

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS
ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE MINAS



T E S I S

Consideraciones para un Plan de Minado para un año en Compañía

Minera Nexa Resources el Porvenir

Para optar el título profesional de:

Ingeniero de Minas

Autores:

Bach. Jaime Hugo BASILIO TTITO

Bach. Roger Tito BLANCO PUJAY

Asesor:

Ing. Julio César SANTIAGO RIVERA

Cerro de Pasco – Perú – 2025

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN

FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS

ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE MINAS



T E S I S

Consideraciones para un Plan de Minado para un año en Compañía

Minera Nexa Resources el Porvenir

Sustentada y aprobada ante los miembros del jurado:

Mg. Edwin Elías SÁNCHEZ ESPINOZA

PRESIDENTE

Ing. Toribio GARCIA CONTRERAS

MIEMBRO

Mg. Nelson MOLTALVO CARHUARICRA

MIEMBRO



UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN

Facultad de Ingeniería de Minas

Unidad de Investigación de la Facultad de Ingeniería de Minas

"Año de la Recuperación y Consolidación de la Economía Peruana"



INFORME DE ORIGINALIDAD N° 017-2025

La Unidad de Investigación de la Facultad de Ingeniería de Minas de la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión ha realizado el análisis con exclusiones en el Software Turnitin Originality, que a continuación se detalla:

Presentado por:

Bach. BASILIO TTITO Jaime Hugo

Bach. BLANCO PUJAY Roger Tito

Escuela de Formación Profesional
Ingeniería de Minas

Tipo de trabajo:
Tesis

Título del trabajo
"CONSIDERACIONES PARA UN PLAN DE MINADO PARA UN AÑO EN COMPAÑÍA MINERA NEXA RESOURCES EL PORVENIR"

Asesor:
Ing. Julio Cesar SANTIAGO RIVERA

Índice de Similitud: **5%**

Calificativo
APROBADO

Se adjunta al presente el informe y el reporte de evaluación del software similitud.

Cerro de Pasco, 2 de julio de 2025.

Sello y Firma del responsable
de la Unidad de Investigación

DEDICATORIA

A Dios, mis padres, por ser mi ejemplo de esfuerzo, amor y perseverancia. Gracias por cada sacrificio, por creer en mí incluso cuando yo dudaba, y por darme las alas para llegar hasta aquí. A Gianela, por tu amor incondicional, tu apoyo constante y por ser mi compañera en cada paso de este camino. Tu confianza en mí fue mi motor en los momentos más difíciles.

Este logro también es de ustedes.

Roger Tito BLANCO PUJAY

A mis padres, Por ser la base de todo lo que soy y la fuerza detrás de cada uno de mis logros. Gracias por su amor, sus enseñanzas y su apoyo incondicional en cada etapa de mi vida. Esta meta alcanzada es también un reflejo de su esfuerzo y sacrificio

Con todo mi cariño y gratitud.

Jaime Hugo, BASILIO TTITO

AGRADECIMIENTO

Al culminar esta importante etapa de mi vida, quiero expresar mi más sincero agradecimiento a quienes hicieron posible este logro.

En primer lugar, a Dios, por brindarme la fortaleza, sabiduría y salud para seguir adelante incluso en los momentos más difíciles.

A mis padres, por ser mi pilar inquebrantable. Gracias por su amor, comprensión y por enseñarme con el ejemplo el valor del esfuerzo y la dedicación. Este logro es tan mío como suyo. Mi familia, por estar siempre presente con palabras de aliento y confianza en mis capacidades.

A mis docentes y asesores, por compartir sus conocimientos, por su guía académica y por exigir siempre lo mejor de mí. Y a mis amigos y compañeros de estudio, por los momentos compartidos, la colaboración y el compañerismo que hicieron más enriquecedor este camino.

RESUMEN

A continuación, se presenta el trabajo académico titulado: “CONSIDERACIONES PARA UN PLAN DE MINADO PARA UN AÑO EN COMPAÑÍA MINERA NEXA RESOURCES EL PORVENIR”. plantea como objetivo: Determinar las consideraciones que se debe tener en cuenta en la elaboración del plan de minado para el próximo año para la Unidad El Porvenir de la Empresa Nexa Resources S.A. Como hipótesis establece Las consideraciones que se debe tener en cuenta en la elaboración del plan de minado para el próximo año deben concordar con el DS 024 – 2016 – EM, en cuanto a la metodología de investigación plantea un tipo de investigación de perfil aplicado, con niveles descriptivos, por medio de la metodología científica, haciendo énfasis en los procedimientos de análisis y deducción; y se presenta diseño no experimental. Así mismo la muestra está compuesta por el área de geología, geomecánica, mina, servicios auxiliares, seguridad de la Empresa Minera Nexa Resources El Porvenir

Para finalizar elaboramos algunas conclusiones y presentamos nuestras recomendaciones necesarias; entre las primeras se puede indicar lo siguiente: Para elaborar el plan de minado en la Unidad Minera El Porvenir se tiene como prioridad conocer aspectos como la geología del yacimiento, los recursos y reservas, la geomecánica de las rocas, el metodo de minado, las operaciones de mina, los servicios auxiliares, el programa de producción, la seguridad y salud ocupacional.

Palabras claves: Plan de minado, geología, geomecánica, metodo de minado, servicios auxiliares. Seguridad y salud ocupacional.

ABSTRACT

The research is titled: "CONSIDERATIONS FOR A ONE-YEAR MINING PLAN AT COMPAÑÍA MINERA NEXA RESOURCES EL PORVENIR". aims to: Determine the considerations that must be taken into account when preparing the mining plan for next year at the Nexa Company

Resources S.A. (Nexa Resources), El Porvenir Unit; as a hypothesis established. The considerations that must be taken into account in the preparation of the mining plan for next year must agree with DS 024 - 2016 - EM, in terms of the research methodology, it proposes a type of applied research, with a level descriptive and analytical, making use of the scientific method, with the support of specific analytical-deductive methods; with a non-experimental design, the sample is made up of the area of geology, geomechanics, mine, auxiliary services, security of the Mining Company Nexa Resources El Porvenir

Finally we end with conclusions and respective recommendations; Among the conclusions we can mention the following: To carry out the mining plan at the El Porvenir Mining Unit, the priority is to know aspects such as the geology of the deposit, the resources and reserves, the geomechanics of the rocks, the mining method, mine operations, auxiliary services, the production program, occupational health and safety.

Keywords: Mining plan, geology, geomechanics, mining method, auxiliary services. Occupational health and safety.

INTRODUCCIÓN

Vemos que en Nexa Resources S.A. (Nexa Resources), ex Milpo el plan de minado son actualizados en forma permanente y en forma obligatoria anualmente evaluando los distintos parámetros que se considera en la explotación minera de un yacimiento y poder responder adecuadamente a los objetivos de la empresa permitiendo a dicha empresa aumentar el tiempo de vida de la mina, obtener mayores utilidades, mayor productividad, una explotación sostenible y responsable sin afectar al medio ambiente.

Este es el aspecto central que nos lleva a proponer el trabajo presente y poder contar con datos actualizados.

Esta investigación se ordena y abarca cuatro capítulos, los que se sintetizan a continuación:

El capítulo I se enfoca en el problema central en términos generales, abordando para ello el plan de minado en la Compañía Minera Milpo S.A.A. (MILPO), además serán presentados los objetivos a alcanzar, también se propondrá una hipótesis de trabajo junto con las variables identificadas, terminado por señalar las delimitaciones del trabajo, así como sus aspectos limitantes.

El Capítulo II, será desarrollado el Marco Teórico que servirá como referencia a la tesis haciendo una revisión de trabajos que la anteceden y presentando el marco conceptual y teórico básico.

A continuación, el Capítulo III aborda la Metodología de trabajo investigativo usado, el nivel y tipo de elaboración, de la misma manera serán presentados el diseño, los grupos poblacionales y muestrales, como también en cuanto a los datos recolectados se mostrarán Técnicas o instrumentos aplicados para su procesamiento.

El Capítulo IV se enfoca en presentar los resultados a los que se pueden llegar en el desarrollo del trabajo. Finalmente se señalan algunas conclusiones y elaboran las recomendaciones necesarias, cerrando la tesis con la presentación de la bibliografía consultada para esta investigación.

ÍNDICE

DEDICATORIA	
AGRADECIMIENTO	
RESUMEN	
ABSTRACT	
INTRODUCCIÓN	
ÍNDICE	
ÍNDICE DE FIGURAS	
ÍNDICE DE TABLAS	

CAPÍTULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1.	Planteamiento del problema.....	1
1.2.	Delimitación de la investigación.....	2
1.2.1.	Delimitación espacial	2
1.2.2.	Delimitación temporal	2
1.3.	Formulación del problema	2
1.3.1.	Problema General.....	2
1.3.2.	Problema 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

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1.	Antecedentes de estudio	5
2.2.	Bases teóricas científicas	8
2.2.1.	Base legal.....	10

2.2.2. Marco administrativo.....	12
2.2.3. Diseño de la mina	13
2.2.4. Método de explotación.....	14
2.2.5. Método de explotación.....	15
2.2.6. Perforación	16
2.2.7. Explosivos	17
2.2.8. Geomecánica de la zona	19
2.3. Definición de términos conceptuales	19
2.4. Enfoque filosófico – epistémico	22

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

3.1. Tipo de investigación.....	24
3.2. Nivel de investigación.....	24
3.3. Características de la investigación	24
3.4. Métodos de investigación	25
3.5. Diseño de investigación.....	25
3.6. Procedimiento del muestreo.....	25
3.6.1. Población.....	25
3.6.2. Muestra.....	25
3.7. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	25
3.7.1. Técnicas	25
3.7.2. Instrumentos.....	25
3.8. Técnicas de procesamiento y análisis de datos.....	26
3.9. Orientación ética	26

CAPÍTULO IV

PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

4.1. Presentación, análisis e interpretación de resultados	27
4.1.1. Aspectos generales de la mina	27

4.1.2. Geología.....	33
4.1.3. Estudio geomecánico.....	43
4.2. Discusión de resultados	103
CONCLUSIONES	
RECOMENDACIONES	
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	
ANEXOS	

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Ubicación de los componentes de la mina	10
Figura 2 Ubicación U.M. El Porvenir.....	28
Figura 3 Geología Regional	35
Figura 4 Sección Geológica	37
Figura 5 Perforaciones Programadas 2023-Planta y Secciones Esquemáticas.....	41
Figura 6 Fotografía Inspección Geomecánica Típica	43
Figura 7 Mapeo Geomecánico de Labores Mineras (RMR, 1989).....	45
Figura 8 Caracterización Geomecánica Macizo Rocoso y Definición de Zonas de Inestabilidad en Función del RMR	46
Figura 9 Gráfica de distribución de calidades RMRB v/s RMRL (INGEROC, 2018) ..	49
Figura 10 Vista Transversal de las Zonas de Operación El Porvenir (NEXA, 2021) ..	51
Figura 11 Caracterización Geomecánica para la estructura de Carmen Norte 3 (CN3)	51
Figura 12 Caracterización Geomecánica para la estructura de Éxito (VE)	52
Figura 13 Caracterización Geomecánica para la estructura de Éxito (VE) Zona Alta	52
Figura 14 Caracterización Geomecánica para la Estructura de Don Ernesto (DE)	53
Figura 15 Caracterización Geomecánica para la Estructura de Socorro	53
Figura 16 Caracterización Geomecánica para la Estructura 1204 en Zona Alta.....	54
Figura 17 Caracterización Geomecánica para la Estructura 1204 en Zona.....	54
Figura 18 Caracterización Geomecánica para la Estructura de Porvenir 9.....	55
Figura 19 Caracterización Geomecánica para la Estructura de Carmen, Zona Intermedia.....	55
Figura 20 Diámetro de una intersección.....	61
Figura 21 Clasificación del Macizo Rocoso (RMR).....	62
Figura 22 Determinación numérica de los pilares entre excavaciones	63
Figura 23 Sección Esquemática del Método de Minado C&F – Breasting	65
Figura 24 Análisis Numérico del Método de Minado C&F – Breasting.....	65

Figura 25 Esquema de Minado mediante el Método AVOCA	66
Figura 26 Análisis numérico del dimensionamiento de un tajeo de 25 m de altura y buzamiento 75° de estructura	66
Figura 27 Esquema que ilustra el arco de presión natural que rodea una	68
Figura 28 Interacción del refuerzo entre pernos de anclaje	69
Figura 29 Vista Esquemática de la Función del Shotcrete (Modificaco de F Elorrieta, 2021)	70
Figura 30 Gráfica de evolución de resistencia de SHFR a 4.0h (UNICON, 2021).....	71
Figura 31 Formato de indicación geomecánica de sostenimiento El Porvenir 2021 ..	72
Figura 32 Cartilla Geomecánica de Sostenimiento (El Porvenir, 2022 V2)	73
Figura 33 Vista en Sección de la Ubicación de los Eventos	75
Figura 34 Ciclo de Minado Bench and Fill	76
Figura 35 Esquema del Método de Minado	77
Figura 36 Acceso a la Zona Mineralizada.....	78
Figura 37 Etapas del Método de Explotación de Corte y Relleno Ascendente	79
Figura 38 Ciclo de Minado U.M. El Porvenir.....	80
Figura 39 Jumbo Sandvik DD421 – Simba S7D.....	81
Figura 40 Anfo Loader realizando el carguío en un frente en breasting.....	82
Figura 41 Diseño de Slot.....	82
Figura 42 Estándares de perforacion y voladura, sección 4.5m x 4m, tipo roca buena tipo I.....	83
Figura 43 Estándares de perforacion y voladura, sección 4.5m x 4m, tipo roca media tipo II.....	83
Figura 44 Estándares de perforacion y voladura, sección 4.5m x 4m, tipo roca suave tipo IV - A.....	84
Figura 45 Estándares de perforacion y voladura, sección 5m x 5m, tipo roca buena tipo I	84

Figura 46 Estándares de perforacion y voladura, sección 5m x 5m, tipo roca regular tipo I	85
Figura 47 Estándares de perforacion y voladura, sección 5m x 5m, tipo roca regular, tipo II.....	85
Figura 48 Estándares de perforacion y voladura, sección 5m x 5m, tipo roca buena, tipo I	86
Figura 49 Estándares de perforacion y voladura, sección 5m x 5m, tipo roca regular, tipo II.....	86
Figura 50 Mangas de ventilación que proporcionan aire fresco a los frentes de Trabajo	88
Figura 51 Desatado con Scaler	89
Figura 52 Instalación de Split Sets con Scissor Bolter.....	90
Figura 53 Scoop Caterpillar.....	91
Figura 54 Planta de Relleno Hidráulico	92
Figura 55 Unifilar de Relleno Hidráulico	92
Figura 56 Vista General de la Red de Agua en Mina.....	96
Figura 57 Diagrama Unifilar Sistema de Bombeo.....	96
Figura 58 Estándar de Subestación Eléctrica - Vista en Planta.....	97
Figura 59 Plano de Polvorín Principal Nv. 3100 (-970).....	98
Figura 60 Certificación internacional ISO 45001.....	101
Figura 61 Índice de frecuencia	101
Figura 62 Índice de severidad	102
Figura 63 Índice de accidentabilidad	102
Figura 64 Programa de capacitación de seguridad y medio ambiente.....	102

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Cuadro resumen del diseño de mina	14
Tabla 2 Métodos de explotación subterránea	15
Tabla 3 Componentes de Unidad Minera	29
Tabla 4 Programa de Labores de Exploración 2023	41
Tabla 5 Programa de Exploración Diamantina 2023	41
Tabla 6 Programa de Recategorización 2023	42
Tabla 7 Inventario de Recursos – diciembre 31, 2021	43
Tabla 8 Inventario de Reservas – diciembre 31, 2021	43
Tabla 9 Clasificación Rock Mass Rating (RMR89).....	45
Tabla 10 Clasificación Rock Mass Rating El Porvenir (RMR89)	46
Tabla 11 Celdas Geotécnicas para la Caracterización del Macizo Rocoso El Porvenir	48
Tabla 12 Resumen de calidades geotécnicas por unidad litológica (Modificado de INGEROC, 2018)	50
Tabla 13 Dominios Geomecánicos El Porvenir	51
Tabla 14 Ensayos de Resistencia a la Compresión Simple (MPa).....	56
Tabla 15 Ensayo de Compresión Triaxial	57
Tabla 16 Constantes Elásticas del Macizo Rocoso.....	58
Tabla 17 Ensayo de Corte Directo.....	59
Tabla 18 Dimensionamiento de excavaciones "Permanentes" y "Temporales".....	60
Tabla 19 Dimensionamiento típico de pilares para las operaciones de Nexa.....	63
Tabla 20 Balance de aire de labores de Ingreso de Aire.....	93
Tabla 21 Balance de aire de labores de Salidas de Aire.....	93
Tabla 22 Balance de aire de labores de Ingreso y Salidas de Aire	94
Tabla 23 Demanda de Aire y Cobertura	94
Tabla 24 Requerimiento de Agua según Equipos y Actual Cobertura.....	95
Tabla 25 Programa de Disponibilidad Mecánica 2022	99

Tabla 26 Programa de Producción 2023 – M300.....	99
Tabla 27 Programa de Avance 2023	100
Tabla 28 Metal Fino en los Concentrados	100
Tabla 29 Reservas minerales de la mina.....	103

CAPÍTULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Planteamiento del problema

La empresa de operaciones mineras Nexa Resources Perú S.A.A. que anteriormente tenía la razón social de Compañía Minera Milpo S.A.A. (MILPO), cuyas operaciones datan del 6 de abril de 1949, siempre se ha caracterizado por ofrecer un sostenido y sostenible crecimiento además de implementar procesos operativos integrales de gran impacto dentro de las operaciones mineras polimetálicas en el Perú.

Como parte de su crecimiento y desarrollo se consideró que las dimensiones de la empresa requerían una expansión importante para lo cual se decidió una asociación con Votorantim Metais Holding (VMH) en el año 2010. Esta compañía se trata de un conglomerado minero de alcance global cuyas operaciones se ubican entre las 5 más grandes en el sector de zinc a nivel mundial.

Vemos que en Nexa Resources S.A. (Nexa Resources), ex Milpo el plan de minado son actualizados en forma permanente y en forma obligatoria anualmente evaluando los distintos parámetros que se considera en la explotación minera de un yacimiento y poder responder adecuadamente a los objetivos de la empresa permitiendo a dicha empresa aumentar el tiempo de

vida de la mina, obtener mayores utilidades, mayor productividad, una explotación sostenible y responsable sin afectar al medio ambiente.

La explotación en Nexa Resources S.A. (Nexa Resources), ex Milpo mediante un plan de minado adecuado, bien programado debe considerar parámetros como: la geología, geomecánica, método de minado, operaciones en mina, servicios auxiliares, programas de producción y avances, costos y la seguridad. Para poder cumplir con las metas propuestas y tener éxito en este tipo de negocio.

Es por estas razones que se decide presentar la propuesta del siguiente trabajo académico con el fin de aprovechar la disposición de información actualizada.

1.2. Delimitación de la investigación

1.2.1. Delimitación espacial

Este trabajo tiene como eje operativo la Unidad Minera el Porvenir, Cuyas instalaciones se ubican en la localidad San Francisco de Asís, Que es parte del centro poblado de Yarusyacan, y que se encuentra vinculado provincialmente al departamento de pasco.

Estas operaciones se realizan a una altitud promedio de 4100 msnm.

1.2.2. Delimitación temporal

La duración de la investigación está prevista que ocupe un semestre entre julio y diciembre del año 2023.

1.3. Formulación del problema

1.3.1. Problema General

¿Qué consideraciones se debe tener en cuenta en la elaboración del plan de minado para el próximo año en la Empresa Nexa Resources S.A. (Nexa Resources), Unidad El Porvenir?

1.3.2. Problema Específicos

Problema específico a

¿Qué actualizaciones de los parámetros se realizarán en el área de geología, geomecánica, método de minado, para el próximo año en la Empresa Nexa Resources S.A. (Nexa Resources), Unidad El Porvenir?

Problema específico b

¿Qué actualizaciones de los parámetros se realizarán en el área de operaciones mineras, servicios auxiliares, programa de producción, avances y de la seguridad, para el próximo año en la Empresa Nexa Resources S.A. (Nexa Resources), Unidad El Porvenir?

1.4. Formulación de Objetivos

1.4.1. Objetivo General

Determinar las consideraciones que se debe tener en cuenta en la elaboración del plan de minado para el próximo año en la Empresa Nexa Resources S.A. (Nexa Resources), Unidad El Porvenir.

1.4.2. Objetivos Específicos

Objetivo específico a

Determinar las actualizaciones de los parámetros que se realizarán en el área de geología, geomecánica, método de minado, para el próximo año en la Empresa Nexa Resources S.A. (Nexa Resources), Unidad El Porvenir.

Objetivo específico b.

Determinar las actualizaciones de los parámetros que se realizarán en el área de operaciones mineras, servicios auxiliares, programa de producción, avances y de la seguridad, para el próximo año en la Empresa Nexa Resources S.A. (Nexa Resources), Unidad El Porvenir.

1.5. Justificación de la investigación

Nuestra investigación tiene su justificación desde los siguientes puntos.

Justificación Teórica

Podemos elaborar una justificación de esta propuesta basándonos en un enfoque teórico si tenemos en cuenta que al desarrollarlo vamos a contar con información muy importante y valiosa sobre proceso de minado en minería subterránea y a la vez poder aplicar conceptos teóricos sobre los parámetros en explotación subterránea.

Justificación Practica

Desde el punto de vista práctico justifica porque los resultados que obtenemos sobre parámetros de minado se podrán aplicar en la explotación de los cuerpos y vetas de dicha mina.

Justificación Económica

Justifica económicamente porque la aplicación de dicha investigación hará que se trabaje adecuadamente con mayor productividad y obteniendo beneficios económicos importantes en beneficios para la empresa.

Justificación Legal

Legalmente justifica por al aplicar los resultados de los parámetros de minado estaremos adecuándonos a la normatividad vigente el cumplimiento al DS 024 – 2016 – EM y su norma modificatoria D.S. 023 – 2017 -EM

1.6. Limitaciones de la investigación

Tenemos previsto cuando desarrollemos este trabajo que no encontraremos inconvenientes ni limitación debido a que contamos con el apoyo de la empresa y estar laborando en la Unidad El Porvenir.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de estudio

Tenemos los siguientes antecedentes:

Primer antecedente:

El trabajo presentado por (GALLARDO, 2022) que se titula: PROPUESTA DEL PLANEAMIENTO DE MINADO SUBTERRÁNEO PARA LA REACTIVACIÓN DE LA MINA PAREDONES, SAN PABLO, CAJAMARCA - 2019. Cuyo objetivo fue: realizar un planeamiento de minado para poder explotar las reservas mediante un análisis de los factores de producción para reactivar la mina y como conclusiones se tiene:

Las reservas halladas aseguran la explotación de la mina para 5 años mediante el método de explotación shirinkage, también se determinó que la el margen entre el beneficio y el costo es de 1.2458 \$ alcanzando 3,889,900 de valor actual neto.

Los indicadores económicos hallados indican que se debe realizar la inversión para proceder con la explotación.

Segundo antecedente

La tesis de (SANCHEZ L. , 2022) que lleva por título EVALUACION DEL CICLO DE MINADO PARA INCREMENTAR LA PRODUCTIVIDAD EN LA UNIDAD ECONOMICA ADMINISTRATIVA AQUIA - MAGISTRAL DE HUARAZ S.A.C -2022 tuvo como objetivo incrementar la productividad mediante la evaluación del ciclo de minado y como conclusiones manifiesta: con la evaluación del ciclo de minado se incrementa la productividad de 50 a 80 TMD de mineral lo cual representa un 62.5 %, así como también las leyes del mineral, de igual manera pasa en la concesión minera TUC I Grande incrementándose la productividad.

Se detecto los problemas del ciclo de minado lo que se consiguió corregirlo; también los costos del ciclo de minado mejoraron en voladura, sostenimiento, transporte.

Tercer antecedente

La tesis de (INFANTE , 2018) titulado Propuesta de planeamiento minero y la aplicación del método de explotación corte y relleno ascendente en el proyecto ESPERANZA del distrito de OROPESA REGIÓN APURÍMAC – 2018, plantea como objetivo el de contar con una propuesta de planeamiento para aplicar el método de corte y relleno ascendente para poder explotar el proyecto Esperanza en la región Apurímac.

Como conclusión se tiene: mediante el planeamiento realizado se determinó que es factible aplicar el método de corte y relleno ascendente realizándose la planificación de corto, mediano y largo plazo que ayudo a explotar el yacimiento, se estableció la conveniencia de implementar corte y relleno ascendente por ser el método más adecuado debido se adapta al tipo de roca, ubicación de las vetas, tamaño de las vetas y puede mecanizarse y adecuarse al yacimiento.

Cuarto antecedente

En la tesis de (HUERTA, 2018) titulado Elaboración del documento técnico para el desarrollo del plan de minado en el inicio de actividades de exploración y explotación en la Concesión Minera Manjar 15 2020 - Cajamarca, 2021, cuyo objetivo fue aumentar la producción de la mina Mallay mediante la planificación del minado y como conclusiones se indican: se planifico la explotación para iniciar con 1,100 Tn/día que debe comenzar en enero 2018, y debe culminar en diciembre del mismo año con una producción de 2500 tn/día, esto es para un planeamiento a corto plazo y debe mantenerse para un planeamiento de 7 años.

En el planeamiento se tuvo en cuenta la geología, la geomecánica, el sostenimiento, el sistema de explotación y el ciclo de trabajo.

En cuanto a beneficio/costose tiene 1.3784 siendo esta relación mayor a 1 por lo que el proyecto es rentable.

Quinto antecedente

La tesis de (DOMINGUEZ , 2021) titulado Elaboración del documento técnico para el desarrollo del plan de minado en el inicio de actividades de exploración y explotación en la Concesión Minera Manjar 15 2020 - Cajamarca, 2021, como objetivo plantea: contar con un plan de minado para la exploración, explotación de la mina Manjar.

Como conclusión se tiene:

Se cuenta con la documentación técnica acerca de plan de minado orientados al inicio de las actividades de exploración y explotación, determinándose los siguientes parámetros en consumo de explosivos 303 kg de dinamita, 7450 kg de anfo, 3744 m de mecha lenta, y de mecha rápida, 3744 unidades detonadores, un camión de 20 tn como medio de transporte, una retroexcavadora y perforadoras Jack leg.

La geomecánica de la mina indica un RMR de 66 que viene a ser una roca buena sin presencia de agua.

Se cuenta con una reserva de 832,386.56 tn, y una producción de 2000 tn/mes y una vida de 34.68 años, el método de explotación será por banqueo.

Sexto antecedente

La tesis de (GAIMES, 2019) titulada “Optimización del ciclo de minado para incrementar la productividad diaria en la Cooperativa Minera Limata Ltda.”

Se planteo incrementar la producción a 3000 m³/día mediante la optimización del ciclo de minado.

Como conclusiones indica que se alcanzó a incrementar la producción hasta los 512 m³/día, con una ley de 0.09 g de Au/m³, 224.3 gr de Au/día y una utilidad de 13.28 kg de oro anual.

La disponibilidad de equipos fue de:

- excavadoras de 2.3 m³: dos unidades
- volquetes de 15 m³: 9 unidades
- cargadores frontales de 3m³: 3 unidades
- Motobombas: 18 unidades
- tractor oruga: 1 unidad

Se logro 6.9 hr efectivas de trabajo y una eficacia de 86.5 %

Se planifico las horas de mantenimiento y cada 10,000 hrs se tomó la decisión de renovar, también se planifico las capacitaciones de los operadores.

2.2. Bases teóricas científicas

Componentes en la construcción de una mina

Ubicación de la mina

El desarrollo de la mina se basa en función del factor económico que es determinado en función a sus reservas, valor del cut off, costo de operación, utilidades todo esto nos indicara como debemos diseñar la mina y ubicar las diversas zonas de operación de la mina

Ubicación de la planta de beneficio

Se debe ubicar en la parte más alta de la topografía de la zona, para poder usar la gravedad para el transporte del relave, su ubicación debe ser estratégica para evitar sobrecostos en el transporte del concentrado

Almacenamiento de mineral Stock Piles

Su ubicación debe ser cerca de las operaciones de la mina para poder almacenar el mineral para su posterior uso.

Relavera

Se ubicará en la parte más baja de la zona, donde se puede recibir el relave y ubicada cerca de la planta concentradora, también se tendrá en cuenta las características geológicas de la zona donde se construirá la relavera

Botadero

Se ubicará cerca de la mina para evitar costos de transporte del desmonte, debe ser una zona amplia y de topografía llana

Talleres

Se ubicará cerca de las operaciones de la mina y planta concentradora para una fácil accesibilidad a los mantenimientos que se puede realizar

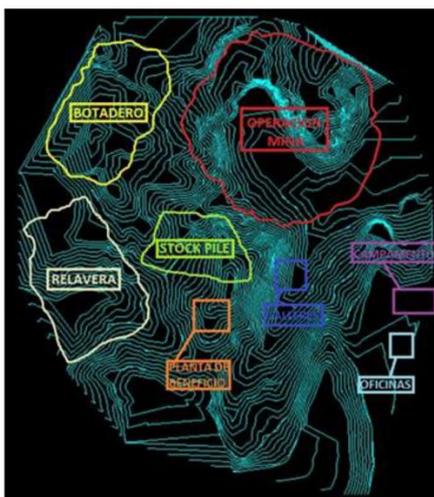
Oficinas

Ubicar en una zona adecuada y más alta de la topografía del terreno y alejada de la mina y planta de beneficio para evitar posibles daños producto de las operaciones mineras y de la planta de beneficio

Campamentos

De igual modo ubicar en lugares que no pueden producirse daños algunos

Figura 1 Ubicación de los componentes de la mina



2.2.1. Base legal

Un plan de minado se basa en el DS 024 – 2016 – EM y su norma modificatoria D.S N° 023 – 2017 – EM

Artículo 7 donde podemos mencionar

Plan de Minado Anual

Es el conjunto de documentos que abordan todos los aspectos relacionados a la totalidad las actividades o acciones vinculadas al minada que se llevaran a cabo en el lapso un año. Estas pueden ser: Delimitación de los sectores para labores de explotación, preparación y beneficio entre otras vinculadas como pueden ser métodos y parámetros para las labores, equipamiento necesario, elaboración de costos y presupuestos, fuerza laboral, planes de Seguridad y Salud Ocupacional y posible impacto en el entorno y acciones a ejecutar en eventos adversos posibles, cuantificación de las metas establecidas.

Artículo 33.- Cuando se ejecute cualquier actividad de índole minero se debe tener evaluaciones actuales específicos sobre los aspectos geológicos, geomecánicos, geotécnicos, hidrológicos, estabilización de taludes, parámetros de diseños, métodos para explosiones y voladuras, transportes, espacio para botadero, sistema para sostenimientos, ventilaciones y relleno, entre otros,

según se requiera cada caso. Estas evaluaciones tienen que estar suscritas por profesionales especialistas y debidamente colegiados con habilitación. También se deberá contar con los con la reglamentación interna sobre Seguridad y Salud Ocupacional, estándares y PETS específicos para para las distintas actividades que se llevaran a cabo, con especial atención en las actividades que supongan un riesgo alto.

Las evaluaciones de perfil geo mecánico deben basarse necesariamente en ensayos previos llevados a cabo en laboratorios especializados en mecánica de rocas.

Artículo 34.- serán considerados como parte del plan de minado los posibles riesgos que los procesos operativos puedan producir como puede ser el caso: mantenimiento de vías, carguío, transporte, voladura, perforación, sostenimiento, desatado o ventilación.

Anexo N° 01

Plan de minado anual de explotación en minería subterránea (metálicas y no metálicas).

Abarca los aspectos siguientes:

- a) Plano general que ubique a todas las instalaciones en superficie del proyecto
- b) Evaluación geomecánica detallada previa al inicio de las labores que ofrezca una caracterización el macizo rocoso por sectores dentro de la mina.

Diseños:

- c) Labores mineras por sectores
- d) En detalle de botaderos
- e) En detalle del polvorín, depósitos de sustancias peligrosas y subestaciones eléctricas
- f) En detalle de los sistemas de ventilación
- g) Gestión de Seguridad y Salud Ocupacional

- h) Planificación detallada de avances y labores mineras
- i) Programación de actividades por su ejecución

2.2.2. Marco administrativo

Las actividades administrativas se realizarán en los ministerios correspondientes y en las oficinas destinadas para dichos tramites en el interior del país.

Documentación

Dentro de los documentos a tener en cuenta tenemos:

- Testimonio de escritura pública
- Ficha ruc de la empresa ejecutora del proyecto
- Copia legalizada del DNI del representante de la empresa
- Título de la concesión minera
- Resolución aprobando el estudio ambiental
- Resolución de concesión de beneficio
- Certificación de calidad avalado por un laboratorio independiente
- Resolución de la Sucamec autorización de explosivos

Procedimiento para inicio/reinicio de actividades de exploración, desarrollo, preparación y explotación y modificaciones

En cada uno de los procedimientos los titulares deben seguir ante el MINEM o la dirección regional de minería (DREM)

a) Para iniciar las labores de exploración

El titular de la actividad presentara una solicitud por medio del formulario electrónico que contenga: seudónimo, código, número del instrumento ambiental, programa de trabajo y seguridad, Cira, Declaración Jurada de Propiedad del Predio, acreditación del Ministerio de Cultura del sector geográfico en el que se llevara a cabo la exploración, todos estos trámites no deberían tomar más de dos semanas.

b) En el caso que se inicie o reinicie actividades de desarrollo, preparación (que incluyen plan de minado y botadero)

Los titulares de la actividad presentaran el instrumento ambiental, la documentación que acredite la titularidad de la superficie donde se ejecute el plan minero y todas las actividades relacionadas, autorizaciones ministeriales si se necesita el uso de carreteras.

c) En el caso que se inicie o reinicie actividades de explotación

Los titulares de la actividad deberán comunicar al DREM para que realice la inspección verificando el plan de minado, el aspecto ambiental, certificado de laboratorio; de ser favorable la evaluación el MINEM y posteriormente la DREM de la región aprobaran el inicio de estas actividades.

d) Si se necesita modificar el plan de minado

Para cualquier modificación de alguna actividad relacionada a este plan se presentará al titular de la dirección regional de energía y minas o la DREM para que lo evalúe y apruebe.

Permisología

Se debe presentar todos los permisos que se necesitan para su aprobación.

2.2.3. Diseño de la mina

Indicar el tipo de mineral a extraer, material estéril, capacidad de producción mensual, tiempo de vida de la mina, tipo de explotación, duración del cierre de minas.

Tabla 1 Cuadro resumen del diseño de mina

Producciones mensuales	tn
Producciones anuales	tn
Mineral de interés	
Estéril	

Reservas estimadas

Es la parte más importante y fundamental para poder iniciar la producción de la mina.

Este proceso debe establecer la cantidad de mineral existente para poder estimar la factibilidad de su explotación

2.2.4. Método de explotación

Factores para realizar una explotación

Se tendrá en cuenta 4 factores

a) Factores geométricos

La morfología y estructura del depósito, inclinación del depósito, inclinación en demarcaciones de la concesión, etc.

b) Factores Geomecánicos

En todos los bloques que fue dividido el depósito las inclinaciones presentan ángulos máximos de estabilidad que condicionan estos factores.

c) Factores operativos

Son las dimensiones específicas para que se pueda maniobrar eficientemente Los equipos destinados a las labores de carguío acarreo y transporte.

d) Factores medioambientales

Son todos los aspectos que entran en juegos cuando se trata de restaurar el territorio intervenido con el fin de minimizar el impacto ambiental producido por las operaciones de tal manera que queden sin marcas visibles de las anteriores operaciones.

2.2.5. Método de explotación

Esta labor se ejecute en un nivel subterráneo o por medio de la explotación a cielo abierto requiere distintas excavaciones que necesariamente necesitan diseños específicos producto de evaluaciones detalladas del terreno en cuanto a su estabilidad considerando todos los elementos que entran en juegos en la consideración de la mecánica de rocas.

Minería subterránea

En este tipo de operaciones existen en términos generales dos técnicas muy bien diferenciadas. En primer lugar, encontramos las operaciones que necesitan sostenimiento y en segundo lugar las que no necesitan sostenimiento. Las operaciones que requieran sostenimiento pueden obtenerlo de manera natural o también por mecanismos artificiales. La técnica minera presenta distintas soluciones para cada una de estas labores como a continuación se muestra:

Tabla 2 Métodos de explotación subterránea

EXPLOTACIONES CON SOSTENIMIENTO		EXPLOTACIONES POR HUNDIMIENTO (sin sostenimiento)
CON SOSTENIMIENTO NATURAL	CON SOSTENIMIENTO ARTIFICIAL	
* Cámaras y pilares * Grandes cámaras vacías * Subniveles	*Cámaras almacén *Corte y relleno (ascendente o descendente) *Explotaciones entibadas	*Tajo largo *Huecos y pilares hundidos *Bloque hundido *Subniveles hundidos

Cada 1 de los yacimientos presenta detalles específicos los cuales serán factores determinantes para escoger un método apropiado de explotación coma

y entre estos aspectos podemos señalar: las dimensiones, la morfología, la distribución geométrica, la disposición del material mineral, los detalles geotécnicos como las propiedades geomecánicas de las rocas de caja, el perfil geológico del macizo rocoso a nivel estructural, el campo de tensiones naturales y la presencia y distribuciones del agua en el nivel subterráneo.

Minería a cielo abierto

Se trata de un método para explotar niveles superficiales por medio de los denominados bancos que son la extracción de franjas de forma horizontal descendiendo desde el Banco que se encuentra en la superficie. en circunstancias normales la extracción que dicho Banco requiere previamente remover el material estéril que se encuentra encima de él y que es denominado desbroce. Por sus características esta forma de explotación es utilizada en operaciones de grandes dimensiones aplicadas a yacimientos masivos de grandes extensiones, próximos a de la superficie, debido a que cuanto más profundo se encuentren mayor será la cantidad de material estéril que debe removerse lo que se conoce como radio de desbroce, lo que tiene como consecuencia un mayor costo de extracción.

Principalmente esta forma de explotación es aplicada en yacimientos con material diseminado, y se basa en la extraer todo el material en el lugar que se ubique el mineral.

2.2.6. Perforación

Se trata del mecanismo de perforación de orificios en la superficie de la roca. El material perforado debe ser retirado de la parte interna del agujero usando agua o aplicando aire a presión. La finalidad de la perforación es arrancar la mayor cantidad posible de material rocoso ya sea mineralizado o estéril, para ello la utilización de explosivos es determinante.

Equipos de perforación

Manuales

En este caso el equipo de perforación emplea un mecanismo de percusión a base de aire a presión por medio de una compresora. Normalmente se emplea en operaciones de pequeñas dimensiones que pueden tener un diámetro de 2,5 cm hasta los 5 cm. En el caso que las perforaciones sean horizontales se emplea el equipo Jack Leg y en el caso de verticales en techos o chimeneas se emplean los Stopers.

Mecanizadas

En este caso el equipo de perforación emplea un mecanismo de rotopercusión y percusión conjuntamente, ambos se encuentran montados en una plataforma movida por ruedas u orugas. Para este mecanismo el diámetro de perforación puede variar entre 3.5cm y 15 cm alcanzando los 66 pies de profundidad, los modelos que se usan comúnmente para este tipo de perforación son los jumbos neumáticos, wagondrill, track drill, que emplean brocas intercambiables y barrenos que pueden acoplarse al brazo de perforación.

2.2.7. Explosivos

En general estos elementos son usados para fracturar los materiales rocosos por medio de una detonación del macizo. Su comportamiento presenta una sensibilidad alta y ofrecen una reacción rápida a diferentes estímulos debido sus condiciones inestables cuando entran en contacto con sustancias o elementos que lo activen.

Su activación se produce por medio de elementos químicos que en contacto con el material fulmínate reaccionan generando una liberación rápida de energía produciendo un impacto fuerte expulsando gases cuya expansión produce fracturas en la parte de rocas.

Propiedades de los explosivos

Dentro de las principales propiedades de los explosivos tenemos: el poder detonador a altas velocidades, niveles de densidad considerables, fuente de energía a disposición, presión detonante, volumen de gas y demás propiedades menores.

Tipos de explosivos comerciales

Pólvora

En operaciones mineras el compuesto de pólvora es una combinación que debe alcanzar los porcentajes de 75%, 10% y 15% para nitrato de potasio, azufre y carbón respectivamente.

Dinamitas

Son un compuesto que debe tener nitroglicerina como elemento sensibilizante, nitrato de amonio para agente oxidante y por último un combustible a base de medara pulverizada como el aserrín,

Slurries o hidrogeles

Estos compuestos llevan aluminio, agua, amonio y agentes gelatinizantes.

Anfo

Compuesto por nitrato de amonio y petróleo, la ventaja es su costo relativamente bajo, su fluidez especial, fácilmente manipulable, carente de sensibilidad a los impactos, existe una gran variedad de anfos.

Emulsiones

Estos compuestos funcionan a base de un hidrogel sensibilizado por medio de una combinación de burbujas de aire, vidrio y resinas. En términos técnicos se puede definir como hoy la estabilización de una dispersión en dos fases líquidas que no son entre sí inmiscibles.

2.2.8. Geomecánica de la zona

Clasificación geomecánica RMR

Las distintas calidades del material rocoso se pueden identificar a través de este indicador, para lo cual se toma en cuenta: nivel de resistencia del material intacto, niveles de fracturaciones de las rocas, tipos de diaclasamientos de las discontinuidades, presencia de agua en las discontinuidades.

Esta valoración puede variar entre 15 y 100 puntos y se aplican 5 parámetros dentro del RMR.

GSI (Geological Strength Index)

La geomecánica de las zonas rocosas puede ser caracterizada identificando sus atributos para ello se usa esta técnica a base de un análisis visual del entorno. generalmente se usa para la evaluación de rocas cuyos atributos presentan un RMR por debajo de 20. Los valores del GSI pueden ir desde el 1 y alcanzar los 100.

2.3. Definición de términos conceptuales

Beneficio: Para extraer o alcanzar concentraciones con un valor económico de los agregados minerales es necesario aplicar una serie de procedimientos de tipo físico químico o ambos. también para la purificación como y fundición y refinamiento de metales se necesitará procesos mecánicos y metalúrgicos.

Caducidad: se trata de una pena que puede ocasionar la pérdida del Derecho explotación Minera. según el marco normativo vigente al incumplir los pagos de derecho de explotación se pierde la vigencia y se puede incurrir en una penalidad.

Calendario de operaciones: es el registro operativo de todas las actividades requeridas para que una mina pueda entrar en etapa de producción en dicho documento debe especificarse cada una de estas actividades

indicando para ellos sí requieren etapas o secuencias como y sus duraciones y los montos que serán invertidos en cada una de éstas puntos.

Carga específica o factor de potencia (KG/M³): el explosivo usado debe calcularse de acuerdo el volumen de material que se requiere extraer en metros cúbicos dicha cantidad es la carga específica.

Concentración: el material estéril o ganga tiene que ser eliminado mediante una técnica metalúrgica que permita obtener el mineral concentrado.

Estudio de impacto ambiental: previamente al inicio de cualquier operación minera se debe recopilar cada uno de los detalles importantes por medio de un informe escrito. su elaboración está destinado a examinar los posibles efectos de las operaciones en las zonas próximas y de qué tipo será el impacto sobre el área natural.

Explotación: en términos mineros se trata de todo el conjunto de operaciones que tiene como finalidad explotar un yacimiento.

Mecánica de rocas: se trata de un diagnóstico a nivel mecánico de las propiedades que presenta el material rocoso, este estudio debe incluir los niveles de tensión en las galerías los niveles de soporte de las rocas y de las estructuras presentes en el nivel subterráneo que podrán soportar las tensiones existentes como producto de las operaciones mineras.

Mina: ese lugar donde se explotan por medio de galerías, o perforaciones, pozos y operaciones a cielo abierto distintos tipos de yacimientos minerales.

Minería: es el conjunto de actividades destinadas a la extracción de minerales presentes en la superficie terrestre debido al valor económico que dichos componentes pueden tener.

Relave: Material estéril que se obtiene durante el proceso de flotación de los minerales

- **Formulación de la hipótesis**

Hipótesis General

Las consideraciones que se debe tener en cuenta en la elaboración del plan de minado para el próximo año deben concordar con el DS 024 – 2016 – EM, en la Empresa Nexa Resources S.A. (Nexa Resources), Unidad El Porvenir.

Hipótesis específicas

Hipótesis específica a

Las actualizaciones de los parámetros que se realizarán en el área de geología, geomecánica, método de minado, para el próximo año deben concordar con el DS 024 – 2016 – EM. en la Empresa Nexa Resources S.A. (Nexa Resources), Unidad El Porvenir.

Hipótesis específica b

Las actualizaciones de los parámetros que se realizarán en el área de operaciones mineras, servicios auxiliares, programa de producción, avances y de la seguridad, para el próximo año deben concordar con el DS 024 – 2016 – EM, en la Empresa Nexa Resources S.A. (Nexa Resources), Unidad El Porvenir.

- **Identificación de variables**

Variables para la hipótesis general

- Plan de minado.
- DS 024 – 2016 – EM

Variables para la hipótesis específicas

Variables para la hipótesis específica a

- Parámetros geología, geomecánica, método de minado
- DS 024 – 2016 – EM

Variables para la hipótesis específica b

- Parámetros operaciones mineras, servicios auxiliares, programa de producción, avances y de la seguridad
- DS 024 – 2016 – EM

2.4. Enfoque filosófico – epistémico

Al enmarcar la presente propuesta de tesis dentro de una aproximación de tipo científico desde distintos puntos de análisis es posible abordar una problemática específica del campo minero como lo puede ser un plan de minado. Aun así, los resultados que obtengamos de esta problemática nos podrán parecer distintos si realizamos su aplicación en otras circunstancias o desde otras especialidades.

Este contraste demuestra que nuestra actitud científica puede ser enfocada desde una perspectiva distinta de la cual inicialmente la planteamos. En esas circunstancias deberemos considerar un juicio o una evaluación distinta a nuestra manera de abordar el problema inicialmente.

Esta situación argumentativa nos muestra que la labor científica puede resultar compleja si se la emprende desde un punto de vista restringido. Es por ello que en la siguiente investigación debemos ocupar el lugar del investigador científico más cercano al área del desarrollo de nuestro tema, es decir al área minera y sus necesidades específicas.

En ese sentido para abordar la problemática específica que nos presenta la actividad minera tenemos de nuestro lado, como la herramienta más eficiente a nuestros fines académicos y empresariales, al quehacer científico, aunque siempre debemos ser conscientes de que existen distintos modos para aproximarnos a una problemática y cada uno de ellos pueden ser legítimos y mostrar resultados efectivos y satisfactorios para determinados requerimientos.

A partir de esta compleja estructuración de los saberes y los puntos de vista debemos ser conscientes de que el camino científico no es el único que

nos ayudará a entender los fenómenos del mundo, sin embargo, este camino nos puede ofrecer métodos para corroborar y validar nuestras evidencias y sobre todo pensar nuestro lugar dentro de la problemática específica.

Es por ello que el método científico cobra importancia vital para este tipo de investigaciones debido a que nos permite ubicarnos por encima de nuestros juicios personales e incluso sociales y culturales para poder establecer conocimientos o principios argumentativos que puedan apoyar juicios ser aceptados por su carácter neutral y abstracto que además respondan directamente a las cuestiones que una problemática específica plantea.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

3.1. Tipo de investigación

Este trabajo presentará un desarrollo de tipo aplicado debido a que se centrará en la evaluación del plan de minado de la empresa Nexa Resources El Porvenir S.A.C. (BAENA , 2017).

3.2. Nivel de investigación

En este aspecto está previsto desarrollar un nivel analítico descriptivo, debido a que se realizará una descripción y un análisis del plan de minado de la empresa Nexa Resources El Porvenir S.A.C. (BERNAL, Metodologia de la investigacion, 2010)

3.3. Características de la investigación

Se caracteriza por desarrollar un nivel analítico descriptivo, de la empresa Nexa Resources El Porvenir S.A.C. (BERNAL, Metodologia de la investigacion, 2010)

3.4. Métodos de investigación

En este caso para poder desarrollar la investigación se hará uso del método científico, haciendo énfasis en los métodos específicos analítico-deductivo; (HERNANDEZ, FERNANDES, BAPTISTA, 2014)

3.5. Diseño de investigación

En este caso no tenemos necesidad de implementar un diseño de tipo experimental debido a que no se realizará ninguna variación de las variables de la investigación solo nos avocaremos a observar y recoger datos de las operaciones mineras.

3.6. Procedimiento del muestreo

3.6.1. Población

El grupo poblacional lo componen todas las actividades o procesos que se realizan en la Empresa Minera Nexa Resources El Porvenir S.A.C.

3.6.2. Muestra

La muestra está compuesta por el área de geología, geomecánica, mina, servicios auxiliares, seguridad de la Empresa Minera Nexa Resources El Porvenir S.A.C.

3.7. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Para este trabajo se usaron las siguientes técnicas e instrumentos:

3.7.1. Técnicas

- Observación directa
- Análisis de documentos

3.7.2. Instrumentos

Tenemos:

- Guía de observaciones
- Fichas de registro
- Documentos escritos

3.8. Técnicas de procesamiento y análisis de datos

Al contar con la totalidad de datos obtenidos durante la observación, recojo de documentos se procederá al procesamiento de datos, para realizar un análisis de dichos datos y poder elaborar un informe final.

3.9. Orientación ética

Conservaremos los principios de la ética profesional en el desarrollo de la investigación, guardando la veracidad, el anonimato, confidencialidad, responsabilidad, respetando la integridad de las personas e instituciones.

CAPÍTULO IV

PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

4.1. Presentación, análisis e interpretación de resultados

4.1.1. Aspectos generales de la mina

Ubicación

Esta unidad de operaciones se encuentra ubicada en la localidad de Yarusyacán, En términos políticos pertenece a la región de pasco y dentro de ella se ubica en la provincia de cerro de pasco. Exactamente se encuentra a 16 km al NE de distancia de la ciudad capital Cerro de Pasco

En términos geográficos tiene una ubicación en un segmento de la cordillera central dentro del denominado nudo de pasco, específicamente en el sector E de la falla de Milpo – Atacocha. Así mismo en su proximidad se encuentran los Ríos Tingo y Huallaga. Estas operaciones pueden alcanzar una altitud de 4,200 m.s.n.m.

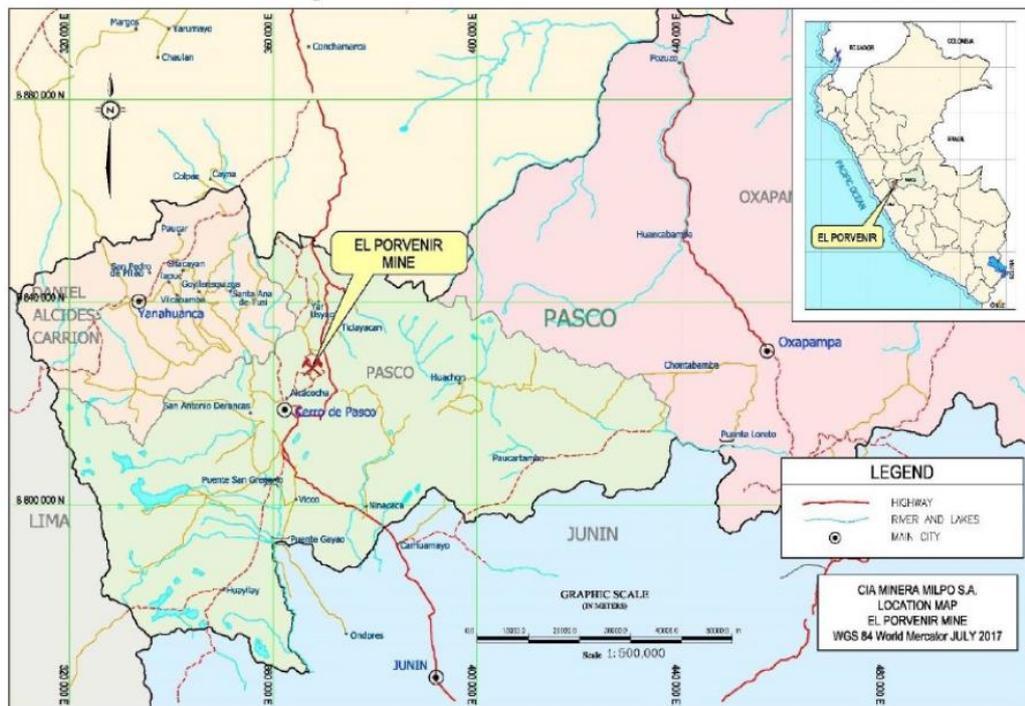
Vías de acceso

Estas operaciones son accesibles mediante vías terrestres desde la ciudad de Lima hasta la localidad de La Oroya y desde ahí hasta Cerro de Pasco el recorrido específico y las distancias son las siguientes:

- Lima - La Oroya - Cerro de Pasco 305 km
- Cerro de Pasco – El Porvenir 16 km

Para el caso de transporte de carga se encuentra operativo el servicio ferrocarril desde la ciudad de Lima hasta cerro de pasco.

Figura 2 Ubicación U.M. El Porvenir



Componentes de la Unidad Minera El Porvenir

A continuación, se presentan las coordenadas UTM (WGS 84) la Unidad El porvenir.

Tabla 3 Componentes de Unidad Minera

N°	Nombre de Componente	Coordenadas UTM, Datum WGS 84 - Zona 18S	
		Este	Norte
Mina			
Bocaminas			
1	Nivel -450	370 575	8 827 631
2	Nivel -100	367 566	8 826 244
3	Nivel 0 (San Carlos)	367 660	8 827 047
4	Nivel +50	367 721	8 827 193
5	Nivel +80	367 827	8 827 718
6	Nueva Bocamina Comunica Nv 100	367 517	8 826 214
7	Nivel +100	367 831	8 827 206
8	Nivel +170	368 017	8 827 450
9	Nivel -50 [1]	367 567	8 826 278
Chimeneas			
10	Chimenea Don Ernesto (Ingreso de Aire)	367 703	8 826 213
11	Chimenea 2A (Ingreso de Aire)	367 470	8 826 995
12	Chimenea Socorro (Ingreso de Aire)	367 547	8 828 039
13	Chimenea 1 (Extracción de Aire)	367 841	8 827 177
14	Chimenea 2 (Extracción de Aire)	367 759	8 826 995
15	Chimenea Porvenir 2 Norte (Extracción de Aire)	367 463	8 827 295
16	Chimenea Porvenir 2 Sur (Extracción de Aire)	367 624	8 826 997
17	Chimenea San Carlos (Extracción de Aire)	367 685	8 827 839
18	Chimenea 4-5 (Extracción de Aire)	367 841	8 828 039
19	Chimeneas +170-7	367 877	8 827 369
20	Chimeneas +100-1	367 877	8 827 182
21	Chimeneas +100-2	367 776	8 827 257
22	Chimeneas +80-1	367 655	8 827 813

N°	Nombre de Componente	Coordenadas UTM, Datum WGS 84 - Zona 18S	
		Este	Norte
23	Chimeneas +80-2	367 621	8 827 882
24	Chimeneas +80-3	367 793	8 827 823
25	Chimenea Don Ernesto	368 090	8 826 539
Piques			
26	Pique Picasso	367 670	8 827 051
27	Pique Winze 1	368 006	8 826 990
Instalaciones de Procesamiento			
28	Planta concentradora	367 632	8 826 752
29	Planta concentradora Antigua	367 652	8 826 830
Instalaciones para el Manejo de Residuos			
Manejo de residuos mineros			
30	Depósito de relaves	367 496	8 825 514
31	Depósito de desmonte La Quinua	370 641	8 828 046
32	Depósito de desmontes	367 474	8 826 185
33	Depósito de desmonte +170	367 891	8 827 298
34	Depósito de desmonte 170-2	368 001	8 827 527
35	Depósito de desmonte Manuelita	367 193	8 825 398
36	Depósito de desmonte-debajo de relleno sanitario	367 881	8 827 735
37	Depósito de transferencia de mineral +100	367 804	8 827 186
Instalaciones de tratamiento de residuos			
38	Relleno sanitario doméstico	367 928	8 827 695
39	Instalación de manejo de desechos industriales (Depósito Transitorio N° 1 para chatarras Nivel + 80)	367 784	8 827 754
40	Instalaciones de manejo de desechos orgánicos (Loza de compostaje)	367 865	8 827 709
41	Instalaciones de manejo de desechos municipales	--	--
42	Cancha de volatilización	367 777	8 827 613
43	Depósito transitorio de residuos tóxicos	367 866	8 827 710
44	Almacén de compartimento de reciclaje	367 939	8 827 704
Instalaciones de Manejo de Agua			
Manejo de agua de superficie			
45	Canal de coronación del depósito de relaves	---	---
46	Captación Tingovado	368 141	8 825 893
47	Captación Chinchao	368 521	8 826 123
48	Estructura de entrega y encausamiento de la quebrada la Quinua	367 988	8 824 543
49	Canal de coronación temporal a la cota 4 070 msnm	--	--
50	Canales de drenaje	--	--
51	Poza Socorro	367 480	8 820 058
Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales Industriales			
52	Sistema de sedimentación (Poza 1,2 y 3)	370 613	8 827 714

N°	Nombre de Componente	Coordenadas UTM, Datum WGS 84 - Zona 18S	
		Este	Norte
Sistema de Tratamiento de aguas servidas			
53	Sistema de tratamiento de aguas servidas	367 551	8 826 653
Manejo de agua subterránea			
54	Pozas de sedimentación (interior mina)	--	--
	Túnel La Quinua	370 581	8 827 644
	Sistema de drenaje de agua de mina (interior mina)	--	--
Sistema de Abastecimiento de Agua de Manantiales			
55	Estación de bombas Carmen Chico	368 067	8 823 938
56	Estación de bombas Yanamachay	367 637	8 824 342
Sistema de Tratamiento de Agua Potable			
57	Planta de agua potable - tanque reactor y dosificador de hipoclorito de sodio	367 714	8 826 955
Áreas para el Material de Préstamo			
Canteras			
58	Cantera Tingo (2011)	367 218	8 826 007
59	Cantera Helena (2011)	366 945	8 826 213
60	Cantera Ticlio Chico (2010)	367 579	8 824 176
61	Cantera Carmen Chico 1 (2010)	367 971	8 823 636
62	Cantera Carmen Chico 2 (2010)	368 116	8 823 654
63	Cantera Presa de Relave (2010)	368 107	8 824 367
64	Cantera Lloclla (2010)	368 196	8 824 817
65	Cantera Capilla Ticlio Chico (2010)	367 797	8 824 704
66	Cantera Estribo Derecho (2010)	367 572	8 824 925
67	Cantera Estribo Izquierdo N° 01	367 816	8 825 113
68	Cantera Estribo Izquierdo N° 02	367 927	8 825 272
69	Cantera Estribo Izquierdo N° 03	368 005	8 825 200
70	Cantera Manuelita	367 292	8 825 339
71	Cantera Yanamachay	367 949	8 824 440
Depósito de Top Soil			
72	Depósito de Top Soil	366 850	8 826 326
Otras Infraestructuras			
73	Línea de transporte de relaves	367 500	8 828 800
74	LTE 138 kV S.E. Paragsha II – S.E. Milpo (antes LTE 220 kV S.E. Paragsha II - S.E. El Porvenir)	367 949	8 827 439
75	LTE en 50 kV S.E. Milpo enlace Candelaria Milpo	367 916	8 827 449
76	Sub Estación Paragsha II	368 270	8 820 003
77	Sub Estación Milpo (antes S.E. El Porvenir)	367 939	8 827 457
78	Subestación eléctrica 04SES31	370 585	8 827 602
79	Planta termoeléctrica	367 664	8 826 978
80	Central hidroeléctrica Candelaria	370 713	8 826 076
81	Poza de la planta de procesos	367 626	8 826 720
82	Instalaciones para relleno hidráulico	367 825	8 827 227

N°	Nombre de Componente	Coordenadas UTM, Datum WGS 84 - Zona 18S	
		Este	Norte
83	Planta de shotcrete	367 736	8 827 722
84	Grifo	367 588	8 827 061
85	Laboratorio químico y metalúrgico	367 579	8 826 679
86	Área de ensayos de medio ambiente	367 542	8 826 650
87	Almacén	367 580	8 826 808
88	Almacén de cianuro	367 543	8 826 713
89	Almacén temporal de residuos peligrosos	367 594	8 826 583
90	Almacén transitorio de RAEE	367 979	8 827 463
91	Almacén de materiales secundarios	367 567	8 827 658
92	Almacén de logueo geológico	367 459	8 827 334
93	Almacén y taller de UNICON	367 688	8 827 274
94	Almacén de testigos - Geología	367 531	8 827 055
95	Almacén de materiales y oficina de logística	367 489	8 827 331
96	Depósito petróleo y lubricantes	367 619	8 827 052
97	Depósito de grasas y lubricantes	370 602	8 827 560
98	Depósito transitorio de materiales metálicos - winche	367 520	8 827 589
99	Depósito de Cal	367 663	8 826 509
100	Talleres de mantenimiento	367 610	8 826 913
101	Taller de mantenimiento mecánico	367 634	8 826 645
102	Taller de mantenimiento provisional	367 639	8 826 622
103	Estacionamiento	367 693	8 827 219
104	Nuevo acceso al campamento	367 548	8 824 848
		367 558	8 826 710
105	Plataformas confirmatorias	--	--
106	Edificaciones relacionadas con el proyecto	367 886	8 827 274
Vivienda y servicio para el trabajador			
107	Campamento San Juan de Milpo	367 449	8 827 193
108	Campamento Carmen Chico	368 006	8 823 766
109	Nuevo coliseo	367 507	8 827 241
110	Losa deportiva del sindicato	367 494	8 827 699
111	Comedor nuevo	367 507	8 827 111
112	Oficinas de dirección y administración	367 589	8 827 109
113	Hospital	367 525	8 827 540
114	Colegio	367 493	8 827 326
115	Campamento y Hotel	367 540	8 827 053

4.1.2. Geología

Geología regional

En términos litológicos el macizo lo constituyen primordialmente calizas Pucará (Triásico superior-Jurásico inferior) y las areniscas Goyllarisquizga (Cretácico inferior) cortadas por intrusivos de ~30 Ma (Oligoceno).

En su estructura el macizo presenta dos formaciones principales separadas por la Falla Milpo-Atacocha, identificadas como Zona A (Dominio Estructural Este) y Zona B (Dominio Estructural Oeste). en el primer caso se puede observar poca deformación con un nivel frágil que caracteriza al dominio representado por fallas NS,E-O y algunas Alineaciones NO-SE. En el segundo caso se pueden identificar deformaciones de dos tipos correspondientes a partes sobrepuestas; una deformación con un nivel moderado a fuerte que se caracteriza por presentar fallas principalmente NO-SE/N-S, además, nos encontramos con una deformación de tipo dúctil que presenta múltiples pliegues y una dirección con eje de N-S. en el sector El Porvenir se puede apreciar que predomina el Sistema de fallas N-S, además, sí evidencia que los diques cuarzodioríticos se emplazan al NO del Stock Milpo en el sector que se encuentra bajo el alcance de la Falla Milpo-Atacocha y que además está relacionado con algunas formaciones sin valor económico que presentan óxidos de manganeso y hierro.

La formación principal es un sinclinal asimétrico, y presenta un plano axial de rumbo NS orientado paralelamente al plegamiento regional que se encuentra desplazado por la Falla Milpo – Atacocha cuya presencia altera estratigráficamente las Formaciones Pucará, Goyllarisquizga y Machay de Edad Jurásica-Cretácica.

Geológicamente estas formaciones son producto de procesos orogénicos y magmáticos con origen en el Mioceno y Pleistoceno que pudieron ocasionar en los sedimentos fuerzas de compresión orientadas en rumbo EO, y que pudieron originar el sinclinal de Milpo al mismo tiempo que el plegamiento andino, también se puede observar que se produjeron distintos períodos de fallamientos y fracturamientos e intrusiones hipoabisales como stocks, diques y sills. Es común que este tipo de procesos tengan como resultado distintos tipos de depósitos de reemplazamiento metasomático por medio de estructuras preexistentes.

Formaciones con magnitud, forma y contorno horizontales e irregulares, que se reconocen hasta el Nivel -1450 después de este nivel se espera completar dicho reconocimiento mediante taladros largos en profundidad.

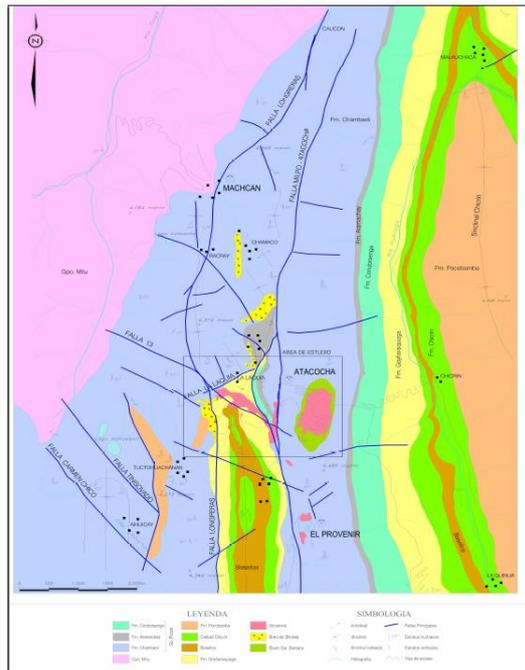
La mineralización lo constituyen la galena, blenda y sulfosales en los niveles superiores, pero se modifican a galena argentífera o se incrementan a marmatita en los niveles inferiores.

Cuerpos que se encuentran en los contactos intrusivos – calizas o que se engloban en intrusivos, cuerpos de brechas post-minerales que se relacionan o no con intrusivos.

Vetas con longitudes de 150 metros conocidos en profundidad hasta el Nivel - 1170, con mineralización de galena argentífera, blenda con ocurrencias de Marmatita e incremento de calcopirita en profundidad.

Se han identificado 3 cuerpos intrusivos de composición diorita a cuarzo diorita del Oligoceno (29.5-30.1Ma) denominados: Santa Bárbara, Milpo y Atacocha/San Gerardo. Atacocha y San Gerardo en superficie están separados, pero en profundidad se unen, razón por lo cual se le considera como un solo cuerpo intrusivo. Además, diques de composición similar a los intrusivos.

Figura 3 Geología Regional



Geología Local

La geología local muestra características litológicas similares variando en área de exposición de algunas unidades con respecto a otras y que se describen a continuación.

Grupo Pucará: Se han identificado las tres formaciones de este grupo que son la Formación Chambará, la Formación Aramachay y la Formación Condorsinga.

Formación Chambará: Esta unidad muestra amplios afloramientos, litológicamente se ha diferenciado cuatro unidades: A, B, C y D, con características propias de cada unidad siendo la Unidad B muy similar a la Formación Aramachay, la diferencia está en la posición estratigráfica, la presencia de fósiles y la abundancia de cuarzo de tamaño de limo en la Formación Aramachay.

Formación Aramachay: Se compone de calizas negras a grises oscuras, intercaladas con margas calcáreas negras con algo de chert, grano fino y textura laminar con horizontes delgados menores a 10 cm.

Aflora en dos zonas una al este de la Falla Milpo-Atacocha y la otra entre la Falla Contacto 1 y la Falla Milpo- Atacocha después de la Unidad D del Chambará.

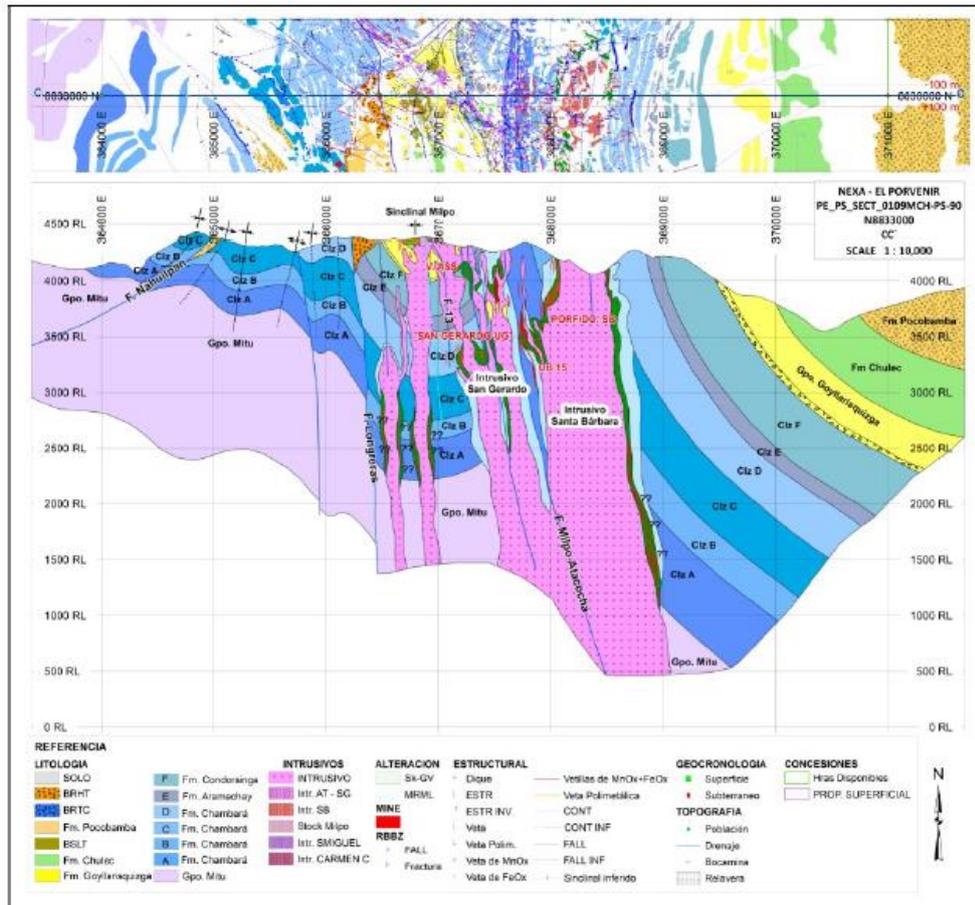
Formación Condorsinga-Unidad F: Corresponde a calizas grises, así como algunas dolomías beige en capas predominantemente delgadas y presencia de sílice irregular, la estratificación es gruesa a delgada, esta unidad muestra un pequeño afloramiento al este de la Falla Contacto 1 en la zona de San Gerardo.

Brecha Sedimentaria: Esta unidad solo aflora al este de la Falla Contacto 1 en la zona de San Gerardo consta de afloramientos lenticulares sobre la Formación Condorsinga y debajo de las areniscas Goyllarisquizga, litológicamente está constituido por brechas sedimentarias con clastos de calizas y chert en una matriz areniscosa por zonas es de tonalidad rojiza, por comparaciones litoestructurales regionales lo consideramos como equivalente de la Formación Sarayaquillo.

Formación Goyllarisquizga: Consiste esencialmente de areniscas cuarzosas con laminación gruesa y oblicua con algunas intercalaciones de conglomerados, así como de lutitas y algunos niveles de carbón. Esta unidad muestra grandes afloramientos entre las fallas Milpo-Atacocha y Longreras al norte está limitado por la Falla La Laquia y al sur por la Falla Carmen Chico formando un graven trapezoidal.

Formación Pocobamba: Corresponde a depósitos continentales constituido por areniscas rojizas con niveles de conglomerados con clastos heterogéneos y matriz de arenisca rojiza que se exponen al oeste de la Falla Longreras en discordancia sobre las calizas Pucara y en contacto fallado con el Pucará.

Figura 4 Sección Geológica



Geología estructural

Estructuralmente el yacimiento de El Porvenir está compuesto por las siguientes formaciones que se presentan cronológicamente:

- Sinclinal Milpo – Atacocha
- Falla Regional Milpo – Atacocha
- Fracturamientos

Hay evidencia de un intenso esfuerzo de compresión que se orienta de Este a Oeste en los sedimentos del yacimiento, específicamente en la segunda fase de la orogenia andina (plegamiento incaico) que tuvo lugar entre el Eoceno y el Oligoceno, Es por ello que las calizas Pucará presentan una disposición vertical en el centro y a todo el largo del eje y la formación Goyllarisquiza y presentan un buzamiento menor en los flancos gradualmente; al Oeste de Milpo dichas areniscas

tienen un buzamiento 50°NO a comparación del Sur que se encuentran curvadas hacia arriba de la posición vertical con los topes escurridos hacia el Oeste. Diversos d estos pliegues se han podido localizar en este sinclinal que presenta una relación con la mineralización.

La Falla Milpo - Atacocha En términos estructurales es la Más importante y mayor formación del distrito, presenta un rumbo NS cuya extensión se abre paso desde Yarusyacan en el Norte y alcanza la hondonada Carmen Chico hasia el Sur.

Los hipoabisales presentan emplazamientos intrusivos en el distrito que se encuentran bajo el control de la formación Milpo - Atacocha además de las distintas etapas del proceso de mineralización.

El fracturamiento tuvo su origen en tres períodos. El primer período se relaciona con los plegamientos regionales NS y con la Falla Milpo - Atacocha. El segundo período desarrollo fracturaciones con rumbo NE que se relacionan directamente con la etapa de los plegamientos de los stocks, que originaron los diques, fracturas en calizas de las vetas San Carlos, Porvenir 9, además de fracturas cortas de rumbo N 70° E en los cuerpos mineralizados. El tercer período presenta desarrollos de fracturas con rumbo N35°O y N65°O de longitudes de corta extensión que también se relacionan con los cuerpos mineralizados.

Mineralización

En este aspecto el Distrito Milpo - Atacocha presenta una asociación directa con la zona de metamorfismo de contacto entre intrusivos hipoabisales: stocks, sills, diques y las rocas calcáreas Dicen a las formaciones de Pucará ubicadas al Este de la Falla Milpo – Atacocha, y mineralizadas en forma de vetillas y cuya diseminación alcanza a las areniscas del Grupo Goyllarisquizga en el sector oeste.

Por otro lado, la mineralización se produce en las brechas calcáreas y en los sectores intrusivos que presenta mineralización en vetillas.

a. Tipos de Mineralización

Se puede apreciar mineralizaciones en distintos cuerpos específicamente en las vetas vinculadas a diques en los sectores laterales de los intrusivos dacíticos y el pucará, vetas y en las diseminaciones en areniscas y basaltos de la formación Goyllarisquizga en el sector oeste de la Falla Milpo – Atacocha.

La mineralización de los cuerpos presenta un contorno irregular, pero de gran magnitud, normalmente se los puede apreciar alargados en forma vertical con una disposición tubular y de variada ocurrencia. Además, se ubican en las aureolas que entran en contacto con el intrusivo dacítico, las que se asocian y diseminan en el skarn, con una concentración a lo largo de las fracturas.

La extensión del modelo fracturado caracterizada por un tono bajo de caliza o de mármol, controla las intensidades del reemplazamiento y su diseminación, También se puede observar formaciones de brecha post mineral que no se encuentran relacionados a los intrusivos, se ubican en el Nivel -100, Y su formación sería la consecuencia del colapso de las calizas, además de fallamientos que ocurrieron simultáneamente a la formación de los cuerpos, que presentan en sus composiciones fragmentaciones de galena, esfalerita y caliza negra en Cuya cantidad presenta un valor económico en la formación milpa las estructuras predominantes presentan una estrecha vinculación con el sistema de fractura tipo tensional con rumbo EO y las fracturas de reemplazamiento con rumbo N 65° a 70° E y N 50° a 60° O, las que

presentan un buzamiento con orientación N; además, se ubican vetas vinculadas a los diques proyectados desde el intrusito con rumbo NE y buzamiento de 85° al NO y otras presentan un rumbo N 55° a 65° E y buzamiento 85° NO.

Las soluciones mineralizantes cuando cruzan los basaltos que presentan una textura amigdaloidal producen mantos que contienen galena y esfalerita con leyes bajas.

Exploraciones

Programa de Exploraciones

La base de la información en una Unidad Minera para incrementar los recursos geológicos son los resultados de los programas de perforación diamantina y que anualmente deben presentarse para su aprobación por la Gerencia de Servicios Técnicos.

El programa planteado para el 2023 consta de 42,306 metros de perforación diamantina. Este plan se divide en sondajes de recategorización cuyo metraje considera 36,306 m, representando el 86% del programa y sondajes de exploración con 6,000 m considerados, representando del 14% del programa. La proyección de las aperturas para estos fines es de 515 m. El programa de recategorización va a permitir contar con una mayor confiabilidad de los recursos inferidos para luego de una evaluación pasarlos a categoría de medido o indicado. Este tipo de avance diamantino se ejecutará desde el Nv. 4070 hasta el Nv. 2910.

Las perforaciones diamantinas de exploración permitirán encontrar nuevos recursos con lo que se espera cubicar 100,000 TMF de ZnEq, para lo cual todo el programa se ejecutará en interior mina entre los niveles 4050 y 3300. Para la ejecución de este programa, las

máquinas de perforación se posicionarán en 6 cámaras de donde se orientarán sondajes con destino a los objetivos.

Figura 5 Perforaciones Programadas 2023-Planta y Secciones Esquemáticas

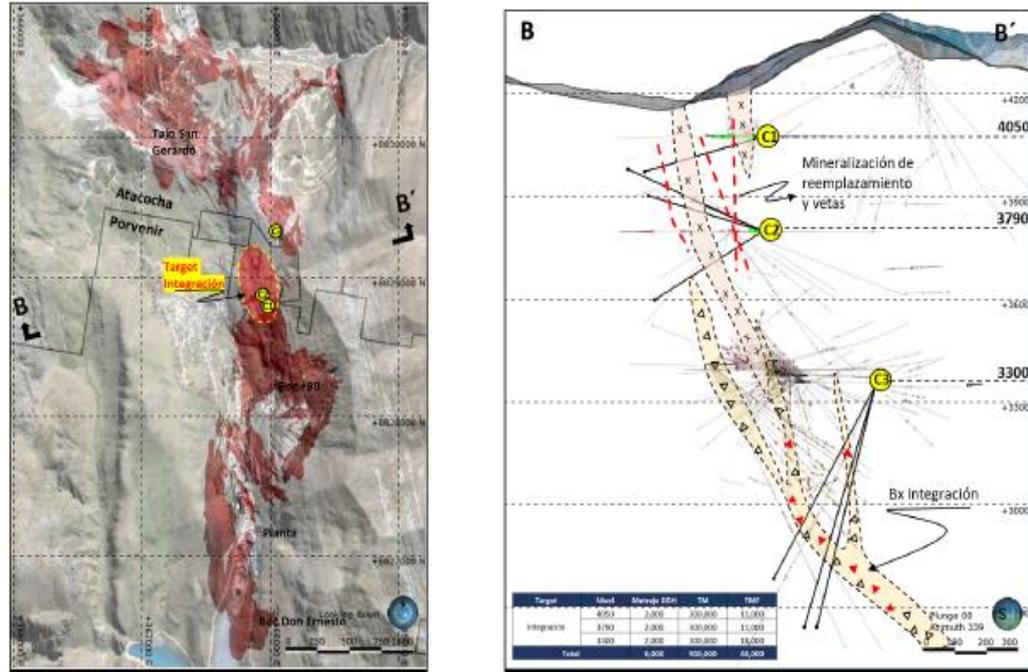


Tabla 4 Programa de Labores de Exploración 2023

LABORES PROGRAMADAS EXPLORACIONES			
CAMARA	TARGET	UNID	Progr.
Cam01	Porvenir Sur-3790	m.	78
Cam02	VAM & Don Lucho 3790	m.	206
Cam03	Porvenir Sur 3300	m.	164
Cam04	Carmen Norte 3-2900	m.	67
SUB TOTAL		m.	515

Tabla 5 Programa de Exploración Diamantina 2023

PROGRAMA DE PERFORACION DIAMANTINA POR OBJETIVOS - 2021				
PERFORACION PARA CUBICAR NUEVOS RECURSOS (target)		NIVEL	UNID	Progr.
Cam01	Integración 4050	4050	m.	2,000
Cam02	Integración 3790	3790	m.	2,000
Cam03	Integración 3300	3300	m.	2,000
SUB TOTAL			m.	6000

Tabla 6 Programa de Recategorización 2023

Programa de perforación diamantina por objetivos 2023				
Programa para recategorizar los recursos	Nivel	Unidad	programado	
1	Porvenir 2 Oeste	3930	m	7306
2	V5	3970	m	800
3	Porvenir 3	3990	m	1700
4	Socorro	3790	m	3110
5	Don Ernesto	3930	m	1170
6	Carmen 2	3790	m	1620
7	Carmen	4470	m	1027
8	Carmen	4390	m	780
9	Éxito	3870	m	1010
10	Éxito	3070	m	1930
11	Éxito	3100	m	1600
12	CN3	3750	m	780
13	CN3	3150	m	3843
14	V1204	3730	m	1840
15	V1204	3670	m	2950
16	V1204	3100	m	1840
17	INTAP	3370	m	1350
18	PORVENIR 9	3015	m	1615
SUB TOTAL				36306 m.

Recursos y Reservas

El Inventario de Recursos y Reservas al 31 de Diciembre del 2021 incluido en este informe anual ha sido estimado y clasificados conforme a definiciones de Recursos y Reservas establecidos en S-K 1300, que son consistentes con las definiciones de Estándares para Minerales de Recursos y Reservas de fecha Mayo 10, 2014 del la institución Canadian Institute of Mining, Metallurgy and Petroleum (CIM).

Tabla 7 Inventario de Recursos – diciembre 31, 2021

Categoría	Tonelaje (Mt)	%Zn	%Pb	%Cu	Ag g/t
Medidos	0.35	3.31	1.10	0.21	70.51
Indicados	3.04	3.04	0.92	0.20	57.14
Inferidos	10.68	3.83	1.05	0.19	72.95

Tabla 8 Inventario de Reservas – diciembre 31, 2021

RESERVAS	Clase	Tonelaje (Mt)	Ley				
			Zinc (%)	Cobre (%)	Plata (g/t)	Plomo (%)	Oro (g/t)
El Porvenir Mine	Probado	3.32	3.70	0.24	68.6	1.08	
	Probable	12.0	3.54	0.19	69.8	1.03	
	Total	15.32	3.57	0.20	69.5	1.04	

4.1.3. Estudio geomecánico

Geomecánica del Yacimiento

a. Caracterización del yacimiento

La caracterización del yacimiento nos permite definir las características geomecánicas de cada uno de los litotipos en cada uno de los niveles de operación actual, mediante esta descripción geomecánica podemos coleccionar información que luego nos permitirá realizar el análisis y procesamiento de la misma para poder establecer la clasificación desde el punto de vista ingenieril.

Figura 6 Fotografía Inspección Geomecánica Típica



Para este fin los parámetros que vamos a medir en este proceso de recolección de datos son:

- Resistencia a la compresión simple
- Grado de fracturamiento (RQD), número de familias
- Espaciamiento de los sistemas de discontinuidades
- Condición de las discontinuidades (rugosidad, alteración, apertura, relleno, persistencia)
- Condición de agua subterránea

b. Clasificación geomecánica Q, RMR, GSI

Para la caracterización geomecánica del macizo rocoso se aplica el sistema propuesto por Bieniawski en 1989 (RMR89), este sistema de clasificación se fundamenta en 05 parámetros para definir la caracterización del macizo rocoso.

- Resistente a las compresiones uniaxiales
- RQD
- Espaciamiento de discontinuidades.
- Condiciones de discontinuidades
- Agua en el nivel subterráneo.

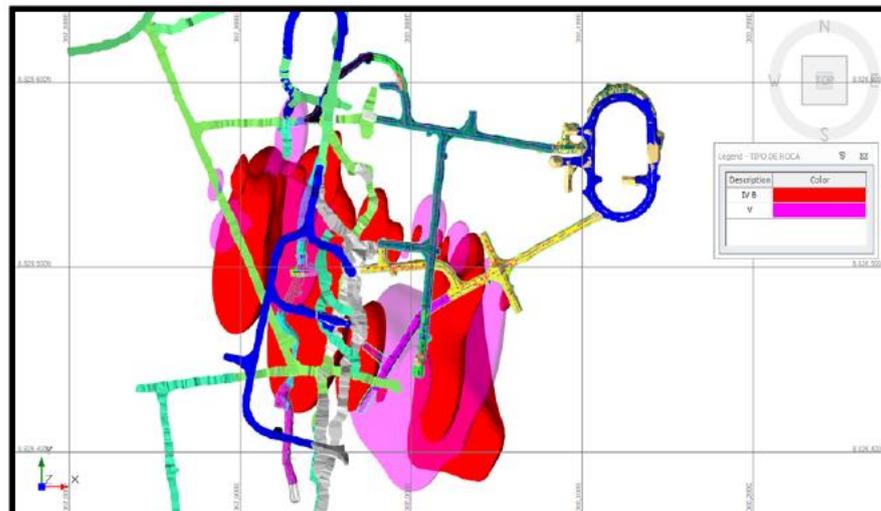
De estos 5 parámetros se obtienen la valoración del macizo rocoso con un RMR básico, para luego aplicar una corrección por orientación del sistema preferente de discontinuidades, para obtener de este modo la clasificación geomecánica del macizo rocoso, la que consta de 5 tipos de macizos rocoso (según calidad).

Tabla 10 Clasificación Rock Mass Rating El Porvenir (RMR89)

RMR ₈₉	Clase	Calidad	Color
> 81	I	Muy Buena	Blue
61 - 80	II	Buena	Light Blue
51 - 60	III-A	Regular - A	Green
41 - 50	III-B	Regular - B	Yellow
31 - 40	IV-A	Mala - A	Orange
21 - 30	IV-B	Mala - B	Red
< 20	V	Muy Mala	Dark Red

Para la realización del estudio se consideró una campaña de mapeo de terreno en donde se levantaron registros de celdas geotécnicas, los registros de celdas geotécnicas corresponden a información geológica-geotécnica representativa de los sectores de operación actual y que involucran la zona de estudio. La información aquí considerada incluye parámetros tales como: litología, calidad geotécnica, orientación y condición de las estructuras presentes, entre otros.

Figura 8 Caracterización Geomecánica Macizo Rocoso y Definición de Zonas de Inestabilidad en Función del RMR



El Cuadro 7 indica la ubicación, calidades geotécnicas y litología correspondiente para cada Celda Geotécnica realizada. Cabe mencionar que las calidades geotécnicas señaladas en el cuadro corresponden a valores in-situ, es decir, no presentan ajustes por; orientación de estructuras, condición de aguas, condición de esfuerzos, etc.

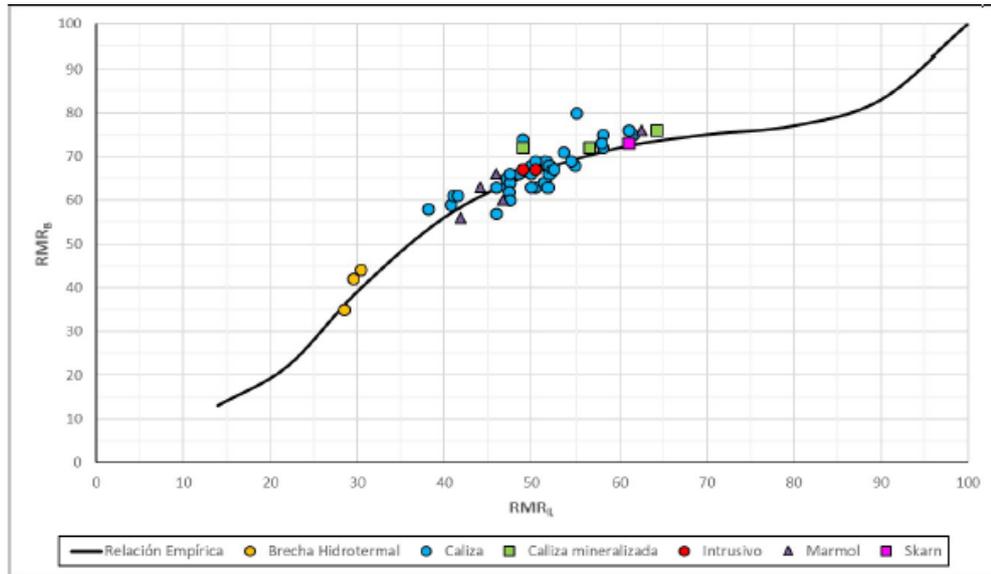
La Figura 7 muestra la relación entre calidades geotécnicas, de acuerdo con los valores estimados de RMRB y RMRL, para las litologías observadas y la curva de relación empírica establecida por Blondell. A partir de esta figura se aprecia que:

- 1) Las calidades geotécnicas presentan un buen ajuste respecto de la curva de relación empírica y.
- 2) Con excepción de las litologías de brecha hidrotermal, las litologías observadas presentan calidades según RMRB y RMRL por sobre los 55 y 37 puntos, respectivamente.

Tabla 11 Celdas Geotécnicas para la Caracterización del Macizo Rocosó El Porvenir

Celda	Coordenadas			Calidades Geotécnicas				Litología
	Norte	Este	Altura	GSI	RMR _b	Q	RMR _L	
A-01	8828612	367823	3570	60	66	20.18	49	Caliza
A-02	8828615	367802	3570	60	68	20.06	50	Caliza
A-03	8828600	367838	3570	60	63	6.28	47	Caliza
A-04	8828604	367858	3570	60	69	11.81	52	Caliza
A-05	8828562	367857	3570	55	59	4.59	41	Caliza
A-06	8828541	367859	3570	55	63	14.77	51	Caliza
A-07	8828547	367818	3570	65	71	20.06	54	Caliza
A-08	8828539	367831	3570	70	75	28.43	58	Caliza
A-09	8828528	367870	3570	55	64	5.73	51	Caliza
A-10	8828513	367848	3570	60	67	11.59	52	Caliza
A-11	8828520	367856	3570	60	69	28.43	51	Caliza
A-12	8828515	367879	3570	70	75	50	62	Caliza
A-13	8828505	367891	3570	70	76	50	64	Caliza mineralizada
B-01	8828725	367923	3397	60	65	8.38	47	Caliza
B-02	8828720	367920	3397	55	64	4.81	48	Caliza
B-03	8828678	367920	3395	60	66	29.53	52	Caliza
B-04	8828666	367914	3395	65	66	18.22	48	Caliza
C-01	8828470	367878	3570	65	66	20.79	50	Caliza
C-02	8828476	367865	3570	55	61	12.44	41	Caliza
C-03	8828494	367874	3570	60	68	19.69	55	Caliza
C-04	8828450	367875	3570	55	63	9.61	52	Caliza
C-05	8828477	367807	3570	75	80	30.63	55	Caliza
C-06	8828501	367841	3570	67	72	29.53	49	Caliza mineralizada
C-07	8828521	367868	3570	69	74	29.53	49	Caliza
C-08	8828496	367799	3570	65	73	8.33	58	Caliza
C-09	8828529	36785	3570	60	67	6.35	52	Caliza
C-10	8828560	367778	3570	30	42	2.45	30	Brecha hidrotermal
C-11	8828578	367777	3570	55	60	9.17	48	Caliza
C-12	8828557	367799	3570	65	72	20.79	57	Caliza mineralizada
C-13	8828562	367835	3570	30	35	0.67	29	Brecha hidrotermal
E-01	8828252	368278	3510	65	69	11.11	54	Caliza
E-02A	8828280	368333	3510	55	63	21.89	50	Caliza
E-02B	8828280	368333	3510	40	44	1.5	30	Brecha hidrotermal
E-03	8828250	368364	3510	55	57	7.41	46	Caliza
E-04	8828251	368383	3510	60	68	11.26	52	Caliza
E-05	8828241	368409	3510	50	58	5.25	38	Caliza
E-06	8828248	368369	3510	55	62	18.22	47	Caliza
E-07	8828283	368363	3510	60	63	12.03	46	Caliza
J-01	8827811	367788	2987	55	67	13.76	49	Intrusivo
J-02	8827800	367773	2987	40	60	2.73	47	Mármol
J-03	8827948	367828	3008	65	67	19.69	51	Intrusivo
J-04	8827970	367826	3012	70	76	8.33	63	Mármol
J-05	8828036	367796	3007	50	56	6.01	42	Mármol
J-06	8828047	367804	3007	70	76	22.22	61	Caliza
J-07	8828161	367783	3004	55	63	11.47	44	Mármol
J-08	8828162	367795	3004	65	72	21.34	58	Caliza
J-09	8828276	367804	2983	55	61	6.83	42	Caliza
J-10	8828266	367797	2983	65	73	6.52	61	Skarn
J-11	8828242	367740	3007	61	66	26.23	46	Mármol

Figura 9 Gráfica de distribución de calidades RMRB v/s RMRL (INGEROC, 2018)



La Figura 8 señala la relación entre calidades geotécnicas, de acuerdo a los valores estimados de RMRB y Q, para las litologías observadas y la curva de relación empírica establecida por Bieniawski. A partir de esta figura se aprecia que:

- 1) Las calidades geotécnicas presentan un buen ajuste respecto de la curva de relación empírica
- 2) Con excepción de las litologías de brecha hidrotermal, las litologías observadas presentan calidades según RMRB y Q por sobre los 55 y 4 puntos, respectivamente.

La Cuadro 8 presenta los valores promedios, desviación estándar, máximo y mínimo de acuerdo a los cuatro sistemas de clasificación geotécnica empleados para cada una de las litologías observadas. A partir de este cuadro se aprecia que:

- 1) Con excepción de la caliza, se obtuvieron pocos puntos de control para el resto de las litologías.
- 2) Con excepción de las brechas hidrotermales, las litologías observadas presentan calidades geotécnicas promedio

consideradas como buenas de acuerdo al índice RMRB cuyo rango comprende entre los 60 y 80 puntos.

Cuadro 8 Resumen de calidades geotécnicas por unidad litológica (Modificado de INGEROC, 2018)

Tabla 12 Resumen de calidades geotécnicas por unidad litológica (Modificado de INGEROC, 2018)

	Litología	Brecha Hidrotermal	Caliza	Caliza Mineralizada	Intrusivo	Mármol	Skam
	Número de celdas	3.0	35.0	3.0	2.0	5.0	1.0
GSI	Promedio	33.0	61.0	67.0	60.0	55.0	65.0
	Desviación estándar	4.7	5.7	2.1	5.0	10.1	-
	Valor máximo	40.0	75.0	70.0	65.0	70.0	65.0
	Valor mínimo	30.0	50.0	65.0	55.0	40.0	65.0
RMRB	Promedio	40.0	67.0	73.0	67.0	64.0	73.0
	Desviación estándar	3.9	5.4	1.9	-	6.8	-
	Valor máximo	44.0	80.0	76.0	67.0	76.0	73.0
	Valor mínimo	30.0	50.0	65.0	55.0	40.0	65.0
RMRL	Promedio	29.0	50.0	57.0	50.0	48.0	61.0
	Desviación estándar	0.8	5.3	6.2	0.8	7.3	-
	Valor máximo	30.0	62.0	64.0	51.0	63.0	61.0
	Valor mínimo	30.0	50.0	65.0	55.0	40.0	65.0
Q (JW=1 & SRF=1)	Promedio ^A	0.7	12.3	26.0	12.9	9.4	25.1
	Desviación estándar ^A	-	-	-	-	-	-
	Valor máximo ^A	1.0	54.6	35.0	12.9	35.0	25.1
	Valor mínimo ^A	0.2	2.0	10.3	3.4	0.6	10.3

Con esta información se definen los dominios Geomecánicos de El Porvenir, que

principalmente se tienen 4 dominios Geomecánicos asociados principalmente a las zonas de explotación y referidos a la calidad del macizo rocoso se tienen 3 dominios.

El Cuadro 9, muestra los dominios Geomecánicos y las valoraciones de RMR promedio para cada zona de operación actual.

Tabla 13 Dominios Geomecánicos El Porvenir

Dominio Geomecánico	Ubicación	Estructuras Mineralizadas	RMR			Calidad	Mecanismo de falla
			Mín	Máx	Promedio		
I	Zona Alta	P3, P2,	40	50	45	Regular	Estructural
II	Zona Media	C2, C3, CN3, CN4	35	60	45	Regular - Mala	Plastificación - Frágil
III	Zona Baja	CN3, C2, P9	45	55	50	Regular	Frágil - Estructural
IV	Don Ernesto	DE	30	40	35	Mala	Plastificación

Figura 10 Vista Transversal de las Zonas de Operación El Porvenir (NEXA, 2021)

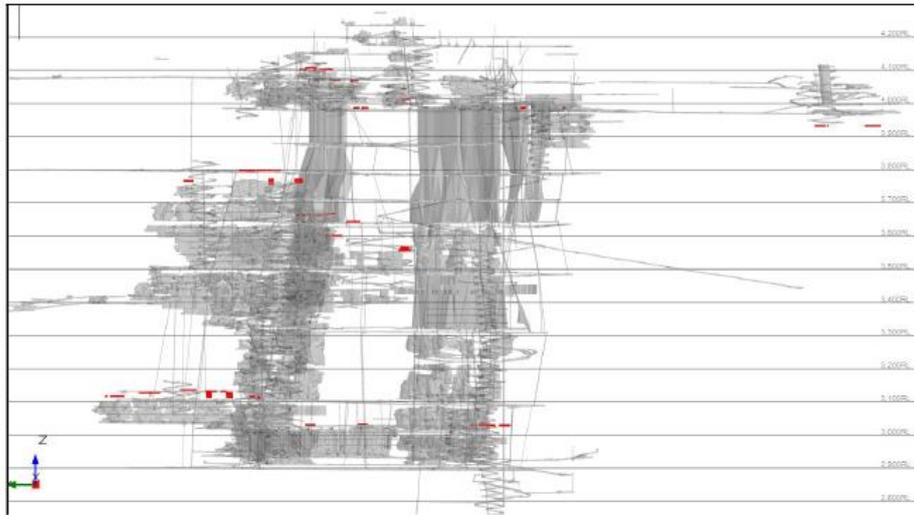


Figura 11 Caracterización Geomecánica para la estructura de Carmen Norte 3 (CN3)

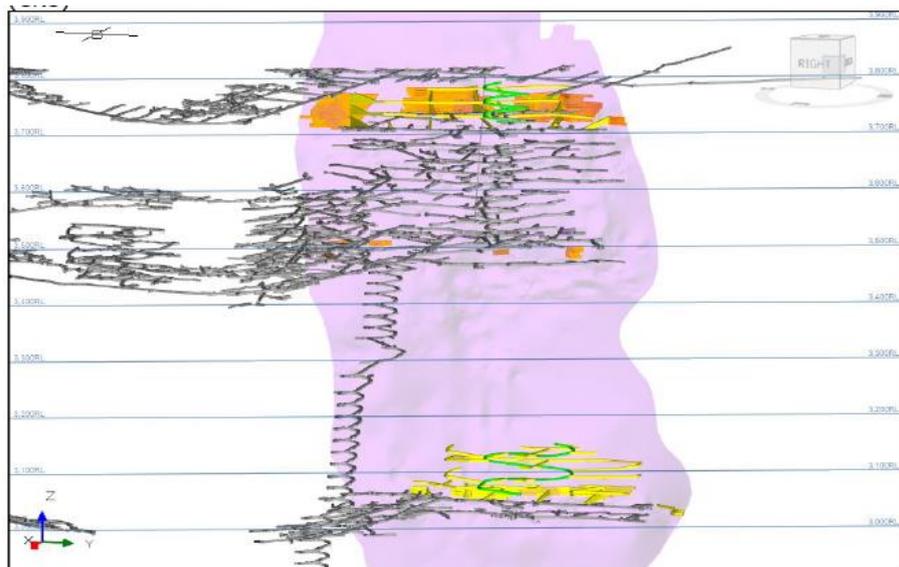


Figura 12 Caracterización Geomecánica para la estructura de Éxito (VE)

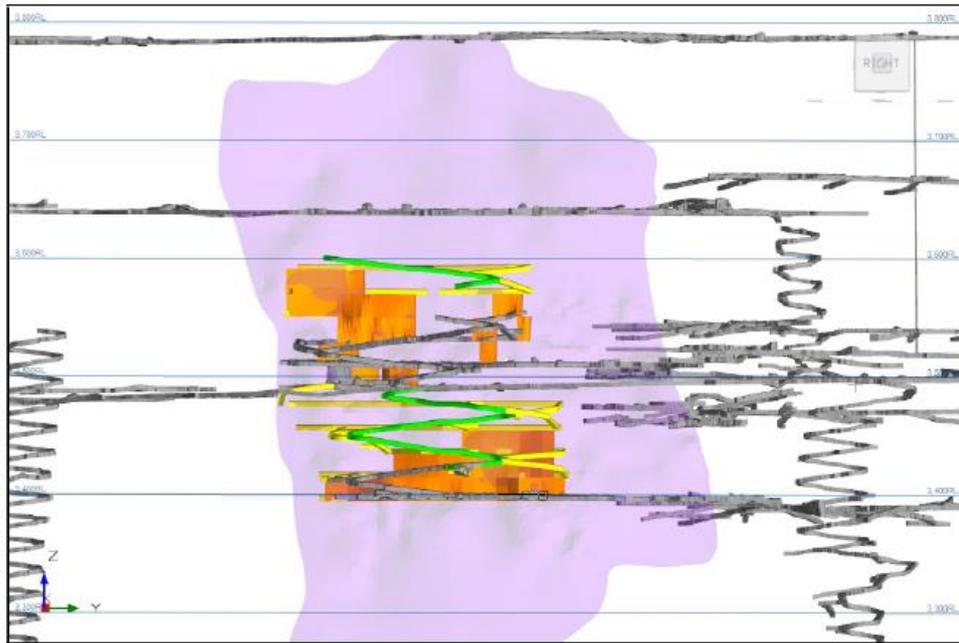


Figura 13 Caracterización Geomecánica para la estructura de Éxito (VE) Zona Alta

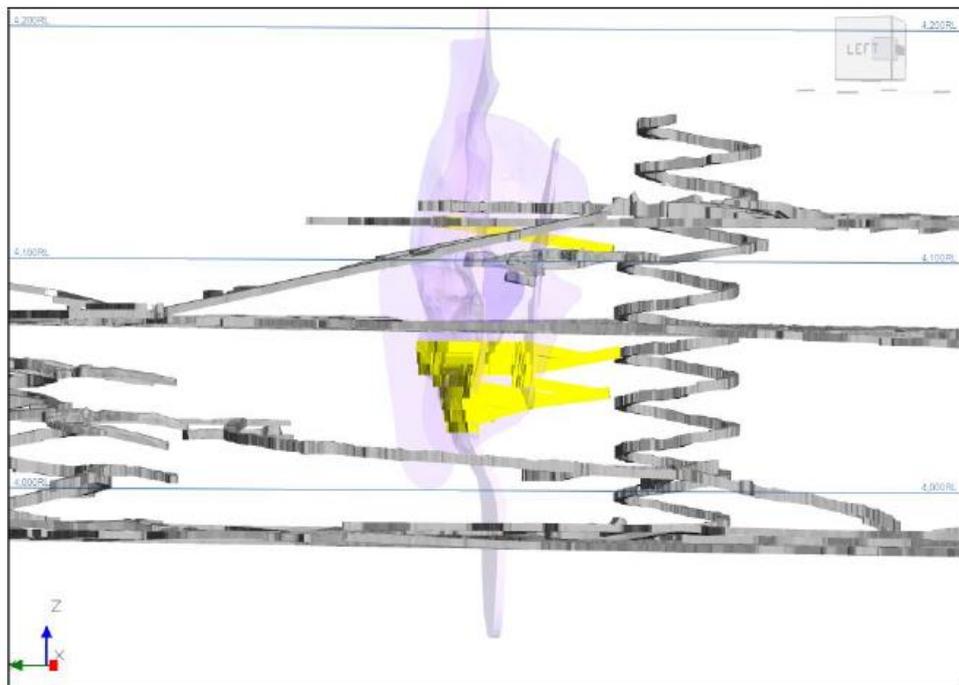


Figura 14 Caracterización Geomecánica para la Estructura de Don Ernesto (DE)

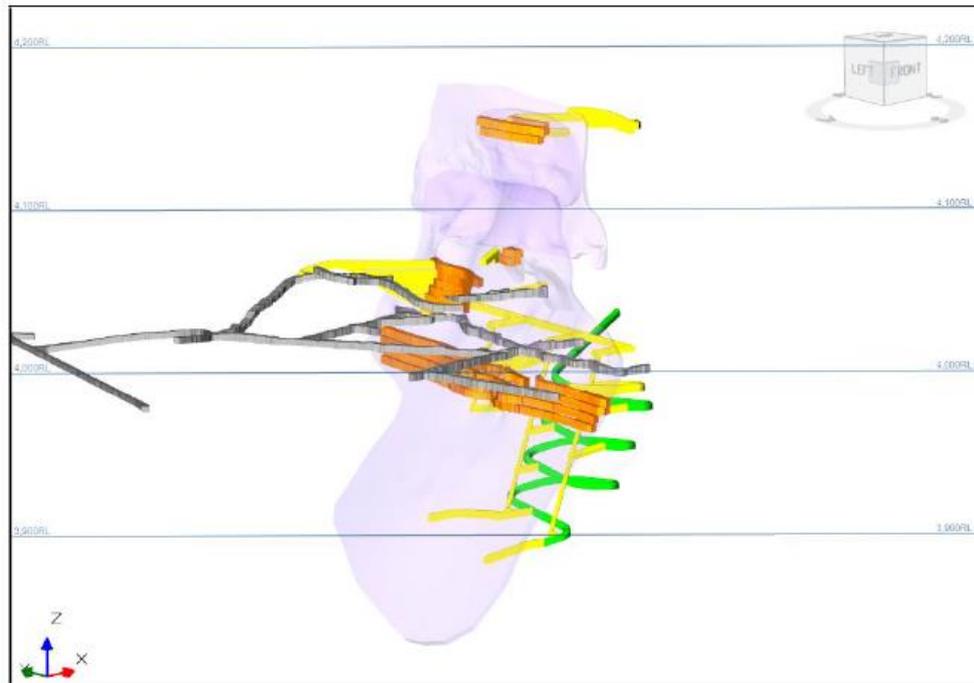


Figura 15 Caracterización Geomecánica para la Estructura de Socorro

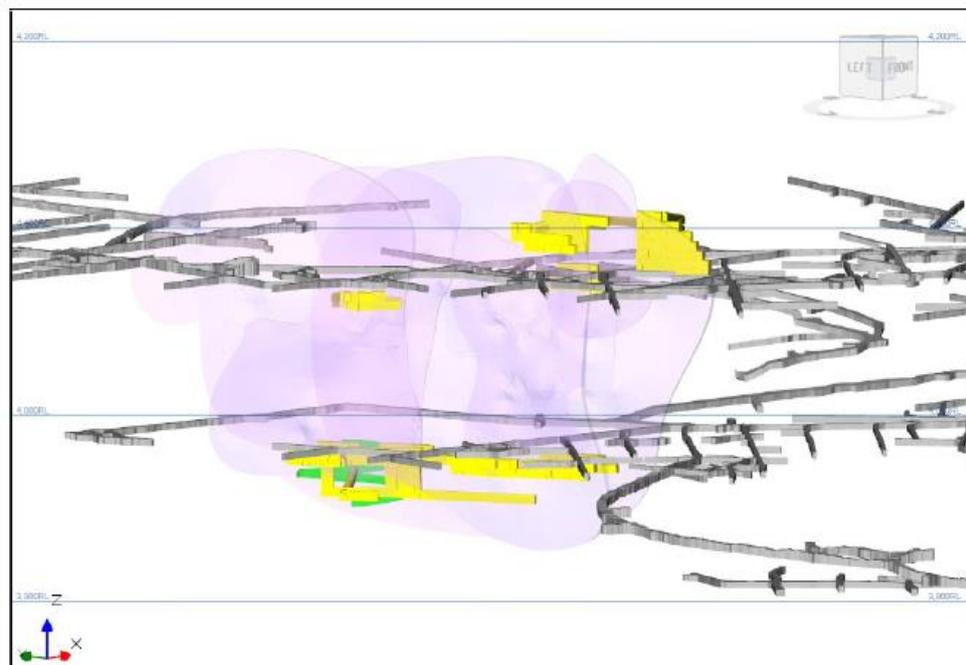


Figura 16 Caracterización Geomecánica para la Estructura 1204 en Zona Alta

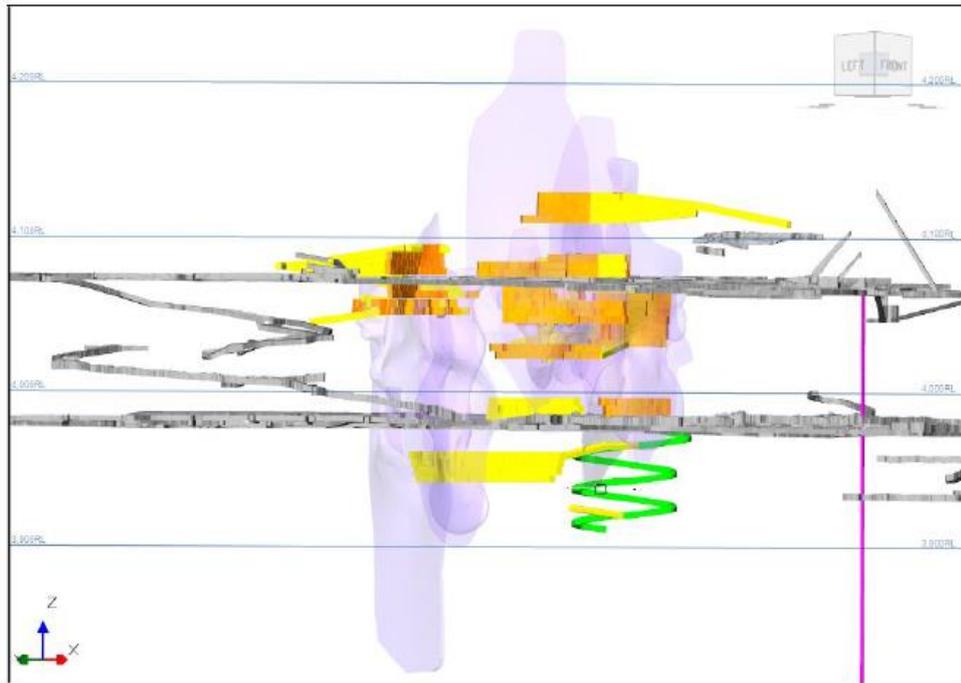


Figura 17 Caracterización Geomecánica para la Estructura 1204 en Zona

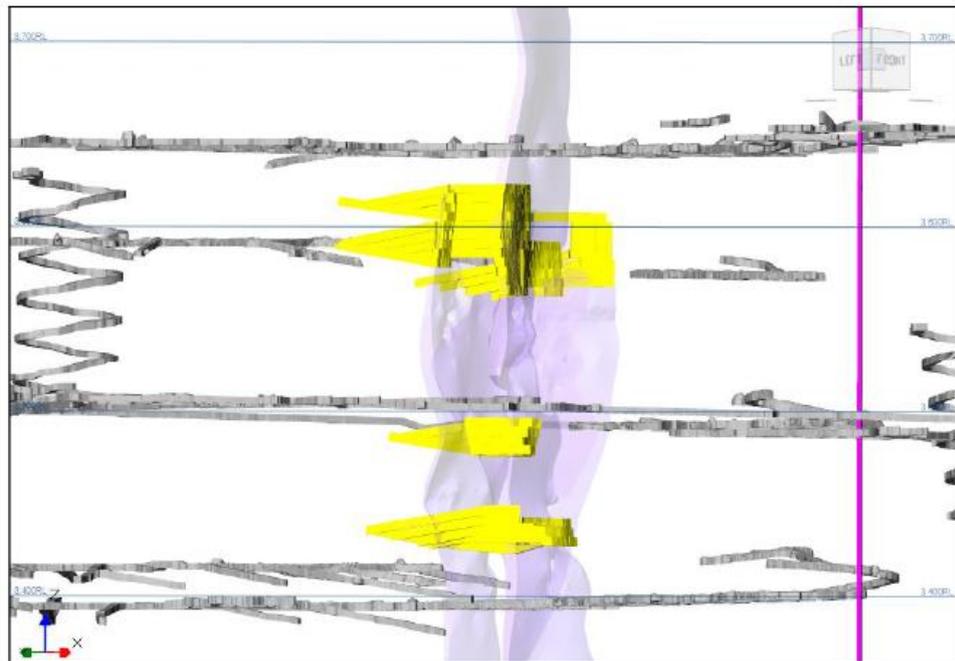


Figura 18 Caracterización Geomecánica para la Estructura de Porvenir 9

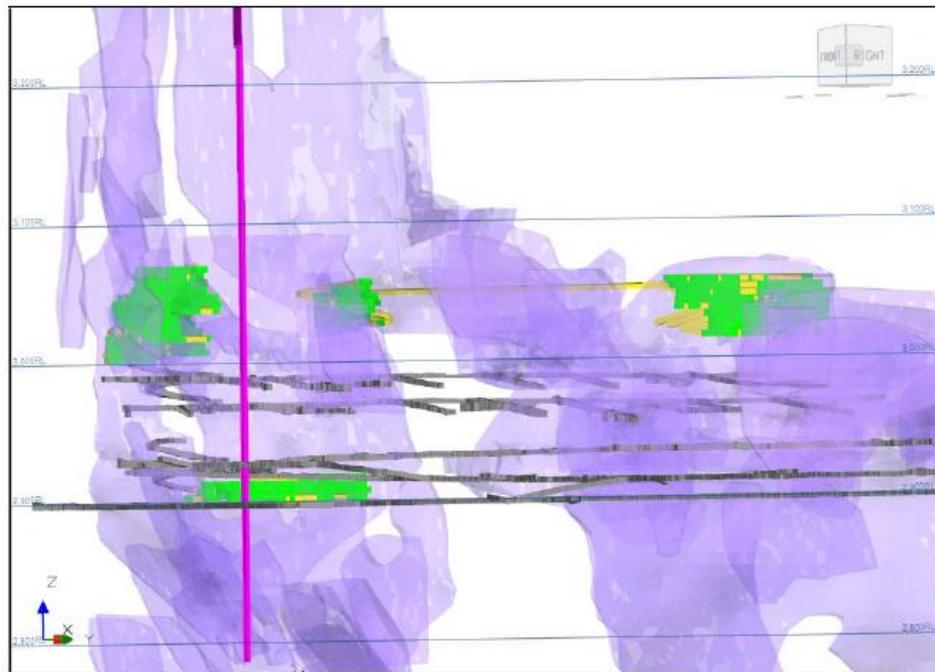
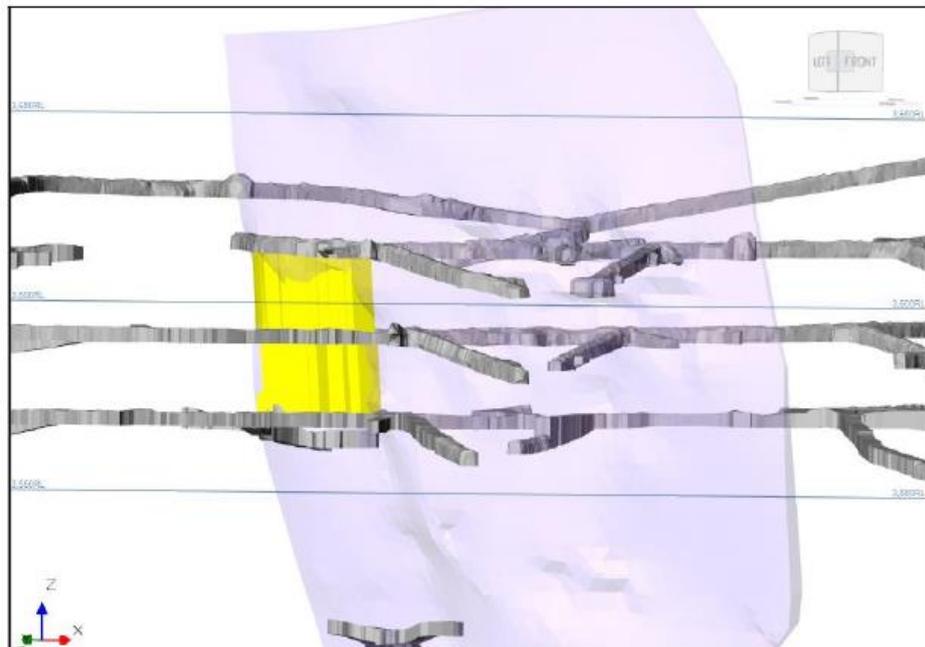


Figura 19 Caracterización Geomecánica para la Estructura de Carmen, Zona Intermedia



Ensayos de laboratorio

Por medio de ensayos de laboratorio se obtuvo resultados de resistencia a la compresión simple, ensayos triaxiales y de corte directo se muestran en los cuadros presentadas a continuación.

Tabla 14 Ensayos de Resistencia a la Compresión Simple (MPa)

LFOLOGÍA	CÓDIGO DE MUESTRA	DIÁ. φ" (mm)	ALT. h" (mm)	CARGA (kN)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN UNIAXIAL - 1KSI(1 MPa)	TIPO DE ROTURA	TIEMPO (s)
LIMOLITA	PEEPO 01910-M-016	63.6	141.3	304.66	31.94	I	59.1
LIMOLITA	PEEPO 01889-M-026	63.6	141.3	300.61	31.67	IV	53.1
LIMOLITA	PEEPO 01889-M-037	63.6	140.3	507.69	31.87	I	60.7
LIMOLITA	PEEPO 01889-M-039	62.7	141.3	140.69	45.57	I	53.7
CAUZA	PEEPO 01979-M-060	63.5	141.6	319.93	101.00	I	194.6
CAUZA	PEEPO 01985-M-018	63.7	141.8	508.17	61.64	I	60.3
CAUZA	PEEPO 01910-M-025	63.7	145.9	154.25	41.12	I	76.3
CAUZA	PEEPO 01889-M-014	63.5	141.3	284.58	61.66	I	171.9
ARENISCA	PEEPO 01910-M-031	63.4	141.2	304.88	31.27	IV	58.1
ARENISCA	PEEPO 01889-M-050	63.4	141.0	104.30	54.40	I	106.6
ARENISCA	PEEPO 01970-M-005	63.6	141.4	170.25	51.59	V	98.3
ARENISCA	PEEPO 01970-M-036	63.6	147.8	236.06	71.16	I	134.5
MINDRAL	PEEPO 01889-M-046	63.4	141.0	152.51	46.31	I	67.3
MINDRAL	PEEPO 01889-M-049	63.4	141.6	259.59	60.53	I	152.0
MINDRAL	PEEPO 01889-M-037	63.6	141.4	154.97	46.47	I	68.3
MINDRAL	PEEPO 01889-M-000	63.0	141.0	420.10	130.30	I	194.9
CONGLOMERADO	PEEPO 01911-M-036	63.4	141.5	67.95	21.86	IV	49.3
CONGLOMERADO	PEEPO 01910-M-011	63.4	141.5	79.43	21.16	I	43.3
CONGLOMERADO	PEEPO 01910-M-014	63.3	141.8	70.64	21.12	IV	40.0
CONGLOMERADO	PEEPO 01910-M-015	63.4	141.6	58.78	14.50	I	31.3

Muestra	Diámetro (cm)	Altura (cm)	Carga de rotura (kN)	Resistencia a la compresión Uniaxial (kg/cm ²)	Resistencia a la compresión Uniaxial (MPa)
DON ERNESTO LIMÓ M-10	4.74	10.02	67.5	995	58.5
DON ERNESTO ARENISCAS M-31	4.75	10.06	331.9	1396	136.1
DON ERNESTO BRECHA M-32	4.75	10.05	261.7	1169	114.6
SARA ARENISCAS M-6	6.34	12.75	339.1	1096	107.5
SARA LIMÓ M-28	6.34	12.70	49.2	261	15.3

Tabla 15 Ensayo de Compresión Triaxial

Muestra	Diámetro (cm)	Altura (cm)	Confin. σ_3 (MPa)	Esfuerzo rotura σ_1 (MPa)	Resistencia Compresiva MPa	m	Cohesión c' (MPa)	Ang. de Fricción Interno ϕ' (°)
DON ERNESTO LIMO M-8 DON ERNESTO LIMO M-8 DON ERNESTO LIMO M-10	4.73	10.18	2	47.90	58.02	8.8	0.68	37.37
	4.74	10.07	4	58.20				
	4.70	9.94	6	64.70				
DON ERNESTO ARENOSCA M-22	4.75	10.03	2	149.90	152.25	18.81	24.07	50.59
	4.75	10.04	4	186.10				
	4.75	10.00	6	181.10				
DON ERNESTO BRECHA M-29	4.75	9.93	2	96.10	70.99	11.23	14.82	28.83
	4.75	10.06	4	99.20				
	4.75	10.09	6	111.40				
SARA LIMO M-7 SARA LIMO M-7 SARA LIMO M-10	6.33	12.66	2	53.30	41.02	11.48	9.78	41.70
	6.33	12.57	4	63.60				
	6.33	12.63	6	73.80				
SARA ARENOSCA M-3 SARA ARENOSCA M-4 SARA ARENOSCA M-5	6.34	12.60	2	180.50	137.33	22.78	22.64	56.69
	6.34	12.63	4	181.10				
	6.34	12.64	6	200.00				

LITOLÓGIA	CÓDIGO DE MUESTRA	DÍA "d" (mm)	ALT. "h" (mm)	CONF. n3 (MPa)	ESFUERZO COMF. (MPa)	HOEKBROWN		MOHR COULOMB	
						RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN UNIAIAL - UCS (MPa)	CONST ANTE "m"	COHESIÓN (MPa) c'	ANGULO DE FRICCIÓN INTERNO (°) ϕ'
LIMOLITA	PEPD-0189-M-026	63.2	126.7	4	52.83	40.00	10.06	13.85	36.62
	PEPD-0189-M-025	63.2	126.3	4	71.08				
	PEPD-0211-M-008	63.2	126.7	8	91.59				
	PEPD-0213-M-020	63.2	126.8	8	81.82				
	PEPD-0213-M-021	63.2	126.7	12	95.57				
	PEPD-0189-M-029	60.7	126.3	12	100.01				
	PEPD-0189-M-028	63.2	126.7	16	110.96				
	PEPD-0213-M-022	63.2	126.1	16	88.62				
	PEPD-0213-M-012	63.2	126.2	20	131.08				
	PEPD-0213-M-019	63.2	126.5	20	122.06				
CALIZA	PEPD-0189-M-126	63.5	126.2	5	183.46	129.51	11.79	27.55	46.79
	PEPD-0213-M-025	63.5	126.4	5	166.05				
	PEPD-0213-M-046	63.5	126.9	10	191.				
	PEPD-0213-M-049	63.5	126.5	10	160.06				
	PEPD-0213-M-047	63.5	126.8	14	168.11				
	PEPD-0213-M-056	63.5	127.9	14	225.82				
	PEPD-0213-M-051	63.5	126.4	18	190.76				
	PEPD-0213-M-059	63.5	126.1	18	209.86				
	PEPD-0213-M-027	63.5	126.9	25	300.78				
PEPD-0213-M-028	63.5	127.8	25	300.31					
ARENOSCA	PEPD-0213-M-036	63.8	126.9	5	68.22	43.89	11.13	15.49	36.78
	PEPD-0213-M-038	63.8	126.9	5	73.57				
	PEPD-0213-M-029	63.8	130.1	10	101.88				
	PEPD-0213-M-031	63.8	128.7	10	116.37				
	PEPD-0213-M-030	63.8	128.8	14	129.51				
	PEPD-0213-M-032	63.8	128.9	14	122.84				
	PEPD-0213-M-028	63.8	126.4	18	134.81				
	PEPD-0213-M-033	63.8	128.1	18	106.17				
	PEPD-0213-M-027	63.8	128.9	25	159.96				
	PEPD-0213-M-032	63.8	129.1	25	149.61				

Tabla 16 Constantes Elásticas del Macizo Rocoso

Litología	Muestra	Diámetro (cm)	Altura (cm)	Módulo de Young "E" (GPa)	Relación de Poisson "ν"
CALIZA	GM-25	4.74	9.58	17.44	0.27
CALIZA	GM-26	4.74	9.59	11.56	0.29
MÁRMOL	GM-61	4.73	9.45	13.75	0.28
MÁRMOL	GM-62	4.73	9.47	22.14	0.26
SKARN	GM-94	4.73	9.38	13.42	0.28
SKARN	GM-96	4.73	9.42	12.36	0.28
DACTA	GM-68	4.73	9.51	13.90	0.28
DACTA	GM-69	4.73	9.54	10.82	0.29
CALIZA MARMOLIZADA	GM-74	4.73	9.57	11.24	0.29
CALIZA MARMOLIZADA	GM-75	4.73	9.50	15.20	0.26

Muestra	Diámetro (cm)	Altura (cm)	Resistencia Compresiva MPa	Módulo de Young "E" (GPa)	Relación de Poisson "ν"
DON ERNESTO LIMO M-11	4.74	10.05	26.4	2.59	0.34
DON ERNESTO ARENISCA M-21	4.74	10.04	152.6	11.81	0.28
DON ERNESTO BRECHA M-31	4.74	10.07	103.1	13.16	0.27
SARA ARENISCA M-8	6.34	12.76	124.1	13.35	0.27
SARA LIMO M-18	6.33	12.53	15.6	2.51	0.35
SARA LUTITA M-11	6.34	12.55	174.6	14.50	0.27

LITOLÓGIA	CÓDIGO DE MUESTRA	DIÁ. "d" (mm)	ALT. "h" (mm)	CARGA (kN)	RESIST. A LA COMP. UNIAXIAL UCS(d) (MPa)	MÓDULO DE YOUNG "E" (GPa) (*) (transducers)	MÓDULO DE YOUNG "E" (GPa) (**) (strain gauges)	RELACION DE POISSON "ν" (strain gauges)
LIMOLITA	PEEPO 01973-M-026	63.3	145.8	75.81	24.09	9.86	10.28	0.08
LIMOLITA	PEEPO 01973-M-026 (3)	63.3	139.3	174.59	55.65	11.76	11.06	0.13
LIMOLITA	PEEPO 01809-M-037	63.3	146.3	176.36	56.04	11.47	11.51	0.13
LIMOLITA	PEEPO 01809-M-106	63.3	145.3	35.84	11.21	-	6.90	0.17
CALIZA	PEEPO 01973-M-055	63.5	146.8	310.17	97.94	25.95	28.49	0.13
CALIZA	PEEPO 01973-M-061	63.6	145.3	359.12	114.12	25.48	28.91	0.11
CALIZA	PEEPO 01931-M-006	63.6	145.4	198.03	61.94	18.86	22.14	0.06
CALIZA	PEEPO 01809-M-125	63.5	145.8	215.96	68.19	21.04	20.10	0.05
ARENISCA	PEEPO 01973-M-039	63.6	146.5	181.12	57.01	13.78	16.92	0.03
ARENISCA	PEEPO 01951-M-003	63.6	147.1	349.99	78.69	16.19	10.44	0.08
ARENISCA	PEEPO 01809-M-056	63.6	144.6	116.65	36.65	8.85	7.04	0.02
ARENISCA	PEEPO 01970-M-006	63.6	147.1	224.25	70.59	14.19	16.53	0.07
MINERAL	PEEPO 01809-M-005	63.5	146.3	177.99	56.20	13.03	18.27	0.07
MINERAL	PEEPO 01809-M-050	63.5	145.3	243.80	77.47	18.50	14.38	0.07
MINERAL	PEEPO 01809-M-074	63.5	146.5	577.66	118.80	24.23	53.30	0.06
MINERAL	PEEPO 01809-M-201	63.5	145.5	591.86	123.83	25.38	22.81	0.11
CONGLOMERADO	PEEPO 01951-M-009	63.4	145.2	111.85	33.42	7.98	8.59	0.29
CONGLOMERADO	PEEPO 01951-M-010	63.4	147.1	128.79	40.79	8.47	8.19	0.25
CONGLOMERADO	PEEPO 01931-M-012	63.4	145.8	75.30	23.85	6.24	4.78	0.17
CONGLOMERADO	PEEPO 01931-M-017	63.5	145.8	126.64	39.99	10.75	11.14	0.15

Tabla 17 Ensayo de Corte Directo

Litología Muestra	Tipo de discontinuidad	Esfuerzo Normal (MPa)	Esfuerzo de Corte (MPa)	Cohesión (MPa)	Angulo de Fricción (°)
CALIZA GM-05	SIMULADA	1.41	0.84	0.105	27.15
		2.82	1.55		
		4.23	2.25		
		5.64	3.00		
		7.05	3.75		
CALIZA GM-08	SIMULADA	1.40	0.85	0.115	27.58
		2.81	1.57		
		4.21	2.31		
		5.62	3.05		
		7.02	3.78		
DIOXITA GM-28	SIMULADA	1.42	0.88	0.091	28.22
		2.83	1.61		
		4.25	2.33		
		5.67	3.11		
		7.09	3.89		
DIOXITA GM-09	SIMULADA	1.41	0.86	0.102	27.76
		2.82	1.57		
		4.23	2.31		
		5.64	3.08		
		7.05	3.81		
CALIZA MARMOLIZADA GM-06	SIMULADA	1.40	0.82	0.099	26.68
		2.81	1.50		
		4.21	2.20		
		5.62	2.92		
		7.02	3.64		
CALIZA MARMOLIZADA GM-07	SIMULADA	1.40	0.82	0.112	27.49
		2.81	1.50		
		4.21	2.30		
		5.62	3.05		
		7.02	3.75		
MÁRMOL GM-04	SIMULADA	1.42	0.84	0.108	26.37
		2.85	1.49		
		4.27	2.21		
		5.69	2.94		
		7.11	3.64		

Litología Muestra	Tipo de discontinuidad	Esfuerzo Normal (MPa)	Esfuerzo de Corte (MPa)	Cohesión (MPa)	Angulo de Fricción (°)
MÁRMOL GM-03	SIMULADA	1.43	0.84	0.104	26.50
		2.86	1.52		
		4.29	2.21		
		5.72	2.96		
		7.14	3.68		
SKARN GM-34	SIMULADA	1.42	0.84	0.112	27.56
		2.82	1.50		
		4.22	2.24		
		5.64	3.02		
		7.05	3.80		
SKARN GM-25	SIMULADA	1.41	0.87	0.116	27.31
		2.82	1.55		
		4.23	2.27		
		5.64	3.05		
		7.05	3.78		

Dimensionamiento de Excavaciones

a. Dimensionamiento de los máximos límites abiertos/avance por disparo

El dimensionamiento de excavaciones nos permite definir el umbral de máxima excavación para las operaciones de El Porvenir, considerando la calidad del macizo rocoso, el estado de tensiones in-situ, la condición geológico – estructural y la influencia del agua subterránea.

Con todos estos aspectos y aplicando relaciones empíricas y validaciones numéricas es que se definen los límites máximos permisibles de excavación para las excavaciones en función del tiempo de vida útil al que será expuesta. La Cuadro 19 muestra el resumen de este dimensionamiento.

Tabla 18 Dimensionamiento de excavaciones "Permanentes" y "Temporales"

1. Excavaciones Permanentes

RMR ₈₉	Tipo	Calidad	Sección Máx. (m)	Spam (m)
21 - 30	IV - B	Mala B	4.00	2.00
31 - 40	IV - A	Mala A	4.50	3.00
41 - 50	III - B	Regular B	5.00	3.50
51 - 60	III - A	Regular A	5.50	4.00
> 60	II	Buena	6.00	4.50

2. Excavaciones Temporales

RMR ₈₉	Tipo	Calidad	Sección Máx. (m)	Spam (m)
21 - 30	IV - B	Mala B	5.00	3.00
31 - 40	IV - A	Mala A	5.50	4.00
41 - 50	III - B	Regular B	6.00	4.50
51 - 60	III - A	Regular A	7.00	5.00
> 60	II	Buena	8.00	5.50

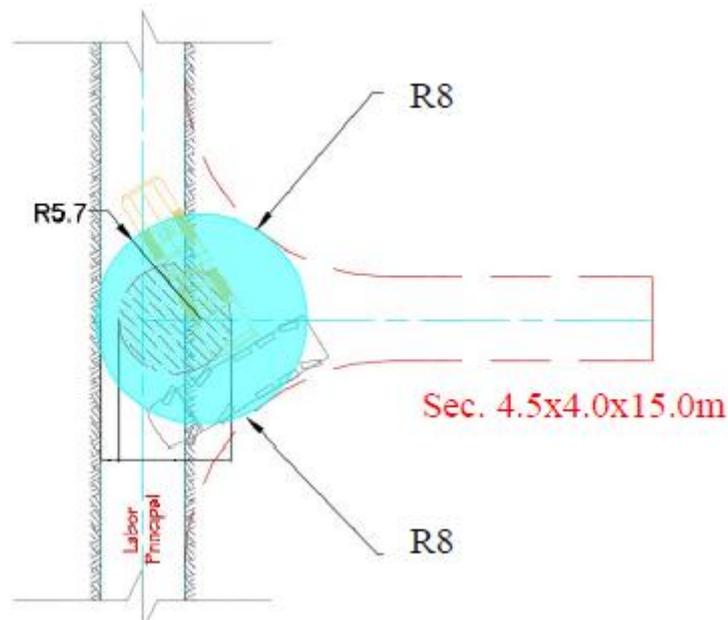
El cuadro muestra también el "spam", el cual se determina en función a la calidad del macizo rocoso y este se define como la longitud máxima permisible de avance, es decir un macizo rocoso de calidad IV-B no puede ser perforado en longitud mayor a 10 pies (3.00 m), esto debido al concepto de que las excavaciones deben

ser autoportables mientras se produce el fenómeno de reajuste de las tensiones y desate de rocas.

b. Dimensionamiento de intersecciones

Durante la continua profundización de las operaciones mineras subterráneas se presentan desafíos no solo en el entendimiento del comportamiento del macizo rocoso y la respuesta a las excavaciones desarrolladas, si no a como se realizará la extracción del mineral, por lo que optar por un sistema de traslado de mineral mediante camiones de alta capacidad de este modo que sea más productivo y rentable el traslado desde los niveles inferiores de mina, con este objetivo es que se diseñan cámaras de carguío dentro de los proyectos de desarrollo de la mina, estas excavaciones como se muestran en la Figura 23, tienen un punto de intersección con las rampas, cruceros o bypass principales.

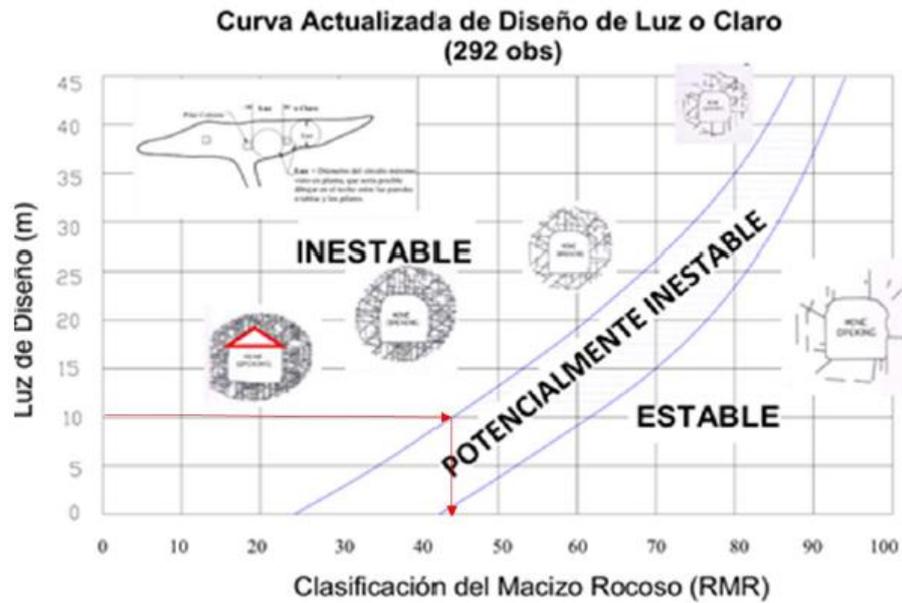
Figura 20 Diámetro de una intersección



Para determinar el grado de estabilidad de la excavación, aplicamos el ábaco de la Figura 24, donde se definen curvas de

estabilidad basadas en la clasificación Rock mass rating (RMR) y el dimensionamiento de la intersección.

Figura 21 Clasificación del Macizo Rocoso (RMR)



c. Dimensionamiento de pilares

Un pilar puede ser definido como una porción de roca intacta en medio de 2 o más excavaciones subterráneas, todos los métodos de minado subterráneo emplean pilares y estos pueden ser temporales y permanentes con el objetivo de mantener estable el proceso minero, sea este de explotación o de desarrollo. El estudio y definición de los pilares en sus dimensiones geométricas como en la ubicación debe ser un proceso de evaluación geomecánica detallada, esto con el objetivo de evitar que estos pilares sean sobre tensionados y que se inicie un proceso de inestabilización progresivo.

Aplicando las relaciones empíricas y ecuaciones propuestas por diversos autores existentes en la literatura se definen las siguientes dimensiones para los pilares: a) rib pillar, b) sill pillar y, c) Crown pillar.

Figura 22 Determinación numérica de los pilares entre excavaciones

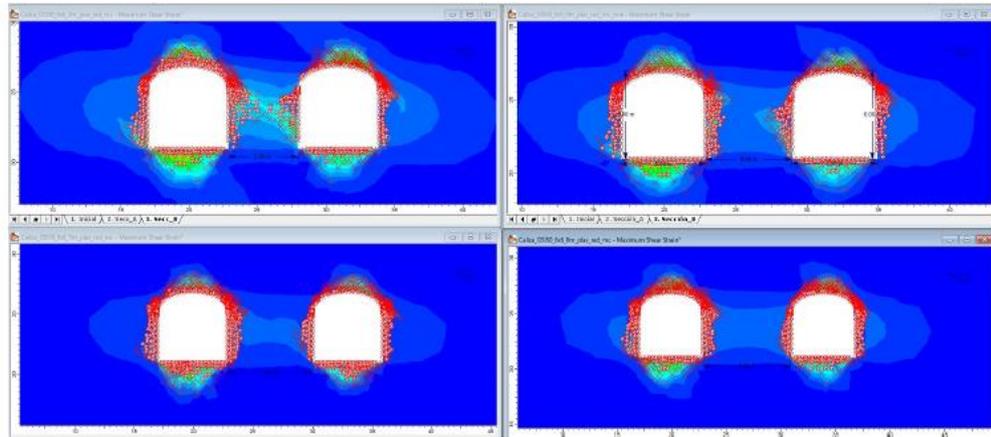


Tabla 19 Dimensionamiento típico de pilares para las operaciones de Nexa

Tipo de excavación	Sección (m)	RMR 25 - 40			RMR > 40		
		Rib Pillar (m)	Sill Pillar (m)	Crown Pillar (m)	Rib Pillar (m)	Sill Pillar (m)	Crown Pillar (m)
Permanente	Hasta 6.0	10.0	20.0	25.0	8.0	15.0	20.0
Temporal	Hasta 8.0	8.0	15.0		6.0	10.0	

El Cuadro 21, muestra los pilares promedio para excavaciones donde las condiciones geomecánicas son normales, bajo un escenario donde las tensiones diferenciales ($\sigma_1 - \sigma_3$) inducidas no superen la relación de $0.5\sigma_{ci}$, caso contrario se deberá realizar un análisis a detalle de las condiciones de estabilidad de la excavación, con validaciones numéricas a los pilares recomendados

d. Análisis del método de minado

Las diferentes técnicas de operación empleados en los métodos de minado, son el resultado de la geometría, propiedades geológicas y geomecánicas del cuerpo/veta y de la roca encajonante, bajo este principio, se define que existen muchos criterios para la selección de los métodos de minado, sin embargo, al ser este un análisis geomecánico centraremos nuestro análisis en los aspectos geotécnicos.

- Geometría del yacimiento
- Aspectos económicos
- Aspectos medioambientales y de seguridad
- Aspectos geotécnicos: i) Resistencia de roca intacta y macizo (roca encajonante y mineral), ii) Geología estructural del yacimiento (sistemas de discontinuidades), iii) Estado de tensiones in-situ y iv) Comportamiento tensodeformacional.

En el Porvenir, se aplican los métodos de minado de corte y relleno ascendente con minado horizontal (Breasting) y la variación a la metodología de Sublevel Stopping Bench&Fill (AVOCA).

Cada proyecto de implementación del método de minado Bench&Fill (AVOCA), debe contar con un estudio geomecánico de estabilidad, mediante el cual se validen las dimensiones del caserón y de los límites máximos abiertos y el diseño de soporte recomendado (por ej. cable bolting)

La proyección de aporte por método de minado para el año 2022, es 83% Corte y Relleno – Breasting y 17% por Bench & Fill – AVOCA.

Corte y relleno (C&F) breasting

Este método se aplica en las vetas que presentan un buzamiento menor a 65°, también es posible aplicar para buzamientos mayores solo si la calidad del macizo rocoso de la roca encajonante no permite el minado por taladros largos.

El minado se realiza según las dimensiones definidas, donde se conceptualiza el criterio de metro avanzado, metro sostenido, de este modo aseguramos que el sostenimiento sea ejecutado al 100% previo al inicio del siguiente ciclo de minado.

El sostenimiento normalmente se realiza a 1.50m del piso para aquellos recomendados como pernos de anclaje y malla electrosoldada, mientras que cuando el sostenimiento es con shotcrete se realizará desde el piso, esto en cumplimiento a la Cartilla Geomecánica de sostenimiento y basado en la evaluación geomecánica de terreno.

Figura 23 Sección Esquemática del Método de Minado C&F – Breasting

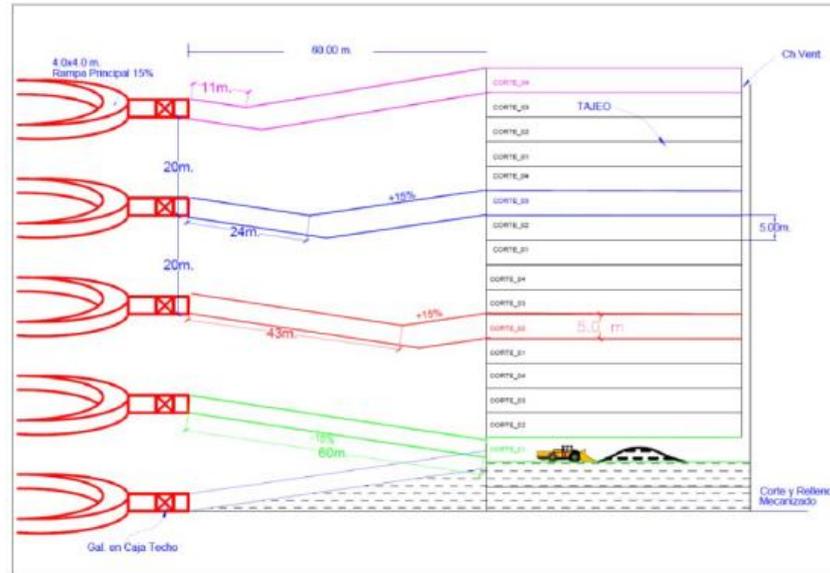
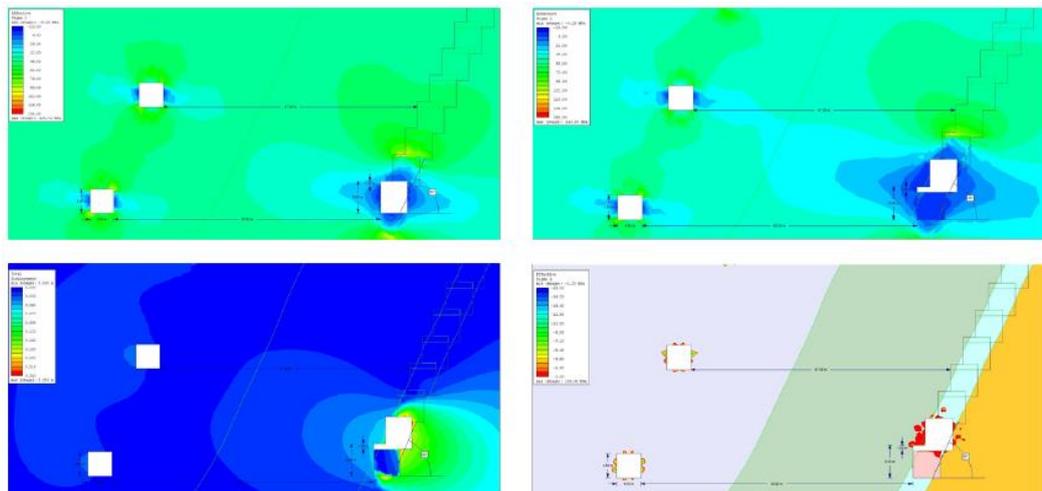


Figura 24 Análisis Numérico del Método de Minado C&F – Breasting



Sublevel Stoping (AVOCA)

Este método de explotación se caracteriza por la seguridad que ofrece debido a que no es necesario el ingreso a los tajos ya que la extracción del material se realiza por medio de scooptram que son vehículos manejados de forma remota.

Estas características hacen de este método Ideal para aplicarlo en dimensiones masivas asegurando una productividad alta. A continuación, se muestra un esquema que presenta la propuesta estándar para preparar y explotar por medio Taladros largos.

Figura 25 Esquema de Minado mediante el Método AVOCA

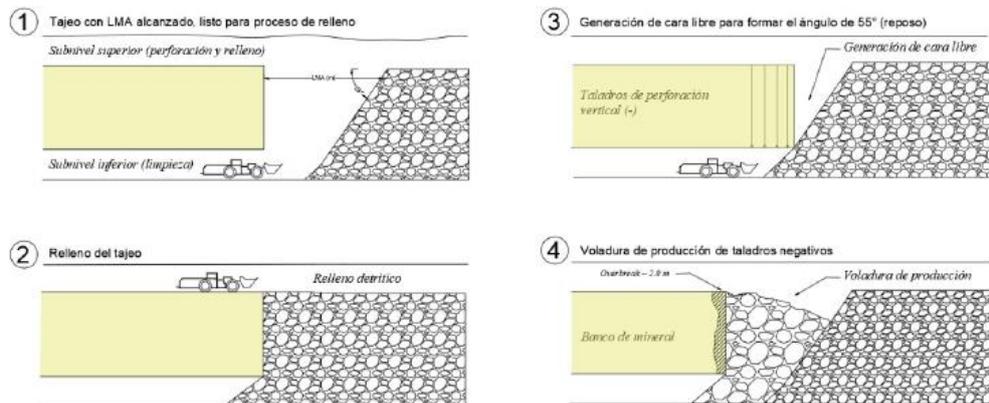
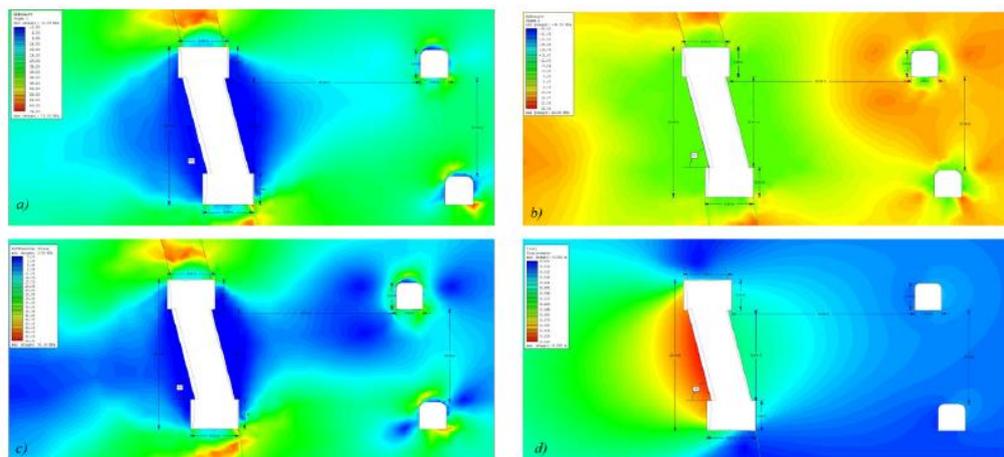


Figura 26 Análisis numérico del dimensionamiento de un tajeo de 25 m de altura y buzamiento 75° de estructura

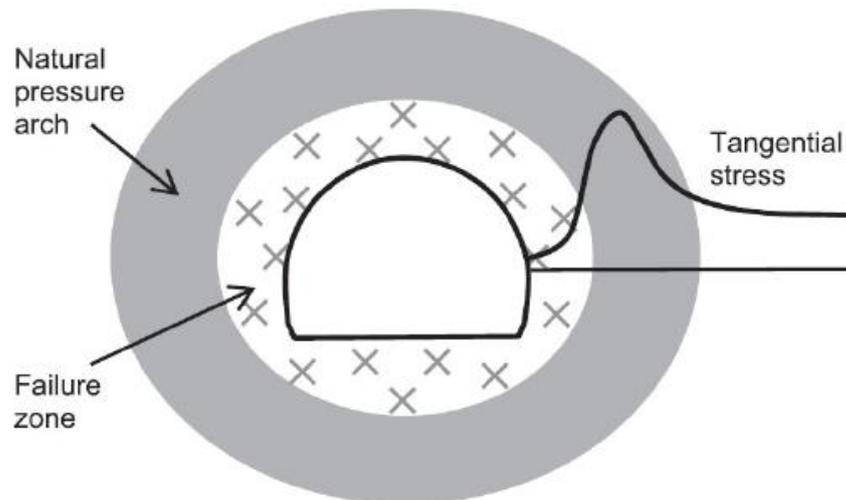


Dimensionamiento del sostenimiento

Para diseñar adecuadamente un sistema de sostenimiento se debe considerar lo siguiente:

- El macizo de rocas siempre presentará una deformación como consecuencia de las operaciones de construcción de las excavaciones, en esta circunstancia se debe asegurar la compatibilidad entre la finalidad del uso de la excavación y los niveles de deformación que se presente. Debido a que los sistemas de sostenimiento al ser instalados al interior del macizo rocoso no recibirán ninguna carga inicialmente, pero a medida que la excavación avance deben poder soportar el proceso de deformación natural en este tipo de operaciones.
- Con el fin de poder hacer el cálculo sobre la dimensión a nivel estructural del sistema de sostenimiento se debe tener en cuenta la duración operativa de la excavación debido a que este factor condiciona una degradación natural del macizo rocoso por efectos básicamente ambientales.
- Para dimensionar un sistema de sostenimiento hay que tener en cuenta inicialmente el estado tensional que presentarán las excavaciones además del nivel o calidades del material rocoso que presenta el macizo antes de iniciar las operaciones.

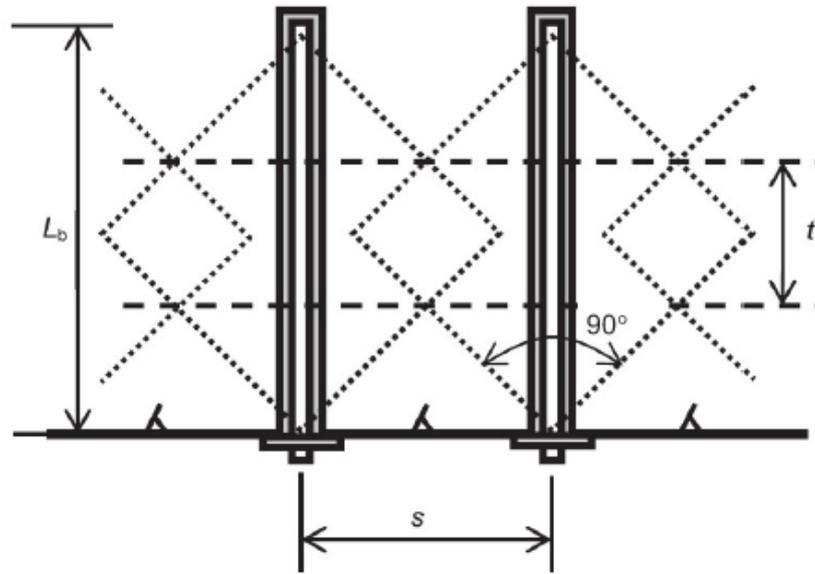
Figura 27 Esquema que ilustra el arco de presión natural que rodea una



a. Sostenimiento con pernos de anclaje

Principalmente este sistema está enfocado en anclarse a la roca para poder ofrecer una resistencia a los movimientos o disloques que pueda presentar el terreno. En términos generales el material duro presenta disloques como consecuencia de fracturas o fallas. es natural que este tipo de formaciones se abra con el paso del tiempo por acción de las presiones verticales u horizontales que son producidas por la gravedad que ejercen los bloques además de los cambios en las condiciones de temperatura y humedad que presentan las rocas masivas.

Figura 28 Interacción del refuerzo entre pernos de anclaje



b. Sostenimiento con shotcrete

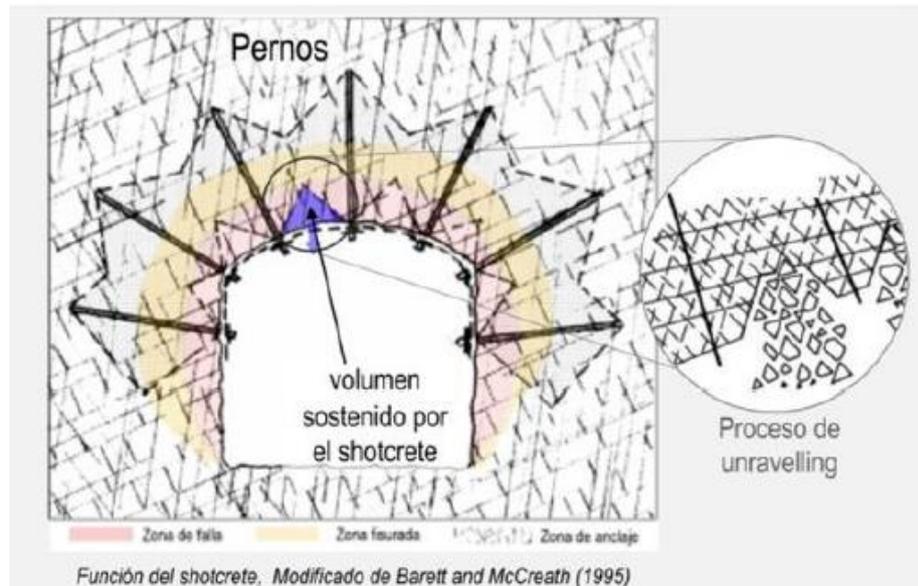
El shotcrete y los pernos de anclaje en conjunto forman un sistema de soporte efectivo y que su acción es mayor por la suma de sus componentes como un todo que por la acción individual de cada uno.

La compleja interacción entre el macizo rocoso y el sistema de soporte es difícil de cuantificar por los análisis propuestos, la experiencia nos demuestra que el shotcrete tiene un mejor rendimiento que el propuesto en los análisis, los factores influyentes más importantes en la interacción shotcrete/macizo rocoso son descritos por (Malmgren, 2005).

- Rugosidad de la excavación
- Propiedades mecánicas de la roca
- Estado de tensiones in-situ e inducidas
- EDZ1 en el contorno de la excavación
- Discontinuidades

- Influencia de otros elementos de soporte (ejemplo, pernos de anclaje)
- Propiedades mecánicas del shotcrete, así como el espesor; y
- Interface macizo rocoso/shotcrete

Figura 29 Vista Esquemática de la Función del Shotcrete (Modificaco de F Elorrieta, 2021)

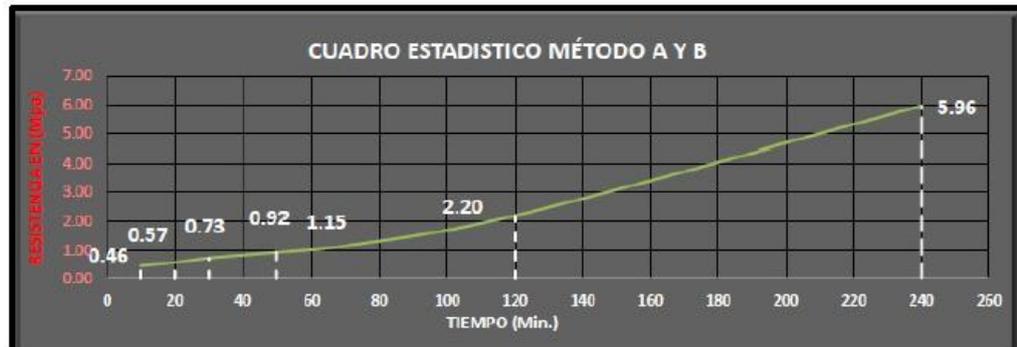


El shotcrete de la unidad minera El Porvenir, será siempre fibroreforzado (SHFR) y en espesor mínimo de 2".

El diseño de mezcla contempla los siguientes parámetros:

- Resistencia a edad temprana (4h) > 4.0 MPa
- Resistencia a 28 días > 30 MPa
- Resistencia a la flexotracción > 900 Joules
- Slump (Planta/Obra) 10.5"/9.0 - 8.0"

Figura 30 Gráfica de evolución de resistencia de SHFR a 4.0h (UNICON, 2021)



c. Sostenimiento con Malla

El sistema de sostenimiento mediante mallas en las secciones de techo, así como en los hastiales resulta una opción bastante eficaz para evitar el desprendimiento de rocas con dimensiones pequeñas. Estos sistemas necesariamente se debe emplear los pernos de anclaje. Además, hay que asegurar que la malla se fije por medio de una placa de retén del perno.

d. Sostenimiento con cable bolting

Cable bolt es un tendón flexible que consiste en un conjunto de alambres de acero, enrollados en un hilo, que se inyectado en un pozo mediante lechada de cemento.

Normalmente, los pernos de cable se instalan en taladros espaciados para proporcionar refuerzo y soporte para las paredes, la base y el piso de las aberturas subterráneas o superficiales.

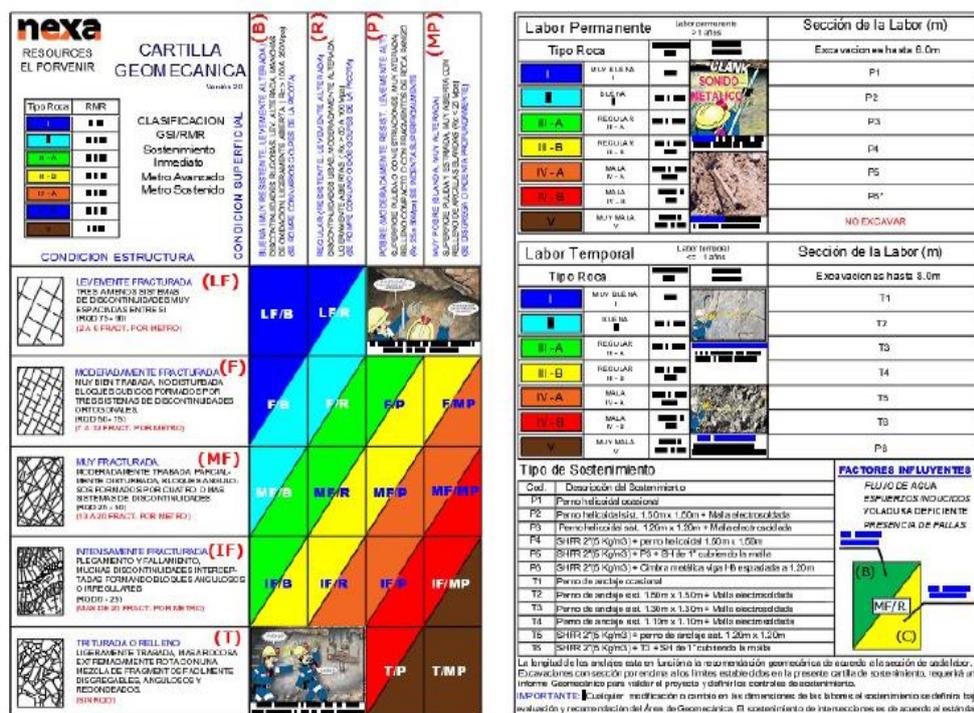
e. Sostenimiento especial (cimbras, etc.)

Este tipo de sostenimiento se contempla en la cartilla geomecánica, no es común el empleo de estos elementos en las operaciones de El Porvenir, sin embargo, se consideran y deberán responder a un análisis especial de sostenimiento.

g. Cartilla Geomecánica de sostenimiento

La cartilla geomecánica de sostenimiento, fue construida con todo el sustento técnico antes expuesto, de este modo se establece

Figura 32 Cartilla Geomecánica de Sostenimiento (El Porvenir, 2022 V2)



RMR89	Clase	Calidad	Color	Código sostenimiento	Sostenimiento permanente
>81	I	Muy Buena	Blue	P1	Perno Helicoidal ocasional
61 - 80	II	Buena	Light Blue	P2	Perno Helicoidal sistematico 1.50m x 1.50m + Malla electrosoldada
51 - 60	III-A	Regular - A	Green	P3	Perno Helicoidal sistematico 1.20m x 1.20m + Malla electrosoldada
41 - 50	III-B	Regular - B	Yellow-Green	P4	SHFR 2"(5 kg/m3) + Perno helicoidal sistematico 1.50m x 1.50m
31 - 40	IV-A	Mala - A	Yellow	P5	SHFR 2"(5 kg/m3) + P3 + SH de 1" cubriendo la Malla
21 - 30	IV-B	Mala - B	Orange	P6	SHFR 2"(5 kg/m3) + Cimbra metalica viga H6 espaciadas a 1.00-1.2m
<20	V	Muy Mala	Red	NA	No se recomienda realizar algun tipo de excavacion permanente

RMR89	Clase	Calidad	Color	Código sostenimiento	Sostenimiento temporales
>81	I	Muy Buena	Blue	T1	Split set ocasional
61 - 80	II	Buena	Light Blue	T2	Split set sistematico 1.50m x 1.50m + Malla electrosoldada
51 - 60	III-A	Regular - A	Green	T3	Split set sistematico 1.30m x 1.30m + Malla electrosoldada
41 - 50	III-B	Regular - B	Yellow-Green	T4	Split set sistematico 1.10m x 1.10m + Malla electrosoldada
31 - 40	IV-A	Mala - A	Yellow	T5	SHFR 2"(5 kg/m3) + Split set sistematico 1.20m x 1.20m
21 - 30	IV-B	Mala - B	Orange	T6	SHFR 2"(5 kg/m3) + T3 + SH de 1" cubriendo la Malla
<20	V	Muy Mala	Red	P6	SHFR 2"(5 kg/m3) + Cimbra metalica viga H6 espaciadas a 1.00-1.2m

Controles operacionales

Se realizarán pruebas para administrar el control de calidad de los elementos de sostenimiento, este control será realizado en conjunto con personal de NEXA y los representantes de las empresas que brinden el servicio de sostenimiento.

a. Control de calidad Shotcrete:

- Ensayo de Penetrómetro.
- Pruebas de rebote.
- Granulometría, Modulo de fineza y humedad.
- Ensayos a la compresión Probetas, testigos diamantinos.
- Ensayos a flexo tracción.
- Resistencia a edad temprana.
- Propiedades del concreto en estado fresco y verificación de rendimiento.

b. Pernos de anclaje

- Pruebas de pull test out del no menos del 1% del total de elementos instalados en el mes.
- Pruebas de tracción de cables bolting instalados

c. Excavaciones

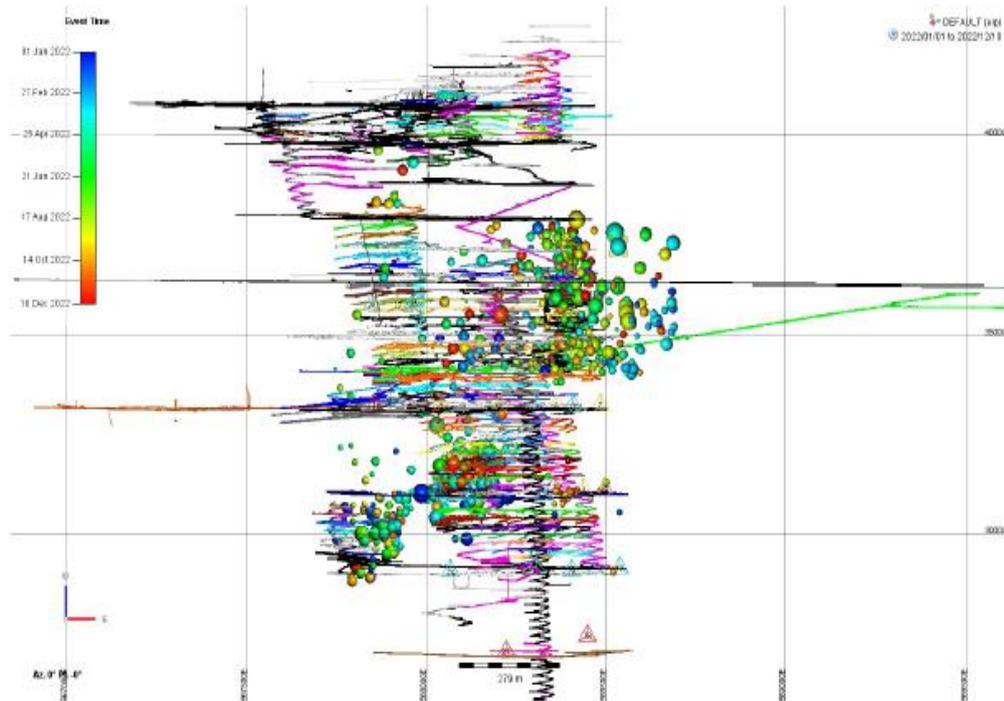
- Puntos de Convergencia
- Martillo Schmidt
- Monitoreo de vibraciones
- Inspecciones y auditorias.
- Control geomecánico de estabilidad.

Sismicidad

Entre el 1 de enero y 10 diciembre 2022 se registraron 646 eventos de magnitudes entre mL0.0 y mL2.2; con 42 eventos mayores o iguales a mL 1.00. Los eventos se localizan mayormente al norte de la

mina entre los niveles 3090 y 3590. Algunos eventos significativos (de hasta mL1.8) se han detectado en la parte sureste. La falta de cobertura en esta zona puede explicar la baja tasa de sismicidad.

Figura 33 Vista en Sección de la Ubicación de los Eventos



Método de minado

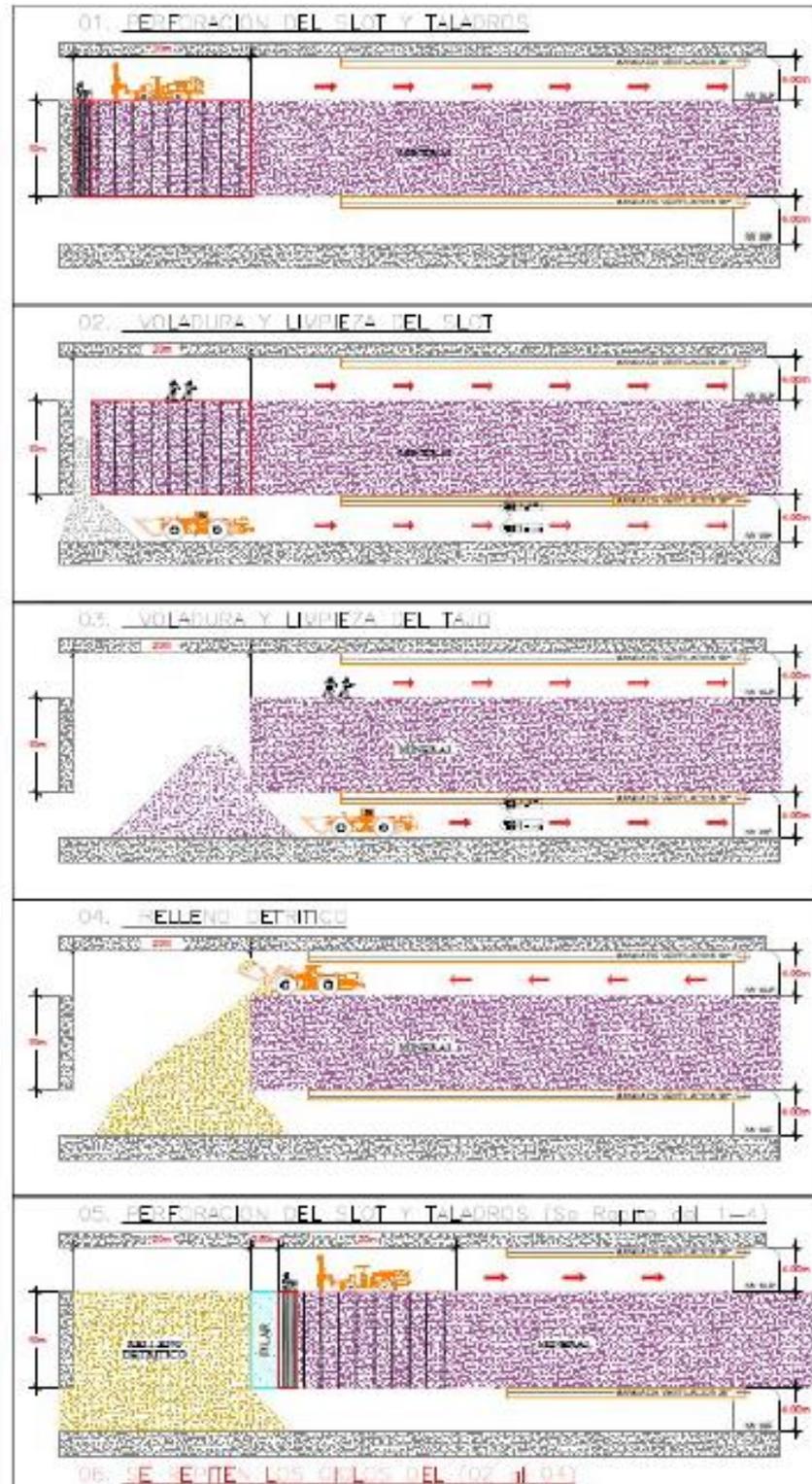
Sublevel Stopping

Partiendo de las evaluaciones geomecánicas, geológicas y económicas que presentan los modelos utilizados sí eligió emplear la variante de este método que se denomina “Bench and Fill”. en este caso específico se utilizará un Banco de altura media de 15 metros y un Span de 20 metros.

En sección inferior del block por medio de un crucero se logró interceptar la estructura mineralizada y de esa manera se establece en términos económicos el ancho real de la estructura a partir del cual se desarrolla la galería en mineral. La Rampa 8l se encuentra unida con una galería mediante las ventanas de extracción las que permiten una

evacuación del mineral acarreándolos por los subniveles en dirección a los echaderos o hasta las cámaras de carguío.

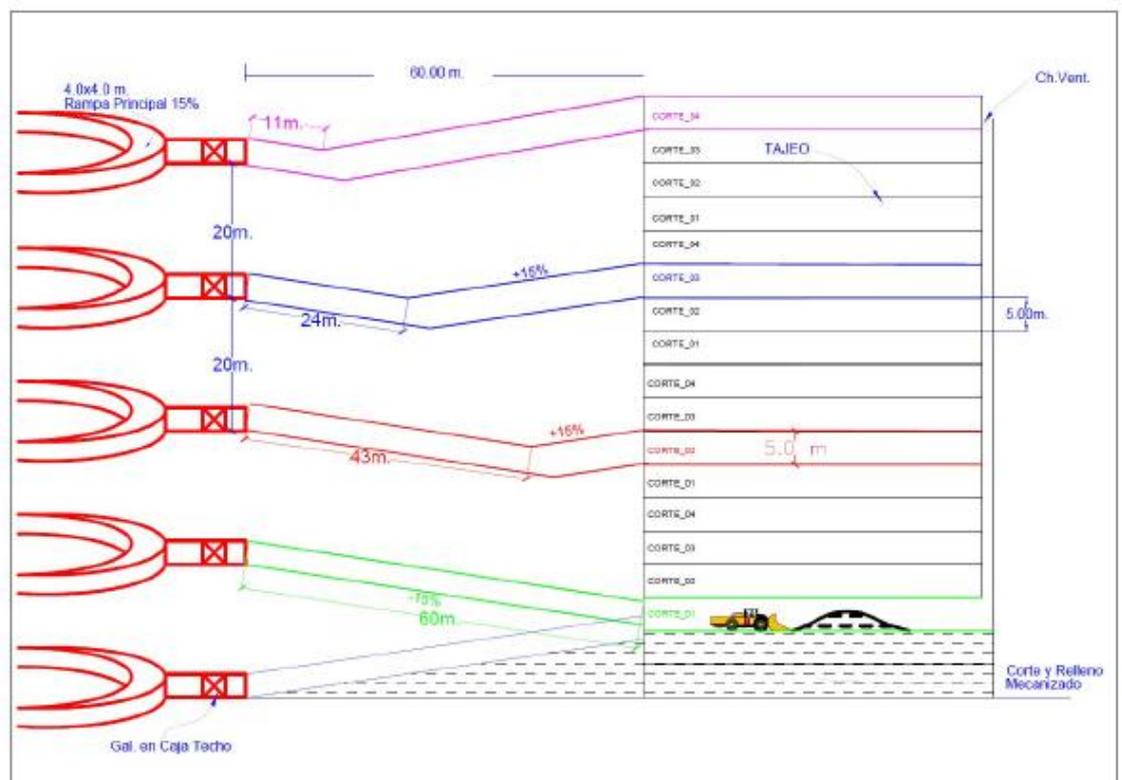
Figura 34 Ciclo de Minado Bench and Fill



Corte y Relleno Ascendente

Partiendo de la rampa principal se ejecutan secciones de acceso con una longitud de 60m en promedio y gradientes de 15% en dirección al cuerpo lo que les permitirá acceder a cada corte sucesivo, Con lo cual la inclinación se reduce primero a -7.5%, +7.5% y alcanza una inclinación de +15% en el acceso final, este sistema permite realizar 4 cortes; además, el acceso permanente hace posible una mejor ubicación y utilización de los equipos. Las secciones de acceso presentan una dimensión de 4.5 x 4.0 mts hacia la parte central de los cuerpos, Lo que condiciona que en cada tajeo se debe diseñar 2 o 3 frentes de ataque en breasting.

Figura 35 Esquema del Método de Minado



Dimensiones estándares de labores

Galerías Principales: 4.0 x 4.0 m.

Sub nivele: 4.5 x 4.0 m.

Rampa de acceso: 4.5 x 4.0 m.

Gradientes: -15% a +15%

Diámetro de Chimenea de ventilación:

principales: 3.1 m.

Auxiliar: 2.1 m.

Echadero: 2.1 m.

Altura de Tajos:

corte: 5.0 m.

cara libre: 1.0 m

total: 6.0 m.

línea de relleno: a 1 m. del techo

Figura 36 Acceso a la Zona Mineralizada

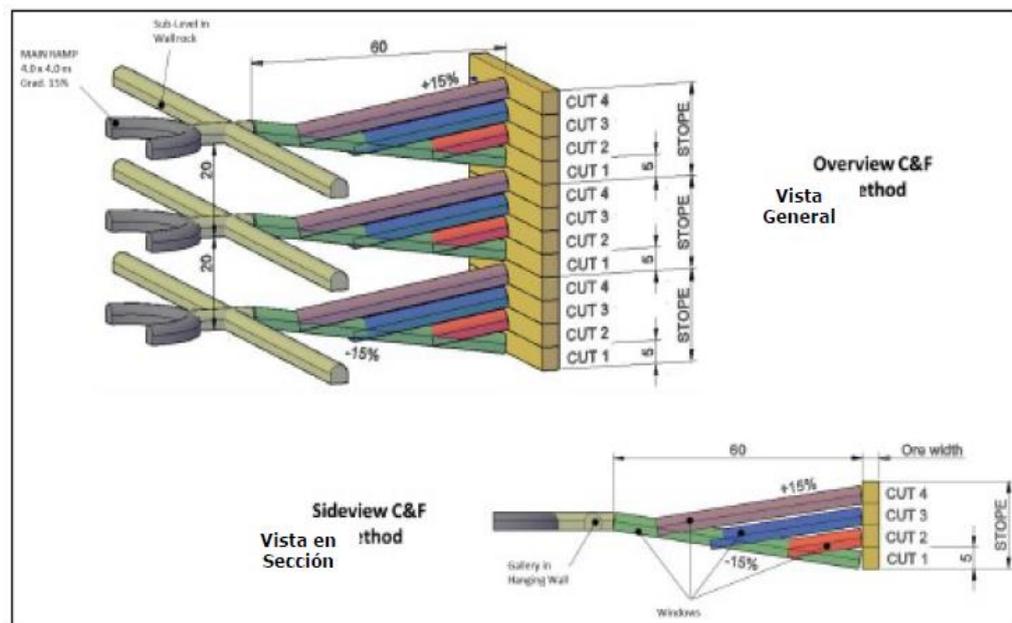


Figura 37 Etapas del Método de Explotación de Corte y Relleno Ascendente



OPERACIÓN MINA

Ciclo de Minado

Las labores de perforación, voladura, acarreo y limpieza, conforman el ciclo de minado a las cuales se debe añadir las labores de desate y sostenimiento las que son determinantes para asegurar dicho ciclo.

Se inicia con la preparación de los accesos que presenten gradientes negativos en dirección a la estructura mineralizada con diseño

para formar los bancos de explotación en el tajo. Al llegar a la zona mineralizada se inicia la perforación y voladura por breasting hasta llegar al extremo de la estructura de mineral o límite de diseño del área del acceso. Luego pasa el tajo a relleno hidráulico hasta una altura de luz de 1.5 metro del techo. Con el tajo relleno se procede a realzar el acceso usando una gradiente que permita formar otra sección de 5 metros.

Figura 38 Ciclo de Minado U.M. El Porvenir



Perforación

Al usar el método breasting la perforación debe ser por completo mecanizada para asegurar el Corte y relleno ascendente mecanizado, la que se ejecutara utilizando un jumbo s electrohidráulico de 16 pies de longitud de barra, además en la actualidad se cuentan con 5 equipos para perforaciones Sandvik. Se alcanza los 325,000 metros perforados por mes, con rendimientos de 3 ton/metro y 10 ton/taladro y 5.0 m de altura de corte y 4.5 m de longitud de perforación. Con todo ello se alcanza un 95% de avance.

En condiciones normales Los Jumbos ejecutan la perforación con breasting teniendo frentes de 6 x 5 m. de sección además de perforar los frentes ciegos. En promedio se ejecutan de 38 hasta 54 taladros por cada frente de acuerdo a la calidad del terreno. Los taladros presentan un diámetro de 45mm con un avance de 15 pies.

Figura 39 Jumbo Sandvik DD421 – Simba S7D



La perforación para el método de AVOCA, una variante del minado por subniveles es dada a través de perforación con el equipo de perforación de taladros largos de marca EPIROC Simba S7D. La longitud de perforación varía de 12 a 16 metros según diseño. Los diámetros de perforación son 64 mm y 76 mm según evaluación conjunta entre las áreas de geomecánica, mina y planeamiento. La ratio de perforación varía entre 6 ton/mp hasta 9 ton/mp; ósea cada uno de los taladros puede generar longitudes de 15 metros con 90 a 135 de tonelaje.

Voladura de Rocas

El servicio de carguío mecanizado es ejecutado por una empresa especializada, para ellos se emplea: Equipamiento Anfo Loader NORMET.

Como parte del equipamiento de las voladuras para el carguío se debe cotar con: el Cordones Detonantes, detonadores sin activación eléctrica con milisegundos de periodo especificos para los tajeos (breasting) o de medio segundo para periodos largos si se trata de

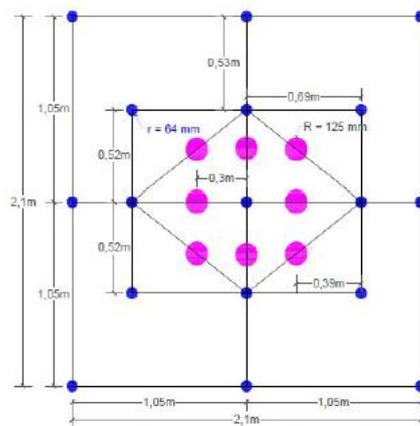
aperturas de los frentes (frente ciego), mechas de seguridad y Fulminantes Común N° 6.

En las labores de tajeo se debe utilizar detonadores naranjas de milisegundos con 6 m de longitud y detonadores amarillos para frentes y labores de desarrollo que cuenten con medio segundo por 6 m de longitud, todos ellos con su retardo respectivo, además se empleara el ANFO en todos los casos y la Emulsión encartuchada como agentes de voladura.

Figura 40 Anfo Loader realizando el carguío en un frente en breasting



Figura 41 Diseño de Slot



Taladros de 64 mm: 17 taladros
Taladros de 125 mm: 8 rimados

Figura 42 Estándares de perforación y voladura, sección 4.5m x 4m, tipo roca buena tipo I

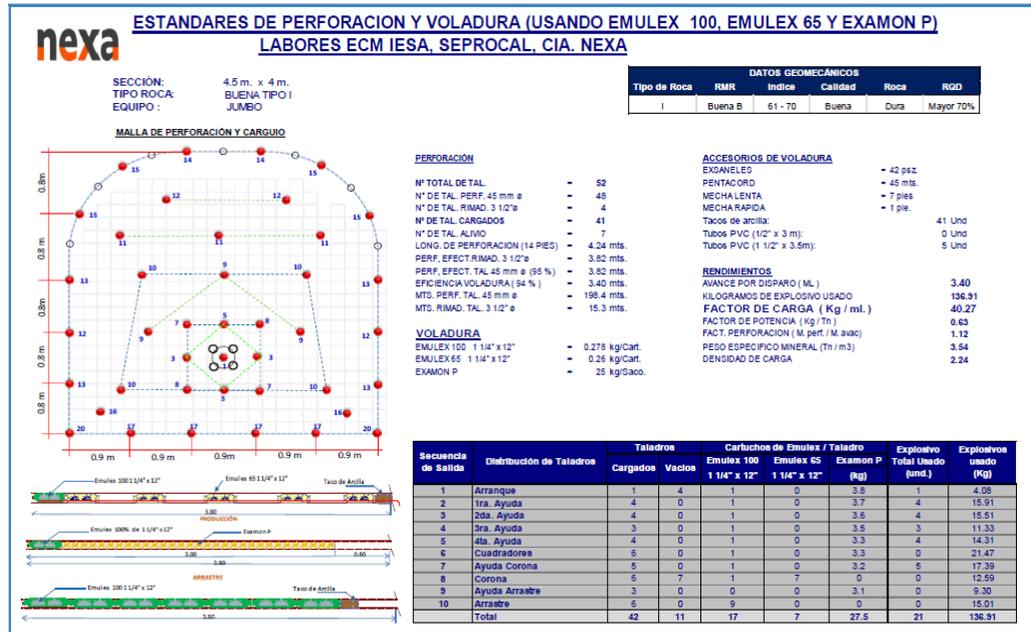


Figura 43 Estándares de perforación y voladura, sección 4.5m x 4m, tipo roca media tipo II

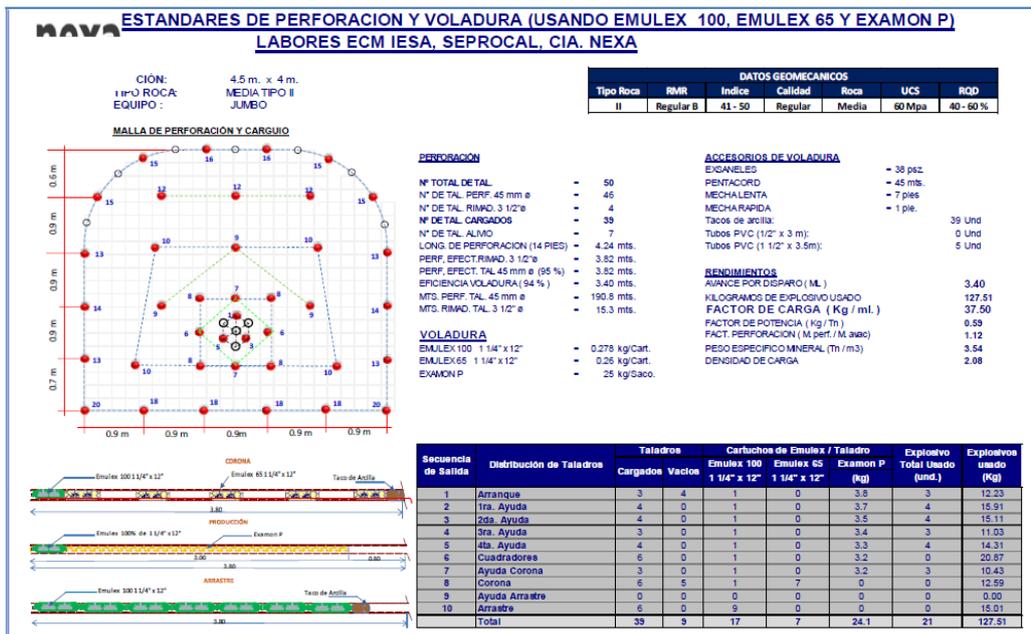


Figura 44 Estándares de perforación y voladura, sección 4.5m x 4m, tipo roca suave tipo IV - A

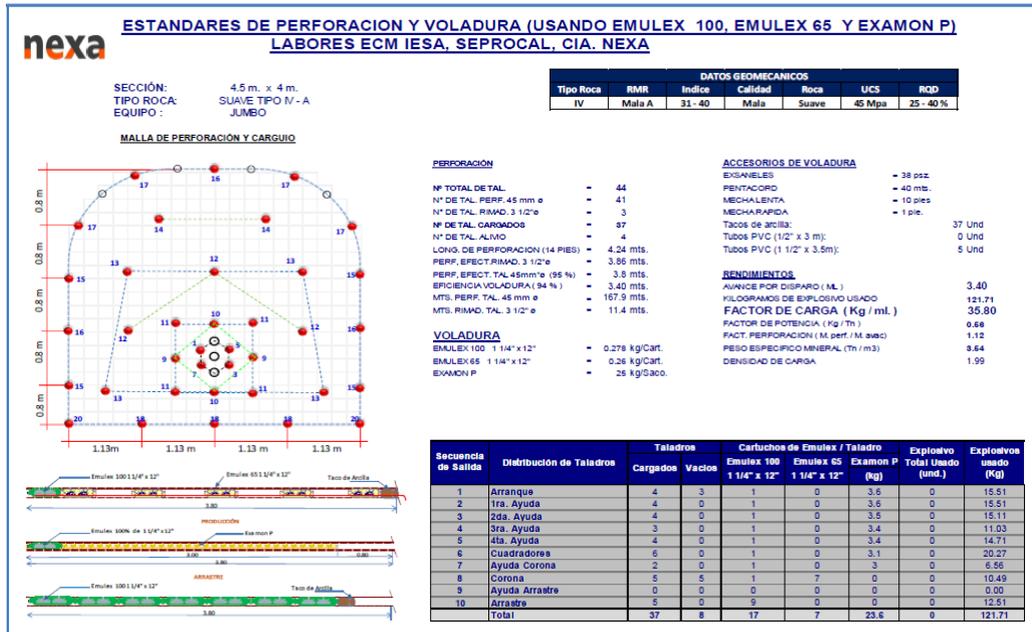


Figura 45 Estándares de perforación y voladura, sección 5m x 5m, tipo roca buena tipo I

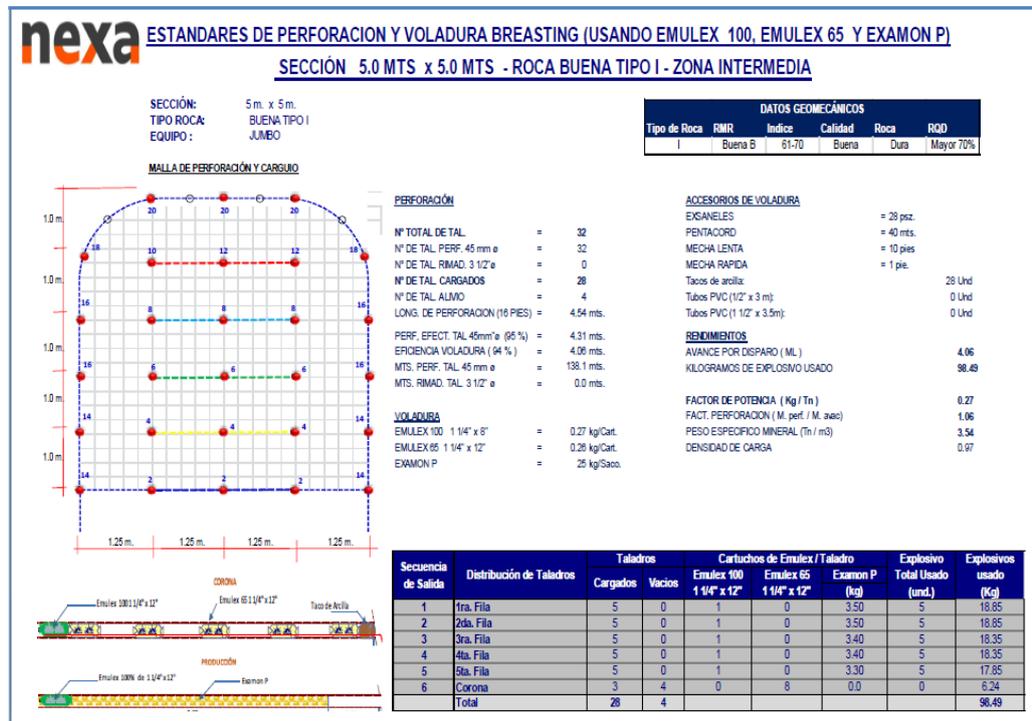


Figura 46 Estándares de perforación y voladura, sección 5m x 5m, tipo roca regular tipo I

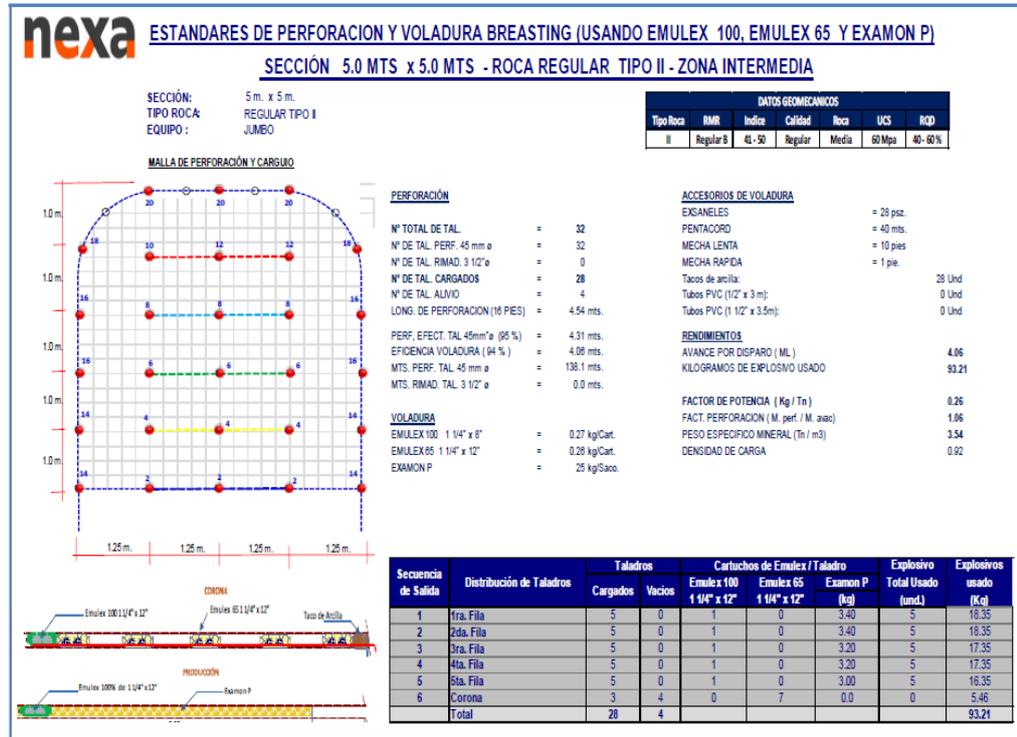


Figura 47 Estándares de perforación y voladura, sección 5m x 5m, tipo roca regular, tipo II

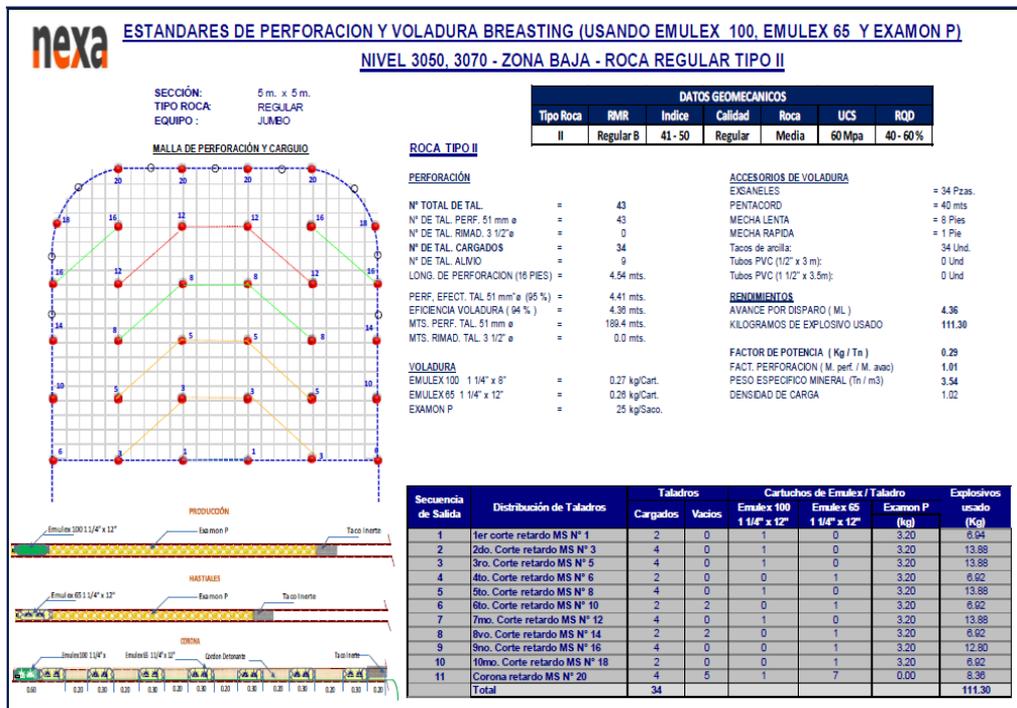


Figura 48 Estándares de perforación y voladura, sección 5m x 5m, tipo roca buena, tipo I

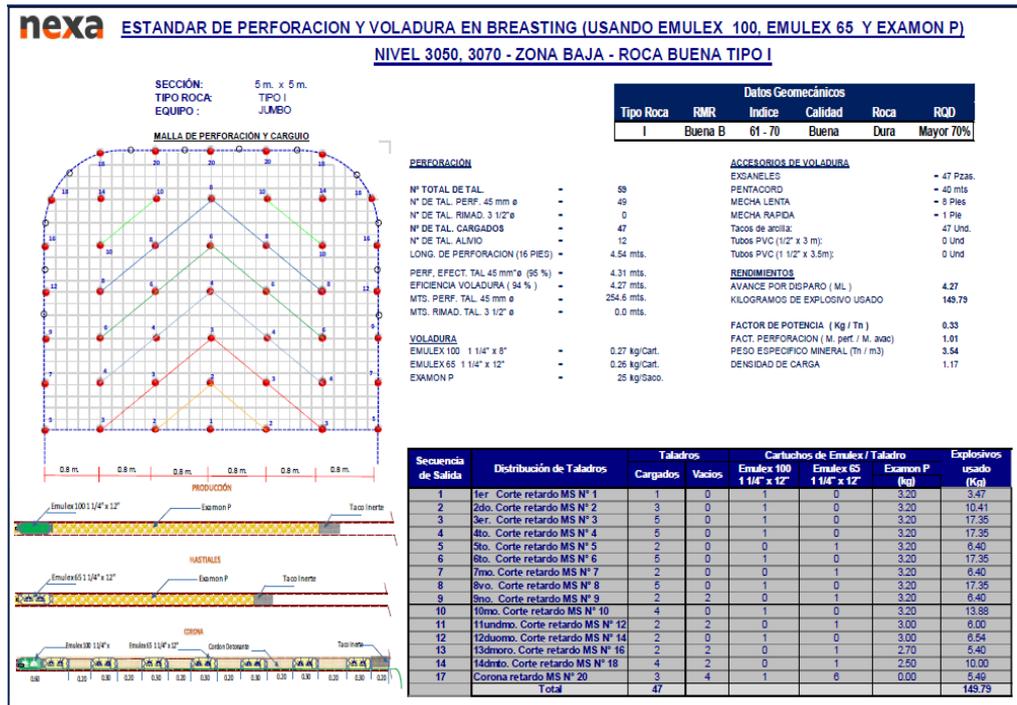
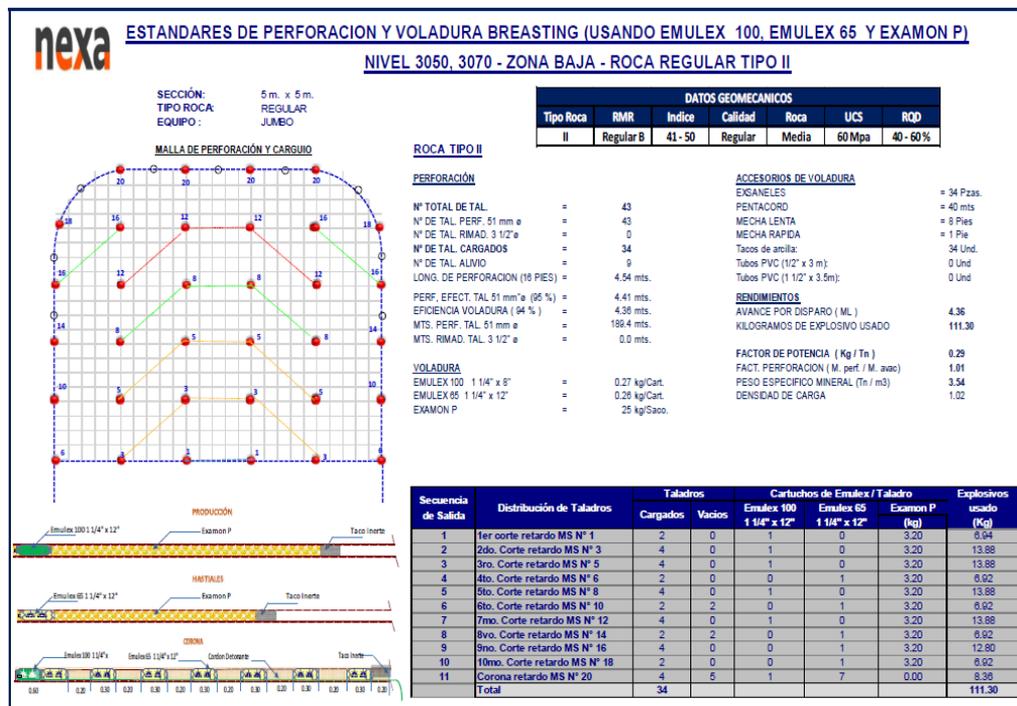


Figura 49 Estándares de perforación y voladura, sección 5m x 5m, tipo roca regular, tipo II



Ventilación

La finalidad del diseño de este tipo de sistemas es poder asegurar un nivel adecuado de circulación de aire usando medios mecánicos en las diferentes labores y operaciones que se ubique en todo el emplazamiento de las labores mineras.

Para una correcta operatividad del sistema de ventilación se deben ejecutar constantes evaluaciones y registros del desempeño y las condiciones operativas. Además, por condiciones normativas se debe asegurar una cantidad mínima de aire a los espacios de la mina. Esta cantidad de aire debe presentar un nivel de oxígeno que alcance por lo menos el 19.5 %.

Así mismo, el sistema de circulación de aire debe garantizar un control sobre los niveles de polvo y las emisiones en el aire del diesel que puedan ofrecer ambientalmente las condiciones operativas adecuadas, de la misma manera debe poder garantizar niveles temperatura adecuados.

También es necesario que este sistema pueda evitar que algún tipo de gas o sustancia contaminante pueda ingresar en circulación de aire hacia los lugares de las operaciones, para ello se debe poder expulsar o reducir a un nivel aceptable cualquier elemento que resulte dañino. En ese sentido se debe poder contar con un flujo aire que ofrezca grandes cantidades para poder diluir el monóxido de carbono y otros gases que emiten los motores diesel al interior de la mina.

Figura 50 Mangas de ventilación que proporcionan aire fresco a los frentes de Trabajo



Desate mecanizado

Estas operaciones se ejecutarán posteriormente a que el equipo Scaler realice la voladura. Este equipo se trata de una maquinaria de bajo perfil especializada en el desate de rocas de manera mecanizada, puede alcanzar una altura máxima de 6mts, para ello la cabina del operador debe encontrarse en una sección que cuete con sostenimiento de techo. Estas operaciones pueden ser realizadas por solo una persona abarcando la totalidad de la voladura: techo, cajas y frente. En términos operativos, el desate mecanizado representa una mejora a nivel tecnológico que incide directamente en el desempeño de las labores en la mina, en este caso será ejecutada por Nexa Resources en sus operaciones en la unidad El Porvenir con el objetivo de garantizar las condiciones de seguridad en sus operaciones.

Figura 51 Desatado con Scaler



Sostenimiento

En este caso se ejecutan dos tipos de sostenimiento: Activo y Pasivo. Ahora bien, el sostenimiento a emplear dependerá enteramente de tipo de material rocoso que se encuentre en el yacimiento, de tal manera que se pueden emplear métodos como Split Set, Pernos helicoidales, Malla electrosoldada y shotcrete, en las zonas de operación permanente o que presente material frágil. En el caso del sostenimiento activo se emplearán Scissor Bolter que puede realizar perforaciones hidráulicas de manera remota además de contar con una plataforma que puede elevarse y cuenta con un espacio para almacenaje.

Adicionalmente, el sostenimiento se realiza empleando cable Bolting en el macizo rocoso para brindarle estabilidad por medio de inyectarle cemento tipo V mediante el uso del Equipo Cabolt. Para el shotcrete se utilizan mixkrets para el transporte de la mezcla y equipos Robot para el lanzamiento del concreto.

Figura 52 *Instalación de Split Sets con Scissor Bolter*



Limpieza y Acarreo de Mineral

En todas las operaciones se cuenta con Scooptrams Diesel de 6yd3 (10 TM) para la limpieza y volquetes de bajo perfil, los denominados Dumper de 20 TM de capacidad que se usa para llevar material al echadero principal, el mineral es trasladado hacia los Ore Pass más próximos que deben encontrarse en cada uno de los subniveles.

En caso que el acarreo sobrepase los 200 m para su transporte emplear los equipos Scoops no resulta viable económicamente, por ello se emplearán los volquetes de bajo perfil conocidos como Dumper, que pueden transportar hasta 20 TM.

El Mineral es vertido en los Ore Pass (OP) que son llevados hasta la tolva por medio de locomotoras y luego a los Skips de donde se los transporta a la ruma de gruesos. El desmonte que se recoge debe ser vertido en los Waste Pass o echaderos de basura que debe estar ubicado en cada uno de los subniveles o serán colocados como relleno hidráulico.

Figura 53 Scoop Caterpillar



Relleno Hidráulico

Después de concluir con las labores de limpieza de todo el material roto, se prepara el tajeo para que pueda decepcionar el relleno hidráulico. El relave que proviene de la planta concentradora será usado como relleno hidráulico. En una etapa previa este relleno debe pasar por un proceso de cicloneo mediante el empleo de fuerzas centrifugas se logra separar el material grueso (Under Flow) del fino (Over Flow).

Las partículas de mayor tamaño en una malla de -200 son las que se usaran para el relleno hidráulico, estas proporcionan las siguientes ventajas:

- Percolación del relleno.
- Permite crear un piso seguro de acceso al siguiente corte.
- Sostenimiento pasivo de labores.

Figura 54 Planta de Relleno Hidráulico

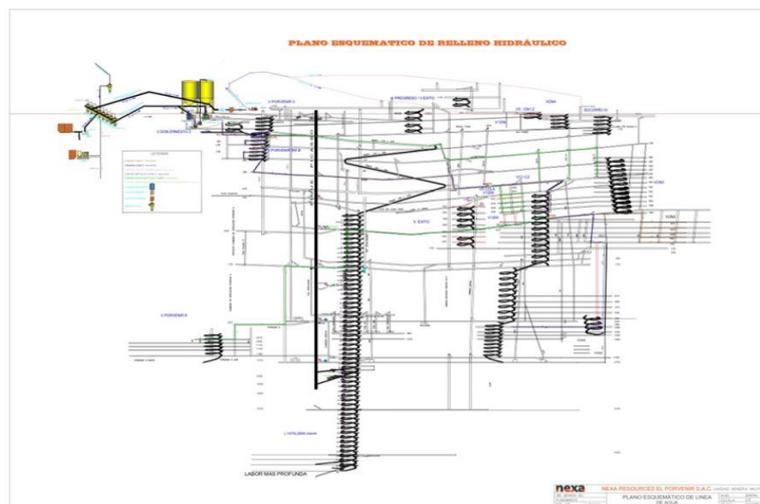


SERVICIOS AUXILIARES

Relleno Hidráulico y Detrítico

En niveles cercanos a la superficie se encuentra en operación la Bomba Mars, la cual es utilizada para el relleno hidráulico de la zona alta y las labores de CN 3 de la zona intermedia, en la cual nos permite manejar una capacidad de relleno de 30,000 toneladas al mes. Asimismo, en la Zona Intermedia y baja; se cuenta con 02 líneas por gravedad, instalado con tubería HDPE de 4", se tendrá una capacidad de 60,000 Tn al mes.

Figura 55 Unifilar de Relleno Hidráulico



Sistema de Ventilación

a. Sistema de Ventilación

A continuación, se muestran las ubicaciones principales para el ingreso de aire fresco y salida del viciado, además de la estación de monitoreo correspondiente:

Tabla 20 Balance de aire de labores de Ingreso de Aire

Código	Nivel	Nombre Labor	CAUDAL (m3/min)	CAUDAL (CFM)
EP-I-1	4070 - 0	BOCAMINA SAN CARLOS, Nv. 4070	2,016.30	71,195.55
EP-I-2	4070 - 0	TÚNEL FASE I, Nv. 4070	446.96	15,782.16
EP-I-3	4170 - (+)100	GALERÍA PRINCIPAL, Nv. 4170	3,061.80	108,112.16
EP-I-4	4120 - (+)50	GALERÍA PRINCIPAL, Nv. 4120	2,658.35	93,866.34
EP-I-5	4020 - (-)50	BOCAMINA , Nv. 4020	4,729.79	167,008.88
EP-I-6	3990 - (-)100	RAMPA PORVENIR II, Nv. 3990	380.95	13,451.34
EP-I-7	4150 - (+)80	GALERÍA PRINCIPAL, Nv. 4150	5,298.05	187,074.15
EP-I-8	3620 - (-)450	TÚNEL LA QUINUA, Nv. 3620	5,031.79	177,672.50
EP-I-9	4070 - 0	GALERÍA INTEGRACION, Nv. 4070	2,846.26	100,501.44
EP-I-10	3370 - (-)700	GALERÍA INTEGRACIÓN, Nv. 3370	4,363.97	154,091.78
EP-I-11	4050 - (-)20	CH DON ERNESTO, Nv. 4050	1,215.84	42,931.31
			32,050.06	1,131,687.61

Tabla 21 Balance de aire de labores de Salidas de Aire

Código	Nivel	Nombre Labor	CAUDAL (m3/min)	CAUDAL (CFM)
EP-S-1	4120 - (+)50	CHIMENEA POCKET, Nv.4120	565.44	19,965.69
EP-S-2	4120 - (+)50	CHIMENEA CONVENCIONAL, Nv. 4120	1,851.94	65,392.00
EP-S-3	4240 - (+)170	CHIMENEA ÉXITO, Nv. 4240	2,407.99	85,026.13
EP-S-4	3970 - (-)100	CHIMENEA PORVENIR II, Nv. 3970	5,069.84	179,016.05
EP-S-5	4150 - (+)80	CHIMENEA CN 4, Nv. 4150	6,486.48	229,037.61
EP-S-6	3100 - (-)970	TRONCAL N°1 SUR -1, Nv. 3100	1,026.73	36,253.84
EP-S-7	2900 - (-)1170	TRONCAL N°1 SUR - 2, Nv.2900	1,276.33	45,067.21
EP-S-8	3630 - (-)440	TRONCAL N°2 SUR, Nv. 3630	623.04	21,999.54
EP-S-9	3630 - (-)440	TRONCAL N°4 NORTE, Nv. 3630	2,543.41	89,807.81
EP-S-10	3630 - (-)440	TRONCAL N°5 NORTE, Nv. 3630	2,750.33	97,114.15
EP-S-11	4150 - (+)80	ALIMAK 2, Nv. 4150	7,902.02	279,020.33
EP-S-12	4150 - (+)80	ALIMAK DON ERNESTO, Nv. 4250	2,763.18	97,567.89
			35,266.73	1,245,268.25

Tabla 22 Balance de aire de labores de Ingreso y Salidas de Aire

	m3/min	CFM
INGRESO AIRE FRESCO (m3/min)	32,050.06	1,131,687.61
SALIDA DE AIRE VICIADO (m3/min)	35266.73	1,245,268.25
DIFERENCIA	3216.67	113580.64
PORCENTAJE	9.1%	9.1%

El sistema de ventilación principal cuenta con:

- Aire fresco ingresando por 11 puntos
- Aire viciado expulsado por 12 puntos
- 7 ventiladores principales.

Balance y Cobertura de Requerimiento de Aire para la Mina

Tabla 23 Demanda de Aire y Cobertura

Demanda de Aire y Cobertura		
Item	Q(m3/min)	Q(CFM)
Demanda Personal	1,727.74	61,023.74
Demanda Madera	0.00	0
Demanda Temperatura	0.00	0
Demanda Equipos Diésel	23,687.10	836,628.49
Demanda Fugas	3,812.23	134,647.84
Demanda Total	29,227.07	1,032,300.07
Ingreso de Aire Fresco	32,050.06	1,131,687.61
Cobertura(%)	110%	110%

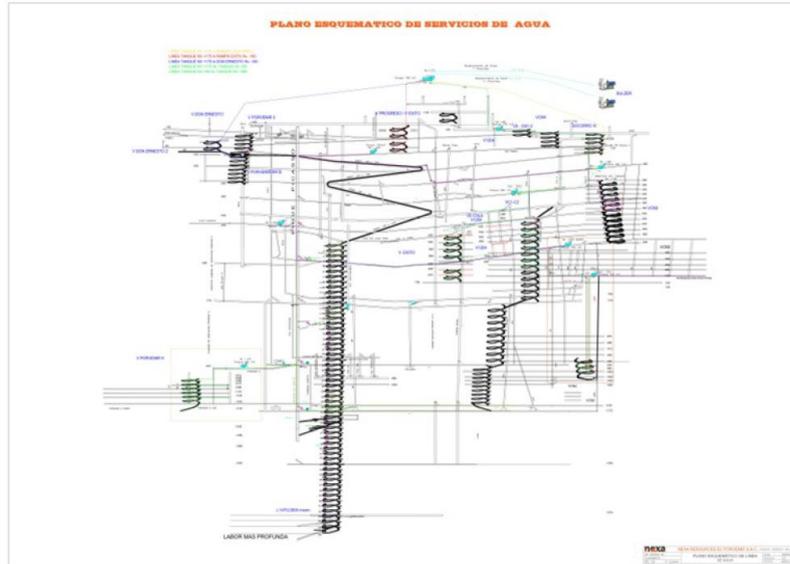
Sistema de Abastecimiento de Agua

El sistema para abastecer agua en mina esta direccionado por zonas:

Zona Alta, se abastece de la poza de captación de agua ubicada en nivel 4090 (+20) a a altura de la casa de compresoras (Sulzer) al nivel 4240 (+170), a través de dos bombas uno de 35 kw(lowara) y la otra de 43 kw Voguel

Zona Intermedia, En la zona intermedia se tienen los tanques del Nv 3970 (-100) de 200 m3, Nv 3730 (-340) de 180 m3 que abastecen a las labores del 1204 Zona Baja, El abastecimiento es del tanque principal

Figura 56 Vista General de la Red de Agua en Mina



Sistema de Drenaje y Bombeo

El sistema de drenaje de los tajos de operaciones es por gravedad hacia los sumideros auxiliares decantando en estos puntos y solo conduciendo agua turbia mediante un taladro de DDH estos sumideros auxiliares se ubican en cada subnivel de operación y están conectados por 02 taladros que conducen el agua de operación (perforaciones, relleno hidráulico) y filtraciones hacia los sumideros principales y estaciones de bombeo ubicados en los niveles principales.

Figura 57 Diagrama Unifilar Sistema de Bombeo

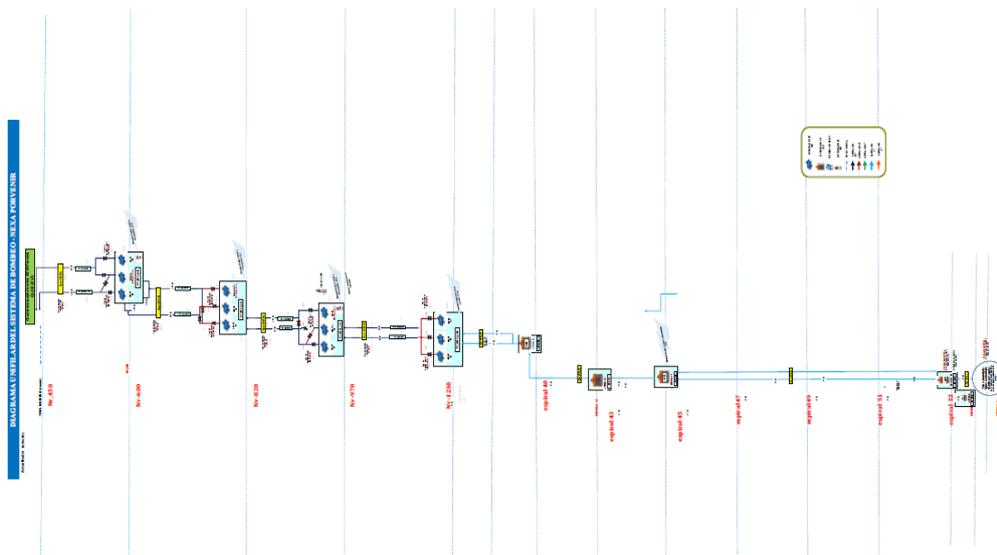
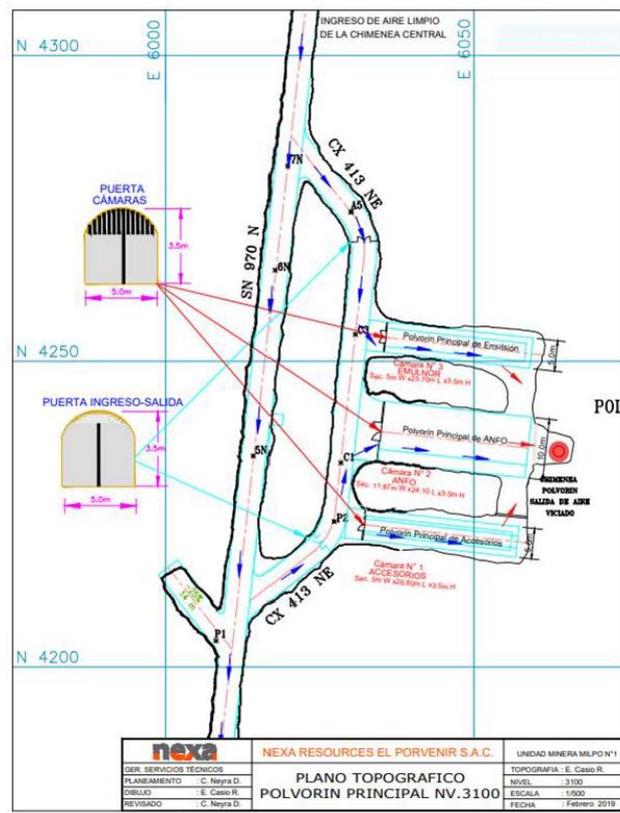


Figura 59 Plano de Polvorín Principal Nv. 3100 (-970)



Sistema de Izaje

Se cuenta con un sistema de izaje para mineral, con dos skips con capacidad de 16 t/viaje cada uno, que opera en el Pique Picasso. De lunes a domingo, en los horarios planeados semanalmente, se realiza el mantenimiento del sistema mecánico y eléctrico de equipamiento de izaje, así como la infraestructura del Pique Picasso.

Para el transporte de mineral con locomotoras se realiza en el Nv 2900 (Nivel de extracción) para ello se cuenta con 02 Convoys los cuales transportan el mineral de los Ore Pass hacia los bins; cada convoy consta de 01 locomotora y 10 carros mineros tipo kiruna de 3.5m³ de capacidad transportando en promedio por cada viaje 70 toneladas de mineral; el número de viajes programados a realizar es de 44 viajes por guardia en total transportando 3080 toneladas de mineral.

Mantenimiento

Tabla 25 Programa de Disponibilidad Mecánica 2022

Equipos	DM Proyectado
Scoops de 6.0 yds ³	91%
Jumbos Hidráulicos	85%
Scissor	83%
Anfo Loador	80%
Scaler	83%
Locomotoras	90%
Sistema de Izaje	90%

PROGRAMA DE PRODUCCIÓN Y AVANCES

Producción Mina

El Plan Operativo 2023 considera producir 2'236,500 t de mineral de cabeza con una producción diaria de 6,288 t día a extraerse de Mina desde la Zona Alta, Intermedia y Baja.

Tabla 26 Programa de Producción 2023 – M300

EL PORVENIR		2023 PPTO
Mineral Extraído	tms	2,236,500
Mineral Tratado	tpd	6,288
Mineral Tratado	tms	2,232,150
Ley Cabeza Zn	%	2.80
Ley Cabeza Pb	%	1.42
Ley Cabeza Cu	%	0.17
Ley Cabeza Ag	onz/tms	2.49
Ley Cabeza Au	onz/tms	0.01

Programa de Avances

El Plan 2023 contempla un total de avances de 20,834 m, de los cuales 9,645 m en avances de desarrollo, 515 m. en labores de exploración, 10,674 m en avances de preparación.

Tabla 27 Programa de Avance 2023

Avances Total	Meters	1,774	1,780	1,873	1,707	1,735	1,760	1,755	1,829	1,698	1,713	1,586	1,605	20,834
CAPEX	Meters	1,021	958	997	880	871	856	827	788	700	662	520	563	9,645
OPEX	Meters	673	741	786	736	849	884	908	1,021	977	1,031	1,046	1,021	10,674
ORO	Meters	80	80	90	90	35	20	20	20	20	20	20	20	515

Producción Concentradora.

El Plan Operativo 2023 considera producir 2'236,500 t de mineral de cabeza con una producción diaria de 6,288 t día

Tabla 28 Metal Fino en los Concentrados

EL PORVENIR	BUDGET V2
	2023
Concentrados Zn	109,863
Concentrados Pb	52,065
Concentrados Cu	1,952

GESTIÓN DE SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL

Gestión de Seguridad y Salud Ocupacional

El sistema de Gestión de Seguridad y Salud Ocupacional de Nexa Recursos El Porvenir S.A.C es sistema alineado a la normativa nacional teniendo como línea base el cumplimiento de La Ley 29783 Ley de Seguridad y Salud en el Trabajo y su reglamentación por el DS 005-2012-TR, el DS 024-2016-EM Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional en Minería y el decreto que lo modifica DS 023-2017-EM. También cuenta con la certificación internacional ISO 45001.

Figura 62 Índice de severidad

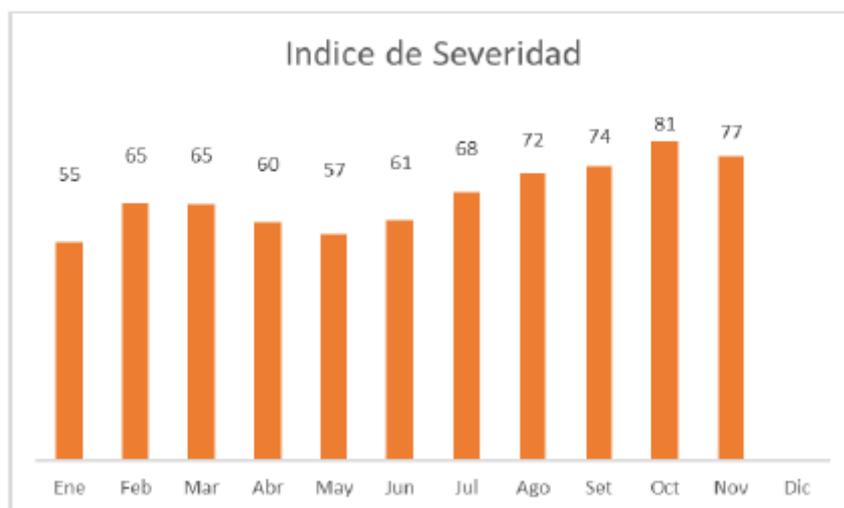
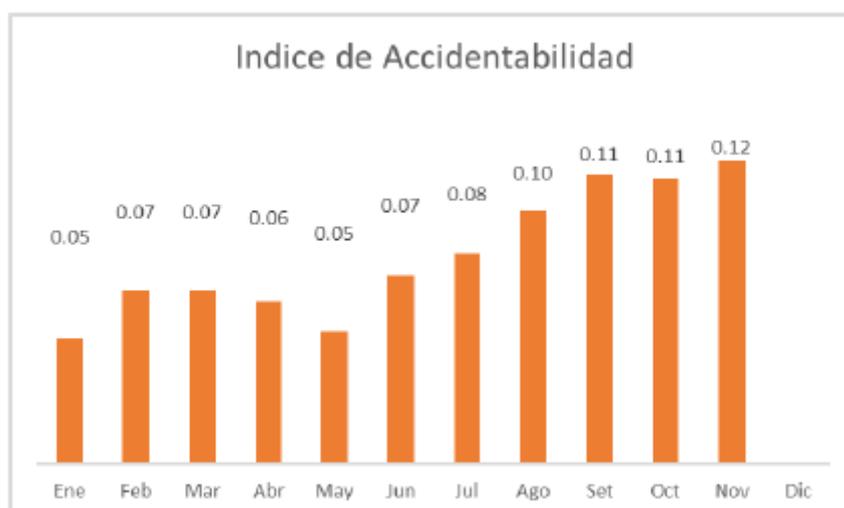


Figura 63 Índice de accidentabilidad



Programa y Plan de Capacitación al Personal

Figura 64 Programa de capacitación de seguridad y medio ambiente

PROGRAMA DE CAPACITACIÓN DE SEGURIDAD Y MEDIO AMBIENTE 2023

Cursos	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
DS024 - Estándares y procedimiento escrito de trabajo seguro por actividades.	2											
DS024 - IPERC		2										
DS024 - El uso de equipo de protección personal (EPP)			2									
DS024 - Notificación, investigación y reporte de Incidentes, Incidentes peligrosos y accidentes de trabajo					3							
DS024 - Liderazgo y motivación. Seguridad basada en el comportamiento.						2						
DS024 - Seguridad en la oficina y ergonomía.							2					
DS024 - Prevención de accidentes por gaseamiento									3			
DS024 - Auditoría, Fiscalización e Inspección de Seguridad										3		
DS040 - Entrenamiento en Riesgos medioambientales											3	
Campaña actualización de Riesgos Críticos												

4.2. Discusión de resultados

Nexa Resources El Porvenir S.A.C. es una compañía minera que se dedica a explorar, explotar operaciones polimetálicas de zinc, plomo, plata, cobre y oro.

Los recursos y reservas de los cuerpos mineralizados de El Porvenir, permiten que la Unidad Minera siga ejecutando operaciones de destinadas a explorar, desarrollar, preparar y explotar mineral, el que debe transportar para su tratarlo en la planta de beneficio, que también es parte de Nexa Resources, cuya capacidad instalada puede alcanzar las 6,500 TMSD en plana operación.

Plan de Minado especifica los detalles de la explotación del mineral polimetálico que debe ejecutarse por medio del método Sublevel Stopping y Corte y Relleno Ascendente Mecanizado con Rampas Basculantes. Para ello se dispondrá material hidráulico y detrítico como relleno que será aprovechado de los desarrollos y preparaciones en ejecución.

Además, dicho plan se ha sido consignado en el inventario de Recursos y Reservas al 31 de diciembre del 2021 incluido en esta investigación, el cual ha sido estimado conforme a definiciones dentro del reporte técnico S-K 1300, establecidos por la institución United States Securities and Exchange Commission's (SEC), y que son consistentes con la institución Canadian Institute of Mining, Metallurgy and Petroleum (CIM). Los resultados del reporte técnicos de reservas minerales son:

Tabla 29 Reservas minerales de la mina

Categoría	Tonelaje (kt)	%Zn	%Pb	%Cu	Ag g/t
Probadas	3.32	3.70	1.08	0.24	68.6
Probables	12.0	3.54	1.03	0.19	69.8
Total	15.32	3.57	1.04	0.20	69.5

El Programa de Producción contempla una extracción de 6,200 TMSD. Está programado un avance de 20,834m en promedio para extraer estas

reservas de las cuales 515 m. en exploración, 10,674 m. en preparación, 9,645 m. en desarrollo.

Para la ejecución del Plan de Minado es indispensable el uso de explosivos, agentes e iniciadores de voladura como las emulsiones, ANFO, detonadores no eléctricos respectivamente. Para hacerlo efectivo se ha establecido para cada tipo de labor un tipo de malla de perforación específico, con su respectiva secuencia de inicio con el objetivo de alcanzar un grado de fragmentación adecuada, controlando para ello la carga operante y vibraciones y así minimizar la perturbación del macizo rocoso.

CONCLUSIONES

1. Para la realización del plan de minado en la Unidad Minera El Porvenir se tiene como prioridad conocer aspectos como la geología del yacimiento, los recursos y reservas, la geomecánica de las rocas, el método de minado, las operaciones de mina, los servicios auxiliares, el programa de producción, la seguridad y salud ocupacional.
2. Los recursos y reservas de los cuerpos mineralizados de El Porvenir, permiten que la Unidad Minera siga ejecutando operaciones de destinadas a explorar, desarrollar, preparar y explotar mineral, el que debe transportar para su tratarlo en la planta de beneficio, que también es parte de Nexa Resources, cuya capacidad instalada puede alcanzar las 6,500 TMSD en plena operación.
3. Plan de Minado especifica los detalles de la explotación del mineral polimetálico que debe ejecutarse por medio del método Sublevel Stopping y Corte y Relleno Ascendente Mecanizado con Rampas Basculantes. Para ello se dispondrá material hidráulico y detrítico como relleno que será aprovechado de los desarrollos y preparaciones en ejecución.
4. El Programa de Producción contempla una extracción de 6,200 TMSD. Está programado un avance de 20,834m en promedio para extraer estas reservas de las cuales 515 m. en exploración, 10,674 m. en preparación, 9,645 m. en desarrollo.
5. Para la ejecución del Plan de Minado es indispensable el uso de explosivos, agentes e iniciadores de voladura como las emulsiones, ANFO, detonadores no eléctricos respectivamente. Para hacerlo efectivo se ha establecido para cada tipo de labor un tipo de malla de perforación, con la secuencia de iniciación respectiva y con la finalidad de obtener el grado de fragmentación adecuada, controlando para ello la carga operante y vibraciones y así minimizar la perturbación del macizo rocoso.

RECOMENDACIONES

1. Se recomienda para tener una buena aplicación del método de minado por corte y relleno contar con un buen estudio en el área de planeamiento, una buena utilización de los recursos disponibles, una buena comunicación, un buen control de los equipos, capacitación del personal y un buen sistema de seguridad.
2. Durante la ejecución del plan de minado se recomienda controlar los parámetros de producción para poder verificar los avances, la producción, los costos y todo lo referente a las operaciones de minado.
3. Se recomienda seguir con los trabajos de exploraciones para poder incrementar los recursos minerales los que posteriormente podrían pasar a ser reservas de mineral.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Baena , G. (2014). *Metodología de la investigacion*. Grupo Editorial Patria.
- BAENA , G. (2017). Metodología de la investigacion. En G. E. PATRIA (Ed.).
- BERNAL, C. (2010). *Metodología de la investigacion* (Tercera edicion ed.). (P. Educacion, Ed.)
- Bernaola, J., Castilla, J., & Herrera, J. (2013). *Perforacion y voladura de rocas en mineria*. DEPARTAMENTO DE EXPLOTACIÓN DE RECURSOS MINERALES Y OBRAS SUBTERRÁNEAS, Universidad Poitecnica de Madrid.
- Campos, S. (2019). *Evaluación de los factores ambientales que afectaran la futura construcción de la relavera en la zona denominado Golf por la empresa minera Cerro SAC – Simón Bolívar – Pasco – 2018*. [Tesis de licenciamiento, U.N. Daniel Alcides Carrion]repositorio institucional U.N.Daniel Alcides Carrion.
- DOMINGUEZ , L. (2021). *Elaboración del documento técnico para el desarrollo del plan de minado en el inicio de actividades de exploración y explotación en la Concesión Minera Manjar 15 2020 - Cajamarca, 2021*. [tesis de licenciamiento Universidad Continental] repositorio Institucional Universidad Continental, Cajamarca -Peru.
- ENAEX. (s.f.). *Manual de tronadura ENAEX S.A*. ENAEX, Gerencia tecnica.
- EXSA. (s.f.). *Manual practico de voladura, 4ta edicion*. exsa.
- GALLARDO, M. (2022). *PROPUESTA DEL PLANEAMIENTO DE MINADO SUBTERRÁNEO PARA LA REACTIVACIÓN DE LA MINA PAREDONES, SAN PABLO, CAJAMARCA - 2019*. [tesis de licenciamiento Universidad Nacional de Cajamarca] repositorio institucional Universidad Nacional de Cajamarca, Cajamarca Peru.
- Hernandez ; Fernandez; Baptista, R. (2014). *Metodología de la investigacion, sexta edicion*. McGRAW-HILL / INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V.
- HERNANDEZ, FERNANDES, BAPTISTA, R. (2014). *Metodología de la investigacion* (sexta edicion ed.). (M. e. S.A., Ed.)

- HUERTA, R. (2018). *PLANEAMIENTO DE MINADO SUBTERRÁNEO PARA INCREMENTAR LA PRODUCCIÓN EN LA UNIDAD MINERA MALLAY COMPAÑÍA DE MINAS BUENAVENTURA S.A. - 2018*. [tesis de licenciamiento Universidad Nacional Santiago Antunez de Mayolo] repositorio institucional Universidad Nacional Santiago Antunez de Mayolo, Huaraz - Peru.
- INFANTE , J. (2018). *PROPUESTA DE PLANEAMIENTO MINERO Y LA APLICACIÓN DEL MÉTODO DE EXPLOTACIÓN CORTE Y RELLENO ASCENDENTE EN EL PROYECTO ESPERANZA DEL DISTRITO DE OROPESA REGIÓN APURÍMAC - 2018*. [tesis de licenciamiento Universidad Alas Peruanas] repositorio institucional Universidad Alas Peruanas, Cajamarca -Peru.
- Instituto Geologico y Minero de España. (1987). *Manual de perforacion y voladura de rocas*. Instituto Geologico y Minero de España.
- Ministerio de Energia Y Minas MEM - D.S. 024 - 2016. (2016). Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional en Minería.
- MINISTERIO DE TRABAJO Y PROMOCION DEL EMPLEO DS 005-2012 TR . (2012). *DS 005-2012 TR*.
- Ministerio de Trabajo, Ley 29783. (2012). Ley de seguridad y salud en el trabajo. (D. e. Peruano, Ed.) Lima.
- Ministerio del Ambiente. (2012). *Glasario de terminos para la Gestion Ambiental Peruana*.
- SANCHEZ, L. (2022). *EVALUACION DEL CICLO DE MINADO PARA INCREMENTAR LA PRODUCTIVIDAD EN LA UNIDAD ECONOMICA ADMINISTRATIVA AQUIA - MAGISTRAL DE HUARAZ S.A.C -2022*. [tesis de licenciamiento Universidad Nacional "Santiago Antunez de Mayolo"] repositorio institucional Universidad Nacional Santiago Antunez de Mayolo, Huaraz - Peru.

ANEXOS

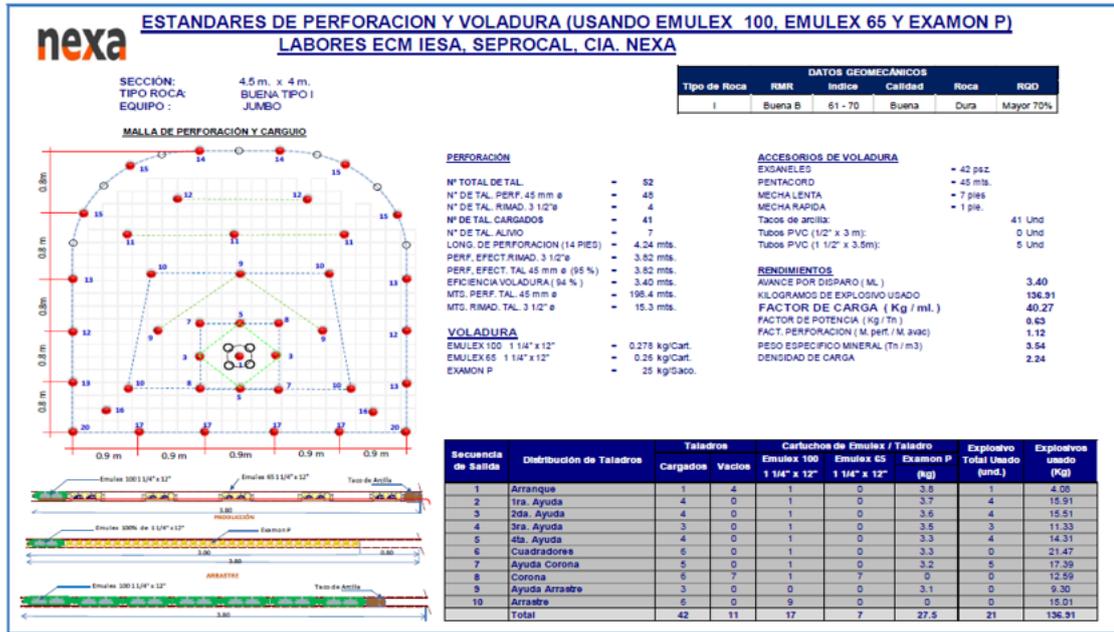
Anexo A

Instrumentos de Recolección de datos

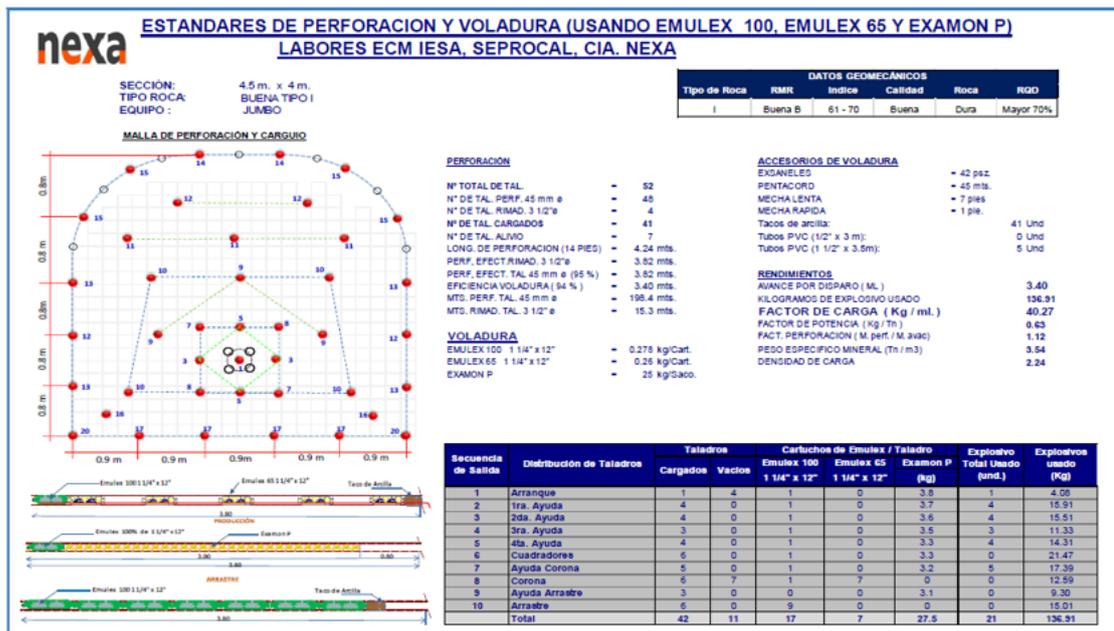
Programa de perforación diamantina por objetivos 2023

Programa de perforación diamantina por objetivos 2023				
Programa para recategorizar los recursos		Nivel	Unidad	progamado
1	Porvenir 2 Oeste			
2	V5			
3	Porvenir 3			
4	Socorro			
5	Don Ernesto			
6	Carmen 2			
7	Carmen			
8	Carmen			
9	Éxito			
10	Éxito			
11	Éxito			
12	CN3			
13	CN3			
14	V1204			
15	V1204			
16	V1204			
17	INTAP			
18	PORVENIR 9			
SUB TOTAL				

Estándares de perforación y voladura, sección 4.5m x 4m, tipo roca buena tipo I



Estándares de perforación y voladura, sección 4.5m x 4m, tipo roca media tipo II



Balance de aire de labores de Ingreso de Aire

Código	Nivel	Nombre Labor	CAUDAL (m3/min)	CAUDAL (CFM)
EP-I-1	4070 - 0	BOCAMINA SAN CARLOS, Nv. 4070	2,016.30	71,195.55
EP-I-2	4070 - 0	TÚNEL FASE I, Nv. 4070	446.96	15,782.16
EP-I-3	4170 - (+)100	GALERÍA PRINCIPAL, Nv. 4170	3,061.80	108,112.16
EP-I-4	4120 - (+)50	GALERÍA PRINCIPAL, Nv. 4120	2,658.35	93,866.34
EP-I-5	4020 - (-)50	BOCAMINA , Nv. 4020	4,729.79	167,008.88
EP-I-6	3990 - (-)100	RAMPA PORVENIR II, Nv. 3990	380.95	13,451.34
EP-I-7	4150 - (+)80	GALERÍA PRINCIPAL, Nv. 4150	5,298.05	187,074.15
EP-I-8	3620 - (-)450	TÚNEL LA QUINUA, Nv. 3620	5,031.79	177,672.50
EP-I-9	4070 - 0	GALERÍA INTEGRACION, Nv. 4070	2,846.26	100,501.44
EP-I-10	3370 - (-)700	GALERÍA INTEGRACIÓN, Nv. 3370	4,363.97	154,091.78
EP-I-11	4050 - (-)20	CH DON ERNESTO, Nv. 4050	1,215.84	42,931.31
			32,050.06	1,131,687.61

Balance de aire de labores de Salidas de Aire

Código	Nivel	Nombre Labor	CAUDAL (m3/min)	CAUDAL (CFM)
EP-S-1	4120 - (+)50	CHIMENEA POCKET, Nv.4120	565.44	19,965.69
EP-S-2	4120 - (+)50	CHIMENEA CONVENCIONAL, Nv. 4120	1,851.94	65,392.00
EP-S-3	4240 - (+)170	CHIMENEA ÉXITO, Nv. 4240	2,407.99	85,026.13
EP-S-4	3970 - (-)100	CHIMENEA PORVENIR II, Nv. 3970	5,069.84	179,016.05
EP-S-5	4150 - (+)80	CHIMENEA CN 4, Nv. 4150	6,486.48	229,037.61
EP-S-6	3100 - (-)970	TRONCAL N°1 SUR -1, Nv. 3100	1,026.73	36,253.84
EP-S-7	2900 - (-)1170	TRONCAL N°1 SUR - 2, Nv.2900	1,276.33	45,067.21
EP-S-8	3630 - (-)440	TRONCAL N°2 SUR, Nv. 3630	623.04	21,999.54
EP-S-9	3630 - (-)440	TRONCAL N°4 NORTE, Nv. 3630	2,543.41	89,807.81
EP-S-10	3630 - (-)440	TRONCAL N°5 NORTE, Nv. 3630	2,750.33	97,114.15
EP-S-11	4150 - (+)80	ALIMAK 2, Nv. 4150	7,902.02	279,020.33
EP-S-12	4150 - (+)80	ALIMAK DON ERNESTO, Nv. 4250	2,763.18	97,567.89
			35,266.73	1,245,268.25

Programa de Disponibilidad Mecánica 2022

Equipos	DM Proyectado
Scoops de 6.0 yds ³	91%
Jumbos Hidráulicos	85%
Scissor	83%
Anfo Loader	80%
Scaler	83%
Locomotoras	90%
Sistema de Izaje	90%

Programa de Producción 2023 – M300

EL PORVENIR		2023 PPTO
Mineral Extraído	tms	2,236,500
Mineral Tratado	tpd	6,288
Mineral Tratado	tms	2,232,150
Ley Cabeza Zn	%	2.80
Ley Cabeza Pb	%	1.42
Ley Cabeza Cu	%	0.17
Ley Cabeza Ag	onz/tms	2.49
Ley Cabeza Au	onz/tms	0.01

Reservas minerales de la mina

Categoría	Tonelaje (kt)	%Zn	%Pb	%Cu	Ag g/t
Probadas	3.32	3.70	1.08	0.24	68.6
Probables	12.0	3.54	1.03	0.19	69.8
Total	15.32	3.57	1.04	0.20	69.5

Anexo B: Matriz de Consistencia

CONSIDERACIONES PARA UN PLAN DE MINADO PARA UN AÑO EN COMPAÑÍA MINERA NEXA RESOURCES EL PORVENIR

PROBLEMA	OBJETIVO	HIPOTESIS	VARIABLES	METODOLOGIA
<p>Problema general</p> <p>¿Qué consideraciones se debe tener en cuenta en la elaboración del plan de minado para el próximo año en la Empresa Nexa Resources S.A. (Nexa Resources), Unidad El Porvenir?</p>	<p>Objetivo general</p> <p>Determinar las consideraciones que se debe tener en cuenta en la elaboración del plan de minado para el próximo año en la Empresa Nexa Resources S.A. (Nexa Resources), Unidad El Porvenir.</p>	<p>Hipótesis General</p> <p>Las consideraciones que se debe tener en cuenta en la elaboración del plan de minado para el próximo año deben concordar con el DS 024 – 2016 – EM, en la Empresa Nexa Resources S.A. (Nexa Resources), Unidad El Porvenir.</p>	<p>VARIABLES para la hipótesis general</p> <p>-Plan de minado.</p> <p>-DS 024 – 2016 – EM</p>	<p>-Tipo de I. aplicativo.</p> <p>-Nivel de I. Descriptivo, analítico</p> <p>Diseño de I.es no experimental</p> <p>muestra</p> <p>La muestra está compuesta por el área de geología, geomecánica, mina, servicios auxiliares, seguridad.</p>
<p>Problemas específicos</p> <p>Problema específico a</p> <p>¿Qué actualizaciones de los parámetros se realizarán en el área de geología, geomecánica, metodo de minado, para el próximo año en la Empresa Nexa Resources S.A. (Nexa Resources), Unidad El Porvenir?</p>	<p>Objetivos específicos</p> <p>Objetivo específico a</p> <p>Determinar las actualizaciones de los parámetros que se realizarán en el área de geología, geomecánica, metodo de minado, para el próximo año en la Empresa Nexa Resources S.A. (Nexa Resources), Unidad El Porvenir.</p>	<p>Hipótesis específicas</p> <p>Hipótesis específica a</p> <p>Las actualizaciones de los parámetros que se realizarán en el área de geología, geomecánica, metodo de minado, para el próximo año deben concordar con el DS 024 – 2016 – EM. en la Empresa Nexa Resources S.A. (Nexa Resources), Unidad El Porvenir.</p>	<p>VARIABLES para la hipótesis específica a</p> <p>-Parámetros geología, geomecánica, metodo de minado</p> <p>-DS 024 – 2016 – EM</p>	
<p>Problema específico b</p> <p>¿Qué actualizaciones de los parámetros se realizarán en el área de operaciones mineras, servicios auxiliares, programa de producción, avances y de la seguridad, para el próximo año en la Empresa Nexa Resources S.A. (Nexa Resources), Unidad El Porvenir?</p>	<p>Objetivo específico b.</p> <p>Determinar las actualizaciones de los parámetros que se realizarán en el área de operaciones mineras, servicios auxiliares, programa de producción, avances y de la seguridad, para el próximo año en la Empresa Nexa Resources S.A. (Nexa Resources), Unidad El Porvenir.</p>	<p>Hipótesis específica b</p> <p>Las actualizaciones de los parámetros que se realizarán en el área de operaciones mineras, servicios auxiliares, programa de producción, avances y de la seguridad, para el próximo año deben concordar con el DS 024 – 2016 – EM, en la Empresa Nexa Resources S.A. (Nexa Resources), Unidad El Porvenir.</p>	<p>VARIABLES para la hipótesis específica b</p> <p>-Parámetros operaciones mineras, servicios auxiliares, programa de producción, avances y de la seguridad</p> <p>-DS 024 – 2016 – EM</p>	