

Geología económica del distrito minero Ponce Enríquez, provincia del Azuay, Ecuador

Economic geology of the Ponce Enríquez mining district, province of Azuay, Ecuador

William Francisco Arteaga Chango^{1,a}, Alicia Ángela Arias Villamarín^{2,b}, Fernanda Dayana Andrade Mantilla^{3,c}, Gerardo Marcelo Llerena Carrera^{4,d}

Recibido: 05/03/2024 - Aprobado: 22/05/2024 – Publicado: 12/06/2024

RESUMEN

La investigación se fundamenta en la recopilación bibliográfica y experiencias de campo, desarrolladas en un largo periodo de tiempo dentro del distrito minero "Ponce Enríquez", ubicado en las estribaciones de la Cordillera Occidental en el sur del Ecuador, provincia del Azuay. Desde los años 80 se han extraído minerales económicos, principalmente; oro, plata, cobre y zinc, cambiando drásticamente la economía de la región. Mediante la información recolectada se ha identificado que este distrito es conocido por depósitos de Au principalmente en: estructuras (vetas y vetilleos), brechas hidrotermales, stockworks, diseminaciones, relacionadas con pórfidos (+ Au, Cu, Mo). La edad de mineralización se estima del Mioceno Medio al Superior. Es una faja metalífera que se extiende aproximadamente 100 km, en dirección NE-SW, con los cinturones metalogénicos de Ecuador y Perú (con pórfidos conocidos como La Granja, El Galeno, Conga, Cerro Corona, entre otros) y guarda similitudes con depósitos en Colombia (La Colosa).

Palabras claves: distrito minero, geología económica, minería, potencial, vetas.

ABSTRACT

The research is based on bibliographic compilation and field experiences, developed over a long period of time within the "Ponce Enríquez" mining district, located in the foothills of the Western Cordillera in southern Ecuador, province of Azuay. Since the 80s, mainly economic minerals have been extracted; gold, silver, copper and zinc, drastically changing the economy of the region. Through the information collected, it has been identified that this district is known for Au deposits mainly in: structures (veins and veins), hydrothermal breccias, stockworks, disseminations, related to porphyries (+ Au, Cu, Mo). The age of mineralization is estimated from the Middle to Upper Miocene. It is a metalliferous belt that extends approximately 100 km, in a NE-SW direction, with the metallogenic belts of Ecuador and Peru (with porphyries known as La Granja, El Galeno, Conga, Cerro Corona, among others) and has similarities with deposits in Colombia (La Colosa).

Keywords: mining district, economic geology, mining, potential, veins.

1 Metalquartz. Quito, Ecuador

2 Consultor independiente. Quito, Ecuador.

3 Instituto de Investigación Geológico y Energético. Quito, Ecuador.

4 Universidad Central del Ecuador. Quito, Ecuador.

a E-mail: willi_francisco@yahoo.es - ORCID: <https://orcid.org/0009-0008-7627-1073>

b E-mail: aaav20102016@gmail.com ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-0760-7065>

c Autor para correspondencia: fernanda.andrade@geoenergia.gob.ec - ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2733-2171>

d E-mail: marcelollerena@gmail.com - ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-5325-4050>

I. INTRODUCCIÓN

El área de estudio se encuentra al suroeste del Ecuador, en la región Costa-Sierra, en las estribaciones de la cordillera Occidental, en la provincia del Azuay, cantón Camilo Ponce Enríquez. El área del cantón es de 639 km² (Figura 1).

Los datos presentados en este artículo corresponden a información recopilada por los autores, así como información obtenida en campo. La edad de las rocas de la zona corresponde a los períodos Eoceno y Mioceno, y se encuentra dentro de la franja metalogénica de la Cordillera Occidental. En esta franja metalogénica se encuentran prospectos mineros como: El Torneado, Telimbela, Chaucha, Cangrejos, Cinc Coca, Bella Rica, El Guayabo, Tres Chorreras, Cerro Negro y el distrito minero Portovelo-Zaruma, entre otros (IIGE, 2019). El distrito minero Ponce Enríquez está ubicado dentro del "Machala Belt", una franja metalogénica definida por técnicos de la empresa minera "Newmont".

También existen registros de estudios de suelo con Enzyme LeachSM sobre mineralización epitermal de oro, conocidas en El Mozo y Llano Largo, Azuay. Estos trabajos sirvieron para evaluar la técnica de identificación de dichos depósitos en los Andes ecuatorianos (Williams, 1997).

Actualmente, en el distrito minero Ponce Enríquez, los trabajos se concentran en la extracción de vetas mediante métodos subterráneos. Las estructuras mineralizadas tienen una potencia variable que va desde los 10 cm hasta 1 m. Se ha evidenciado que la profundidad de estas estructuras alcanza hasta los 800 m desde la superficie del terreno. Actualmente, algunas labores mineras se están profundizando, lo que podría aumentar el potencial minero de la zona de estudio.

Datos históricos reflejan que los valores geoquímicos de oro van desde los 7 gr/t hasta los 30 gr/t. En este distrito minero se han logrado extraer aproximadamente 10 toneladas de oro, y según las proyecciones para los próximos años, la extracción de mineral estará en torno a 20-30 toneladas de oro. Estos datos indican un alto potencial minero. Solo el proyecto Gaby/Papa Grande tiene recursos mineros de alrededor de seis millones de onzas de oro, y existen más proyectos en fase de exploración que, con el tiempo, aumentarán los recursos geológicos mineros del distrito (Gowans, 2008).

El presente estudio está enfocado principalmente en proporcionar datos y evaluar el potencial del distrito minero desde la perspectiva de la geología económica, con el propósito de indicar el potencial geológico-minero de esta zona.

II. MÉTODO

La metodología para este estudio se basó principalmente en información histórica y en trabajos de campo realizados durante aproximadamente un año. En estos procesos se logró recopilar información geológica minera de las galerías de algunas zonas del cantón. También se obtuvieron resultados geoquímicos del mineral enviado a las plantas de procesamiento tanto en Camilo Ponce Enríquez como en las plantas de procesamiento de Portovelo y Zaruma (INIGEMM, 2015).

Se recopilaron algunos datos del plan de desarrollo minero y del geoportal del catastro minero del ministerio sectorial sobre la producción de mineral del distrito minero (MEM, 2024). Además, con datos históricos y basados en los trabajos de campo, se han realizado proyecciones sobre la cantidad de material mineralizado existente en la zona de estudio (DINAGE, 2000).

Figura 1

Mapa de ubicación de la zona de estudio, cantón Camilo Ponce Enríquez



Nota: (map.svg, 2023)

III. RESULTADOS

3.1. Marco geológico regional

El distrito minero de Ponce Enríquez está situado en la Unidad Pallatanga del Cretácico Medio Temprano (pre-Senoniense), que forma una banda casi continua limitada por fallas a lo largo de las estribaciones de la Cordillera Occidental. Litológicamente, la Unidad Pallatanga comprende basaltos toleíticos lávicos, masivos y almohadillados ("pillowed"), con intrusiones básicas y cantidades subordinadas de volcanoclastitas, sedimentos pelágicos y rebanadas tectónicas de rocas ultramáficas. La base de esta unidad no está expuesta y, hacia el este, está cubierta discordantemente por las rocas volcánicas subaéreas de composición intermedia a silícea calcoalcalina del Grupo Saraguro (Eoceno Medio tardío a Mioceno Inferior). El espesor de esta unidad ha sido estimado en más de 1 km al este de Ponce Enríquez (R. Hughes, 1977).

Los basaltos de Bella Rica (R. Hughes, 1977) incluyen localmente lavas, hialoclastitas e intrusiones de microgabros (doleritas) subvolcánicos. En el sector Gaby/Bella Rica, la secuencia se inclina suavemente (<40°) al este y está dispuesta con lavas almohadilladas, acolchadas. Tanto las lavas como las intrusiones modernas tienen texturas variolíticas y subofíticas y tienen una composición química característica de fondo oceánico tipo MORB n (Dunkley, 1977). Los basaltos de Bella Rica tienen contactos mecánicos a lo largo de la falla Margarita con una secuencia de areniscas turbidíticas, limolitas y argilitas del Cretácico Superior (Maastrichtiense), que han sido adscritas a la Unidad Yunguilla (INIGEMM, 2017). Ver Figura 2 y Figura 3.

3.1.1. Rocas intrusivas

En el área de Gaby-Bella Rica se pueden observar formaciones de rocas en varios "stocks" de composición cuarzodiorítica a microtonalítica porfídica, entre ellos están: Gaby, Tama y Papa Grande, que se encuentran aproximadamente a 2,5 km al noreste y 4 km al este del

asentamiento de Ponce Enríquez. Además en los sectores de Guanache, Guadalupe y Mucuyacu, se encuentran expuestos un conjunto de cuerpos elongados y de diques en la proximidad de estas intrusiones mayores. Dentro del sector de San Gerardo aparecen pequeños stocks de granodiorita, ligeramente mineralizados en algunas zonas. (CODIGEM-BGS, 2000)

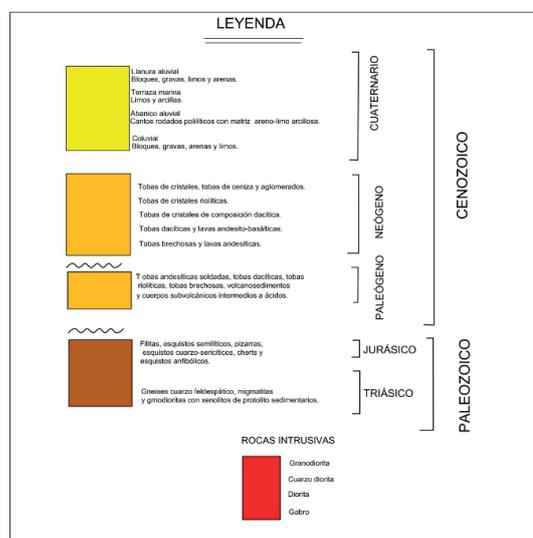
El pórfido de Gaby recibió una datación potásica con K-Ar que reveló una edad de 19 Ma (Mioceno Inferior). Esta datación es comparable con la edad de 19,92 ± 0,18 Ma de un gran cuerpo de granodiorita ubicado al noreste de Uzhcurrumi. Edades mediante K-Ar de 13 a 9 Ma (Mioceno Medio-Superior) han sido citadas en el Batolito de Chaucha (granodiorita/tonalita), situado más al norte. Estas edades se consideran mínimas para la intrusión y se piensa que la fase principal de Chaucha se emplazó durante una fase de plutonismo del Mioceno Inferior (20-16 Ma) (CODIGEM-BGS, 2000).

3.1.2 Brechas

Se distinguen variedades de brechas alojadas en el Pórfido de Gaby. Son en su mayoría intrusivos y se observa que cortan los pórfidos hornbléndicos (abarrotado, grueso, hornbléndico y salpicado). En la parte septentrional ocupan hasta el 20% de la superficie y presentan principalmente tres formas: (1) subcirculares (ovoides, arriñonadas, irregulares) sin orientación preferente, (2) arqueadas y/o con proyecciones agudas a lo largo de los contactos externos e intra-intrusivos, y (3) elongadas y alineadas principalmente en la dirección NNW-SSE.

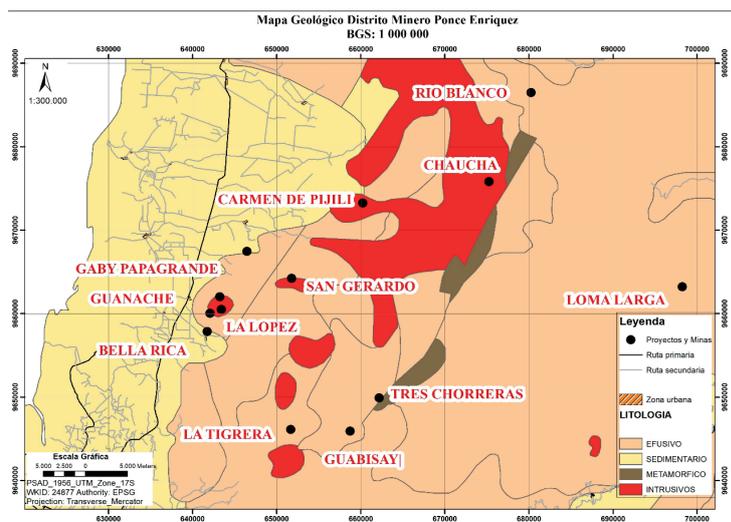
También con las direcciones N-S, NNE y WNW. Este grupo está claramente controlado por estructuras. Los cuerpos de brecha suelen tener una geometría de chimenea, embudo o dique con buzamiento vertical y subvertical. La brecha a lo algo del contacto NE sugiere que también existen relictos de brechas de caparazón. En la mayoría las brechas no tienen matriz hidrotermal apreciable y son clastoportadas o están cementadas por una matriz fina máfica (Sillitoe, et al., 1982).

Figura 2
Columna estratigráfica, distrito minero Ponce Enríquez



Nota: (INIGEMM, 2017)

Figura 3
 Mapa geológico regional, distrito Minero Ponce Enríquez



Nota: (INIGEMM, 2017)

3.2 Marco geológico local

Geológicamente, el distrito minero está constituido por rocas de composición andesítica. En la zona se encuentran rocas volcánico-sedimentarias y rocas de contacto como cornubianitas. En algunas áreas se evidencian diques intrusivos de composición riolítica y brechas hidrotermales.

En la zona predominan vetas con presencia de sulfuros: calcopirita, piritita, galena en trazas, argentita y tenantita. Esto se observa principalmente en la estructura aflorante en la cual actualmente se realizan trabajos de minería por parte de pequeños mineros. En algunas zonas es fácil observar vetillas milimétricas de sulfuros de tipo stockwork, rellenas en fracturas debido a procesos hidrotermales. En algunos sectores se evidencian brechas de falla mineralizadas con sulfuros y milonita; estas fallas tienen preferentemente un azimut norte-sur.

Además de las estructuras mineralizadas (vetas), es común observar brechas hidrotermales tipo "diatrema". La alteración hidrotermal de estas brechas presenta una asociación de cuarzo y turmalina. Estas brechas cortan estructuras mineralizadas, lo que indica una secuencia de formación posterior.

3.3 Alteración

La silicificación es uno de los tipos de alteración hidrotermal más comunes y mejor conocidos. En el distrito, se encuentra con mayor frecuencia asociada a vetas, piritización disseminada y/o en vetillas. Distalmente, transita a argilización, que gradualmente pasa a propilitización.

La alteración argílica está presente en los sectores aledaños a las estructuras (vetas). La roca presenta un color verde blanquecino a gris blanquecino y una textura porosa. La caolinización reemplaza fundamentalmente a los fenocristales de plagioclasa. Se interpreta que la caolinización es producto de la meteorización, es decir, bajo condiciones exógenas (Chávez, 2012).

La alteración propilitica está representada por la asociación chl + ep + qz + py ; ser , cal , ill , ad , cb y es la alteración de mayor extensión en el distrito. En la roca andesítica afecta tanto a los megacrístales como a la pasta, y presenta un grado de penetración desde pervasiva (pervasive) hasta incipiente. La roca desarrolla un color gris-verde y fractura concoidea.

La alteración potásica se puede observar en el pórfido "Gaby-Papa Grande" con biotita secundaria, turmalina y magnetita (Corbett, 2018).

3.4 Mineralización

Los minerales primarios de mena son: calcopirita, piritita, galena, oro, argentita y tenantita en trazas. En algunas zonas, es común observar arsenopiritita. Se encuentran vetillas milimétricas tipo stockwork de sulfuros, vetillas milimétricas de turmalina y vetas que varían en espesor desde 2 cm hasta 1 metro.

En zonas puntuales se observa enriquecimiento secundario, como malaquita, calcosina y covelina. Los minerales de ganga son principalmente cuarzo y turmalina.

3.5 Geología económica

En la zona, la geología económica que abarca un área de aproximadamente 40 km² es extensa. Aunque hasta la fecha solo se han extraído los minerales asociados a las estructuras mineralizadas (vetas, vetillas), etc., existen prospectos de mineralización en rocas disseminadas, como pórfidos y brechas, que podrían estar asociados a las mineralizaciones económicas de la zona.

En el sector de Tres Chorreras, se llevan a cabo actividades de pequeña minería, centrándose en la explotación de las brechas de diatrema asociadas a cuerpos porfíricos. En estas brechas se encuentran mineralizaciones de oro y cobre. Además, en esta zona se extraen las estructuras mineralizadas (vetas), principalmente de oro. La Tigra es otro sector importante para la extracción de mineral, donde se extrae principalmente cobre asociado a stocks de brechas ricas en bornita y calcopirita.

En el sector de Carmen de Pijili, se realizan labores de extracción enfocadas principalmente en la extracción de oro. Aunque en esta zona existe una cantidad considerable de labores mineras, gran parte de esta área aún no ha sido investigada en su totalidad (Martínez Briones, 1997). Se han evidenciado anomalías y rocas que podrían estar asociadas a cuerpos porfíricos de oro y cobre.

Este distrito posee un gran potencial en geología económica. Labores mineras como Agrimrock, Mollopongo, Bursal, Liga de Oro, Minervillar, entre otras, también se enfocan en la extracción de oro y cobre.

Es importante destacar que en este distrito ya se han descubierto prospectos mineros, como es el caso de Río Blanco, que en sus estudios preliminares reportan recursos geológicos mineros de 1,991,000 toneladas con una ley de 8.1 g/ton Au y 61 g/ton Ag (MICON, 2006). El proyecto Gaby Papa Grande posee recursos geológicos mineros de un cuerpo porfírico de oro, cobre y molibdeno, con recursos geológicos estimados en 308 millones de toneladas ("Mt") con una ley promedio de 0.63 g/t de oro, con una estimación de 6.2 millones de onzas de oro con una ley de corte de 0.4 g/t (Srivastava, 2008). (Tabla 1)

Actualmente, en la zona se están llevando a cabo trabajos de exploración minera con compañías como Salazar Resources, Bonanza, SolGold, entre otras, con el fin de estudiar y aumentar el potencial geológico del distrito minero de la región.

Algunas concesiones mineras inscritas se encuentran en fase de explotación, como es el caso de la concesión minera "Muyuyacu", que abarca una superficie de 1,180 hectáreas mineras y está bajo el régimen especial de pequeña minería. Actualmente, unas 50 sociedades mineras trabajan en esta área. Otra zona importante de extracción

minera es la cooperativa de Bella Rica, donde se extrae mineral desde los años 80 y que actualmente cuenta con un gran potencial económico, principalmente en la extracción de oro.

3.5.1 Derechos mineros

En el distrito minero de Camilo Ponce Enríquez se contabilizan aproximadamente 391 derechos mineros metálicos, según se evidencia en la página web del geoportal del catastro minero (MEM, 2024). De estos, 263 derechos se encuentran otorgados e inscritos en la Agencia de Regulación y Control de Recursos Naturales No Renovables, y 128 están en proceso de otorgamiento, en los diferentes regímenes mineros. Estos últimos quedaron represados desde el cierre del catastro minero en febrero de 2018 y continúan en proceso de sustanciación.

3.5.2 Regalías mineras

El pago de las regalías mineras se regula en el Capítulo IV de la Ley de Minería, en los artículos 92 y 93, los cuales establecen que:

"El concesionario minero, así como las plantas de beneficio, deberán pagar una regalía equivalente a un porcentaje sobre la venta del mineral principal y los minerales secundarios, entre el 3% y el 8% sobre las ventas."

"Los titulares de derechos mineros de pequeña minería, pagarán por concepto de regalías el 3% de las ventas del mineral principal y los minerales secundarios."

En el plan de desarrollo minero 2020-2030 emitido por el ex Ministerio de Energía y Recursos Naturales no Renovables, se calcula que la regalía minera anual del distrito minero Camilo Ponce Enríquez será de 1.1 a 2.2 millones de dólares estadounidenses (MEM M. d., 2020). (Ver Tabla 2)

Tabla 1

Recursos geológicos mineros del prospecto Gaby Papa Grande

SAPROLITE + BEDROCK							
Category	Cutoff (g/t Au)	Tonnes (Mt)	Au Grade (g/t)	Cu Grade (%)	Au (Moz)	Cu (t)	
<i>Measured</i>	0.3	62.4	0.618	0.088	1.24	55,000	
	0.4	45.7	0.716	0.095	1.05	43,500	
	0.5	31.7	0.834	0.102	0.85	32,300	
<i>Indicated</i>	0.3	407	0.52	0.085	6.8	344,700	
	0.4	262.8	0.614	0.091	5.19	240,300	
	0.5	161.1	0.719	0.097	3.72	155,800	
<i>Inferred</i>	0.3	205.7	0.529	0.075	3.5	152,800	
	0.4	122.3	0.654	0.078	2.57	95,100	
	0.5	76.5	0.778	0.076	1.91	58,100	
<i>Measured+Indicated</i>	0.3	469.5	0.533	0.085	8.04	399,700	
	0.4	308.4	0.629	0.092	6.24	283,800	
	0.5	192.8	0.738	0.098	4.57	188,100	

Nota: (Srivastava, 2008)

Tabla 2*Derechos mineros en el distrito minero Ponce Enríquez*

DISTRITO MINERO PONCE ENRIQUEZ				
TOTAL DE DERECHOS MINEROS METÁLICOS				
PROVINCIA	CANTÓN	TOTAL	DERECHO INSCRITO	ÁREAS EN TRÁMITE
AZUAY	SANTA ISABEL	27	17	10
Superficie (ha)		17626	12093	5533
AZUAY	PUCARÁ	70	47	23
Superficie (ha)		27454	9728	17726
AZUAY	PONCE ENRÍQUEZ	191	132	59
Superficies (ha)		27454	9728	17726
AZUAY	CUENCA	72	42	30
Superficie (ha)		55912,73	46153,73	9759
AZUAY	EL GUABO	31	25	6
Superficies (ha)		10530,51	9115,51	1415
TOTAL		391	263	128
Superficie (ha)		149433	103981	45452

Nota: (ARCOM, 2019)

Dentro del distrito minero existen zonas con alto potencial económico de minerales. Debido a que el otorgamiento de concesiones mineras está paralizado, aún no se han concedido estas zonas altamente prospectivas. Sin embargo, se ha logrado encontrar personas realizando prospección minera y, cuando el catastro minero se reabra, se evidenciará que algunas empresas van a concesionar en este distrito minero, lo que aumentará los recursos geológicos mineros de la zona de estudio.

IV. DISCUSIÓN

Con la información estudiada y recopilada, se ha evidenciado que el potencial geológico minero del distrito minero Ponce Enríquez es alto. Conforme avanzan los trabajos exploratorios realizados por empresas mineras en el sector, se logra identificar más prospectos económicos para su extracción.

En el distrito minero, existen aproximadamente 50,000 hectáreas mineras por concesionar. Muchas empresas mineras y pequeños mineros están a la espera de que el catastro minero se reabra, con el fin de obtener estos derechos mineros y realizar trabajos exploratorios de manera legal.

Debido a las dificultades geográficas, las zonas centro-este son las áreas que actualmente se encuentran sin concesionar y, por ende, son las menos estudiadas del distrito minero. (Ver Figura 4).

V. CONCLUSIONES

En el distrito minero se han realizado actividades de extracción de mineral durante aproximadamente 30 años,

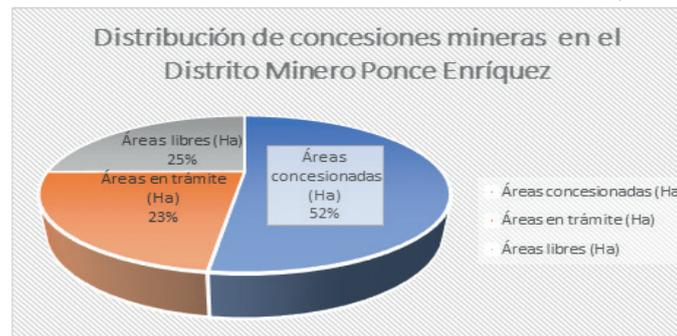
generando divisas para el Estado, para la zona de influencia y creando fuentes de empleo y dinamismo económico en la ciudad de Ponce Enríquez.

Actualmente, los trabajos se centran en la extracción de estructuras mineralizadas, principalmente vetas. Varias asociaciones de mineros llevan a cabo este trabajo, con volúmenes de extracción que van desde las 10 hasta las 300 toneladas por día (estos datos son por asociación minera). El procesamiento del mineral se lleva a cabo en las ciudades de Ponce Enríquez, Portovelo y Zaruma.

Dentro del distrito minero existen zonas con alto potencial económico de minerales. Debido a que el otorgamiento de concesiones mineras está paralizado, aún no se han concedido estas áreas altamente prospectivas. Sin embargo, hemos observado personas realizando prospección minera, y cuando el catastro minero se reabra, se evidenciará que algunas empresas van a concesionar en este distrito, aumentando los recursos geológicos mineros de la zona de estudio.

La extracción de minerales que se lleva a cabo en el distrito minero actualmente es de pequeña minería y minería artesanal. Por esta razón, las regalías mineras, provenientes de los trabajos mineros formales en el sector, actualmente alcanzan los dos millones de dólares al año. Si se ponen en marcha proyectos como Río Blanco y Gaby Papa Grande, las regalías mineras podrían alcanzar unos 20-30 millones de dólares al año (estimaciones de proyectos de dimensiones similares a nivel nacional e internacional). Además, se generan al menos 1500 puestos de trabajo directos y unos 5000 puestos de trabajo indirectos. A esto podemos sumar que las áreas todavía no estudiadas (zonas mineras no concesionadas/en trámite) podrían aumentar significativamente el potencial geológico minero de la zona.

Figura 4
Distribución de concesiones mineras en el distrito minero Ponce Enríquez



Nota: (ARCERNNR, 2023)

VI. AGRADECIMIENTOS

Nuestro agradecimiento a todos los colaboradores que intervinieron directamente en la elaboración del artículo, imprimiendo en este documento su profesionalismo y elevado conocimiento técnico.

VII. REFERENCIAS

- ARCERNNR. (2023). *Agencia de Regulación y Control de Energía y Recursos Naturales no Renovables*. <https://www.controlrecursosyenergia.gob.ec/>
- ARCOM. (2019). *Agencia de Regulación y Control Minero, Catastro Minero*. <https://www.controlrecursosyenergia.gob.ec/>
- Chávez, W. (2012). *HydrothermalSupergene.systems*. Economic Geology.
- CODIGEM-BGS. (2000). *Evaluación de distritos mineros en el Ecuador: Depósitos Porfíricos y Epi-Mesotermiales*.
- Corbett, G.J., (2018). *Epithermal gold-silver and porphyry copper-gold exploration- short course manual*: unpublished.
- DINAGE, D. N. (2000). *Informe de Investigación de campo efectuada en el sector San Gerardo. Ponce Enríquez, Azuay*.
- Dunkley, G. (1977). *Geology of the Cordillera Occidental of Ecuador between 2°00"-3°00" S*.
- Gowans, M. S. (2008). *Gaby Project, Preliminary Feasibility Study, Compiled by International Minerals, Gaby Preliminary Feasibility Study*.
- IIGE, I. d. (2019). *Memoria Técnica - Mapa de Fajas Metalogenéticas del Ecuador*.
- INIGEMM. (2017). *Hoja Geológica Machala escala 1: 1 00 000. Mapa*. https://www.geoenergia.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2021/06/MAPA-2-9_compressed.pdf
- INIGEMM, I. d. (2015). *Entrega de Informe TM-35/ Descripción de procesos para la recuperación de Oro en los sectores Mineros de Camilo Ponce Enríquez y Portovelo*.
- map.svg, E. I. (2023). *Mapa localizador del cantón Camilo Ponce Enríquez en Azuay, Ecuador. Adaptado de File: Mapa de localización Azuay.svg y File: Ecuador location map.svg*. Wikipédia. [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Camilo_Ponce_Enríquez_in_Azuay_\(Ecuador\).svg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Camilo_Ponce_Enríquez_in_Azuay_(Ecuador).svg)
- Martínez Briones, C. (1997). *Ante Proyecto de estudio de Muestras Minerales de la zona de Ponce Enríquez para mejorar su beneficio [Tesis de Grado]*. Escuela Superior Politécnica del Litoral, Ecuador. <https://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/3351>
- MEM.(2020). *Plan de Desarrollo Minero 2020-2030*. <https://www.recursosyenergia.gob.ec/wp-content/uploads/2020/10/Plan-Nacional-de-Desarrollo-del-Sector-Minero-2020-2030.pdf>
- MICON. (2006). *Reporte de estimación de recursos Proyecto Rio Blanco, Molleturo-Ecuador*.
- Williams, T.M. & Gunn, A.G. (1997). Application of enzyme leach soil analysis for epithermal gold exploration in the Andes of Ecuador. *Applied Geochemistry*, 17(4), 367-385. [https://doi.org/10.1016/S0883-2927\(01\)00120-2](https://doi.org/10.1016/S0883-2927(01)00120-2)
- R Hughes, R. B. (1977). *Geology of the Cordillera Occidental of Ecuador.Report*. Warren t. Pratt, Figueroa J, Flores B.
- Sillitoe, R.H., Jaramillo, L., Damon, P.E., Shafiqullah, M., & Escovar, R. (1982). Setting, characteristics, and age of the Andean porphyry copper belt in Colombia. *Economic Geology*, 77, 1837-1850.
- Srivastava, M. (2008). *Thecnical Report on the preliminary feasibility study for the Gaby gold proyect, Ponce Enríquez. Volume 2, Gaby Preliminary Feasibility Study*.

Contribución de autoría

Conceptualización, análisis formal, investigación, metodología, supervisión, redacción del borrador original: William Francisco Arteaga Changó; Curación de datos, investigación, metodología y software: Alicia Angela Arias Villamarín; Investigación, validación, verificación, redacción, revisión y edición: Fernanda Andrade Mantilla; Investigación, visualización, preparación, validación, verificación: Gerardo Marcelo Llerena Carrera.

Conflictos de intereses

Los autores declaran no tener conflictos de intereses.