

Problemas de la geología económica en proyectos mineros

Problems of economic geology in mining projects

- ¹ Lissette Fernanda Alvarado Barrera  <https://orcid.org/0000-0003-2957-9354>
Universidad Ecotec, Guayaquil, Ecuador.
lalvaradob@ecotec.edu.ec
- ² Ricardo Andrés Sánchez Carrillo  <https://orcid.org/0000-0002-2150-1598>
Universidad de Guayaquil, Guayaquil, Ecuador.
ricardo.sanchezca@ug.edu.ec
- ³ Renato Estuardo Paredes Cruz  <https://orcid.org/0000-0003-1100-8596>
Universidad Estatal de Bolívar, Guaranda, Ecuador.
rparedes@ueb.edu.ec

Artículo de Investigación Científica y Tecnológica

Enviado: 18/05/2022

Revisado: 27/06/2022

Aceptado: 01/07/2022

Publicado: 30/07/2022

DOI: <https://doi.org/10.33262/concienciadigital.v5i3.1.2283>

Cítese:

Alvarado Barrera, L. F., Sánchez Carrillo, R. A., & Paredes Cruz, R. E. (2022). Problemas de la geología económica en proyectos mineros . ConcienciaDigital, 5(3.1), 387-405. <https://doi.org/10.33262/concienciadigital.v5i3.1.2283>



CONCIENCIA DIGITAL, es una revista multidisciplinar, **trimestral**, que se publicará en soporte electrónico tiene como **misión** contribuir a la formación de profesionales competentes con visión humanística y crítica que sean capaces de exponer sus resultados investigativos y científicos en la misma medida que se promueva mediante su intervención cambios positivos en la sociedad. <https://concienciadigital.org>

La revista es editada por la Editorial Ciencia Digital (Editorial de prestigio registrada en la Cámara Ecuatoriana de Libro con No de Afiliación 663) www.celibro.org.ec

Esta revista está protegida bajo una licencia Creative Commons Attribution Non Commercial No Derivatives 4.0 International. Copia de la licencia: <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

Palabras claves:

Geología
económica,
minería,
proyectos,
capacitación.

Resumen

La geología económica debe relacionar todo el potencial minero a través de actuales y nuevos estudios, realizados por institutos nacionales, y ubicar estos en los mercados internacionales para de esta forma lograr apalancar la economía, donde este año se espera un continuo avance en el aporte del PIB de 1,5 % a 4%, solo con el desarrollo minero. En los últimos años la minería artesanal y la pequeña y mediana minería han aportado significativamente a la economía del estado. A partir del 2019, los megaproyectos entran con una mayor organización y por lo cual con mayor aporte financiero, teniendo un impacto positivo en el desarrollo del Ecuador. Sin embargo, tiene una serie de debilidades que deben ser solventadas en el tiempo, los cuales son: la falta de conocimientos en las escalas de producción de las industrias, la falta de pertenencia de los proyectos e instituciones públicas, la falta de integración desde la exploración, minería, beneficio y comercialización y la falta de organización estratégica de los promotores, la cual debe ser consideradas para lograr la sostenibilidad de los diferentes proyectos. Existen una serie de proyectos de gran minería que han sido concretados a través de alianzas del gobierno ecuatoriano con países de gran desarrollo minero, muchos de ellos ya en etapa de ejecución, otros en exploración. En ejecución se encuentran los llamados Fruta del Norte y Mirador, en el sur del país, para el 2023 entrarían en explotación los proyectos Loma Larga, Curipamba y La Plata, mientras que para el 2025 se espera en inicio del proyecto Cascabel. Estos proyectos requieren la formación de personal en el área de geología, minas y metalúrgica, que permitan afrontar con personal capacitado dichos proyectos.

Keywords:

Economic
geology, mining,
projects, training

Abstract

Economic geology must relate all the mining potential through current and new studies, carried out by national institutes, and locate these in international markets in order to leverage the economy, where this year a continuous advance is expected in the contribution of the GDP from 1.5% to 4%, only with mining development. In recent years, artisanal mining and small and medium mining have contributed significantly to the economy of the state. As of 2019, the mega projects enter with a greater organization and therefore with a greater financial contribution, having a positive impact on the development of Ecuador. However, it has a series of weaknesses that

must be solved over time, which are: the lack of knowledge in the production scales of the industries, the lack of ownership of the projects and public institutions, the lack of integration from the exploration, mining, benefit and commercialization and the lack of strategic organization of the promoters, which must be considered to achieve the sustainability of the different projects. There are a series of large mining projects that have been carried out through alliances between the Ecuadorian government and countries with large mining development, many of them already in the execution stage, others in exploration. In execution are the so-called Fruta del Norte and Mirador, in the south of the country, by 2023 the Loma Larga, Curipamba and La Plata projects would come into operation, while by 2025 the Cascabel project is expected to start. These projects require the training of personnel in the area of geology, mining and metallurgical, which allow them to face such projects with trained personnel.

Introducción

La geología económica debe relacionar los beneficios que conlleva la explotación de diferentes minerales presente en el territorio nacional. En el Ecuador se ha llegado en los últimos años a una etapa donde proyectos mineros de alta producción, denominados megaminería, entre los que se encuentra “Fruta del Norte” y “Mirador”, generando destacados impactos económicos.

El impacto económico que implica el iniciar la explotación de los principales yacimientos minerales metálicos de El Domo, Fruta Del Norte, Loma Larga y Mirador en Ecuador. Además, estima el potencial de la industria minera en Ecuador sobre la base de la información certificada de los informes técnicos NI 43-101. En territorio ecuatoriano, Los Andes poseen condiciones geológicas favorables para la formación de depósitos minerales metálicos de clase mundial (Venegas, 2017).

Es importante definir bien el tamaño del proyecto donde se realiza el estudio de geología económica para de esta forma lograr coincidir el modelo de la ingeniería económica planteado con la realidad, para lo cual es importante tener una definición de las metas que se quieren alcanzar con el desarrollo minero:

Bajo el régimen jurídico vigente existen tres categorías para la explotación de yacimientos minerales: Operaciones mineras de pequeña escala, hasta 300 toneladas / día en

operaciones subterráneas; Operaciones mineras de mediana escala, hasta 1.000 ton / día en operaciones subterráneas y hasta 2000 ton / día en operaciones a cielo abierto, y Operaciones mineras de gran escala, con una producción superior a los límites establecidos en los ya mencionados (Venegas, 2017).

En la actualidad existen instituciones encargadas de realizar todo el estudio relacionado con la geología presente en el país.

En la actualidad el Instituto Nacional de Investigación Geológico-Minero-Metalúrgico (INIGEMM) tiene como competencia generar, sistematizar, focalizar y administrar la información geológica en todo el territorio nacional, para promover el desarrollo sostenible y sustentable de los recursos minerales y prevenir la Incidencia de las amenazas geológicas y aquellas ocasionadas por el hombre en apoyo al Ordenamiento Territorial. (Rea Toaparta, 2017)

De esta forma, con la información por parte del Instituto Nacional de Investigación Geológico-Minero-Metalúrgico (INIGEMM), los modelos de geología económica pueden tener la información más confiable que garanticen cubrir las expectativas planteadas con los planes de explotación.

La política minera de una nación define el rango de acción de los trabajos a realizar; así de esta manera, desde 2009 existe una ley vigente que permite los diferentes niveles de minería incluyendo la minería artesanal y la pequeña minería. Para lo cual las consideraciones de geología minera deben adecuarse a cada caso. La Ley de Minería, vigente desde enero de 2009, estableció una nueva institucionalidad, conformada por: Ministerio Sectorial (Ministerio de Recursos Naturales No Renovables), considerando La Minería Artesanal y La pequeña Minería (Rea Toaparta, 2017).

La geología económica es la entrada al proyecto minero detallado, siendo la encargada de mostrar la relación entre los recursos mineros existentes en una zona con la recuperación de la inversión del proyecto. La geología económica debe considerar las etapas del proyecto; exploración, explotación, extracción, recuperación minera, comercialización. Construyendo así un modelo que hace atractivo la inversión en el rubro al cual se refiere. La construcción de un modelo de geología económica que se alejan de la realidad puede generar falsas expectativas, alejar la inversión de proyectos rentables. El desconocimiento de las condiciones sociales, políticas y ambientales pueden disminuir la eficiencia del modelo, como también el conocimiento de las tecnologías disponibles para el proyecto que proporcione la eficiencia del proceso esperadas por el modelo de geología económica. El resultado del modelo de geología económica debe contar con las siguientes variables:

Resultados económicos depósito Mirador – Flujo de caja acumulado después de impuestos US\$ 755.432.674,00 – Periodo de recuperación de la inversión 4 años – Tasa Interna de Retorno IRR es de 17.7% – Valor Neto Presente NPV (con tasa de descuento 8%) US\$ 265,000,000.00 – Beneficio Acumulado para el Estado Ecuatoriano (17 años vida de la mina) US\$ 612.792.800,00. (Venegas, 2017)

Es importante considerar el tamaño del proyecto a que se refiere el estudio, diferenciando que existen los niveles artesanales e industriales en la minería. La minería artesanal es la que se efectúa mediante trabajo individual, familiar o asociativo de quien realiza actividades mineras autorizadas por el Estado; se caracteriza por la utilización de herramientas, máquinas simples y portátiles destinadas a la obtención de minerales. La venta de éstos sólo permite cubrir las necesidades básicas de la persona o del grupo familiar que las realice, y que no hayan requerido una inversión superior a las 150 remuneraciones básicas unificadas (Rea Toaparta, 2017).

La integración de la geología económica con otras especialidades como la ingeniería mina y la ingeniería metalúrgica es básica para la construcción de un modelo más objetivo y cercano a la realidad futura de los proyectos. Que tenga un apoyo multidisciplinario que contribuya al logro de las metas.

En el aspecto social y ambiental los proyectos pueden alejarse del modelo ya que el comportamiento de ambos depende de las organizaciones sociales de la zona y si bien la minería tiene un impacto económico existe un impacto ambiental que debe ser equilibrado.

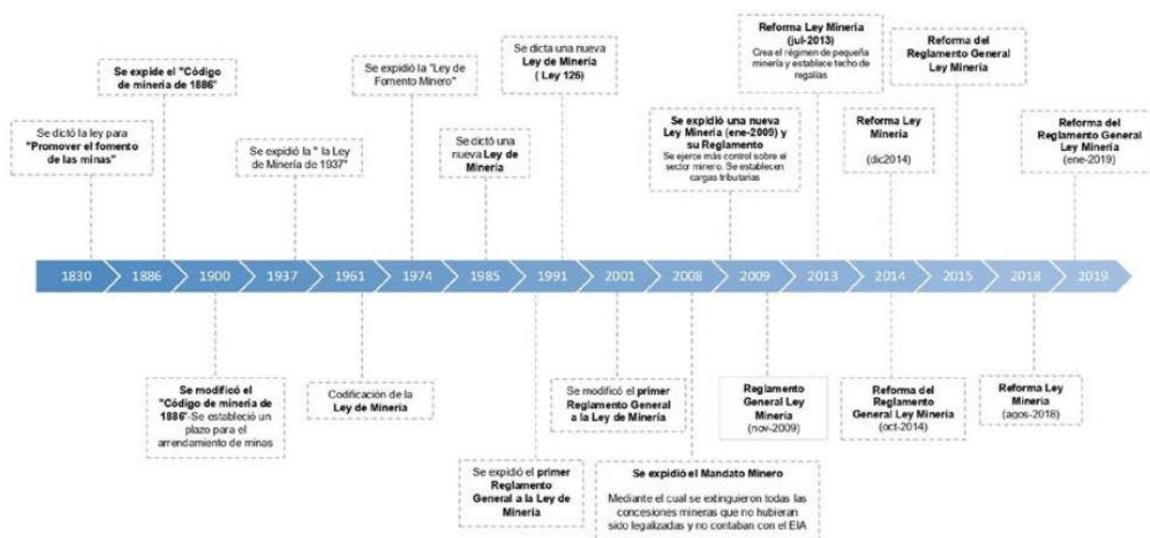
La planta de procesamiento del proyecto tiene la capacidad de procesar 20 millones de toneladas de material por año, el 98% de este material comprende desechos como lodo y aguas tóxicas, que serán almacenados en dos relaveras sostenidas por represas de tierras 43, una ubicada en el valle del Quimi que tiene la capacidad de almacenar los desechos producidos en los primeros cuatro años del proyecto y la otra ubicada en el valle Tundayme, que es la más grande del proyecto, pues tiene la capacidad de almacenar 573 mil toneladas de desechos y ocupa un área de 7,3 km² ; la construcción de esta relavera implica el desvío del curso natural del río Tundayme por un túnel de 4,5 km que desembocará en el río Machintza (Aucancela, 2019).

Las regulaciones jurídicas en Ecuador han cambiado a través del tiempo como lo podemos observar en la figura que muestran las regulaciones en del tiempo comenzando en siglos pasados recién saliendo de la etapa colonial, todas ellas han buscado que la minería aporte de manera directa al desarrollo económico del estado. Es muy frecuente culpar a los gobiernos de turnos la emisión de un decreto para el control de la minería, pero es algo

que siempre tendrá similares comportamientos, ya que el territorio nacional es quien tiene los recursos que son los que pueden aportar el desarrollo económico de un país. Pero al existir cambios de gobiernos, estos recursos en muchos casos deben cambiar de dueños, lo que generan roces entre los antiguos y nuevos dueños. En muchos casos, se van asignando concesiones a personas que no tienen la capacidad de desarrollar proyectos, generando terrenos con potenciales mineros pero estancados en el tiempo, mientras no existan cambios en las regulaciones del territorio.

Figura 1

Regulaciones de mineras de Ecuador a través del tiempo



Fuente: Morejón (2012), Sandoval (2001), Aillon-Vascones (2016, citado por Estupiñán, (2021)

En el año 2012 se indicaba la necesidad de incrementar el número de graduados de las carreras de ingeniería de minas y geología para satisfacer una futura demanda esperada del sector minero, y fueron altas las expectativas que algunas universidades reabrieron las carreras de ingeniería de minas ante las expectativas esperadas, muchas de estas universidades tuvieron estas carreras cerradas por la baja cantidad de estudiantes que tenían, lo cual representaba un costo elevado para las universidades (Estupiñán, 2021).

La formación de personal capacitado que atienda las necesidades de las empresas en todas las escalas de producción requeridas es de gran importancia, para lograr tecnificar con conocimiento de causa la minería del Ecuador.

Metodología

La investigación se basó en un diseño bibliográfico de tipo documental. La investigación documental se concreta exclusivamente en la recopilación de Información de diversas

fuentes, con el objeto de organizarla describirla e interpretarla de acuerdo con ciertos procedimientos que garanticen confiabilidad y objetividad en la presentación de los resultados (Palella & Martins, 2010). Para lograr este propósito se utilizó herramientas como textos, documentos y artículos científicos publicados disponibles en la web.

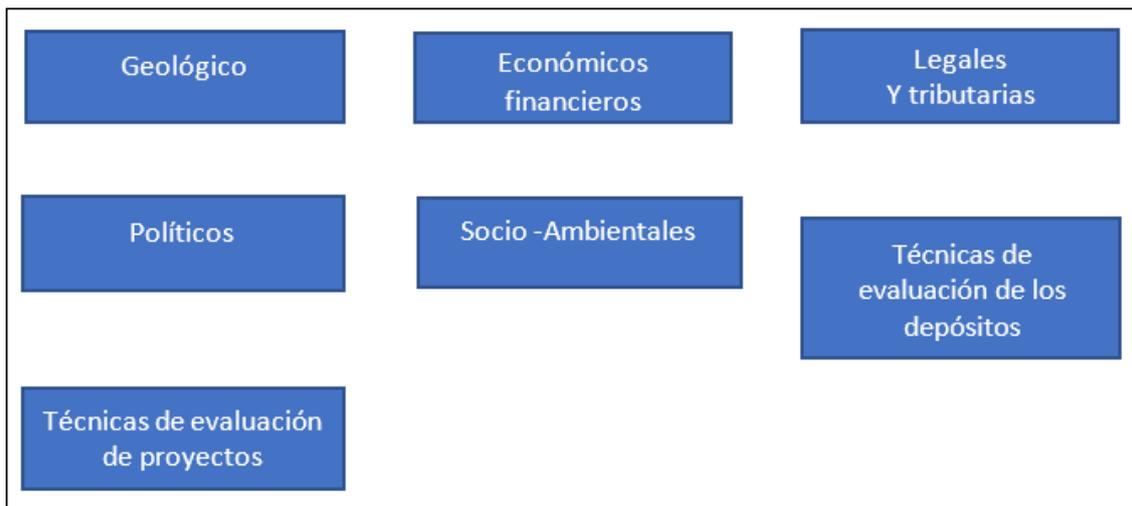
Resultados

El desarrollo minero del Ecuador ha sido realizado con él objetivo de lograr impactar la economía con legislaciones y marcos jurídico desde el año 2009; para 2022 dos proyectos Fruta del Norte y Mirador, al sur del país ya comienzan a dar sus frutos, se espera para el 2023 Loma Larga, Curipamba y La Plata, y para el 2025 Cascabel, etc. La geología económica muestra los pasos para evaluar las operaciones mineras de gran escala.

Las técnicas de análisis pueden agruparse en geológicas - mineras, económicas - financieras, legales, políticas y socio - ambientales; las mismas que son parte integral de la evaluación de los proyectos (ver Figura 2). Del mismo modo, existen: Técnicas de evaluación de los depósitos; Estudios: Conceptual, pre-factibilidad y factibilidad de los proyectos; Fuentes de financiamiento; y, Aplicación de herramienta tecnológica (FIGEMPA, 2017).

Figura 2

Tópicos a considerar en todo análisis de geología económica



Fuente: (Autor, 2022)

En la minería de gran escala todos estos aspectos son cubiertos, pero en los desarrollos de pequeña y mediana minería industrializada es donde se presenta mucha deficiencia. Debido a que estos tópicos son cubiertos a medias, con poca inversión o restando importancia en tópicos que son vitales en la vida del proyecto. La minería artesanal

también existente en este espectro de empresas carece de una geología económica. En todos los tamaños de empresa (nivel industrial) pequeña, mediana o grande según su producción, la geología económica debe predecir de forma similar sus modelos que permitan aproximarse a los de la gran minería.

Los resultados económicos del depósito Fruto del Norte son los siguientes:

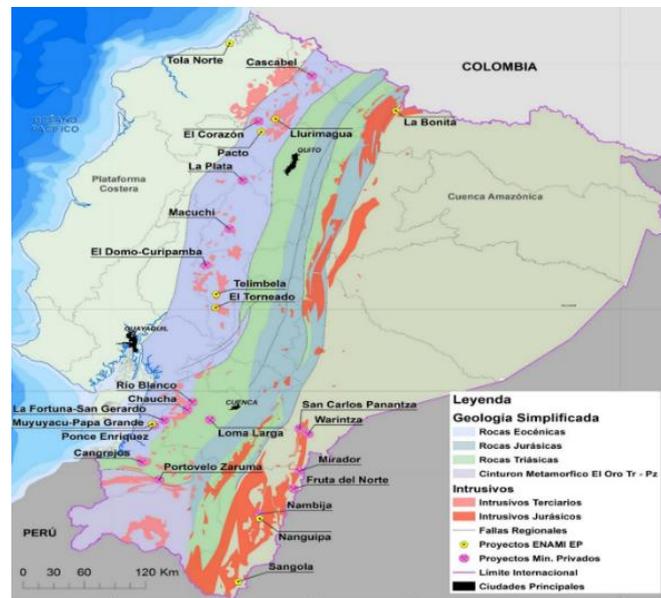
- Flujo de caja acumulado después de impuestos US\$ 1,450,000,000.00 • Periodo de recuperación de la inversión 4.5 años • Tasa Interna de Retorno IRR, es de 15.7% Valor Neto Presente NPV (con tasa de descuento 5%), US\$ 676,000,000.00 • Impuesto acumulado para el Estado Ecuatoriano (13 años vida de la mina) US\$ 914,000,000.00 Beneficios para el Ecuador El Estudio de Factibilidad confirma que FDN proporcionará beneficios considerables a Ecuador, a nivel local, provincial y nacional. • Durante la construcción la empresa empleará a 2040 personas (1370 empleos directos y 670 empleos de los contratistas) y durante la operación la empresa empleará 800 personas (70% obreros y operadores, y 30% especialistas, técnicos y administradores). • Mejora de la infraestructura local y regional. • Continuación de los programas de inversión en la comunidad, desarrollo de pequeñas empresas y el apoyo del desarrollo cultural existente; y • Sobre la base de un precio del oro de US\$ 1,250/ 12 onza, se prevé que el proyecto generará impuestos para el gobierno de US\$ 914 millones, por concepto de regalías, IR, Utilidades e IVA, durante la vida de la mina • Regalías anticipadas por US\$ 65,000,000.00 (FIGEMPA, 2017).

De la misma forma, se determina los resultados económicos del depósito Mirador, los cuales son los siguientes:

- Flujo de caja acumulado después de impuestos US\$ 755.432.674,00 – Periodo de recuperación de la inversión 4 años – Tasa Interna de Retorno IRR es de 17.7% – Valor Neto Presente NPV (con tasa de descuento 8%) US\$ 265,000,000.00 – Benéfico Acumulado para el Estado Ecuatoriano (17 años vida de la mina) US\$ 612.792.800,00 (FIGEMPA, 2017).

Figura 3

Mapa de Ubicación de Proyectos Mineros Méticos en el Ecuador



Fuente: INIGEMM (citado por Estupiñán, 2021)

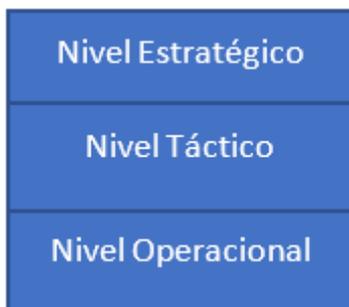
El catastro minero no es abierto, como lo es en países mineros, donde prevalece el derecho de quien primero lo solicita. Para concesionar un área minera en Ecuador es necesario un remate o subasta pública, donde la Empresa Nacional Minera ENAMI EP, tiene la primera opción, si ella está interesada, lo que no hace atractivo a la inversión de empresas mineras privadas en el Ecuador (FIGEMPA, 2017).

El personal más especializado viene contratado por estas empresas mineras privadas internacionales, encargándose de los megaproyectos, manejando todos los aspectos necesarios para cumplir con todas las metas. La falta de integración de las diferentes disciplinas en la minería es parte de la carencia en estos proyectos y la geología económica necesita de la integración de las diferentes disciplinas para controlar el recurso mineral desde el yacimiento hasta la comercialización.

Existe diferencia en el desarrollo de los proyectos impulsados por empresas mineras privadas y las empresas nacionales minera ENAMI EP, pudiendo ser esto causado por la dirección estratégicas de las organizaciones. Los niveles de una organización de detallan en la Figura 4.

Figura 4

Organización de Empresas Minera



Fuente: (Autor, 2022)

En este sentido, se encuentran organizaciones donde el nivel estratégico desconoce las diferentes escalas de las industrias según su producción, pretender montar plantas mineras sin garantía de materia prima, deficiente correspondencia de la tecnología con el tenor disponible en el territorio, todo esto es parte de los problemas que se presentan en la geología minera.

Es necesario la construcción de escenarios para tomar en consideración todos los aspectos arriba mencionados necesarios para el desarrollo minero, de esta manera los modelos de geología económica se acercarán más a la realidad. Para la construcción de los escenarios se utiliza como referencia el análisis y evaluación de los componentes económico, social, ambiental, político institucional y tecnológico, y los efectos que las tendencias (mayor preocupación por la preservación del medioambiente, incremento en las exigencias de redistribución de la renta minera y reparación de daños, incremento en la demanda de minerales e incremento en los costos de la actividad minera) podrían tener sobre dichos componentes. (Aucancela, 2019)

El desarrollo alcanzado por Ecuador y las perspectivas futuras de desarrollo son una referencia clara de los modelos de geología económica aplicados a los megaproyectos. Quito prevé que la minería aporte el 4% al PIB nacional en el 2021 frente al 1,6% actual (Equivalente a US\$ 1,760 millones) (Gestion, 2021). Asimismo, en enero-junio, las exportaciones mineras sumaron US\$705 millones y hasta finales del año treparían a US\$1.600 millones, lo que implicara un crecimiento de 74% frente al año pasado (Bnamerica, 2021)

Luego de cumplir con los periodos de exploración inicial y avanzada, así como la evaluación económica del yacimiento, los proyectos La Plata

(Cotopaxi), Loma Larga (Azuay), Curipamba (Bolívar) y Cascabel (Imbabura) se convertirán en minas para producir y exportar minerales metálicos. (SWI, 2021)

Es de lograr mejorar las consideraciones de geología económica en los proyectos mineros públicos que no necesariamente es por falta de herramientas, en muchos casos es la organización, en estos casos las instituciones públicas que impiden un desempeño estratégico de la organización, en gran parte por el sentido de pertenencia de estos proyectos, no ocurre con los desarrollados por los aliados extranjeros para los proyectos de gran minería.

El proyecto también tiene la cara de los que se oponen y que forman parte de las consideraciones económicas aquellos que buscan equilibrar la balanza de los impactos ambientales presente en los desarrollos mineros. Las consideraciones económicas deben tomar en cuenta estos aspectos sociales que deben ser suavizados en el desarrollo de los proyectos.

Ahora que el tema de megaminería está en la palestra de discusión a propósito de la consulta, resulta urgente conocerlas historias que el extractivismo megaminero deja a su paso, para exigir y garantizar su derecho a la reparación integral y las garantías de no repetición. El Proyecto Fruta del Norte, por todas las irregularidades en las que está inmerso, debería ser extinguido (Solis, 2017).

Discusión y conclusiones

La minería en el territorio del Ecuador es realizada desde tiempos muy antiguos. Toda esa historia crea una serie de hábitos y costumbres en las zonas mineras, el gobierno a partir del 2009 se planteó convertir la exportación minera como el segundo rubro que apoye la economía del Ecuador, la coexistencia de esta historia y esta intención de los gobiernos de apoyar la economía en estos rubros, causa una variedad de tamaño en las escalas de las industrias que se deben generar, la geología económica debe conocer toda esta diversidad de industrias para poder construir modelos ajustados con las metas de los promotores de estos desarrollos.

Por esta razón, todavía no existe interés por explotar yacimientos de menores valores de metales, aunque sean de grandes volúmenes, los cuales tienen mucha importancia en otras partes del mundo. Depósitos de esta índole necesitan grandes capitales. Su explotación da rendimientos solamente al hacerla en grande escala para bajar los costos por unidad mediante métodos mecanizados, sistemas adecuados de beneficio de los minerales y una buena organización de los trabajos y buena administración. Es evidente que en el caso de yacimientos grandes y pobres se requieren estudios geológicos y mineros más extensos

que para un yacimiento rico, por el mayor riesgo por la inversión del gran capital necesario (Wokittel, 1957).

Es por esta razón que son los proyectos denominados de gran minería pueden obtener resultado en territorios donde para evaluaciones mineras no tendrían sentido, es allí donde el nivel estratégico gerencial debe tener claro el para qué y cómo va a desarrollar un proyecto. Es muy recurrente proyectos donde la visión sea de gran minería, pero la exploración es desarrollada para un proyecto de pequeña minería, los tenores de corte cambian para cada caso, la tecnología depende de esto y es donde la eficiencia considerada por la geología económica tendrá éxito solo si todos estos aspectos están integrados en la consideración.

Tomando en cuenta la producción y los impactos que puede generar los proyecto en el nivel estratégico se debe considerar, la razón de ser del proyecto, el impacto de este; es decir los minerales de producción en Ecuador. Los nuevos proyectos minera como es el caso de Cascabel también incorpora el cobre en la producción de ecuador, en estos momentos un metal buscado por las grandes potencias de la materia prima como China.

Figura 5

Producción anual de los principales productos del sector minero ecuatoriano desde el 2005 al 2014

SECTOR MINERO								
PRODUCCIÓN ANUAL PRINCIPALES PRODUCTOS								
	ORO	PLATA	ARCILLA	CALIZA	CAOLIN	FELDESPATO	SILICE	POMEX
	Kilogramos	Kilogramos	Toneladas	Toneladas	Toneladas	Toneladas	Toneladas	Toneladas
2005	5.337,68	283,20	1.318.356,13	4.854.958,36	25.078,26	38.249,69	37.789,55	636.777,74
2006	5.168,20	158,83	1.309.343,06	5.456.546,18	11.504,21	67.843,54	36.208,37	707.864,08
2007	4.587,71	448,96	1.413.418,92	6.326.616,42	18.617,69	63.557,39	33.907,40	941.652,78
2008	4.132,89	304,78	1.577.932,61	5.366.498,39	42.613,90	86.888,86	24.799,13	1.024.896,04
2009	5.392,19	115,60	1.276.529,28	4.956.671,94	28.775,00	111.985,07	73.920,57	924.527,44
2010	4.592,76	1.168,90	1.414.852,68	3.862.307,61	41.089,40	156.888,06	60.018,80	718.907,82
2011	4.923,33	1.589,06	2.016.027,00	5.309.485,09	95.061,60	103.498,36	83.274,68	802.397,32
2012	5.138,94	2.934,24	1.949.509,49	6.283.972,10	42.563,90	152.590,17	136.806,40	951.356,00
2013	8.676,42	1.198,39	1.412.989,66	6.838.391,04	100.194,74	210.142,38	90.564,77	1.735.449,49
2014	7.322,11	577,05	770.936,72	6.319.428,21	40.236,36	183.259,13	80.868,95	1.728.949,27

FUENTE: AGENCIA DE REGULACIÓN Y CONTROL MINERO (ARCOM)

Fuente: Banco Central de Ecuador (2015)

Ecuador tiene los cuatro (4) tamaños de la producción minera: la artesanal, la pequeña minería, la mediana minería y la gran minería. Para todas estas empresas el enfoque de la geología económica debe adaptarse, es muy frecuente que los promotores de estos proyectos no diferencien la escala que buscan al final de la ejecución del proyecto. De esta manera, el problema encontrado es una incoherencia entre las partes del proyecto desde la exploración, explotación, beneficio y comercialización del mineral.

Es donde los proyectos de “megaminería” si tienen claridad, los cuales vienen a desarrollar una minería de altos volúmenes de producción con tenores de corte muy bajos, haciendo productivos a terrenos improductivos para otras escalas más pequeñas. Las consideraciones de las escalas más pequeñas muchas veces no coordinan el tenor con el que se dispone, con el método de explotación donde se encuentran con insumos costosos para lograr un nivel determinado de explotación y mucho menos una tecnología de beneficio acorde con las etapas precedentes.

En la artesanal por estar en contacto directo con la producción es más intuitiva y no requiere un análisis muy profundo de geología económica, pero es de observar cómo esta escala artesanal, que mueve masas de personas, alimenta un comercio de los metales, en el caso del oro, no así en el caso de los metales más baratos y mucho menos en la minería de los no metálicos.

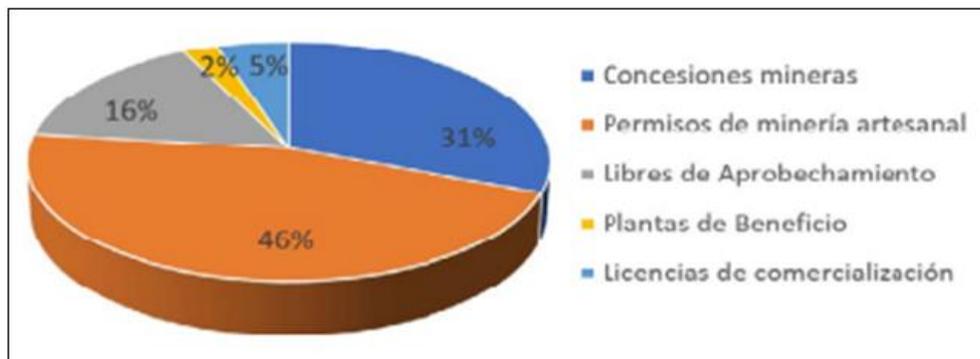
La minería busca en el Ecuador cubrir parte del desarrollo, que el petróleo ha podido apalancar, contando con la disponibilidad de recursos mineros que ha permitido al gobierno de turno contar con liquidez para afrontar los desafíos económicos, pero es necesario considerar el deber ser de la explotación y en función de eso determinar a detalle la escala del proyecto a desarrollar.

Asimismo, el aspecto tributario es un elemento fundamental en toda evaluación económica de un proyecto este es el que le da sentido a la explotación y el beneficio de la nación con la concesión que entrega a un privado en las diferentes escalas por lo que debe ser tomado en cuenta y pasarlo desapercibido.

En el 2012 se firmó el primer contrato de explotación minera a gran escala en Ecuador, correspondiente al proyecto Mirador. En ese mismo año la empresa inició el pago de regalías anticipadas con la finalidad de ser invertidos en proyectos de desarrollo social y productivo de las zonas de influencia del proyecto minero (Estupiñan, 2021). La ejecución de proyecto de gran minería permite al gobierno contar con liquidez para afrontar necesidades económicas y potenciar el desarrollo económico, para ello es importante la formación de personal que asuma este tipo de responsabilidades en este nivel de la minería. En la Figura 6 se detalla el tipo de concesiones mineras en Ecuador.

Figura 6

Tipo de concesiones mineras en Ecuador



Fuente: Estupiñan (2021)

En el gráfico se observa el alto porcentaje de la minería artesanal, objetivo de todas estas regulaciones y decretos, desarrollar estas minerías donde los impactos ambientales son descontrolado por el uso de tecnologías poco amigables con el ambiente, es por eso que la tecnificación del área minera depende de la formación de mano de obra técnica que cumpla con esta tarea.

En el tópico de los tributos en Ecuador se presentan en la Tabla 1 y de la Nueva Política Pública de Ecuador para los años 2019-2030.

Tabla 1

Impuestos Mineros de Ecuador

IMPUESTO EN ECUADOR

Impuesto a la Renta – IR	- 22% (12%, si el beneficiario se reinvierte en el país). - 25% si las empresas extranjeras tienen su oficina principal en paraísos fiscales.
Impuesto al Valor Agregado – IVA	0% y 12% (temporalmente 14% entre 2016 hasta 2017), dependiendo del tipo de bien o servicio
Impuesto de Consumo Especial – ICE	Para bienes de lujo, de acuerdo a una tabla de impuestos
Sobretasa Arancelaria, Impuesto Temporal – Salvaguardia	Del 5% a 45%, para ciertos bienes de consumo, capital y materia prima.

Tabla 1

Impuestos Mineros de Ecuador (continuación)

IMPUESTO A LA ACTIVIDAD MINERA	
Regalías	<ul style="list-style-type: none"> - Gran Minería: del 5% al 8% - Mediana Minería: 4% - Pequeña Minería: 3% - Minería Artesanal: 0%
Impuesto de Utilidades a los Trabajadores	<p>15% de las ganancias, descontado los gastos de operaciones e impuestos</p> <ul style="list-style-type: none"> - Gran Minería: 3% para los trabajadores y 12% para el Estado

Fuente: Venegas (2017)

Tabla 2

Nueva política del Ecuador 2019-2030

EJE	POLÍTICAS PÚBLICAS
Desarrollo económico	Incrementar y diversificar la producción del sector minero fomentando el aprovechamiento de los recursos minerales con responsabilidad ambiental.
Sostenibilidad ambiental y social	Fortalecer el vínculo comunitario y la responsabilidad social de quienes realizan actividades mineras.
Investigación y desarrollo	Promover la investigación, innovación, transferencia tecnológica, y el emprendimiento para el desarrollo del sector minero.
Gestión y Administración	Promover una administración pública articulada, oportuna y eficiente.
Regulación control y combate a la minería ilegal	Mejorar la capacidad de administración, regulación y control del Estado a las actividades mineras, incluyendo la prevención, combate y sanción de la minería ilegal.
Normativa	Promover el mejoramiento del marco normativo para visualizar el desarrollo de la industria minera, acorde con las nuevas exigencias del sector y que permitan la generación de seguridad jurídica.

Fuente: Estupiñan (2021)

La geología económica debe constantemente evaluar depósitos y estar en la búsqueda de nuevos depósitos. Nuevos materiales son encontrados y son necesarios para la economía

moderna, por lo que cuando se encuentren indicios de afloramientos debe la geología económica poder deducir y realizar nuevos hallazgos. Se siguen descubriendo las propiedades de minerales que benefician a la sociedad, tal es el caso de Litio, Niobio y Tantalio. La integralidad de la geología económica es una necesidad, no puede encerrarse en solo el conocimiento de las formaciones geológicas, sino que debe ajustarse a la dirección estratégica del gobierno. Es por eso que, las nuevas políticas

del Ecuador son base fundamental para seguir para lograr las metas que se planteen.

Referencias bibliográficas

- Aldana, S., Vereda, F., Hidalgo-Alvarez, R., & de Vicente, J. (2016). Facile synthesis of magnetic agarose microfibers by directed selfassembly. *Polymer*, 93, 61-64.
- Aucancela, E. B. (07 de 02 de 2019). Escenarios futuros de la mega minería metálica en el Ecuador. El caso del proyecto mirador. *Pontificia Universidad Católica del Ecuador*. Obtenido de <http://repositorio.puce.edu.ec/handle/22000/16189>
- Banco, C. d. (2015). *Sector Minero Cartilla Informativa*. Obtenido de Sector Minero: <https://contenido.bce.fin.ec/documentos/Estadisticas/Hidrocarburos/cartilla00.pdf>
- Bhat, S., Tripathi, A., & Kumar, A. (2010). Supermacro porous chitosan-agarose-gelatin cryogels. in vitro characterization and in vivo assesment for cartilage tissue engineering. *Journal of the Royal Society Interface*, 1-15.
- Bnamerica. (2021). *Bnamerica* 25. Obtenido de <https://www.bnamericas.com/es/reportajes/ecuador-apuesta-por-la-mineria-para-reactivar-la-economia-y-enfrentar-la-pobreza#:~:text=El%20presidente%20Guillermo%20Lasso%20dijo,minera%20Enaep%202021%20que%20se>
- Bossis, G., Marins, J., Kuzhir, P., Volkova, O., & Zubarev, A. (2015). Functionalized microfibers for field-responsive materials and biological applications. *Journal of Intelligent Material Systems and Structures*, 1-9.
- Cortés, J., Puig, J., Morales, J., & Mendizábal, E. (2011). Hidrogeles nanoestructurados termosensibles sintetizados mediante polimerización en microemulsión inversa. *Revista Mexicana de Ingeniería Química.*, 10(3), 513-520.
- Dias, A., Hussain, A., Marcos, A., & Roque, A. (2011). A biotechnological perspective on the application of iron oxide magnetic colloids modified with polysaccharides. *Biotechnology Advances* 29, 29, 142–155.

- Estrada Guerrero, R., Lemus Torres, D., Mendoza Anaya, D., & Rodriguez Lugo, V. (2010). Hidrogeles poliméricos potencialmente aplicables en Agricultura. *Revista Iberoamericana de Polímeros*, 12(2), 76-87.
- Estupiñan, R. R. (2021). La minería en Ecuador. Pasado, presente y futuro. 533-549. Obtenido de https://www.igme.es/boletin/2021/132_4/BGM_132-4_Art-10.pdf
- García-Cerda, L., Rodríguez-Fernández, O., Betancourt-Galindo, R., Saldívar-Guerrero, R., & Torres-Torres, M. (2003). Síntesis y propiedades de ferrofluidos de magnetita. *Superficies y Vacío.*, 16(1), 28-31.
- Ilg, P. (2013). Stimuli-responsive hydrogels cross-linked by magnetic nanoparticles. *Soft Matter*, 9, 3465-3468.
- Lewitus, D., Branch, J., Smith, K., Callegari, G., Kohn, J., & Neimark, A. (2011). Biohybrid carbon nanotube/agarose fibers for neural tissue engineering. *Advanced Functional Materials*, 21, 2624-2632.
- Lin, Y.-S., Huang, K.-S., Yang, C.-H., Wang, C.-Y., Yang, Y.-S., Hsu, H.-C., . . . Tsai, C.-W. (2012). Microfluidic synthesis of microfibers for magnetic-responsive controlled drug release and cell culture. *PLoS ONE*, 7(3), 1-8.
- Morejón, G. (2012). Ambiente Ecuador: Breve historia de la minería en el Ecuador y sus implicaciones ambientales. Obtenido de <http://biobanco.blogspot>.
- Palella, S. &. (2010). Metodología de la investigación cuantitativa. *FEDUPEL, Fondo Editorial de la Universidad Pedagógica Experimental Libertador*.
- Ruiz Estrada, G. (2004). *Desarrollo de un Sistema de liberación de fármacos basado en nanopartículas magnéticas recubiertas con Polietilenglicol para el tratamiento de diferentes enfermedades*. Madrid: Universidad Autónoma de Madrid. Departamento de Física Aplicada.
- Sandoval, F. (2001). La pequeña minería en el Ecuador. *International Institute for Environment and Development, World Business Council for Sustainable Development, Mining, Minerals*, 31.
- SOLÍZ, M. F. (2017). *Minería in-consulta*. Hacemos peridismo. IDEAS. Obtenido de <https://www.planv.com.ec/ideas/ideas/mineria-consulta>
- Song , J., King, S., Yoon , S., Cho, D., & Jeong, Y. (2014). Enhanced spinnability of carbon nanotube fibers by surfactant addition. *Fibers and Polymers*, 15(4), 762-766.

- SWI, I. d. (2017). *Swissinfo.ch*. Obtenido de https://www.swissinfo.ch/spa/ecuador-miner%C3%ADa_cuatro-proyectos-mineros-entrar%C3%A1n-en-producci%C3%B3n-en-ecuador-hasta-2025/46957336
- Tartaj, P., Morales, M., González-Carreño, T., Veintemillas-Verdaguer, S., & Serna, C. (2005). Advances in magnetic nanoparticles for biotechnology applications. *Journal of Magnetism and Magnetic Materials*, 290, 28-34.
- Toaparta, A. R. (2017). Política Minera y Sostenibilidad ambiental en Ecuador. . *Figempa. Investigacion y Desarrollo*.
- Venegas, F. S. (Julio de 2017). Evaluación del impacto que tendrá en la economía del Ecuador el inicio de la producción de los depósitos de materiales metálicos. *FIGEMPA: Investigación y Desarrollo*, 8-16. doi:<https://doi.org/10.29166/revfig.v1i1.50>
- Wokittel, R. (1957). Problemas de la geología económica de Colombia. *Boletín Geológico* . doi:<https://doi.org/10.32685/0120-1425/bolgeol5.3.1957.311>
- Wulff-Pérez , M., Martín-Rodríguez, A., Gálvez-Ruiz, M., & de Vicente, J. (2013). The effect of polymer surfactant on the rheological properties of nanoemulsions. *Colloid and Polymer Science*, 291, 709–716.
- Zamora Mora, V., Soares, P., Echeverria, C., Hernández , R., & Mijangos, C. (2015). Composite chitosan/Agarose ferrogels for potential applications in magnetic hyperthermia. *Gels*, 1, 69-80.

