



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE MINAS**

Sistema de Sostenimiento para mejorar la Producción en la Galería
Principal del Nivel 2650 de la Concesión Séptima Maravilla II,
Chalamarca

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero de Minas

AUTOR:

Br. Mejia Herrera Yoner (ORCID: 0000-0002-7418-1989)

ASESOR:

Mg. Salazar Ipanaque, Javier Ángel (ORCID: 0000-0002-7909-6433)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Análisis de Estabilidad de Taludes

CHICLAYO - PERÚ

2020

Dedicatoria

Dedico esta tesis a mi familia por estar pendientes de mí en el transcurso de mi carrera profesional. Por lo que fueron motivos y aliento para terminar satisfactoriamente la etapa universitaria.

Yoner

Agradecimiento

Agradezco a la empresa por permitir realizar el trabajo de investigación en su concesión por lo que será de gran ayuda. A mis padres por brindar su apoyo en todo el tiempo para el desarrollo de esta tesis. También a la metodóloga Mg. Silvia Josefina Aguinaga Vásquez por su tiempo y dedicación.

Yoner

Índice de contenidos

Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento	iii
Índice de contenidos	iv
Índice de Figuras	vi
Índice de tablas.....	viii
RESUMEN	x
ABSTRACT	xi
I. INTRODUCCIÓN:	1
II. MARCO TEÓRICO	4
III. METODOLOGÍA:	35
3.1 Tipo y Diseño de Investigación:	35
3.2 Variables y Operacionalización:.....	35
3.2.1 Variables:.....	35
3.3 Población, muestra y muestreo:.....	37
3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad:	37
3.4.1 Técnicas:.....	37
3.5 Procedimientos:	40
3.6 Método de Análisis de datos:	42
3.7 Aspectos Éticos:	43
IV. RESULTADOS:	45
4.1 Realización de la zonificación de acuerdo a las características geológicas.....	45
4.2 Realización del levantamiento topográfico de la zona de estudio.....	55
4.3 Realización del estudio geomecánico a través de las tablas RMR en la galería principal del nivel 2650 de la concesión Séptima Maravilla II, Chalamarca.	62
4.4 Establecimiento de controles para evitar accidentes por desprendimiento de rocas.....	67
4.5 Selección del tipo de sostenimiento de acuerdo al comportamiento del macizo rocoso:.....	69
V. DISCUSIÓN:	78

VI. CONCLUSIONES:	81
VII. RECOMENDACIONES:	82
REFERENCIAS:	83
ANEXOS	90
Acta de aprobación de originalidad de tesis	145
Reporte turnitin	146
Autorización de publicación de tesis en repositorio institucional UCV	147
Autorización de la versión final del trabajo de investigación	148

Índice de Figuras

<i>Figura 1:</i> Elementos del cuadro de madera.....	22
<i>Figura 2:</i> Elementos del cuadro recto.....	23
<i>Figura 3:</i> Elementos del cuadro cónico.	23
<i>Figura 4:</i> Elementos del cuadro cojos.	24
<i>Figura 5:</i> Forma correcta de un Wood Packs.	25
<i>Figura 6:</i> Origen de la formación del carbón	28
<i>Figura 7:</i> Organigrama de la Concesión Séptima Maravilla II.	29
<i>Figura 8:</i> Situación actual de sostenimiento en la galería principal del nivel 2650.	47
<i>Figura 9:</i> Situación actual de sostenimiento.	48
<i>Figura 10:</i> Galería Principal de la Concesión Séptima Maravilla II.....	56
<i>Figura 11:</i> Plano topográfico de la galería principal del nivel 2650 en AutoCAD Civil 3D.....	61
<i>Figura 12:</i> Plano de Zonificación Geomecánica de la galería principal del niv.....	64
<i>Figura 13:</i> Diseño de cuadros de madera para el sostenimiento de la galería principal del nivel 2650.....	72
<i>Figura 14:</i> Diseño de cuadros de madera para el sostenimiento de la galería principal del nivel 2650.....	72
<i>Figura 15:</i> Punto de inicio a la galería principal del nivel 2650.....	137
<i>Figura 16:</i> Acumulación del carbón en interior de la galería.	137
<i>Figura 17:</i> Desprendimiento del macizo rocoso en la galería principal del nivel 2650.	138
<i>Figura 18:</i> Aplicación de las tablas geomecánicas RMR en la galería principal.	139
<i>Figura 19:</i> Relleno de la discontinuidades en la galería principal del nivel 2650.	139
<i>Figura 20:</i> Levamiento topográfico, empleando la brújula colgante.	140
<i>Figura 21:</i> Flujo de agua en los puntos críticos en la galería principal del nivel 2650.	140
<i>Figura 22:</i> Carbón antracítico presente en la galería principal.	141
<i>Figura 23:</i> Estudio para determinar la rugosidad de las discontinuidades en la galería principal.	142

<i>Figura 24:</i> Sistema de sostenimiento deficiente en la galería principal del nivel 2650.	142
<i>Figura 25:</i> Muestra pasante en la malla número 60.	143
<i>Figura 26:</i> Muestra extraída después de ser sometida a la mufla.	143

Índice de tablas

Tabla 1: <i>Grado de dureza de la roca – Ensayo de Índice de Resistencia de la roca.</i>	12
Tabla 2: <i>Estimación en terreno de la Resistencia en Compresión Uniaxial.....</i>	13
Tabla 3: <i>Valores de clasificación RMR.....</i>	15
Tabla 4: <i>Coordenadas del perímetro del lugar de estudio.....</i>	26
Tabla 5: <i>Tabla de operacionalización de variables:.....</i>	36
Tabla 6: <i>Cuadro resumen de la guía de observación.....</i>	45
Tabla 7: <i>Cuadro diagnóstico del sostenimiento en la galería principal del nivel 2650.</i>	46
Tabla 8: <i>Cuadro de costos de extracción.....</i>	49
Tabla 9: <i>Leyenda Geológica Regional del cuadrángulo de Lonya Grande.</i>	50
Tabla 10: <i>Leyenda Hidrogeológica del Cuadrángulo 13-g.</i>	54
Tabla 11: <i>Ficha Topográfica de la galería principal del nivel 2650.....</i>	58
Tabla 12: <i>Cuadro de la cartilla topográfica de conversión de la galería principal del nivel 2650.....</i>	60
Tabla 13: <i>Cuadro resumen del estudio geomecánico de la galería principal del nivel 2650.</i>	63
Tabla 14: <i>Tabla IPER en el área de seguridad en la galería principal del nivel 2650.</i>	67
Tabla 15: <i>Tabla IPER en el área geomecánica en la galería principal del nivel 2650.</i>	68
Tabla 16: <i>Tabla IPER en sostenimiento en la galería principal del nivel 2650.</i>	69
Tabla 17: <i>Tabla resumen del tipo de sostenimiento y tipo de roca.....</i>	70
Tabla 18: <i>Parámetros para el diseño de cuadros de madera.....</i>	70
Tabla 19: <i>Costo unitario de cuadros de madera.....</i>	73
Tabla 20: <i>Tabla de costo de cuadros de madera con encribado completo en la galería principal del nivel 2650.....</i>	74
Tabla 21: <i>Tabla de costo de cuadros de madera con encribado techo en la galería principal del nivel 2650.....</i>	75
Tabla 22: <i>Producción de la galería principal del nivel 2650.</i>	76
Tabla 23: <i>Porcentaje de incremento mensual de producción.....</i>	77

Tabla 24: *Costo en la implementación del sostenimiento de cimbras 6H20. 77*

RESUMEN

La presente investigación tuvo por finalidad proponer un sistema de sostenimiento para mejorar la producción en la galería principal del nivel 2650 de la concesión Séptima Maravilla II, Chalamarca. En la que el problema vinculado es la escasa producción, con muestra: galería principal del nivel 2650; el enfoque cuantitativo y diseño de investigación descriptivo propositivo. En la recolección de la información se empleó técnicas documentales, campo, observación, entrevista e instrumentos: tablas RMR, mapas hidrogeológicos, cartas geológicas, ficha topográfica, guía de observación, IPERC y guía de entrevista. Además, softwares: ArcGIS versión 10.4, AutoCAD Civil 3D 2007 y el SketchUp Hacer 2017. Esta metodología le da respaldo, sustento y seriedad respectiva. Finalmente, se obtuvo resultados de la zonificación geológicas está conformada por rocas sedimentarias y metamórficas (lutitas carbonosas, areniscas y depósitos de carbón antracítico). La coordenada N 9284156.58 – E 777869.84 con orientación NW e inclinación de los mantos (40°). El estudio geomecánico determinó la calidad de roca mediante tablas RMR presentándose cuatro tipos BUENA, REGULAR, POBRE Y MUY POBRE, siéndose la roca muy pobre la que se presenta puntos críticos. Para evitar los accidentes y desprendimientos de las rocas se establece controles de seguridad, geomecánica y sostenimiento. El sostenimiento seleccionado fue cuadros de madera ya que cumplen las condiciones requeridas para soportar el macizo rocoso. Estos resultados fueron presentados por tablas, gráficos y diseños con sus análisis que comprueban las hipótesis que si se propone un sistema de sostenimiento entonces se mejorará la producción y si se mantiene la labor controlada entonces se evitará accidentes y paralización de las actividades por caída de rocas en la galería principal del nivel 2650 de la concesión estudiada; en donde se concluye que un buen estudio geomecánico del macizo rocoso permite seleccionar el sostenimiento para generar así mayor producción y minimizar el grado de accidentabilidad.

Palabras clave: Sistema de sostenimiento, macizo rocoso, geomecánico, tablas geomecánicas RMR.

ABSTRACT

The purpose of this research report was to propose a support System to improve production in the main gallery of level 2650 of the Seventh Wonder II concession, Chalamarca. In which the linked problema is the low production, with simple: main gallery of level 2650; The quantitative approach and design of descriptive research purpose. In the collection of information, documentary techniques, field, observation, interview and instruments were used: RMR tables, hydrogeological maps, geologicales charts, topographic record, observation guide, IPERC and interview guide. In addition, softwares: ArGIS versión 10.4, AutoCAD Civil 3D 2007 and the SketchUp Make 2017. This methodology gives support, support and respective seriousness. Finally, geological zoning results were obtained, consisting of sedimentary and metamorphic rocks (carbonaceous shales, sandstones and anthracite carbón deposits). The coordinate N 9284156.58 – E 777869.84 with NW orientation and inclination of the mantles (40°). The geomechanical study determined the quality of rock using RMR tables showing four types of rock GOOD, REGULAR, POOR AND VERY POOD, being the very poor which presents critical points. To prevent accidents and landslides of the rocks, safety, geomechanics and support controls are established. The selected support was wooden frames since they meet the conditions required to support the rock mass. These results were presentd by tables, graphs and designs with their analyzes that prove the hypothesis that if a support System is proposed the prodution will be improved and if controlled work is maintained the accidents and stoppage of activities due to rockfall will be avoided will be avoided. In The main gallery of level 2650 of the conesion studied; where it is concluded that a good geomehanical study of the rock massif allows to select the support to generate greater production and minimize the degree of accident rate.

Keywords: Support System, rock mass, geomechanical, RMR geomechanical table

I. INTRODUCCIÓN:

1.1 Realidad Problemática:

La actividad minera es desarrollada a nivel mundial, en la actualidad presenta uno de los problemas que es referido a la escasa producción debido a diferentes factores que se generan en el transcurso diario de las operaciones.

El sistema de sostenimiento en labores subterráneas es fundamental porque garantiza el desarrollo seguro y la forma de extraer el recurso mineral con interés económico, ya que mantener un correcto sostenimiento reduce los accidentes laborales y aumenta la producción que se genera por jornada de trabajo, pese a ello los retrasos o paralización de labores se tornan inevitables por repentinos derrumbes o caída de rocas generando pérdidas económicas significativas. Para implementar dicho sostenimiento depende mucho del tipo de material, las condiciones geológicas y geomecánicas del lugar. Existen factores que ocasionan el descenso de productividad entre ellas el coste de personal, intensidad de capital exigido, dificultades de lograr una mecanización y automatización, peligros por las condiciones geomecánicas, lo que cual ha generado existencia de poco interés al implementar dicho sostenimiento, pero a pesar de ello es necesario que si se logre realizar porque las operaciones en labores subterráneas aumentan con el pasar de los años y debe ser controlada para un trabajo seguro.

El problema que presenta este trabajo de investigación es la escasa producción en la galería principal del nivel 2650 de la concesión Séptima Maravilla II ubicada en Chalamarca; ya que presenta diferentes causas: sostenimiento deficiente, inexistencia del estudio geo mecánico, escasa inversión y presencia de agua.

Por ello, el sistema de sostenimiento deficiente se da por falta de estudio ya que no presentan las características adecuadas para el terreno y el método de explotación, lo que ocasiona inseguridad al momento de realizar labores mineras (Castresana, 2016). Donde se evidencia en las minas subterráneas de Estados

Unidos que son causadas por derrumbes provocando un promedio anual de 8 a 10 muertes y 800 lesiones; registrando un 30% de accidentes mortales y un 15 % de lesiones no mortales, estos derrumbes en otros países como la India, China, Sudáfrica y Polonia ocasionan decesos por no presentar un sostenimiento correcto que ayude a evitar dichos accidentes (Instituto Nacional para la Seguridad y Salud Ocupacional - NIOSH, 2018). Así mismo en Junín en una mina ubicada en Santa Bárbara de Carhuacayán se evidenció un accidente al jefe de guardia, en donde el maestro perforista y su ayudante sufrieron un suceso debido a que el hastial derecho de la corona se abrió y en seguida cayó la cuña con un bloque de carga, esto ocasionó el desprendimiento cubriendo de forma total al jefe de guardia y medio cuerpo al trabajador que se encontraban en las labores, el factor que hizo que se produzca el accidente fue por no sostener bien el macizo rocoso con las mallas después de una voladura. (OSINERGMIN, 2013)

Otro factor que presenta es la inexistencia del estudio geomecánico que según la organización explica que influye en gran intensidad con gastos de recursos, ya que presentan comportamientos variados afectados por eventos tectónicos, provocando riesgos que afectan en gran medida en las labores mineras (OSINERGMIN, 2017). Evidenciando en Sugamuxi, departamento de Boyacá, Colombia, que los accidentes provocados son productos de la minería subterránea cuyos factores es la falta de monitoreo de condiciones atmosféricas, análisis geológico y geotécnico de los respaldos (Gonzales y Ramírez, 2016). Del mismo modo en la mina Andaychagua de la Compañía Minera Volcán S.A.A, en el departamento de Junín que se encarga de la explotación de Zinc, Plomo y Plata, presentan un mal dimensionamiento de su sostenimiento ya que en ese entonces no tenían conocimiento necesario sobre el manejo del terreno, ya que no aplicaron de manera correcta estudios geomecánicos del macizo rocoso abarcando el RMR, RQD Y GSI. (Espinoza, 2011)

Un tercer factor es la escasa inversión que se define por la poca economía para poder realizar un proyecto y si se invierte es para obtener ganancias futuras y si no presentas medios económicos no se puede realizar un buen proyecto ya que habrá pérdidas (Morlanes y Fernández, 2003). Por ello se evidencia en el Perú y otras partes del mundo que se están produciendo una retracción de las

inversiones mineras por distintas razones, pero la mayor parte es producida por la percepción sobre la rentabilidad económica y riesgo, algunos inversionistas nacionales como Fondos Mutuos, Fondos Privados consideran a la actividad minera como inversiones riesgosas debido a que como son proyectos nuevos pueda que exista bajas en la producción y no cumplan con lo establecido. (Luna, 2015)

El último factor es la presencia de agua en donde los profesionales que conforman la Comunidad Petrolera exponen que es un estrato o formación geológica que almacena y trasmite agua (consiste en la circulación de agua a través de sus poros o grietas) permitiendo que puede ser explotado en cantidad económicas apreciables (Fernández & García, 2008). Encontrando en la Mina MACDESA de Arequipa que existe zonas húmedas lo cual deteriora y descompone a la madera, es decir se pandea los puntales lo cual requiere de cambio inmediato para evitar caídas de rocas y deslizamientos en las labores mineras. (Escalante, 2017).

II. MARCO TEÓRICO

En el ámbito internacional:

El trabajo de investigación ubicada en Ecuador, con los autores SARI CHALCO, Juan Pedro y RODAS ANDRADE, Daniel Enrique en el 2013 en la tesis titulada “Propuesta del sistema de fortificación que se debe emplear a lo largo de la veta F-10 de la mina Subterránea Liga de Oro de la Empresa Minera Somilor S.A” tuvo como fin proponer el sistema de fortificación o sostenimiento para las labores mineras en dicha mina subterránea, deduciendo que el sistema de fortificación en minas subterráneas es un sostenimiento que cumple tres funciones reforzar el macizo rocoso, sostener partículas y retener fragmentos de roca fracturada. Pero se sabe que es de vital importancia velar la seguridad del personal, máquinas y equipo; por ello se deben realizar estudios cautelosos de los parámetros geo mecánicos del macizo rocoso. La fortificación utilizada por el autor es el hormigón lazado con un espesor de 15 cm los cuales serán colocados en los puntos 2, 3, 4 ya que no presentan a una clase de roca compacta, asimismo esta fortificación es un método efectivo porque garantiza la buena producción en la etapa de explotación minera fijando dimensiones necesarias para la excavación. Para culminar se debe reconocer que el objetivo que engloba este sostenimiento es satisfacer las necesidades de la empresa.

Otro trabajo de investigación realizado en Colombia por los autores GUZMÁN LUIS, Eduardo & OROZCO CARCAMO, Rodolfo en el 2011 en la tesis “Cálculo del sostenimiento para la explotación de carbón en la mina La Cabaña, municipio de Mongua – Boyacá”, cuyo objetivo fue evaluar y caracterizar el sostenimiento que se debe emplear al túnel de transporte de la mina de carbón La Cabaña, donde concluyó que las labores mineras subterráneas tiene un grado de accidentabilidad debido a los desprendimientos o caídas de rocas que afectan a las personas, por ello se debe realizar estudios a los factores que originan los riesgos, como por ejemplo realizar cálculo de sostenimiento debido a que existe un cambio de los esfuerzos que actúan sobre la labor minera, para eso se deben realizar estudios correspondientes para determinar que sostenimiento cumpla

con las condiciones adecuadas sin omitir las características que presenta el túnel y la capacidad de inversión de la empresa.

Así mismo, en Colombia, RAMÍREZ ÁLVAREZ, Yuver Dario en el 2009 en la tesis cuyo título “Diseño y evaluación de los ademes de madera en la empresa C.I CARMINALES en el Municipio de Fredonia”, el cual consistió en diseñar, evaluar y estudiar el aspecto actual de los ademes de madera de la mina según las diferentes informaciones bibliográficas, concluyendo que estudió a la madera empleada mediante sus propiedades generales para la fortificación de vías mineras, siendo la madera un material utilizado hoy en día para sostenimiento en diversas labores subterráneas, así mismo determinó puntos críticos, en donde estableció ventajas y desventajas para su utilización, asimismo calculó las dimensiones del sostenimiento teniendo en cuenta los parámetros que intervienen y las evaluaciones de presiones y cargas que actúan en el techo y laterales del macizo rocoso, representó curvas de esfuerzos con contenidos de humedad, y brindó recomendaciones importantes para el manejo de madera para que sea un material cuyo fin sostenga y mantenga las labores mineras y se genere productividad a la empresa. Si en el caso exista un gran porcentaje de humedad es recomendable utilizar otro tipo de sostenimiento.

Por ello en Madrid, el autor JUÁREZ FERRERAS, Rafael en el 2003 en la tesis doctoral “Sostenimiento de talleres en mina de carbón con entibación hidráulica individual” cuyo propósito fue proponer mediante métodos de colocación y control de los estemples hidráulicos para su buen funcionamiento en minas de carbón basándose en aspectos geo mineros y operacionales que se presenta, resultando que para el cálculo del diseño de sostenimiento no solo se debe tener en cuenta la presión teórica, también son importantes los componentes asociados para la mejor colocación, ritmo de trabajo, técnicas empleadas al momento de realizar el arranque, condiciones geológicas y las características resistentes de los hastiales de las capas lo que condicionan a la respuesta de la entibación; estos parámetros son fundamentales para el diseño y la determinación del tipo de sostenimiento evitando así desprendimientos de rocas o derrumbes ya que afectan a las labores y la producción diaria.

En el ámbito nacional:

Un primer trabajo de investigación realizada en Puno por ESCALANTE GUERRA, Hernan Amador en el 2017 cuya tesis titulada “Mejoramiento del Sistema de Sostenimiento, con madera, mediante pernos Split Set y malla electrosoldada en labores de explotación en la empresa MACDESA - Arequipa” tuvo como fin disminuir los costos que son utilizados para la implementación de sostenimientos mediante el sistema de cuadros de madera y puntuales; concluyendo que se maneja un costo total para las labores de explotación mediante sostenimientos mecanizados de pernos Split Set un 20,27 US \$/TM y para malla electrosoldada un 19,04 US \$/TM de mineral cuyo contraste es de 1,23 US \$/TM. Pero primero se analizó a la madera para saber que aspectos negativos presenta en todo el sistema y los costos que se empleará para la explotación. A pesar de ello se obtuvo que la productividad es de 4,51 TM/hombre-guardia gracias al sistema de sostenimiento convencional y un 6,35 TM/hombre-guardia con sistema mecanizado. Concluyendo que este método es de gran ayuda para el aumento de producción que una minería subterránea, así mismo reduce los costos, siendo de gran ayuda en el aspecto económico de la empresa.

Otro trabajo de investigación elaborado en Arequipa por ARANA HUAMANI, Jony Victor en el 2015 en la tesis “Geología y explotación del carbón mina chimú-la libertad-Perú” donde su objetivo fundamental fue definir los mantos de carbón en el lugar de estudios y cubicar las reservas y recursos, señaló que para la estimación de reservas según el método de explotación empleado se efectúa a base de los volúmenes que para calcular dicho dato es necesario contar con longitudes, potencia de los estratos y una profundidad. El cálculo de estimación de reservas probables es de 5301928 TM y probados 2845087 TM de carbón antracíticos. Para los cálculos es necesario recolectar dimensiones de los afloramientos, verificación, muestreo y medidas cercanamente de los espaciados, tamaño, forma, profundidad y contenido de mineral. Asimismo, es necesario contar con datos fisiográficos y estructurales del depósito, también con la composición química y litológica del total de la explotación.

Por otro lado, en Huancayo MAURTUA LOVATON, José Luis 2012 en la tesis titulada “Proyecto de aplicación del método short Wall para mejorar la producción en la concesión Oyon 2 unidad Pampahuay, Ocimin S. A. C.” tuvo como propósito aplicar un cambio en la explotación cuyo objetivo es superar las bajas en operación en la producción de carbón, donde explicó que para los distintos métodos de explotación es necesario implementar un tipo de sostenimiento de acuerdo a parámetros que se rigen. Para la mina estudiada fue necesario emplear el sostenimiento con cuadros de madera (eucalipto) de tipo cónico debido a que es un yacimiento de carbón, es más fácil la colocación y sus costos son bajos. Cabe resaltar que se excluyó a las cimbras que es un tipo de sostenimiento debido a su alto costo ya que las altas presiones deterioran la labor y es muy complicado, por ello el coste de mano de obra se eleva y eso implica la elevación de los costos por encima de lo estipulado.

En Lima, el autor LÓPEZ FELIZ, Geancarlo Antunez en el 2009 en la tesis “Sostenimiento con pernos tipo Fore Pilling en la mina Pallca, CIA Minera Santa Lucía” cuyo objetivo fue mejorar el ciclo de minado mediante un nuevo sostenimiento lo cual minimiza el grado de accidentabilidad en las labores subterráneas para la explotación del mineral, donde explicó que el método del fore pilling es un sistema que utilizan la mina Pallca ya que avala la estabilidad gracias a un nuevo procedimiento tecnológico y hace posible un laboreo correcto con alto rendimiento y muy bajo costo. Su costo por cada avance de metro lineal utilizando cuadros metálicos es de \$1053.82, mientras si se utiliza el nuevo sostenimiento especificado sería de \$655.88. Siendo una gran diferencia en costo los materiales utilizados en ambos casos, pero una ventaja notoria es que es fácil y rápida ejecución, menor mano de obra, menor utilización de materiales y equipos y disminución de riesgos por caídas de rocas. Para resumir este método ayuda a un trabajo seguro ya que evita pérdidas económicas, humanas y contra tiempos para la extracción del mineral.

En un quinto trabajo elaborado en la misma ciudad mencionada anteriormente, el autor BUSTAMANTE MURILLO, Aquilino en el 2008 en la tesis titulada

“Geomecánica aplicada en la prevención de pérdidas por caída de rocas mina Hunzala-cia. Minera Santa Luisa S.A” tuvo como fin reducir los accidentes, daños a la empresa y paradas en los procesos de operación en la empresa minera, mediante un estudio geomecánico y de sostenimiento en las labores mineras, concluyendo que la geomecánica hoy en día cumple un rol importante en los trabajos subterráneos porque ayuda en la estabilidad de la masa rocosa ya que los parámetros que presentan cada una de ellas se rigen para el estudio. Cabe resaltar también que es una herramienta valiosa que permite establecer dimensiones adecuadas de las labores mineras, dirección general de avance del minado a través del cuerpo mineralizado, elegir el sostenimiento adecuado, asegurar el rendimiento adecuado de la masa rocosa involucrada con las operaciones, etc. Ya que el sistema de sostenimiento que más se utiliza en la mina estudiada son los pernos cementados.

Y para terminar en el trabajo de investigación elaborado en Lima por La Sociedad Nacional de minería, petróleo y energía; en el año 2004 en su manual titulado “Geomecánica aplicada a la prevención de accidentes por caída de rocas en minería subterránea” tuvo como objetivo de identificar los problemas de inestabilidad del macizo rocoso para contribuir al sostenimiento en las rocas por influencia de factores para lograr una minería segura en el Perú, infiriendo que el tipo de roca fracturada o estratificada con presencia de agua en las fisuras, es un ítem necesario a tomar en cuenta ya que afecta a los cuadros de madera que son empleados para el sostenimiento en minería subterránea, ya que conlleva a la desintegración rápida. Cuando existe presencia de agua en las fisuras, ésta ejerce presión y actúa como lubricante, además puede lavar el relleno débil de las fracturas lo cual complica la situación de la excavación, generando así caída de rocas o derrumbes que perjudican de manera económica a la empresa.

Cabe resaltar que en el ámbito local no existen trabajos de investigación que respalden el trabajo a realizar.

Entre las **Teorías Relacionadas** al tema están:

Ciencias:

a) Caracterización del yacimiento:

COMUNIDAD PETROLEA (2013), explica que consiste en un proceso de amplia base científica con diversos conocimientos de ingeniería cuyo fin es interpretar lógicamente los datos y caracterizar mediante herramientas y técnicas modernas, en otras palabras, es el estudio de las características geológicas, petrofísicas, incluyendo alternativas y estrategias de explotación para optimizar operación e incrementar las reservas o producción de estos.

Así mismo, la palabra caracterizar es describir todos los rasgos, fenómenos, accesos, ubicación, etc.; utilizando herramientas o instrumentos que ayudarán en la recolección de datos para la descripción del yacimiento, permitiendo así conocer de manera detallada el estado actual del lugar de estudio.

b) Levantamiento Topográfico:

Reyes (2017), informa que consiste en realizar un estudio técnico con el fin de determinar la configuración del terreno y ubicación sobre la superficie de la tierra, de elementos naturales o instalaciones construidas por el hombre, tomando datos necesarios para la representación gráfica o elaboración del mapa del área de estudio. Siendo la primera fase para reconocer cuidadosamente las características físicas, geográficas, etc.

Otra definición explica que realizar un levantamiento es necesario contar con un equipo que permitirá obtener puntos y coordenadas y la ficha topográfica ya que se colocará los datos obtenidos para luego fijar en un mapa y ser graficadas para la interpretación correspondiente. Además, las coordenadas que se obtiene por el Gps accederán a conocer la ubicación a nivel nacional, su geología regional y local que presenta el yacimiento.

c) Hidrogeología:

Universidad de los Andes (2016); rama que se encarga de entender y cuantificar aquellos factores que controlan el flujo del agua a través de las rocas y suelos. Ya que las leyes físicas explican el movimiento de los fluidos y los químicos que se dan dentro del proceso.

Rebollo (2012) informa que esta rama estudia a la relación e interacción entre agua – roca y la relación con las condiciones geológicas, origen y génesis de las aguas subterráneas, circulación de dichas aguas en las rocas dentro de un yacimiento.

d) Zonificación:

La revista URBANO PERÚ (2006), explica que es el instrumento técnico de gestión urbana en donde indica el fraccionamiento de un área geográfica en sectores con capacidad productiva, así mismo contiene el conjunto de normas técnicas para la regulación del uso y la ocupación del suelo, ya que localiza actividades sociales y económicas.

También otro concepto dice que zonificar es sectorizar un determinado terreno en partes iguales, cuya finalidad es conocer la singularidad, fragilidad y utilidad de los recursos que se encuentran en la superficie para luego ser explotados con responsabilidad para no generar daños a las comunidades aledañas a ellas. Para ello se debe recopilar y analizar mapas cartográficos o información documental que permita conocer su litología, estratigrafía de los diversos recursos que se encuentran dentro de una determinada área.

e) Geología:

Arrellano (2010), dice que es la ciencia donde su finalidad es estudiar a la tierra, composición y estructura, ya que contribuye al beneficio de los recursos que posee un país, siendo su primordial función la localización de recursos minerales. Además, se agrupa y utilizan un gran número de líneas de investigación como la geología económica, estratigrafía, petrología, geología ambiental, etc.

Por ello se describe a la geología regional y local del lugar de estudio, ya que gracias a las cartas geológicas se tendrá una idea del cuerpo mineralizado, eras

y litologías, permitiendo así realizar dimensionamientos y el diseño para las explotaciones en beneficio económico para el dueño del yacimiento. En el caso del yacimiento de estudio para su análisis se debe contar con cartas geológicas a nivel regional del departamento de Cajamarca, y en lo local de Chalamarca, donde ya se especifican los recursos que presentan y luego serán analizadas para tener conocimiento y tomar decisiones positivas.

f) Geomecánica:

INTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA (2006), informa que la identificación de los parámetros geomecánicos del terreno se da mediante la observación directa. Ya que se estudia algunos indicadores como por ejemplo nomenclatura de la roca o suelo (descripción geológica somera), propiedades estructurales y mecánicas del macizo rocoso (espesor de los estratos y propiedades de las discontinuidades) y el estado del medio estudiado, todo estos son importantes para poder analizar el comportamiento que presentan y deben ser tomados en el campo de estudio.

Se resalta también que un buen estudio geo mecánico del macizo rocoso se da manera minuciosa y preliminar debido a que existen diversas rocas con tipologías y propiedades físicas diferentes. Incluso permite implementar un sostenimiento que asegure los trabajos interior mina. Para realizar el estudio se utiliza las tablas geomecánicas RMR lo cual te genera datos precisos que serán analizados para la toma de decisión adecuada.

f.1) Tablas Geomecánica: Rock Mass Rating (RMR)

(OSINERGMIN (2017), dice que es un elemento fundamental para la caracterización del macizo rocoso mediante toma de datos o sondeos con recuperación de testigos, esenciales para el estudio de túneles y taludes.

Así mismo Bongiorio (2013), afirma que el RMR fue creada por BIENIAWSKI en 1973 actualizada en 1989, donde muestra que estudia la calidad del macizo rocoso en cada dominio estructural a partir de los siguientes parámetros:

Resistencia a la comprensión simple, Designación de calidad de roca (RQD), Espaciamiento de las discontinuidades, Condición de las discontinuidades, Presencia de agua subterránea y Orientación de las discontinuidades. Esta clasificación es usada para sostenimiento de excavaciones subterráneas (túneles).

- **Resistencia a la Compresión Simple:** Parte de la roca que no presenta discontinuidades estructurales.

Tabla 1: Grado de dureza de la roca – Ensayo de índice de Resistencia de la roca.

GRADO	CLASIFICACIÓN	IDENTIFICACIÓN	RANGO APORX. DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN UNIAXIAL (Mpa)
D - 0	Roca extremadamente débil	El espécimen es endentado por la uña del dedo pulgar	0.25 - 1.00
D -1	Roca muy débil	Se desmorona con golpes firmes, con la punta del martillo de geólogo. Puede ser descascarillado con un cuchillo de bolsillo	1.0 - 5.0
D -2	Roca débil	Se descascarilla con dificultad, con un cuchillo de bolsillo; indentado poco profundo con golpes firmes con la punta del martillo de geólogo.	5.0 - 25.0
D -3	Roca moderadamente resistente	No se puede raspar descascarillar con un cuchillo de bolsillo. El espécimen puede fracturado con un solo golpe firme de martillo.	25.0 - 50.0
D -4	Roca resistente	El espécimen requiere más de un golpe de martillo para ser fracturado	50.0 - 100.0
D - 5			100.0 - 250.0

	Roca muy resistente	El espécimen es fracturado con muchos golpes de martillo	
D – 6	Roca extremadamente resistente	El martillo produce solamente el descascarillado de la muestra. Sonido metálico al golpe	> 250.0

Fuente: Sociedad Internacional de Mecánica de Rocas (1978)

Tabla 2: Estimación en terreno de la Resistencia en Compresión Uniaxial.

Clase según Brown	Calificación de la roca según su resistencia	RESISTENCIA UNIAxIAL (Mpa)	ÍNDICE DE CARGA PUNTUAL (Mpa)	Estimación en terreno de la resistencia	Ejemplos
R6	Extremadamente Resistente	> 250	> 10	Golpes de martillo geológico sólo causan descentramientos superficiales en la roca	Basalto fresco, chert, diabasa, gneiss, granito, cuarcita
R5	Muy resistente	100 - 250	4 – 10	Un trozo de roca requiere varios golpes de martillo geológico para fracturarse	Anfibolita, arenisca, basalto, gabro, Gneiss, granodiorita, caliza, mármol, riolita, toba
R4	Resistente	50 - 100	2 -4	Un trozo de roca requiere más de un golpe con el martillo geológico para fracturarse.	Caliza, mármol, filitas, arenisca, esquisto, pizarras
R3	Moderadamente Resistente	25 - 50	1 -2	Un trozo de roca puede fracturarse con un único golpe del martillo geológico, pero no es	Arcillolita, Carbón, concreto, esquitos, pizarras, limolitas

				posible descostrar la roca con un cortaplumas.	
R2	Débil	5 - 25	< 25	Un golpe con la punta del martillo geológico deja una indentación superficial. La roca puede ser descostrada con una cortaplumas pero con dificultad.	creta, sal mineral, potasio.
R1	Muy débil	1 -5		La roca se disgrega al ser golpeada con la punta del martillo geológico. La roca puede ser descostrada con un cortaplumas	Roca muy alterada o meteorizada
R0	Extremadamente Débil	0.25 - 1		La roca puede ser indentada con la uña del pulgar	Salbanda arcillosa dura.

Fuente: Sociedad Internacional de Mecánica de Rocas (1978).

A. RQD: Se considera para seleccionar el revestimiento de los túneles.

Se utiliza la siguiente formula, solo cuando no se realiza sondeos:

$$RQD = 115 - 3.3 J_v$$

J_v= Número de juntas reconocidas en el macizo rocoso.

B. Espaciado de las Discontinuidades: Distancia medida entre los planos de discontinuidad de cada familia.

C. Condición de las Discontinuidades: Abarca parámetros de rugosidad, dureza de las caras de discontinuidad, relleno, rumbo y buzamiento.

D. Condición Hidrológicas: Es aquel donde el agua tiene gran influencia sobre su comportamiento, usando criterios para su evaluación que se representa en el siguiente

E. Orientación de las Discontinuidades: Se considera cuando es favorable o desfavorable la calidad del macizo rocoso.

$$RMR = A + B + C + D + E + F$$

Existen valores de clasificación de RMR, de acuerdo a la calidad del macizo rocoso, cuyo dato es elegido por el resultado del estudio RMR.

Tabla 3: Valores de clasificación RMR.

RMR	DESCRIPCIÓN	CLASE	TIPO MEDIO DE AUTO SOSTENIMIENTO	ÁNGULO DE FRICCIÓN DE MASA ROCOSA	COHESIÓN Kpa
0 – 20	Muy pobre	V	30 min / 1 de apertura	< 15°	<100
21 – 40	Pobre	IV	10 horas /2.5 m de apertura	15 - 25°	100 - 200
41 – 61	Regular	III	1 sem / 5 m de apertura	25 - 35°	200 - 300
61 – 80	Bueno	II	1 año/ 10 m de apertura	35 - 45°	300 - 400

81 - 100	Muy Bueno	I	20 años/15 m de apertura	> 45°	> 400
----------	-----------	---	--------------------------	-------	-------

Fuente: Clasificación Geomecánica de Bienawiski o RMR (1989).

Marco Legal:

a) Seguridad en labores mineras subterráneas:

La seguridad en el ámbito minero es indispensable ya que vela por la salud de los trabajadores y por consiguiente se evita o disminuye horas de paradas de las actividades por lo que, al implementar la fortificación en las labores, se mejora la condición de trabajo, así mismo el aumento de productividad para la empresa.

Existen normas en el reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional en Minería en donde abala la seguridad de los trabajadores en el título IV (Gestión de las Operaciones Mineras), del capítulo I (Estándares de las operaciones mineras subterráneas), en el subcapítulo I y II: Ingeniería del macizo rocoso – Desate y Sostenimiento:

Subcapítulo I:

Artículo 213: En la ejecución de las labores mineras horizontales, inclinadas o verticales y otras, se procederá a su sostenimiento sistemático inmediato, sobre la base de los estudios geomecánicos, antes de continuar las perforaciones en el frente de avance, aplicando el principio de “labor avanzada, labor sostenida” en lo que sea aplicable.

Artículo 214:

a) De acuerdo al estudio geomecánico efectuado, el plan de minado debe considerar las condiciones más desfavorables de la masa rocosa del depósito mineralizado, para elegir el método de explotación de menor riesgo que permita la seguridad de los trabajadores y maquinarias, así como: una alta recuperación del mineral, la estabilidad de las excavaciones y la buena productividad.

Subcapítulo II:

Artículo 224: Para el desprendimiento de rocas como medidas preventivas se instruye y obliga a los trabajadores a seguir reglas de trabajo al ingresar a las labores:

- a) Inspeccionar las labores, taludes y botadores, con el fin de verificar las condiciones del terreno antes de entrar en la zona de trabajo.
- c) La operación de desatado manual de rocas debe ser realizada en forma obligatoria por dos (2) personas; en tanto uno de ellos desata las rocas sueltas, haciendo uso de la barretilla, el otro vigila el área de desato, alertando toda situación de riesgo. Se prohíbe terminantemente que esta actividad sea realizada por una sola persona.
- f) Conservar el orden y la limpieza en el lugar de trabajo para realizar las tareas con seguridad y tener las salidas de escape despejadas.

Artículo 225: Cuando los trabajos mineros pongan en peligro la estabilidad de las labores, será obligatorio instalar y mantener un sostenimiento de acuerdo al diseño establecido en los estándares de sostenimiento.

Entre las **Teorías de la variable independiente** se tiene:

a) Clases de Terreno:

PEQUEÑOS MINEROS ARTESANOS – CERRO RICO (2012), afirman que las clases de terreno son de gran importancia ya que depende de esto para colocar el sostenimiento adecuado. Existen cuatro tipos de terreno que se estudia en minería subterránea:

- **Compactado:** Conformada por cristales o partículas bien cementadas, lo cual no requiere sostenimiento.
- **Fracturado:** Formada por dos planos: paralelos por discontinuidades y estratificación en rocas sedimentadas ya que exige solo un sostenimiento ligero.

- **Suave:** Compuesta por fragmentos gruesos y finos, así mismo es una mezcla de ambos tamaños. Es por ello que se necesita de mayor sostenimiento por sus diversas partículas.
- **Arcilloso:** Constituida por rocas casi elásticas, los cuales se alteran por la presión que las rocas ejercen. Y para este terreno se exige un sostenimiento extremadamente resistente.

b) Desprendimiento de rocas:

Caída súbita y violenta de bloques de roca dada por las grandes presiones generadas por la descompensación de esfuerzos en las cajas al momento de extraer el material de interés, provocando accidentes y paradas de labores.

c) Aplicación de Controles:

Existen varias ideas que se pone en práctica para evitar accidentes por caída de rocas, una de ellas es la aplicación de controles en todas las áreas que lo necesiten. Entre las cuales tenemos:

c.1 Control de Seguridad:

El encargado de seguridad brinda charlas cuyo fin es evitar accidentes, por lo que se debe cumplir con lo recomendado para así obtener un desarrollo efectivo de las operaciones; dicha capacitación se cumple todos los días antes de empezar con las labores mineras. Luego se verifica las condiciones mediante el IPERC (Identificación de Peligros, Evaluación de Riesgo y Aplicación de Controles) en la que se encuentra la labor y ver si hay rocas por desatar.

c.2 Control de Sostenimiento:

Para la aplicación de este control se recomienda cumplir con las tablas de sostenimiento en donde se encuentran plasmados el análisis de las características litológicas, geomecánicas y estructura del macizo rocoso.

c..3 Control Geomecánico:

Se sabe que el estudio geomecánico es importante porque identifica las características del tipo de roca, determina el RMR, recomienda que tipo, control

y calidad de sostenimiento es apto para mantener el ambiente seguro en las labores.

d) Sistema de Sostenimiento:

Pequeños Mineros Artesanos de Cerro Rico (2012), explican que existen dos tipos de sistema de sostenimiento: soporte y refuerzo de roca. El refuerzo es un sistema activo empernado o cables que proporcionan un refuerzo al macizo rocoso aumentando así la resistencia friccional entre los bloques que lo componen. Mientras el soporte es un sistema activo que consiste en cerchas de acero con concreto, shotcrete o cuadros de madera, diseños para estabilizar la masa rocosa.

También existe otra definición de COMPUNENT EIRL (2006), informa que son soportes de los procedimientos y materiales que se usan para perfeccionar la estabilidad y mantener la capacidad de resistir las cargas que afectan a las rocas en el contorno de la excavación subterránea. Se clasifica a los diversos tipos de sistemas en dos grandes grupos: De apoyo activo es el que cumple la función de esfuerzo de la roca donde los elementos de sostenimiento son una parte integral de la masa rocosa y de apoyo pasivo tiene como fin que los elementos de sostenimiento sean externos a la roca y dependen del movimiento interno de la roca que está en contacto con el perímetro profundizado.

A. Sostenimiento Pasivo:

Cairo (2009), infiere que es un sistema donde se utilizan elementos externos a las rocas y dependen del movimiento interno de la roca que está en contacto con el perímetro avanzado en profundidad, ya que los terrenos fluyen hacia el interior de la excavación. Es por ello por lo que este sostenimiento permite sujetar las rocas evitando así desprendimientos.

- **Mallas:** Manual de Aplicación Geomecánica y de Sostenimiento en la mina Chungar – Animon (2011). Manifiesta este manual que se usa este sostenimiento para evitar la caída de rocas intensamente fracturadas, lo cual se moldea de acuerdo a la excavación.

- **Cimbras:** Crispín y Espinoza (2013), testifican que es un soporte para condiciones de masa rocosa intensamente fracturada y/o muy débil, de calidad mala a muy mala. También son usadas por su resistencia mecánica y propiedades de deformación.
- **Cintas Metálicas:** Son utilizada juntos con los pernos cuando la roca requiere un soporte adicional en donde los pernos presionan las placas contra la roca doblándolas a la forma del macizo rocoso.
- **Enmaderado:** Es la fortificación más empleada a nivel de pequeña minería por su bajo costo, en donde se encuentra a los puntales, woodpacks y cuadros de madera. Lo que es aplicado en labores tales como cruceros, galerías y estocadas.

Por ello el elemento fundamental para esta fortificación es la madera, por lo que Llanque (2008), expone que la madera es un material ligero, se transporta y se coloca fácilmente y compensa el equilibrio inestable de la masa rocosa, pero su descomposición provoca rotura, pandeo, desprendimientos de las rocas, etc. esto es provocado por la presencia de agua.

La madera presenta diferentes características lo cual depende de: tipo, cambios climatológicos, antigüedad del árbol, entre otras. Se encuentra:

La Resistencia mecánica: Está relacionada a la orientación de las fibras que lo componen, las cuales dan lugar a la anisotropía en su estructura; por lo que, al momento de establecer su resistencia, flexión, tracción y desgaste, las cuales se debe tomar en cuenta de acuerdo a la dirección perpendicular o paralela de la fibra, además a las condiciones en las que está expuesto.

Flexibilidad: Característica que le permite pandearse, dándole forma de curva sin romperse. Entre ellas se tiene las maderas flexibles al fresno, olmo, abeto y pino; en las no flexible: encina, arce, eucalipto y maderas duras.

Densidad: Presenta un porcentaje por debajo del agua, lo cual permite que flote el material. Varía de acuerdo al tipo de madera a emplear.

Baja conductividad: Gracias a esta característica se torna un material adecuado para labores mineras internas ya que presenta una conductividad mínima eléctrica y baja transferencia de calor.

Existen diferentes tipos de madera, pero los más utilizados en minería subterránea se caracteriza por su dureza y durabilidad, entre ellas se tiene a la madera blanda cuyas hojas son intacta, de bajo costo y su crecimiento es rápido, en donde se encuentra al cedro, pino, ciprés, etc. Mientras la madera dura se caracteriza por poseer hojas viejas, ya que el crecimiento es lento pero su densidad es mucho mayor, es por ello que es empleado a estructuras porque posee excelentes propiedades mecánicas, aquí se encuentra al eucalipto, roble, nogal y olmo. Así mismo se tiene a la madera tratada o curada en donde se utiliza sustancias químicas para evitar su desintegración.

La durabilidad de la madera depende de las condiciones a las que está expuesto (humedad, temperatura y presiones).

Los cuadros de madera: Comúnmente llamada “enmaderación” es una estructura de sostenimiento lo cual está conformada por tres piezas: pie derecho o vertical, sombrero o viga en posición vertical apoyándose en dos postes. En algunos casos se coloca la solera que es una pieza auxiliar lo cual va entre los postes en el piso.

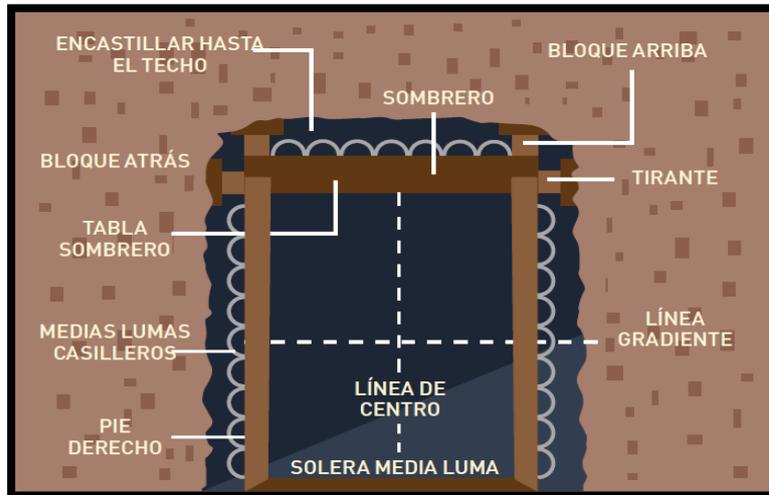


Figura 1: Elementos del cuadro de madera.

Fuente: Llanque (2015, pág. 21)

Se debe tener en cuenta los siguientes parámetros para la instalación de los marcos de madera:

- Desate de rocas cuyo fin es mantener limpio la labor.
- Preparar la zona de apoyo de postes, para luego realizar patillas no menos de 10 centímetros.
- En el caso que el piso sea incompetente, se procederá a colocar una solera sin afectar la línea de gradiente.
- Se aprieta el poste con el sombrero con una cuña ya que es una forma eficaz, si se habla del eucalipto que es una madera competente se colocará una cuña de acuerdo a la rajadura de la madera cuando es cilíndrica.
- Cuando las labores están bien pronunciadas, la colocación de la fortificación se da tendida la madera entre techo y sombrero lo cual reforzará la presión.
- La colocación del poste con la viga se consigue por el contacto directo entre piezas ensambladas, sin intercalar ninguna.
- Si existe labores inclinadas, se instala los postes en forma de bisectriz del ángulo con la normal del piso de la galería y vertical al mismo punto.

Existen tres tipos de sostenimiento por cuadros de madera:

Cuadro Recto: Es empleado cuando el macizo está sometida a presión en su caja techo, ya que está conformada por un sombrero y dos postes que forman un ángulo de 90° con el sombrero.

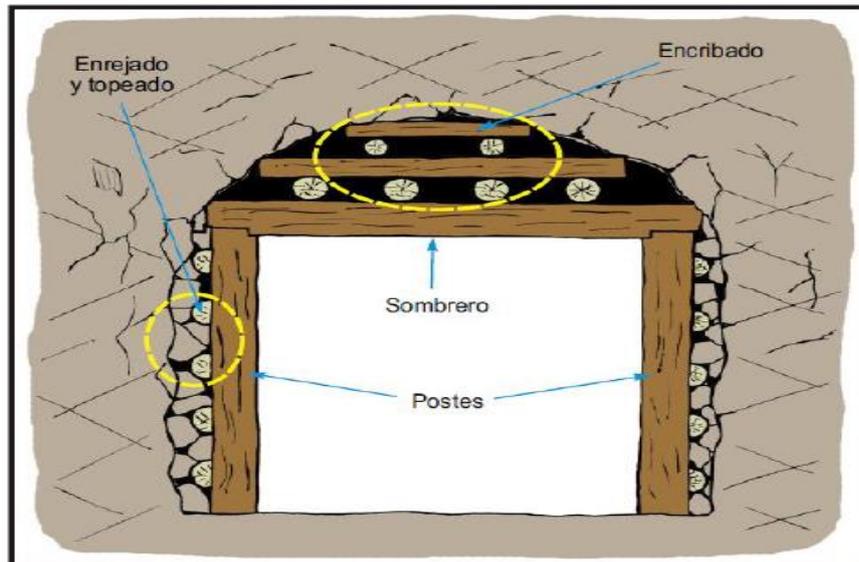


Figura 2: Elementos del cuadro recto.

Fuente: Llanque (2015, pág. 22)

Cuadros Cónicos: Se usan cuando existe presión en los hastiales, cuya diferencia con los cuadros rectos es debido a que la longitud del sombrero se reduce, formando así un ángulo de 78° a 82° respecto al piso.

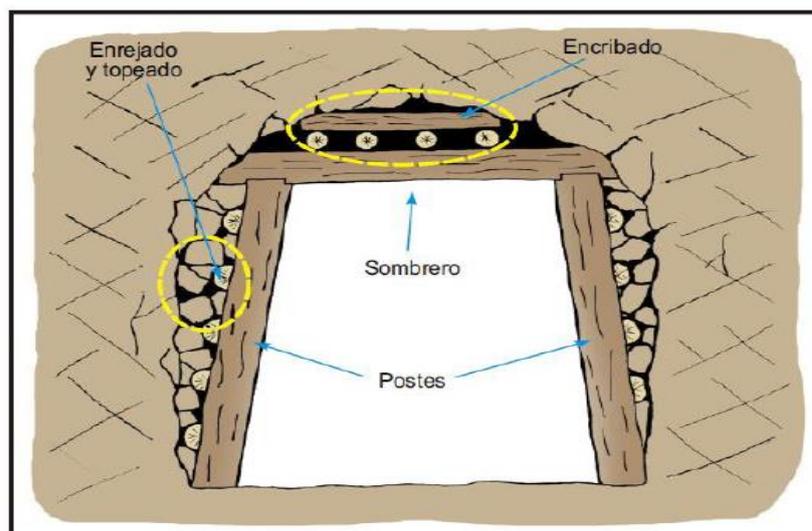


Figura 3: Elementos del cuadro cónico.

Fuente: Llanque (2015, pág. 22)

Cuadros Cojos: Rodríguez (2013), deduce que este sostenimiento está compuesto por un solo poste y un sombrero, ya que es empleada para vetas angostas menores de 3 metros de potencia, ya que una ventaja primordial de ganar espacio en el trabajo siendo la colocación vertical o inclinada, según el buzamiento de la estructura mineralizada.

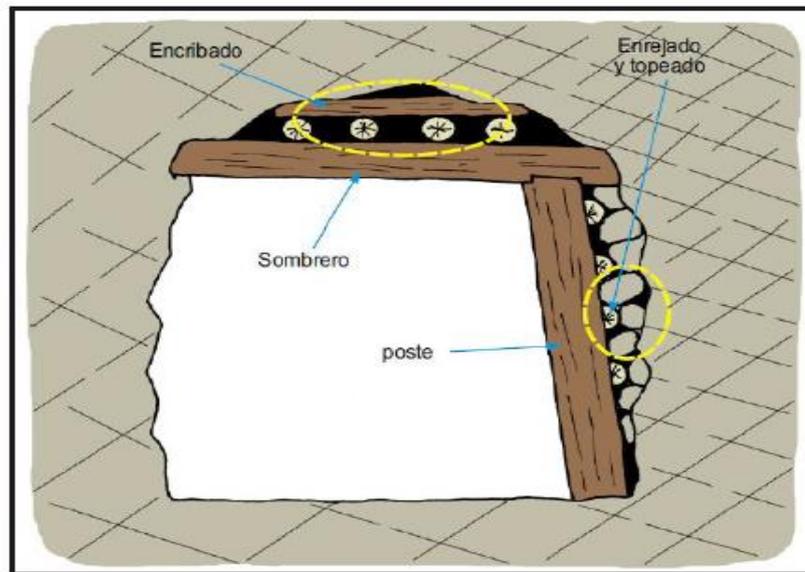


Figura 4: Elementos del cuadro cojos.

Fuente: Llanque (2015, pág. 23)

Los puntales son estructuras más simples de sostenimiento en labores, donde se fija verticalmente en una abertura la madera para mantener sostenidas la caja techo (buzamiento echado) y piso (buzamiento empinado); todo esto conlleva a evitar paralizaciones en las operaciones, en caso de que exista vetas estrechas es recomendable emplear los puntales por las características ya establecidas. Del mismo modo es necesario fijar la variación de rango de resistencia entre 7 a 10 MPa, también se debe tomar en cuenta las dimensiones de la labor con el fin de evitar que los puntales sufran pérdida de resistencia, pandeo y rotura.

Los Wood packs (paquetes de madera), es una estructura que es empleada cuando los puntales no compensan los esfuerzos que son generados por el macizo rocoso. Su forma implica una mayor área de influencia de tal manera evita la caída de grandes bloques de roca.



Figura 5: Forma correcta de un Wood Packs.

Fuente: Llanque (2015, pág. 20)

B. Sostenimiento Activo:

COMPONENT EIRL (2006), declara que es un refuerzo de la roca donde los elementos de sostenimiento son parte integral de la masa rocosa.

Por otro lado, Cairo (2013) concluye que es un sistema que proporciona un refuerzo aumentado la resistencia entre bloques, siendo su función estabilizar los bloques y deformaciones de la superficie de la excavación. Las ventajas de este sostenimiento es formar un arco comprensivo por encima de la corona y suspender bloques sueltos.

a) Barra Helicoidal: Es una barra corrugada cuya sección es ovalada, formado por una placa de acero perforada, cuya función es reforzar y preservar la resistencia natural del macizo rocoso, además es empleada para labores permanentes gracias a la resina y/o cemento.

b) Pernos de Anclaje: Perno de fricción, de inmediata instalación, al que se les inyecta agua a altas presiones (250-300 bares).

c) Split Set: Es un tubo de acero ranurado en toda su longitud, lo que permite el ingreso inicial del perno, se usa para sostenimiento temporal lo cual actúa por fricción formando una presión radial. Tiene como diámetro de 5 y 7 pies.

d) Shotcrete: Instituto Americano del Concreto (ACI - 2012), manifiesta que es un concreto proyectado a alta velocidad, dicha mezcla de cemento agregado, agua y aditivos es proyectada neumáticamente desde una boquilla a un lugar determinado.

Los Aspectos **Generales** son:

a) Ubicación:

La concesión Séptima Maravilla II se encuentra en el distrito de Chalamarca, provincia de Chota, departamento Cajamarca, concesionado desde el 3 de enero del 2015, se muestra en el plano catastral en la cuadrícula 5, cuyo territorio es de 200 hectáreas en la zona 17M en las coordenadas WGS84 que se detallaran a continuación: **(Ver Anexo N° 3)**

Tabla 4: *Coordenadas del perímetro del lugar de estudio.*

	A	B	C	D
NORTE	9284637.22	9282637.23	9282637.22	9284637.21
ESTE	778743.66	778743.66	777743.67	777743.67

Fuente: Elaboración Propia

La galería principal por estudiar tiene como coordenada WGS84: Norte (9284156.58) y Este (777869.84). En donde se hará los estudios necesarios para el desarrollo del trabajo de investigación.

b) Tipo de Explotación:

La explotación empleada en el nivel 2650 de la concesión Séptima Maravilla II es subterránea artesanal, en donde las condiciones de trabajo son deficientes debido a la falta de conocimientos técnicos, capacitaciones e intervención de especialistas en minería, por lo que los equipos de extracción que son empleados en la actualidad no son los apropiados, y es por ello que el sostenimiento es deficiente dado que la madera empleada no es la adecuada debido a la humedad in-situ y la mala distribución de la misma lo que genera el aumento gradual de derrumbes y caída de rocas lo que en el transcurso del

desarrollo de tesis provocó un accidente de tipo incapacitante permanente generando costos adicionales para la empresa.

c) Material Extraído:

La zona en estudio presenta carbón de tipo antracita el cual es formado por un largo proceso de transformación a partir de plantas petrificado la cual es expuesta a altas temperaturas y presiones, cuyo cambio se observa en las propiedades físicas y químicas del mineral a mención. Además, ese proceso eleva el porcentaje de carbono en un 95% lo que permite que sea de color negro brillante, denso y más duro. Es utilizado de manera industrial en procesos de combustión generando electricidad así mismo dicho material es empleado en el sector siderúrgico, metalúrgica, fundiciones metálicas y no metálicas, elaboración de cemento, cal entre otros.

Cabe mencionar que el carbón se originó a partir de vegetación lo cual fue sometida a temperaturas y presiones; provocando así cambios físicos y químicos convirtiéndola en turba y posteriormente a carbón. Con una antigüedad de entre 360 y 290 millones de años, se formaron dicho material durante el periodo carbonífero, en donde para evaluar la calidad de un depósito se establece por agentes como la temperatura y presión.

En el proceso de transformación en la primera etapa se encuentra la turba, luego se convierte en lignito que es un carbón con madurez orgánica baja, cuyo color varía de negro oscuro a diferentes coloraciones de marrón. Después se produce cambios físicos y químicos produciendo así un nuevo carbón denominado bituminoso, y por último continuando con el proceso se llega a formar la antracita.

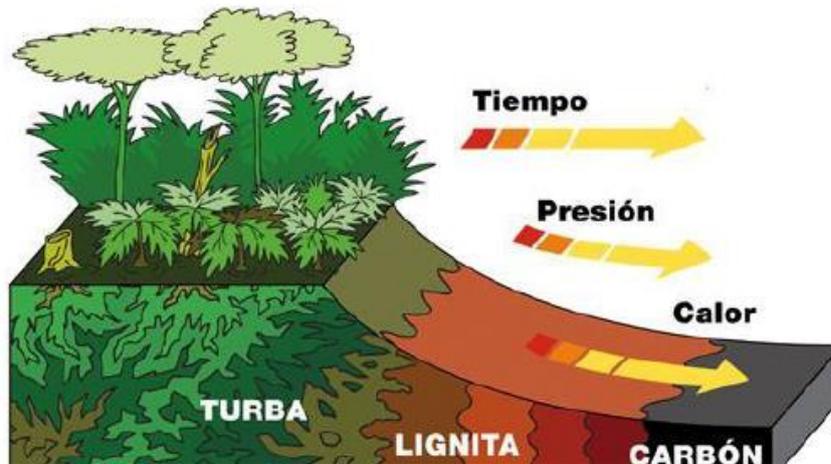


Figura 6: Origen de la formación del carbón

Fuente: Requena (2012, pág. 1)

d) Producción: (Tn/día):

En la concesión Séptima Maravilla II en la galería principal del nivel 2650 existe una producción deficiente debido a desprendimientos repentinos del macizo rocoso, ocasionando a que no se cumpla con el tonelaje requerido por planta, por ende, se genera contratiempos en la entrega del material a las empresas compradoras.

Se sabe que en cifras se extrae alrededor de 13 toneladas diarias lo cual se desea aumentar en un mayor porcentaje y de esa manera estabilizar el stock en planta de producción.

e) Material en Stock (Tn):

En las canchas de almacén se registra 15 toneladas de material de interés, en algunos casos baja el tonelaje a causas de incidentes dados internamente, cambios climáticos, problemas de salud, entre otros.

f) Equipos y Herramientas:

En la concesión se realiza la explotación de manera artesanal y por ende no se cuenta con equipos mecanizados u automatizado que sustituyan al esfuerzo humano, ya que en la actualidad solo se utiliza combo, barrerillas, palas, picota,

carretilla buggy y en ocasiones martillos neumáticos y explosivos para apertura nuevas labores.

El Organigrama está basada en lo siguiente:

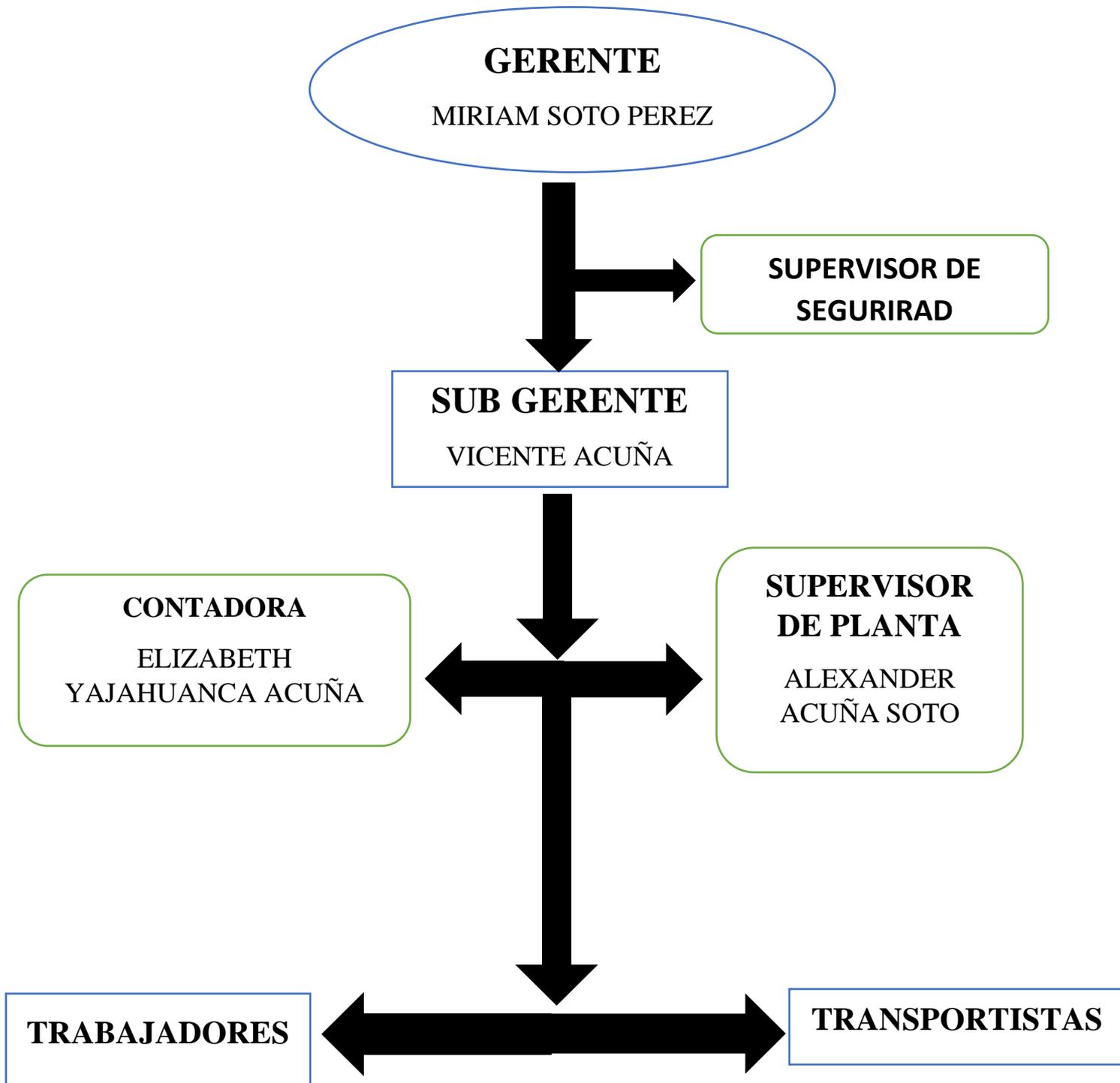


Figura 7: Organigrama de la Concesión Séptima Maravilla II.

Fuente: Elaboración Propia.

Teoría de la variable dependiente:

PROPUESTA DEL SISTEMA DE SOSTENIMIENTO PARA MEJORAR LA PRODUCCIÓN EN LA GALERÍA PRINCIPAL DEL NIVEL 2650 DE LA CONCESIÓN SÉPTIMA MARAVILLA II, CHALAMARCA.

Diagnóstico:

La galería principal del nivel 2650 está ubicada en la concesión Séptima Maravilla II en el distrito de Chalamarca, lo cual desarrollan una minería subterránea artesanal, en la que se extrae un promedio de 30 toneladas diarias (cuando no hay paradas). El material de interés es el carbón del tipo antracita. Así mismo, el acceso para llegar a la galería es dificultoso ya que no están señalizadas y en el caso de lluvias genera inconvenientes para ingresar al lugar.

Las dimensiones que presenta la labor oscilan entre 1.80 metros por 1.60 metros. Además, se observó que la labor presenta un constante desprendimiento por un mal manejo y colocación del sostenimiento (solo puntales). El material que es empleado para el soporte de la roca suelta es la madera (pino) el cual no es el más adecuado por las características que presenta y las condiciones a la que está expuesta, siendo su descomposición más vulnerable.

La condición del sostenimiento se ve afectada por agentes lo que ocasiona pudrición, entre ellas: la temperatura que varía de acuerdo a la profundidad de la labor, por lo que, si se cuenta con mayor profundidad se presenta una mayor temperatura; en cuanto a la humedad y goteo es percibida en tramos, a consecuencia de ello se evidencia la presencia de hongos e insectos, a causa de lluvias y acuíferos presentes en la zona; también el esfuerzo mecánico generado por el macizo roco, provocando fatiga y pérdida de resistencia de la madera empleada; la duración de la madera colocada oscila entre 0 a 2 años, debido a los factores que son expuesto (humedad, temperatura y presiones).

Estudios Realizados

Para poder determinar las características del macizo rocoso, composición, litoestratigrafía, acuíferos presentes en la zona, dimensionamiento, forma y orientación de la labor y los riesgos que pueda presentar. Para ello se realizó estudios minuciosos apoyándose de guía documentales, fichas topográficas y softwares (ArcMap y AutoCAD).

El estudio geomecánico fue determinado por las tablas RMR de Bienaskwi de 1989, en donde se obtuvo datos que corroboran la presencia de rocas de clase BUENA, REGULAR, POBRE y MUY POBRE. Estas se encuentran distribuidas por tramos, por lo que el estudio fue tomado por cada 10 metros a lo largo de los 200 metros de profundidad de la galería principal. Recalcando que en los tramos que presentan roca de clase MUY POBRE (puntos críticos), es necesario implementar sostenimiento por los constantes desprendimientos que presenta. Gracias a la tabla de valores de sostenimiento del mismo autor, indica que el auto soporte del macizo rocoso en roca de clase REGULAR es de 1 semana por 5 metros de apertura. En la roca BUENA sus características presentan una mayor resistencia, el auto sostenimiento es de 1 año a más. En roca POBRE es de 10 horas por cada 2.5 metros de apertura Y por último en roca MUY POBRE se da en 30 minutos por 1 metro de apertura.

El estudio Geológico Regional y Local basado en el cuadrángulo de Lonya Grande (13-g) el cual brindó información requerida de las unidades litoestratigráficas, teniendo como dominio estructural OLMOS – LOJA. En cuanto a la geología local pertenece a la era Mesozoica, en el sistema Cretácico con serie inferior, cuyo grupo sobresaliente es el Goyllarizquisga (Ki-g), en donde presenta rocas sedimentarias y metamórficas con capas de conglomerados de lutitas grises carbonosas, con sedimentos de plantas y depósitos de carbón.

En la Hidrogeología orientados por el mismo cuadrángulo, se muestra que es alimentado por acuíferos, en este caso la galería principal del nivel 2650, se encuentra dentro de la unidad litoestratigráfica Acuífero Poroso No Consolidado

Alta (Ki-mc), por lo que son formaciones detríticas permeables cuya productividad es elevada.

Para la realización del levantamiento topográfico se empleó una ficha topográfica en donde se colocó los datos obtenidos de cada tramo por toda la longitud de dicha galería. Utilizando la brújula colgante, el eclinómetro, wincha de 50 metros y cordel. Obteniendo orientación NO – NE.

El IPERC, identifica los peligros y evalúa los riesgos que presentan la galería principal, lo cual es registrado cada eventualidad antes de empezar las labores mineras. Y por ello se aplica controles que sirven para minimizar riesgos y accidentes.

Aplicación De Controles

Para la aplicación de los controles fue necesario separar por áreas y ser más efectivos, ya que el fin es mantener labores seguras. Entre ellas se tiene:

Control de Seguridad: Mi persona se encargó de capacitar a los trabajadores antes de realizar labores interior mina, cuyo fin es evitar los accidentes y tener un desarrollo correcto de las operaciones, para ello se utiliza el IPERC.

Control Geomecánico: Se identificó y determinó el RMR de los diversos tramos tomados en el estudio geomecánico, también se mostró la clase de roca que presenta. Por ello con la ayuda del cuadro de valores de clasificación RMR se recomienda la calidad de sostenimiento a emplear.

Control de Sostenimiento: Gracias al estudio geomecánico, características litológicas y distribución de la masa rocosa, se identificó las zonas más vulnerables, por ende, se optó implementar un sostenimiento que esté acorde a la estructura de la galería principal.

Selección Del Tipo De Sostenimiento:

Una vez obtenido los datos, se procedió a seleccionar el sostenimiento que esté acorde y sustentable a la caracterización de la zona de estudio. Para ello se empleó una tabla en la cual se resume los tipos de sostenimiento y a qué tipo de roca sujeta o soporta.

Después se elaboró una guía de entrevista a un profesional, recomendando optar un sistema pasivo de cuadros de manera, gracias al estudio geológico y geomecánico de la galería principal, lo cual sujeta rocas muy fracturadas y alteradas.

El tipo de madera a emplear es el Eucalipto debido a las características mecánicas puesto que resiste a las cargas ejercidas en el macizo rocoso, bastante flexible, mayor durabilidad, elimina la presencia de los hongos. Los cuadros de madera están conformados por solera, cuña, hastiales, sombrero, ancho y largo, lo cual se dimensionó los cuadros de madera con el fin de diseñar mediante el software SkechUp Hacer 2017.

En cuanto a la Formulación **del Problema** quedó de la siguiente forma:

¿Cómo mejorar la producción y evitar accidentes en la galería principal del nivel 2650 de la concesión Séptima Maravilla II, Chalamarca?

La **justificación** del siguiente trabajo es de la siguiente manera:

El trabajo de investigación cuenta con **motivos** técnico y teórico; técnico porque en el lugar de estudio existe el problema de escasa producción debido a causas que están asociadas a esta, para ello se propone un sistema de sostenimiento lo cual ayudará a dar mejoras al problema expuesto. Y en lo teórico se relaciona a que existen investigaciones que abalen y aporten sus indagaciones sobre el estudio tratado. También diversas propuestas que serán tomadas para el desarrollo de dicho trabajo.

Así mismo, es **importante** ya que contribuye con la mejora de producción a partir de una propuesta de un sistema de sostenimiento de tal manera que sea de gran ayuda para el desarrollo y crecimiento de la pequeña minería. Para ello se realizará un levantamiento topográfico de la zona de estudio, también zonificación de acuerdo a las características geológicas, luego el estudio geomecánico a través de tablas geomecánicas (RMR) y para culminar se seleccionará el tipo de sostenimiento de acuerdo al comportamiento del macizo rocoso.

Ante la siguiente investigación se mantiene las siguientes **hipótesis**:

- **h1.** Si se propone un sistema de sostenimiento entonces se mejorará la producción en la galería principal del nivel 2650 de la concesión Séptima Maravilla II, Chalarmarca.
- **ha:** Si se mantiene la labor controlada entonces se evitará accidentes y paralización de las actividades por caída de rocas en la galería principal del nivel 2650 de la concesión Séptima Maravilla II, Chalarmarca.

En cuanto a los **objetivos**; se dividen en dos:

Cómo el **General:** Proponer un sistema de sostenimiento para mejorar la producción en la galería principal del nivel 2650 en la concesión séptima maravilla II, Chalarmarca.

Por otro lado, los **Específicos**:

- Realizar la zonificación de acuerdo a las características geológicas.
- Realizar un levantamiento topográfico de la zona en estudio.
- Realizar un estudio geomecánico a través de las tablas Geomecánicas en la galería principal del nivel 2650 de la concesión Séptima Maravilla II, Chalarmarca.
- Establecer controles para evitar accidentes por desprendimiento de rocas.
- Seleccionar el tipo de sostenimiento de acuerdo al comportamiento del macizo rocoso.

III. METODOLOGÍA:

3.1 Tipo y Diseño de Investigación:

El presente trabajo de investigación contó con objetivos y características basadas en un enfoque cuantitativo con un diseño de investigación descriptivo propositivo. En el que los autores Hernández, Roberto y Batista (2015); explican que los objetivos tienen la función de describir y las manifestaciones de variables para generar una propuesta u opciones de mejora al problema planteado en dicha investigación.

3.2 Variables y Operacionalización:

3.2.1 Variables:

Variable Independiente (V.I): Sistema de Sostenimiento; COMPONENT EIRL (2006), informó que son soportes de los procedimientos y materiales que se usan para perfeccionar la estabilidad y mantener la capacidad de resistir las cargas que afectan a las rocas en el contorno de la excavación subterránea. Se clasifica a los diversos tipos de sistemas en dos grandes grupos: De apoyo activo es el que cumple la función de esfuerzo de la roca donde los elementos de sostenimiento son una parte integral de la maza rocosa y de apoyo pasivo tiene como fin que los elementos de sostenimiento sean externos a la roca y dependen del movimiento interno de la roca que está en contacto con el perímetro profundizado.

Variable Dependiente (V.D): Mejora de Producción; Es fundamental debido a que toda empresa desea aumentar la cantidad de mineral (Tn) para luego ser comercializada y así obtener bienes económicos para surgir como entidad, pero para llegar a esto, es fundamental basarse a condiciones como por ejemplo un buen sistema de sostenimiento ya sea de soporte activo y pasivo.

3.2.2 Operacionalización:

Tabla 5: *Tabla de operacionalización de variables:*

VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	TÉCNICAS	INSTRUMENTOS	
DEPENDIENTE					
MEJORA DE PRODUCCIÓN	CAPACIDAD	TONELADAS POR DIA	OBSERVACIÓN	Guía de Observación	
		METROS DE AVANCE			
		MATERIAL EN STOCK			
		COSTOS DE EXTRACCIÓN			
INDEPENDIENTE					
SISTEMA DE SOSTENIMIENTO	DIAGNÓSTICO	CARACTERIZACIÓN DEL YACIMIENTO	CAMPO	Guía de Observación	
		LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO		Ficha Topográfica	
		HIDROGEOLOGÍA	DOCUMENTAL	Cartas Hidrogeológicas	
		PROPIEDADES FÍSICAS	CAMPO	Guía de observación y laboratorio	
		CONDICIONES ACTUALES	OBSERVACIÓN	IPERC	
	ZONIFICACIÓN	GEOMECÁNICA	DOCUMENTAL	Mapa de zonificación geomecánica	
		GEOLÓGICAS		Cartas geológicas	
	ESTUDIO GEOMECÁNICO	TABLAS GEOMECÁNICAS	DOCUMENTAL	Tablas RMR	
	TIPO DE TERRENO	COMPACTO			
		FRACTURADOS			
		SUAVE			
		ARCILLOSO			
	SOPORTE ACTIVO	BARRAS HELICOIDALES	DOCUMENTAL - ENTREVISTA	Guía de Entrevista	
		PERNOS DE ANCLAJE			
	SOPORTE PASIVO	SPLIT SET			
		MALLAS			
CIMBRAS					
CINTAS METÁLICAS					
	SHOTCRETE				
	CUADROS DE MADERA				

Fuente: Elaboración Propia.

3.3 Población, muestra y muestreo:

3.3.1 Población (N):

Estuvo constituido por la concesión Séptima Maravilla II, ubicada en el distrito de Chalamarca, provincia de Chota, departamento de Cajamarca.

3.3.2 Muestra (n):

La galería principal del nivel 2650 se seleccionó debido a que no presenta un sistema de sostenimiento adecuado es por ello que ocasiona el problema de la escasa producción, fue seleccionado por el método no probabilístico por conveniencia por lo que se emplearan criterios de inclusión y exclusión.

Criterios de Inclusión:

- Galería principal (1.80 metro de alto por 1.60 de ancho).
- Baja producción.
- Desprendimiento de rocas.
- Grado de accidentabilidad.

Criterios de Exclusión:

- Galería del nivel 2640.
- Alta producción.
- Controles de accidentabilidad.

3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad:

3.4.1 Técnicas:

La toma de datos tuvo como propósito de verificar la hipótesis y/o dar respuesta a las preguntas que se hayan generado durante el desarrollo del trabajo de investigación, relacionado con el objetivo, problema y diseño de investigación de la misma, en donde se empleó técnicas documentales, observación, entrevista y campo.

Técnica de investigación documental: Jurado (2014). Infiere que esta técnica tuvo como propósito ubicar el problema de la tesis en un contexto de marco

teórico y/o práctico, basándose en investigaciones que se ha realizado sobre el tema tratado además de los instrumentos empleados que sirven como guía.

También consistió en detectar y obtener información y consultar bibliografía y otros materiales que son de utilidad para el objetivo del estudio. Las fuentes que se utilizó son materiales electrónicos, revistas, blogs, tesis, libros, manuales, artículos, etc. El citado fue mediante el parafraseo ya que no se distorsiona a la idea del autor, pero se incluye ideas propias que tengan relación con el mensaje. Para dicha técnica se empleará instrumentos como mapas hidrogeológicos, mapa de zonificación geomecánica, cartas geológicas, tablas geomecánicas RMR.

a) Tabla RMR: Para esta técnica se empleó las tablas geomecánicas RMR que se utilizarán para la caracterización del macizo rocoso y los parámetros que se rigen para dicho estudio. **(Ver Tabla 12)**

b) Mapas Hidrogeológicos: Brindó información mediante mapas que serán interpretados para mostrar las aguas subterráneas dentro del territorio peruano. **(Ver Tabla 9)**

c) Cartas geológicas: Consistió en identificar las características que presenta el lugar de estudio, entre ellas litología, origen, eras y estratigrafía; esto consintió tomar medidas y decisiones para lograr el fin trazado. **(Ver Tabla 8)**

Técnica de Campo: Sánchez (2015), dice que esta técnica es conocida como in situ ya que se encuentra el objeto de estudio. Lo cual permitió tomar datos de forma más segura. Esta técnica accedió al contacto directo con el lugar de estudio específicamente el socavón número dos, y para dicho estudio se empleará instrumentos como guía de campo, ficha topográfica y por último guía de observación de campo y laboratorio.

a) Ficha Topográfica: Instrumento que se utilizó para registrar datos tomados por la brújula colgante, clinómetro y el GPS, indicando las coordenadas, punto de ubicación, azimut y ángulo de inclinación. **(Ver Tabla 10)**

b) Guía de Observación: Consistió en obtener datos sobre la realidad en la que se encuentra la galería de estudio, la cuales serán registradas y observadas para llegar a perfeccionar aquellos aspectos negativos. Así mismo identificar sus propiedades físicas del macizo rocoso. **(Ver Anexo N° 9)**

Técnica de Observación: Consistió en conocer el lugar de estudio gracias a la percepción directa de los objetos que rodean dicho lugar. Existen dos tipos de observación “observador como participante” que es acceder a un contexto para establecer relaciones con personas específicas para conseguir datos que son fundamentales para el desarrollo del trabajo de investigación y “participante como observador” se da porque el investigador dejó a explorar la zona de estudio obteniendo información específica que aportará en la estructura en temas de investigación. Por ello en la concesión Séptima Maravilla II en la galería principal del nivel 2650 se empleó dicha técnica para mejorar la producción mediante el incremento y reducción de factores, para dicho estudio se utilizó instrumentos como la guía de observación y el IPERC, que se detalla a continuación:

a) Guía de Observación: Instrumento que sirvió para registrar indicadores de toneladas por día, metros de avance, mayor disponibilidad de stocks y costos de extracción; dicho registro se realizó a diario para el control y corroborar con lo propuesto. **(Ver Anexo N° 9)**

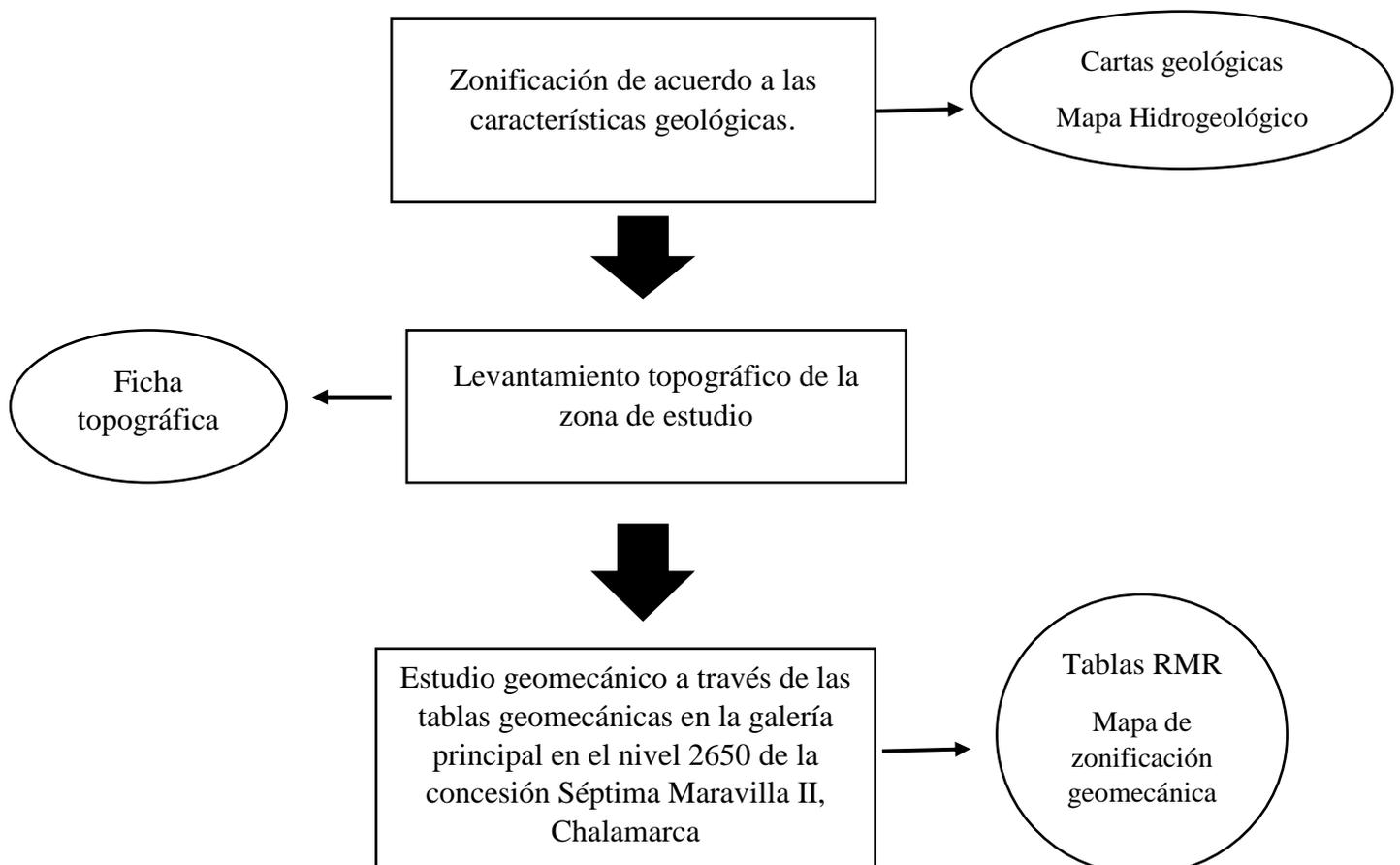
b) IPERC: Consistió en identificar los peligros y evaluar los riesgos que se presentan al momento de realizar labores mineras para controlar y evitar daños a los trabajadores y equipos, por ende, se empleó este instrumento para evaluar las condiciones actuales que presenta la zona de estudio. **(Ver Anexo 19 - 20)**

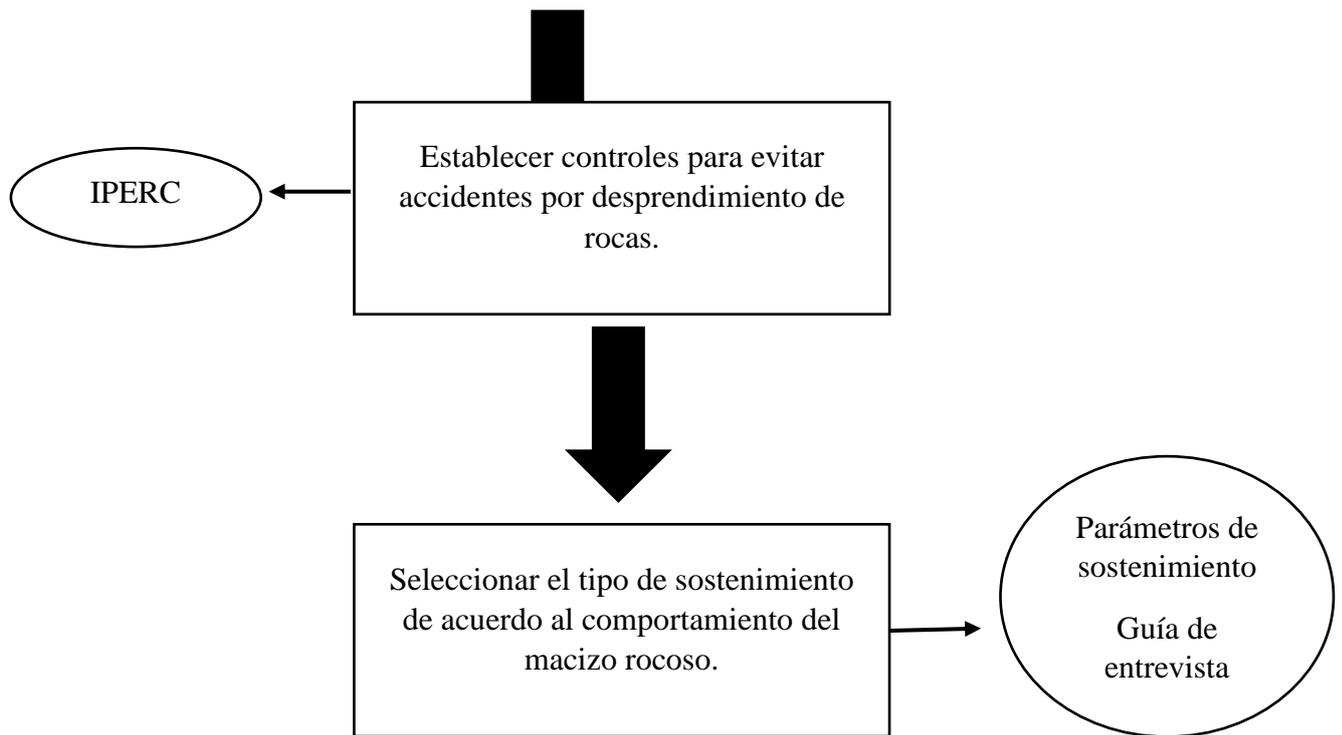
Técnica de Entrevista: Consistió en el dialogo entre dos individuos cuyo fin es adquirir información que son de gran importancia para el desarrollo de la investigación; por ello el entrevistado debe poseer conocimientos sobre el tema tratado, para este caso se usó el instrumento de guía de entrevista.

a) Guía de Entrevista: Instrumento que permitió dialogar con profesionales que aportaron sus conocimientos y observaciones llegando a la conclusión sobre qué sistema de sostenimiento fue seleccionado en la galería principal del nivel 2650, pero para eso fue necesario contar con los datos obtenidos de la zonificación geomecánica y geológica. **(Ver Anexo 21)**

Se resalta que los instrumentos aplicados fueron validados por los profesionales expertos. **(Ver Anexo N° 2)**

3.5 Procedimientos:





Descripción de los procesos:

1. **Zonificación de acuerdo a las características geológicas:** Se realizó un estudio minucioso apoyándose de guías documentales como cartas geológicas, mapa hidrogeológico y mapa de zonificación geomecánica; en donde se conoció el lugar de estudio, específicamente su litología, mineralogía, características del macizo rocoso, tipo de terreno, era de formación y cuencas hidrogeológicas.
2. **Para el levantamiento topográfico:** Tuvo como fin plasmar en un plano a base de coordenadas tomadas en el lugar de estudio por los equipos: GPS y brújula colgante (cuya función es realizar levantamiento en minas subterráneas en labores angostas); cuyos datos fue registrado en una ficha topográfica.
3. **El estudio geomecánico:** Gracias a las tablas geomecánicas RMR, se conoció las características del macizo rocoso de la galería en estudio entre ellas su resistencia a la comprensión simple, designación de calidad de roca (RQD), espaciamiento y condición de las discontinuidades, presencia de agua subterránea y por último orientación de las discontinuidades. Los cuales se

estudió por tramo aproximadamente cada 10 metros y eso me permitió seleccionar los puntos de sostenimiento necesario.

4. Estableciendo controles para evitar accidentes por desprendimientos de rocas: Para este procedimiento se usó el IPERC, en donde se identificó los peligros, evaluó los riesgos y se aplicó controles los cuales minimizan los daños causados a los trabajadores y equipos; por ende, la aplicación de este se realiza de manera continua antes de empezar las operaciones mineras.

5. Selección del tipo de sostenimiento de acuerdo al comportamiento del macizo rocoso: Los parámetros de sostenimiento y la guía de entrevista al profesional, ayudó a optar el sostenimiento que esté acorde y accesible para cumplir el rol de soportar los esfuerzos ejercidos en el macizo rocoso, por ello se evitará y minimizará desprendimientos de rocas constantes en interior mina.

3.6 Método de Análisis de datos:

Para el desarrollo del presente trabajo de investigación fue inevitable emplear métodos como sistémico, analítico y estadístico que serán explicados a continuación:

Método Analítico:

Medio que sirvió para llegar a un resultado, descomponiendo un fenómeno en partes y luego ser estudiados de manera particular, además permitió conocer el objeto de estudio tratado para luego tener una idea más concreta de lo que se investigó.

Método Sistémico:

Consistió en tener un orden en la estructura del desarrollo del trabajo de investigación para llegar a comprender el tema tratado, sabiendo que en el primer paso en la estructura son los objetivos lo cual se rige todo trabajo de investigación para luego efectuar el desarrollo y en seguida interpretar resultados, y así ejecutar el análisis de los datos, esto se realizó empleando

técnicas estadísticas, pruebas de hipótesis con ayuda del programa informático Excel y softwar.

Se procesó la información para ordenar y así presentar la estructura correcta del proyecto de investigación, ya que existieron trabajos realizados que son de vital importancia porque ayudaron al planteamiento teórico del trabajo realizado.

Método Estadístico:

Proceso que sirvió para la representación, análisis e interpretación de las variables cuyo fin fue la comprensión y toma de opciones de mejora.

3.7 Aspectos Éticos:

Existió principios que la Universidad César Vallejo Filial Chiclayo se basó al realizar un proyecto de investigación, entre las más importantes se encontró:

Manejo de fuentes de consulta: Se dio gracias a las diferentes tesis, revistas, artículos periodísticos y manuales de diversos autores que aportaron sus ideas y recomendaciones que fueron de vital importancia porque se tomó como citas textuales y parafraseadas en el trabajo de investigación.

Claridad en los objetivos de la investigación: Se planteó los objetivos de manera clara y precisa ya que fue fundamental porque se manifestó la finalidad del desarrollo del proyecto de investigación.

Transparencia de los datos obtenidos: La originalidad de los datos fueron únicos debido a que no deben ser cambiadas porque es como se mostró en el lugar de estudio.

Confidencialidad: La información brindada en algunos casos fue privada porque se protege al autor.

Profundidad en el desarrollo del tema: Fue necesario contar con diferentes trabajos de investigación con diversas informaciones para así dominar los temas

que tengan relación con el trabajo a realizar y contribuya de manera positiva en el desarrollo.

IV. RESULTADOS:

En el presente capítulo se expone los resultados obtenidos a partir de la utilización de los diferentes instrumentos elaborados como consecuencia de los objetivos propuestos en la investigación, estos serán representados a través de gráficos, tablas y figuras con su respectiva argumentación.

4.1 Realización de la zonificación de acuerdo a las características geológicas. Mediante el siguiente cuadro se resume, las características de la galería principal del nivel 2650. En donde se detalla:

Tabla 6: Cuadro resumen de la guía de observación.

UBICACIÓN	CHALAMARCA - CHOTA - CAJAMARCA
ACCESIBILIDAD	CHOTA - CHALAMARCA: 37 KM
	VIA: NO PAVIMENTADA (TROCHA)
MATERIAL EXTRAÍDO	CARBÓN DE TIPO ANTRACITA
PRODUCCIÓN (Tn/día)	13 TONELADAS DIARIAS
AVANCES	1.3 -1.5 METROS POR DÍA/ FRENTE
MATERIAL EN STOCK	15 TONELADAS DE MATERIAL EN INTERÉS

Fuente: Elaboración Propia.

Así mismo, la zonificación geológica está dividida en Regional, Local e Hidrogeología, cuyos datos fueron recolectados mediante la técnica documental.

Pero antes de ello, se realizó un diagnóstico de la situación actual del sostenimiento, en la cual se observó las falencias, por lo que se propone un tipo de sostenimiento para mejorar los aspectos negativos, de tal manera que genere mayor producción en la galería principal del nivel 2650.

4.1.1 Diagnóstico:

La galería principal del nivel 2650 presenta un sostenimiento improvisado y deficiente, ya que la colocación de madera no presenta una secuencia, generando desorden. El tipo de madera empleada es el pino, el cual es un material con muy fácil descomposición, y eso es producto de la humedad existente.

Tabla 7: Cuadro diagnóstico del sostenimiento en la galería principal del nivel 2650.

CONDICIONES ACTUALES DEL SOSTENIMIENTO		
ÍTEM	INDICADOR	DESCRIPCIÓN
Estructura	Algunos conformada por puntales
Clase de Madera	Pino (no se toma en cuenta diámetro)
Deformación	Pandeo y ruptura
Degradación por agentes	Temperatura	Varía de acuerdo a la profundidad de la labor, por lo que a mayor profundidad se presenta una mayor temperatura.
	Humedad	Presenta humedad y goteo en ciertos tramos de la excavación, a causa de acuíferos y lluvias.
	Esfuerzos Mecánicos	Estos provocan fatiga y pérdida de resistencia debido a la presión y compresión ejercida por el macizo rocoso.

	Duración de la madera	Oscila de 0 a 2 años, según a los factores que está expuesta (humedad, temperatura y presiones)
	Descomposición	Se evidencia deterioro y pudrición
	Insectos	Se observa presencia de insectos (larvas y termitas) incrustados en la madera.
	Hongos	Se evidencia presencia de hongos (Mohos y Hongos de Pudrición) en la madera, generados por la humedad.

Fuente: Elaboración Propia.



Figura 8: Situación actual de sostenimiento en la galería principal del nivel 2650.

Fuente: Elaboración Propia.



Figura 9: Situación actual de sostenimiento.

Fuente: Elaboración Propia.

Los puntales están colocados de manera desordenada, por lo que no tiene una secuencia correcta para su ubicación, de tal manera que refleja el poco profesionalismo, siendo instaladas de manera repentina para sostener y sujetar el material de interés, el diámetro de los puntales es de 4". Así mismo, la madera presenta una deformación "Pandeo" y la pudrición, ya que es notorio en la galería principal, por lo que es necesario remplazar cada una de ellas lo que provoca una inestabilidad en la labor. No presenta carbonización la zona de estudio, de tal manera que no hay presencia de fuego y eso indica que es un suceso insignificante.

a) Costos de Extracción:

Entre los costos de producción se encuentra: mano de obra, desgaste de equipos, extracción y equipos de protección personal.

Tabla 8: Cuadro de costos de extracción.

Mano de obra	400 soles por semana
Desgaste de equipos	305 soles mensuales
Equipos de Protección Personal	Varían de acuerdo a la cantidad requerida anual.

Fuente: Elaboración Propia.

b) Geología Regional:

La concesión Séptima Maravilla II, pertenece al cuadrángulo de Lonya Grande cuyo mapeo geológico es el 13 g del boletín A – 56, ubicada en el extremo septentrional de la Cordillera Oriental y la faja subandina adyacente. Comprende un espacio territorial de 21,420 km² con coordenadas UTM entre los 5°30´ a 7°30´ latitud Sur y 77°00´ a 78°30´ extensión Oeste. Presenta un rango de elevación de 500 m.s.n.m a 4700 m.s.n.m. **(Ver Anexo N° 5)**

Así mismo está presente el Dominio Olmos – Loja; lo cual explica que está conformada por sedimentos, rocas volcánicas y carbonatos. Así mismo está separada por la Cordillera Oriental del sistema de fallas del Marañón.

En el siguiente cuadro, se menciona la leyenda geológica regional.

Tabla 9: Leyenda Geológica Regional del cuadrángulo de Lonya Grande.

LEYENDA DEL CUADRÁNGULO LONYA GRANDE						
ERA	SISTEMA	SERIE	UNIDAD LISTOESTRATIGRÁFICA	SIMBOLOGÍA	DESCRIPCIÓN	
CENOZOICA	CUATERNARIO	HOLOCENO	Depósito aluvial	Qh-al	Gravas, arenas y limos depositados en los cauces de ríos formado terrazas.	
	CRETÁCICO	SUPERIOR	Formación Cajamarca	Ks-ca	Calizas grisáceas o blanquecinas con estratificación regular y uniforme.	
Grupo Quilquiñan			Ks-qu	Lutitas friables gris oscuras a negras y niveles de margas gris azuladas, intercaladas con delgados niveles de calizas.		
Grupo Pullucana			Ks-pu	Intercalación de calizas grises, lutitas friables gris oscuras a negras y niveles de margas.		
INFERIOR		Formación Pariatambo	Ki-pt	Calizas negras, bituminosas, con olor fétido intercalada con delgados niveles de margas.		
		Formación Chulec	Ki-chu	Lutita gris, marga amarillenta y calizas lutáceas delgadas y nodulares de color marrón crema		
		Formación Inca	Ki-i	Caliza masiva arenosa, brechas calcáreas, areniscas y lutitas ferruginosas en capas delgadas intercaladas con caliza impura.		
		Grupo Goyllarisquizaga	Ki-g	Areniscas, cuarcitas blanquecinas y marrones bien estratificadas en capas medianas e intercaladas con horizontes de lutitas gris, marrón y rosada.		
MESOZOICO		JURÁSICO	MEDIO	Formación Corontachaca	Jms-c	Brechas y conglomerados, mal seleccionados, intercaladas con limoarcillitas rojizas bien estratificadas.
				Formación Oyotún	Jm-o	Lavas andesíticas, andesitas basálticas masivas gris oscuro, intercaladas con tobas, grauvacas y areniscas feldespáticas.
			INFERIOR	Formación Condorsinga	Ji-c	Calizas micríticas gris a beige intercaladas con limoarcillitas.
	Formación Aramachay			Ji-a	Calizas y limoarcillitas marrón oscuro, intercaladas con calizas grises a negras, bituminosas y limoarcillitas calcáreas.	
NEO-PROTEROZOICO	TRIÁSICO	SUPERIOR	Formación Chambará	Ts-ch	Calizas biomicríticas, dolomíticas grises a gris oscuras.	
		INFERIOR	Grupo Mitu	PET-m	Areniscas, lodolitas y conglomerados polimícticos y tobas y brechas polimícticas bien cementadas.	
			Complejo Marañón		Rocas metamórficas y composición gnéissica	

Fuente: GEOCATMIN

Con el análisis de dicho cuadro, se observa que la columna estratigráfica del cuadrángulo en estudio está formada por rocas proterozoicas, paleozoicas, mesozoicas y cenozoicas, del tipo metamórfico, ígneo y sedimentario.

Dicho sistema cretácico se ubica al Oeste de río Utcubamba y al Este con el río Chiriaco, ya que al Oeste se presenta formaciones como Inca, Chúlec, Pariatambo y grupos entre ellos al Pullicana y Quilquiñán, en donde se encuentra tramos de secuencia de sílice-clástica; mientras al Este muestran areniscas, tipo limoarcillítica con calizas y areniscas cuarzosas en la parte superior.

La antigüedad de los eratemas se lee de abajo para arriba, en donde se tiene como edad antigua al neoproterozoico lo cual presenta más de 1000 años de antigüedad. La unidad estratigráfica perteneciente a esta era es el complejo del marañón compuesta por rocas metamórficas y composición gnéisica (formadas por rocas ígneas ácidas como por ejemplo el granito y riolita, así mismo sedimentarias de tipo areniscas arcósicas).

Luego se presenta a la edad geológica Mesozoico, teniendo como primer sistema al triásico con unidad estratigráfica al grupo Mitu con simbología (PET-m) constituida por areniscas, lodolitas, lutitas en pequeñas cantidades, lo cual se caracteriza por su resistencia contra la erosión. La estratificación tiene una forma de media a gruesa cuyo grosor es mayor a 30 centímetros. Presenta una base compuesta por una discordancia angular con rocas precámbricas, mientras la continuación tiene contacto con el triásico superior formada por rocas calizas marinas.

En el mismo sistema Triásico superior se encuentra a la formación Chambará (Ts-ch) constituida por calizas de color gris a gris oscura ya que en la parte superior presenta una coloración beige a marrón claro. Así mismo en la parte inferior está conformada por calizas de tipo micritas y biomicritas de capas de 1 a 3 metros de espesor; del otro lado, la parte superior presenta capas de estratos de 10 a 40 centímetros de grosor.

Posteriormente se encuentra la formación Aramachay cuyo símbolo es: Ji-a; localizada en el Jurásico inferior compuesta por calizas y limoarcillitas de coloración marrón oscuro, interpuesta por calizas grises a negras, cuyos estratos son tabulares, con dimensión con longitud de 5 a 40 cm, lo cual es caracterizada por tener baja resistencia de erosión. Además, en la parte superior se halla rocas de color crema con aspecto terroso y baja gravedad específica.

De manera consecuente, en el mismo sistema se encuentra a la formación Condorsinga,(Ji-c) es caracterizada por su estratificación delgada en la parte inferior (base) y gruesa hacia el crecimiento de la parte superior, las rocas conformadas son las calizas micríticas de color gris a beige, cuyos estratos miden entre 10 a 30 centímetros de grosor.

En el Jurásico medio se encuentra a la formación Corontachaca (Jms-c), se diferencia de las demás unidades por presentar afloramientos abruptos y resistentes a la erosión, también está formada por fragmentos angulosos y sub-redondeados de calizas por estratos medios a gruesos.

Después de una discordancia angular en el mismo sistema, con el pasar de los años se formó el sistema Cretácico cuya serie es inferior, se encuentra el grupo Goyllarisquizaga (Ki-g) que es la unidad lito estratigráfica en donde se encuentra la concesión Séptima Maravilla II y que posteriormente será explicada.

Consecutivamente se formó la unidad lito estratigráfica Formación Chulec (Ki-ch), lo cual está constituido por calizas (micríticas a biomicríticas), margas beiges cremas a grises, cuyos estratos son delgados con espesor de 5 a 30 centímetros. En la parte superior de la capa presenta coloración crema, y es caracterizada por su bajo nivel de erosión.

En el Cretácico Superior, se formó el grupo Pulluicana (Ks-pu) compuesta por calizas nodulares, cuya característica es que presentan estratos gruesos (mayor a 50 cm). Consecuentemente se presenta el grupo Quilquiñan (Ks-qu), presenta un relieve suave, constituidas por rocas: limoarcillitas, lutitas grises y verdosas,

lo cual compone una zona suave y con color crema a marrón claro en la superficie; además es una unidad con malos aspectos geomecánicos.

Siguiendo en el mismo sistema, como formación no tan antigua, se tiene a la unidad Cajamarca (Ks-ca), formada por calizas macizas, finas, micríticas y biomicríticas de color gris a pardo claro. Al mismo tiempo muestra intercalaciones de calizas arcillíticas delgadas cuyo grosor es de 50 cm más de 1 metro.

Y, para terminar, se presenta a la edad geológica Cenozoica, con depósitos aluviales (Qh-al), dada por el producto de la meteorización y erosión de afloramientos, en donde las capas más antiguas son originadas por las corrientes de los ríos y forman depósitos; en la actualidad son utilizados para la agricultura. Así mismo, se menciona que están formadas por gravas arenosas y arenolimosas.

Clima:

Los cambios climatológicos dependen a la variación altitudinal y morfología, es por ello que existe dos tipos de climas que van desde: cálido-húmedo al frío-templado. Entre los 500 a 1000 m.s.n.m predomina un clima húmedo cuya temperatura promedio anual de 22° y 17°, del mismo modo entre los 1000 a 2000 m.s.n.m, oscila una temperatura de 18° a 20° cuyo clima es templado cálido. De la misma manera entre los 2000 a 3500 m.s.n.m se muestra un clima templado lo cual permite que las temperaturas oscilen entre 29°C a 7°C en todo el año. Y por último el clima que sobre pase a los 3500 m.s.n.m es templado a frío, ya que su temperatura fluctúa de los 7°C a 20°C.

c) Geología Local:

El grupo Goyllarizquisga (Ki-g) es la unidad litoestratigráfica en donde se encuentra la concesión Séptima Maravilla II, ya que pertenece al sistema cretácico con serie inferior, en donde se presenta rocas sedimentarias y metamórficas con secuencia de silíceo clástica, entre ellas se tiene a las areniscas, cuarcita blanquecinas y marrones bien estratificadas en capas medianas e intercaladas con horizontes de lutitas gris, marrón y rosada. Así

mismo existen capas de conglomerados de lutitas carbonosas, en donde se encuentran sedimentos de plantas y depósitos de carbón. **(Ver Anexo N° 6)**

La franja metalogenética XX pasa por la concesión Séptima Maravilla II, en las cuales está formada por pórfidos de Cu-Mo-Au, Skarns de Pb-Zn-Cu-Ag y depósitos polimetálicos en presencia de rocas intrusivas del Mioceno. Dichas fajas representan el tipo de yacimiento, edad dominante, unidad litoestratigráfica y mineralización de los yacimientos.

d) Hidrogeología:

Tabla 10: Leyenda Hidrogeológica del Cuadrángulo 13-g.

LEYENDA HIDROGEOLÓGICA							
ERA	PRECÁMBRICO	MESOZOICO					
SISTEMA		PÉRMICO	TRIÁSICO	JURÁSICO	CRETÁCICO		ROCAS INTRUSIVAS
SERIE		SUPERIOR	SUPERIOR	INFERIOR	SUPERIOR	INFERIOR	
SÍMBOLO	PeA-e/gn	Ps-c	TsJi-m		Ki-mc	Kis-m	Dc-to/gd
UNIDAD LITOESTRATIGRÁFICA	Acuitardo Metamórfico	Acuífero Fisurado Sedimentario	Acuífero Fisurado Karstico		Acuífero Poroso No Consolidado Alta	Acuífero Fisurado Sedimentario	Plutones Eohercinicos

Fuente: GEOCATMIN

Lo que se observa en el siguiente cuadro, es que el cuadrángulo Lonya Grande, con su extensión territorial es alimentado por diferentes acuíferos, cada una de ellas corresponde a una era, sistema y serie. **(Ver Anexo N° 7)**

Para ser precisos, la concesión Séptima Maravilla II está dentro de la edad geológica Mesozoico, en el sistema cretácico inferior, cuya unidad estratigráfica es el Acuífero Poroso No Consolidado Alta (Ki-mc). Lo que son formaciones detríticas (tamaño mínimo como la arenas) permeables en general, no

consolidadas, además son acuíferos extensos con productividad elevada. Es por ello que este acuífero es desarrollado en formaciones de edades recientes y que presenta una longitud de varios metros, en algunos casos el espesor presenta un ancho mayor.

Un Acuífero Metamórfico con símbolo es PeA-e/gn, cuyas formaciones son acuíferos locales (detríticos o fisuradas), en el submodelo se presenta formaciones generalmente sin acuíferos (permeabilidad muy baja). Aquí se presenta las rocas pizarra del tipo metamórfico.

Consiguiente a la leyenda hidrogeológica se tiene al Acuífero Fisurado Sedimentario (Ps-c), es un acuífero local o discontinuo productivo, extenso, pero moderado en el aspecto productivo, ya que presenta la permeabilidad media, se encuentra las areniscas y conglomerados.

El sistema Triásico y Jurásico presenta un Acuífero Fisurado Karstico (TsJi-m), conformada por fisuras consolidadas, incluida formaciones Kársticas lo cual están formados en los macizos rocosos bien desarrollados. Aquí se encuentran las rocas calizas del tipo sedimentario.

Y para culminar, en el sistema Cretácico con serie Superior Marino, se encuentra el Acuífero Fisurado Sedimentario (Kis-m), en el cual se encuentra lutitas intercaladas con calizas y margas. Cuya permeabilidad son bajas.

4.2 Realización del levantamiento topográfico de la zona de estudio.

La galería principal, se encuentra ubicada en el nivel 2650; cuya coordenada tomada por el GPS WGS-84 es la siguiente:

	NORTE	ESTE
COORDENADA	9284156.58	777869.84



Figura 10: Galería Principal de la Concesión Séptima Maravilla II.

Fuente: Elaboración Propia.

El primer punto fue tomado por el GPS-WSG-84 y los puntos topográficos tomados en la zona de estudio, fue gracias a la brújula colgante (indica el ángulo azimut) y el eclímetro (indica el ángulo de inclinación), lo cual están resumidos de la siguiente manera:

Tabla 11: Ficha Topográfica de la galería principal del nivel 2650.

		COORDENADAS			C O T A	msnm				
		N	9284156.58			2651				
		E	777869.84							
PUNTO	DISTANCIA DE PUNTOS		ÁNGULO	ÁNGULO	DETALLES					
	INICIO	FIN	AZ	INC	Distancia	Izquierda	Derecha	Abajo	Arriba	
W1- W2	0	9.55	325°	4°	0	0	1.25	1.2	0.65	
					3	0.35	0.55	1.22	0.65	
					6	0.4	0.55	1.03	0.55	
					9.55	1.2	0	1.05	0.58	
W2- W3	9.55	3.2	316°	3.30°						
					2	0.48	0.49	1.2	0.5	
					3.2	0	0.91	1.03	0.52	
W3- W4	12.75	2.06	20°	2.60°						
					1	0.64	0.46	1.12	0.38	
					2.06	1	0	1.2	0.42	
W4- W5	14.81	7.24	15°	0.30°						
					3	0.45	0.5	1.22	0.43	
					6	0.1	0.7	1.25	0.62	
					7.24	0	0.8	1.18	0.66	
W5- W6	22.05	2.71	24°	0.60°						
					1.5	0.42	0.52	1.23	0.62	
					2.71	0.95	0	1	0.63	
W6- W7	24.76	2.8	303°	1°						
					1	0.5	1.14	1.05	0.62	
					2.8	0	1.35	1.1	0.65	
W7- W8	27.56	7.94	291°	6°						
					3	0.64	0.95	1.2	0.4	
					6	0.78	0.35	1.27	0.48	
					7.94	1.33	0	1.32	0.66	
W8- W9	35.5	7	293°	1.30°						
					3	0.7	0.69	1.16	0.48	
					6	0.34	1.07	1.17	0.4	
					7	0	1.4	1.1	0.6	
W9- W10	42.5	10.5	298°	6.30°						
					3	0.23	1.37	1.17	0.45	
					6	0.32	1.2	1.18	0.4	
					10.5	1.05	0	1.3	0.5	
W10- W11	53	3.4	273°	3.60°						
					2	0.8	0.4	1.2	0.5	
					3.4	0	1.18	1.2	0.5	
W11- W12	56.4	6.5	320°	6.30°						
					3	0.76	0.6	1.2	0.52	
					6.5	1.2	0	1.4	0.55	
W12- W13	62.9	12	324°	5.60°						
					3	1	0.5	1.38	0.45	
					6	0.95	0.75	1.29	0.65	
					9	1.07	0.9	1.3	0.8	
					12	0	1.37	1.6	0.7	
W13- W14	74.9	13.7	312°	2.60°						
					3	0.57	0.02	1.35	0.9	
					6	1.05	0.55	1.3	0.98	
					9	1.02	0.42	1.3	0.53	
					12	1.1	0.4	1.35	0.35	
					13.7	1.25	0	1.5	0.55	

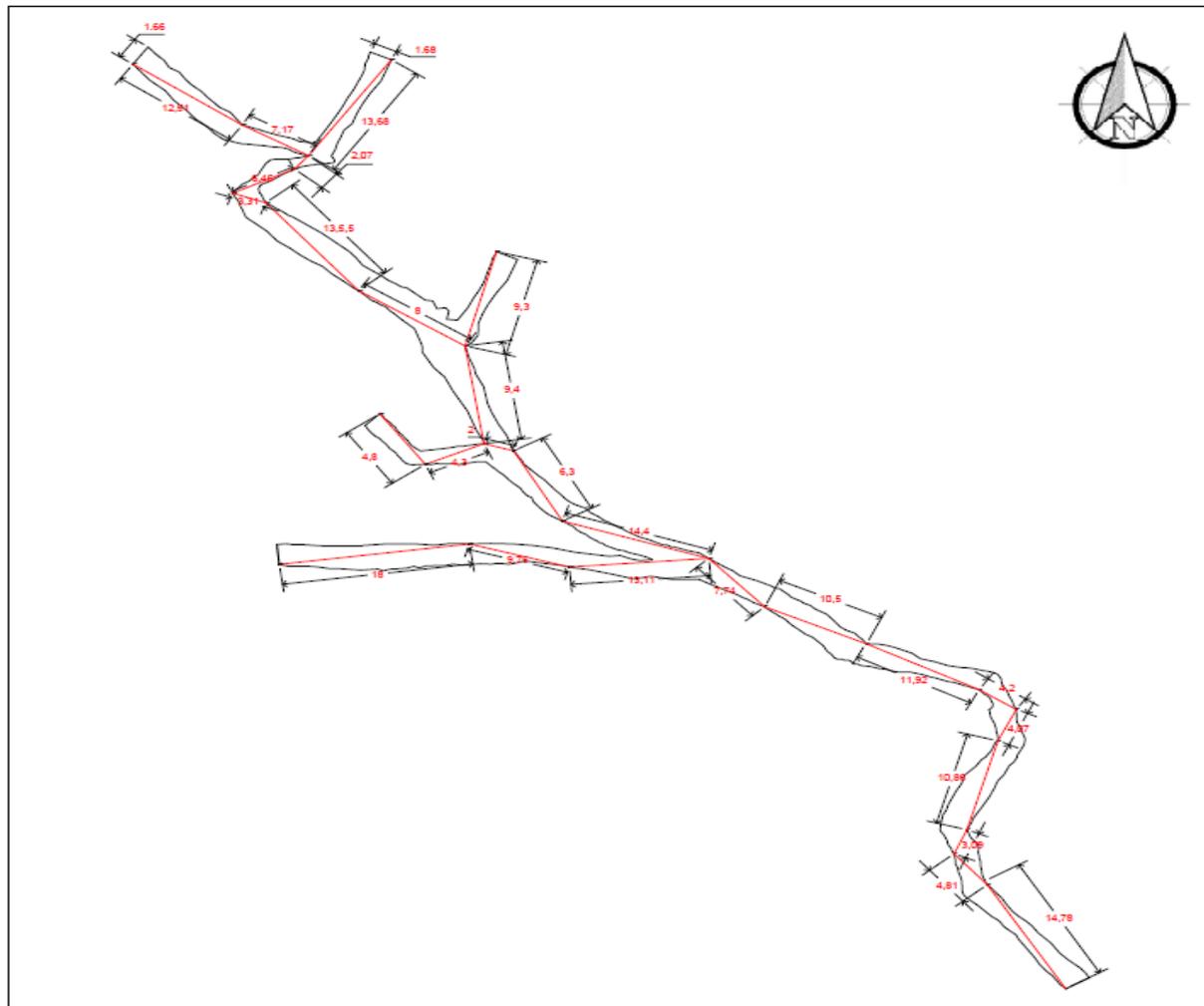
W14- W15	88.6	2.2	287°	2.30°					
					1	0.8	0.66	1.38	0.5
					2.2	0	1.74	1.68	0.3
W15- W16	90.8	4.3	65°	-1.6					
					2	1.08	0.51	1.27	0.23
					4.3	1.78	0	1.45	0.25
W16- W17	95.1	1.4	30°	10°					
					1	0.4	1.1	1.1	0.38
					1.4	0	1.5	1.08	0.35
W17- W18	96.5	4.8	295°	5°					
					2.4	0.56	0.58	1.1	0.51
					4.8	1.1	0	1.08	0.9
W18- W19	101.3	9.4	318°	4.30°					
					3.2	0.7	0.5	1.13	0.4
					6.4	0.6	0.55	1.12	0.38
					9.4	0	1.1	1.1	0.36
W19- W20	110.7	9.3	293°	3°					
					3	0.66	0.83	1.4	0.45
					6	0.85	0.6	1.43	0.46
					9.3	1.52	0	1.44	0.48
w20-w21	120	10	321°	4°					
					3	0.82	0.63	1.4	0.52
					6	0.75	0.77	1.42	0.54
					10	0	1.3	1.39	0.43
W21-W22	130	8.5	295°	3.30°					
					3	0.55	0.68	1.44	0.46
					6	0.86	0.52	1.5	0.42
					8.5	1.22	0	1.43	0.43
W22-W23	138.5	12	315°	5.30°					
					3	0.8	0.62	1.41	0.38
					6	0.65	0.75	1.4	0.39
					9	0.61	0.8	1.38	0.4
					12	0	1.38	1.2	0.48
W23-W24	150.5	10	290°	3.60°					
					3	0.65	0.83	1.4	0.42
					6	0.76	0.75	1.43	0.41
					10	1.43	0	1.45	0.41
W24-W25	160.5	11	312°	4.30°					
					3	0.88	0.6	1.43	0.48
					6	0.72	0.7	1.41	0.45
					9	0.6	0.89	1.42	0.46
					11	0	1.43	1.44	0.48
W25-W26	171.5	15	296°	3.30°					
					3	0.58	0.93	1.48	0.45
					6	0.66	0.96	1.5	0.43
					9	0.85	0.68	1.47	0.41
					12	0.93	0.56	1.46	0.46
					15	1.5	0	1.42	0.48
W26-W27	186.5	13	318°	2.60°					
					3	0.87	0.61	1.45	0.5
					6	0.73	0.69	1.45	0.48
					9	0.6	0.89	1.42	0.46
					13	0	1.5	1.43	0.49
W27-W28	199.5	10	294°	3.30°					
					3	0.62	0.89	1.41	0.49
					6	0.78	0.72	1.45	0.5
					10	1.52	0	1.45	0.48
W28-W29	209.5								

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 12: Cuadro de la cartilla topográfica de conversión de la galería principal del nivel 2650.

CARTILLA TOPOGRÁFICA													
EST	VAD	AZIMUT LEIDO	DECLINACIÓN MAGNETICA	AZIMUT CORREGIDO	AZIMUT CORREGIDO	DISTAN. INCLIN.	ANGULO VERTICAL	DISTAN. HORIZON.	DV.	COORDENADAS (ESTE,NORTE)		COTAS (msnm)	POINT
										E X (SEN)	N Y (COS)	COTA	NAME
w0	w1									777869.840	9284156.580	2650.210	w1
w1	w2	325.°00'00"	004.°00'00"	329.0000	329.°00'00"	9.550	005.°00'00"	9.514	0.832	777864.940	9284164.735	2651.042	w2
w2	w3	316.°00'00"	003.°30'00"	319.5000	319.°30'00"	3.200	004.°00'00"	3.192	0.223	777862.867	9284167.162	2651.266	w3
w3	w4	020.°00'00"	002.°60'00"	23.0000	023.°00'00"	2.060	002.°60'00"	2.057	0.108	777863.671	9284169.056	2651.373	w4
w4	w5	015.°00'00"	00.°30'00"	15.5000	015.°30'00"	7.240	000.°30'00"	7.240	0.063	777865.605	9284176.032	2651.437	w5
w5	w6	024.°00'00"	00.°60'00"	25.0000	025.°00'00"	2.710	000.°60'00"	2.710	0.047	777866.751	9284178.488	2651.484	w6
w6	w7	303.°00'00"	001.°00'00"	304.0000	304.°00'00"	2.800	001.°00'00"	2.800	0.049	777864.430	9284180.053	2651.533	w7
w7	w8	291.°00'00"	006.°00'00"	297.0000	297.°00'00"	7.940	006.°00'00"	7.897	0.830	777857.394	9284183.638	2652.363	w8
w8	w9	293.°00'00"	001.°30'00"	294.5000	294.°30'00"	7.000	001.°30'00"	6.998	0.183	777851.026	9284186.540	2652.546	w9
w9	w10	298.°00'00"	006.°30'00"	304.5000	304.°30'00"	10.500	006.°30'00"	10.433	1.189	777842.429	9284192.449	2653.735	w10
w10	w11	273.°00'00"	003.°60'00"	277.0000	277.°00'00"	3.400	003.°60'00"	3.392	0.237	777839.062	9284192.863	2653.972	w11
w11	w12	320.°00'00"	006.°30'00"	326.5000	326.°30'00"	6.500	006.°30'00"	6.458	0.736	777835.498	9284198.248	2654.708	w12
w12	w13	324.°00'00"	005.°60'00"	330.0000	330.°00'00"	12.000	005.°60'00"	11.934	1.254	777829.530	9284208.583	2655.962	w13
w13	w14	312.°00'00"	002.°60'00"	315.0000	315.°00'00"	13.700	002.°60'00"	13.681	0.717	777819.856	9284218.258	2656.679	w14
w14	w15	287.°00'00"	002.°30'00"	289.5000	289.°30'00"	2.200	002.°30'00"	2.198	0.096	777817.785	9284218.991	2656.775	w15
w15	w16	065.°00'00"	-001.°60'00"	63.6667	063.°39'60"	4.300	-001.°60'00"	4.299	-0.100	777821.637	9284220.898	2656.675	w16
w16	w17	030.°00'00"	010.°00'00"	40.0000	040.°00'00"	1.400	010.°00'00"	1.379	0.243	777822.524	9284221.954	2656.918	w17
w17	w18	295.°00'00"	005.°00'00"	300.0000	300.°00'00"	4.800	005.°00'00"	4.782	0.418	777818.382	9284224.345	2657.336	w18
w18	w19	318.°00'00"	004.°30'00"	322.5000	322.°30'00"	9.400	004.°30'00"	9.371	0.738	777812.678	9284231.780	2658.074	w19
w19	w20	293.°00'00"	003.°00'00"	296.0000	296.°00'00"	9.300	003.°00'00"	9.287	0.487	777804.330	9284235.851	2658.560	w20
w20	w21	321.°00'00"	004.°00'00"	325.0000	325.°00'00"	10.000	004.°00'00"	9.976	0.698	777798.609	9284244.023	2659.258	w21
w21	w22	295.°00'00"	003.°30'00"	298.5000	298.°30'00"	8.500	003.°30'00"	8.484	0.519	777791.153	9284248.071	2659.777	w22
w22	w23	315.°00'00"	005.°30'00"	320.5000	320.°30'00"	12.000	005.°30'00"	11.945	1.150	777783.555	9284257.288	2660.927	w23
w23	w24	290.°00'00"	003.°60'00"	294.0000	294.°00'00"	10.000	003.°60'00"	9.976	0.698	777774.442	9284261.345	2661.625	w24
w24	w25	312.°00'00"	004.°30'00"	316.5000	316.°30'00"	11.000	004.°30'00"	10.966	0.863	777766.893	9284269.300	2662.488	w25
w25	w26	296.°00'00"	003.°30'00"	299.5000	299.°30'00"	15.000	003.°30'00"	14.972	0.916	777753.862	9284276.672	2663.403	w26
w26	w27	318.°00'00"	002.°60'00"	321.0000	321.°00'00"	13.000	002.°60'00"	12.982	0.680	777745.692	9284286.761	2664.084	w27
w27	w28	294.°00'00"	003.°30'00"	297.5000	297.°30'00"	10.000	003.°30'00"	9.981	0.610	777736.838	9284291.370	2664.694	w28
w28	w29	302.°00'00"	002.°30'00"	304.5000	304.°30'00"	8.400	002.°30'00"	8.392	0.366	777729.922	9284296.123	2665.061	w29
w29	w30	308.°00'00"	003.°30'00"	311.5000	311.°30'00"	9.300	003.°30'00"	9.283	0.568	777722.970	9284302.274	2665.628	w30

Fuente: Elaboración Propia.



LEYENDA	
	PUNTO TOPOGRÁFICO
	ORIENTACIÓN
	CONTORNO

 UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO FILIAL CHICLA YÓ ESCUELA DE INGENIERÍA DE MINAS			
PLANO TOPOGRÁFICO			
TESISTA:	YONER MEJIA HERRERA	FECHA:	30/11/2019
DATUM:	VG584-GEOGRÁFICA	LÁMINA:	A1
ESCALA:	1/150		

Figura 11: Plano topográfico de la galería principal del nivel 2650 en AutoCAD Civil 3D

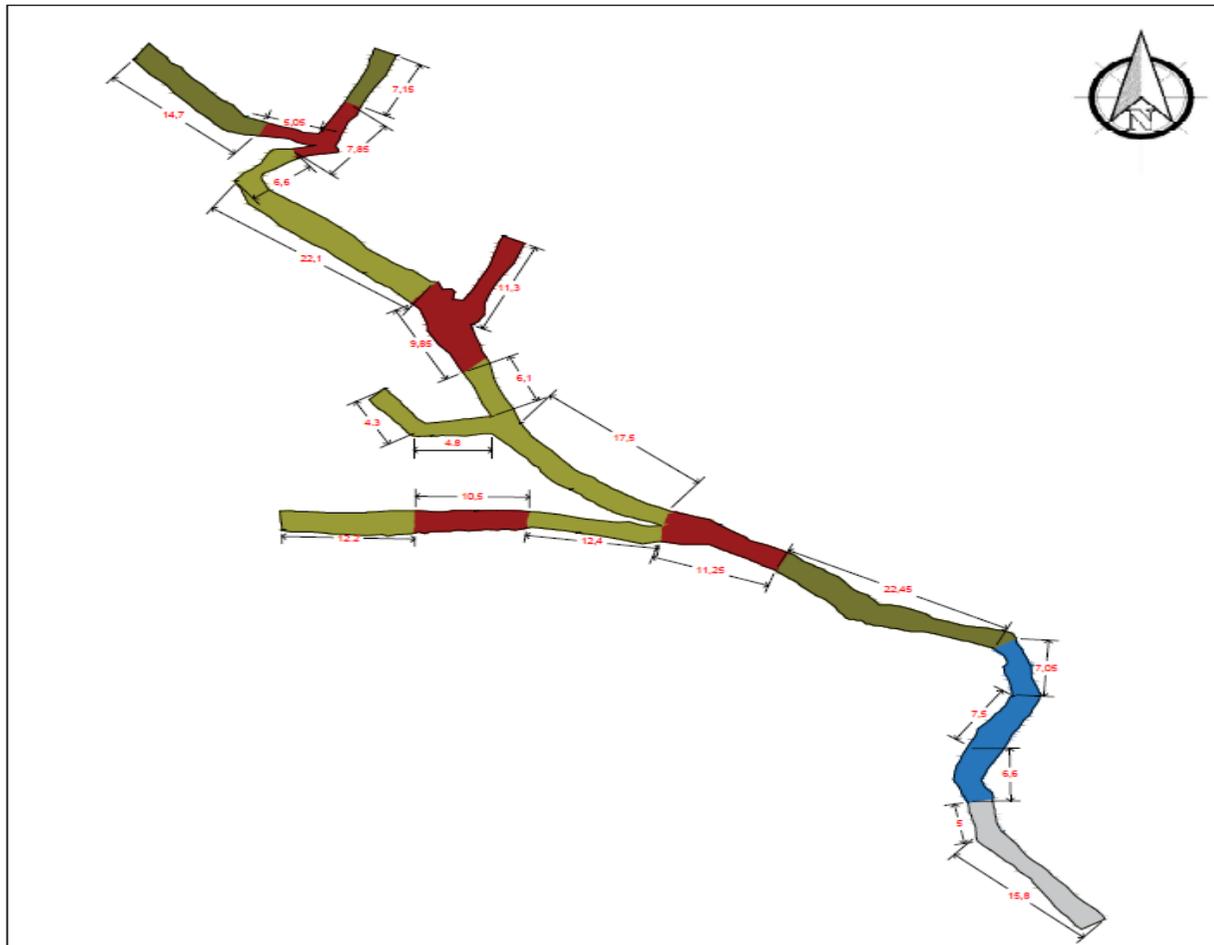
Fuente: Elaboración Propia.

4.3 Realización del estudio geomecánico a través de las tablas RMR en la galería principal del nivel 2650 de la concesión Séptima Maravilla II, Chalamarca.

Las tablas RMR de Bieniawski de 1989 ayudaron a conocer la calidad del macizo rocoso que presenta la galería principal del nivel 2560; por lo que se tomó datos cada 10 metros llegando así a obtener 20 puntos por los 200 metros de longitud.

(Ver anexo de la 8 hasta 17)

El plano de la zonificación geomecánico fue realizada gracias a la aplicación de las tablas RMR. **(Ver Anexo N° 18)**



LEYENDA	
	PUNTO TOPOGRÁFICO
	CONTORNO
	ROCA BUENA
	ROCA REGULAR
	ROCA POBRE
	ROCA MUY POBRE

 UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO FILIAL CHICLAYO ESCUELA DE INGENIERÍA DE MINAS			
ZONIFICACIÓN GEOMECÁNICA			
TESISTA:	YONER MIJIA HERRERA	FUCHA:	30/11/2019
DATUM:	VGS84-GEOGRÁFICA	LÁMINA:	A1
ESCALA:	1/150		

Figura 12: Plano de Zonificación Geomecánica de la galería principal del nivel 2650.

Fuente: Elaboración Propia.

Concluyendo que se identificada una variación de rocas entre ellas: Buena, Regular, Pobre y Muy Pobre. Por lo que significa que en el primer tramo conformada por 20 metros (cruce) no es necesario aplicar un sostenimiento debido a las mismas características del macizo rocoso por ser una roca BUENA y es por ello por lo que cuenta con un auto sostenimiento mayor a 1 año, ya que este dato es indicado en el cuadro de valores de clasificación de Bieniawski. Ya que el estudio a la resistencia de la comprensión simple fue dado in situ por el martillo geólogo basado en las tablas (Grado de dureza de la roca y estimación en terreno de la resistencia en comprensión uniaxial) ya que es una roca extremadamente resistente y causan descentramientos superficiales. El parámetro RQD tuvo como valor 17 ya que fue evaluado en el mismo lugar por una fórmula por el número de juntas. Así mismo, el espaciamiento entre discontinuidades está evaluado con 10 por lo que indica que la medida está en un intervalo de 0.60 – 0.20 m. En las condiciones de las discontinuidades están estimados de acuerdo con los 5 subindicadores. Las aguas subterráneas son ligeramente húmedas por lo que a simple vista se observa dicha humedad. Y por último presenta una clase de roca buena lo cual es favorable en la orientación de la discontinuidad.

Así mismo, en el segundo tramo se muestra roca REGULAR, en la cual ya es necesario aplicar sostenimiento a partir de una semana después de haber realizado el arranque del material de interés. Cuyos datos del estudio geomecánico indican que para la resistencia de la comprensión uniaxial se utilizó los mismos cuadros empleados en los primeros tramos, donde el dato obtenido fue de 7 mostrando que con varios golpes recién se puede romper la roca. Para el estudio del RQD se empleó la fórmula in situ por lo que no fue necesario sacar muestras en laboratorio para el análisis logrando una puntuación de 8 cuyo porcentaje se encuentran entre los 50 – 25. Además, el espaciamiento entre discontinuidades es fijas hasta los últimos 160 metros de avance. Las condiciones de las discontinuidades son establecidas en la tabla N° 8, por lo que no varían con los 20 metros anteriores. También el parámetro de aguas subterráneas es evaluado por la presencia de humedad y para terminar la

orientación de discontinuidades es favorable porque el rumbo es perpendicular al eje del túnel cuyo buzamiento oscila entre los 20° a 45°.

También se encuentra roca POBRE, cuyas características del macizo rocoso indican, ya que según la tabla de valores de clasificación RMR de Bienawiski **(Ver tabla N° 1 y 2)** indica que el tiempo de auto sostenimiento de este tipo de roca es de 10 horas por 2.5 metros de apertura. A partir de esta distancia el mapeo geomecánico indica que los valores de los parámetros son muy bajos porque se observa desprendimientos de rocas, paradas en las labores y baja producción. Como un primer parámetro se tiene a la resistencia a la compresión uniaxial ya que un trozo de roca puede fracturarse con un único golpe del martillo geológico, pero no es posible descostrar la roca con un cortaplumas cuya valuación es 4. En el RQD presenta un porcentaje menor a 25, de tal manera que su valor de estudio es 3. Los espaciamientos entre discontinuidades son menores a 0.06 metros cuyo valor es 5. Las aguas subterráneas son presentadas por goteo en algunos tramos.

Existen rocas MUY POBRE, en 4 tramos con distancias de 70 a 80 metros, 95 a 105 metros, 145 a 155 metros y 185 a 195 metros. Por lo que fueron tomados como puntos críticos para la colocación del sostenimiento y es necesario implementar sostenimiento con urgencia por los desprendimientos constantes en interior mina. La resistencia de la roca intacta (MPa) es evaluada in situ por el martillo geólogo en donde las tablas del grado de dureza y la estimación en terreno de la resistencia en compresión uniaxial es valorizada como 4. El RQD (%) tiene como evaluación 3 demostrando que el resultado de la fórmula empleada es menor a 25. En las condiciones de las discontinuidades la resistencia está dada en los valores promedio de 10 a 20 metros, la abertura es abierta de 1 a 5 mm, presenta rugosidad, el relleno es blando menor a 5 mm y es altamente meteorizada. Conjuntamente, las aguas subterráneas fluyen por ese tramo. Y, por último, la orientación es favorable.

4.4 Establecimiento de controles para evitar accidentes por desprendimiento de rocas.

Para la identificación de los peligros y evaluación de riesgos se empleó el instrumento IPERC, cuyo fin es evaluar las labores y aplicar controles para minimizar accidentabilidad y paradas en las faenas mineras.

Los controles están clasificados en seguridad, geomecánico y sostenimiento, por lo que cada uno de ellos tiene una función específica. Así mismo, la evaluación se realiza a diario ya que los trabajadores fueron capacitados para aplicar dicho instrumento antes de empezar sus labores.

4.4.1 IPERC: Gracias a su aplicación se identificó lo siguiente: **(Ver anexo N° 19 - 20)**

CONTROLES DE SEGURIDAD:

Tabla 14: *Tabla IPER en el área de seguridad en la galería principal del nivel 2650.*

Peligro	Riesgo	Medida de control a Implementar	Evaluación IPER	Evaluación Riesgo Residual
Desorden	Trabajadores accidentados	Mantener orden y limpieza los accesos	13	24
Piso Mojado	Accidentes por resbaladura	Implementar drenaje	13	24

Temperatura Elevada	Fatiga / Desmayo	Implementar ventilación	13	24
Polvo	Silicosis	Uso de Respiradores	13	22

Fuente: Elaboración Propia.

Fueron elegidos dichos controles para minimizar los peligros y evitar los riesgos. Por ende se evitará accidentes a los trabajadores y así lograr ambientes seguros al momento de la extracción del mineral a la zona de acopio. Además, para la temperatura elevada se tendrá que implementar ventilación cuyo fin es mantener fresca la labor para evitar las fatigas y desmayos a los trabajadores. También el polvo producido al momento del arranque causa contaminación a los trabajadores, generando con el pasar de los años silicosis, es por ello que es obligatorio el uso de respiradores. Cumpliendo así con los artículos del reglamento de seguridad y salud minera los cuales velan por la integridad y salud de los trabajadores.

CONTROL GEOMECÁNICO:

Tabla 15: *Tabla IPER en el área geomecánica en la galería principal del nivel 2650.*

Peligro	Riesgo	Medida de control a Implementar	Evaluación IPER	Evaluación Riesgo Residual
Roca suelta	Caída de Rocas	Desate de roca y Enmaderación	8	22

Fuente: Elaboración Propia.

La roca suelta provoca desprendimientos del macizo rocoso por lo que es obligatorio desatar las rocas después del arranque del mineral, de tal manera que las labores estén seguras. Ya que existe una roca de clase MUY POBRE que ocasiona dicho acto. Del mismo modo la aplicación del sistema de

sostenimiento pasivo de enmaderado resulta de gran ayuda porque soporta las fuerzas que ejerce el macizo rocoso provocando la caída de rocas.

CONTROL DE SOSTENIMIENTO:

Tabla 16: *Tabla IPER en sostenimiento en la galería principal del nivel 2650.*

Peligro	Riesgo	Medida de control a Implementar	Evaluación IPER	Evaluación Riesgo Residual
Pandeo de Madera	Ruptura de la madera	Cambio de puntal	8	24

Fuente: Elaboración Propia.

Las fuerzas que son ejercidas a la roca caja provocan el desequilibrio en las labores, por lo que los puntales de madera que están colocas de forma improvisada, ocasiona ruptura generando así labores inseguras. Es por ello la medida de control a implementar es el cambio de puntal, ya que en primera instancia se debe evaluar la calidad en la que se encuentra el macizo rocoso para así optar el tipo de sostenimiento (en este caso cuadros de madera).

4.5 Selección del tipo de sostenimiento de acuerdo al comportamiento del macizo rocoso:

Para la selección del sostenimiento ideal, se realizó estudios previos en la cual se obtuvo datos que reflejan la condición a la que se expone la galería principal. Por lo que mediante una tabla se resume los sistemas de sostenimientos y a la opción a tomar.

Tabla 17: *Tabla resumen del tipo de sostenimiento y tipo de roca.*

Tipo de Sostenimiento		Tipo de Roca
PASIVO	Mallas	Rocas intensamente fracturadas.
	Cimbras	Roca muy débil – Calidad mala a muy mala
	Cintas Metálicas	Rocas circundantes de calidad dura
	Enmaderado	Roca muy fracturada y alterada Clase Pobre
ACTIVO	Barra Helicoidal	Roca dura (sostiene bloques grandes)
	Pernos de Anclaje	Rocas suaves
	Split Set	Rocas duras
	Shotcrete	Roca regular

Fuente: Elaboración Propia

El estudio geomecánico realizado in situ, determinó la calidad de roca POBRE y MUY POBRE, reflejando en la última clase 4 puntos críticos, por lo que se opta tomar el sostenimiento correcto es el enmaderado, lo cual soporta rocas muy fracturadas y alteradas de manera ya que es una estructura que soporta las fuerzas ejercidas en el macizo rocoso. Para el diseño de los cuadros de madera, se debe contar con parámetros entre ellas las siguientes:

Tabla 18: *Parámetros para el diseño de cuadros de madera.*

PARÁMETROS		
Dimensión de la galería principal (metros)		1.60 de ancho y 1.80 de alto
Dimensión	Solera (metros)	1.60

	Cuña (cm)	0.30 – 0.50
	Hastiales (metros)	1.86
	Sombrero (metros)	1.70
	Tirante (metros)	1.50
Tipo de madera		Eucalipto
Espaciamiento (metros)		1.50

Fuente: Elaboración Propia

Para determinar el espaciamiento entre cuadros de madera se empleó la tabla estimado de presión (**Ver Anexo 25**), basándose a la condición de la carga (moderadamente fracturada y grietosa), obteniendo un resultado sugerido de 4 a 5 pies.

TIPO DE TERRENO:

La galería principal presenta fragmentos de tamaño fino y grueso, en la que provocan inestabilidad en la caja techo y hastiales. Es por ello que el sostenimiento en labores mineras subterráneas según Hoek (2004) lo califica como terreno suave, teniendo como soporte a Cuadros de Madera.

Dado a estos parámetros se realizó el diseño del sostenimiento pasivo de enmaderación (cuadros de madera) en el softwar SketchUp Hacer 2017. En donde se especifica las dimensiones tomadas después del análisis del macizo rocoso.

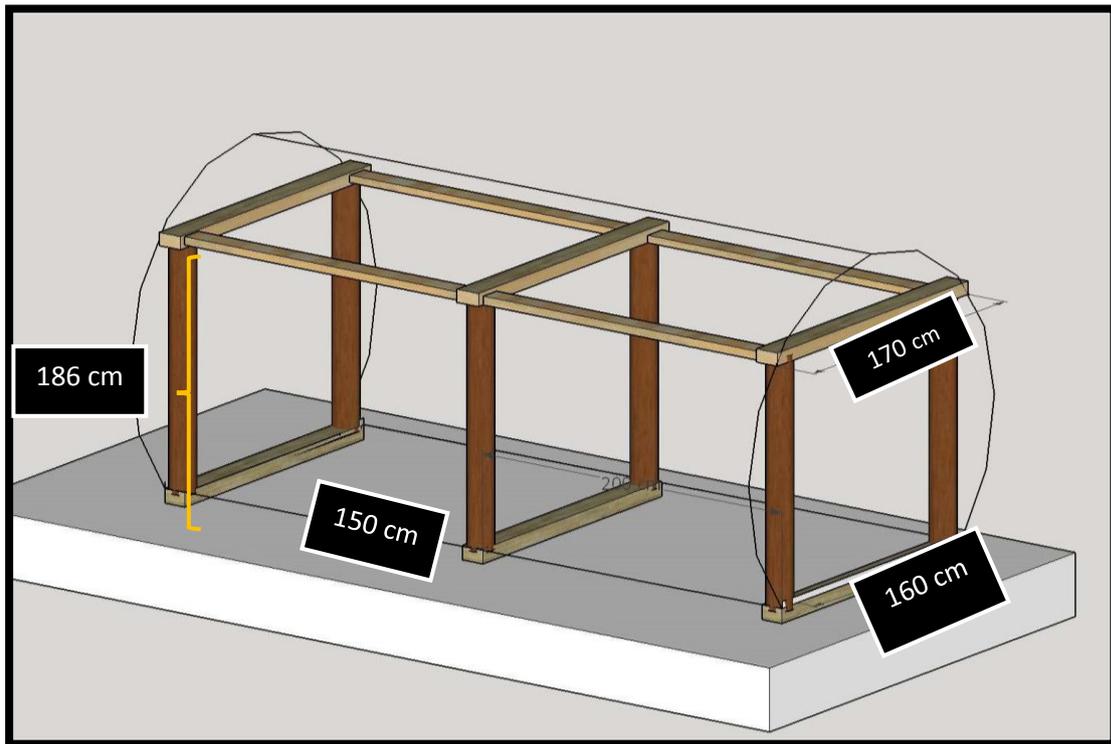


Figura 13: Diseño de cuadros de madera para el sostenimiento de la galería principal del nivel 2650.

Fuente: Elaboración Propia.

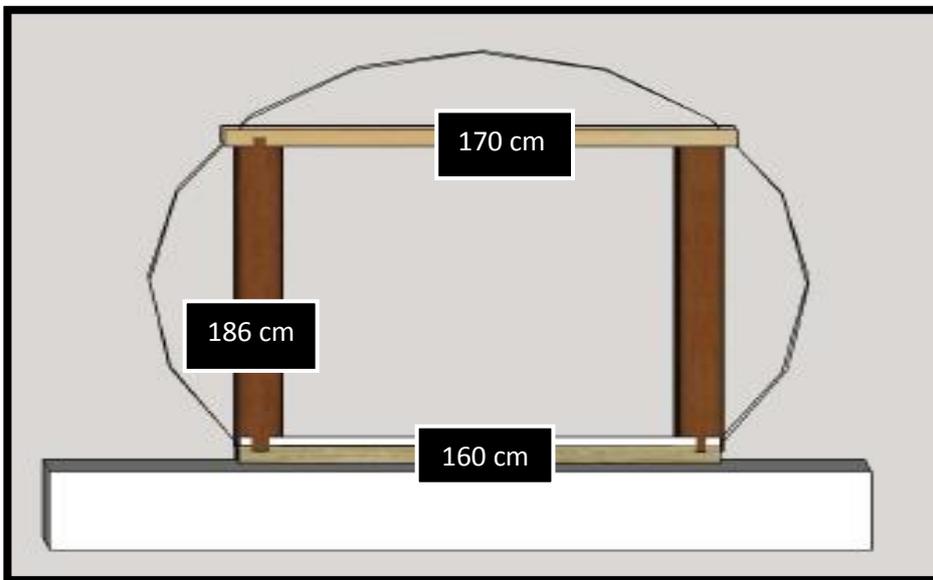


Figura 14: Diseño de cuadros de madera para el sostenimiento de la galería principal del nivel 2650.

Fuente: Elaboración Propia.

CURADO DE LA MADERA:

Este proceso consiste en tratar al material con productos químicos, ya que la presencia de la humedad genera descomposición de la madera, por lo que debe ser tratada para aumentar su durabilidad. Entre los más utilizados se tiene: Cloruro de Zinc, Cloruro Sódico y Alquitrán de Hulla, dichos químicos son derivados de la Creosota, lo cual es definida como un protector orgánico natural y es utilizado por la capacidad de retención, penetración y protección.

La curación es dada de la siguiente forma: La madera será cubierta mediante pulverización con la Creosota. Todo ello es dado antes de ser colocadas como soporte.

COSTOS DE MADERA Y TRATADO:

Los costos son establecidos de acuerdo a la sección de la labor y cantidad de los componentes del cuadro de madera.

Tabla 19: Costo unitario de cuadros de madera.

SECCIÓN DE LABOR		1.60 metros por 1.80 metros		
COSTOS DE CUADROS DE MADERA				
DIMENSIÓN		CANTIDAD		PRECIO (soles)
MADERA	EUCALIPTO	6" - 8"	2 metros	20
COMPONENTES	HASTIALES	2		40
	SOLERA	1		20
	SOMBRERO	1		20
	TIRANTE	2		40
	CUÑA	2		----
CURADO	CREOSOTA	1 litro		26
TOTAL				146

Fuente: Elaboración Propia

Se explica del cuadro anterior, que para la implementación de un cuadro de madera se genera egreso de 146 soles (sin considerar mano de obra). Por lo que, según estudios, la galería principal presenta roca MUY POBRE, es por eso

que se establece puntos críticos en donde es necesario colocar el sostenimiento pasivo.

Para la ejecución de los cuadros de madera se optó en contratar a 2 personas adicionales (maestro enmaderador y ayudante) que cumplan la función y tengan experiencias en lo requerido. Esto ocasiona una inversión que se presenta a continuación:

Tabla 20: *Tabla de costo de cuadros de madera con encribado completo en la galería principal del nivel 2650.*

PAGO DE MANO DE OBRA ADICIONAL					
	Pago Semanal (nuevos soles)	Pago Mensual	Pago Diario	Días por trabajar	Total (Soles)
Maestro Enmaderador	450	1800	75	19	S/ 1,400.00
Ayudante	400	1600	67	19	S/ 1,244.44
ALIMENTACIÓN					
	Costo por día (nuevos soles)		Días trabajados		Total (Soles)
Maestro Enmaderador	20		19		S/ 373.33
Ayudante	20		19		S/ 373.33
CUADROS DE MADERA					
Metros	Cantidad de cuadros		Costo por Cuadro (nuevos soles)		Total (nuevos soles)
56	37		146		S/5,402.00
ENCRIBADO COMPLETO					
	Cantidad		Costo		Total (nuevos soles)

Número de puntales por encribado	12	S/20.00	S/240.00
Numero de encribados	33	-----	S/7,920.00
TOTAL			S/16,953.11

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 21: *Tabla de costo de cuadros de madera con encribado techo en la galería principal del nivel 2650.*

PAGO DE MANO DE OBRA ADICIONAL					
	Pago Semanal (nuevos soles)	Pago Mensual	Pago Diario	Dias por trabajar	Total (Soles)
Maestro Enmaderador	450	1800	75	19	S/ 1,400.00
Ayudante	400	1600	67	19	S/ 1,244.44
ALIMENTACIÓN					
	Costo por día (nuevos soles)		Días trabajados		Total (Soles)
Maestro Enmaderador	20		19		S/ 373.33
Ayudante	20		19		S/ 373.33
CUADROS DE MADERA					
Metros	Cantidad de cuadros		Costo por Cuadro (nuevos soles)		Total (nuevos soles)
56	37		146		S/5,402.00
ENCRIBADO TECHO					
	Cantidad	Costo		Total (nuevos soles)	
Número de puntales por encribado	4	S/20.00		S/80.00	

Numero de encribados	33	-----	S/2,640.00
TOTAL			S/11,513.11

Fuente: Elaboración Propia.

Los cuadros de madera, servirá de soporte en la galería principal del nivel 2650, generando así un aumento o mejora de producción, por lo que se pretende minimizar y controlar las falencias producidas. Dado que en la actualidad no presentan una producción estable debido a los constantes desprendimientos de rocas y por ende paradas de actividades.

Para el incremento de producción, primero se debe equilibrar a 13 toneladas diarias para luego ascender a 2 tn/diarias teniendo un total de 15 tn/día.

Tabla 22: *Producción de la galería principal del nivel 2650.*

PRODUCCIÓN	
Producción diaria (tn)	13
Producción al mes (tn)	312
Incrementar (tn diarias)	2
Producción nueva (tn/día)	15
Producción nueva mensual (tn)	360
Producción mensual a incrementar	48

Fuente: Elaboración Propia

Por lo que el porcentaje de incremento mensual de producción es lo siguiente:

Tabla 23: *Porcentaje de incremento mensual de producción.*

312 tn/mes	100%
48 tn/mes	15%

Fuente: Elaboración Propia

En lo que se indica que genera un incremento de 15% en su producción al implementar cuadros de madera.

Por último, se tiene la comparación con el sostenimiento de cimbras siendo excluido por su alto costo.

Tabla 24: *Costo en la implementación del sostenimiento de cimbras 6H20.*

PAGO DE MANO DE OBRA					
	Pago Semanal (nuevos soles)	Pago Mensual	Pago Diario	Días por trabajar	Total (Soles)
Maestro Cimbrero	660	2640	110	14	1540
Ayudante	660	2640	110	14	1540
ALIMENTACIÓN					
	Costo por día (nuevos soles)		Días trabajados		Total (Soles)
Maestro Cimbrero	20		14		280
Ayudante	20		14		280
CIMBRA 6H20					
Metros	Cantidad de cimbras		Costo unitario (nuevos soles)		Total (nuevos soles)
56	28		970.96		27186.88
TOTAL					S/30,826.88

Fuente: Núñez (pág. 46 – 2017)

V. DISCUSIÓN:

La presente investigación se centró en proponer un sistema de sostenimiento para mejorar la producción en la galería principal del nivel 2650 de la concesión Séptima Maravilla II, Chalamarca, por lo que los resultados obtenidos comprueban dicha hipótesis, de tal manera que para la selección del sostenimiento fue necesario realizar estudios geomecánicos (tablas RMR), en donde se conoce la calidad del macizo rocoso existente en la zona de estudio, lo cual ayudará en el aumento de la producción, así mismo me basé de criterios geológicos, hidrogeológicos y de la topografía en la zona de estudio. Todo esto es comprobado en la investigación de Murtua (2012), quien en Huancayo afirma que para superar las bajas en la producción de carbón en la concesión Oyon 2 unidad Pampahuay es necesario realizar cambios en el método de explotación por lo que es ineludible implementar sostenimiento de cuadros de madera (eucalipto), ya que fue determinado por el estudio geomecánico del macizo rocoso donde obtuvo roca POBRE altamente fracturada y alterada, recalando así que este tipo de fortificación es de fácil colocación y bajo costo; además empleó parámetros geológicos, hidrogeológicos y topografía de la mina.

En relación a la geología Regional la concesión Séptima Maravilla II está situada en el cuadrángulo Lonya Grande (13-g) con dominio Olmos – Loja, con diferentes unidades litoestratigráficas. En lo local predomina el grupo Goyllarisquizga (Ki-g) encontrando rocas sedimentarias y metamórficas entre ellas: areniscas, cuarcita blanquecinas y marrones, conglomerados de lutitas carbonosas y depósitos de carbón antracítico, dichos datos fueron recolectados gracias a la aplicación de cartas geológicas del Geocatmin. Todo lo dicho anteriormente se comprueba con el autor Arana (2015) en su investigación de yacimientos carboníferos de la unidad Minera Chimú en donde afirma que al emplear mapeo geológico resulta preciso el estudio de las rocas existentes en la zona carbonífera, es por ello que él se basa en el cuadrángulo San Marcos (15-g) en donde presenta diversas formaciones, entre ellas: Chicama, Goyllarisquizga, Chimú, Santa, Carhuaz, Farrat, Inca, Chuléc, Pariatambo y Calipuy. En la que se encuentra rocas sedimentarias y metamórficas como cuarcitas en la parte

superior, en lo inferior lutitas marrones y por último formaciones de depósitos de carbón antracítico en el grupo Goyllarisquizga.

Existen diversos autores que afirman que para la realizar levantamiento topográfico de las labores mineras, utilizan la Estación Total, ya que presenta un margen de error en menor proporción. Sin embargo en mi trabajo de investigación no se utiliza dicho instrumento, se realizó de manera manual con la Brújula Colgante, eclímetro y cinta métrica, manteniendo un margen de error considerable, dicho acto permitió obtener datos como la orientación de la labor que por lo general apunta al NW y en algunos tramos NE, de la misma manera se determinó la inclinación de los mantos de carbón teniendo como promedio a 40°, de tal modo que esos datos son anotados en la ficha topográfica para luego ser convertidos mediante una cartilla topográfica a coordenadas las cuales servirá para la realización del diseño de la galería.

El estudio geomecánico permite determinar las características de las rocas presentes en labores mineras, es por ello, que para la realización del estudio geomecánico del macizo rocoso del presenta trabajo de investigación, se empleó las tablas RMR (basada en 5 parámetros) tomadas in situ cada 10 metros en la galería principal. Haciendo un hincapié que por el tipo de material (carbón) es recomendable en el primer parámetro (resistencia de la roca intacta) se utilizó el martillo geólogo para el índice de la carga puntual a través de las tablas del grado de dureza y así mismo estimar in situ la resistencia en compresión uniaxial; de igual manera para el RQD (%) se emplea una fórmula matemática debido a que no se realiza taladros y se toma en cuenta al número de discontinuidades; de tal manera que los resultados obtenidos sobre la calidad rocosa son: BUENA (68 y 65) – REGULAR (45 y 43) – POBRE (33 y 32) – MUY POBRE (18), obteniendo 4 puntos críticos. Coincidiendo lo dicho por el autor Bustamante (2008), que para el estudio del RMR tuvo como condición a la resistencia de golpes de picota basándose de las tablas indicadas anteriormente; obteniendo como valor promedio 28 cuya clase rocosa es MALA.

Los resultados obtenidos también comprueban la hipótesis, que si se mantiene la labor controlada se evitará accidentes y paralización de las actividades por caída de rocas en la galería principal del nivel 2650 de la concesión Séptima Maravilla II, Chalamarca. Ya que en este trabajo de investigación se identificó los peligros y se evaluó los riesgos en la labor y para la reducción de ellos se aplicó controles de seguridad, geomecánica y sostenimiento lo cual permitió minimizar las mismas basándose en el instrumento IPERC. Todo esto conlleva a evitar paradas en las labores y accidentes producto de un mal desate de rocas y sostenimiento inadecuado, en lo que se está de acuerdo con el autor Bustamante (2008) que para reducir el grado accidentes se debe aplicar un buen sostenimiento y estudio geomecánico, además de la implementación del Sistema de Gestión de Seguridad (OHSAS 18001).

El autor Ramírez (2009) diseña, evalúa y estudia la condición de sostenimiento que presenta la empresa C.I Carminales, en primera instancia realiza estudios geológicos, geomecánicos e hidrogeológicos, por lo que después del análisis opta por sostenimiento de cuadros de madera continua con separación de 0.5 metros en labores de carbón, determinado puntos críticos en donde es obligatorio colocar sostenimiento por las condiciones expuesta. El cálculo de las dimensiones del sostenimiento fue dado por las evaluaciones de presiones y cargas actuantes en la caja techo, las dimensiones son las siguientes: sombrero: 1.60 metros, hastiales: 2.16 metros y solera: 2.20 metros; por lo que se es necesario mantener labores seguras y genere productividad a la empresa. Afirmando que en la galería principal del nivel 2650 de la concesión Séptima Maravilla II se seleccionó cuadros de madera para los 4 puntos críticos mostrados en el estudio geomecánico. Teniendo como datos de las dimensiones de su composición: hastiales: 1.80 metros, solera:1.60 metros, sombrero: 1.70 metros y el espaciamiento de: 1.5 metros.

VI. CONCLUSIONES:

1. La concesión Séptima Maravilla II, en su geología regional está situada en el cuadrángulo de Lonya Grande (13-g) con dominio Olmos – Loja en la que predomina en su mayoría rocas sedimentarias y metamórficas. Mientras en lo local pertenece al grupo Goyllarisquizga con lutitas carbonosas, areniscas y depósitos de carbón (tipo antracita). Lo hidrogeológico según el cuadrángulo, indica que el Acuífero Poroso No consolidado Alto es el que alimenta la zona de estudio.
2. Se realizó el levantamiento topográfico teniendo como punto de partida a las coordenadas (N 9284156.58 – E 777869.84) con cota 2651 msnm; se tomó 29 puntos con azimut variados que por lo general orienta al NW. Además, se tuvo como dato el ángulo de inclinación de los mantos que es de 40°.
3. Las tablas geomecánicas RMR indicaron que existen cuatro clases de rocas: BUENA (68 y 65) – REGULAR (45 y 43) – POBRE (33 y 32) – MUY POBRE (18), resaltando que en la roca con menor valoración es necesario implementar sostenimiento con urgencia por el estado incompetente en la que se encuentra.
4. Se estableció controles de seguridad, geomecánica y sostenimiento con el propósito de evitar accidentes en las labores mineras, de tal manera que los trabajadores realicen sus faenas de manera segura y no afecte en su integridad.
5. Se seleccionó el sostenimiento por cuadros de madera por las condiciones en la que se encuentra la galería principal, por lo que el estudio geomecánico determinó los puntos críticos en la que es necesario la implementación de estos.

VII. RECOMENDACIONES:

- En primera instancia se recomienda a la empresa Cia Minera Cleofe S.R.L, que aplique lo determinado, ya que generará mayor producción, evitando retraso al momento de entregar lo establecido a las empresas compradoras y los accidentes producto al desprendimiento de rocas, lo que puede provocar daños económicos y a la integridad física de los trabajadores. Teniendo en cuenta que este tipo de sostenimiento presenta un costo sustentable y no demanda de gastos mayores.
- Es recomendable canalizar el agua subterránea presente en la galería principal para que no afecte en la durabilidad de la madera, ya que la humedad es un agente degradante para dicho material.
- En el caso de ser implementado, se recomienda un control permanente de la madera ya que su vida útil oscila entre 3 a 5 años. Siendo esta afectada por las malas condiciones en la que se presenta.
- Se recomienda también proyección de chimeneas que servirán como ventilación natural de las labores o inyectar aire comprimido, con el fin de evitar fatiga, desmayos, entre otros.

REFERENCIAS:

ACUÑA VIGIL, Percy - URBANO PERÚ. La zonificación y el uso del suelo. [en línea]. 04 de abril del 2006. Disponible en: <http://www.ipdu.pe/documentos/articulos/zonificacionyusodesuelo.pdf>

ARANA Huamani, Jony Victor. Geología y explotación del carbón mina chimú- la libertad-Perú. Tesis (Ingeniero de Minas). Arequipa: Universidad Nacional de San Agustín, 2015. Disponible en: <http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/UNSA/255/B2-M-18455.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

ARRELANO, Henry. Geología. [en línea]. 21 de octubre del 2010. Disponible en: <https://issuu.com/diversidadbiotica/docs/dbv4-geologia>

BONGIORNO, Francisco. Índice de Calidad de la Roca RQD. Clasificaciones de los macizos rocosos según: Barton, Bieniawski y Hoek y Brown. Tesis (Ingeniero Geológico). Colombia: Universidad de los Andes, 2013. Disponible en: <https://mecrocks.files.wordpress.com/2012/03/rqd-rmr-bienawski-e-indice-q.pdf>

BUSTAMANTE Murillo, Aquilino. Geomecanica aplicada en la prevención de pérdidas por caída de rocas mina Hunzala-cia. Minera Santa Luisa S.A. Tesis (Ingeniero de Minas). Lima: Universidad Nacional de Ingeniería, 2008. Disponible en: http://cybertesis.uni.edu.pe/bitstream/uni/591/1/bustamante_ma.pdf

CAIRO Hurtado, Juan. Sostenimiento de Minas. Tesis (Ingeniero de Minas). Huancayo: Universidad Nacional del Centro del Perú, 2009. Disponible en: <https://es.scribd.com/presentation/146596353/Sostenimiento-de-Minas>.

CASTRESANA GONZALES, Leire. Análisis comparativo de metodología de sostenimiento de túneles. Máster en recursos e ingeniería geológicos. Universidad de Oviedo, 2016. Disponible en:

http://digibuo.uniovi.es/dspace/bitstream/10651/38203/6/TFM_%20Leire%20Castresana%20Gonz%C3%A1lez.pdf

COMPUMET EIRL. REVISTA peruana minera y ecológico [en línea]. Agosto 2006, n.º 2. [Fecha de consulta: 25 de abril de 2019]. Disponible en: http://geco.mineroartesanal.com/tiki-download_wiki_attachment.php?attId=627

CORTÉS J, Vicente. Propiedades Físicas. [en línea]. 2001. 23 de abril de 2019. Disponible en: <http://www.factoria3.com/documentos/CARBON.pdf>

CRISPÍN Breña, Orlando y ESPINOZA Huamán, Felimón William. Diseño con cimbras para mejorar el sostenimiento en la rampa (-) 759 Corporación minera Castrovirreyna S.A. Título (Ingeniero de Minas). Huancavelica: Universidad Nacional de Huancavelica; 2013. Disponible en: <http://repositorio.unh.edu.pe/bitstream/handle/UNH/596/TP%20-%20UNH%20MINAS%200013.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

ESCALANTE Guerra, Hernan Amador. Mejoramiento del Sistema de Sostenimiento, con madera, mediante pernos Split set y malla electrosoldada en labores de explotación de la empresa “MACDESA”-Arequipa. Tesis (Ingeniero de Minas). Puno: Universidad Nacional del Altiplano, 2017. Disponible en: http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/6129/Escalante_Guerra_Hernan_Amador.pdf?sequence=1&isAllowed=y

ESCASA INVERSIÓN EN I+D [en línea]. España. 3 de septiembre de 2003. [Fecha de consulta: 14 de abril de 2019]. Disponible en: https://www.elperiodicodearagon.com/noticias/economia/escasa-inversion-i-d_74377.html

ESPINOZA Bustillo, Juan Carlos. Sostenimiento mecanizado en labores mineras, en la compañía de Minas Vulcan S.A.A – Unidad de producción Andaychagua. Tesis (Ingeniero de Minas). Huancayo: Universidad Nacional del Centro del Perú, 2011. Disponible en:

<http://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/UNCP/3162/Espinoza%20Bustillos.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

FERNÁNDEZ, Álvaro & GARCÍA, Manuel. Hidrogeología Básica (Aguas subterráneas y su flujo) [en línea]. 2.ª ed. España, 2008 [fecha de consulta: 14 de abril de 2019]. Disponible en: https://www.academia.edu/2370891/Hidrogeolog%C3%ADa_b%C3%A1sica._Las_aguas_subterr%C3%A1neas_y_su_flujo

GONZALES Sierra, Miguel Alonso y RAMÍREZ ROSAS, Carlos Humberto. Diagnóstico de la accidentabilidad en la pequeña y mediana minería subterránea de la provincia de Sugamuxi. Tesis (Título Ingeniero de Minas). Sogamoso – Boyacá – Colombia: Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, 2016. Disponible en: <https://repositorio.uptc.edu.co/bitstream/001/1610/1/TGT-345.pdf>

GUZMÁN Luis, Eduardo & OROZCO Carcamo, Rodolfo. Cálculo del sostenimiento para la explotación de carbón en la mina La Cabaña, municipio de Mongua – Boyacá. Tesis (Ingeniero de Minas). Colombia: Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, 2011. Disponible en: <https://vdocuments.mx/calculo-del-sostenimiento-para-la-explotacion-de-carbon-en-la-mina-la-cabana.html>

HERNÁNDEZ, Roberto, FERNÁNDEZ, Carlos y BAPTISTA, María del Pilar. Metodología de la Investigación [en línea]. 6ª edición. México, 2015 [fecha de consulta: 14 de mayo de 2019]. Disponible en: <http://observatorio.epacartagena.gov.co/wp-content/uploads/2017/08/metodologia-de-la-investigacion-sexta-edicion.compressed.pdf>. ISSN: 978-1-4562-2396-0

INSTITUTO AMERICANO DEL CONCRETO (ACI). Shotcrete. Seguridad Minera, 2012. [en línea]. [fecha de consulta: 31 de mayo del

2019]. Disponible en: <http://www.revistaseguridadminera.com/operaciones-mineras/metodo-por-via-seca-o-via-humeda/>

INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA [en línea]. Mecánica de Rocas aplicada a la minería metálica subterránea. 2. a. ed. España, 2006 [fecha de consulta: 25 de abril de 2019]. Disponible en: http://info.igme.es/SidPDF/065000/049/65049_0001.pdf

INSTITUTO NACIONAL PARA LA SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL (NIOSH). Sostenimiento de techos y control de rocas. [fecha de consulta: 14 de abril del 2019]. Disponible en: <https://www.cdc.gov/spanish/niosh/mining/topics/sostenimiento.html>

JUÁREZ Ferreras, Rafael. Sostenimiento de talleres en mina de carbón con entibación hidráulica individual. Tesis (Ingeniero de Minas): Universidad de Madrid, 2003. Disponible en: <https://www.academia.edu/16783410/Curso-sostenimiento-mina-subterranea-carbon>

LLANQUE MAQUERA, Oscar. Sostenimiento de labores mineras con madera. Mexico, 12 de octubre 2008, [fecha de consulta: 28 de Mayo de 2019]. Disponible en: <https://es.scribd.com/document/250180742/Sostenimiento-con-madera-pdf>

LÓPEZ Feliz, Geancarlo Antunez. Sostenimiento con pernos tipo Fore Pilling en la mina Pallca, CIA Minera Santa Lucía. Tesis (Ingeniero de Minas). Lima: Universidad Nacional de Ingeniería, 2009. Disponible en: http://cybertesis.uni.edu.pe/bitstream/uni/662/1/lopez_fg.pdf

LUNA León, Jorge. Análisis económico financiero de proyectos mineros de inversión – evaluación del proyecto Corani. Tesis (Ingeniero de Minas). Lima: Universidad Nacional de Ingeniería, 2015. Disponible en: <http://cybertesis.uni.edu.pe/handle/uni/10062>

MANUAL DE APLICACIÓN GEOMECANICA Y DE SOSTENIMIENTO EN LA MINA CHUNGAR – ANIMON. Calameo. [en línea]. 2011. [fecha de consulta: 19 de mayo del 2019]. Disponible en: <https://es.calameo.com/read/000336851f4d5908766e0>

MANUAL DE TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN DOCUMENTAL. [en línea]. 2014. [fecha de consulta: 31 de mayo del 2019]. Disponible en: <https://clea.edu.mx/biblioteca/Jurado%20Yolanda%20-%20Tecnicas%20De%20Investigacion%20Documental.pdf>

MAURTUA Lovaton, José Luis. Proyecto de aplicación del método short Wall para mejorar la producción en la concesión Oyon 2 unidad Pampahuay, Ocimin S. A. C. Tesis (Ingeniero de Minas). Huancayo: Universidad Nacional del Centro del Perú, 2012. Disponible en: <http://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/UNCP/2178/Martua%20Lovaton.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

OSINERGMIN. Guía de criterios geomecánicos para diseño, construcción, supervisión y cierre de labores subterráneas. 1. A. ed. Lima –Perú. 2017 [fecha de consulta: 12 de abril de 2019]. Disponible en: https://www.osinergmin.gob.pe/seccion/centro_documental/mineria/Documentos/Publicaciones/Guia-Criterios-Geomecanicos.pdf

QUINTÍN, José. Estudios de Estimación y Simulación Geoestadística para la caracterización de parámetros geológicos – industriales en el yacimiento Laterítico punta Gorda. [en línea], 2002. Disponible en: <http://www.redalyc.org/pdf/2235/223516052004.pdf>

RAMÍREZ Álvarez, Yuver Dario. Diseño y evaluación de los ademes de madera en la empresa C.I CARMINALES en el Municipio de Fredonia. Tesis (Ingeniero de Minas). Colombia: Universidad Nacional de Colombia, 2009. Disponible en: http://www.bdigital.unal.edu.co/855/1/8029815_2009.pdf

REBOLLO, Luis F. Clasificación Hidrogeológica de las formaciones rocosas. [en línea]. 2012. Disponible en: https://portal.uah.es/portal/page/portal/GP_EPD/PG-MA-ASIG/PG-ASIG-67044/TAB42351/T3-Clasificaci%F3n%20hidrogeol%F3gica.pdf

REVISTA peruana de Seguridad Minera Gaseamiento [en línea]. Lima: OSINERGMIN, 2013 [fecha de consulta: 14 de abril del 2019]. Disponible en: <http://www.revistaseguridadminera.com/operaciones-mineras/casos-de-accidentes-por-desprendimiento-de-rocas/>

REYES Agudelo, Alexander. Levantamiento Topográfico. Tesis (Tecnólogo en Topografía). Bogotá – Colombia: Universidad distrital Francisco José de Caldas, 2017. Disponible en: <http://repository.udistrital.edu.co/bitstream/11349/7544/1/Monografia%20Alexander%20Reyes%20.pdf>

RIVERA ZETA, Jorge. Estimación de Reservas. [en línea]. 2015. [fecha de consulta: 22 de abril]. Disponible en: https://www.academia.edu/7090200/Estimaci%C3%B3n_de_reservas

RODRIGUES, Daniel. Sostenimiento en madera. Lima – Perú. 27 de septiembre de 2013, [fecha de consulta: 31 de mayo de 2019]. Disponible en: <https://prezi.com/8sntesvlmt3s/sostenimiento-en-madera/>

RODRIGUEZ, Arturo. Técnica de Observación. 13 de noviembre 2013. [fecha de consulta: 05 de junio de 2019]. Disponible: <https://www.crecenegocios.com/la-tecnica-de-observacion/>

SÁNCHEZ SÁNCHEZ, Isabel. Técnicas de Investigación. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, 2015. Disponible en: http://cvonline.uaeh.edu.mx/Cursos/Bach_Virt/AC102/unidad3/lec_r0215_tec_investigacion.pdf

SARI Chalco, Juan Pedro & RODAS ANDRADE, Daniel Enrique. Propuesta del sistema de fortificación que se debe emplear a lo largo de la veta F-10 de la mina subterránea liga de oro de la empresa minera Somilor S.A". Tesis (Ingeniero de Civil). Cuenca -Ecuador: Universidad de Cuenca, 2013. Disponible en: <http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/4316/1/tesis.pdf>

SOCIEDAD NACIONAL DE MINERÍA, PETRÓLEO Y ENERGÍA. Manual de Geomecánica aplicada a la prevención de accidentes por caídas de rocas en minería subterránea. 1. a. ed. Perú, 2004 [fecha de consulta: 16 de abril de 2019]. Disponible en: <file:///C:/Users/USURIOIO/Downloads/Manual-Geomecanica-Aplicada-Prevencion-Accidentes-Caida-Rocas.pdf>

SOSTENIMIENTO EN MINERÍA SUBTERRÁNEA. Enfocado a pequeños mineros artesanos "Cerro Rico"- Arequipa –Perú. 14 de junio de 2012. Disponible en: http://geco.mineroartesanal.com/tiki-download_wiki_attachment.php?attId=1201

UNIVERSIDAD DE LOS ANDES. Hidrogeología, 2016. [en línea]. Disponible en: <https://geociencias.uniandes.edu.co/investigacion/hidrogeologia>

ANEXOS

Anexo 1: Matriz de Consistencia



Sistema de sostenimiento para la mejora de producción en la galería principal del nivel 2650 de la concesión Séptima Maravilla II, Chalamarca.

PROBLEMA	FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS	VARIABLE	MÉTODO
Escasa Producción	¿Cómo mejorar la producción y evitar accidentes en la galería principal del nivel 2650 de la concesión Séptima Maravilla II, Chalamarca?	-Proponer un sistema de sostenimiento para mejorar la producción en la galería principal del nivel 2650 en la concesión Séptima Maravilla II, Chalamarca.	h1. Si se propone un sistema de sostenimiento entonces se mejorará la producción en la galería principal del nivel 2650 de la concesión Séptima	VARIABLE INDEPENDIENTE	DISEÑO DE INVESTIGACIÓN
		OBJETIVOS ESPECÍFICOS		Sistema de Sostenimiento	El trabajo de investigación es de modelo cuantitativo con un diseño de investigación descriptivo propositivo
		-Realizar la zonificación de acuerdo a las características geológicas. -Realizar un levantamiento topográfico de la zona en estudio.		VARIABLE DEPENDIENTE	

		<ul style="list-style-type: none"> -Realizar un estudio geomecánico a través de las tablas Geomecánicas en la galería principal del nivel 2650 de la concesión Séptima Maravilla II, Chalamarca. -Establecer controles para evitar accidentes por desprendimiento de rocas. -Seleccionar el tipo de sostenimiento de acuerdo al comportamiento del macizo rocoso. 	<p>Maravilla II, Chalamarca.</p> <p>ha: si se mantiene la labor controlada entonces se evitará accidentes y paralización de las actividades por caída de rocas en la galería principal del nivel 2650 de la concesión Séptima Maravilla II, Chalamarca.</p>	Mejora de Producción	
--	--	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------	--

Anexo 2: Validación de instrumentos de recolección de datos.

 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA DE INGENIERIA DE MINAS
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------

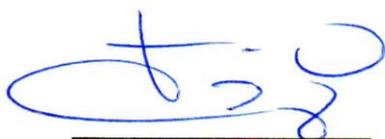
VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Los docentes que suscriben el documento son: el Ing. MBA. Gonzales Torres, Jorge Omar con DNI 43703713, especialista en Ingeniería de Minas y Planificación y Gestión de proyectos mineros. El Ing. Salvador Paico Mauro con DNI: 45454682, especialista en Ingeniería Geológica aplicada a la Geotécnica y la M. Sc. Aguinaga Vásquez Silvia Josefina, con DNI: 16790469 con la especialidad en Metodología dan conformidad a los instrumentos que fueron sometidos a una evaluación y validación, con la finalidad de que sean aplicados por el estudiante responsable Mejia Herrera Yoner en la investigación titulada: Sistema de sostenimiento para mejorar la producción en la galería principal del nivel 2650 de la concesión Séptima Maravilla II, Chalamarca.

Dejamos evidencia de lo evaluado firmando el presente documento para los fines que sean necesarios.

Chiclayo, 30 de septiembre de 2019

Atentamente.



Ing. MBA. Gonzales Torres,
Jorge Omar

DNI: 43703713



Ing. Salvador Paico Mauro

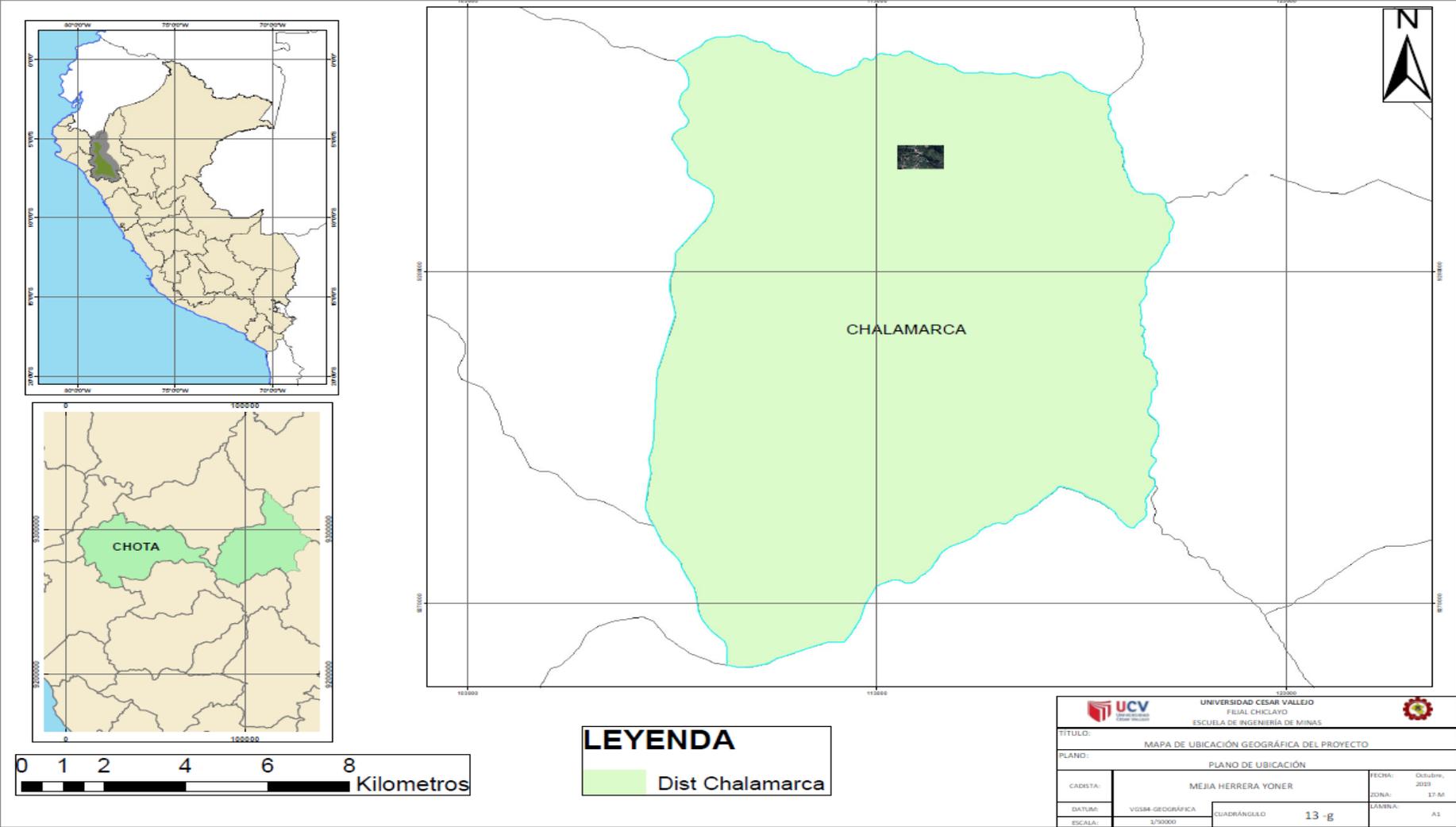
DNI: 45454682



M. Sc. Aguinaga Vásquez
Silvia Josefina

DNI: 16790469

Anexo 3: Mapa de ubicación de la concesión Séptima Maravilla II.



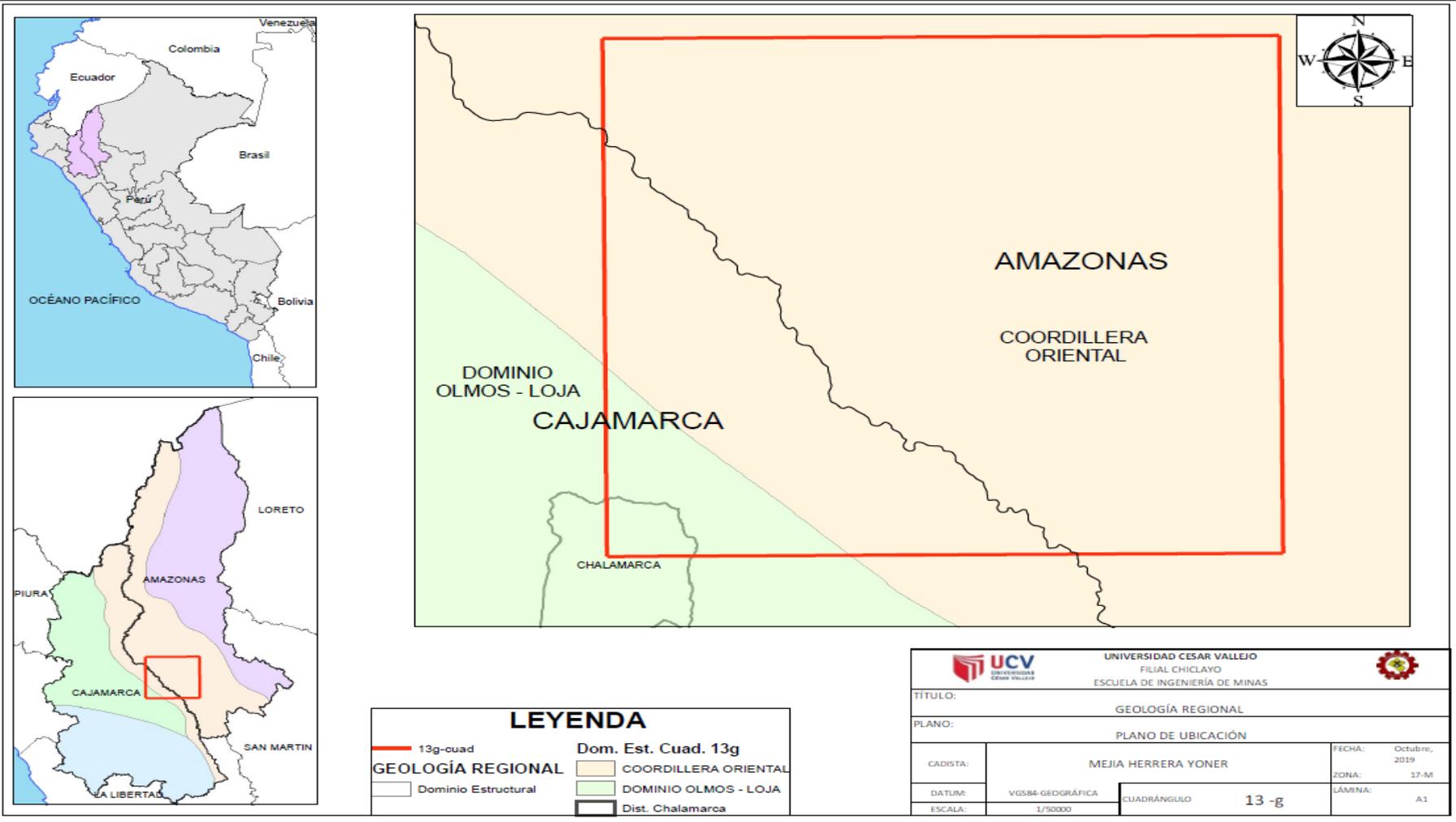
Fuente: Elaboración Propia

Anexo 4

	
GUÍA DE OBSERVACIÓN Sistema de sostenimiento para la mejora de producción en la galería principal del nivel 2650 de la concesión Séptima Maravilla II, Chalamarca.	
Objetivo: Recopilar información para realizar la zonificación y caracterizar a la concesión Séptima Maravilla II, Chalamarca.	
Estudiante: Yoner Mejia Herrera FECHA:	
UBICACIÓN	Chalamarca - Chota - Cajamarca
ACCESIBILIDAD	Chota - Chalamarca - 37km. Via no Pavimentada
MATERIAL EXTRÍDO	Carbon de tipo Antracita
TIPO DE EXPLOTACIÓN	Artesanal
PRODUCCIÓN (Tn/día)	13 Tn/día
PERSONAL	14 Trabajadores
EQUIPOS Y HERRAMIENTAS	Pico, Palana, Combo, Carretilla buggy, barretilla
AVANCES (Mt/día)	1 - 1.5 mt/día por labor
MATERIAL EN STOCK(Tn)	30tn de Material
COSTOS DE EXTRACCIÓN(\$/Tn)	S/ 400 por semana.

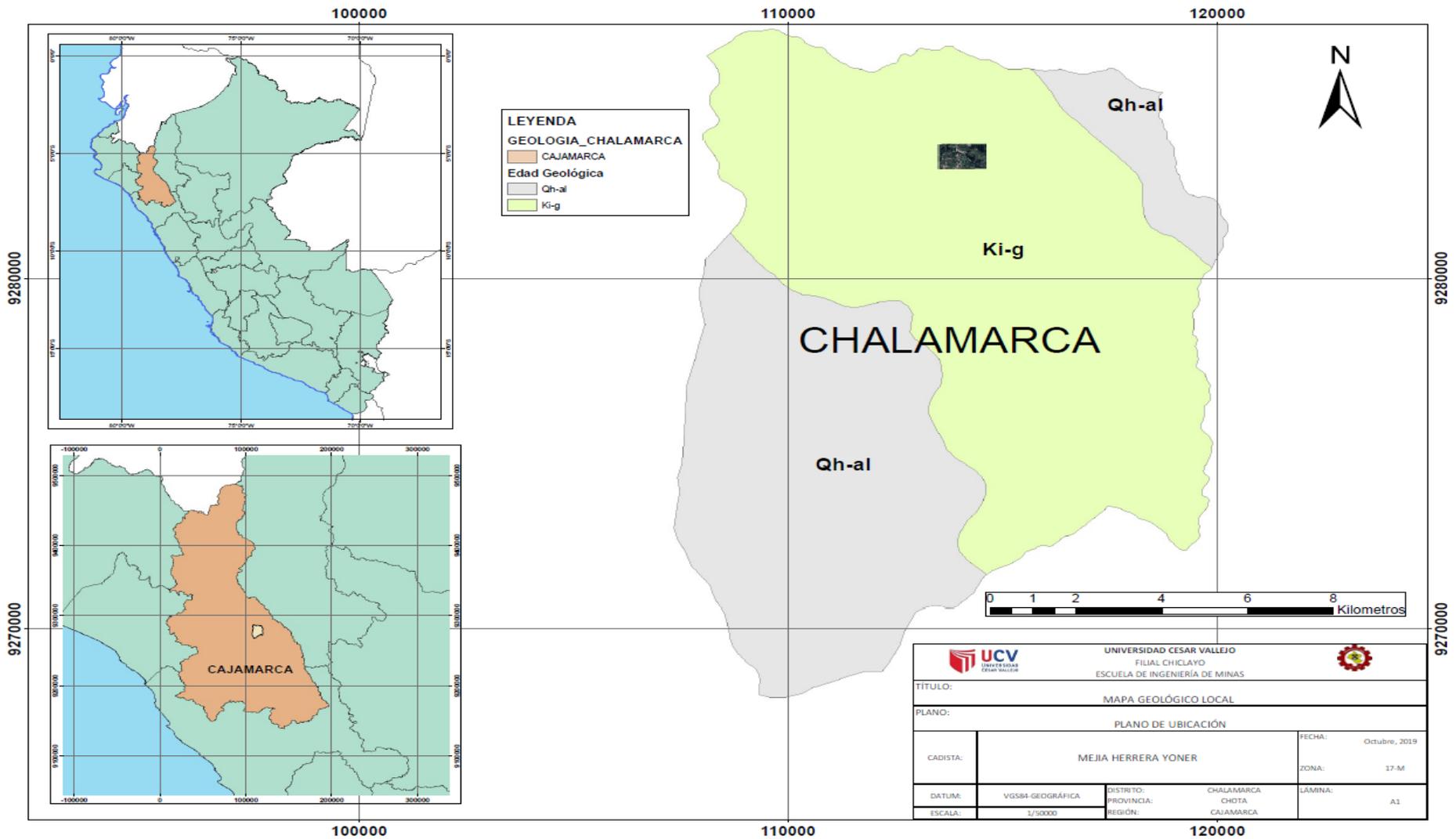
Fuente: Elaboración Propia.

Anexo 5: Mapa de la Geología Regional – Cuadrángulo Lonya Grande (13-g)



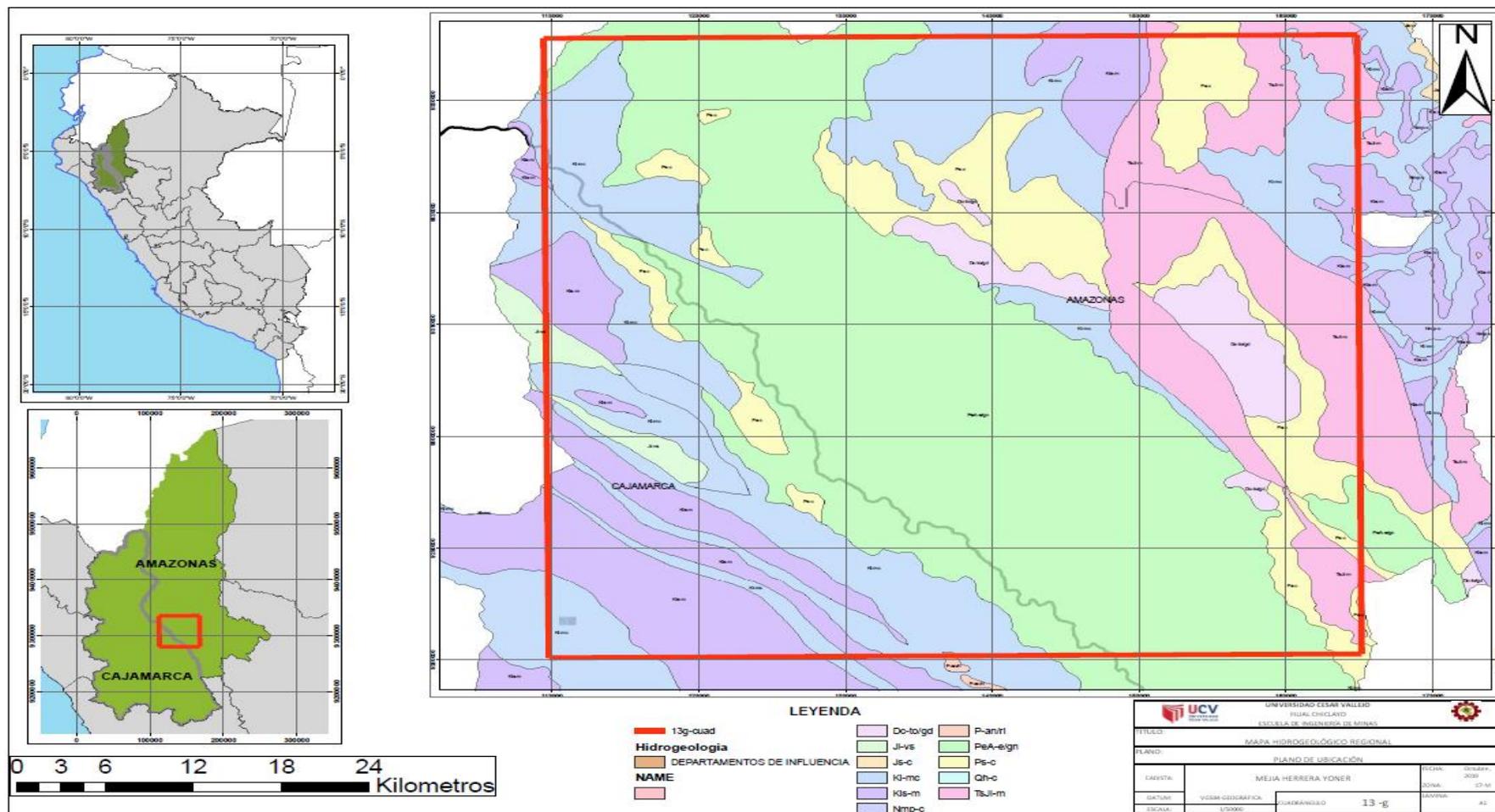
Fuente: Elaboración Propia

Anexo 6: Mapa de la Geología Local de la concesión Séptima Maravilla II.



Fuente: Elaboración propia

Anexo 7: Mapa Hidrogeológico de la concesión Séptima Maravilla II.



Fuente: Elaboración propia.

Anexo 8: Estudios Geomecánico a través de las tablas RMR en la galería principal del nivel 2650.

PUNTO N1:

Parámetro de Resistencia de la Roca Intacta.

RESISTENCIA DE LA ROCA INTACTA (Mpa)	Índice de la carga puntual	>10	10 - 4	4 - 2	2 - 1	No se usa, es preferible emplear UCS		
	Resistencia a la comprensión uniaxial UCS	> 250	250 - 100	100 - 50	50 - 25	25 - 5	5 - 1	< 1
	Valuación	15	12	7	4	2	1	0

Fuente: Tablas RMR Bieniawski 1989

Parámetro RQD.

RQD (%)	(%)	> 90	90 - 75	75 - 50	50 - 25	< 25
	Valuación	20	17	13	8	3

Fuente: Tablas RMR Bieniawski 1989

Parámetro Espaciamiento entre la discontinuidades.

ESPACIAMIENTO ENTRE DISCONTINUIDADES (m)	(m)	> 2.00	2.00 - 0.60	0.60 - 0.20	0.20 - 0.06	< 0.06
	Valuación	20	15	10	8	5

Fuente: Tablas RMR Bieniawski 1989

Parámetro del Estado de las Discontinuidades.

ESTADO DE LAS DISCONTINUIDADES	Persistencia (m)	< 1	1 - 2	3 - 10	10 - 20	> 20
	Valuación	6	4	2	1	0
	Abertura (mm)	Cerrada	< 0.1	0.1 - 1.0	1.0 - 5.0	> 5.0
	Valuación	6	5	4	1	0
	Rugosidad	Muy rugosa	Rugosa	Ligeramente rugosa	Lisa	Lustrosa
Valuación	6	5	3	1	0	

	Relleno	Sin relleno	Relleno duro (< 5 mm)	Relleno duro (> 5mm)	Relleno blando (< 5 mm)	Relleno blando (> 5 mm)
	Valuación	6	4	2	2	0
	Descomposición	Fresca	Levemente descompuesta	Moder. Descompuesta	Altamente descompuesta	Extrem. Descompuesta
	Valuación	6	5	3	1	0

Fuente: Tablas RMR Bieniawski 1989

Parámetro de las condiciones hidrogeológicas.

AGUA FREÁTICA	Caudal por 10 m de excavación (lt/min)	0	0 – 10	10 – 25	25 - 125	> 125
	Presión de agua/ Esfuerzo principal mayor	0	0.0 - 1.0	0.1 - 0.2	0.2 - 0.5	> 0.5
	Condicion General	Completamente Seco	Ligeramente Húmedo	Húmedo	Goteando	Fluyendo
	Valuación	15	10	7	4	0

Fuente: Tablas RMR Bieniawski 1989

Parámetro de orientación de las discontinuidades.

✚ Corrección por orientación de discontinuidades:

DIRECCIÓN Y BUZAMIENTO		MUY FAVORABLE	FAVORABLE	REGULARES	DESFAVORABLES	MUY DESFAVORABLES
Valuación	Túneles y labores mineras	0	-2	-5	-10	-12
	Cimentaciones	0	-2	-7	-15	-25
	Taludes	0	-5	-25	-50	-60

Fuente: Tablas RMR Bieniawski 1989

✚ Orientación de discontinuidades en un túnel:

RUMBO PERPENDICULAR AL EJE DEL TÚNEL				RUMBO PARALELO AL EJE DEL TÚNEL		Buzamiento 20°
Avance con el buzamiento		Avance contra el buzamiento				
Buzamiento 45° - 90°	Buzamiento 20° - 45°	Buzamiento 45° - 90°	Buzamiento 20° - 45°	Buzamiento 45° - 90°	Buzamiento 20° - 45°	
Muy favorable	Favorable	Regular	Desfavorable	Muy desfavorable	Regular	Desfavorable

Fuente: Tablas RMR Bieniawski 1989

Suma: 68

✚ Calificación:

CALIFICACIÓN	Clase	I	II	III	IV	V
	Calidad	Muy buena	Buena	Regular	Pobre	Muy pobre
	Valuación	100 - 81	80 - 61	60-41	40-21	< 0 = 20

Fuente: Tablas RMR Bieniawski 1989 Características geotécnicas:

CARACTERÍSTICAS GEOTÉCNICAS	CLASE	I	II	III	IV	V
	TIEMPO DE AUTO SOPORTE Y AÑO	20 años para 15 m	1 años para 10 m	1 semana para 5 m	10 horas para 2.5m	30 minutos para 1 m
	COHESIÓN (Kp/cm ²)	>4	4 - 3	3 - 2	2 - 1	<1
	Ángulo de fricción interna	> 45°	45° - 35°	35° - 25°	25° - 15°	< 15°

Fuente: Tablas RMR Bieniawski 1989

Anexo 9: Estudios Geomecánico a través de las tablas RMR en la galería principal del nivel 2650.

PUNTO N2:

Nº 1

Parámetro de Resistencia de la Roca Intacta.

RESISTENCIA DE LA ROCA INTACTA (Mpa)	Índice de la carga puntual	>10	10 - 4	4 - 2	2 - 1	No se usa, es preferible emplear UCS		
	Resistencia a la comprensión uniaxial UCS	> 250	250 - 100	100 - 50	50 - 25	25 - 5	5 - 1	< 1
	Valuación	15	12	7	4	2	1	0

Fuente: Tablas RMR Bieniawski 1989

Parámetro RQD.

RQD (%)	(%)	> 90	90 - 75	75 - 50	50 - 25	< 25
	Valuación	20	17	13	8	3

Fuente: Tablas RMR Bieniawski 1989

Parámetro Espaciamiento entre la discontinuidades.

ESPACIAMIENTO ENTRE DISCONTINUIDADES (m)	(m)	> 2.00	2.00 - 0.60	0.60 - 0.20	0.20 - 0.06	< 0.06
	Valuación	20	15	10	8	5

Fuente: Tablas RMR Bieniawski 1989

Parámetro del Estado de las Discontinuidades.

ESTADO DE LAS DISCONTINUIDADES	Persistencia (m)	< 1	1 - 2	3 - 10	10 - 20	> 20
	Valuación	6	4	2	1	0
	Abertura (mm)	Cerrada	< 0.1	0.1 - 1.0	1.0 - 5.0	> 5.0
	Valuación	6	5	4	1	0
	Rugosidad	Muy rugosa	Rugosa	Ligeramente rugosa	Lisa	Lustrosa
	Valuación	6	5	3	1	0
	Relleno	Sin relleno	Relleno duro (< 5 mm)	Relleno duro (> 5 mm)	Relleno blando (< 5 mm)	Relleno blando (> 5 mm)
	Valuación	6	4	2	2	0

	Descomposición	Fresca	Levemente descompuesta	Moder. Descompuesta	Altamente descompuesta	Extrem. Descompuesta
	Valuación	6	5	3	1	0

Fuente: Tablas RMR Bieniawski 1989

Parámetro de las condiciones hidrogeológicas.

AGUA FREÁTICA	Caudal por 10 m de excavación (lt/min)	0	0 - 10	10 - 25	25 - 125	> 125
	Presión de agua/ Esfuerzo principal mayor	0	0.0 - 1.0	0.1 - 0.2	0.2 - 0.5	> 0.5
	Condición General	Completamente Seco	Ligeramente Húmedo	Húmedo	Goteando	Fluyendo
	Valuación	15	10	7	4	0

Fuente: Tablas RMR Bieniawski 1989

Parámetro de orientación de las discontinuidades.

✦ Corrección por orientación de discontinuidades:

DIRECCION Y BUZAMIENTO		MUY FAVORABLE	FAVORABLE	REGULARES	DESFAVORABLES	MUY DESFAVORABLES
Valuación	Túneles y labores mineras	0	-2	-5	-10	-12
	Cimentaciones	0	-2	-7	-15	-25
	Taludes	0	-5	-25	-50	-60

Fuente: Tablas RMR Bieniawski 1989

✚ Orientación de discontinuidades en un túnel:

RUMBO PERPENDICULAR AL EJE DEL TÚNEL				RUMBO PARALELO AL EJE DEL TÚNEL		Buzamiento 0° - 20°
Avance con el buzamiento		Avance contra el buzamiento				
Buzamiento 45° - 90°	Buzamiento 20° - 45°	Buzamiento 45° - 90°	Buzamiento 20° - 45°	Buzamiento 45° - 90°	Buzamiento 20° - 45°	
Muy favorable	Favorable	Regular	Desfavorable	Muy desfavorable	Regular	Desfavorable

Fuente: Tablas RMR Bieniawski 1989

✚ Calificación:

CALIFICACIÓN	Clase	I	II	III	IV	V
	Calidad	Muy buena	Buena	Regular	Pobre	Muy pobre
	Valuación	100 - 81	80 - 61	60-41	40-21	< 0 = 20

Fuente: Tablas RMR Bieniawski 1989 Características geotécnicas:

CARACTERÍSTICAS GEOTÉCNICAS	CLASE	I	II	III	IV	V
	TIEMPO DE AUTO SOPORTE Y AÑO	20 años para 15 m	1 años para 10 m	1 semana para 5 m	10 horas para 2.5m	30 minutos para 1 m
	COHESIÓN (Kp/cm2)	>4	4 - 3	3 - 2	2 - 1	<1
	Ángulo de fricción interna	> 45°	45° - 35°	35° - 25°	25° - 15°	< 15°

Fuente: Tablas RMR Bieniawski 1989

Anexo 10: Estudios Geomecánico a través de las tablas RMR en la galería principal del nivel 2650.

PUNTO N3:

N3 //

Parámetro de Resistencia de la Roca Intacta.

RESISTENCIA DE LA ROCA INTACTA (Mpa)	Índice de la carga puntual	>10	10 - 4	4 - 2	2 - 1	No se usa, es preferible emplear UCS		
	Resistencia a la comprensión uniaxial UCS	> 250	250 - 100	100 - 50	50 - 25	25 - 5	5 - 1	< 1
	Valuación	15	12	7	4	2	1	0

Fuente: Tablas RMR Bieniawski 1989

Parámetro RQD.

RQD (%)	(%)	> 90	90 - 75	75 - 50	50 - 25	< 25
	Valuación	20	17	13	8	3

Fuente: Tablas RMR Bieniawski 1989

Parámetro Espaciamiento entre las discontinuidades.

ESPACIAMIENTO ENTRE DISCONTINUIDADES (m)	(m)	> 2.00	2.00 - 0.60	0.60 - 0.20	0.20 - 0.06	< 0.06
	Valuación	20	15	10	8	5

Fuente: Tablas RMR Bieniawski 1989

Parámetro del Estado de las Discontinuidades.

ESTADO DE LAS DISCONTINUIDADES	Persistencia (m)	< 1	1 - 2	3 - 10	10 - 20	> 20
	Valuación	6	4	2	1	0
	Abertura (mm)	Cerrada	< 0.1	0.1 - 1.0	1.0 - 5.0	> 5.0
	Valuación	6	5	4	1	0
	Rugosidad	Muy rugosa	Rugosa	Ligeramente rugosa	Lisa	Lustrosa
	Valuación	6	5	3	1	0
	Relleno	Sin relleno	Relleno duro (< 5 mm)	Relleno duro (> 5 mm)	Relleno blando (< 5 mm)	Relleno blando (> 5 mm)
	Valuación	6	4	2	2	0

	Descomposición	Fresca	Levemente descompuesta	Moder. Descompuesta	Altamente descompuesta	Extrem. Descompuesta
	Valuación	6	5	3	1	0

Fuente: Tablas RMR Bieniawski 1989

Parámetro de las condiciones hidrogeológicas.

AGUA FREÁTICA	Caudal por 10 m de excavación (lt/min)	0	0 - 10	10 - 25	25 - 125	> 125
	Presión de agua/ Esfuerzo principal mayor	0	0.0 - 1.0	0.1 - 0.2	0.2 - 0.5	> 0.5
	Condición General	Completamente Seco	Ligeramente Húmedo	Húmedo	Goteando	Fluyendo
	Valuación	15	10	7	4	0

Fuente: Tablas RMR Bieniawski 1989

Parámetro de orientación de las discontinuidades.

↓ Corrección por orientación de discontinuidades:

DIRECCION Y BUZAMIENTO		MUY FAVORABLE	FAVORABLE	REGULARES	DESFAVORABLES	MUY DESFAVORABLES
Valuación	Túneles y labores mineras	0	-2	-5	-10	-12
	Cimentaciones	0	-2	-7	-15	-25
	Taludes	0	-5	-25	-50	-60

Fuente: Tablas RMR Bieniawski 1989

↓ Orientación de discontinuidades en un túnel:

RUMBO PERPENDICULAR AL EJE DEL TÚNEL				RUMBO PARALELO AL EJE DEL TÚNEL		Buzamiento 0° - 20°
Avance con el buzamiento		Avance contra el buzamiento		Buzamiento 45° - 90°	Buzamiento 20° - 45°	
Buzamiento 45° - 90°	Buzamiento 20° - 45°	Buzamiento 45° - 90°	Buzamiento 20° - 45°			
Muy favorable	Favorable	Regular	Desfavorable	Muy desfavorable	Regular	Desfavorable

Fuente: Tablas RMR Bieniawski 1989

↓ Calificación:

CALIFICACIÓN	Clase	I	II	III	IV	V
	Calidad	Muy buena	Buena	Regular	Pobre	Muy pobre
	Valuación	100 - 81	80 - 61	60-41	40-21	< 0 = 20

Fuente: Tablas RMR Bieniawski 1989 Características geotécnicas:

CARACTERÍSTICAS GEOTÉCNICAS	CLASE	I	II	III	IV	V
	TIEMPO DE AUTO SOPORTE Y AÑO	20 años para 15 m	1 años para 10 m	1 semana para 5 m	10 horas para 2.5m	30 minutos para 1 m
	COHESIÓN (Kp/cm2)	>4	4 - 3	3 - 2	2 - 1	<1
	Ángulo de fricción interna	> 45°	45° - 35°	35° - 25°	25° - 15°	< 15°

Fuente: Tablas RMR Bieniawski 1989

Anexo 11: Estudios Geomecánico a través de las tablas RMR en la galería principal del nivel 2650.

PUNTO N4:

N4

Parámetro de Resistencia de la Roca Intacta.

RESISTENCIA DE LA ROCA INTACTA (Mpa)	Índice de la carga puntual	>10	10 - 4	4 - 2	2 - 1	No se usa, es preferible emplear UCS		
	Resistencia a la comprensión uniaxial UCS	> 250	250 - 100	100 - 50	50 - 25	25 - 5	5 - 1	< 1
	Valuación	15	12	7	4	2	1	0

Fuente: Tablas RMR Bieniawski 1989

Parámetro RQD.

RQD (%)	(%)	> 90	90 - 75	75 - 50	50 - 25	< 25
	Valuación	20	17	13	8	3

Fuente: Tablas RMR Bieniawski 1989

Parámetro Espaciamiento entre la discontinuidades.

ESPACIAMIENTO ENTRE DISCONTINUIDADES (m)	(m)	> 2.00	2.00 - 0.60	0.60 - 0.20	0.20 - 0.06	< 0.06
	Valuación	20	15	10	8	5

Fuente: Tablas RMR Bieniawski 1989

Parámetro del Estado de las Discontinuidades.

ESTADO DE LAS DISCONTINUIDADES	Persistencia (m)	< 1	1 - 2	3 - 10	10 - 20	> 20
	Valuación	6	4	2	1	0
	Abertura (mm)	Cerrada	< 0.1	0.1 - 1.0	1.0 - 5.0	> 5.0
	Valuación	6	5	4	1	0
	Rugosidad	Muy rugosa	Rugosa	Ligeramente rugosa	Lisa	Lustrosa
	Valuación	6	5	3	1	0
	Relleno	Sin relleno	Relleno duro (< 5 mm)	Relleno duro (> 5mm)	Relleno blando (< 5 mm)	Relleno blando (> 5 mm)
Valuación	6	4	2	2	0	

	Descomposición	Fresca	Levemente descompuesta	Moder. Descompuesta	Altamente descompuesta	Extrem. Descompuesta
	Valuación	6	5	3	1	0

Fuente: Tablas RMR Bieniawski 1989

Parámetro de las condiciones hidrogeológicas.

AGUA FREÁTICA	Caudal por 10 m de excavación (lt/min)	0	0 - 10	10 - 25	25 - 125	> 125
	Presión de agua/ Esfuerzo principal mayor	0	0.0 - 1.0	0.1 - 0.2	0.2 - 0.5	> 0.5
	Condición General	Completamente Seco	Ligeramente Húmedo	Húmedo	Goteando	Fluyendo
	Valuación	15	10	7	4	0

Fuente: Tablas RMR Bieniawski 1989

Parámetro de orientación de las discontinuidades.

✚ Corrección por orientación de discontinuidades:

DIRECCION Y BUZAMIENTO		MUY FAVORABLE	FAVORABLE	REGULARES	DESFAVORABLES	MUY DESFAVORABLES
Valuación	Túneles y labores mineras	0	-2	-5	-10	-12
	Cimentaciones	0	-2	-7	-15	-25
	Taludes	0	-5	-25	-50	-60

Fuente: Tablas RMR Bieniawski 1989

✚ Orientación de discontinuidades en un túnel:

RUMBO PERPENDICULAR AL EJE DEL TÚNEL				RUMBO PARALELO AL EJE DEL TÚNEL		Buzamiento 0° - 20°
Avance con el buzamiento		Avance contra el buzamiento		Buzamiento 45° - 90°	Buzamiento 20° - 45°	
Buzamiento 45° - 90°	Buzamiento 20° - 45°	Buzamiento 45° - 90°	Buzamiento 20° - 45°	Buzamiento 45° - 90°	Buzamiento 20° - 45°	
Muy favorable	Favorable	Regular	Desfavorable	Muy desfavorable	Regular	Desfavorable

Fuente: Tablas RMR Bieniawski 1989

✚ Calificación:

CALIFICACIÓN	Clase	I	II	III	IV	V
	Calidad	Muy buena	Buena	Regular	Pobre	Muy pobre
	Valuación	100 - 81	80 - 61	60-41	40-21	< 0 = 20

Fuente: Tablas RMR Bieniawski 1989 Características geotécnicas:

CARACTERÍSTICAS GEOTÉCNICAS	CLASE	I	II	III	IV	V
	TIEMPO DE AUTO SOPORTE Y AÑO	20 años para 15 m	1 años para 10 m	1 semana para 5 m	10 horas para 2.5m	30 minutos para 1 m
	COHESIÓN (Kp/cm ²)	>4	4 - 3	3 - 2	2 - 1	<1
	Ángulo de fricción interna	> 45°	45° - 35°	35° - 25°	25° - 15°	< 15°

Fuente: Tablas RMR Bieniawski 1989

Anexo 12: Estudios Geomecánico a través de las tablas RMR en la galería principal del nivel 2650.

PUNTO N5:

Ns.

Parámetro de Resistencia de la Roca Intacta.

RESISTENCIA DE LA ROCA INTACTA (Mpa)	Índice de la carga puntual	>10	10 - 4	4 - 2	2 - 1	No se usa, es preferible emplear UCS		
	Resistencia a la compresión uniaxial UCS	> 250	250 - 100	100 - 50	50 - 25	25 - 5	5 - 1	< 1
	Valuación	15	12	7	4	2	1	0

Fuente: Tablas RMR Bieniawski 1989

Parámetro RQD.

RQD (%)	(%)	> 90	90 - 75	75 - 50	50 - 25	< 25
	Valuación	20	17	13	8	3

Fuente: Tablas RMR Bieniawski 1989

Parámetro Espaciamiento entre la discontinuidades.

ESPACIAMIENTO ENTRE DISCONTINUIDADES (m)	(m)	> 2.00	2.00 - 0.60	0.60 - 0.20	0.20 - 0.06	< 0.06
	Valuación	20	15	10	8	5

Fuente: Tablas RMR Bieniawski 1989

Parámetro del Estado de las Discontinuidades.

ESTADO DE LAS DISCONTINUIDADES	Persistencia (m)	< 1	1 - 2	3 - 10	10 - 20	> 20
	Valuación	6	4	2	1	0
	Abertura (mm)	Cerrada	< 0.1	0.1 - 1.0	1.0 - 5.0	> 5.0
	Valuación	6	5	4	1	0
	Rugosidad	Muy rugosa	Rugosa	Ligeramente rugosa	Lisa	Lustrosa
	Valuación	6	5	3	1	0
	Relleno	Sin relleno	Relleno duro (< 5 mm)	Relleno duro (> 5mm)	Relleno blando (< 5 mm)	Relleno blando (> 5 mm)
	Valuación	6	4	2	2	0

	Descomposición	Fresca	Levemente descompuesta	Moder. Descompuesta	Altamente descompuesta	Extrem. Descompuesta
	Valuación	6	5	3	1	0

Fuente: Tablas RMR Bieniawski 1989

Parámetro de las condiciones hidrogeológicas.

AGUA FREÁTICA	Caudal por 10 m de excavación (lt/min)	0	0 - 10	10 - 25	25 - 125	> 125
	Presión de agua/ Esfuerzo principal mayor	0	0.0 - 1.0	0.1 - 0.2	0.2 - 0.5	> 0.5
	Condición General	Completamente Seco	Ligeramente Húmedo	Húmedo	Goteando	Fluyendo
	Valuación	15	10	7	4	0

Fuente: Tablas RMR Bieniawski 1989

Parámetro de orientación de las discontinuidades.

✦ Corrección por orientación de discontinuidades:

DIRECCION Y BUZAMIENTO		MUY FAVORABLE	FAVORABLE	REGULARES	DESFAVORABLES	MUY DESFAVORABLES
Valuación	Túneles y labores mineras	0	-2	-5	-10	-12
	Cimentaciones	0	-2	-7	-15	-25
	Taludes	0	-5	-25	-50	-60

Fuente: Tablas RMR Bieniawski 1989

✚ Orientación de discontinuidades en un túnel:

RUMBO PERPENDICULAR AL EJE DEL TÚNEL				RUMBO PARALELO AL EJE DEL TÚNEL		Buzamiento 0° - 20°
Avance con el buzamiento		Avance contra el buzamiento				
Buzamiento 45° - 90°	Buzamiento 20° - 45°	Buzamiento 45° - 90°	Buzamiento 20° - 45°	Buzamiento 45° - 90°	Buzamiento 20° - 45°	
Muy favorable	Favorable	Regular	Desfavorable	Muy desfavorable	Regular	Desfavorable

Fuente: Tablas RMR Bieniawski 1989

✚ Calificación:

CALIFICACIÓN	Clase	I	II	III	IV	V
	Calidad	Muy buena	Buena	Regular	Pobre	Muy pobre
	Valuación	100 - 81	80 - 61	60-41	40-21	< 0 = 20

Fuente: Tablas RMR Bieniawski 1989 Características geotécnicas:

CARACTERÍSTICAS GEOTÉCNICAS	CLASE	I	II	III	IV	V
	TIEMPO DE AUTO SOPORTE Y AÑO	20 años para 15 m	1 años para 10 m	1 semana para 5 m	10 horas para 2.5m	30 minutos para 1 m
	COHESIÓN (Kp/cm ²)	>4	4 - 3	3 - 2	2 - 1	<1
	Ángulo de fricción interna	> 45°	45° - 35°	35° - 25°	25° - 15°	< 15°

Fuente: Tablas RMR Bieniawski 1989

Anexo 13: Estudios Geomecánico a través de las tablas RMR en la galería principal del nivel 2650.

PUNTO N7:

N7

Parámetro de Resistencia de la Roca Intacta.

RESISTENCIA DE LA ROCA INTACTA (Mpa)	Índice de la carga puntual	>10	10 - 4	4 - 2	2 - 1	No se usa, es preferible emplear UCS		
	Resistencia a la comprensión uniaxial UCS	> 250	250 - 100	100 - 50	50 - 25	25 - 5	5 - 1	< 1
	Valuación	15	12	7	4	2	1	0

Fuente: Tablas RMR Bieniawski 1989

Parámetro RQD.

RQD (%)	(%)	> 90	90 - 75	75 - 50	50 - 25	< 25
	Valuación	20	17	13	8	3

Fuente: Tablas RMR Bieniawski 1989

Parámetro Espaciamiento entre la discontinuidades.

ESPACIAMIENTO ENTRE DISCONTINUIDADES (m)	(m)	> 2.00	2.00 - 0.60	0.60 - 0.20	0.20 - 0.06	< 0.06
	Valuación	20	15	10	8	5

Fuente: Tablas RMR Bieniawski 1989

Parámetro del Estado de las Discontinuidades.

ESTADO DE LAS DISCONTINUIDADES	Persistencia (m)	< 1	1 - 2	3 - 10	10 - 20	> 20
	Valuación	6	4	2	1	0
	Abertura (mm)	Cerrada	< 0.1	0.1 - 1.0	1.0 - 5.0	> 5.0
	Valuación	6	5	4	1	0
	Rugosidad	Muy rugosa	Rugosa	Ligeramente rugosa	Lisa	Lustrosa
	Valuación	6	5	3	1	0
Relleno	Sin relleno	Relleno duro (< 5 mm)	Relleno duro (> 5mm)	Relleno blando (< 5 mm)	Relleno blando (> 5 mm)	
Valuación	6	4	2	2	0	

	Descomposición	Fresca	Levemente descompuesta	Moder. Descompuesta	Altamente descompuesta	Extrem. Descompuesta
	Valuación	6	5	3	1	0

Fuente: Tablas RMR Bieniawski 1989

Parámetro de las condiciones hidrogeológicas.

AGUA FREÁTICA	Caudal por 10 m de excavación (lt/min)	0	0 - 10	10 - 25	25 - 125	> 125
	Presión de agua/ Esfuerzo principal mayor	0	0.0 - 1.0	0.1 - 0.2	0.2 - 0.5	> 0.5
	Condición General	Completamente Seco	Ligeramente Húmedo	Húmedo	Goteando	Fluyendo
	Valuación	15	10	7	4	0

Fuente: Tablas RMR Bieniawski 1989

Parámetro de orientación de las discontinuidades.

↓ Corrección por orientación de discontinuidades:

DIRECCION Y BUZAMIENTO		MUY FAVORABLE	FAVORABLE	REGULARES	DESFAVORABLES	MUY DESFAVORABLES
Valuación	Túneles y labores mineras	0	-2	-5	-10	-12
	Cimentaciones	0	-2	-7	-15	-25
	Taludes	0	-5	-25	-50	-60

Fuente: Tablas RMR Bieniawski 1989

✦ Orientación de discontinuidades en un túnel:

RUMBO PERPENDICULAR AL EJE DEL TÚNEL				RUMBO PARALELO AL EJE DEL TÚNEL		Buzamiento 0° - 20°
Avance con el buzamiento		Avance contra el buzamiento				
Buzamiento 45° - 90°	Buzamiento 20° - 45°	Buzamiento 45° - 90°	Buzamiento 20° - 45°	Buzamiento 45° - 90°	Buzamiento 20° - 45°	
Muy favorable	Favorable	Regular	Desfavorable	Muy desfavorable	Regular	Desfavorable

Fuente: Tablas RMR Bieniawski 1989

✦ Calificación:

CALIFICACIÓN	Clase	I	II	III	IV	V
	Calidad	Muy buena	Buena	Regular	Pobre	Muy pobre
	Valuación	100 - 81	80 - 61	60-41	40-21	< 0 = 20

Fuente: Tablas RMR Bieniawski 1989 Características geotécnicas:

CARACTERÍSTICAS GEOTÉCNICAS	CLASE	I	II	III	IV	V
	TIEMPO DE AUTO SOPORTE Y AÑO	20 años para 15 m	1 años para 10 m	1 semana para 5 m	10 horas para 2.5m	30 minutos para 1 m
	COHESIÓN (Kp/cm ²)	>4	4 - 3	3 - 2	2 - 1	<1
	Ángulo de fricción interna	> 45°	45° - 35°	35° - 25°	25° - 15°	< 15°

Fuente: Tablas RMR Bieniawski 1989

Anexo 14: Estudios Geomecánico a través de las tablas RMR en la galería principal del nivel 2650.

PUNTO N9:

Nº 95-105M⁹ Parámetro de Resistencia de la Roca Intacta.

RESISTENCIA DE LA ROCA INTACTA (Mpa)	Índice de la carga puntual	>10	10 - 4	4 - 2	2 - 1	No se usa, es preferible emplear UCS		
	Resistencia a la compresión uniaxial UCS	> 250	250 - 100	100 - 50	50 - 25	25 - 5	5 - 1	< 1
	Valuación	15	12	7	(4)	2	1	0

Fuente: Tablas RMR Bieniawski 1989

Parámetro RQD.

RQD (%)	(%)	> 90	90 - 75	75 - 50	50 - 25	< 25
	Valuación	20	17	13	8	(3)

Fuente: Tablas RMR Bieniawski 1989

Parámetro Espaciamiento entre la discontinuidades.

ESPACIAMIENTO ENTRE DISCONTINUIDADES (m)	(m)	> 2.00	2.00 - 0.60	0.60 - 0.20	0.20 - 0.06	< 0.06
	Valuación	20	15	10	8	(5)

Fuente: Tablas RMR Bieniawski 1989

Parámetro del Estado de las Discontinuidades.

ESTADO DE LAS DISCONTINUIDADES	Persistencia (m)	< 1	1 - 2	3 - 10	10 - 20	> 20
	Valuación	6	4	2	(1)	0
	Abertura (mm)	Cerrada	< 0.1	0.1 - 1.0	1.0 - 5.0	> 5.0
	Valuación	6	5	4	(2)	0
	Rugosidad	Muy rugosa	Rugosa	Ligeramente rugosa	Lisa	Lustrosa
	Valuación	6	(5)	3	1	0
	Relleno	Sin relleno	Relleno duro (< 5 mm)	Relleno duro (> 5mm)	Relleno blando (< 5 mm)	Relleno blando (> 5 mm)
	Valuación	6	4	2	2	(0)

	Descomposición	Fresca	Levemente descompuesta	Moder. Descompuesta	Altamente descompuesta	Extrem. Descompuesta
	Valuación	6	5	3	1	0

Fuente: Tablas RMR Bieniawski 1989

Parámetro de las condiciones hidrogeológicas.

AGUA FREÁTICA	Caudal por 10 m de excavación (lt/min)	0	0 - 10	10 - 25	25 - 125	> 125
	Presión de agua/ Esfuerzo principal mayor	0	0.0 - 1.0	0.1 - 0.2	0.2 - 0.5	> 0.5
	Condición General	Completamente Seco	Ligeramente Húmedo	Húmedo	Goteando	Fluyendo
	Valuación	15	10	7	4	0

Fuente: Tablas RMR Bieniawski 1989

Parámetro de orientación de las discontinuidades.

↓ Corrección por orientación de discontinuidades:

DIRECCION Y BUZAMIENTO		MUY FAVORABLE	FAVORABLE	REGULARES	DESFAVORABLES	MUY DESFAVORABLES
Valuación	Túneles y labores mineras	0	-2	-5	-10	-12
	Cimentaciones	0	-2	-7	-15	-25
	Taludes	0	-5	-25	-50	-60

Fuente: Tablas RMR Bieniawski 1989

↓ Orientación de discontinuidades en un túnel:

RUMBO PERPENDICULAR AL EJE DEL TÚNEL				RUMBO PARALELO AL EJE DEL TÚNEL		Buzamiento 0° - 20°
Avance con el buzamiento		Avance contra el buzamiento		Buzamiento 45° - 90°	Buzamiento 20° - 45°	
Buzamiento 45° - 90°	Buzamiento 20° - 45°	Buzamiento 45° - 90°	Buzamiento 20° - 45°			
Muy favorable	Favorable	Regular	Desfavorable	Muy desfavorable	Regular	Desfavorable

Fuente: Tablas RMR Bieniawski 1989

↓ Calificación:

CALIFICACIÓN	Clase	I	II	III	IV	V
	Calidad	Muy buena	Buena	Regular	Pobre	Muy pobre
	Valuación	100 - 81	80 - 61	60-41	40-21	< 0 = 20

Fuente: Tablas RMR Bieniawski 1989 Características geotécnicas:

CARACTERÍSTICAS GEOTÉCNICAS	CLASE	I	II	III	IV	V
	TIEMPO DE AUTO SOPORTE Y AÑO	20 años para 15 m	1 años para 10 m	1 semana para 5 m	10 horas para 2.5m	30 minutos para 1 m
	COHESIÓN (Kp/cm ²)	>4	4 - 3	3 - 2	2 - 1	<1
	Ángulo de fricción interna	> 45°	45° - 35°	35° - 25°	25° - 15°	< 15°

Fuente: Tablas RMR Bieniawski 1989

Anexo 15: Estudios Geomecánico a través de las tablas RMR en la galería principal del nivel 2650.

PUNTO N10:

N10/

Parámetro de Resistencia de la Roca Intacta.

RESISTENCIA DE LA ROCA INTACTA (Mpa)	Índice de la carga puntual	>10	10 - 4	4 - 2	2 - 1	No se usa, es preferible emplear UCS		
	Resistencia a la comprensión uniaxial UCS	> 250	250 - 100	100 - 50	50 - 25	25 - 5	5 - 1	< 1
	Valuación	15	12	7	4	2	1	0

Fuente: Tablas RMR Bieniawski 1989

Parámetro RQD.

RQD (%)	(%)	> 90	90 - 75	75 - 50	50 - 25	< 25
	Valuación	20	17	13	8	3

Fuente: Tablas RMR Bieniawski 1989

Parámetro Espaciamiento entre la discontinuidades.

ESPACIAMIENTO ENTRE DISCONTINUIDADES (m)	(m)	> 2.00	2.00 - 0.60	0.60 - 0.20	0.20 - 0.06	< 0.06
	Valuación	20	15	10	8	5

Fuente: Tablas RMR Bieniawski 1989

Parámetro del Estado de las Discontinuidades.

ESTADO DE LAS DISCONTINUIDADES	Persistencia (m)	< 1	1 - 2	3 - 10	10 - 20	> 20
	Valuación	6	4	2	1	0
	Abertura (mm)	Cerrada	< 0.1	0.1 - 1.0	1.0 - 5.0	> 5.0
	Valuación	6	5	4	1	0
	Rugosidad	Muy rugosa	Rugosa	Ligeramente rugosa	Lisa	Lustrosa
	Valuación	6	5	3	1	0
	Relleno	Sin relleno	Relleno duro (< 5 mm)	Relleno duro (> 5mm)	Relleno blando (< 5 mm)	Relleno blando (> 5 mm)
	Valuación	6	4	2	2	0

	Descomposición	Fresca	Levemente descompuesta	Moder. Descompuesta	Altamente descompuesta	Extrem. Descompuesta
	Valuación	6	5	3	1	0

Fuente: Tablas RMR Bieniawski 1989

Parámetro de las condiciones hidrogeológicas.

AGUA FREÁTICA	Caudal por 10 m de excavación (lt/min)	0	0 - 10	10 - 25	25 - 125	> 125
	Presión de agua/ Esfuerzo principal mayor	0	0.0 - 1.0	0.1 - 0.2	0.2 - 0.5	> 0.5
	Condición General	Completamente Seco	Ligeramente Húmedo	Húmedo	Goteando	Fluyendo
	Valuación	15	10	7	4	0

Fuente: Tablas RMR Bieniawski 1989

Parámetro de orientación de las discontinuidades.

↓ Corrección por orientación de discontinuidades:

DIRECCION Y BUZAMIENTO		MUY FAVORABLE	FAVORABLE	REGULARES	DESFAVORABLES	MUY DESFAVORABLES
Valuación	Túneles y labores mineras	0	-2	-5	-10	-12
	Cimentaciones	0	-2	-7	-15	-25
	Taludes	0	-5	-25	-50	-60

Fuente: Tablas RMR Bieniawski 1989

↓ Orientación de discontinuidades en un túnel:

RUMBO PERPENDICULAR AL EJE DEL TÚNEL				RUMBO PARALELO AL EJE DEL TÚNEL		Buzamiento 0° - 20°
Avance con el buzamiento		Avance contra el buzamiento				
Buzamiento 45° - 90°	Buzamiento 20° - 45°	Buzamiento 45° - 90°	Buzamiento 20° - 45°	Buzamiento 45° - 90°	Buzamiento 20° - 45°	
Muy favorable	Favorable	Regular	Desfavorable	Muy desfavorable	Regular	Desfavorable

Fuente: Tablas RMR Bieniawski 1989

↓ Calificación:

CALIFICACIÓN	Clase	I	II	III	IV	V
	Calidad	Muy buena	Buena	Regular	Pobre	Muy pobre
	Valuación	100 - 81	80 - 61	60-41	40-21	< 0 = 20

Fuente: Tablas RMR Bieniawski 1989 Características geotécnicas:

CARACTERÍSTICAS GEOTÉCNICAS	CLASE	I	II	III	IV	V
	TIEMPO DE AUTO SOPORTE Y AÑO	20 años para 15 m	1 años para 10 m	1 semana para 5 m	10 horas para 2.5m	30 minutos para 1 m
	COHESIÓN (Kp/cm2)	>4	4 - 3	3 - 2	2 - 1	<1
	Ángulo de fricción interna	> 45°	45° - 35°	35° - 25°	25° - 15°	< 15°

Fuente: Tablas RMR Bieniawski 1989

Anexo 16: Estudios Geomecánico a través de las tablas RMR en la galería principal del nivel 2650.

PUNTO N14:

N14

Parámetro de Resistencia de la Roca Intacta.

RESISTENCIA DE LA ROCA INTACTA (Mpa)	Índice de la carga puntual	>10	10 - 4	4 - 2	2 - 1	No se usa, es preferible emplear UCS		
	Resistencia a la compresión uniaxial UCS	> 250	250 - 100	100 - 50	50 - 25	25 - 5	5 - 1	< 1
	Valuación	15	12	7	4	2	1	0

Fuente: Tablas RMR Bieniawski 1989

Parámetro RQD.

RQD (%)	(%)	> 90	90 - 75	75 - 50	50 - 25	< 25
	Valuación	20	17	13	8	5

Fuente: Tablas RMR Bieniawski 1989

Parámetro Espaciamiento entre la discontinuidades.

ESPACIAMIENTO ENTRE DISCONTINUIDADES (m)	(m)	> 2.00	2.00 - 0.60	0.60 - 0.20	0.20 - 0.06	< 0.06
	Valuación	20	15	10	8	5

Fuente: Tablas RMR Bieniawski 1989

Parámetro del Estado de las Discontinuidades.

ESTADO DE LAS DISCONTINUIDADES	Persistencia (m)	< 1	1 - 2	3 - 10	10 - 20	> 20
	Valuación	6	4	2	1	0
	Abertura (mm)	Cerrada	< 0.1	0.1 - 1.0	1.0 - 5.0	> 5.0
	Valuación	6	5	4	1	0
	Rugosidad	Muy rugosa	Rugosa	Ligeramente rugosa	Lisa	Lustrosa
	Valuación	6	5	3	1	0
	Relleno	Sin relleno	Relleno duro (< 5 mm)	Relleno duro (> 5mm)	Relleno blando (< 5 mm)	Relleno blando (> 5 mm)
	Valuación	6	4	2	2	0

	Descomposición	Fresca	Levemente descompuesta	Moder. Descompuesta	Altamente descompuesta	Extrem. Descompuesta
	Valuación	6	5	3	1	0

Fuente: Tablas RMR Bieniawski 1989

Parámetro de las condiciones hidrogeológicas.

AGUA FREÁTICA	Caudal por 10 m de excavación (lt/min)	0	0 - 10	10 - 25	25 - 125	> 125
	Presión de agua/ Esfuerzo principal mayor	0	0.0 - 1.0	0.1 - 0.2	0.2 - 0.5	> 0.5
	Condicion General	Completamente Seco	Ligeramente Húmedo	Húmedo	Goteando	Fluyendo
	Valuación	15	10	7	4	0

Fuente: Tablas RMR Bieniawski 1989

Parámetro de orientación de las discontinuidades.

✚ Corrección por orientación de discontinuidades:

DIRECCION Y BUZAMIENTO		MUY FAVORABLE	FAVORABLE	REGULARES	DESFAVORABLES	MUY DESFAVORABLES
Valuación	Túneles y labores mineras	0	-2	-5	-10	-12
	Cimentaciones	0	-2	-7	-15	-25
	Taludes	0	-5	-25	-50	-60

Fuente: Tablas RMR Bieniawski 1989

✚ Orientación de discontinuidades en un túnel:

RUMBO PERPENDICULAR AL EJE DEL TÚNEL				RUMBO PARALELO AL EJE DEL TÚNEL		Buzamiento 0° - 20°
Avance con el buzamiento		Avance contra el buzamiento		Buzamiento 45° - 90°	Buzamiento 20° - 45°	
Buzamiento 45° - 90°	Buzamiento 20° - 45°	Buzamiento 45° - 90°	Buzamiento 20° - 45°	Buzamiento 45° - 90°	Buzamiento 20° - 45°	
Muy favorable	Favorable	Regular	Desfavorable	Muy desfavorable	Regular	Desfavorable

Fuente: Tablas RMR Bieniawski 1989

✚ Calificación:

CALIFICACIÓN	Clase	I	II	III	IV	V
	Calidad	Muy buena	Buena	Regular	Pobre	Muy pobre
	Valuación	100 - 81	80 - 61	60-41	40-21	< 0 = 20

Fuente: Tablas RMR Bieniawski 1989 Características geotécnicas:

CARACTERÍSTICAS GEOTÉCNICAS	CLASE	I	II	III	IV	V
	TIEMPO DE AUTO SOPORTE Y AÑO	20 años para 15 m	1 años para 10 m	1 semana para 5 m	10 horas para 2.5m	30 minutos para 1 m
	COHESIÓN (Kp/cm2)	>4	4 - 3	3 - 2	2 - 1	<1
	Ángulo de fricción interna	> 45°	45° - 35°	35° - 25°	25° - 15°	< 15°

Fuente: Tablas RMR Bieniawski 1989

Anexo 17: Estudios Geomecánico a través de las tablas RMR en la galería principal del nivel 2650.

PUNTO N18:

N18/

Parámetro de Resistencia de la Roca Intacta.

RESISTENCIA DE LA ROCA INTACTA (Mpa)	Índice de la carga puntual	>10	10 - 4	4 - 2	2 - 1	No se usa, es preferible emplear UCS		
	Resistencia a la comprensión uniaxial UCS	> 250	250 - 100	100 - 50	50 - 25	25 - 5	5 - 1	< 1
	Valuación	15	12	7	4	2	1	0

Fuente: Tablas RMR Bieniawski 1989

Parámetro RQD.

RQD (%)	(%)	> 90	90 - 75	75 - 50	50 - 25	< 25
	Valuación	20	17	13	8	3

Fuente: Tablas RMR Bieniawski 1989

Parámetro Espaciamiento entre la discontinuidades.

ESPACIAMIENTO ENTRE DISCONTINUIDADES (m)	(m)	> 2.00	2.00 - 0.60	0.60 - 0.20	0.20 - 0.06	< 0.06
	Valuación	20	15	10	8	5

Fuente: Tablas RMR Bieniawski 1989

Parámetro del Estado de las Discontinuidades.

ESTADO DE LAS DISCONTINUIDADES	Persistencia (m)	< 1	1 - 2	3 - 10	10 - 20	> 20
	Valuación	6	4	2	1	0
	Abertura (mm)	Cerrada	< 0.1	0.1 - 1.0	1.0 - 5.0	> 5.0
	Valuación	6	5	4	1	0
	Rugosidad	Muy rugosa	Rugosa	Ligeramente rugosa	Lisa	Lustrosa
	Valuación	6	5	3	1	0
	Relleno	Sin relleno	Relleno duro (< 5 mm)	Relleno duro (> 5mm)	Relleno blando (< 5 mm)	Relleno blando (> 5 mm)
Valuación	6	4	2	2	0	

	Descomposición	Fresca	Levemente descompuesta	Moder. Descompuesta	Altamente descompuesta	Extrem. Descompuesta
	Valuación	6	5	3	1	0

Fuente: Tablas RMR Bieniawski 1989

Parámetro de las condiciones hidrogeológicas.

AGUA FREÁTICA	Caudal por 10 m de excavación (lt/min)	0	0 - 10	10 - 25	25 - 125	> 125
	Presión de agua/ Esfuerzo principal mayor	0	0.0 - 1.0	0.1 - 0.2	0.2 - 0.5	> 0.5
	Condición General	Completamente Seco	Ligeramente Húmedo	Húmedo	Goteando	Fluyendo
	Valuación	15	10	7	4	0

Fuente: Tablas RMR Bieniawski 1989

Parámetro de orientación de las discontinuidades.

↓ Corrección por orientación de discontinuidades:

DIRECCION Y BUZAMIENTO		MUY FAVORABLE	FAVORABLE	REGULARES	DESFAVORABLES	MUY DESFAVORABLES
Valuación	Túneles y labores mineras	0	-2	-5	-10	-12
	Cimentaciones	0	-2	-7	-15	-25
	Taludes	0	-5	-25	-50	-60

Fuente: Tablas RMR Bieniawski 1989

✚ Orientación de discontinuidades en un túnel:

RUMBO PERPENDICULAR AL EJE DEL TÚNEL				RUMBO PARALELO AL EJE DEL TÚNEL		Buzamiento 0° - 20°
Avance con el buzamiento		Avance contra el buzamiento				
Buzamiento 45° - 90°	Buzamiento 20° - 45°	Buzamiento 45° - 90°	Buzamiento 20° - 45°	Buzamiento 45° - 90°	Buzamiento 20° - 45°	
Muy favorable	Favorable	Regular	Desfavorable	Muy desfavorable	Regular	Desfavorable

Fuente: Tablas RMR Bieniawski 1989

✚ Calificación:

CALIFICACIÓN	Clase	I	II	III	IV	V
	Calidad	Muy buena	Buena	Regular	Pobre	Muy pobre
	Valuación	100 - 81	80 - 61	60-41	40-21	< 0 = 20

Fuente: Tablas RMR Bieniawski 1989 Características geotécnicas:

CARACTERÍSTICAS GEOTÉCNICAS	CLASE	I	II	III	IV	V
	TIEMPO DE AUTO SOPORTE Y AÑO	20 años para 15 m	1 años para 10 m	1 semana para 5 m	10 horas para 2.5m	30 minutos para 1 m
	COHESIÓN (Kp/cm ²)	>4	4 - 3	3 - 2	2 - 1	<1
	Ángulo de fricción interna	> 45°	45° - 35°	35° - 25°	25° - 15°	< 15°

Fuente: Tablas RMR Bieniawski 1989

Anexo 18: Plano de zonificación geomecánica de la galería principal del nivel 2650.



LEYENDA	
	PUNTO TOPOGRÁFICO
	CONTORNO
	ROCA BUENA
	ROCA REGULAR
	ROCA POBRE
	ROCA MUY POBRE

 UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO FILIAL CHICLAYO ESCUELA DE INGENIERÍA DE MINAS			
ZONIFICACIÓN GEOMECÁNICA			
TLSISTA:	YONER MEJIA HERRERA	FECHA:	30/11/2019
DATUM:	VGS84-GEOGRÁFICA	LÁMINA:	A1
ESCALA:	1/150		

Fuente: Elaboración Propia.

Anexo 19: Aplicación del IPERC en la galería principal del nivel 2650.

IPERC CONTINUO								
SEVERIDAD	MATRIZ DE EVALUACIÓN DE RIESGOS							
Catastrófico	1	1	2	4	7	11		
Fatalidad	2	3	5	8	12	16		
Permanente	3	6	9	13	17	20		
Temporal	4	10	14	18	21	23		
Menor	5	15	19	22	24	25		
		A	B	C	D	E		
		Común	Ha sucedido	Podría suceder	Raro que suceda	Prácticamente imposible que suceda		
		FRECUENCIA						
		NIVEL DE RIESGO		DESCRIPCIÓN		PLAZO DE CORRECCIÓN		
		ALTO		Riesgo intolerable, requiere controles inmediatos. Si no se puede controlar el PELIGRO se paraliza los trabajos operacionales en la labor.		0-24 HORAS		
		MEDIO		Iniciar medidas para eliminar/reducir el riesgo. Evaluar si la acción se puede ejecutar de manera inmediata		0-72 HORAS		
		BAJO		Este riesgo puede ser tolerable.		1 MES		
		FECHA:		29/10/19				
TAREA A REALIZAR:								
Extracción del Material (Carbon)								
DATOS DE LOS TRABAJADORES:								
HORA	NIVEL	LABOR	NOMBRES	CARGO	FIRMA			
8:15 Am	2650	gal. Principal	José Chávez Mejías	Extracción				
			Jilmer Vasquez Ortiz	Extracción				
			Marcial Guevara Sanchez	Extracción				
IPERC CONTINUO								
DESCRIPCIÓN DEL PELIGRO	RIESGO	EVALUACIÓN IPER			MEDIDAS DE CONTROL A IMPLEMENTAR	EVALUACIÓN RIESGO RESIDUAL		
		A	M	B		A	M	B
Desorden	Trabajadores Accidentados		13		Mantener Orden y Limpieza			24
Pandeo Puentes	ruptura de puntales	8			Cambia inmediata			24
Piso Mojado	Accidente por Res Valadura	8			implementar drenaje			24
SECUENCIA PARA CONTROLAR EL PELIGRO Y REDUCIR EL RIESGO								
1 Mantener orden y Limpieza en el Area de Trabajo								
2 Verificación diaria del Estado del Sostentamiento								
3 Implementar drenaje								
4								
DATOS DEL SUPERVISOR								
HORA	NOMBRE DEL SUPERVISOR	MEDIDA CORRECTIVA	FIRMA					
10:30	Doner Mejía Herrera	Corregir en el Menor tiempo posible el peligro Identificado.						
	Jaime Cobas Acuña							
NOTA: Eliminar peligros es tarea prioritaria antes de iniciar las operaciones diarias								

Anexo 20: Aplicación del IPERC en la galería principal del nivel 2650.

SEVERIDAD		MATRIZ DE EVALUACIÓN DE RIESGOS				
Catastrófico	1	1	2	4	7	11
Fatalidad	2	3	5	8	12	16
Permanente	3	6	9	13	17	20
Temporal	4	10	14	18	21	23
Menor	5	15	19	22	24	25
		A	B	C	D	E
		Común	Ha sucedido	Podría suceder	Raro que suceda	Prácticamente imposible que suceda
FRECUECIA						

NIVEL DE RIESGO	DESCRIPCIÓN	PLAZO DE CORRECCIÓN
ALTO	Riesgo intolerable, requiere controles inmediatos. Si no se puede controlar el PELIGRO se paraliza los trabajos operacionales en la labor.	0-24 HORAS
MEDIO	Iniciar medidas para eliminar/reducir el riesgo. Evaluar si la acción se puede ejecutar de manera inmediata	0-72 HORAS
BAJO	Este riesgo puede ser tolerable.	1 MES

FECHA:	29/10/2019	GUARDIA -	TURNO	DIA
--------	------------	-----------	-------	-----

TAREA A REALIZAR: Arranque del Material (Carbón)

DATOS DE LOS TRABAJADORES:

HORA	NIVEL	LABOR	NOMBRES	CARGO	FIRMA
8:15	2650	gal. Principal	Rojas Perales Alexander	Maestro	[Firma]
			Vasquez Sanchez Juan	Ayudante	[Firma]
			Huaman Abanto Elvis	Maestra	[Firma]
			Becerra Rojas Jose	Ayudante	[Firma]

DESCRIPCIÓN DEL PELIGRO	RIESGO	EVALUACIÓN IPER			MEDIDAS DE CONTROL A IMPLEMENTAR	EVALUACIÓN RIESGO RESIDUAL		
		A	M	B		A	M	B
Rocas sueltas	Caida de rocas	8			Desatar / Enmaderar			24
Temperatura elevada	Fatiga / desmayo		13		Implementar Ventilación			24
POLVO	Silicosis		13		Usar Respirador			22

SECUENCIA PARA CONTROLAR EL PELIGRO Y REDUCIR EL RIESGO

- Desatar la labor (astiales y techa) en avance
- Implementar ventilación (natural o forzada)
- Uso constante de respirador en interior Mina.
-

DATOS DEL SUPERVISOR			
HORA	NOMBRE DEL SUPERVISOR	MEDIDA CORRECTIVA	FIRMA
10:30 AM	Yoner Mejía Herrera	Corregir en el menor tiempo posible el peligro y riesgo identificado.	[Firma]
	Saime Abas acuña		[Firma]

NOTA: Eliminar peligros es tarea prioritaria antes de iniciar las operaciones diarias

Anexo 21

Sistema de Sostenimiento para la mejora de producción de la galería principal del nivel 2650 de la concesión Séptima Maravilla II, Chalamarca.

Objetivo: Seleccionar el tipo de sostenimiento de acuerdo al comportamiento del macizo rocoso.

GUÍA DE ENTREVISTA AL PROFESIONAL	
Profesional:	<i>Eng. Mauro Salvador Paico</i>
Fecha: <i>02/12/19</i>	<i>[Firma]</i>
1.- Con los datos obtenidos en el estudio RMR, se determinó cuatro tipos de roca. En los 20 m primero roca BUENA, en los 20 m siguientes REGULAR, a partir de los 40 metros en adelante existe roca POBRE y MUY POBRE. Mi pregunta es: ¿Está en lo correcto el uso de cuadros de madera si se trata de roca MUY POBRE en yacimientos de carbón?	
Rpta: <i>Si</i>	
2.- ¿Qué tipo de madera es recomendable para sostenimiento, considerando la existencia de humedad en minas de carbón?	
Rpta: <i>Eucalipto</i>	
3.- Si se habla de redondos de madera. ¿Qué diámetro es recomendable para soportar esfuerzos en roca POBRE con RMR <25 MPa?-	
Rpta: <i>6-8 pulgadas</i>	
4.- ¿Qué dimensionamiento deben tener las labores para colocar cuadros de madera?	
Rpta: <i>Alto = 1.80 - 2m , Ancho = 1.50 - 2m</i>	
5.- Es necesario realizar curado a la madera para incrementar su durabilidad?	

Rpta: Curado de Creosota

6.- ¿Qué factores se deben controlar para evitar el pandeo de la madera?

Rpta:
- Sobrecarga → Cuidado de la madera ante la humedad
- La teta
- La madera debe ser cortado en su debido tiempo

7.- ¿Con la implementación de cuadros de madera, se incrementa la producción?

Rpta: Si

Anexo 22: Datos obtenidos con pruebas de laboratorio hecho con el Carbón



LABORATORIO DE QUÍMICA/ FÍSICA

Tipo de Análisis	: Químico
Usuario	: Mejia Herrera Yoner
Procedencia	: CHICLAYO
Muestra	: CARBON ANTRACITICO
Fecha de Emisión	: 06-12-19
MUESTRA RECIBIDA EN LABORATORIO	

REPORTE DE RESULTADOS

PARÁMETRO	MEDIDA	UNIDADES
Cenizas	2.1	%
Volatilidad	3	%
Humedad residual	4.9	%
Carbono	90	%
Total	100	%

UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO


Dra. María Raquel Maxe Malca
Jefa de Laboratorio de Química/ Física

Anexo 23: Permiso de la empresa Cia Minera Cleofe S.R.L.

CIA MINERA CLEOFE S.R.L.

R.U.C. 20491609177

*Al servicio de la Industria, Minería, Vivienda y Construcción
¡Con Experiencia, Calidad y Producción,
Es una gran Bendición y la mejor Opción!*

“AÑO DE LA LUCHA CONTRA LA CORRUPCION Y LA IMPUNIDAD”

Cajamarca, 22 de Octubre del 2019

Dr. Martell Espinoza Beder Erasmo
Coordinador de la Escuela Profesional de Ingeniería de Minas
Universidad César Vallejo - Filial Chiclayo

Yo, **Mirian Soto Pérez**, identificado con DNI N° 27578683, en calidad de Gerente de la empresa **CIA MINERA CLEOFE S.R.L.**, con RUC N° 20491609177 y domicilio legal en el Centro Poblado San Antonio Corralorco, Distrito Bambamarca, Provincia de Hualgayoc en el Departamento de Cajamarca; **AUTORIZO** a Mejia Herrera Yoner, estudiante del X ciclo de la especialidad de Ingeniería de Minas, en la Universidad César Vallejo (Filial Chiclayo) para que realice la recolección de información **ÚNICA Y EXCLUSIVAMENTE** que se encuentre relacionada con el trabajo de investigación titulado **“Sistema de sostenimiento para mejorar la producción en la galería principal del nivel 2650 de la concesión Séptima Maravilla II, Chalamarca”**. El mismo que viene desarrollando para la obtención de su título profesional en dicho centro de estudios.

Además, dicha autorización comprende la divulgación y comunicación pública del citado trabajo de investigación en el Repositorio Institucional de la UCV.

Atentamente:

CIA MINERA CLEOFE SRL

MIRIAN SOTO PEREZ
GERENTE GENERAL

MIRIAN SOTO PEREZ
Representante Legal

Email: ciamneracleofe@hotmail.com - yajita-miguelangel@hotmail.com

Cel.: 957 390 491 - 996 520 570 - 949 399 640 Teléf. Fijo. 076-638868

C.P San Antonio Bajo - Bambamarca - Hualgayoc & Av. San Martin de Porres # 672 - Cajamarca

Anexo 24: Categorización de reservas en la concesión Séptima Maravilla II – Cia Minera Cleofe S.R.L. Chalamarca.

CIA MINERA CLEOFE S.R.L.

R.U.C. 20491609177

*Al servicio de la Industria, Minería, Vivienda y Construcción
¡Con Experiencia, Calidad y Producción,
¡Es una gran Bendición y la mejor Opción!*

“AÑO DE LA LUCHA CONTRA LA CORRUPCION Y LA IMPUNIDAD”

Bambamarca, 24 de octubre del 2019.

Categorización de reservas mineras en la concesión Séptima Maravilla II - Cia Minera Cleofe S.R.L, Chalamarca			
Material	Carbón	Tipo	Antracítico
Calidad	88.8%	Dureza	Predomina roca pobre
Reservas		200000 toneladas métricas	
Fuente: Confidencialidad de empresa			

CIA MINERA CLEOFE SRL.

.....
Mirian Soto Perez
GERENTE GENERAL

MIRIAN SOTO PEREZ
Representante Legal

Email: ciaminercleofe@hotmail.com yajita-miguelangel@hotmail.com

Cel.: 957 390 491 – 996 520 570 – 949 399 640 Teléf. Fijo. 076-638868

C.P San Antonio Bajo – Bambamarca – Hualgayoc & Av. San Martin de Porres # 672 - Cajamarca

Anexo 25: Cuadro de estimado de presión y espaciamiento.

Condiciones de la carga	Carga de la roca en pies	Espaciamiento Sugerido en cuadros de madera
1.- Dura e intacta	0	Sin Soporte
2.- Masiva, moderadamente agrietada	0-0.25 B	5 pies, si es necesario
3.- Estratificada o esquistosa.	0 – 0.25 B	5 pies, si es necesario
4.- Moderadamente fracturada y grietosa.	0.25 B – 0.35 (B+W)	4 a 5 pies
5.- Muy fracturada y grietosa.	-----	2 a 4 pies
6.- Sin consolidar o completamente triturada.	0.35 (B+Ht) a 1.10 (B+Ht)	2 pies
7.- Roca descompuesta que fluye a la galería.	1.10 (B+Ht)	----
8.- Mojada, roca competente.	Excede 1.10 (B+Ht)	2 pies
9.- Roca esponjada	(1.10 – 2.10) (B+Ht)	-----
10.- Mojada, material triturado o sin consolidar.	Puede caer en (1), (5) ó (7) Hp hasta 250 pies 1.10 (B+Ht) ó más	De (1), (5) ó (7) 1.5 a 2 pies. 2 pies o menos.

Fuente: Llanque (2016; pág. 7)

FIGURAS:



Figura 15: Punto de inicio a la galería principal del nivel 2650.



Figura 16: Acumulación del carbón en interior de la galería.



Figura 17: Desprendimiento del macizo rocoso en la galería principal del nivel 2650.



Figura 18: Aplicación de las tablas geomecánicas RMR en la galería principal.



Figura 19: Relleno de la discontinuidades en la galería principal del nivel 2650.

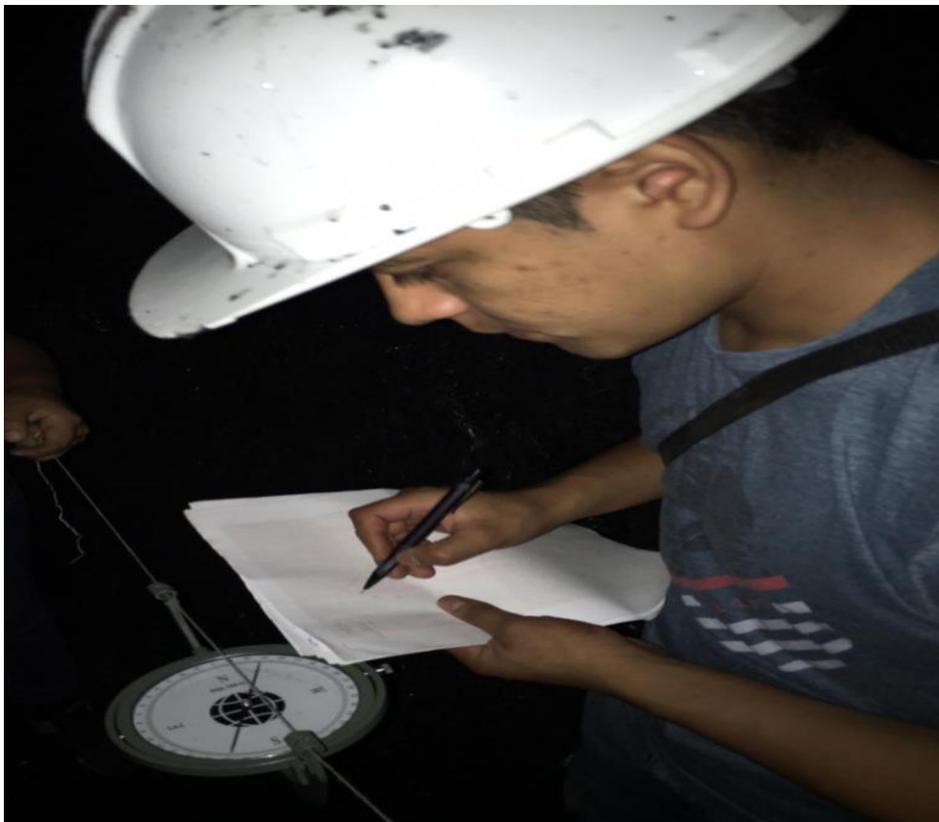


Figura 20: Levamiento topográfico, empleando la brújula colgante.



Figura 21: Flujo de agua en los puntos críticos en la galería principal del nivel 2650.



Figura 22: Carbón antracítico presente en la galería principal.



Figura 23: Estudio para determinar la rugosidad de las discontinuidades en la galería principal.



Figura 24: Sistema de sostenimiento deficiente en la galería principal del nivel 2650.



Figura 25: Muestra pasante en la malla número 60.



Figura 26: Muestra extraída después de ser sometida a la mufla.