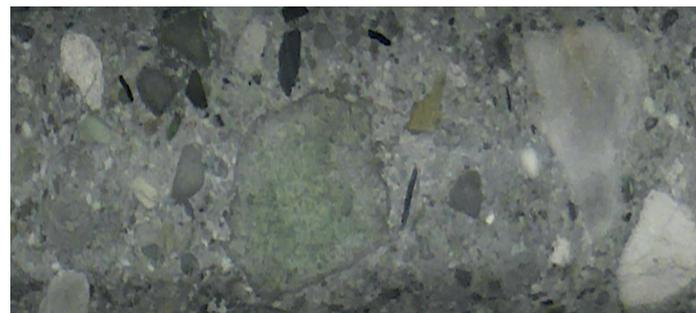


Figura 5. Facie 02. Core HQ

**Facie 03:** Facie caracterizada por ser una brecha polimíctica, de matriz soportada, presencia de fragmentos subredondeados > 5 cm de diámetro, presentan clastos juveniles, su matriz es polvo de roca con una débil alteración hidrotermal; especialmente se ubica en el nivel centro lateral de la diatrema, con potencias de hasta 200 m (Figura 6).

**Facie 04:** En términos descriptivos, se caracteriza por ser una brecha polimíctica, de matriz soportada, de fragmentos redondeados > 5 cm diámetro, presentan clastos juveniles y clastos de pórfidos, la matriz está compuesta de polvo de roca y presenta por lo general débil interacción con el fluido hidrotermal, con potencias de hasta 450 m, conteniendo mineralización brechada de Zn, Pb y Cu. (Figura 7).

**Secuencias de tobas (Tufisitas):** Son tobas de lapilli, con buena clasificación horizontalmente, tamaño de grano

< 2 cm de tipo heterogéneo y la matriz de ceniza blanca. Se ubican espacialmente en la parte interna de la diatrema y pueden llegar hasta los niveles superficiales del modelo de la diatrema, con potencias de hasta 1m, corresponde a una fase tardía del sistema.

**Brechas tectónicas:** De fragmentos angulosos en su mayoría, conformada por un conjunto de fragmentos de roca que se encuentra frecuentemente en las zonas de falla. El tamaño de los fragmentos puede variar de centímetros a decímetros, causados por producto de fallamiento o tectonismo local, rellenas de cemento hidrotermal (cuarzo – carbonato), que se entiende como vetas fallas en los niveles superiores y brechas hidrotermales en el nivel superior medio de la diatrema, potencias de hasta 3 m (Figura 8).

**Cuerpos de reemplazamiento:** Se emplaza en una unidad litológica favorable (calizas y tobas) permeable, también se pueden presentar en unidades litológicas donde



Figura 6. Facie 03. Core HQ

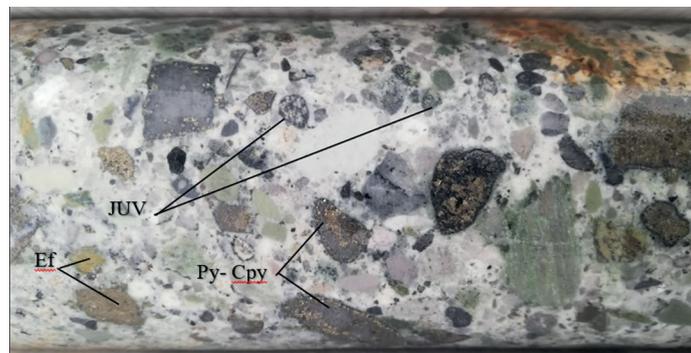


Figura 7. Facie 04. Core HQ



Figura 8. Brecha tectónica relleno de cemento hidrotermal Core HQ.

se generó una permeabilidad secundaria producto del fracturamiento local. Estos cuerpos, dependiendo de su potencia, pueden generar niveles mineralizados de Au, Ag, Zn y Pb, con niveles de tonelaje mayores a 50 MT. (Figura 9).

### 3.2. Características geológicas de la mina Islay

La geometría de los depósitos de la mina Islay están constituidos por estructuras vetiformes (vetas), cuerpos (bolsonadas) y mantos mineralizados que se encuentra alrededor del su diatrema, estas estructuras contienen minerales de ley de Zn, Pb, Ag y Cu. (Figura 10).

### 3.3. Arquitectura geológica del modelo del yacimiento (diatrema) de la mina Islay

Una vez que determinamos la disposición espacial y geométrica de la mineralización económica y entendimos la arquitectura geológica del yacimiento de la mina Islay y asociada a una diatrema mineralizada, se pudo realizar

un reconocimiento de todas las facies y características geológicas de la diatrema.

La diatrema de la mina Islay presenta en sus bordes niveles de tobas de lapilli relacionados a resedimentación, con características texturales de mala clasificación, asociado también con niveles de fluidización del tipo cuarzo de baja temperatura. (Figura 11).

De acuerdo a la descripción de las cuatro facies que existen en la mina Islay, podemos indicar que la facie 4 presenta mayor posibilidad de encontrar mantos y cuerpos mineralizados, por contener todos los rasgos favorables, de ese modo se pueden caracterizar los niveles de reemplazamiento económicos mineralizados del tipo estrato ligados como manto y cuerpos, en las unidades favorables ubicadas en los bordes de la diatrema. (Figura 12).

La importancia en el estudio de las brechas está en definir los diversos procesos y sus mecanismos de



Figura 9. Zonificación de los niveles de remplazamiento, en la litología favorable hasta la concentración de la mena. Core HQ.

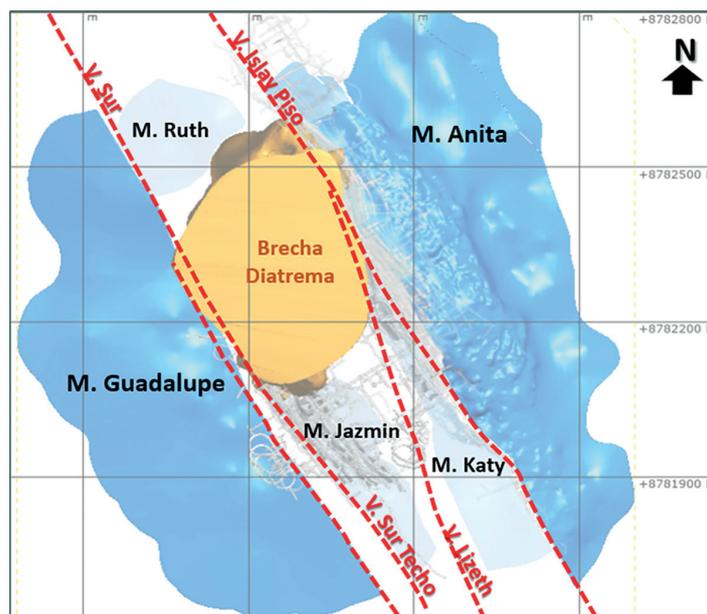


Figura 10. Presencia de mantos mineralizados alrededor de la diatrema de la mina Islay

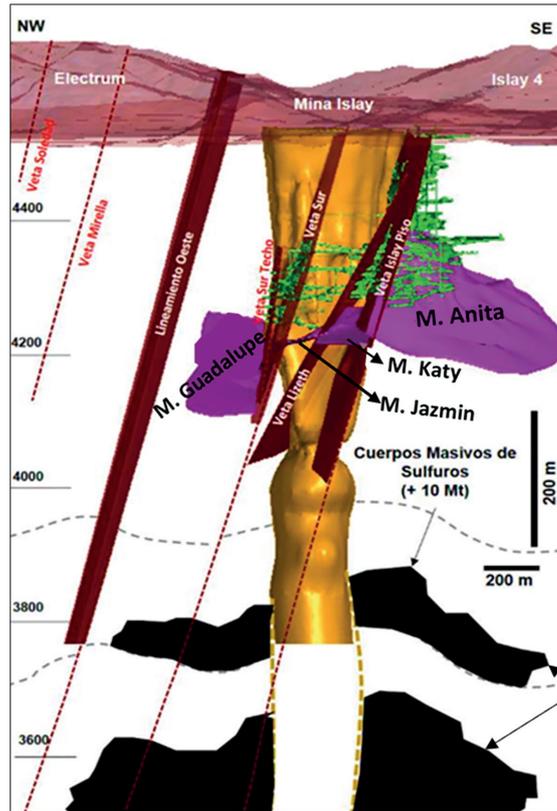


Figura 11. Modelo geológico 3D detallada del sistema del diatrema de la mina Islay, obsérvese presencia de cuerpos mineralizados alrededor del diatrema

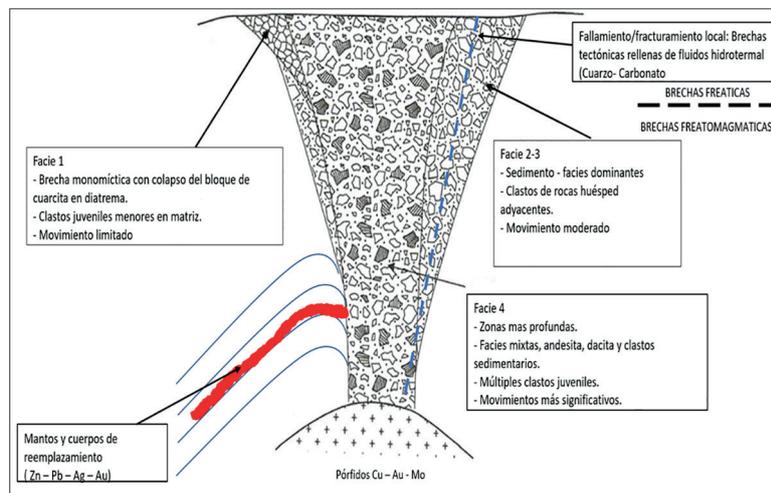


Figura 12. Arquitectura geológica detallada del sistema de diatrema a reconocer

formación para determinar su ambiente de formación y su relación con la mineralización.

En gran parte de yacimientos relacionados, la mineralización no está directamente asociada con las diatremas, pero generalmente se asocian espacialmente con los depósitos de mineral en los ambientes epitermales, este es el caso de la mina Islay.

#### IV. CONCLUSIONES

El presente trabajo permite explicar las diferentes descripciones de facies de brechas, dentro de esta clasificación, es necesario observar numerosas características, estos incluyen textura y composición de la brecha dominante, características texturales importantes particulares (lapilli, clastos juveniles irregulares, etc.),

distribución y relaciones entre las facies de la brecha y la geometría general del cuerpo de la brecha.

Claramente, el siguiente sistema de clasificación no es adecuado para el uso de campo y se requiere un trabajo de campo considerable antes de usarlo.

La clasificación en campo de facies de brechas debe basarse en características tales como la composición de clastos (mono/polimíctica), el grado de redondeo, la relación clasto matriz (clasto frente a matriz soportada), composición de la matriz (relleno hidrotermal frente a roca molida) y la presencia/ausencia de elementos importantes.

Para la determinación de los cuerpos y mantos mineralizados se requiere una estricta identificación de facies de brechas freatomagmáticas, debido a que toda la información geológica recopilada adecuadamente servirá para la interpretación adecuada de los objetivos de perforación y el éxito del programa de perforación.

## V. AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a los revisores por sus sugerencias y comentarios.

## VI. REFERENCIAS

- Baker, E. M.; Kirwin, D. J. & Taylor, R. G. (1986). *Hydrothermal breccia pipes*. Economic Geology Research Unit, James Cook University, EGRU contribution, v. 12, 45 p. <https://catalogue.nla.gov.au/Record/845641/Details?>
- Corbett, G. J. & Leach, T. M. (1998). *Southwest Pacific Rim gold-copper systems: structure, alteration and mineralisation*. *Society of Economic Geologist special publication* 6, 237 p. <https://doi.org/10.5382/SP.06>
- Taylor, R. G. & Pollard, P. J. (1993). *Mineralised breccia systems, methods of recognition and interpretation*. Economic Geology Research Unit, James Cook University, EGRU, v. 46, 31 p. <https://www.worldcat.org/es/title/mineralized-breccia-systems-methods-of-recognition-and-interpretation/oclc/768055518>
- Davies, A. G. S.; Cooke, D. R.; Gemmel, J. B. (2000). *Breccias associated with epithermal and porphyry systems – Towards a systematic approach to their description and interpretation*. In Bucci, L. A. & Mair, J. L. eds., *Gold in 2000. Poster session extended abstracts: Lake Tahoe, Nevada, November 10-11*, p. 98-103. <https://es.scribd.com/document/560454967/Breccias-associated-with-epithermal-and-porphyry-systems#>
- Cooke, D. R.; Wilson, A. J.; & Davies, A. G. S. (2004). *Characteristics and genesis of porphyry copper-gold deposits*. In Cooke, D. R.; Deyell, C. & Pongratz, J. eds. *24ct Au Workshop. CODES Special Publication*. University of Tasmania, Australia. p. 17-34. <http://catalogobiblioteca.ingemmet.gob.pe/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=40247>
- Sillitoe (1985). *Ore Related Breccias in Volcanoplutonic Arcs*, *Economic Geology*, V. 80, N° 6, pp. 1467-1514. <https://doi.org/10.2113/gsecongeo.80.6.1467>

## Contribución de autoría

Conceptualización: Julio Cesar Chuquitoma Huamani; Curación de datos: Julio Cesar Chuquitoma Huamani; Análisis formal: Julio Cesar Chuquitoma Huamani; Adquisición de fondos: Julio Cesar Chuquitoma Huamani; Investigación: Jaime Cesar Mayorga Rojas; Metodología: Jaime Cesar Mayorga Rojas; Administración del proyecto: Julio Cesar Chuquitoma Huamani; Recursos: Julio Cesar Chuquitoma Huamani; Supervisión: Jaime Cesar Mayorga Rojas; Validación: Jaime Cesar Mayorga Rojas; Visualización: Julio Cesar Chuquitoma Huamani; Redacción - borrador original: Julio Cesar Chuquitoma Huamani; Redacción - revisión y edición: Jaime Cesar Mayorga Rojas.

## Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener conflictos de intereses.