

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA GEOLÓGICA



T E S I S

**Evaluación Técnica - Operacional en la mina Torrecillas, Distrito de Chala,
Provincia Caravelí y Región de Arequipa**

Para optar el título profesional de:

Ingeniero Geólogo

Autor: Bach. Luis Miguel CÓNDR CÁRDENAS

Asesor: Mg. Vidal Víctor CALSINA COLQUI

Cerro de Pasco – Perú – 2022

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA GEOLÓGICA



T E S I S

**Evaluación Técnica - Operacional en la mina Torrecillas, Distrito de Chala,
Provincia Caravelí y Región de Arequipa**

Sustentada y aprobada ante los miembros del jurado:

Dr. Jorge Aladino CARHUAJULCA LOMBARDI

PRESIDENTE

Dr. Reynaldo MEJIA CÁCERES

MIEMBRO

Mg. Julio Alejandro MARCELO AMES

MIEMBRO

DEDICATORIA

A Dios, quien guía mi camino, por su sabiduría y bendición, que me ha permitido a valorar la vida.

A mis padres por su apoyo constante, cariño, brindarme las fuerzas y son quienes me impulsaron a concluir este sueño esperado.

AGRADECIMIENTO

Gracias a DIOS por darme la vida, por su amor, por haber permitido la culminación tan importante de esta meta hecha realidad.

Al Superintendente General de la mina Torrecillas por darme la confianza, facilidad y por concederme las informaciones en la realización del presente estudio evaluación técnica operacional en sus operaciones mineras y de especial manera hacer realidad la elaboración de esta tesis de investigación.

A la Casa Superior de Estudios Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión alma mater, en especial a los docentes de la Escuela de Formación Profesional de Ingeniería Geológica de la Facultad de Ingeniería, por brindarme sus sabias experiencias y apoyo, que me ayudaron en la formación de la carrera profesional de Ingeniería Geológica.

RESUMEN

En el presente trabajo de investigación se empleó el método analítico, siendo la investigación de un alcance descriptivo-explicativo. La investigación fue preexperimental, observándose los resultados de la evaluación técnica operacional. La metodología para la recolección de datos se ejecutó mediante el acopio documental, campo y gabinete.

La unidad minera de Torrecillas presenta a partir del año 2017, serios problemas operativos, principalmente con disminución importante del contenido de oro en su mineral extraído de la veta Torrecillas, disminución de reservas, menor tonelaje de producción ejecutada, disminución de los programas de avance en exploraciones y preparaciones, planeamiento programado no adecuado a la realidad, alto costo de producción, lo que resulta en un rendimiento económico negativo en los últimos años.

Finalmente, se concluye con la evaluación de todos los procesos operativos que se desarrollan en la mina Torrecillas, con el fin de identificar debilidades y convertirlas en fortalezas de la organización, con la premisa de mejora continua.

Palabra clave: Evaluación operacional, mina Torrecilla, Yacimiento aurífero Torrecillas, eficiencia, eficacia, labores de exploración y desarrollo, reservas, costos operativos.

ABSTRACT

In the present research work the analytical method was used, the research being of a descriptive-explanatory scope. The investigation was pre-experimental, observing the results of the operational technical evaluation. The methodology for data collection was executed through the collection of documents, field and office.

As of 2017, the Torrecillas mining unit presents serious operating problems, mainly with a significant decrease in the gold content in its mineral extracted from the Torrecillas vein, decrease in reserves, lower tonnage of production executed, decrease in advance programs in explorations and preparations, scheduled planning not adequate to reality, high production cost, resulting in negative economic performance in recent years.

Finally, it concludes with the evaluation of all the operational processes that are developed in the Torrecillas mine, in order to identify weaknesses and turn them into strengths of the organization, with the premise of continuous improvement.

Key word: Operational assessment, Torrecillas mine, The Torrecillas gold deposit, efficiency, effectiveness, Exploration and development work, Bookings, Operating costs.

INTRODUCCIÓN

El presente estudio se realizó con la finalidad principal de analizar la operación actual en la mina Torrecillas e identificar oportunidades operacionales, administrativas y de diseño, que permitan mejorar su gestión e indicadores económicos.

La mina Torrecillas está ubicado aproximadamente a 530 kilómetros al sur de Lima, en el distrito de Chala, provincia Caravelí, departamento de Arequipa al sur del Perú. Se encuentra a una altitud de 2,766 metros sobre el nivel del mar.

El Yacimiento aurífero Torrecillas se encuentra en el distrito Metalogénico conocido como cinturón Nazca – Ocoña con persistencia y presencia de yacimientos de auríferos de más de 100km de longitud, caracterizado por vetas de plata, cobre y oro; geológicamente se encuentra emplazado en la franja subvolcánica del Terciario denominada “Complejo Bella Unión” conformada por Andesitas y Dacitas principalmente.

Con el fin de esclarecer esta problemática, se propone el presente trabajo de investigación que permitirá describir y analizar la operación actual que realiza Minera Gold Ltd. en la unidad minera Torrecillas e identificar restricciones y cuellos de botellas operacionales, administrativas y de diseño que permitan mejorar su eficiencia y eficacia para obtener la mayor rentabilidad económica. Para cumplir con este objetivo, la presente investigación se desarrolló en cuatro partes principales.

En el capítulo I: se hace referencia al problema de investigación determinándose la identificación y determinación del problema, delimitación y formulación del problema, de manera igual la formulación de objetivos, justificación y limitaciones de la investigación.

El capítulo II: se refiere al marco teórico donde se describe las definiciones importantes que mejorarán a comprender el problema. Así mismo se hace una revisión de las investigaciones relacionadas al estudio de las diversas referencias

bibliográficas nacional e internacional, formulación de hipótesis, identificación de Variables y definición operacional de variables e indicadores, que son motivo de estudio.

Capítulo III: referido a metodología y técnicas de la investigación, instrumentos que se utilizaron. De manera igual se describen las técnicas e instrumentos de recolección de datos, técnicas de procesamiento y análisis de datos, tratamiento estadístico de procesamiento de análisis de datos, tratamiento estadístico, Selección, validación y confiabilidad de los instrumentos de investigación y se describe la orientación ética de la participación en la elaboración de la presente de investigación.

En el cuarto capítulo IV: se obtienen los resultados. En ésta se analizan, discuten y se comentan los hallazgos encontrados.

Finalmente, se indican las conclusiones a que se llegaron y recomendaciones que permitan mejorar su eficiencia y eficacia para obtener la mayor rentabilidad económica.

ÍNDICE

DEDICATORIA	
AGRADECIMIENTO	
RESUMEN	
ABSTRACT	
INTRODUCCIÓN	
ÍNDICE	

CAPITULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1.	Identificación y Determinación del Problema	1
1.2.	Delimitación de la Investigación.....	2
1.2.1.	Delimitación social	2
1.2.2.	Delimitación geográfico o espacial	2
1.2.3.	Delimitación temporal.....	2
1.3.	Formulación del Problema	3
1.3.1.	Problema General.....	3
1.3.2.	Problemas Específicos.....	3
1.4.	Formulación de Objetivos	3
1.4.1.	Objetivo General	3
1.4.2.	Objetivos específicos	3
1.5.	Justificación de la Investigación.....	4
1.6.	Limitaciones de la Investigación	4

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1.	Antecedentes del Estudio	5
2.1.1.	Antecedentes Nacionales.....	5
2.1.2.	Antecedentes Internacionales	10
2.2.	Bases Teóricas – Científicas.....	12
2.2.1.	Generalidades	12

2.2.2.	Importancia de los proyectos mineros	13
2.2.3.	La Minería en la economía del Perú.....	14
2.2.4.	La problemática del sector minero.....	14
2.2.5.	Estrategias de desarrollo sectorial.....	15
2.2.6.	Producción del oro a nivel nacional	15
2.2.7.	Aspectos técnicos	16
2.3.	Definición de Términos Básicos.....	20
2.4.	Formulación de Hipótesis	25
2.4.1.	Hipótesis general	25
2.4.2.	Hipótesis específicas	25
2.5.	Identificación de Variables.....	26
2.6.	Definición Operacional de Variables e Indicadores.....	27

CAPITULO III

METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

3.1.	Tipo de Investigación	28
3.2.	Nivel de Investigación.....	28
3.3.	Métodos de Investigación.....	28
3.4.	Diseño de Investigación	29
3.5.	Población y Muestra.....	31
3.6.	Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos.....	31
3.6.1.	Área de Investigación.....	33
3.6.2.	Toma de muestras insitu para la obtención de la mezcla.....	33
3.6.3.	Resultados de análisis de agua en el dispendio humano.....	33
3.7.	Selección, validación y confiabilidad de los instrumentos de investigación.....	33
3.7.1.	Tipo del instrumento de investigación.....	33
3.7.2.	Cuestionario – encuesta.....	34
3.8.	Técnicas de Procesamiento y Análisis de Datos.....	37
3.8.1.	Técnicas de procedimiento de datos	38
3.8.2.	Métodos de fichas.....	38

3.8.3. Escala de medición.....	38
3.8.4. Análisis e interpretación de datos.....	38
3.9. Tratamiento Estadístico.....	38
3.9.1. Análisis e interpretación de datos.....	39
3.9.2. Prueba de Hipótesis.....	40
3.9.3. Nivel de Significancia.....	41
3.10. Orientación Ética.....	41

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Descripción del trabajo de campo	42
4.1.1. Evaluación y análisis operacional de la mina torrecillas.....	42
4.2. Presentación, análisis e interpretación de resultados	63
4.2.1. Mina.....	63
4.2.2. Planeamiento.....	73
4.2.3. Servicios generales mina	86
4.2.4. Planta concentradora	90
4.2.5. Seguridad	94
4.3. Prueba de Hipótesis.....	101
4.3.1. Hipótesis general	101
4.3.2. Hipótesis específicas	102
4.4. Discusión de Resultados	102

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

CAPITULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Identificación y Determinación del Problema

La Unidad Operativa Torrecillas de Minera Gold Ltd. es una mina en producción de Oro ubicado a 640 Km al sur de Lima, en el sureste de Perú. Minera Gold Ltd.

El objetivo principal del estudio es analizar la operación actual en la mina Torrecillas e identificar oportunidades operacionales, administrativas y de diseño, que permitan mejorar su gestión e indicadores económicos.

Los principales problemas identificados en la unidad operativa de Torrecillas son:

- Falta de labores de exploración y desarrollo.
- Falta de reservas.
- Disminución gradual de la ley de cabeza de oro.
- Menor tonelaje de producción respecto al programa.

- No cálculo ingenieril de los indicadores productivos con resultado de incremento de costos operativos.
- Falta de control integral en todo orden.
- Incremento de fuerza laboral.
- Todo esto deriva en un resultado económico negativo.

Se determinará nuevos targets en base a guías de exploración de acuerdo a las características geológicas del yacimiento que son controles estructurales y controles litológicos, estos controles juegan un papel importante para la determinación de trampas que albergan la mineralización.

1.2. Delimitación de la Investigación

1.2.1. Delimitación social

Este estudio tendrá un alcance social ya que para alcanzar los objetivos y responder las hipótesis se tendrá las apreciaciones de los profesionales del área de Geología de la Unidad Torrecillas de Minera Gold Ltd.

1.2.2. Delimitación geográfico o espacial

Así mismo contará con un alcance geográfico o espacial que considera al yacimiento aurífero Torrecillas que se encuentra en el distrito Metalogenética conocido como cinturón Nazca – Ocoña con persistencia y presencia de yacimientos de auríferos de más de 100km de longitud, caracterizado por vetas de plata, cobre y oro; geológicamente se encuentra emplazado en la franja subvolcánica del Terciario denominada “Complejo Bella Unión” conformada por Andesitas y Dacitas principalmente.

1.2.3. Delimitación temporal

En cuanto al alcance temporal, se realizará el presente estudio de junio 2020 a enero del 2021.

1.3. Formulación del Problema

1.3.1. Problema General

¿Cuáles son los parámetros para la evaluación técnica - operacional en la Mina Torrecillas, distrito de Chala, provincia Caravelí y región Arequipa?

1.3.2. Problemas Específicos

- a. ¿Cuáles son las caracterizaciones geológicas, geométricas y geomecánicas del yacimiento para la evaluación técnica - operacional en la Mina Torrecillas, distrito de Chala, provincia Caravelí y región Arequipa?
- b. ¿Cuál es el diseño y planeamiento de la mina a nivel conceptual para la evaluación técnica - operacional en la Mina Torrecillas, distrito de Chala, provincia Caravelí y región Arequipa?
- c. ¿Cuál es el sistema de seguridad y las herramientas de gestión para la evaluación técnica - operacional en la Mina Torrecillas, distrito de Chala, provincia Caravelí y región Arequipa?

1.4. Formulación de Objetivos

1.4.1. Objetivo General

Determinar los parámetros para la evaluación técnica - operacional en la Mina Torrecillas, distrito de Chala, provincia Caraveli y región Arequipa.

1.4.2. Objetivos específicos

- a. Determinar las caracterizaciones geológicas, geométricas y geomecánicas del yacimiento para la evaluación técnica - operacional en la Mina Torrecillas, distrito de Chala, provincia Caravelí y región Arequipa.

- b. Determinar el diseño y planeamiento de la mina a nivel conceptual para la evaluación técnica - operacional en la Mina Torrecillas, – distrito de Chala, provincia Caravelí y región Arequipa.
- c. Explicar el sistema de seguridad y las herramientas de gestión para la evaluación técnica - operacional en la Mina Torrecillas, distrito de Chala, provincia Caravelí y región Arequipa.

1.5. Justificación de la Investigación

El presente estudio justifica su realización por que comprende la evaluación de todos los procesos operativos que se desarrollan en la mina Torrecillas, con el fin de identificar debilidades y convertirlas en fortalezas de la organización, con la premisa de mejora continua.

De acuerdo a los resultados obtenidos, se plantean las estrategias del diseño de mina minado y también se dan las recomendaciones sobre los diferentes aspectos del sistema de seguridad en base al D.L. N° 109 Ley General de Minería del Perú, Ley N° 29783 Ley de Seguridad y Salud en el Trabajo, DS 023-2017- EM Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional en Minería.

1.6. Limitaciones de la Investigación

En el desarrollo del estudio podemos tener las siguientes limitaciones:

- Falta de financiamiento para la realización del presente estudio.
- No contar con apoyo de personal profesional y técnico capacitado.
- En cuanto a la información de la data actual sobre las características geológicas y geomecánicas de la mina Torrecillas por parte de la empresa minera.
- Poco apoyo de la empresa.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes del Estudio

2.1.1. Antecedentes Nacionales

Soto G. (215). "Determinación de las reservas y recursos minerales 2014 de la Veta Chaparral Mina Chaparral Unidad San Francisco VII – Empresa Minera Golden River Resources S.A.C. "Chaparra-Caraveli-Arequipa". Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión. Concluye en los siguientes: Analizando las particularidades geológicas que presenta la mina Chaparral, correspondiente a vetas hidrotermales del tipo de relleno de fracturas, relacionados al origen de soluciones hidrotermales auríferas, provenientes principalmente de fuentes magmáticas calcoalcalinas, con contenido de minerales principales: cuarzo, Pirita, Oro; es decir se trata de yacimiento de tipo Vetas angostas (vetiforme o filoniano) en forma de rosario en la vertical y horizontal, con potencias que varían entre 0,15 y 0,60 m. Con buzamientos entre 60° a 85°; ésta geología del yacimiento y la geometría de la estructura permite realizar la determinación mediante el método clásico de bloques de explotación. 2. Para determinar las reservas minables, se procedió a cuantificar los bloques de cubicación que se han definido formando figuras geométricas

considerando el área encerrada entre galería, piques y 94 Chimeneas; y algunas zonas de recuperación que no han sido explotados en su totalidad por los antiguos mineros. 3. Con los lineamientos del código JORC a través de los criterios y factores considerados para el cálculo de reservas, se ha determinado al 02 de julio del 2014 para la Empresa Minera Golden River Resources S.A.C. en la mina Chaparral la cantidad de 5 645.00 TMs de recurso mineral, de las cuales 4 970 TMs corresponden a reservas de mena con una ley media de 22,41 Gr Au/TMs y una potencia media de 0,19 m. sin dilución. 4. De acuerdo a la dilución considerada para una apropiada explotación de la veta se ha determinado una cantidad de 9 493,00 TMs de recurso Mineral, de las cuales 8 317,00 TMs corresponden a reservas de mena con una ley media de 13,15 Gr Au/TMs y una potencia media de 0,30 m; Este valor es afectado por una recuperación de mineral resultando 7901,15 TMs de Reserva; lo cual amerita la explotación, porque la ley calculada se encuentra por encima de la Ley Cut-Off establecida. 5. Las reservas y recursos minerales determinados para la mina Chaparral considerando al tonelaje y ley han sido estimadas en un nivel de certeza de 85% para los recursos minerales probados, 80% para los recursos minerales probables; y considerando a los Recursos inferidos con un nivel de certeza al 40% por tratarse de la 95 irregularidad de las vetas en cuanto a leyes, volumen, humedad, etc. 6. Las reservas y recursos minerales calculados, aseguran la vida de la mina por un espacio de 20 meses. La ejecución de taladros diamantinos podría confirmar el crecimiento de las reservas. 7. Los factores económicos proyectados han sido establecidos teniendo en consideración la producción de Mineral de los Últimos cuatro años, en los cuales el costo de producción se ha mantenido estable.

Verastegui M. (2016). "Evaluación de la Factibilidad Económica - Financiera del Proyecto Aurífero Minero "Las Alexas" ubicado en el distrito de

Rio Grande, provincia de Condesuyos, región Arequipa”. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, se concluye:

1. El emprendimiento de los socios, quienes son mineros artesanales formales, y planean una operación minera a mediano plazo; planean realizar una campaña de exploración para incrementar las reservas del yacimiento. Además, cuentan con el expediente técnico en minería a pequeña escala.

2. Obtención de financiamiento para la compra de maquinaria, con la cual, se ejecutará las actividades de extracción, procesamiento y 163 comercialización del mineral, de acuerdo a la normatividad minera vigente. Implementación de tecnología simple para las actividades mineras, desde la extracción hasta la comercialización.

3. La eficiencia de los procesos y optimización de los recursos son factores determinantes para asegurar la sostenibilidad del proyecto, ya que el precio del oro es determinado por el mercado internacional.

4. Es importante establecer buenas relaciones con los mineros artesanales vecinos, compartiendo algunas técnicas en cómo mejorar el proceso de extracción y recuperación del mineral; aplicando buenas prácticas con el medio ambiente y mejor recuperación del mineral.

5. El presente estudio puede ser aplicado por otros mineros artesanales formales, la actividad si es rentable; dependerá de los mineros artesanales en proceso de formalización, evaluarlo y aplicarlo.

6. La presencia del Estado en las zonas mineras, es necesaria y urgente, para que los mineros a pequeña escala continúen formalizándose y sientan el beneficio de la formalización; como el acceso al sistema financiero, mejoras rápidas y urgentes en la calidad de vida de las comunidades mineras.

Mandujano M. (2020). “Evaluación técnica económica para asegurar la sostenibilidad de la operación y extracción de los recursos en U.P. Ticlio de

Volcan Compañía Minera S.A”. Universidad Nacional del Centro del Perú, llega a las siguientes conclusiones:

1. El mineral económico explotable en la Mina Ticlio al 30 de junio de 2019, asciende a 688,565 t de recurso inferido con leyes de 4.89% de Zn, 0.98% de Pb, 0.27% de Cu y 1.55 oz/t de Ag y 1´425,287 t de mineral potencial con leyes de 3.34% de Zn, 1.76% de Pb, 0.47% de Cu y 1.71 oz/t de Ag. Obteniendo así un total de 2´113,853 t de mineral económicamente explotable con leyes de 3.85% de Zn, 1.51% de Pb, 0.41% de Cu y 1.66 oz/t de Ag.

2. La calidad de masa rocosa en mina Ticlio es variable ya que se observa calidad desde Mala B – IVB hasta Regular A – IIA. Las condiciones más favorables para la estabilidad ocurren cuando se avanza las excavaciones en forma perpendicular a las estructuras principales. El Plan Trianual, considera explotar el total de los Reservas minerales y Mineral Económicamente Explotable del yacimiento con un ritmo de producción de 1,100 tpd. El Plan de Minado es como sigue: el año 2021 y 2022 se explotará las vetas Ramal Techo, Techo (se agota), Principal y Giuliana, y el año 2023 ingresará al plan la veta Julissa.

3. El monto considerado en el CAPEX para lo correspondiente a Desarrollos obedece al requerimiento de metros de avance resultado del secuenciamiento que se plantea en el Plan Trianual con el que se lograría la producción planteada por la operación. Con las proyecciones de precios, ingresos, costos e inversiones realizadas en el Plan Trianual – Mina Ticlio y considerando una tasa de descuento del 10% el modelo de contribución da como resultado un VAN de 16.06 millones.

Escobar J. (2014). “Sistema integrado de gestión de seguridad, salud ocupacional y medio ambiente de Gold Field – La Cima S.A.: Propuesta de mejora del manual SSYMA”. Universidad Nacional de Piura, concluye en lo siguiente:

1. Gold Fields La Cima S.A., como empresa dedicada a la actividad recursos minerales, almacenamiento y embarque de concentrado de cobre, tiene como objetivos alcanzar un elevado nivel de Seguridad y Salud Ocupacional para todo su personal, contratistas y visitantes, y realizar sus actividades demostrando una gestión responsable con los recursos naturales y la protección del Medio Ambiente para las presentes y futuras generaciones.

2. La fatiga y los actos sub-estándares continúan siendo una de las principales causas de los incidentes de Tránsito en la minería, como ocurre también en Gold Fields La Cima S.A.

3. El entrenamiento del personal es un aspecto crítico para lograr un trabajo seguro y eficiente en las actividades mineras de Gold Fields, siendo además un requisito legal establecido en el D.S. N° 055-2010-EM Reglamento e Seguridad y Salud Ocupacional en Minería.

4. Gold Fields La Cima S.A. realiza sus actividades siempre bajo la premisa: "Si no podemos operar de manera segura, no operamos".

Maza Y. (2017). "Estimación de reservas minerales de oro y plata en la veta Karina - Los Pircos, Santa Cruz – Cajamarca". Universidad Nacional de Cajamarca, donde concluye:

1. La Veta Karina cuenta con una reserva total de 2720 Ton de Au y Ag, ésta Veta incrementará un año más la vida útil del Proyecto Los Pircos, aportando un promedio de 220 Ton/mes, y poder cumplir con la cuota mensual de producción establecida del Proyecto Los Pircos que es de 900 Ton/mes.

2. El tonelaje de mineral explotable de la Veta Karina es de 107 toneladas probadas.

3. La ley ponderada de los 7 bloques de la Veta Karina es de 17.94 Au gr/ton y 20.47 Ag oz/ton.

4. Utilizando datos como costos de mina, costos de tratamiento de mineral y precio del mineral, se obtuvo una la ley de corte de 17.25 Au gr/ton.

2.1.2. Antecedentes Internacionales

Rivera A. (2011). "Evaluación Económica del Proyecto Minero San Antonio Óxidos". Universidad de Chile, concluye:

1. El Proyecto San Antonio Óxidos es un proyecto minero de tamaño moderado (30 ktpa) con una ley de cobre (0,52%) inferior en 32,5% al promedio de la industria (0,77%) y algunas dificultades a nivel de la caracterización del mineral como lo es la alta presencia de meta-sedimentos. Factor que afecta negativamente la capacidad de drenaje de las pilas de lixiviación reduciendo la recuperación de cobre.

2. A pesar de ello, en su escenario base cuenta con un VAN de 175,7 millones de US\$ y una TIR de 17,4%. Valores superiores a los requeridos para inversiones de esta naturaleza, en los cuales los inversionistas buscan tasas internas de retorno superiores a 10% (en US\$ reales). Por otra parte, se puede mejorar la rentabilidad de los accionistas en este proyecto mediante el uso de apalancamiento financiero.

3. A partir del análisis de la inversión, se desprende que este proyecto cuenta con un CAPEX/tonelada de Cu bajo en relación a otros proyectos (2,3 kUS\$/tCu vs 19 kUS\$/tCu para el proyecto Andina Fase I). Esto se debe a la existencia de una infraestructura heredada de la explotación anterior del yacimiento. Dicha infraestructura se encuentra en buenas condiciones y sólo son necesarias algunas inversiones menores relativas a ampliación, mejora y modernización de esta para que esté en condiciones de operar. Estas inversiones ascenderían a 8,8 MUS\$.

4. Por otra parte, en el análisis de los aspectos regulatorios, se estimó que el proyecto no cuenta con riesgos regulatorios que pudieran influir en la factibilidad económica del proyecto. Ejemplo de ello, es la presentación, por parte de la DSAL, de un DIA para solicitar la autorización ambiental para el

funcionamiento del Proyecto. Adicionalmente, Chile es considerado más seguro del mundo en relación a inversiones mineras (Wellmer et al.).

5. De igual forma, el costo de operación del proyecto es moderado con un Cash Cost de 1,25 US\$/lb para el escenario base. Dicho Cash Cost es consecuencia de una baja ley de cobre. Sin embargo, dado el precio actual del cobre y las perspectivas de este, en especial dado el agotamiento de las reservas mundiales, se estima que este cash cost será considerado bajo. En la actualidad, el cash cost promedio de los proyectos mineros de cobre en Chile es de 1,25 US\$/lb y ha experimentado un alza en los últimos años. Este cash cost se encuentra en torno a la media nacional y 25% por sobre la media de los demás yacimientos en explotación de Codelco.

6. La estrategia de explotación de la División Salvador es coherente con la alternativa OPMT. Se estima que esta es la que presenta el mejor perfil de riesgo y rentabilidad. En especial se estima que la alternativa que externaliza las operaciones de la mina es riesgosa (riesgo moral por parte de la empresa subcontratista, paralización 65 de las faenas por diversos motivos, sobrecostos) y porque la empresa poseería poco control sobre dichas operaciones.

7. El costo de operación es relativamente bajo (margen operacional de 41,4%) y permite acomodar fluctuaciones negativas en el precio del Cu y en los precios de los insumos. Basándose en la baja de las leyes de cobre de los yacimientos y el agotamiento de las reservas mundiales de cobre se estima que las probabilidades de que el proyecto cuente con un margen operacional negativo son reducidas.

8. Se podría plantear que dado el bajo grado de diferenciación del producto y el Cash Cost cercano a la media nacional, la empresa no logra consolidar en el proyecto las ventajas competitivas producto de su posición en el mercado nacional e internacional. Pero un análisis detallado del contexto del

proyecto parece indicar que este corresponde a la capitalización de las ventajas competitivas de Codelco.

9. En efecto, los riesgos de este proyecto son similares a los de otros proyectos de óxidos de cobre de la región. Sin embargo, es importante notar elementos como la disponibilidad de agua y la cercanía de los productores de algunos de sus insumos (en especial de la Energía y del H_2SO_4).

10. Dado el doble rol de Codelco en el mercado del ácido sulfúrico, donde es a la vez proveedor y consumidor, se estima que la realización de contratos a largo plazo no genera beneficios a menos que se logre realizar un arbitraje de precios. De todas formas, el beneficio de esto no correspondería al Proyecto por lo que se desestima.

2.2. Bases Teóricas – Científicas

2.2.1. Generalidades

La unidad minera de Torrecillas presenta a partir del año 2011, serios problemas operativos, principalmente con disminución importante del contenido de oro en su mineral extraído de la veta Torrecillas, disminución de reservas, menor tonelaje de producción ejecutada, disminución de los programas de avance en exploraciones y preparaciones, planeamiento programado no adecuado a la realidad, alto costo de producción, lo que resulta en un rendimiento económico negativo en los últimos periodos.

Las condiciones básicas para explotación de una mina deben cumplir dos requisitos importantes: mayor seguridad y rentabilidad. En base a este requisito y a las referencias bibliográficas que mencionaremos, se realizará el presente estudio operacional del yacimiento Torrecillas.

Ladera N. (1989), Ingeniero de Minas, en su publicación “Estado tecnológico de las minas subterráneas en el Perú” menciona que la geología, las labores de exploración, las reservas, la geometría y la hidrología influyen en la

selección del método de explotación adecuado. Por eso es importante el conocimiento de las características del yacimiento para seleccionar la tecnología adecuada y eficiente.

Gago O. (1996), Ingeniero de Minas, en su publicación “Selección numérica de los métodos de explotación” considera la geometría, la distribución de valores, las resistencias de la roca estructural mineralizada, el costo de producción, la recuperación, las condiciones ambientales y la seguridad como parámetros para la selección numérica del método de explotación. Menciona que estos parámetros se deben examinar con rigurosidad para efectos de evaluación, revisión y selección de un método de explotación.

Navarro V. (1999) Ingeniero de Minas, en su publicación “métodos y casos prácticos” considera que la distribución de leyes en el depósito, las propiedades geomecánicas del mineral, de las rocas encajonantes y las consideraciones económicas tienen influencia en la selección de un método de explotación.

2.2.2. Importancia de los proyectos mineros

La minería es el soporte fundamental de la economía nacional y financiador de su desarrollo, debido que a través de la historia la evolución económica y social del país ha estado ligada al desarrollo de la minería. Por ello, cuando hay crisis de la industria minera, se agrava la crisis de la economía nacional y, en consecuencia, su reactivación es fundamental para superarla. (Gala, F, 1997, pág. 2)

De otro lado, la minería es una actividad compleja y de labor paciente; la exploración y el desarrollo minero son de largo alcance, las inversiones cuantiosas y los rasgos coyunturales elevados. Los riesgos de la actividad minera no solo están dados por el comportamiento errático de las estructuras minerales sino también por las fluctuaciones en las cotizaciones de los metales, por factores

internos del país (estabilidad política, económica y financiera, regímenes tributarios, etc) y otras ocurrencias impredecibles.

2.2.3. La Minería en la economía del Perú

La minería es una actividad económica que tiene como finalidad extraer y utilizar los minerales que existen en la naturaleza. La humanidad se ha beneficiado de los recursos minerales desde los inicios de la vida humana, utilizándolos como alimento (sal común), en manifestaciones artísticas (mármol), como armas y artefactos primitivos.

La economía del Perú mostró una recuperación admirable a nivel Latinoamérica y mundial, para muchos analistas financieros internacionales ha sido una historia de éxito, esta recuperación fue reconocida por los organismos internacionales como el Fondo Monetario Internacional y diversos foros económicos. En este crecimiento, uno de los actores principales, ha sido el sector minero, que ha generado en promedio el 58% de las exportaciones totales, el 16% de los ingresos fiscales y el 14.4% del PBI, resultado del incremento de los precios de los metales en el mercado internacional.

2.2.4. La problemática del sector minero

El sector minero local ha estado atravesando por un prolongado período de crisis económica financiera, causada por factores internos y externos. Estas circunstancias, han hecho que las empresas mineras, al carecer de una adecuada rentabilidad, y al configurarse en el país una escasez de recursos financieros, no tenga posibilidad de una perspectiva de crecimiento importante.

Ante esto, las empresas y los pequeños productores mineros habrían optado por dos acciones:

- a) Reducción en las labores de exploración y desarrollo.

- b) Si bien la explotación del mineral más rico proporciona en el corto plazo un mayor grado de libertad para defenderse de los efectos combinados de la disminución de los ingresos y el aumento en los costos al obtener una renta diferencial, no garantiza en el largo plazo, la continuidad operativa de la empresa al dejar de lado mineral susceptible de ser explotado.

2.2.5. Estrategias de desarrollo sectorial

La competitividad de la minería peruana en el corto plazo debe sustentarse en operaciones extractivas y de concentración metalúrgica cuyos costos deben tratar de mantener a niveles promedio o bien inferiores que el promedio mundial. Para esto se requiere de programas de inversión destinados a incrementar la producción y productividad mediante operaciones altamente mecanizadas.

En el mediano y largo plazo, la estrategia de crecimiento del sector debe apuntar al logro de un mayor valor agregado en los metales producidos.

Asimismo, el principal esfuerzo de acumulación debe ser realizado por organizaciones empresariales que puedan diseñar y dirigir eficientemente políticas de inversión que les permita incrementar su nivel de producción, aumentar la productividad y disminuir sus costos operativos, generando excedentes que puedan ser empleados en nuevos programas de inversión y fortalecimiento institucional.

2.2.6. Producción del oro a nivel nacional

La producción nacional de oro proviene de las grandes empresas mineras y también, de las medianas empresas mineras; sin embargo, existe un porcentaje considerable de oro que proviene de la minería a pequeña escala: pequeña minería y minería artesanal.

Los porcentajes de producción nacional desde la década de los noventa hasta el 2015. La producción nacional ha incrementado por el ingreso de mineras trasnacionales como YANACOCHA en 1993 y BARRICK en 1995; pero la producción de oro por parte de la minería a pequeña escala ha sido considerable.

2.2.7. Aspectos técnicos

2.2.7.1. Las reservas minerales

Las reservas minerales constituyen el punto de partida para la formulación y evaluación de un proyecto minero, ya que no es posible realizar el estudio de factibilidad si previamente no se ha calculado el nivel de reservas de la concesión. Su importancia radica en el hecho que determina el tamaño del proyecto (capacidad de producción), el nivel de ingresos que se espera alcanzar (mediante el muestreo y cubicación de las leyes de cabeza del yacimiento), y nos indica además cuál será el horizonte o vida del proyecto. En conclusión, las reservas minerales influyen directamente en 3 de las 5 variables que se analizan en un proyecto minero: monto de inversión, beneficios y vida útil.

Adicionalmente, las reservas minerales son la base para determinar el valor de una concesión minera y, por lo tanto, sirven como garantía para solicitar préstamos a una entidad financiera.

El cálculo de las reservas empieza con el muestreo de las estructuras mineralizadas, el cual debe ser sistemático y concordante con las características geo mineralógicas del yacimiento.

Concluido el muestreo y determinado las leyes corregidas por erraticidad y dilución, se procede a realizar el inventario de minerales, que consiste en dimensionar bloques de mineral en los tramos muestreados, teniendo en cuenta el espaciamento de la configuración

geométrica y el criterio geológico de acuerdo a la continuidad de la mineralización.

Es necesario distinguir entre el inventario de minerales y las reservas. El primero comprende todo el mineral dimensionado en los tramos mineralizados (mineral probado, probable, prospectivo, potencial, que sea o no económico y cuya accesibilidad sea incierta. Las reservas minerales están constituidas solo por los bloques de mineral económicamente explotable en la categoría probado, probable que sean accesibles o eventualmente accesibles.

2.2.7.2. La geomecánica.

Las labores mineras subterráneas y superficiales, cuyos componentes son estructuras complejas; para ejecutar dichas labores mineras, es necesario poseer el máximo conocimiento del macizo rocoso. Dependiendo de sus características y condiciones, la masa rocosa puede variar de una mina a otra, como también de área en área dentro de una misma mina. Con el paso del tiempo crecen las labores mineras y el minado se realiza a mayores profundidades, desarrollándose problemas de inestabilidad en la roca.

A fin de organizar y mantener una adecuada estrategia de control de la estabilidad de la roca en las labores mineras, el personal de una mina debe estar familiarizado con las características y condiciones de la masa rocosa propias de la mina. En tal sentido, se debe tener conocimiento del macizo rocoso que permitirá tomar decisiones correctas relacionados con las labores mineras, entre otras, se podrá establecer la dirección en la cual se deben avanzar las excavaciones, el tamaño de las mismas, el tiempo de exposición abierta de la excavación, el tipo de sostenimiento a utilizar y el momento en que éste debe ser instalado.

2.2.7.2.1. Importancia de la geomecánica

La geomecánica es importante porque nos conduce a:

- a) Promover y concientizar el criterio de trabajar en condiciones seguras.
- b) Difundir la aplicación y colocación correcta y oportuna de los diferentes tipos de soporte utilizados en minería subterránea.
- c) Establecer los medios de comunicación más adecuados para el mejoramiento progresivo del uso de los soportes.
- d) Incluir en el planeamiento del minado, los diseños que están basados en las condiciones geomecánicas y los requerimientos del soporte para las diferentes alternativas de producción.

2.2.7.2.2. Caracterización geomecánica

Es el proceso de designar la calidad del macizo rocoso basado en números y términos descriptivos de los rasgos que se presentan en cada una de ellas.

Es reportar las cualidades particulares, propias de cada macizo rocoso.

Los procesos que influyen en las características geomecánicas del macizo rocoso en el que se desarrollan todas nuestras actividades subterráneas, son:

- a) La condición de tensiones.
- b) La condición de discontinuidades.
- c) La condición de resistencia.
- d) La condición hidrogeología

2.2.7.3. El proceso productivo y tecnología minera

El proceso productivo minero consiste en extraer el mineral de cabeza cubicado (reservas minerales) y beneficiario para obtener concentrados como producto final; para esto se requiere de una

combinación adecuada de maquinarias, mano de obra y métodos de explotación y tratamiento.

Para seleccionar la tecnología de producción es necesario determinar el método de explotación y beneficio del mineral, ya que una elección adecuada permitirá, definir los requerimientos de equipos, mano de obra, infraestructura física, fuerza eléctrica, suministro de agua, servicios auxiliares, etc.

La selección de la tecnología óptima debe basarse en consideraciones técnicas y de costos.

La localización de la planta concentradora estará en función de la disponibilidad de insumos (agua, energía eléctrica, combustible, etc.), costos, cercanía y acceso al yacimiento. El tamaño de la planta se refiere a la capacidad de producción de ésta, que principalmente debe estar en función de las reservas y vida de la mina; sin embargo, debe tenerse en cuenta otras consideraciones tales como: inversión, capacidad financiera, rentabilidad y mercado de los productos mineros.

2.2.7.4. Los costos en minería

Es fundamental estimar los costos en un proyecto minero, para determinar el margen de utilidad que tendrá. Normalmente, en los proyectos mineros es relativamente fácil calcular los ingresos, conociendo las leyes del mineral, precios y recuperaciones metalúrgicas de los concentrados, pero para estimar los costos se requiere partir de varios supuestos que no siempre se dan. La correcta estimación de los costos de un proyecto, reducirá el riesgo del mismo.

Los costos deben estimarse anualmente y para toda la vida útil del proyecto, ya que pueden variar debido a: mayor o menor producción de lo previsto, leyes del mineral, cambio del método de explotación,

relación mineral-desmante, incremento de insumos, materiales, combustibles, cambios de políticas de financiamiento, etc.

Entre los costos usados en minería pueden distinguirse:

- a) Costos de producción: son todos los costos relacionados con el proceso de producción, es decir, los costos de mina y planta.
- b) Costos de operación: incluyen adicionalmente los gastos de administración, de ventas y gastos financieros.

Los costos de producción y/o operación deben agruparse o clasificarse para determinar los costos unitarios significativos, controlar los costos y efectuar comparaciones con costos históricos.

2.3. Definición de Términos Básicos

- **Acceso:** Son aquellas labores que comunican el cuerpo mineralizado con la superficie para su explotación. Los accesos pueden ser socavones, piques verticales y chiflones o piques inclinados.
- **Afloramiento:** Son las manifestaciones superficiales de los depósitos minerales o yacimientos, minerales y afloramiento se reconoce por la colocación de manchas en las rocas adyacentes al depósito mineral.
- **Bloques de cubicación:** La forma y dimensiones de los bloques se delinearán siguiendo el método geométrico clásico para el caso de estructuras mineralizadas estratiformes como principal, o bien tomando consideraciones del método geoestadístico
- **Desarrollo minero:** Es la operación que se realiza para ser posible la exploración del mineral contenido en un yacimiento.
- **Distrito minero:** Se denomina así a un conjunto de minas presentes en un área geográfica de extensión limitada (algunos km²). Un distrito normalmente comprende minas que producen el mismo metal o metales, aunque puede

haber casos en que se producen dos o más metales. (Oyarzún J & Oyarzun, R., 2014, pág. 44).

- **Estructuras:** Se refiere a rasgos morfológicos asociados al proceso de formación de una roca o un macizo rocoso, por ejemplo, una colada de lava, un dique, un estrato sedimentario, o al posterior efecto de procesos tectónicos deformativos (plegamientos, diaclasamiento, fallamiento, cizalla dúctil). Las estructuras, junto a la litología, ejercen un control principal en la distribución de las mineralizaciones a sus distintas escalas. (Oyarzún J. & Oyarzun R., 2014, pág. 56).
- **Exploración:** Es la actividad minera tendiente a demostrar las dimensiones, posición, características mineralógicas, reservas y valores de los yacimientos minerales.
- **Explotación de minas:** Se define como el conjunto de operaciones que permiten el arranque, carguío y extracción de mineral, para una operación es fundamental los servicios como: ventilación, fortificación, drenaje, suministro de energía, aire, agua, etc, funcionen en optimo estado.
- **Falla:** Se trata de una fractura frágil en una roca, a lo largo de la cual se ha producido un desplazamiento visible paralelo a la superficie de la fractura. Si no existe tal desplazamiento a lo largo del plano de rotura, entonces hablamos de una "diaclasa". Debido a su movimiento, estas estructuras pueden dar lugar por trituración a las llamadas rocas de falla que incluyen principalmente brechas, microbrechas, y la denominada harina de falla (*fault gouge*). (Oyarzún J. & Oyarzun R., 2014, pág. 63)
- **Ganga:** Minerales constituyentes de la mineralización de un yacimiento que no tienen interés económico para quienes explotan el yacimiento, a diferencia de los minerales de mena que sí la tienen. Generalmente el término se utiliza para silicatos (generalmente cuarzo) o minerales no metálicos (generalmente

calcita). Los minerales de ganga de una explotación pueden llegar a adquirir valor económico, por ejemplo, la barita (baritina) de una explotación de plata. Esto depende de: 1) el precio que alcancen; 2) la existencia de un poder de compra local; 3) las inversiones requeridas para su concentración, etc. (Oyarzún J. & Oyarzun R., 2014, pág. 71)

- **Guías geológicas de exploración:** Las guías de exploración son: 1) guías morfológicas; 2) guías litológicas; 3) guías estructurales; y 4) guías mineralógicas. Si queremos buscar un determinado tipo de yacimiento primero debemos conocer su forma, esto es, si es tabular o tubular, o si es irregular (guías morfológicas). Segundo debemos saber a qué tipo de rocas se asocia, por ejemplo, si hablamos de skarns entonces buscaremos los contactos entre intrusiones graníticas y calizas (guías litológicas). Por otra parte, deberemos comprender el marco estructural en el que se encuentran, por ejemplo, los patrones zonales de alteración hidrotermal de la fase sulfurada en pórfidos cupríferos, o la presencia/ ausencia de determinados tipos de granate para el caso de los skarns (guías mineralógicas). (Oyarzún J. & Oyarzun R., 2014, pág. 79).
- **Litología:** El término abarca todo lo referente a las rocas, incluido su metamorfismo y alteración hidrotermal. Junto con la estructura (control estructural), la litología ejerce un control principal sobre la distribución de la mineralización de un yacimiento. La litología es una parte esencial de las guías geológicas de exploración, ya que muchos yacimientos se asocian a litologías específicas, por ejemplo, yacimientos de Pb-Zn estratiformes en rocas carbonatadas. (Oyarzún J. & Oyarzun R., 2014, pág. 102)
- **Masa rocosa:** Es el medio in-situ que contiene diferentes tipos de discontinuidades como diaclasas, estratos, fallas y otros rasgos estructurales.

- **Mena:** En inglés ore. Se entiende por mena un conjunto de minerales de los cuales uno o más de ellos (generalmente de carácter metálico) presenta valor económico. Los minerales sin valor económico que acompañan a la mena (normalmente de carácter no metálico: silicatos y/o carbonatos) constituyen la ganga. Mena y ganga son términos ambiguos. Por ejemplo, un sulfuro integrante de la mena, sin interés económico en una mina (p. ej., pirita) no será denominado ganga, mientras que un no metálico (p. ej., barita; baritina) que puede llegar a tenerlo, generalmente se considera como tal. Digamos que el término mena se asocia a la mineralización metálica (con o sin valor económico) y el término ganga a la mineralización no metálica (con o sin valor económico), aunque esto escape a la definición estricta de ambos términos. (Oyarzún J. & Oyarzun R., 2014, pág. 111).
- **Mineralización:** El término denota el proceso de formación de minerales y generalmente se utiliza para minerales de interés económico. Por extensión el término se utiliza también para designar una concentración de minerales ya formados. (Oyarzún J. & Oyarzun R., 2014, pág. 117)
- **Mineral indicado (reservas probables):** Determinado por un muestreo, pero esta vez, más disperso. Aquí haremos algunas inferencias geológicas.
- **Mineral medido (reservas probadas):** Hablaremos de mineral medido cuando dispongamos de una información directa tomada de un muestreo detallado de trincheras (calicatas), labores, sondeos. El tonelaje "real" no puede diferir en más de un 15 % con respecto al calculado.
- **Roca:** Es un conjunto de sustancias minerales que, formando masas, constituye gran parte de la corteza terrestre.
- **Roca encajonante:** También: roca encajadora, roca caja; en inglés: host rock, country rock. Son las rocas que albergan la mineralización de un yacimiento.

También se puede aplicar a la roca que “encaja” una intrusión, o bien, lo más común, a ambas. (Oyarzún J. & Oyarzun R., 2014, pág. 160)

- **Roca intacta:** Es el bloque ubicado entre las discontinuidades y podría ser representada por una muestra de mano o trozo de testigo que se utiliza para ensayos de laboratorio.
- **Recurso:** concentración natural de un sólido, líquido, o gas en la corteza terrestre, y cuya extracción es actual o potencialmente factible.
- **Recursos minerales indicados:** Parte de un recurso mineral para la cual el tonelaje, densidades, formas características físicas, leyes y contenido mineral pueden estimarse con un nivel de confianza razonable.
- **Recursos minerales inferidos:** Parte de un recurso mineral para la cual el tonelaje, leyes y contenido mineral puede estimarse con un bajo nivel de confianza.
- **Recursos minerales medidos:** Parte de un recurso mineral para la cual el tonelaje, densidad, forma, características físicas, leyes y contenido mineral pueden estimarse con un alto nivel de confianza
- **Reserva:** Máximo grado de certidumbre en cuanto los factores de juicio.
- **Reserva mineral probable:** Es la parte económica extraíble de un recurso mineral indicado y en algunas circunstancias de un recurso mineral medido.
- **Reserva mineral probado:** Es la parte económicamente extraíble de un recurso mineral medido e incluye los materiales de dilución y descuentos por mermas durante la explotación.
- **Reservas inferidas (reservas posibles):** Para el concepto de reserva inferida primará el criterio geológico sobre las mediciones directas. Por ejemplo, este criterio puede estar basado en la repetición de rasgos geológicos en el yacimiento, o través de la comparación con otro yacimiento equivalente.

- **Reservas minerales:** Es la parte económica y legalmente extraíble de un recurso Mineral medido o indicado.
- **Textura:** La textura de una roca o mineral está configurada por rasgos estructurales finos, incluidos los relativos al crecimiento cristalino. Por ejemplo: textura sacaroidal de una roca microcristalina, textura coliforme de los minerales de una mena. También un enrejado fino de venillas constituye un rasgo textural. Posee especial importancia en lo que se refiere al tratamiento metalúrgico de minerales sulfurados. Por ejemplo, las texturas de exsolución generan problemas ya que la molienda, por fina que sea, no logra separar en ocasiones una fase de otra. También genera problemas el intercrecimiento de minerales por la misma razón. (Oyarzún J. & Oyarzun R., 2014, pág. 183).
- **Yacimiento mineral:** También *depósito mineral*. Se denomina así a una concentración natural de minerales que presenta razonables posibilidades de ser explotada con provecho económico, ya sea en el presente o en un futuro relativamente cercano. (Oyarzún J. & Oyarzun R., 2014, pág. 204).

2.4. Formulación de Hipótesis

2.4.1. Hipótesis general

Con la determinación de los parámetros, se realizará adecuada evaluación técnica - operacional del proceso en la Mina Torrecillas, distrito de Chala, provincia Caravelí y región Arequipa.

2.4.2. Hipótesis específicas

- a. Evaluando las caracterizaciones geológicas, geométricas y geomecánicas del yacimiento, se logrará una eficiente evaluación técnica - operacional en la Mina Torrecillas, distrito de Chala, provincia Caravelí y región Arequipa.

- b. Implementando un diseño adecuado y planeamiento de la mina eficiente a nivel conceptual se logrará una evaluación técnica - operacional en la Mina Torrecillas, distrito de Chala, provincia Caravelí y región Arequipa.
- c. Con la implementación de un sistema de seguridad y herramientas de gestión en los procesos productivos se logrará una buena evaluación técnica - operacional en la Mina Torrecillas, distrito de Chala, provincia Caravelí y región Arequipa.

2.5. Identificación de Variables

- a. Variable independiente
 - Evaluación técnica - operacional.
- b. Variable dependiente
 - Mina Torrecillas.

2.6. Definición Operacional de Variables e Indicadores

Variables	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores
<p><u>Independiente</u> Evaluación técnica - operacional</p>	<p>Define la factibilidad técnica de llevar a cabo un proyecto y procura establecer los criterios de diseño que cumplan plenamente con los objetivos y además, con las normas y regulaciones de ingeniería, al menor costo posible. Además, busca identificar un diseño que, basado en una tecnología apropiada, sea compatible con la disponibilidad de recursos e insumos en el área de influencia del proyecto.</p>	<p>Es el momento en que se evalúa la manera en que funciona el Sistema, esto incluye su facilidad de uso, Tiempo de respuesta ante una necesidad o proceso, como se adecuan los formatos en que se presenta la Información, contabilidad global y su nivel de Utilidad.</p>	<p>Valoración de Procesos.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Cálculo de reservas - RQD de la roca. - Productividad - Costos de operación.
<p><u>Dependiente</u> Mina Torrecillas</p>	<p>Una mina es el conjunto de labores o huecos necesarios para explotar minerales en un yacimiento y, en algunos casos, las plantas anexas para el tratamiento del mineral extraído. Las minas también reciben el nombre de "explotaciones mineras. Excavación que se hace para extraer un mineral.</p>	<p>Las minas subterráneas requieren generar "huecos" desde la superficie con la ayuda de diferentes máquinas y herramientas, se crean túneles y galerías que permiten llegar hasta los minerales y luego llevarlos al exterior, al mismo se inicia el desarrollo y construcción de la mina, para luego pasar a producción o explotación minera que es el proceso de extracción del mineral.</p>	<p>Labores mineras.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Dimensiones - Avances - Volumen

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

3.1. Tipo de Investigación

La presente investigación, será de tipo Aplicativa, porque estará dirigida a determinar la evaluación técnica de todos los procesos operativos que se desarrollan en la mina Torrecillas, con la finalidad de poner en marcha la unidad minera Torrecillas.

Al respecto, Chávez. (2007, pp. 134), define la investigación aplicada como:

“El tipo de investigación aplicada tiene como fin principal resolver un problema en un periodo de tiempo corto. Dirigida a la aplicación inmediata mediante acciones concretas para enfrentar el problema. Por tanto, se dirige a la acción inminente y no al desarrollo de la teoría y sus resultados, mediante actividades precisas para enfrentar el problema”.

3.2. Nivel de Investigación

La presente investigación es de nivel explicativo, debido a que a través de los datos recopilados explica el estado actual de la mina Torrecilla.

3.3. Métodos de Investigación

El método de investigación será el método científico, analítico y experimental.

Método científico: Según Bunge, M. (19191), menciona: como un “procedimiento para tratar un conjunto de problemas”. (pág. 137)

De acuerdo a Sosa – Martínez, J. (1990), dice: “... el método científico consiste en una serie de conceptos, doctrinas y procedimientos que se aplican en la investigación con el objeto de obtener información confiable, imparcial y relevante...”. (pág. 47)

Con este método se obtendrá una información confiable, imparcial y relevante.

Método analítico: Gutiérrez – Sánchez, J. (1990) lo define: como aquel “que distingue las partes de un todo y procede a la revisión ordenada de cada uno de los elementos por separado”. (pág. 113)

Este método será importante porque se realizará una investigación documental, que consistirá en la revisión en forme separada de todos los procesos en intervienen en la evaluación técnica operacional.

Método experimental o inductivo: según Rodríguez, D. (2019), dice: *“El método experimenta, también conocido como científico-experimental, se caracteriza porque permite que el investigador manipule y controle las variables de una investigación tanto como pueda, con la intención de estudiar las relaciones que existen entre estas con las bases del método científico”* (pág. <https://lifeder.com/metodo-cientifico-experimental/>)

Con este método se realizará un cambio en el valor de la variable independiente y que luego se observará su efecto en la otra variable dependiente.

3.4. Diseño de Investigación

Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, P. (2006), indicaron sobre diseño: “al plan o estrategia que se desarrolla para obtener la información que se requiere en una investigación”. (pág.158)

Arias, F. (2012), dice: “El diseño de investigación es la estrategia general que adopta el investigador para responder al problema planteado” (pág 27).

Según Hernández, R. (2006), dice el diseño de investigación: “Se refiere a los pasos, etapas y estrategias que se aplican para el logro de los objetivos planteados, este consiste en el planteamiento de una serie de actividades sucesivas, organizadas, adaptadas a los particulares de cada móvil de investigación, para indicar los pasos o pruebas a efectuar, así como las técnicas para la recolectar y analizar datos”. (pág. 158)

En este estudio los diseños serán: cuantitativo, experimental y transversal. Enfoque cuantitativo

Dado que se buscará comprobar la hipótesis previamente establecida, así como los objetivos trazados, el presente trabajo será elaborado bajo el planteamiento metodológico del enfoque cuantitativo.

De lo mencionado Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, P. (2003), indicaron:

“Utiliza la recolección y el análisis de datos para contestar preguntas de investigación y probar hipótesis establecida previamente, y confía en la medición numérica, el conteo y frecuentemente en el uso de la estadística para establecer con exactitud patrones de comportamiento en una población”. (pág. 12)

El presente estudio tiene un nivel de investigación experimental pues es el que mejor se adapta a la necesidad del estudio.

Según Rojas (2013), define: “El diseño experimental busca medir probabilísticamente la relación causal que se establece entre las variables, y estar en posibilidad de confirmar o rechazar las hipótesis sometidas a pruebas.” (p. 272)

Diseño transversal.

Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, P. (2010), definen: “Los diseños de investigación transeccional o transversal recolectan datos en un solo

momento, en un tiempo único. Su propósito es describir variables y analizar su incidencia e interrelación en un momento dado. Es como tomar una fotografía de algo que sucede. (pág. 151)

3.5. Población y Muestra

3.5.1. Población

Al respecto Arias, F. (2012), dice: “población es un conjunto finito o infinito de elementos con características comunes para los cuales serán extensivas las conclusiones de la investigación. Ésta queda delimitada por el problema y por los objetivos del estudio”. (pág. 81)

En el presente estudio la población estará conformada por el potencial de sus recursos, caracterizado por vetas de plata, cobre y oro; que posee el yacimiento aurífero Torrecillas.

3.5.2. Muestra

Arias, F. (2012), define: “La muestra es un subconjunto representativo y finito que se extrae de la población accesible”. (pág. 83) La muestra estará representada por el conjunto de muestras que van a ser tomadas del área del yacimiento.

3.6. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos

Según Ramírez, T. (2007), define a las técnicas de recolección de datos: “el procedimiento más o menos estandarizado que se ha utilizado con éxito en el ámbito de la ciencia” (pág. 157). Esto quiere decir, es cualquier medio que pueda utilizar el investigador para aproximarse a los sucesos o hechos y obtener de aquellos la información requerida.

Carrasco, S. (2009) manifiesta sobre técnica: “que las técnicas de investigación constituyen el conjunto de reglas y pautas que guían las actividades que realizan los investigadores en cada una de las etapas de la investigación científica”. (pág. 74)

La técnica e instrumentos de recopilación de datos en el presente estudio serán: Trabajo de campo:

- La técnica que se empleará será la recolección de datos e información de la geología (inventario de reservas, ley de mineral), método de minado, planeamiento, servicios, planta concentradora y seguridad, de la mina torrecillas. Así mismo todos los estudios, trabajos técnicos y boletines publicados referentes a la presente investigación por instituciones públicas y privadas.

Los instrumentos de recolección de datos que se emplearán en el estudio serán: encuesta y cuestionarios.

Trabajo de Gabinete:

Los datos que se recolectarán mediante las técnicas y instrumentos, serán analizados, y interpretados todos los datos obtenidos. De igual manera se realizará la redacción del informe final, el cual incluirá secciones longitudinales y secciones transversales mina, revisión de logueos geológicos, mapeos geológicos de interior mina y superficie, informes y reportes de campo, estudio de petrografía de muestras de roca; así como información de revistas científicas, de la Sociedad Geológica del Perú, Congresos y Simposios de libre disponibilidad.

- Los instrumentos de recolección de datos que se empleó en el estudio fueron: Campaña de perforación diamantina SIMSA 2018-2019, muestreo de sondajes DDH, logueo de cores, muestro de canales de interior mina realizados por la Compañía Minera SIMSA e interpretación geológica.
- Los estudios y trabajos técnicos, boletines publicados referentes a la investigación en instituciones como: Society of Economic Geologists, U.S Geological Survey (U.S.G.S) La Sociedad Geológica

Mexicana, Université de Geneve, Journal of South American Earth Sciences, INGEMMET y Sociedad Geológica del Perú.

3.6.1. Área de Investigación

- a) Los protocolos en tiempos de Covid -19, se han vuelto más estrictos debido a que se debe mitigar los casos de infección.
- b) Los procedimientos son realizados de acuerdo a las normas estandarizadas del OHSAS y ISO.
- c) Las mediciones de las propiedades mecánicas se realizarán de acuerdo a los estándares de OHSAS y ISO.

Métodos técnicos usados en la toma de muestras:

- d) Observación de los datos: Productos del estudio de investigación.

3.6.2. Toma de muestras insitu para la obtención de la mezcla

De los agregados y la determinación de los ensayos de la evaluación técnica – operacional en la mina torrecillas.

3.6.3. Resultados de análisis de agua en el dispendio humano

- a) El análisis se efectuó en laboratorio para adquirir resultados exactos.
- b) Revisión de fuentes literarias e Internet.
- c) Evaluación de resultados contrasta a las normas estandarizadas del OHSAS y ISO.

3.7. Selección, validación y confiabilidad de los instrumentos de investigación

3.7.1. Tipo del instrumento de investigación

Los formatos elaborados para la recogida de datos de los diferentes ensayos, desde los más sencillos y complicados que necesitan varios días para la recolección de datos. Así tenemos las normas para la recolección de datos

18001:2007 e ISO 14001:2004 para obtener excelentes resultados un protocolo para la evaluación.

- a) Promover y concientizar el criterio de trabajar en condiciones seguras.
- b) Difundir la aplicación y colocación correcta y oportuna de los diferentes tipos de soporte utilizados en minería subterránea.
- c) Establecer los medios de comunicación más adecuados para el mejoramiento progresivo del uso de los soportes.
- d) Incluir en el planeamiento del minado, los diseños que están basados en las condiciones geomecánicas y los requerimientos del soporte para las diferentes alternativas de producción

En la toma de muestras de campo el instrumento de evaluación de resultados se observa en el siguiente cuadro.

3.7.2. Cuestionario – encuesta

a) Asesoría General

La herramienta cuanto con datos a profesionales de ingenieros geólogos respecto a la evaluación técnica – operacional en la mina torrecillas, Distrito de Chala.

b) Instrumentos

A continuación, se proponen preguntas para evaluación del seguimiento de la cualidad de la evaluación técnica – operacional en la mina torrecillas, Distrito de Chala.

Las opciones que considere que son la mejor representación de su opinión, marca con “X”.

- Totalmente en desacuerdo
- En desacuerdo
- Indeciso
- De acuerdo

➤ Totalmente de acuerdo

c) Detalle de la Herramienta

Los instrumentos es una herramienta esencial para la evaluación, algunos ejemplos pueden ser por entrevistas, o las encuestas individuales o grupales, las preguntas de cuestionario, una observación, diagramas de flujo y datos.

Nuestras herramientas, serán los ensayos de laboratorio para la evaluación técnica – operacional en la mina torrecillas, para realizar el ensayo anteriormente mencionado, normado por **OHSAS 18001:2007 e ISO 14001:2004.**

d) Validez

Según (et al.,2014) la validez conocida con el nombre también de exactitud, verifica la medición entre la realidad y una anormalidad o también clasifica los procedimientos o instrumentos para lo que fue planteado o estipulado para que se mida, o clasifique que realmente estamos analizando lo que necesitamos y no otra cosa (Manterola, Zevando,Alarcon y Muñoz,2008).

e) Confiabilidad

Según (et al.,2014) la confiabilidad, definida como precisión en otros ámbitos, según no tiene que ver errores en la medición. Entonces, al realizar varias veces la medición en el mismo proceso las condiciones deberían ser próximas en resultados. Este concepto se relaciona en más importancia con la seguridad del instrumento consigno mismo, en forma independiente del actor que es el que aplica (observador) y del instante en el momento que es ejecutado (tiempo).

Tenemos un número significativo de muestras sometidas a ensayos, eso vuelve confiable a nuestra investigación.

Continuando una seguridad mayor en la confiabilidad de los instrumentos se utilizó y validó con el método de Alfa de Cronbach siendo esta una fórmula del tipo matemática que viabiliza el instrumento por medio de la contestación de cada ítem donde se empleó más de dos valores, debido a que es la escala de Likert y el método Alfa de Cronbach, la cual se denota consistencia desde la covariación de los ítems de los cuestionarios en forma que si hay mayor covariación, mayor puntuación alfa (Rodríguez y Reguant, 2020).

Tabla 5. Cuadro de cálculo de Alfa de Cronbach.

ENCUESTADO (EXPERTOS)	VALORES DE ELEMENTOS DE ACUERDO A LA ESCALA DE LIKERT VALIDEZ DEL INSTRUMENTO								SUMA
	P-1	P-2	P-3	P-4	P-5	P-6	P-7	P-8	
1	5	4	4	4	4	5	4	5	35
2	4	4	4	3	4	4	3	4	30
3	4	5	4	4	5	5	5	4	36
Varianza	0.22	0.22	0.00	0.22	0.22	0.22	0.67	0.22	
Sumatoria de varianzas	2.00								
Varianza de la suma de los Ítems	10.33								

Fuente: Elaboración propia.

Fórmula para hallar el alfa de Cronbach:

$$\alpha = \frac{K}{K + 1} \left[1 - \frac{\sum S_t^2}{S_t^2} \right]$$

Donde:

α	Coeficiente del alfa de Cronbach para la confiabilidad del cuestionario.
K	Cantidad de Ítems que se aplicó en el instrumento.
$\sum S_t^2$	Sumatoria de todas las varianzas en los respectivos ítems.
S_t^2	Varianza total aplicado al instrumento.

Remplazamos los valores en la fórmula para hallar el valor de alfa de Cronbach:

α	0.72
α	8
$\sum S_t^2$	2.0
S_t^2	10.33

Con el valor que se obtuvo en el alfa de Cronbach se comparó los resultados con

la tabla 06 donde se alcanzó una confiabilidad del 72% para este proyecto de investigación, lo cual represento una confiabilidad excelente.

Tabla 6: Confiabilidad alfa de Cronbach:

RANGO	CONFIABILIDAD
0.53 a menos	Confiabilidad nula
0.54 a 0.59	Confiabilidad baja
0.60 a 0.65	Confiabilidad
0.66 a 0.71	Muy confiable
0.72 a 0.99	Confiabilidad excelente
1	Confiabilidad perfecta

En la figura 10 siguiente, se muestra el conjunto preguntas de validez que utilizamos en nuestro proyecto de tesis.

3.8. Técnicas de Procesamiento y Análisis de Datos

Las técnicas para el procesamiento y análisis de los datos serán procesamiento manual (estadística descriptiva) y electrónico (programa estadístico).

- Interpretación litológica.

- Interpretación estructural.

3.8.1. Técnicas de procedimiento de datos

- a) **Análisis de documentos:** La técnica para el procesamiento de datos se realizará mediante hojas de cálculo, de acuerdo a los procedimientos señalados en los estándares, de acuerdo a los procedimientos.
- b) **Resultados:** Esta técnica se utilizó para integrar la información necesaria cuyo estudio, especialmente con respecto a los resultados de la evaluación.

3.8.2. Métodos de fichas

Se usan para información primaria y secundaria a fines revertido para preparar y crear un marco teórico.

3.8.3. Escala de medición

Reconoce al investigador. Se usó escala ordinal. Esto le permite aglomerar eventos cuando sea su posición relativa de un elemento a otro, según criterios, gráficos, tablas y estadísticas.

3.8.4. Análisis e interpretación de datos

Ordenamiento Manual de los resultados de evaluación.

3.9. Tratamiento Estadístico

Para este estudio se utilizarán software como: Excel, autocad y entre otros.

El tratamiento estadístico se realizará de acuerdo a la hipótesis que deseamos demostrar, se aplicará los procedimientos de demostración de la hipótesis estadística T-student y ANOVA.

Procesamiento de datos se realiza usando hojas de cálculo electrónico para crear tablas, de frecuencia y gráficos.

- En esta investigación estarán incluido inventario de reservas, ratio de exploración, programa de exploraciones y el proceso de estimación de leyes.

Así mismo, la información de datos de los procesos productivos de la mina, planeamiento mina, servicios, planta concentradora y seguridad.

3.9.1. Análisis e interpretación de datos

En nuestro proyecto de investigación, determinado que la data adjuntada es obtenida de acuerdo a los resultados de los ensayos realizados en el laboratorio dedicada a mecánica de suelos, se emplearon averiguaciones del investigador para poder presentarlo por medio de tablas, cuadros, penales, gráficos entre otros.

a) Prueba de validez y confiabilidad

Donde:

α	Coeficiente del alfa de Cronbach para la confiabilidad del cuestionario.
K	Cantidad de Ítems que se aplicó en el instrumento.
$\sum S_t^2$	Sumatoria de todas las varianzas en los respectivos ítems.
S_t^2	Varianza total aplicado al instrumento.

Remplazamos los valores en la fórmula para hallar el valor de alfa de Cronbach:

α	0.72
K	8
$\sum S_t^2$	2.0
S_t^2	10.33

Con el valor que se obtuvo en el alfa de Cronbach se comparó los resultados con la tabla 06 donde se alcanzó una confiabilidad del 72% para este proyecto de investigación, lo cual represento una confiabilidad excelente.

Tabla 6: Confiabilidad alfa de Cronbach:

RANGO	CONFIABILIDAD
0.53 a menos	Confiabilidad nula
0.54 a 0.59	Confiabilidad baja
0.60 a 0.65	Confiabilidad
0.66 a 0.71	Muy confiable
0.72 a 0.99	Confiabilidad excelente
1	Confiabilidad
	perfecta

En la figura 10 siguiente, se muestra el conjunto preguntas de validez que utilizamos en nuestro proyecto de tesis.

b) Afinidad Central 01/11/2021

Juicio – Evaluadores

Resumen – cuadros

Tipo de involución (regresión lineal).

Resumen del modelo ANOVA Delimitar coeficientes.

Análisis, interpretación y discusión de modelos de regresión múltiple.

Aproximación al modelo de correlación multilínea.

3.9.2. Prueba de Hipótesis

La productividad de los equipos diésel y establecer la relación beneficio/costo (hipótesis general).

TIPO:

$X > 3$

En donde:

X es la media aritmética de puntos de evaluación

3 es categoría 4

ESTADÍSTICO

$X = \text{Media Aritmética}$

3.9.3. Nivel de Significancia

$\alpha = 5 \% = 0,05$; entonces $\alpha = 0,05$; luego: $1 - 0,05 = 0,9 = 1 - \alpha$, lo cual se comprueba la hipótesis que el 95% de confiabilidad y un error de 5%.

Se proponen los siguientes pasos:

- a) Formulación de hipótesis nula
- b) Formulación de hipótesis alternativa
- c) Establecer un nivel de significancia.

3.10. Orientación Ética filosófica y epistémica

- Se guardará la debida confidencialidad de datos obtenidos de la empresa minera.
- De igual manera se evitará el plagio y se citará a cada autor de las definiciones que se haya recogido para el su estudio.

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSION

4.1. Descripción del trabajo de campo

4.1.1. Evaluación y análisis operacional de la mina torrecillas

4.1.1.1. Ubicación del estudio

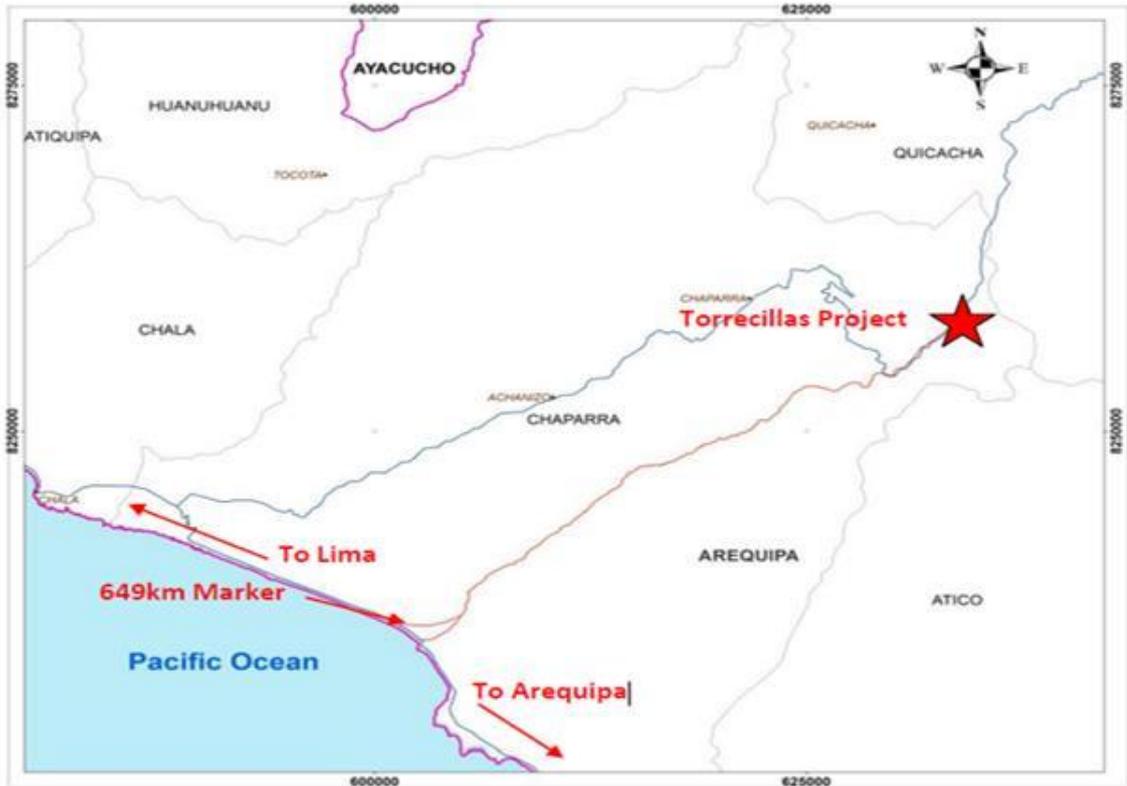
El proyecto está ubicado aproximadamente a 530 kilómetros al sur de Lima, en el distrito de Chala, provincia Caravelí, departamento de Arequipa al sur del Perú. Se encuentra a una altitud de 2,766 metros sobre el nivel del mar.

Sus coordenadas geográficas son 15°45'25" Latitud Sur y 73°45'12" Longitud Oeste.

Sus coordenadas centrales UTM son; 634,050 Este, 8'258,400 Norte, (DATUM WGS 84, Zona 18 SUR). Ver fig. N°1

Figura N° 1
Plano de Ubicación





Fuente: Elaboración propia

4.1.1.2. Accesibilidad

El acceso a la zona del proyecto es por vía terrestre Lima – Chala por la Panamericana Sur – desviación para la mina Torrecilla en el Kilómetro 649, de Chala.

4.1.1.3. Objetivo y alcance de la evaluación técnica operacional en mina Torrecillas

El objetivo principal del estudio es de evaluar la operación actual que realiza Minera Gold Ltd. en la unidad minera Torrecillas e identificar restricciones y cuellos de botellas operacionales, administrativas y de diseño que permitan mejorar su eficiencia y eficacia para obtener la mayor rentabilidad económica.

El alcance de la evaluación técnico operacional de minera Gold Ltd. Unidad Torrecillas según contrato contempla la evaluación de los siguientes puntos:

- Revisión del modelo de recurso.
- Revisión de los procedimientos para el cálculo de reservas minables.
- Identificación de factores críticos (dilución y recuperación de la reserva), asumidos para la estimación de reservas minables.
- Revisar y evaluar el diseño de Mina y Planeamiento a nivel conceptual:
 - Revisión del método de explotación, acorde a las caracterizaciones geológicas, geomecánicas del yacimiento y a la productividad esperada.
 - Revisión del plan de producción (secuencia de minado, ritmo de producción, programa de producción).
 - Analizar el dimensionamiento de equipos y dotación de personal verificando sus concordancias a los programas mensuales y anuales.
 - Identificación cuellos de botella en los ciclos del proceso productivo.
 - Revisión del organigrama y manual de funciones y competencias de la supervisión.
 - Revisar el modelo de gestión, indicadores de productividad y mecanismos de control.
 - Revisión de los servicios generales (agua, energía, drenaje, relleno, ventilación, comunicaciones, sistema de prevenciones incendios).
 - Revisión de los procedimientos de estimación del costo.
 - Identificación de oportunidad de mejoras, optimización y su impacto económico.

4.1.1.4. Ficha informativa técnica de la situación operacional de la Mina Torrecillas

La unidad operativa de Torrecillas, propiedad de Minera Gold Ltda., ubicado en el distrito de Chala, provincia Caravelí, departamento de Arequipa al sur del Perú, se encuentra a una altitud de 2,766 metros sobre el nivel del mar.

La unidad minera de Torrecillas presenta a partir del año 2011, serios problemas operativos, principalmente con disminución importante del contenido de oro en su mineral extraído de la veta Torrecillas, disminución de reservas, menor tonelaje de producción ejecutada, disminución de los programas de avance en exploraciones y preparaciones, planeamiento programado no adecuado a la realidad, alto costo de producción, lo que resulta en un rendimiento económico negativo en los últimos periodos.

El alcance del estudio comprende la evaluación de todos los procesos operativos que se desarrollan en la mina Torrecillas, con el fin de identificar debilidades y convertirlas en fortalezas de la organización, con la premisa de mejora continua.

El presente documento contiene la descripción y límites del alcance de los trabajos de campo y gabinete, consideraciones técnicas generales, aportes de data del propietario y análisis, diagnóstico y recomendaciones por parte de TWP Sudamérica.

El contrato detalla un presupuesto de ejecución de 05 semanas de elaboración.

El estudio se realizó en base a la ética profesional que distingue a TWP Sudamérica, para la satisfacción total del cliente.

4.1.1.5. Geología

4.1.1.5.1. Geología regional

El Yacimiento aurífero Torrecillas se encuentra en el distrito Metalogenética conocido como cinturón Nazca – Ocoña con persistencia y presencia de yacimientos de auríferos de más de 100km de longitud, caracterizado por vetas de plata, cobre y oro; geológicamente se encuentra emplazado en la franja subvolcánica del Terciario denominada “Complejo Bella Unión” conformada por Andesitas y Dacitas principalmente.

Las estructuras mineralizadas corresponden a rellenos de fracturas que dieron lugar a la formación de estructuras Vetiformes tipo “rosario”, tensionales y sigmoides, rellenas principalmente por cuarzo acompañado por alteraciones predominantemente clorítica y en las cajas Epidotización moderada a intensa generalmente con disseminaciones de pirita fina.

Estas estructuras mineralizadas tienen dirección Este - Oeste y buzamiento al Norte. Los fallamientos con dirección NNW – SSE post mineralización segmentaron y desplazaron las estructuras entre 15 a 20 m.

De acuerdo al comportamiento mineralógico se trata de un yacimiento tipo Mesotermal de Qz-Py con halos de alteración Sericítica

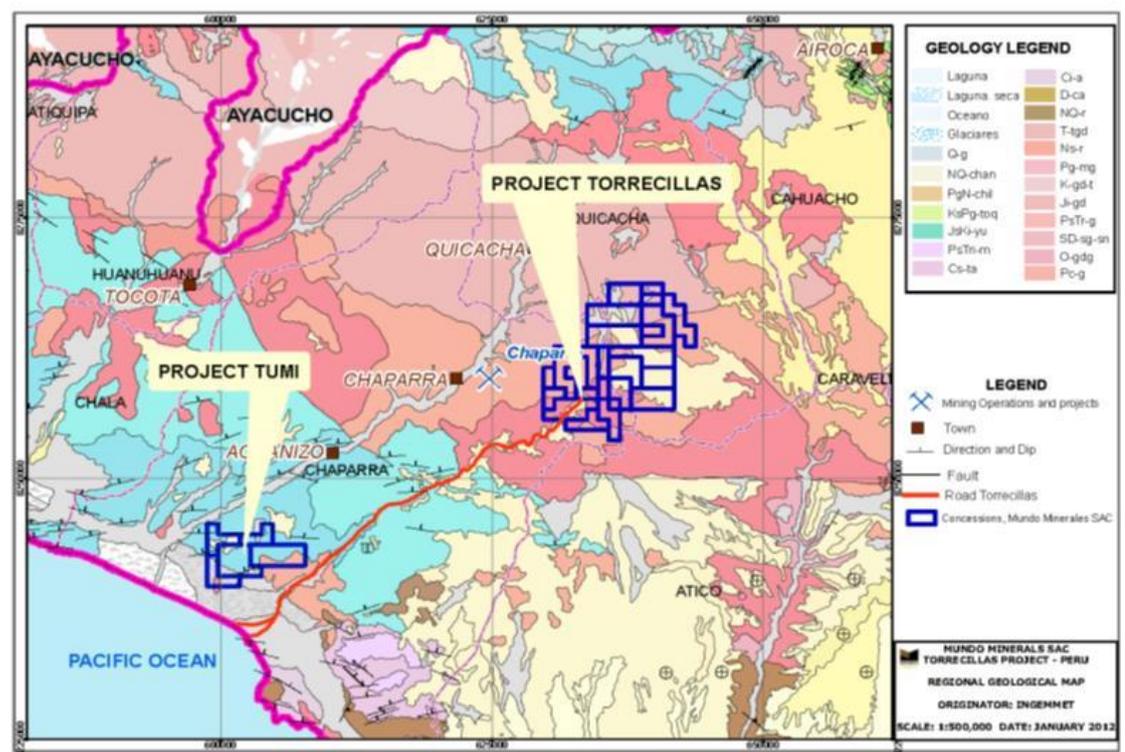
La mena mineralizada comprende Pirita fina de textura friable y cuarzo, en superficie la presencia de Hematita es muy notoria con valores erráticos de oro, a los 40 m de profundidad se inicia la zona de sulfuros y la presencia irregular de oro. En las zonas más anchas de la falla se observa presencia pirita gruesa y concentraciones de calcopirita masiva.

En el marco geológico regional, la mina Torrecillas se encuentra dentro de la formación Bella Unión, muy cerca del contacto con un gran Plutón Tonalítico – Granodiorítica, perteneciente al denominado “Batolito de la Costa”, del Cretáceo.

La mina Torrecillas se encuentra en un lugar donde las fallas regionales hacen una marcada inflexión, mostrando en el plano una gran curva, en donde la mina Torrecillas se halla en la parte cóncava de la misma. Hacia el Sur de la mina, las fallas presentan un rumbo WNW-ESE y hacia el Oeste las mismas fallas presentan un rumbo NW-SE. Las fallas más conspicuas son Pan de Azúcar y Los Médanos, ubicadas a 7 y 12 km de la mina. Una falla menor, paralela a las fallas arriba mencionadas, pasa por la mina.

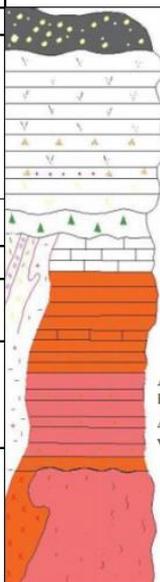
Figura N° 2

Mapa de Geología Regional



El clima de San Vicente es cálido y húmedo con una temperatura promedio de 25°C. Durante el año se tienen dos estaciones según la cantidad de precipitaciones, la estación seca, entre mayo y septiembre, y la estación húmeda entre octubre y abril.

COLUMNA ESTRATIGRAFICA REGIONAL

ERA	SISTEM.	SERIE	UNIDADES ESTRATIGRAFICAS	ESPESOR (METROS)	LITOLOGIA	
CENOZOICO	CUATERNARIO	Holoceno	Depósitos fluviales	200	 <p>Arenas y gravas</p> <p>Lavas con intercalación de tobas, brechas y conglomerados</p> <p>Tobas dacíticas</p> <p>Calizas Gris Oscura</p> <p>Complejo Bella Unión</p> <p>Cuarcitas y areniscas</p> <p>Cuarcitas arcósicas blancas En bancos gruesos</p> <p>Areniscas blancas y grises, lutitas o limonitas abigarradas, andesitas.</p> <p>Areniscas, lutitas, marga, brechas volcánicas y andesíticas</p> <p>Batolito de la costa</p> <p>Granitoides</p> <p>Gneis</p>	
		PLEISTOCENO	Grupo Barroso	Serie Inferior		700
	TERCIARIO					
MESOZOICO	CRETÁCEO	Superior	Súper Tiabaya	95		
		Inferior	Súper unidad Linga	95		
	JURASICO	SUPERIOR	Grupo Yuma	Formación Yauca	2000	
PROTEROZOICO	PRECAMBRIICO		Complejo Basal	?		

4.1.1.5.2. Geología local

La descripción del marco geológico del proyecto ha sido tomada del informe final elaborado por el consultor Marco Fernández-Concha.

En rasgos generales, dentro de toda la zona estudiada del Proyecto Torrecillas se aprecian dos escenarios de rocas distintas:

- Un batolito ubicado al Norte, compuesto de rocas intrusivas frescas.
- Rocas del Complejo Bella Unión que se encuentran totalmente perturbadas por múltiples intrusiones Hipabisales.

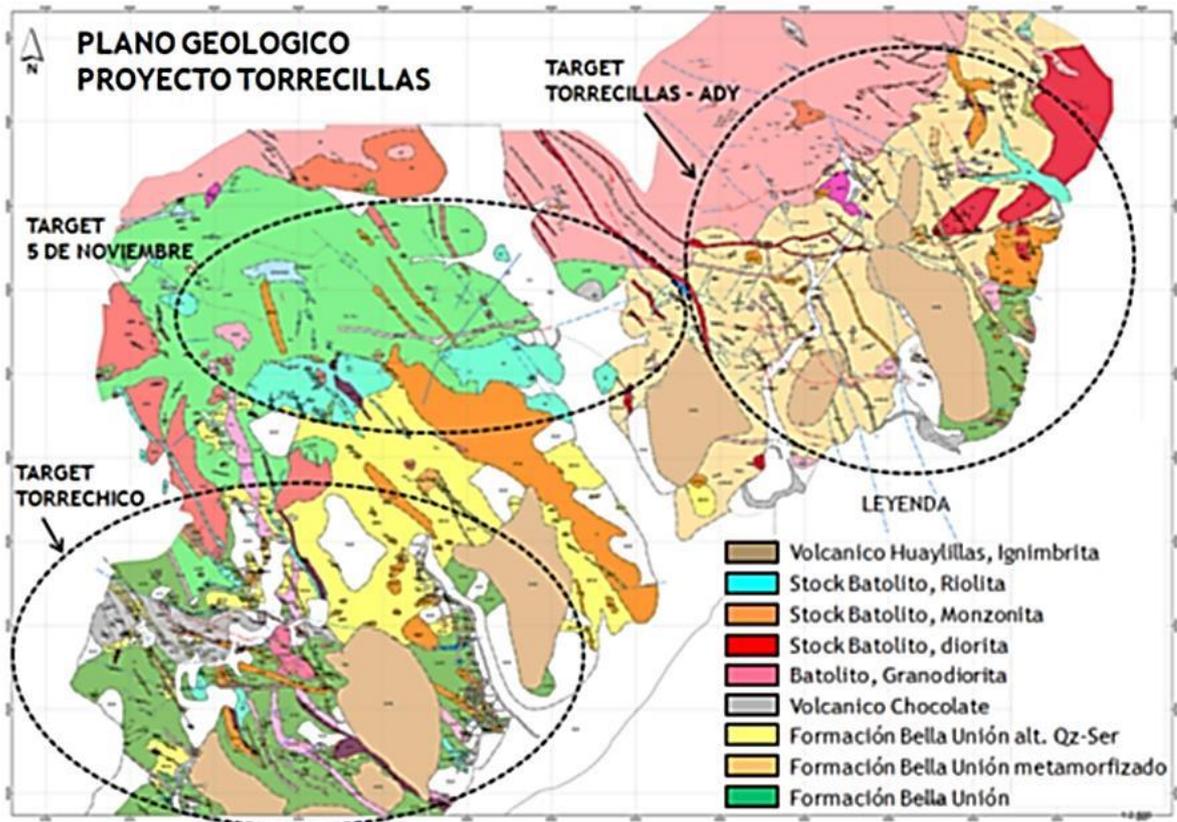
La roca encajonante (formación Bella Unión) se encuentra metamorfizada en un halo irregular paralelo al contacto del batolito. Este metamorfismo se aprecia como una roca corneana (hornfels). Igualmente, debido a un hidrotermalismo regional tardío, toda la

formación Bella Unión se encuentra propilitizada, argilizada y alterada a cuarzo-sericita, por sectores. La alteración hidrotermal más intensa se aprecia en el bloque occidental (bloque 5 de noviembre-Torrechico). En las diversas imágenes de satélite de la zona, se aprecia un gran cuerpo alargado que presenta una coloración distinta y que se ubica a lo largo de casi todo el contacto batolito-Complejo Bella Unión. En terreno no ha podido reconocerse el motivo de esta apariencia distinta del complejo Bella Unión no existiendo una alteración, diseminación de sulfuros, ni mucho menos una unidad litológica que lo distinga del resto. Esta coloración es tan notoria, que equivocadamente en la interpretación basada en las imágenes de Quickbird, efectuada por Hampton Mining PTY Ltd en abril del 2005, tratan esta zona como si fuera un complejo intrusivo porfirítico distinto al resto de las rocas que lo rodean. Para evitar confusiones y malas interpretaciones, se debe tener presente que este complejo intrusivo no existe.

La dirección general que presentan casi todos los diques, fallas y stocks es de NW-SE (dirección cordillerana). Adicionalmente, existe otra dirección que marca el rumbo de algunos diques, fallas y que controla el alineamiento de los dos grandes stocks de Riolita. Todas las vetas, casi sin excepción, siguen también este rumbo Este - Oeste.

Adicionalmente de las rocas arriba mencionadas, en las partes bajas de las laderas, cerca de la quebrada Torrecillas, existen grandes afloramientos aislados de Ignimbritas de composición Riodacíticas, que corresponden a relictos de lo que en otro tiempo fue una enorme lengua volcánica que ocupaba la Paleoquebrada Torrecillas. Los recursos locales están basados en San Vicente donde SIMSA provee a sus supervisores alojamiento y alimentación. Las comunicaciones son provistas por SIMSA además que existe cobertura de señal celular.

Figura N° 3
Plano Geológico del Proyecto



El Sector Torrecillas-Ady-Oly se caracteriza por abarcar parte del contacto del gran batolito costero con la formación Bella Unión, ambas de edad Cretácica. El Batolito se presenta como dos masas ígneas separadas, una principal de granodiorita y otra menor de diorita. La masa principal Granodiorítica ocupa toda el área norte y suroeste del plano y se encuentra en contacto directo con la formación Bella Unión. Este contacto sigue una dirección NE-SW. La masa diorítica se ubica al Este del plano y se presenta en dos grandes afloramientos principales, aislados y separados del plutón principal granodiorítico, encontrándose totalmente rodeado por la formación Bella Unión. La forma que presentan sus afloramientos (alargado a manera de un gran dedo) nos indica que su intrusión ha sido

controlada por rasgos estructurales, los cuales, al igual que el contacto de la granodiorita, sigue una dirección NE-SW.

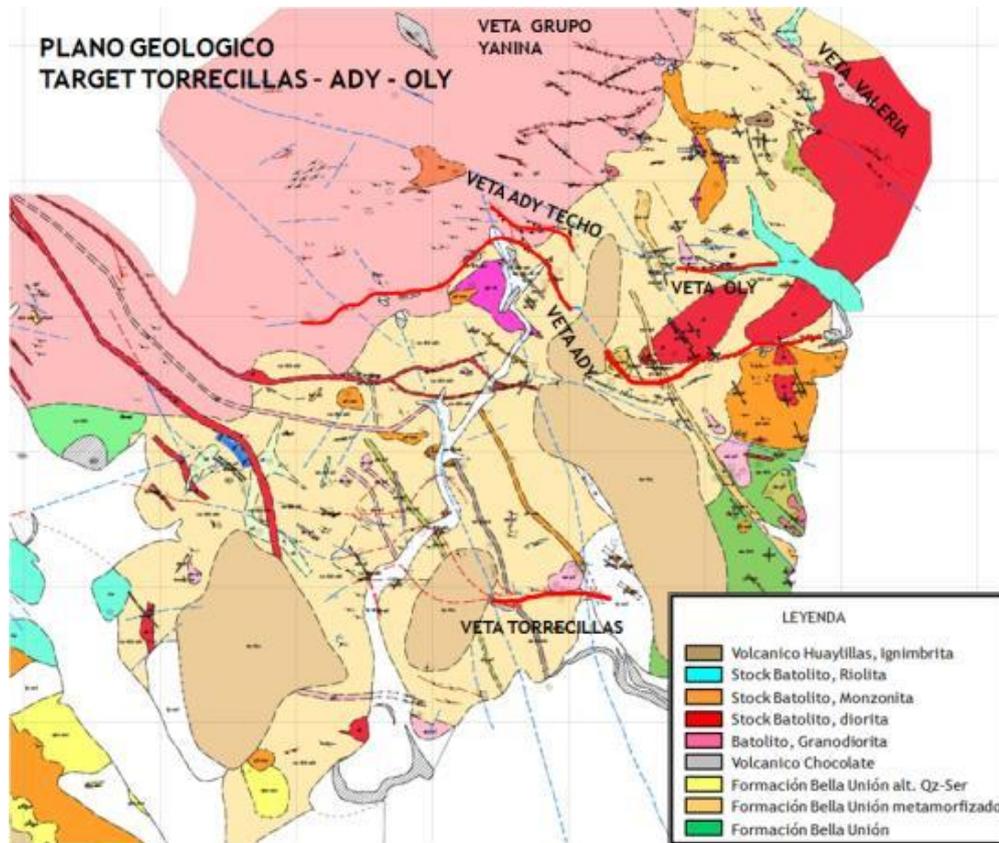
Generalmente en los Andes centrales, las intrusiones de composición básica son las primeras en emplazarse, pero al parecer aquí esta regla no se cumple, ya que la intrusión de diorita fue posterior a la de granodiorita.

Posteriormente a la principal intrusión de granodiorita, se produjeron diversas intrusiones menores a modo de pequeños stocks de diversos tamaños y composiciones, cuyo rango fluctúa desde rocas muy ácidas (Riolitas y Riodacitas), intermedias (monzonitas), hasta muy básicas (Gabro dioritas). Estos pequeños stocks se presentan intruyendo la formación Bella Unión y se encuentran burdamente alineados a lo largo de un corredor que siguen una dirección NE-SW, paralelos al contacto de la granodiorita con el Complejo Bella Unión.

Inmediatamente después de la intrusión de diorita, se emplazó otro corredor paralelo. Al corredor ubicado más al Norte se la ha denominado Corredor 1; al ubicado más al Sur, Corredor 2.

A lo largo del Corredor 1, principalmente hacia el Oeste, se aprecian cuerpos y stocks que presentan una fuerte silicificación, consistentes en brechas silíceas e impregnaciones intensas de sílice pervasiva. Esta alteración representa uno de los eventos póstumos del Hidrotermalismo, y anteriores a la mineralización de vetas.

Figura N° 4
Plano Geológico Target Torrecillas – ADY - OLY

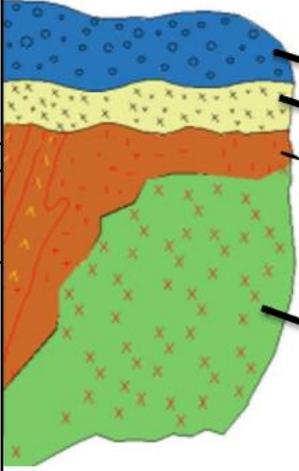


Terminando el proceso de inyección magmática, se introdujeron diques de composición intermedia a básica a lo largo del fracturamiento existente en ese momento. Las vetas representan un evento de larga duración depositadas antes y durante esta última etapa.

La roca encajonante (formación Bella Unión) se encuentra metamorfizada en un delgado halo paralelo al contacto del batolito. Este metamorfismo se aprecia como una roca corneana (hornfels). Igualmente, debido a un hidrotermalismo regional tardío, toda la formación Bella Unión se encuentra propilitizada, argilizada y alterada a cuarzo-sericita, por sectores.

Finalmente, en una antigua quebrada se depositaron sobre casi todas las unidades arriba descritas, los tufos de la formación Huaylillas, los cuales se exponen actualmente a modo de remanentes.

COLUMNA ESTRATIGRÁFICA LOCAL

ERA	SISTEM.	SERIE	UNIDADES ESTRATIGRÁFICAS	ESPESOR (METROS)	LITOLOGIA
CENOZOICO	CUATERNARIO	holoceno	Depósitos aluviales	200	 <p>gravas, limes y arenas semi consolidados</p> <p>Volcánico e</p> <p>Diorita</p> <p>Intrusivos granodioríticos dioríticos Y tonalíticos, la granodiorita es la roca principal Y se presenta en forma homogénea, estas rocas son de grano medio.</p>
NEOZOICO	CRETÁCEO	superior	Súper Unidad Tiabaya.	95	
		inferior	Súper unidad Linga	95	
PROTEROZOICO	PRECAMBRICO			?	

4.1.1.5.3. Revisión del recurso

En la unidad minera de Torrecillas el departamento de Geología proporcionó los siguientes cuadros del inventario, los cuales muestran una poca cantidad de reservas, que indica que debe haber una rápida conversión de mineral indicado-inferido a reservas para evitar problemas a la empresa, que ya se encuentra en una situación delicada.

Tabla N° 1

Reserva de Mineral Probado – Probable 2019

Item	Nivel	Tajo	Pot	Ley Diluida au- g/t	TM
1.00	12.00	860.00	0.47	5.29	102.60
2.00	12.00	905.00	0.46	4.76	227.56
10.00	13.00	4090.00	0.67	5.77	366.62
11.00	14.00	4000.00	0.44	11.37	128.59
12.00	14.00	4000 INF	0.44	6.44	109.44
14.00	14.00	4090 SUP	0.51	4.70	162.79
15.00	14.00	4090 INF	0.94	1.59	642.96
16	14	4100 SUP	0.47	5.77	188.78
17	14	4100 INF	0.86	1.55	207.84
18	15	4235	0.51	9.90	242.14
19	15	4055	0.50	9.95	140.90
20	15	4075 SUP	0.47	5.86	239.40
22	15	4125	0.50	7.34	326.95
24	16 A	4205	0.26	5.34	136.80
25	16	4065	0.32	10.06	179.21
26	16	2	0.32	10.06	140.00
27	16	4095	0.43	8.56	95.76
28	16	3	0.43	8.56	95.76
29	16	4120	0.55	8.88	109.44
30	16	4120 INF	0.51	5.12	314.64
31	16	4145	0.29	8.73	136.80
34	16	4195	0.43	8.48	68.40
35	16	4205	0.30	20.63	205.20
36	16	5	0.30	20.63	205.00
Total			0.47	8.39	4,217.00
RECURSO INFERIDO					
TM			LEY g/t Au		
44,460			11.05		

La poca cantidad de reservas se debe al escaso avance de la rampa, como producto no hubo reposición de reservas, tampoco acceso a nuevas zonas de exploración, preparación y desarrollo.

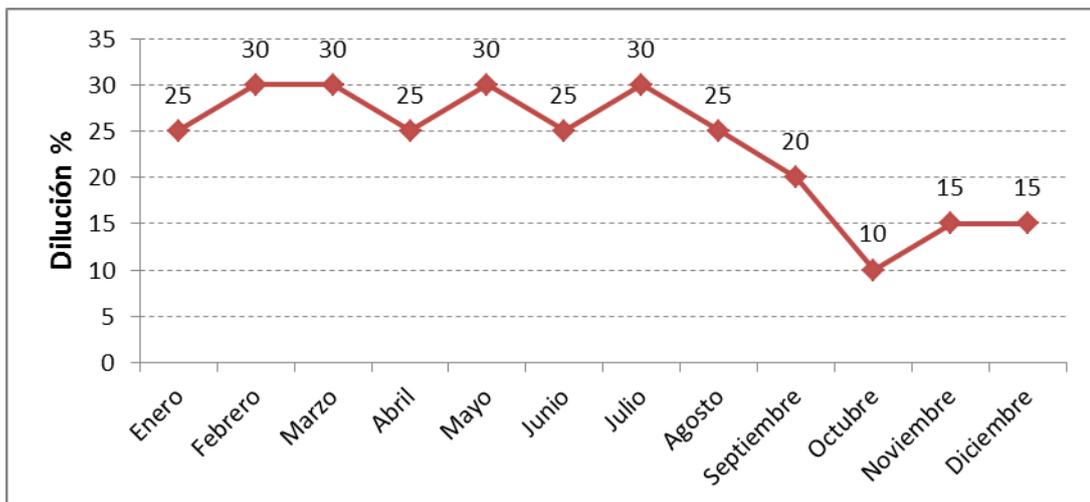
Se sugiere establecer un programa agresivo de labores exploratorias (rampa, galerías, etc.), a corto plazo, adecuadas a los niveles de inversión de la empresa. Exploración de nuevas zonas potenciales como Tessi, Rebeca, Ady, etc.

4.1.1.5.4. Dilución y recuperación asumida para la estimación de reservas minables

a) **Dilución:** El informe de geología indica el mejor control de la dilución de mineral en mina en el último periodo. Se muestra la siguiente tabla N° 2.

Tabla N° 2
Porcentaje de Dilución 2019

M	TM	In Situ Grade	Mined Grade	Dilution %
ENERO	1431	18.50	13.88	25.
FEBRERO	1175	17.55	12.28	30.
MARZO	727	18.06	12.64	30.
ABRIL	1518	15.81	11.86	25.
MAYO	728	17.25	12.08	30.
JUNIO	1038	13.55	10.16	25.
JULIO	1517	15.19	10.64	30.
AGOSTO	1819	15.87	11.90	25.
SEPTIEMBRE	1229	12.03	9.62	20.
OCTUBRE	1318	14.44	12.28	10.
NOVIEMBRE	1455	16.26	13.82	15.
DICIEMBRE	1387	13.71	11.66	15.
TOTAL	15342	15.69	11.90	23.



La dilución se puede mejorar en 2 puntos importantes observados en la mina Torrecillas:

- Se pudo observar que antes de la voladura de la parte mineralizada en los tajos, no se coloca un falso piso para evitar la pérdida de los finos (tablas, lona), esto ayudaría a incrementar el valor de mineral y disminuir la dilución que es mal cargada por este proceso operativo.
- Se observó que en la mina utilizan como explosivo dinamita de 65%, que es muy potente para el tipo de roca encajonarte y daña a ambas cajas, lo que ocasiona el aumento de dilución. Se sugiere utilizar dinamita de 45%, con menos poder rompedor y por ende menor daño a las cajas, evitando una mayor dilución.

b) **Recuperación:** La recuperación de reserva es un aspecto crítico vinculado al método de explotación, se ha observado importantes volúmenes de reserva que quedan en los pilares y puentes, por las condiciones de inestabilidad que se producen al llegar a la etapa de recuperación de estos puentes, esta operación requiere de mucho uso de madera como elementos de sostenimiento en la rehabilitación de accesos, en condiciones de alto riesgo, baja productividad con alto costo operativo.

Según estudio a detalle de los planos topográficos de puentes y pilares que queda después del proceso de explotación, y comparando con el volumen de los blocks preparados antes del minado, se puede cuantificar el volumen de reserva que queda sin recuperar, la siguiente tabla N° 3 nos da una idea de la cantidad de mineral que se deja de explotar.

**Tabla N° 3
Recuperación de Reservas**

FASE EXPLORACIÓN

Nivel	Área Total (m2)	Área explotada (m2)	Área Insitu (m2)	Galerías (m)	Cruceros (m)	Rampa (m)
2555(13)	4,678.35	1,986.26	1,433.73	369.00	63.00	1,131.30
2515(14)	5,150.83	2,208.16	1,415.45	246.00	81.00	
2475(15)	7,147.10	4,130.09	2,142.67	276.00	153.00	
2465(16A)	2,587.90	1,367.08	835.84	184.00		
2445 SUBNIVEL	2,197.40	803.55	1,062.52	68.50		
Suma Total=	21,762	10,495	6,890			

FASE PREPARACIÓN

Nivel	Área Total	Área Explotada	Área Insitu	Chimeneas	Subniveles
2555(13)	4,678.35	1,986.26	1,433.73	297.00	297.00
2515(14)	5,150.83	2,208.16	1,415.45	332.10	305.00
2475(15)	7,147.10	4,130.09	2,142.67	586.50	550.00
2465(16A)	2,587.90	1,367.08	835.84	155.20	155.00
2445 SUBNIVEL	2,197.40	803.55	1,062.52	52.00	29.00
Suma Total=	21,762	10,495	6,890		

Área sin explorar = 31.66%

4.1.1.5.5. Isovalores e Isopotencias

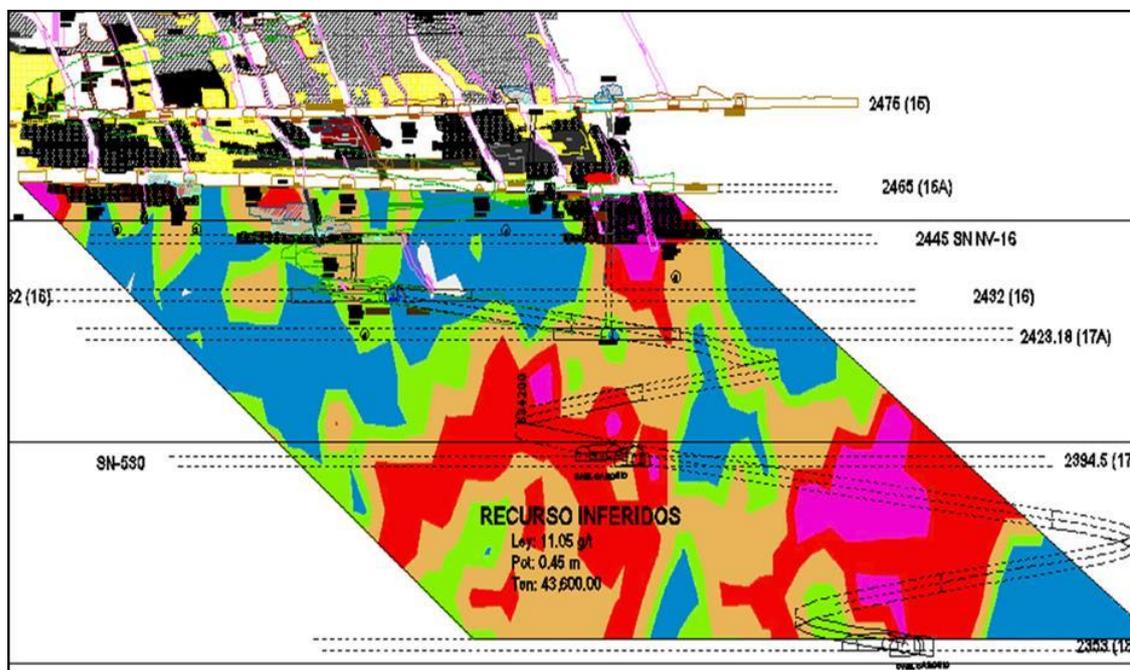
Según los planos de Isovalores de mineral de oro proporcionados por la minera se puede observar la proyección de mineral como recurso inferido en profundidad, niveles 16, 17A, 17 y 18, los valores de oro son importantes, lo que indican la viabilidad a futuro de la producción.

Los planos de Isopotencias no fueron entregados por el área de geología de la minera.

Se debe continuar la rampa a niveles inferiores para garantizar la sostenibilidad de la producción. (Ver figura N° 5)

Figura N° 5

Plano de Isovalores – Torrecillas



4.1.1.5.6. Ratios de Exploración

De acuerdo a la información proporcionada por el área de geología en Torrecillas, se establece el siguiente ratio de exploración. (Ver tabla N° 4)

Tabla N° 4

Ratio de Exploración Actual

Ítem	Exploraciones
Metros	2,237
Ton/mes	14,693

Ratio de Exploración (ton/m) 6.57

En el metraje del presupuesto anual y mensual el ratio de exploraciones es un valor fijo que depende exclusivamente de la potencia de la veta y su persistencia vertical, por ende, es una restricción que

acompañara a la producción a lo largo de la explotación de la mina Torrecillas.

Dado un ratio de exploraciones de valor bajo se debe tomar las siguientes medidas:

El programa de producción debe estar ajustado al ratio de exploración.

- La programación de menor metraje de desarrollos, ocasionará colapso operativo.
- En el marco de inversiones se debe reorientar la continuación de la rampa y de las galerías exploratorias para reponer rápidamente zonas minables,
- El inicio de operaciones en otros sectores como: Rebeca, Addy, Tessie serán fundamentales para el incremento de producción.

4.1.1.6. Aspectos Geomecánicos

Se tiene el estudio Geomecánico de la empresa Copersa Ingeniería Sac. El cual indica que en el año 2018 se realizó la evaluación de la rampa y labores de explotación hasta el Nivel 15. El año 2019 se realizó perforaciones diamantinas hasta el Nivel 20

Los resultados de la evaluación Geomecánica indican la presencia de dos zonas o dominios geotécnicos marcadamente diferenciados en el nivel 12 y el nivel 15 - 20, uno dominante donde las rocas encajonantes son de competencia Regular a Buena, y otro de carácter local en donde la roca es de Mala calidad.

Según las secciones mencionadas, la zona en estudio presenta dos dominios Geomecánicos marcadamente diferenciados: un dominio en donde la calidad de la masa rocosa es Regular (IIIA-IIIB) y otro en donde la calidad de la masa rocosa es Mala (IV). El primero involucra a las rocas de la caja techo y caja piso que no están en la zona de

influencia de las fallas o rocas mineralizadas relativamente competentes.

El otro dominio involucra a las rocas de cajas y las rocas mineralizadas que se encuentra en la zona de influencia de las estructuras mineralizada.

Las pruebas Geomecánicas necesarias para el proyecto se realizaron en el laboratorio de Mecánica de Rocas de la Universidad Nacional de Ingeniería (UNI).

De estos ensayos se tienen los siguientes resultados:

- Los valores **mi**, de 26 y 24 respectivamente para la roca de la caja techo (andesita) y mineral.
- Los valores de densidad para las rocas de cajas 2.8 Ton/m³, roca mineralizada 3.0 Ton/m³.
- El valor del ángulo de fricción básico es similar para las rocas de las cajas y el mineral: entre 29° y 33°.

La resistencia de la masa rocosa para las rocas de calidad IIIA se ha considerado un valor promedio RMR = 55 y para las rocas de calidad Mala un valor promedio RMR = 35.ç

Figura N° 6
Tipo de Roca en Veta



Para las condiciones de agua subterránea solo se presenta condiciones húmedas, localmente presenta condiciones mojadas y goteo.

Los esfuerzos en el macizo rocoso a una profundidad de 280 metros se espera que sean de magnitud relativamente media. El esfuerzo vertical in situ resulta aproximadamente 7.84 MPa.

La constante "k" (relación de los esfuerzos horizontal y vertical), $k = 0.9$.

La dirección preferencial de avance es N30°W perpendicular a las discontinuidades principales, donde las condiciones de estabilidad son favorables y N20°E moderadamente favorable perpendicular a la familia secundaria de las discontinuidades. En sentido contrario, las condiciones de estabilidad son desfavorables cuyos avances son alineados al rumbo de la estructura mineralizada, con orientación E-W.

Tabla N° 5

Parámetros Geomecánicos

RESUMEN		
RMR	30 - 13	
RESISTENCIA COMPRESION SIMPLE	200	<i>kg/cm</i> ♦
PESO ESPECIFICO DEL TERRENO	2.7	<i>kg/cm</i> ♦
ANCHO DE TUNEL	1.2	metros
ALTURA	1.5	metros
DISTANCIA ENTRE MARCOS	1.2	metros
ESFUERZO VERTICAL	12	<i>kg/cm</i> ♦
ESFUERZO HORIZONTAL	0	<i>kg/cm</i> ♦
ANGULO DE ROTURA	45	°
ESFUERZO NORMAL	60	<i>kg/cm</i> ♦
DIAMETRO DE LA MADERA	7	pulgadas
ESFUERZO PERMISIBLE DE LA MADERA	73.7	<i>kg/cm</i> ♦
LONGITUD DE PASE	1.5 – 1.0	metros
TIEMPO DE AUTOSOSTENIMIENTO	4 a 1	horas

4.2. Presentación, análisis e interpretación de resultados

4.2.1. Mina

4.2.1.1. Método de explotación

El método de minado empleado en la unidad minera de Torrecillas es el de corte y relleno ascendente horizontal (breasting), con relleno de tajo proveniente exclusivamente del desquinche de la caja piso.

Dada las condiciones estructurales (buzamiento de 45°), veta de poca potencia y el comportamiento geomecánico pobre de la caja techo, consideramos que es el método de explotación que da mayor seguridad en la prevención de riesgos en el proceso de minado subterráneo.

El método es el más adecuado.

Figura N° 7

Método Minado Sección Longitudinal

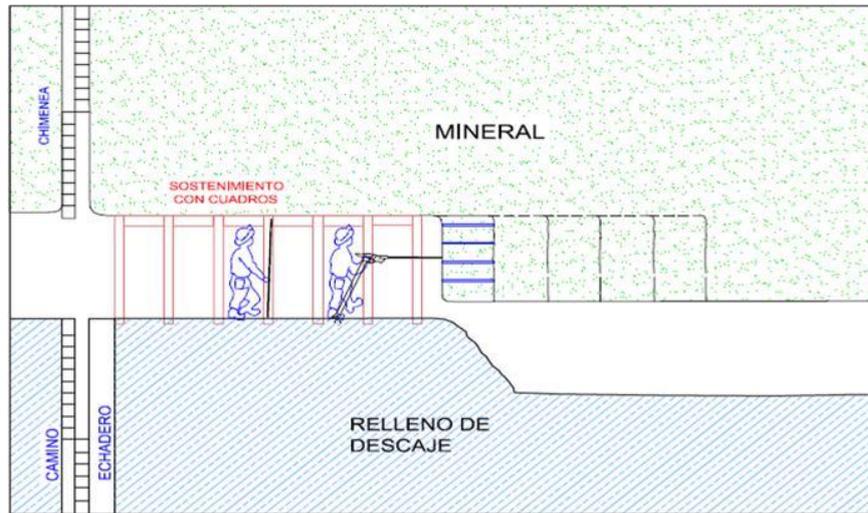


Figura N° 8

Perforación Sección Transversal

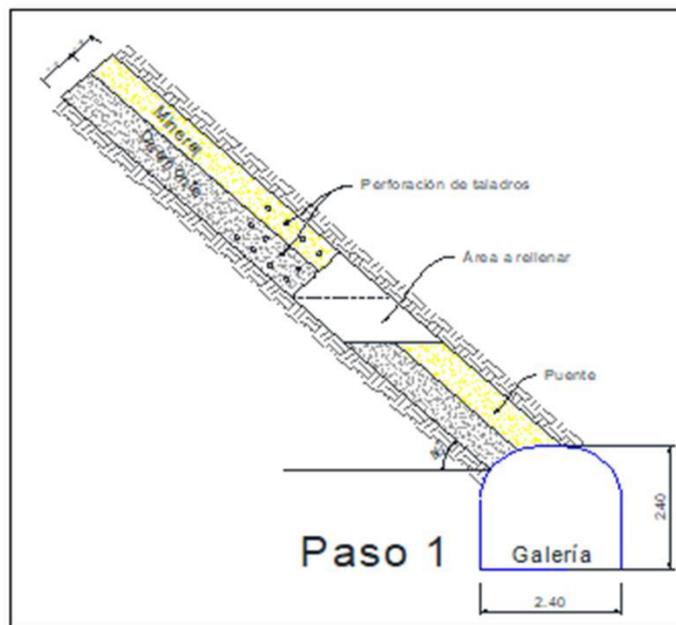


Figura N° 9

Disparo de Desmonte Sección Transversal

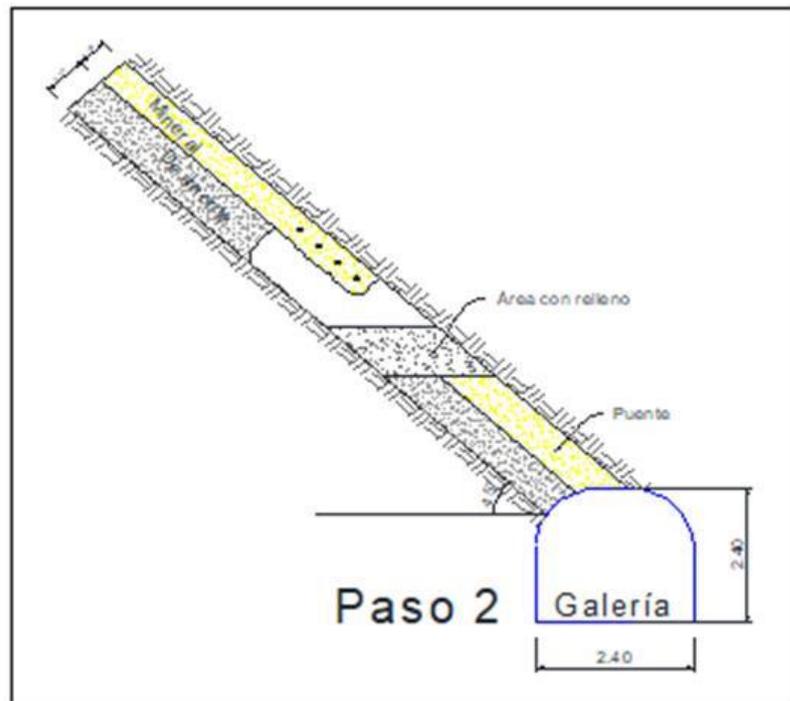


Figura N° 10

Disparo de Mineral Sección Transversal

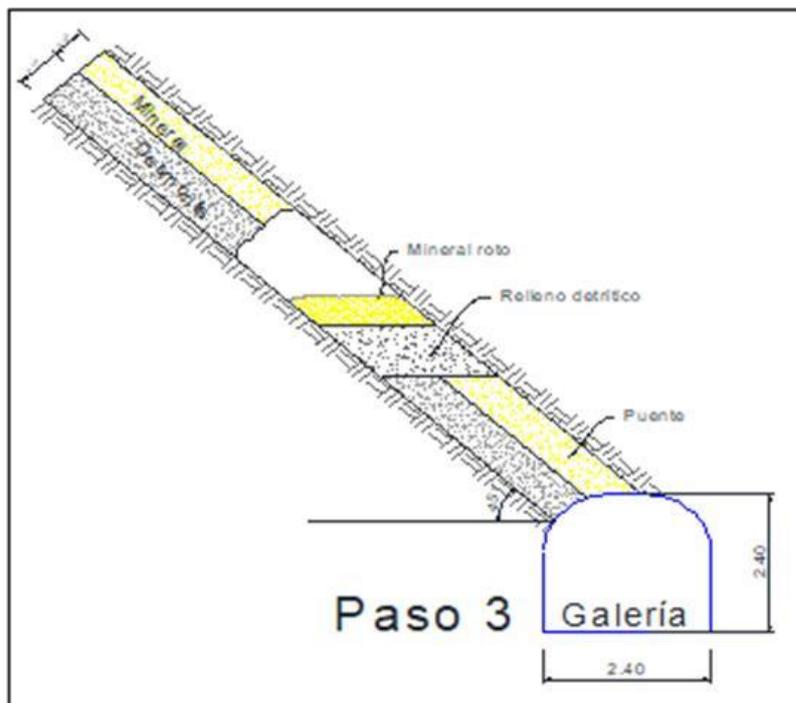
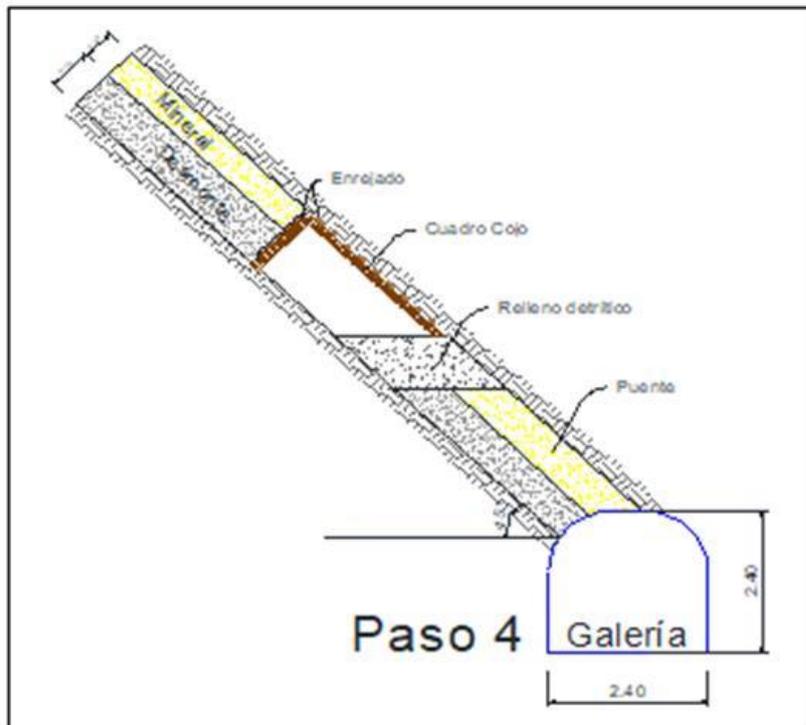


Figura N° 11

Sostenimiento Sección Transversal



En las labores se identificó la presencia de 2 trabajadores que se encargan de realizar las operaciones unitarias de minado en forma integral.

Es difícil obtener mayores eficiencias si el personal de tajo (2 personas), realizan la mayoría de operaciones unitarias del ciclo productivo.

La empresa minera debe realizar un estudio a detalle de racionalización de tiempos para determinar el ciclo óptimo y productividad en general.

4.2.1.1.1. Operaciones Unitarias de Minado

4.2.1.1.1.1. Perforación.

Se realiza por medio de máquinas de perforación convencionales tipo Jack Leg, La veta principal presenta potencias que van desde 10 cm. a 60 cm. se perfora el frente del subnivel en forma horizontal, paralelo a la labor,

con un ancho operativo de sección de 1.20 m y una altura de 1.80 m, y profundidad de 1.20 m, perforando toda el área descrita.

Mecanizar la perforación en los tajos es inviable, una alternativa es la formación de cuadrillas de perforación en baterías de tajos ciclados.

Figura N° 12

Tajo en Producción



Figura N° 13

Frente de Avance



4.2.1.1.1.2. Voladura.

La voladura se realiza en dos etapas:

- Primero: se dispara los taladros acumulados en la parte estéril, esto es en la caja piso de la labor (el material de utiliza para relleno del tajo).
- Segundo: una vez nivelado el piso con el desmonte producido por el primer disparo, se dispara los taladros acumulados en la veta (caja techo).

Se observó que en la mina utilizan como explosivo dinamita de 65% que es muy potente para el tipo de roca encajonante y daña ambas cajas, lo que ocasiona el aumento de dilución. Se sugiere utilizar dinamita 45% con menos poder rompedor y por ende menor daño a las cajas, evitando una mayor dilución.

4.2.1.1.1.3. Relleno.

La carga producto de la voladura de desmonte de los taladros acumulados en la caja piso, se pampilla o nivela en el subnivel, para poder disparar los taladros acumulados en mineral, este relleno se hace en forma manual.

La posibilidad de utilizar otro tipo de relleno por el momento es inviable por tema de costos (niveles de inversión) y el bajo valor de mineral.

4.2.1.1.1.4. Limpieza.

La limpieza de los tajos de producción se realiza de manera manual y se traslada al ore pass por medio de carretillas, no se encontró en operación ningún winche eléctrico en las labores inspeccionadas. Es necesario realizar un estudio de racionalización de tiempos de los ciclos de limpieza de mineral para poder identificar el cuello de botella que hace que estos tiempos sean altos y la productividad ineficiente.

La utilización de Scraper es una buena alternativa para incrementar la eficiencia operativa.

4.2.1.1.1.5. Sostenimiento.

El sostenimiento de la labor se realiza con cuadros cojos de madera, capaces de adaptarse a las presiones que se desarrollan en las cajas, en estas condiciones se requiere sostenimiento inmediato. Estos cuadros son armados por el mismo personal de la labor. La logística de madera es uno de los aspectos críticos para la continuidad de los trabajos y acelerar los ciclos de minado; como se puede apreciar en el siguiente cuadro que se realizó con datos proporcionados por mina, el sostenimiento abarca la mayor parte del ciclo con un 43% (3.5 h).

Se podría optar por una cuadrilla de enmaderadores que realice exclusivamente este trabajo para todos los tajos de producción, siempre y cuando las operaciones estén centralizadas y no perder tiempo en el traslado del personal, así mismo implementar motosierras neumáticas para un rápido aserrado de los elementos de madera.

El sostenimiento es el adecuado.

Figura N° 14

Sostenimiento con Cuadros



Figura N° 15

Ciclo de Minado

MINING CYCLE		
Activity	Minutes	Hours
Scale	40.00	0.67
Cleaning	164.16	2.74
Wood support	210.00	3.50
Drilling	35.20	0.59
Blast	15.00	0.25
Ventilation	30.00	0.50
TOTAL=	494.36	8.24



Las actividades de mayor consumo de tiempo en las operaciones unitarias se acumulan en sostenimiento, se podría optar por cuadrillas específicas de sostenimiento, cuadrilla de perforación y voladura, cuadrilla de limpieza, etc. esto se debe estudiar a detalle.

4.2.1.1.1.6. Acarreo de mineral en interior mina.

El mineral almacenado en las tolvas de los tajos, en los niveles respectivos de explotación son trasladados a cámaras de acumulación cercanas a la rampa principal, por medio de un Scoop diésel de 1.15 m³ de capacidad, las distancias de recorrido de este Scoop van desde los 40 a 180 m, en esta operación unitaria la productividad es baja e incrementa el costo de minado (pago de alquiler de equipo y consumo de diésel), se debe analizar otro medio de acarreo.

4.2.1.1.1.7. Transporte de mineral mina - superficie.

El mineral acumulado en las cámaras de acumulación en la rampa principal, en los diversos niveles de explotación, son cargados por un Scoop de 3.05 m³ a volquetes Volvo de 15 m³ de capacidad, que trasladan el mineral a superficie a través de la rampa con una distancia promedio de 1,800 m.

4.2.1.1.1.8. Transporte de mineral mina - titán.

El mineral acumulado en las cámara de acumulación en la rampa principal, en los diversos niveles de explotación, son cargados por un Scoop de 3.05 m³ a volquetes Volvo de 15 m³ de capacidad, que trasladan el mineral a superficie a través de la rampa con una distancia promedio de 1,800 m.

Figura N° 16

Transporte de mineral Mina – Planta Titán



4.2.1.2. Distribución de personal

La unidad de producción Torrecillas tiene 19 colaboradores a nivel empleados, 139 colaboradores a nivel obrero y 28 personas en empresas especializadas.

De los 139 obreros se tienen 105 personas distribuidas en 03 guardias destinadas a trabajos directamente de producción en los tajos, labores de avances y preparaciones en interior mina.

Tabla N° 6
Distribution de Personal

TALENTO		
Sistema de Trabajo	20 x 10	
N°	AREA	
1	GALVEZ TOULLIER, EMILIO	GERENTE DE OPERACIONES
2	MOTTA RODRIGUEZ LUIS	SUPERINTEND
3	AUQUIS ZARAZÚ HERNÁN	MINA
4	VALDIVIA SALINAS RENE	MINA
5	RIVERA CRUZ EDUARDO YOEL	MINA
DISTRIBUCIÓN PERSONAL OBRERO		
GEOLOGÍA		17
SERVICIOS MINA		13
MINA MATENIMIENTO		4
PERSONAL INTERIOR MINA		
GUARDIA A		40
EMPRESAS ESPECIALIZADAS		
6	ADOLFO MENDOZA VALENCIA	SEGURIDAD
7	NUÑEZ RIVAS AGUSTIN	TOPICO
9	GOMEZ DÍAZ ORLANDO	MANTENIMIEN
10	ALA UMASI JAVIER GERONIMO	GEOLOGIA
11	ANAHUI ANDIA ADILIO	GEOLOGIA
12	ANCORI BOBADILLA MICK	GEOLOGIA
	DE LA CRUZ ZAPATA RICHARD	
	CONTRERAS LOZANO DAVID	
16	SALHUA MOLLO ALAN	ADMINISTRACI
17	INGA CAMARENA EDILBERTO	ADMINISTRACI
		RRHH-
		RRHH-
		TOTAL
		28

El sistema de trabajo en la unidad es 20 x 10, dos guardias en mina y una de descanso, la distribución de personal asignado a los tajos se detalla en Anexo N° 6. Revisar la distribución de personal de operaciones de las tres guardias, el anexo en mención no coincide con los 105 trabajadores que aparecen en la data proporcionada por el departamento de Recursos Humanos.

4.2.2. Planeamiento

En la inspección realizada en la unidad de Torrecillas, se constató la no existencia del departamento de Planeamiento, según manifiesta el personal el responsable del planeamiento anual y mensual es el Ing. Luis Motta (Superintendente General), en su ausencia no hay responsable del área de planeamiento.

Se solicitó el presupuesto mensual y anual de producción, que no fue entregado en el momento oportuno, nos indicaron que esto se realizaba en oficina Lima.

No se encontraron evidencias de planificación anual y mensual en la unidad Minera de Torrecillas. (Se anexa correo sustento de este punto), ni reporte anual del 2019, ni reportes mensuales pasados. Este punto es delicado, ya que no se puede controlar lo que no se mide, y todo presupuesto es la guía de control de medición de metas físicas, costos, cálculo de la ley de corte, margen económico, etc.

Al no existir un planeamiento operativo adecuado a la realidad, se suma las escasas reservas, ha obligado a operaciones a realizar proyectos no conciliados y a cualquier costo con el fin de preparar labores de explotación, un ejemplo es la construcción de inclinados a elevados costos sin anticipar el margen económico o pérdida que pueda ocasionar este tipo de acciones.

No existe en la unidad minera indicadores de producción que nos de la pauta de índices de eficiencia, básicos para el control de costos en talento humano y utilización de los recursos.

Los costos al no existir ratios de producción, están distorsionados en valor e incrementan los costos operativos y de inversiones.

La utilización de equipos no se puede estimar, si no se realiza una planificación formal, y utilización de indicadores de productividad, la unidad no cuenta con el área de productividad (se anexa sustento).

El incremento gradual de producción sin tener una base de planeación, no tiene un respaldo sostenible en el metraje de avance de las preparaciones y las exploraciones, se muestra en las tablas N° 7, 8 y 9.

Tabla N° 7

Producción

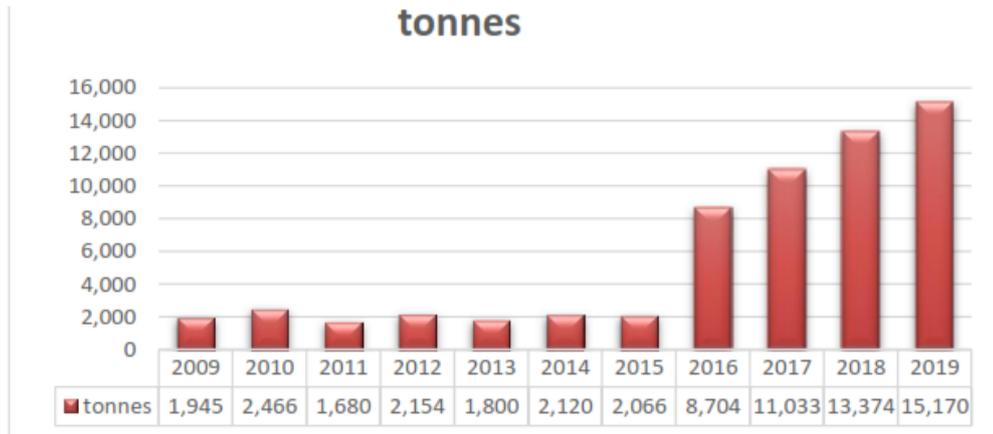


Tabla N° 8

Avance de la Rampa

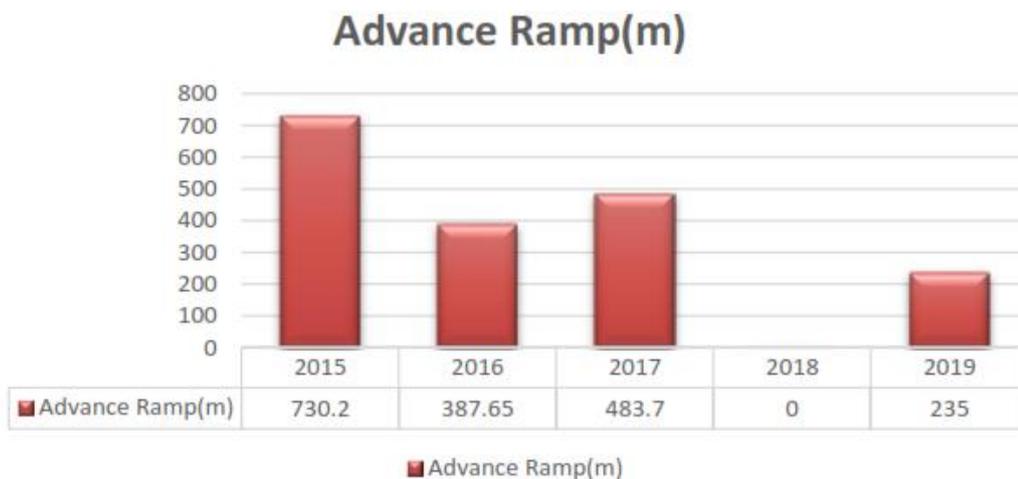


Tabla N° 9

Avance de Desarrollo



Estos detalles observados en la inspección, determinan que la falta de un planeamiento coordinado y realista, ha posicionado en una delicada situación a la empresa.

Para adecuar la mejora continua en la unidad de Torrecillas, debe estar basada en:

- Benchmarking.
- Calidad total.
- Teoría de las restricciones.
- Programa permanente de mejoramiento de la productividad y la reingeniería.

Figura N° 17

Mejora Continua



La formación del área de Planeamiento y Costos es la más importante restricción a resolver en la unidad operativa de Torrecillas.

4.2.2.1. Plan de producción

El presupuesto de plan de producción del 2013, fue proporcionado por la oficina Lima.

Tabla N° 10
Plan de Producción

2019													
Producción	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Presupuesto 2019
Total Torrecillas	1,500	1,500	1,700	1,720	1,800	1,800	1,900	1,900	2,000	2,000	2,100	2,100	22,2020
ADY West/Re	0	0	0	0	0	0	0	150	1,250	1,300	1,650	1,785	6,135
Grade(g/ton)	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11
Totsl Torrecillas	1,500	1,500	1,700	1,720	1,800	1,800	1,900	2,050	3,250	3,300	3,750	3,885	28,155

El presupuesto elaborado para el 2019, es bastante ambicioso ya que casi duplica la producción de mina respecto al año 2018. El presupuesto contempla la producción de mineral proveniente de las zonas de Tessi y Rebeca, este mineral no tiene el nivel de reserva Probado-Probable, lo cual hace al presupuesto incierto.

La escasa información de indicadores productivos hace inviable determinar la correcta distribución de personal y equipos, para estos niveles de producción.

4.2.2. Preparaciones y Exploraciones

4.2.2.1. Ratios de exploración.

Se calcula de acuerdo a la producción y el metraje exploratorio ejecutados a la fecha (data de la minera).

Tabla N° 11
Ratio de Exploración

Item	Exploraciones
Metros	2,237
Ton/mes	14,693
Ratio de Exploración (ton/m)	6.57

El ratio es bastante bajo, por consecuencia de la poca potencia de la veta Torrecillas. Lo cual es indicativo de que se debe tener otras zonas de exploración (otras vetas aparte de Torrecillas) para poder ir a mayor volumen de explotación.

4.2.2.2. Ratio de preparación

Se calcula de acuerdo a la producción y el metraje exploratorio, ejecutados a la fecha.

Ítem	Preparación
Metros	2,237
Ton/mes	14,693
Ratio de Exploración (ton/m)	6,57

El ratio es bastante bajo, por consecuencia de la poca potencia de la veta Torrecillas. Lo cual es indicativo de que se debe tener otras zonas de explotación (otras vetas aparte de Torrecillas).

Tabla N° 12
Ratio de Preparación

Ítem	Preparación
Metros	2,758
Ton/mes	14,693
Ratio de Preparación (ton/m)	5.33

Tabla N° 13
Programa de Avance 2019

INVESTMENT						SCHEDULE												ORE(t)	WASTE(t)	
LEVEL	VEIN	LABOR	Drill	SECTION	UM	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Total		
16/23	TORRECILLAS	Ramp	Jumbo	4.50 x 4.00	m	140	120	130	130	140	130	130	140	0	0	0	0	1,060	0	49,608
	TORRECILLAS	Access Window	Jack Less	3.00 x 3.00	m	15	0	15	0	15	0	15	0	0	0	0	0	60	0	1,404
	TORRECILLAS	Haulage Room	Jumbo	3.00 x 3.00	m	25	0	25	0	25	0	25	0	0	0	0	0	100	0	2,340
	TORRECILLAS	Accumulation Room	Jumbo	3.00 x 3.00	m	10	0	10	0	10	0	10	0	0	0	0	0	40	0	936
	TORRECILLAS	Ventilation Raise	Jack Less	1.50 x 1.50	m	25	0	25	0	25	0	25	0	0	0	0	0	100	0	585
SUBTOTAL						120	205	130	215	130	205	140	0	0	0	0	0	1,360	0	54,874

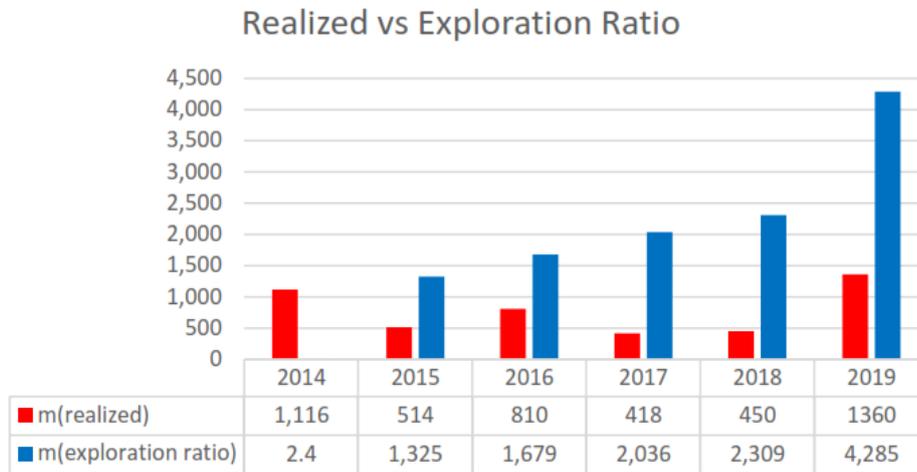
OPERATION						SCHEDULE												ORE(t)	WASTE(t)	
LEVEL	VEIN	LABOR	Drill	SECTION	UM	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Total		
Exploration																				
14	TORRECILLAS	Gal 530 W/E	Jack Less	1.80 x 2.10	m	50	50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	0	983
15A	TORRECILLAS	Gal 530 W/E	Jack Less	1.80 x 2.11	m	0	0	50	50	0	0	0	0	0	0	0	0	100	0	983
15	TORRECILLAS	Gal 570 W/E	Jack Less	1.80 x 2.12	m	0	0	0	0	50	50	0	0	0	0	0	0	100	0	983
16A	TORRECILLAS	Gal 590 W/E	Jack Less	1.80 x 2.13	m	0	0	0	0	0	0	50	50	0	0	0	0	100	0	983
16	TORRECILLAS	Gal 630 W/E	Jack Less	1.80 x 2.14	m	0	0	0	0	0	0	0	0	50	50	0	0	100	0	983
17	TORRECILLAS	Gal 650 W/E	Jack Less	1.80 x 2.15	m	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	50	50	100	0	983
	TORRE CHICO	Varios	Jack Less	1.80 x 2.16	m	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	1,000	0	9,828
	ADY W/E	Varios	Jack Less	1.80 x 2.17	m	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	1,200	0	11,794
SUBTOTAL						230	250	250	2,800	0	27,518									

Preparation																					
17	TORRECILLAS	SN 530	Jack	1.20	m	0	40	55	55	50	0	0	0	0	0	0	200	513	718		
			Less	x		0															
				1.80																	
17	TORRECILLAS	Chs.	Jack	1.20 x	m	0	35	35	35	35	35	33	0	0	0	0	208	285	569		
			Less	1.20		0															
17	TORRECILLAS	Chs.	Jack	1.20 x	m	0	4	4	8	4	0	0	0	0	0	0	20	68	96		
			Less	2.40		0															
17	TORRECILLAS	BP530	Jack	2.10 x	m	0	25	70	70	35	0	0	0	0	0	0	200	0	2621		
			Less	2.40		0															
18	TORRECILLAS	SN530	Jack	1.20 x	m	0	0	0	0	0	55	55	55	35	0	0	200	513	718		
			Less	1.80		0															
18	TORRECILLAS	Chs.	Jack	1.20 x	m	0	0	0	0	0	0	0	35	35	35	35	175	239	479		
			Less	1.20		35															
18	TORRECILLAS	Chs.	Jack	1.20 x	m	0	0	0	0	0	4	4	4	9	0	0	21	72	101		
			Less	2.40		0															
18	TORRECILLAS	BP530	Jack	2.10 x	m	0	0	0	0	0	50	70	70	10	0	0	200	0	2621		
			Less	2.40		0															
19	TORRECILLAS	SN530	Jack	1.20 x	m	0	0	0	0	0	0	0	0	0	55	55	165	423	593		
			Less	1.80		55															
19	TORRECILLAS	Chs.	Jack	1.20 x	m	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
			Less	1.20		0															
19	TORRECILLAS	Chs.	Jack	1.20 x	m	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	4	12	41	57		
			Less	2.40		4															
19	TORRECILLAS	BP530	Jack	2.10 x	m	0	0	0	0	0	0	0	0	50	70	70	200	0	2621		
			Less	2.40		10															
SUBTOTAL						0	104	164	168	124	144	162	164	139	164	104	1,601	2,154	11,193		
TOTAL GENERAL						m	230	334	394	398	354	374	392	394	369	394	414	354	4,401	2,154	38,711

El programa de avances de preparaciones y exploraciones es 5,761 metros, el promedio de los 2 últimos años es de 950 m/año, para lograr esta meta, la utilización de los recursos y talento humano debe ser estimado de la forma más exacta posible.

Tabla N° 14

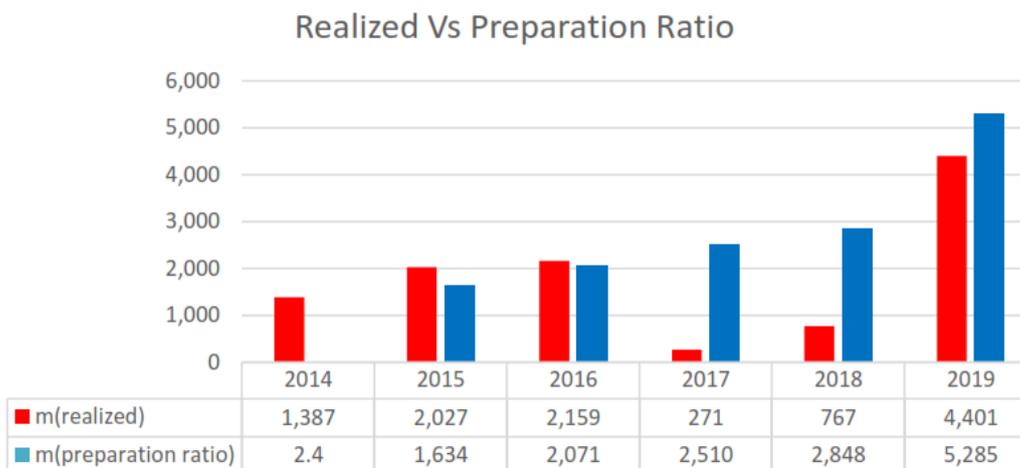
Avances Exploratorios (Realizados vs Ratio)



De acuerdo a la gráfica de avances exploratorios, para el 2020 se tiene programado 1,360 m, esta cantidad es inferior al calculado utilizando el ratio de exploraciones (4,285 m), para este año existe un déficit de 2,925 metros.

Tabla N° 15

Avances de Preparación (Realizados vs Ratio)



De acuerdo a la gráfica de avances preparatorios, para el 2019 se tiene programado 4,401 m, esta cantidad es inferior al calculado utilizando la

ratio de preparaciones (5,285 m), para este año existe un déficit de 884 metros.

Se concluye:

- El programa avance de exploraciones del 2018 es 1,360 m y el cálculo de acuerdo a ratio es de 4,285 m, existe un déficit de programación de 2,925 m.
- El programa avance de Preparaciones del 2018 es 4,401 m y el cálculo de acuerdo a ratio es de 5,285 existe un déficit de programación de 884 m.
- El Total programado de avances exploraciones y preparaciones 2013 es 5,761 m.
- El total de metraje calculado por ratio entre exploraciones y preparaciones es 9,570 m.
- El presupuesto 2018 presenta un déficit de programación de 3.809 m entre preparaciones y exploraciones.
- El programa de producción es de 25,846 descontando el mineral de avance.
- De acuerdo al cálculo de las ratios, el programa de producción 2018 es técnicamente inviable por el déficit de programación en avances.

El problema técnico fundamental es la planeación. La formación del área de planeamiento, costos y productividad en la unidad operativa de Torrecillas es fundamental.

4.2.2.3. Costos y medios de control.

Se revisó el modelo de gestión de costos, en la unidad minera no existe el departamento de costos, la elaboración del sistema de costeo

se realiza en la oficina de Lima, encontrándose una serie de falencias en la información.

La asignación de centro de costo es confusa y el personal de mina desconoce la utilización de los mismos.

Se requiere la creación del soporte de costos en la unidad minera para determinar los costos operativos y de inversión en tiempo real.

La información proporcionada por la minera nos indica la siguiente distribución por centro de costos para los últimos 7 meses de operación.

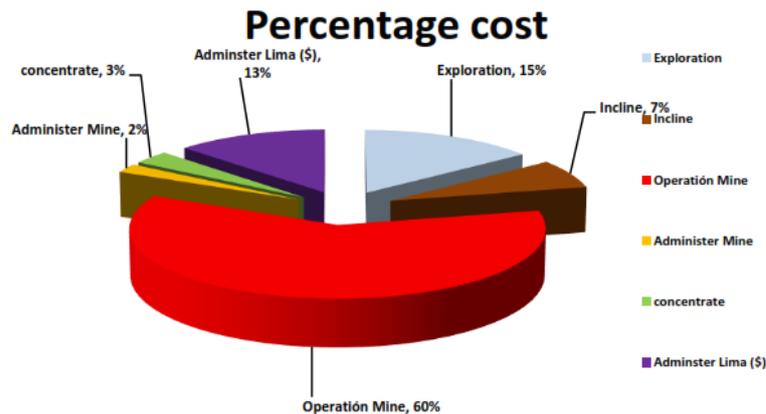
Tabla N° 16

Costos 2019

Mes	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero 2019	Total	Porcentaje
Exploración	20,022.49	152,449.81	163,539.32	154,597.64	36,241.88	36,241.88	643,196.47	15%
Incline	15,208.73	52,822.77	61,481.06	64,896.20	50,246.99	50,246.99	300,505.11	7%
Operación Mina	393,498.04	440,532.56	408,093.69	478,929.80	412,623.09	412,623.09	2'628,300.57	60%
Administración	0.00	24,837.63	12,839.58	15,883.60	15,348.92	15,348.92	90,901.66	2%
Concentradora	26,232.89	20,388.57	19,926.82	22,771.93	28,414.27	28,414.27	138,528.43	3%
Administración	79,003.03	83,664.57	118,578.29	72,915.02	125,163.21	75,837.60	555,161.72	13%

Figura N° 18

Costo / Porcentaje



La concentración de mayor costo es en la parte operativa mina, el desorden del costo de esta actividad determina la necesidad prioritaria

de la empresa minera de tomar acción inmediata de solución en el sistema de gestión de costos.

Los Precios Unitarios de labores, estimadas por el área de costos de la minera en oficinas Lima, muestra una discordancia con un promedio estimado de empresas contratista mineras peruanas, como se ve en el siguiente cuadro que mostramos para notar la criticidad de la evaluación de costos tanto operativos como de inversión.

Tabla N° 19
Costos por Labores

C				
Level	Place	Sección(m ²)	Price Minera Gold	Price Service
16	ramp torre	4.50 x 4.00	1,726.00	650.00
14-A	sn 4000	1.20 x 1.20	667.00	180.00
13	sn951w	1.20 x 1.80	2,194.00	220.00
14A	ch4000	1.20 x 1.20	354.00	180.00
14A	winze 4000	1.20 x 1.20	1,678.00	180.00
15	winze 4220	1.20 x 1.50	1,300.00	230.00
16	ch 4190	1.20 x 1.20	561.00	180.00
16	ch 4135	1.20 x 1.20	617.00	180.00
16	gal 520 E	2.10 x 2.40	1,049.00	320.00
16	gal 520 W	2.10 x 2.40	1,136.00	320.00

Los precios están por encima del promedio de precios de empresas especializadas en el sector minero, se presume que la distorsión en estimación de presupuestos de operaciones e inversiones es sobrevaluada y mal asignada en los centros de costos, la brecha es notoria, se debe revisar a mayor detalle este punto.

Al tener costos de operación e inversiones tan altos, la ley de corte se distorsiona y va en aumento, con lo cual las reservas probada-probable disminuyen, la única estrategia operativa para el negocio minero es la estrategia de costos.

La evolución de los costos en los últimos años, muestra una tendencia al alza, por falta de medidas de control y seguimiento.

Tabla N° 18

Costo por Año



La estrategia de negocios mineros es única: Estrategia de costos. Como medidas prioritarias a estos puntos se sugiere:

- La creación del departamento de planeamiento, productividad y costos en la unidad minera.
- Revisión de todos los costos operativos y de inversión.
- Implementación inmediata del cálculo de los índices de productividad.
- Inmediata elaboración de los presupuestos en mina.
- Identificación del personal en la cultura de costos.

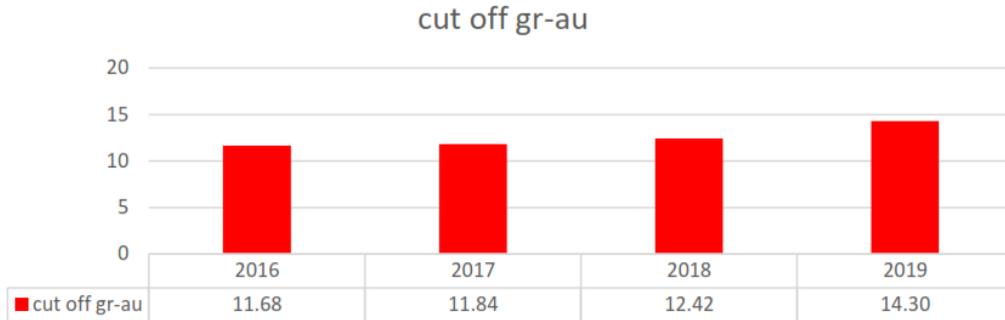
4.2.2.3.1. Calculo de la ley de corte

La data proporcionada por el departamento de costos de la minera Gold Ltda oficinas Lima, nos permite calcular los valores de la ley de corte mostrados en la gráfica.

La tendencia al aumento del valor se debe a los altos costos operativos, al incrementar los costos, la ley de corte aumenta, por lo tanto, las reservas disminuyen.

Tabla N° 19

Ley de Corte



El valor de la ley de corte va en subida, por el incremento del costo operativo, debido a la explotación y recuperación de labores en zonas alejadas, con alto costo en rehabilitaciones y bajo tonelaje de recuperación, esta necesidad de recuperación de blocks mineralizados (tajos de explotación no concluidos, pilares, puentes, etc.), es producto de la baja preparación de tajos, por la paralización gradual de los avances en exploración y preparación.

$$\text{Cut off} = \frac{\text{Costs}}{\text{Price} \times \text{Recovery}}$$

Las medidas correctivas para obtener una ley de corte de menor valor son:

- El incremento de producción es una necesidad impostergable en la unidad de Torrecillas, para bajar los costos fijos.
- La eficiencia operativa es clave en la reducción del costo operativo.
- La descentralización de zonas de producción es importante para incrementar la producción y reducir costos, la exploración de otras zonas como: Rebeca, Ady, Tessi, etc., es clave en la para aumentar la producción y disminuir el costo operativo.

- Al no contar con planta concentradora en la unidad de Torrecillas, la ley de corte depende de la disminución de costos operativos y el control de las inversiones. La explotación de zonas alejadas que representen altos costos de rehabilitación, no deben ser minadas excepto, se demuestre técnicamente la rentabilidad de su producción.
- La centralización de operaciones en zonas de explotación (tajos en producción), es fundamental, para obtener mayores rendimientos operativos del talento humano y de todos los recursos involucrados en la operación.

4.2.3. Servicios generales mina

4.2.3.1. Agua

Todo el abastecimiento de agua que se necesita para los trabajos operativos en interior mina es agua de infiltración captada en tres puntos estratégicos de la mina, existen pozas de captación en el Nivel 14-14A, ventana 11 del Nivel 15 y en el Nivel 16A.

En temporadas de sequía el abastecimiento de agua se realiza mediante cisternas con agua que provienen de la zona de Torre Chico – Pto 3, según dato proporcionado por la minera.

Aproximadamente el 75% de esta agua recircula para los trabajos de perforación, y el 25% restante se utiliza para los servicios higiénicos del campamento en superficie. Se recomienda realizar monitoreo de acidez del agua para evitar desgaste prematuro de repuestos de los elementos de perforación.

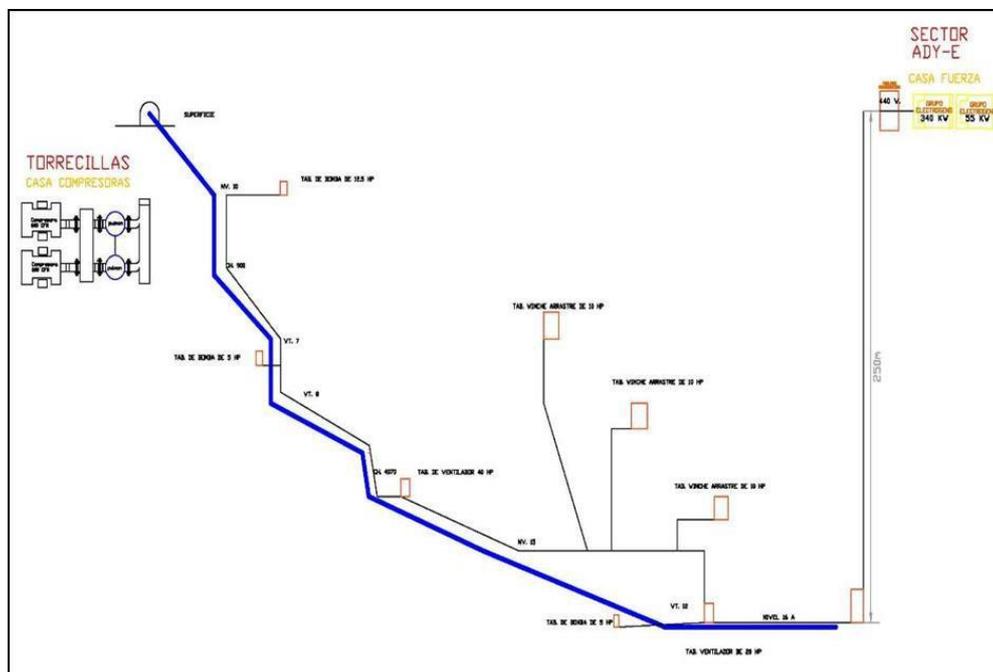
4.2.3.2. Energía eléctrica.

Actualmente la energía suministrada para las operaciones es a través de 02 generadores eléctricos diésel que posee la empresa. Se

tiene una capacidad instalada de 127 Kw, que permite atender al límite las necesidades de operación y servicios, la energía baja por el inclinado principal y se distribuye a los puntos necesarios de operaciones. El consumo de petróleo de estos equipos genera altos costos, se sugiere estudiar la relación beneficio/costo y la posibilidad de enlazarse a alguna red nacional primaria de energía.

Figura N° 19

Plano Unifilar de Energía y Aire Comprimido



4.2.3.3. Aire Comprimido

El abastecimiento de aire comprimido a las operaciones de mina se hace a través de dos compresoras diésel de 600 cfm y 825 cfm, instaladas en superficie. La red matriz ingresa por el Inclinado principal y recorre por toda la rampa con tubería de polietileno de 4” de diámetro, y distribuida en los niveles de operación con tubería de 2”.

En mina casi en su totalidad el consumo exclusivo de aire comprimido lo realiza las máquinas perforadoras, existe 12 máquinas

operativas de las 15 en total que existe en la unidad, siendo las maquinas Atlas Copco las que más pies perforados registraron en el año 2012.

El consumo promedio de 05 máquinas operando en simultáneo es de 1250 cfm, y la capacidad instalada de la compresora solo en la veta torrecillas es de 1425 cfm.

Se recomienda realizar un estudio de rendimientos y consumo de repuestos de las perforadoras y uniformizar el modelo de máquina a utilizar, esto ayudaría a reducir costos y la falta de logística en repuestos.

4.2.3.4. Ventilación

El sistema de ventilación en la mina es forzado, el ingreso de aire limpio es a través de la rampa, donde se encuentra instalado dos ventiladores en paralelo en los niveles 16 -16A de 10,000 CFM cada uno, el ramal principal llega a la profundización de la rampa y se distribuye a los diferentes niveles de la operación. La evacuación del aire viciado que produce las voladuras y motores de combustión interna es por el inclinado principal hacia superficie, liberando por este inclinado un aproximado del 30 % del aire viciado de mina, según información proporcionada por mina.

Se tiene problemas de contaminación del ambiente por falta de una adecuada ventilación, esto retrasa los tiempos en los ciclos de producción. Es necesario trabajar en un estudio técnico del sistema integral de ventilación.

Figura N° 20

Ventilador Secundario



4.2.3.5. Bombeo de agua.

En la unidad se cuenta con 04 bombas de 5 hp y 01 bomba de 12 hp instalados en los mismos puntos donde se encuentran las pozas de captación incluyendo el del tope de la rampa; para el periodo 2013 se contempla reducir las subestaciones de bombeo, esto permitirá reducir el costo de energía y el costo de mantenimiento de las bombas.

4.2.3.6. Sistema de comunicación

El sistema de comunicación en interior mina se realiza por teléfonos alámbricos instalados en los Niveles 10, 14, 15 y 16-16A, la recepción en superficie está instalada en el área de mantenimiento, y la comunicación en superficie se realiza con 06 radios inalámbricas. No se tiene señal abierta de telefonía celular.

4.2.4. Planta concentradora

La unidad minera de Torrecillas no cuenta con planta concentradora, el mineral de producción es vendido a la empresa Titán en la localidad de Chala, el mineral de Torrecillas es actualmente transportado por camión hacia la planta procesadora minera Titán del Perú (MTP) localizado en Chala. El material se vende a la planta Titán y procesado bajo una disposición de tratamiento de arancel. Esta disposición es representada por un acuerdo anual de mercadeo entre la minera y MTP, un representante permanente de minera está presente en el sitio supervisando todas las operaciones relacionados con el manejo y tratamiento del mineral de Torrecillas.

En la siguiente tabla se puede observar el monto de dinero que dejó de percibir en el año 2012 por la venta de mineral a la planta Titán, en total \$788,510.02 según data proporcionada por la minera, esta pérdida solo es por diferencia de leyes.

Tabla N° 20

Diferencia de Ley Titán – MPG

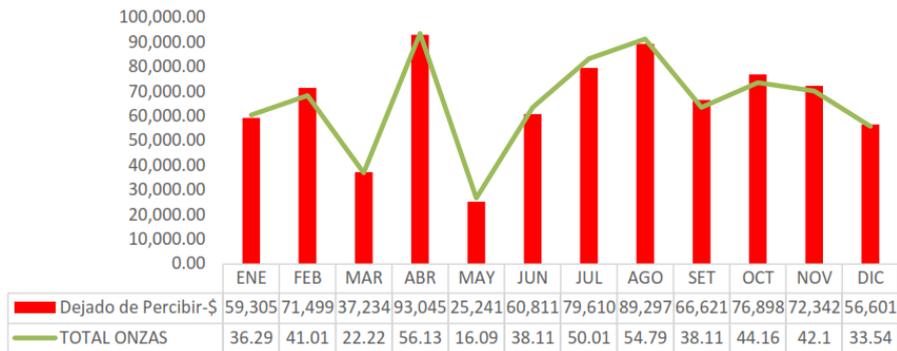
Item	Oz/Tn	gr/Tn
Ley promedio Titán 2017	0.480	14.43
Ley Promedio MPG 2017	0.508	15.29
Dilución Planta	5.60%	-.-
Ley promedio Titán 2018	0.295	8.89
Ley Promedio MPG 2018	0.321	9.67
Dilución Planta	8.10%	-.-

Tabla N° 21

Pérdidas por Diferencias de Ley Titán - MPG

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL
Mineral enviado	1,387.32	1,139.79	705.30	1,401.91	458.28	1,253.62	2,065.46	1,769.28	1,193.67	1,282.23	1,414.99	1,348.93	15,420.78
Dejado de Percibir-\$	59,305.54	71,499.10	37,234.51	93,045.09	25,241.95	60,811.49	79,610.23	89,297.67	66,621.43	76,898.86	72,342.81	56,601.35	788,510.02
TOTAL ONZAS	36.29	41.01	22.22	56.13	16.09	38.11	50.01	54.79	38.11	44.16	42.10	33.54	472.86

Monto dejado de percibir -2012 y leyes(onzas) por venta de mineral a TITAN



Aquí la empresa tiene una gran oportunidad de mejora a futuro, con un estudio inicial básico de la instalación de una planta concentradora de propiedad de la Minera.

4.2.4.1. Control de leyes.

En la unidad de Torrecillas, no existe un laboratorio analítico de muestras.

El control de leyes y toma de muestras en los tajos es realizado por el personal muestrero encargado del control de calidad y marcado de estructura en coordinación con el geólogo de turno, apoya a estos trabajos dos trabajadores como pallaqueros (separador de desmonte), y recuperación de finos en interior mina, este mismo personal se encarga de tomar muestras en la cancha de mineral en superficie. El proceso de estimación de leyes de cada viaje que el volquete deposita en cancha se realiza con una herramienta artesanal conocido como puruña, según esta herramienta se hace el *blending* para llegar a la ley que se necesita, este

método no es confiable, no da certeza en las leyes que se están enviando a planta. Instalar un laboratorio en mina sería importante para el control de leyes.

En la tabla N° 20, podemos observar la diferencia de leyes en el 2018 y 2019, entre MPG y planta Titán.

Figura N° 21

Cancha de Mineral



Figura N° 22

Muestreo en Cancha Superficie





4.2.4.2. Pesaje

La unidad de Torrecillas no cuenta con balanza propia para el pesado de sus volquetes

El pesaje se realiza en la misma planta Titán donde se tiene un personal por guardia perteneciente a la minera, el trabajador verifica la conformidad de la carga, gestiona el ingreso a planta y recibe resultados, no tiene acceso al proceso de muestreo y tratamiento de mineral. Generalmente el resultado de leyes es inferior al estimado en mina.

Este tema es bastante sensible ya que se presume de pérdidas no programadas en ley y peso.

El alquiler de una balanza confiable sería fundamental para este tema.

4.2.5. Seguridad

La unidad minera está implementando un sistema propio, que basa su modelo de gestión en la administración de riesgos y el cumplimiento de normativas legales nacionales del sector minero, como el DS-055-2010 MEM, esta implementación en la unidad mantiene los lineamientos básicos para el cumplimiento de metas.

Se recomienda asociarlo a los siguientes sistemas, NOSA, STOP Dupont, sistemas con especificaciones internacionales que define los requisitos para el establecimiento, implantación y operación de un sistema de Gestión en Seguridad y Salud Ocupacional efectivo, (OHSAS 18001:2007 e ISO 14001:2004)

4.2.5.1. Herramientas de gestión de la unidad minera Torrecillas

En la unidad minera se cuenta con 17 Pets y 10 Estándares elaborados para los trabajos operacionales en mina, reportes IPERC, Petar, ATS, Reportes de Riesgo y Mapa de riesgo de operaciones. Así mismo el departamento de Seguridad y Salud Ocupacional de la minera, con el fin de proporcionar una respuesta efectiva en casos de emergencia y minimizar los daños a las personas, equipos, instalaciones y procesos, tiene elaborado un “Plan de Preparación y Respuesta a Emergencias 2013”, este plan debe ser difundido a todo nivel.

4.2.5.2. IPERC

Es una Herramienta de gestión que permite identificar los peligros y evaluar los riesgos derivados de los procesos de una actividad, y tomar las medidas de control necesarias.

En la unidad minera se tiene realizada una matriz IPERC para cada actividad que involucra el desarrollo minero, identificando los peligros, evaluando los niveles de riesgos, desarrollando medidas de control, las acciones a tomar y plazos de corrección.

La importancia que tiene la Matriz de Riesgos para la empresa es:

- Que disponga de una identificación completa, de todos los peligros significativos de accidentes del trabajo y enfermedades profesionales, dentro de su ámbito de acción.
- Permitir a la empresa, identificar, evaluar y controlar de manera permanente sus riesgos de accidentes de trabajo y enfermedades profesionales.
- Es la base de todo el sistema de gestión de Seguridad y Salud Ocupacional.
- Permite tomar decisiones a partir de la priorización de las situaciones más críticas.
- Maximiza el rendimiento de la inversión en prevención. La matriz IPERC describe tres niveles de riesgo:
 - Alto. - Valoración de 1 a 8, riesgo intolerable, requiere controles inmediatos de 0 a 24 horas.
 - Medio. - Valoración de 9 a 15, se debe iniciar medidas para eliminar/reducir el riesgo, plazo de 0 a 72 horas.
 - Bajo. - Valoración de 16 a 25, este riesgo puede ser tolerable, plazo hasta 01 mes.

Figura N° 23

Matriz de Evaluación de Riesgos para Labores Mineras

LOGO EMPRESA		ANEXO N° 19 FORMATO IPERC CONTINUO					Código: Versión: Fecha: Página 1 de 1	
SEVERIDAD		MATRIZ DE EVALUACIÓN DE RIESGOS						
Catastrófico	1	1	2	4	7	11		
Fatalidad	2	3	5	8	12	16		
Permanente	3	6	9	13	17	20		
Temporal	4	10	14	18	21	23		
Menor	5	15	19	22	24	25		
		A	B	C	D	E		
		Común	Ha sucedido	Podría suceder	Raro que suceda	Prácticamente imposible que suceda		
FRECUENCIA								
DATOS DE LOS TRABAJADORES:								
	HORA	NIVEL/ AREA	NOMBRES			FIRMA		
IPERC CONTINUO								
DESCRIPCIÓN DEL PELIGRO	RIESGO	EVALUACIÓN IPER			MEDIDAS DE CONTROL A IMPLEMENTAR	EVALUACIÓN RIESGO RESIDUAL		
		A	M	B		A	M	B
DESPRENDIMIENTO DE ROCAS	DAÑO A PERSONAS O EQUIPOS							
DERRAME DE ACEITE	DAÑO A LAS PERSONAS							
TRABAJOS EN ALTURA	CAÍDA DE PERSONAS O EQUIPOS							
MANIPULACIÓN DE MATERIALES PELIGROSOS	DAÑO A PERSONAS Y AMBIENTE DE TRABAJO							
OPERACIÓN DE VEHICULOS	DAÑO A LAS PERSONAS Y EQUIPOS							
RUIDO	DAÑO A LAS PERSONAS							
VENTILACIÓN EN LA ZONA DE TRABAJO	DAÑO A LA PERSONA O EQUIPOS							
CAMBIO DE LLANTAS	DAÑO A LA PERSONA Y EQUIPOS							
... Otros								
SECUENCIA PARA CONTROLAR EL PELIGRO Y REDUCIR EL RIESGO.								
1-								
2-								
.....								
DATOS DE LOS SUPERVISORES								
	HORA	NOMBRE SUPERVISOR	MEDIDA CORRECTIVA			FIRMA		
NOTA: Eliminar Peligros es Tarea Prioritaria antes de Iniciar las Operaciones Diarias								

4.2.5.3. Estándares

En la unidad minera se cuenta con 10 estándares elaborados y difundidos para los trabajos en mina.

4.2.5.4. PETS

Torreallas cuenta con 17 Pets desarrollados que contiene la descripción específica de la forma cómo llevar a cabo o desarrollar una

tarea de manera correcta desde el comienzo hasta el final, dividida en un conjunto de pasos consecutivos o sistemáticos.

Resuelve la pregunta: ¿Cómo hacer el trabajo/tarea de manera correcta?

4.2.5.5. Reportes de riesgo

Llamados también reportes de incidentes o desviaciones al proceso de las actividades desarrolladas en mina y superficie, estos reportes lo realizan todo el personal involucrado en mina.

Para el mes de febrero se tiene registrado 160 incidentes, entre los cuales se encuentran reportes direccionados al sostenimiento con cuadros, falta de herramientas en las labores, deficiencia en ventilación, servicio de alimentación (calidad de la alimentación), entre otros.

4.2.5.6. ATS

Es una herramienta de gestión de Seguridad y Salud Ocupacional que permite determinar el procedimiento de trabajo seguro, mediante la determinación de los riesgos potenciales y definición de sus controles para la realización de las tareas. En la unidad es obligatorio antes del inicio de cada tarea, el ATS se aplica todos los días en las dos guardias, al final de cada guardia el capataz entrega estos documentos al departamento de Seguridad para su evaluación.

4.2.5.7. Petar (Permiso Escrito para Trabajo de Alto Riesgo)

Es un documento autorizado y firmado para cada turno por el ingeniero supervisor y superintendente o responsable del área de trabajo y visado por el gerente del programa de Seguridad y Salud Ocupacional o, en ausencia de éste, por el ingeniero de seguridad, que permite efectuar trabajos en zonas o ubicaciones que son peligrosas y consideradas de alto riesgo. En la unidad minera Torrecillas se está

cumpliendo con este documento para realizar trabajos de alto riesgo los cuales son visados por la supervisión.

4.2.5.8. Check list.

Check List de equipos se ejecuta todos los días, este procedimiento lo registra el jefe de mantenimiento y realiza el levantamiento de las observaciones, luego se debe enviar a seguridad, según ley, el área de mantenimiento debe elaborar un programa de mantenimiento anual y enviarlo a Seguridad y Salud Ocupacional.

4.2.5.9. Inducciones de Seguridad

En la unidad minera al inicio de cada guardia se da la inducción de 10 minutos y firman las hojas los trabajadores que recibieron esta inducción y luego seguridad los archiva.

4.2.5.10. Inspecciones planeadas

Se priorizan las zonas críticas de trabajo según su mapa de riesgo, en la unidad estas inspecciones planeadas se realizan por lo general 02 veces al mes, y se registran en el libro de Seguridad, es obligación de la Alta Gerencia de la unidad minera realizar las inspecciones planeadas a todas las labores mineras e instalaciones.

Esas inspecciones planeadas deben estar complementadas con las inspecciones frecuentes, inspecciones inopinadas y las inspecciones generales de las zonas de trabajo.

4.2.5.11. Monitoreo de agentes físicos y químicos

Se está incumpliendo en este aspecto, no se está haciendo mediciones de gases

4.2.5.12. Horas de Capacitación

Esta cifra incluye temas de seguridad, salud ocupacional, medio ambiente y calidad, se tiene un cuadro de capacitación según DS 055 MEM las capacitaciones internas están cumpliéndose, las externas están en proceso y el promedio es 1.7 horas hombre por mes.

4.2.5.13. Estadísticas de Seguridad

Los indicadores de gestión del área de Seguridad y Salud Ocupacional en lo que va del año en la unidad minera es el siguiente:

- Índice de Frecuencia: **15.79.**
- Índice de Severidad: **134.26.**
- Índice de Accidentabilidad: **2.12.**

4.6.2.1. Índice de Frecuencia de accidentes

Número de accidentes mortales e incapacitantes por cada millón de horas hombre trabajadas.

$$\text{IFA} = \frac{\text{N}^\circ \text{ Accidentes} \times 1'000,000 (\text{N}^\circ \text{ Accidentes} = \text{Incap.} + \text{Mortal})}{\text{Horas Hombre Trabajadas}}$$

4.6.2.2. Índice de Severidad

Número de días perdidos o cargados por cada millón de horas - hombre trabajadas.

$$\text{IS} = \frac{\text{N}^\circ \text{ Días perdidos o Cargados} \times 1'000,000}{\text{Horas Hombre Trabajadas}}$$

4.6.2.3. Índice de Accidentabilidad

Una medición que combina el índice de frecuencia de lesiones con tiempo perdido (IF) y el índice de severidad de lesiones (IS), como un medio de clasificar a las empresas mineras.

Es el producto del valor del índice de frecuencia por el índice de severidad dividido entre 1000.

$$IA = \frac{IF \times IS}{1000}$$

Tabla N° 22

Estadística de Seguridad

Months	Yielded Event	Trivial Accidents	Crippling accidents	Fatal accidents	Day lost	Man-hours Wom-	N°Workers	INDEXES OF CERTAINTY		
								Fraqu	Severit	Accidents rate
ENERO MPG	164	1	1	0	16	34200	176	7.90	126.36	1.00
CONTRATISTAS						9180	40			
FEBRERO MPG	160	2	0	0	0	30660	176	0.00	0.00	0.00
CONTRATISTAS						8100	41			
MARZO MPG	97	0	1	0	1	37524	177	22.48	22.48	0.51
CONTRATISTAS						6960	38			
Acumulado 2013		3	2	0	17	126624	648	15.79	134.26	2.12

El cumplimiento de las normas, estándares y procedimientos de seguridad aseguran una operación saludable y sustentable, para esto es importante el compromiso y convencimiento de todos los trabajadores, principalmente de las gerencias y jefaturas.

Liderar y predicar con el ejemplo, determinando la responsabilidad en todos los niveles. Se recomienda asociarlo a los siguientes sistemas, NOSA, STOP Dupont, sistemas con especificaciones internacionales que define los requisitos para el establecimiento, implantación y operación de un Sistema de Gestión en Seguridad y Salud Ocupacional efectivo, (OHSAS 18001:2007 e ISO 14001:2004)

Se debe implementar acciones conducentes a generar cultura de seguridad en todos los niveles de la organización, poniendo énfasis en la capacitación y sensibilización de las personas.

Fomentar el liderazgo basado en valores a través de talleres, coaching y capacitaciones especializadas.

Se deben cumplir con normas legales y requisitos mínimos según ley, como: realizar las mediciones y monitoreo de gases cada día, cumplir con los refugios establecidos cada cierta distancia, señalización de labores y servicios, bloqueos de labores abandonadas, estaciones de rescate, uso de epps, etc.

Reforzar el área de Seguridad con personal especializado que fiscalice el cumplimiento de las normativas exigidas, dos personas en el área no es suficiente para cubrir los dos turnos en mina y un cambio de guardia, esto está amarrado a una cuestión de compromiso y cultura de seguridad de la empresa.

4.3. Prueba de Hipótesis

4.3.1. Hipótesis general

Con la determinación de los parámetros, se efectuó una adecuada evaluación técnica - operacional en la Mina Torrecillas, distrito de Chala, provincia Caravelí y región Arequipa.

Se aprueba la hipótesis general por lo siguiente:

1. Se determinó los parámetros geológicos, geomecánicos, del método de explotación y planeamiento de minado, servicios y planta concentradora.
2. Se constató la existencia de factores críticos para la estimación de reservas minables, el ratio de exploración es bajo, en la parte mineralizada en los tajos, no se coloca un falso piso para evitar la pérdida de los finos del producto, la productividad en tajos es muy baja, los programas de producción, deben estar alineados con los ratios de exploración y preparación, respecto a la seguridad y salud

ocupacional solo dos personas laboran en el área el ingeniero gerente y asistente.

4.3.2. Hipótesis específicas

- a. Se evaluó las características geológicas, geométricas y geomecánicas del yacimiento, logrando así una eficiente evaluación técnica - operacional en la Mina Torrecillas, distrito de Chala, provincia Caravelí y región Arequipa.
- b. Se constató un método de explotación adecuado y la no existencia del departamento de Planeamiento de la mina a nivel conceptual, determinándose una eficiente evaluación técnica - operacional en la Mina Torrecillas, distrito de Chala, provincia Caravelí y región Arequipa.
- c. Se comprobó que la unidad minera está implementando un sistema propio que se basa en el modelo de gestión en la administración de riesgos y el cumplimiento de normativas legales nacionales del sector minero, el cumplimiento de las normas, estándares y procedimientos de seguridad aseguran una operación saludable y sustentable, determinándose una buena evaluación técnica - operacional en la Mina Torrecillas, distrito de Chala, provincia Caravelí y región Arequipa.

4.4. Discusión de Resultados

De los resultados obtenidos tenemos:

Los resultados que hemos obtenido respecto a la hipótesis general se determinó que en la unidad de Torrecillas existen diversas estructuras mineralizadas que indican que la sostenibilidad de operaciones en el tiempo es viable; la planeación adecuada a la realidad de la minera, inversiones enfocadas en las metas, optimización de operaciones, manejo de costos, manejo de

indicadores de producción, innovación de tecnología de punta y el sistema de control en los procesos, son elementos básicos que garantizaran el éxito en el futuro de la mina.

El crecimiento de producción año a año, ha sido de poca escala, lo cual dificulta su sostenibilidad productiva en el tiempo, minas en operación y otras ya paralizadas, tales como: Caravelí, Ishihuinca, Calpa y Ocoña, vecinas de la mina Torrecillas tienen niveles de producción en promedio de 500 tm/día, lo cual debe ser una meta de la empresa a futuro, que se puede lograr con una planificación coherente a la realidad de la empresa minera Gold Ltd.

Se constató la no existencia del departamento de planeamiento, de acuerdo a la información del personal de mina el responsable del planeamiento es el Superintendente General, se solicitó el presupuesto mensual y anual de la producción, que no fue entregado en el momento oportuno, manifestaron que esto se realizaba en oficina Lima. Al no existir el departamento de planeamiento, automáticamente no hay control de planes productivos, costos, distribución de personal, equipos necesarios, índices de productividad, calculo real de la ley de corte, mediciones de resultados, oportunidades de mejora etc.

En la unidad de Torrecillas, no existe un laboratorio analítico de las muestras.

El tema es delicado y el de más alta sensibilidad en el valor económico del producto, las diferencias entre las leyes de la minera y Titán, son a favor del comprador, que suman importantes cantidades de dinero al final de cada periodo.

El transporte a la planta Titán se realiza con los volquetes Volvo de 15 m³, el volquete no es controlado el tonelaje de mineral en mina ya que no se cuenta con balanza, este es un punto delicado y sensible en los resultados finales. Esta carga sale de mina con toldos que cubren el mineral asegurado con precintos de seguridad, no se tiene personal adicional al conductor que haga

seguimiento de la carga durante el trayecto a planta, el cual si es recepcionado por un representante de la minera en dicha planta.

En el marco de las inversiones se debe reorientar la continuación de la rampa y de las galerías exploratorias para reponer rápidamente zonas minables, el ratio de exploraciones es un valor fijo que depende exclusivamente de la potencia de la veta y su persistencia vertical, por ende, es una restricción que acompañara a la producción a lo largo de la explotación de la mina Torrecillas

Se debe implementar acciones conducentes a generar la cultura de seguridad en todos los niveles de la organización, poniendo énfasis en la capacitación y sensibilización de las personas, liderar y predicar con el ejemplo, determinando responsabilidades.

CONCLUSIONES

Con el estudio realizado en la Mina Torrecillas, se llegó a las conclusiones que se indica para su implementación de acuerdo a las necesidades y capacidad de la empresa.

1. El Inventario de reservas al mes de febrero del 2,019 proporcionadas por el área de geología en la unidad minera de Torrecillas, nos da una data de solo 4,217 TMS en reservas probadas y probables, reservas inferidas de 44,460 este es un problema fundamental a resolver por la minera.
2. El ratio de exploración es bajo, producto de la escasa potencia de la estructura y el no minado de todo el block cubicado (reserva), la operación de las labores en Torrecillas complica la posibilidad de incremento de producción.
3. El proceso de estimación de leyes de cada viaje que el volquete deposita en cancha se realiza con una herramienta artesanal conocido como “puruña”, con esta herramienta se hace el blending. Este método no es de alta precisión, no da certeza en las leyes que se están enviando a planta.
4. El método de minado es el correcto, ya que proporciona la seguridad requerida para el personal y activos en los tajos, las condiciones estructurales y calidad de roca encajonante, dificultan la implementación de una variante de explotación.
5. La productividad en tajos es muy baja, las labores de explotación no están centralizadas por problemas en las reservas, y la dependencia de una sola veta y la falta de tajos obliga a operaciones a recuperaciones de blocks dispersos en la mina en el área de Torrecillas con aumento notable del costo operativo.
6. La poca cantidad de tajos en operación dificultan alcanzar las metas físicas propuestas, existe la posibilidad de que la disminución de la ley de cabeza, se deba a mezclas de mineral de baja ley para obtener el tonelaje programado.
7. En los tajos en operación, los trabajos son ejecutados por dos operarios en forma integral, por lo cual es difícil elevar los índices de producción.

8. La unidad minera de Torrecillas no cuenta con planta de beneficio, existe una gran oportunidad de mejora si se contara con planta propia.
9. La unidad minera está implementando un sistema de gestión propio, que basa su modelo de gestión en la administración de riesgos.

RECOMENDACIONES

Los resultados obtenidos en la presente investigación deben ser considerados para futuros estudios de evaluación técnica operacional de una mina, porque se ha demostrado con los parámetros obtenidos determinar decisiones en forma adecuada.

1. Se recomienda elaborar un programa de exploraciones en otras zonas para poder incrementar los recursos y la posterior descentralización de la producción (otras zonas atractivas aparte de Torrecillas)
2. Antes de la voladura es recomendable utilizar falsos pisos, que ayudaría a incrementar el valor de mineral y disminuir la dilución que es mal considerada por este proceso operativo.
3. Se sugiere utilizar dinamita de 45%, con menos poder rompedor y por ende menor daño a las cajas, evitando una mayor dilución.
4. Se recomienda la planificación de operaciones en otros sectores como: Rebeca, Ady, Tessi serán fundamentales para el incremento de recursos y posterior incremento de producción sostenible.
5. Se recomienda el estudio detallado de la productividad de los equipos diésel y establecer la relación beneficio/costo.
6. La creación del departamento de planeamiento, productividad y costos en la unidad minera es urgente.
7. Es necesaria una revisión de todos los costos operativos y de inversión por parte de la minera.
8. En cuanto a la energía eléctrica, se sugiere estudiar la relación beneficio/costo y la posibilidad de enlazarse a la red nacional primaria de energía cercana a la unidad operativa.
9. Se recomienda instalar un laboratorio analítico de muestras en la unidad minera
10. Se recomienda realizar un estudio básico de la construcción de una planta concentradora en la mina, sobre la base del estudio geológico del yacimiento.

11. Referente al área de seguridad, se recomienda asociarlo a los siguientes sistemas, NOSA, STOP Dupont, sistemas con especificaciones internacionales que define los requisitos para el establecimiento, implantación y operación de un Sistema de Gestión en Seguridad y Salud Ocupacional efectivo, (OHSAS 18001:2007 e ISO 14001:2004)

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alfaro, M.A. (2007). Estimación de recursos mineros. Escuela de minas de París, pp.5 – 8.
- Alfaro, M.A. (2007). Métodos tradicionales de estimación de reservas. Escuela de minas de París, pág. 12 – 18, pág. 27, págs. 47 – 49.
- Carlos León MBA (2007). Evaluaciones de inversiones, un enfoque privado y social. Chiclayo. Cap. 3 – pág 14.
- Carlos López Jimeno. Osvaldo Aduvire, Luis Fernández (1992). "Evaluación del riesgo en proyectos mineros": E.TS.M.-Universidad Politécnica de Madrid.pág.33.
- Carlotto, V. (2009). Dominios Geotectónicos y Metalogénesis del Perú. *Bol. Soc. Geol. Perú* 103, 1-89.
- Coss, R. B. (1997). "Análisis y Evaluación de Proyectos de Inversión". Editorial Limusa. México D. F. págs. 61-78.
- Corrales, C. (2006). Parámetros de control, de seguridad, salud ocupacional y medio ambiente. Holística. Revista de Ingeniería Industrial (Lima, PUCP).
- Cortez Á. A. y Gallardo A. B. (1998). "Texto guía Proyecto Minero y Economía Minera" Universidad de la Serena – Vice rectoría Académica – Dirección de Docencia. Cruz, P.
- Dávila, J. (2006). *Diccionario Geológico*. Lima: Universidad Nacional de Ingeniería, Asamblea Nacional de Rectores.
- De La Huerta, G. F. (2008). Economía de Recursos no Renovables, págs. 3 – 9.
- Enríquez, A. y Sánchez, J. M. (2010). OHSAS 18001:2007 adaptado a 18002:2008.
- Espinoza Soto Daniel A. (2006). Análisis de riesgo y toma de decisiones estratégicas en proyectos mineros. Tesis de Grado. UNI - Perú pág. 21.
- Gilmar Ángel León Oscanoa (2006). "Análisis de inversión y rentabilidad de un proyecto aurífero a nivel de estudio de factibilidad' UNI pág.87- 88.

- Grimaldi, J. & Simonds, R. (1996). *La seguridad industrial: su administración*. México, D. F. Alfaomega.
- Hernández R. (2006). *Metodología de la investigación*. México: McGrawHill.
- Hernández R, Fernández C, & Baptista P. (2010). *Metodología de la Investigación 5ta Edición*. México: McGrawHill.
- Hernández, Fernández, & Baptista. (2003). *Metodología de la investigación*. México: McGrawHill.
- Lagos, E. (2010) Evaluación del riesgo financiero en proyectos mineros marginales. UNI - pág .43
- Leland T. Black, Anthony J. Tarquín (1999) *Ingeniería Económica: 3ra Edición 1999*. Pág. 374
- McKinstry HE. (1970). *Geología de Minas*. Barcelona: Omega.
- Ochante, J. (2010). Ley de Corte, su Cálculo y Aplicaciones (Cut Off), pág. 1– 18.
- Orche, G. E. (1999). *Manual de Evaluación de Yacimientos Minerales*, pág. 48- 53
- Oyarzun, R. (2011). *Geología de Minas, Exploración y Evaluación*, págs. 30 – 31.
- Oyarzún, J. y Oyarzun R. (2014). *Léxico de Geología Económica*. Madrid: Ediciones GEMM.
- Oyarzun, R. (2011). *Introducción a la Geología de Minas, Exploración & Evaluación*. Madrid: Ediciones GEMM.
- Sistemas de gestión de la seguridad y salud en el trabajo. Fundación Confemetal. Madrid: FC Editorial.
- Tumialán P. (2003). *Compendio de Yacimientos Minerales del Perú, Boletín N°10, Serie B Geología Económica-INGEMMET*. Lima: INGEMMET.
- Veiga de Cabo, D. I. (2008). Modelos de estudios de investigación aplicada: conceptos y criterios para el diseño. *Med Segur Trab 2008; Vol LIV N° 210*, 81-88.

BIBLIOGRAFÍA

- Bustillo, M. (2018). *Mineral Resources From Exploration to Sustainability Assessment*. Springer.
- Camus, J. (2002). *Management of Mineral Resources: Creating Value in the Mining Business*. Society for Mining, Metallurgy, and Exploration.
- Gandhi, S. & Sarkar, B. (2016). *Essentials of Mineral Exploration and Evaluation*. Elsevier.
- Lopez, C. & Bustillo, M. (1997). *Manual de Evaluación y Diseño De Explotaciones Mineras*. Madrid
- Orche, E. (1999). *Manual de Evaluación de Yacimientos Minerales*. Madrid
- Rossi, M. & Deutsch, C. (2014). *Mineral Resource Estimation*. Springer.

ANEXOS

Anexo 01: Cuestionario de Validez del Instrumento

CUESTIONARIO DE VALIDEZ DEL INSTRUMENTO

TITULO DE TESIS	:	“Evaluación Técnica – Operacional en La Mina Torrecillas, Distrito de Chala, Provincia Caraveli y Región De Arequipa”
Apellido y Nombre del Investigador	:	Luis Miguel CONDOR CARDENAS

Apellido y Nombre del Profesional	:	ING. GEOLOGO CIP:
--	---	--------------------------

Estimado Experto: La presente encuesta corresponde a un estudio de investigación sobre la Evaluación Técnica – Operacional en la mina Torrecillas, Distrito de Chala, Provincia Caraveli y Región De Arequipa. La encuesta no es anónima, por lo que le solicitamos su sinceridad en sus respuestas.

Instrucción:

Valores marcando con una “X” según el indicador mostrado debajo, para poder evaluar a los instrumentos utilizados en el proyecto de investigación “sobre la Evaluación Técnica – Operacional en la mina Torrecillas, Distrito de Chala, Provincia Caraveli y Región De Arequipa”, según la escala del 1 al 5, donde 1 es (totalmente en desacuerdo), 2 (en desacuerdo),3(indeciso),4(de acuerdo) y 5(totalmente de acuerdo).

N°	Pregunta	1	2	3	4	5
1	¿En su experiencia profesional cree usted que es importante realizar fichas de recolección de datos para la validación de algún instrumento?					
2	¿De acuerdo a sus experiencia profesional cree usted que la revisión del organigrama y manual de funciones y competencias de la supervisión para obtener excelentes resultados?					
3	¿De acuerdo a sus experiencia profesional cree usted que el que el diseño y planeamiento de la mina a nivel conceptual para la evaluación técnica para obtener excelentes resultados?					
4	¿De acuerdo a sus experiencias profesionales cree usted que el estudio de la productividad de los equipos diesel y establecer la relación beneficio/costo para obtener excelentes resultados?					
5	¿De acuerdo a sus experiencia profesional cree usted que la creación del departamento de planeamiento, productividad y costos en la unidad minera es urgente para obtener excelentes resultados?					
6	¿De acuerdo a sus experiencia profesional cree usted que la instalación de un laboratorio analítico de muestras en la unidad minera para obtener excelentes resultados?					
7	¿De acuerdo a sus experiencia profesional cree usted que el ensayo granulométrico por tamizado debe realizarse según las normas OHSAS 18001:2007 e ISO 14001:2004 para obtener excelentes resultados?					
8	¿De acuerdo a su experiencia profesional cree usted que el planteamiento de la evaluación técnica – operacional en la mina torrecillas, distrito de chala, Provincia Caraveli y Region De Arequipa?					

Totalmente e desacuerdo	
En desacuerdo	
Indeciso	
De acuerdo	
Totalmente de acuerdo	

Fuente propia: Validación de instrumento experto

CUESTIONARIO DE VALIDEZ DEL INSTRUMENTO

TITULO DE TESIS	:	“Evaluación Técnica – Operacional en La Mina Torrecillas, Distrito de Chala, Provincia Caraveli y Region De Arequipa”
Apellido y Nombre del investigador	:	Luis Miguel CONDOR CARDENAS

Apellido y Nombre del experto	:	MAITA HINOSTROZA JORGE WILLIAM
Profesión	:	ING. GEOLOGO CIP: 61452

Estimado Experto: La presente encuesta corresponde a un estudio de investigación sobre la Evaluación Técnica – Operacional en la mina Torrecillas, Distrito de Chala, Provincia Caraveli y Region De Arequipa. La encuesta no es anónima, por lo que le solicitamos su sinceridad en sus respuestas.

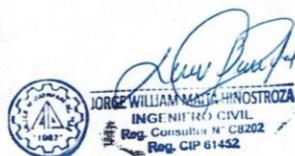
Instrucción:

Valores marcando con una “X” según el indicador mostrado debajo, para poder evaluar a los instrumentos utilizados en el proyecto de investigación Evaluación Técnica – Operacional en la mina Torrecillas, Distrito de Chala, Provincia Caraveli y Region De Arequipa, según la escala del 1 al 5, donde 1 es (totalmente en desacuerdo), 2 (en desacuerdo), 3 (indeciso), 4 (de acuerdo) y 5 (totalmente de acuerdo).

N°	Preguntas	1	2	3	4	5
1	¿En su experiencia profesional cree usted que es importante realizar fichas de recolección de datos para la validación de algún instrumento?					X
2	¿De acuerdo a sus experiencia profesional cree usted que la revisión del organigrama y manual de funciones y competencias de la supervisión para obtener excelentes resultados?				X	
3	¿De acuerdo a sus experiencia profesional cree usted que el que el diseño y planeamiento de la mina a nivel conceptual para la evaluación técnica para obtener excelentes resultados?				X	
4	¿De acuerdo a sus experiencias profesionales cree usted que el estudio de la productividad de los equipos diesel y establecer la relación beneficio/costo para obtener excelentes				X	
5	¿De acuerdo a sus experiencia profesional cree usted que la creación del departamento de planeamiento, productividad y costos en la unidad minera es urgente para obtener excelentes resultados?				X	
6	¿De acuerdo a sus experiencia profesional cree usted que la instalación de un laboratorio analítico de muestras en la unidad minera para obtener excelentes resultados?					X
7	¿De acuerdo a sus experiencia profesional cree usted que el ensayo granulométrico por tamizado debe realizarse según las normas OHSAS 18001:2007 e ISO 14001:2004 para obtener excelentes resultados?				X	
8	¿De acuerdo a su experiencia profesional cree usted que el planteamiento de evaluación técnica – operacional en la mina torrecillas, distrito de chala, Provincia Caraveli y Region De Arequipa?					X

Totalmente en desacuerdo	1
En desacuerdo	2
Indeciso	3
De acuerdo	4
Totalmente de acuerdo	5

Fuente propia: Validación de instrumento experto 4



CUESTIONARIO DE VALIDEZ DEL INSTRUMENTO

TITULO DE TESIS	:	"Evaluación Técnica – Operacional en La Mina Torrecillas, Distrito de Chala, Provincia Caraveli y Region De Arequipa"
Apellido y Nombre del investigador	:	Luis Miguel CONDOR CARDENAS

Apellido y Nombre del experto	:	ESPIÑOZA HUERTO MARY
Profesión	:	ING. GEOLOGO CIP: 285496

Estimado Experto: La presente encuesta corresponde a un estudio de investigación sobre la Evaluación Técnica – Operacional en la mina Torrecillas, Distrito de Chala, Provincia Caraveli y Region De Arequipa. La encuesta no es anónima, por lo que le solicitamos su sinceridad en sus respuestas.

Instrucción:

Valores marcando con una "X" según el indicador mostrado debajo, para poder evaluar a los instrumentos utilizados en el proyecto de investigación Evaluación Técnica – Operacional en la mina Torrecillas, Distrito de Chala, Provincia Caraveli y Region De Arequipa, según la escala del 1 al 5, donde 1 es (totalmente en desacuerdo), 2 (en desacuerdo), 3 (indeciso), 4 (de acuerdo) y 5 (totalmente de acuerdo).

N°	Preguntas	1	2	3	4	5
1	¿En su experiencia profesional cree usted que es importante realizar fichas de recolección de datos para la validación de algún instrumento?					X
2	¿De acuerdo a sus experiencia profesional cree usted que la revisión del organigrama y manual de funciones y competencias de la supervisión para obtener excelentes resultados?				X	
3	¿De acuerdo a sus experiencia profesional cree usted que el que el diseño y planeamiento de la mina a nivel conceptual para la evaluación técnica para obtener excelentes resultados?				X	
4	¿De acuerdo a sus experiencias profesionales cree usted que el estudio de la productividad de los equipos diesel y establecer la relación beneficio/costo para obtener excelentes				X	
5	¿De acuerdo a sus experiencia profesional cree usted que la creación del departamento de planeamiento, productividad y costos en la unidad minera es urgente para obtener excelentes resultados?				X	
6	¿De acuerdo a sus experiencia profesional cree usted que la instalación de un laboratorio analítico de muestras en la unidad minera para obtener excelentes resultados?					X
7	¿De acuerdo a sus experiencia profesional cree usted que el ensayo granulométrico por tamizado debe realizarse según las normas OHSAS 18001:2007 e ISO 14001:2004 para obtener excelentes resultados?				X	
8	¿De acuerdo a su experiencia profesional cree usted que el planteamiento de evaluación técnica – operacional en la mina torrecillas, distrito de chala, Provincia Caraveli y Region De Arequipa?					X

Totalmente en desacuerdo	1
En desacuerdo	2
Indeciso	3
De acuerdo	4
Totalmente de acuerdo	5

Fuente propia: Validación de instrumento experto 2


Ing. Mary Evelin Espinoza Huerto
 Especialista Ambiental
 CIP: 285496

CUESTIONARIO DE VALIDEZ DEL INSTRUMENTO

TITULO DE TESIS	:	"Evaluación Técnica – Operacional en La Mina Torrecillas, Distrito de Chala, Provincia Caraveli y Region De Arequipa"
Apellido y Nombre del investigador	:	Luis Miguel CONDOR CARDENAS

Apellido y Nombre del experto	:	<i>Lopez Malpartida Helia</i>
Profesión	:	ING. GEOLOGO CIP: 184258

Estimado Experto: La presente encuesta corresponde a un estudio de investigación sobre la Evaluación Técnica – Operacional en la mina Torrecillas, Distrito de Chala, Provincia Caraveli y Region De Arequipa. La encuesta no es anónima, por lo que le solicitamos su sinceridad en sus respuestas.

Instrucción:

Valores marcando con una "X" según el indicador mostrado debajo, para poder evaluar a los instrumentos utilizados en el proyecto de investigación Evaluación Técnica – Operacional en la mina Torrecillas, Distrito de Chala, Provincia Caraveli y Region De Arequipa, según la escala del 1 al 5, donde 1 es (totalmente en desacuerdo), 2 (en desacuerdo),3(indeciso),4(de acuerdo) y 5(totalmente de acuerdo).

N°	Preguntas	1	2	3	4	5
1	¿En su experiencia profesional cree usted que es importante realizar fichas de recolección de datos para la validación de algún instrumento?					X
2	¿De acuerdo a sus experiencia profesional cree usted que la revisión del organigrama y manual de funciones y competencias de la supervisión para obtener excelentes resultados?				X	
3	¿De acuerdo a sus experiencia profesional cree usted que el que el diseño y planeamiento de la mina a nivel conceptual para la evaluación técnica para obtener excelentes resultados?				X	
4	¿De acuerdo a sus experiencias profesionales cree usted que el estudio de la productividad de los equipos diesel y establecer la relación beneficio/costo para obtener excelentes				X	
5	¿De acuerdo a sus experiencia profesional cree usted que la creación del departamento de planeamiento, productividad y costos en la unidad minera es urgente para obtener excelentes resultados?				X	
6	¿De acuerdo a sus experiencia profesional cree usted que la instalación de un laboratorio analítico de muestras en la unidad minera para obtener excelentes resultados?					X
7	¿De acuerdo a sus experiencia profesional cree usted que el ensayo granulométrico por tamizado debe realizarse según las normas OHSAS 18001:2007 e ISO 14001:2004 para obtener excelentes resultados?				X	
8	¿De acuerdo a su experiencia profesional cree usted que el planteamiento de evaluación técnica – operacional en la mina torrecillas, distrito de chala, Provincia Caraveli y Region De Arequipa?					X

Totalmente en desacuerdo	<u>1</u>
En desacuerdo	<u>2</u>
Indeciso	<u>3</u>
De acuerdo	<u>4</u>
Totalmente de acuerdo	<u>5</u>



Ing. Helia J. Lopez Malpartida
CIP 184258

Fuente propia: Validación de instrumento experto **3**

Anexo 02: Matriz de Consistencia

TITULO: “EVALUACION TECNICA OPERACIONAL EN LA MINA TORRECILLAS, DISTRITO DE CHALA, PROVINCIA CARAVELÍ Y REGIÓN DE AREQUIPA”

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES	METODO
<p>Problema general ¿Cuáles son los parámetros para la evaluación técnica - operacional en la Mina Torrecillas, distrito de Chala, provincia Caraveli y región Arequipa?</p>	<p>Objetivo general Determinar los parámetros para la evaluación técnica - operacional en la Mina Torrecillas, distrito de Chala, provincia Caraveli y región Arequipa.</p>	<p>Hipótesis general Con la determinación de los parámetros, se realizará un adecuado proceso de la evaluación técnica - operacional en la Mina Torrecillas, distrito de Chala, provincia Caraveli y región Arequipa.</p>	<p>V. I. Evaluación Técnica Operacional</p>	<p>Tipo de investigación: Aplicada</p> <p>Método de investigación: La investigación tendrá presenta método científico, analítico y experimental.</p>
<p>Problemas específicos 1) ¿Cuáles son las caracterizaciones geológicas, geométricas y geomecánicas del yacimiento para la evaluación técnica - operacional en la Mina Torrecillas, distrito de Chala, provincia Caraveli y región Arequipa? 2) ¿Cuál es el diseño y planeamiento de la mina a nivel conceptual para la evaluación técnica - operacional en la Mina Torrecillas, distrito de Chala, provincia Caravelí y región Arequipa?</p>	<p>Objetivos específicos 1) Determinar las caracterizaciones geológicas, geométricas y geomecánicas del yacimiento para la evaluación técnica - operacional en la Mina Torrecillas, distrito de Chala, provincia Caraveli y región Arequipa. 2) Determinar el diseño y planeamiento de la mina a nivel conceptual para la evaluación técnica - operacional en la Mina Torrecillas, distrito de Chala, provincia Caravelí y región Arequipa.</p>	<p>Hipótesis específicas 1) Evaluando las caracterizaciones geológicas, geométricas y geomecánicas del yacimiento, se logrará una eficiente evaluación técnica - operacional en la Mina Torrecillas, distrito de Chala, provincia Caraveli y región Arequipa. 2) Implementando un diseño adecuado y planeamiento de la mina eficiente a nivel conceptual se logrará una evaluación técnica - operacional en la Mina Torrecillas, distrito de Chala, provincia Caravelí y región Arequipa.</p>	<p>V.D. Mina Torrecillas</p>	<p>Diseño de Investigación cuantitativo, experimental y transversal.</p> <p>Población: Conformado por el potencial de sus recursos (minerales) que que posee el yacimiento aurífero Torrecillas.</p>

<p>3) ¿Cuál es el sistema de seguridad y las herramientas de gestión para la evaluación técnica - operacional en la Mina Torrecillas, distrito de Chala, provincia Caravelí y región Arequipa?</p>	<p>3) Explicar el sistema de seguridad y las herramientas de gestión para la evaluación técnica - operacional en la Mina Torrecillas, distrito de Chala, provincia Caravelí y región Arequipa.</p>	<p>3) Con la implementación de un sistema de seguridad y herramientas de gestión en los procesos productivos se logrará una buena evaluación técnica - operacional en la Mina Torrecillas, distrito de Chala, provincia Caravelí y región Arequipa.</p>	<p>Muestra: La muestra está representada por el conjunto de muestras que van ser tomados del área de yacimiento aurífero Torrecillas.</p> <p>Técnicas: Trabajo de Campo Recolección de datos: geología (inventario de reservas, ley de mineral), método de minado, planeamiento mina, servicios, planta concentradora y seguridad. La observación.</p> <p>Trabajo de Gabinete La medición: análisis e interpretación de los datos obtenidos.</p> <p>Instrumentos: Revisión de fuentes literarias. Planos geológicos de la zona de INGEMMET. Fichas de observación. Hoja de registro y planos. Usos de equipos: La cinta métrica, la brújula, GPS, estación total y otros.</p>
--	--	---	--