



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE MINAS



**DISEÑO DE SOSTENIMIENTO EN LABORES DE DESARROLLO
NIVEL 4480 MEDIANTE EVALUACIÓN GEOMECÁNICA EN LA
UNIDAD MINERA LAS ÁGUILAS – CIEMSA**

TESIS

PRESENTADA POR:

Bach. DENIS ALEX MIRANDA MIRANDA

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO DE MINAS

PUNO – PERÚ

2022



DEDICATORIA

A Dios sobre todas las cosas por darme el camino de conocer nuevas experiencias por conocer nuevas ideas nuevas personas por darme un respiro más de vida, por brindarme la paciencia de tener y recompensar, por darme fuerzas para continuar, por su sabiduría e inteligencia de mostrarme el camino del bien y recibir de ello.

A mi Madre Julia Miranda por mostrarme El camino a la superación por su ejemplo De mujer emprendedora por su gran apoyo Que puso en mí durante mi formación Profesional, sin ello no habría sido posible Concluir mis estudios y grado de titulación.

A mis familiares, mi hermano Giovanni por su deseo de superación mi hermano Kevin Cristian Chambi Miranda por su apoyo en la adversidad, a mi padre Paulino por Su apoyo y entendimiento. Al ing. Gustavo Miranda Condori por sus orientaciones Sus ejemplos de proyectarnos en la vida.

A Alida por haberme acompañado en el transcurso de mi formación profesional por su paciencia su apoyo por estar conmigo en el bien y la adversidad.

Denis A. Miranda Miranda



AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Nacional del Altiplano en especial a la Facultad de ingeniería de minas por darme la oportunidad de ser profesional.

A la plana de docentes de la FIM en la Universidad Nacional del altiplano que inculcaron conocimiento en mi persona.

A mis jurados dictaminadores que inculcaron conocimiento para la realización de esta tesis, por su apoyo y disposición de tiempo por orientarme a la realización de esta investigación.

Mis amigos y colegas de la Mina Las Águilas CIEMSA en especial al Ing. Wilmer Aragón en especial al Área de Geomecánica que con su apoyo contribuyeron a la realización de la presente tesis.

GRACIAS.

Denis A. Miranda Miranda



ÍNDICE GENERAL

Pág.

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTOS

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE FIGURAS

ÍNDICE DE TABLAS

ÍNDICE DE ACRÓNIMOS

RESUMEN 11

ABSTRACT..... 12

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA 13

1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA..... 13

1.2.1 Problema General 13

1.2.2 Problemas Específicos 13

1.3 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN 14

1.3.1 Objetivo General..... 14

1.3.2 Objetivos Específicos 14

1.4 FORMULACIÓN DE HIPÓTESIS 14

1.4.1 Hipótesis General 14

1.4.2 Hipótesis Especificas 14

1.5 JUSTIFICACIÓN 15

CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA



2.1 ANTECEDENTES	16
2.2 Bases teóricas	24
2.2.1 Categorización de Bieniawski sistema (RMR).....	24
2.2.2 Clasificaciones geomecánicas Bieniawski.	24
2.2.3 Determinación de RQD según Palmstron 1975.....	26
2.2.4 Tablas para la Valoración de RMR para su Clasificación.....	27
2.2.5 Clasificación de roca en principio a la resistencia de compresión según ISRM	31

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN.....	35
3.1.1 Diseño del estudio	35
3.2 CARACTERIZACION DEL LUGAR DEL ESTUDIO.....	35
3.3 TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	37
3.4 POBLACIÓN Y MUESTRA DE LA INVESTIGACIÓN.....	37
3.4.1 Población	37
3.4.2 Muestra	37
3.5 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.....	38
3.6 TÉCNICA E INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS.....	38
3.6.1 Procedimiento de recolección de datos	38

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD Y PROCESAMIENTO DE DATOS..	40
--	-----------



4.2 DETERMINANDO LOS PARÁMETROS DE LAS CARACTERIZACIONES GEOMECÁNICAS DEL MACIZO ROCOSO EN EL CX-300 PARA EL DISEÑO DE SOSTENIMIENTO.	40
4.2.1 Determinación de juntas.	40
4.2.2 Determinación de RQD según Palmstron 1975.....	40
4.3 DETERMINANDO EL RMR MEDIANTE LAS CARACTERIZACIONES GEOMECÁNICAS EN EL CX-300	42
4.4 DETERMINANDO EL DISEÑO DE SOSTENIMIENTO EN EL CX-300..	55
4.5 DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS	56
V. CONCLUSIONES	57
VI. RECOMENDACIONES	58
VII.REFERENCIAS.....	59
ANEXOS.....	62

Área: Mina

Línea: Mecánica de Rocas, Geomecánica Minera.

FECHA DE SUSTENTACIÓN: 27 de diciembre de 2022



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Bloque de Macizo Rocoso para Determinar Juntas m3.	27
Figura 2. Muestras Diametrales en Laboratorio.	33
Figura 3. Después de la Compresión en su Ensayo.	34
Figura 4. Plano Mina Águilas.....	36
Figura 5 Análisis E Interpretación de Información Grafico De V1-V2	51
Figura 6. Análisis E Interpretación de Información Grafico De V3-V4	52
Figura 7. Análisis E Interpretación de Información Grafico en V5	53
Figura 8. Análisis E Interpretación de Información Grafico en V-6 V-7 V-8.....	54



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Clasificación Según Bieniawski.	24
Tabla 2.	Aberturas de las Discontinuidades.....	27
Tabla 3.	Discontinuidades.....	28
Tabla 4.	Rugosidad de las Discontinuidades.	28
Tabla 5.	Relleno de las Discontinuidades.	28
Tabla 6.	Alteración de las Discontinuidades.....	29
Tabla 7.	Valorización Mediate la Orientación Estructural.	29
Tabla 8.	Sistema de sostenimiento mediante RMR.	29
Tabla 9.	Clasificación de Roca en Principio a la Resistencia Uniaxial.	31
Tabla 10.	Valores Geológicos de Resistencia a Compresión Simple Mpa.....	31
Tabla 11.	Valores Geológicos de Cohesión y Ángulo de Fricción.....	32
Tabla 12.	Coordenadas de la Mina las Águilas.....	35
Tabla 13.	Vía Principal Mina las Águilas.....	36
Tabla 14.	Coordenadas de la Labor de Desarrollo Cx-300.....	37
Tabla 15.	Descripción de Variables a ser Analizados en el Objetivo Específico.	38
Tabla 16.	Determinación del RQD de las Ventanas del Cx-300	41
Tabla 17.	Cálculo de la Resistencia de la Compresión Uniaxial.	41
Tabla 18.	Clasificación de Resistencia de Compresión Uniaxial Mpa.	42
Tabla 19.	Determinado la valoración de las caracterizaciones geomecánicas de la estación V-01.	42
Tabla 20.	Determinado la valoración de las caracterizaciones geomecánicas de la estación V-02.	43
Tabla 21.	Determinado la valoración de las caracterizaciones geomecánicas de la estación V-03.	44
Tabla 22.	Determinado la valoración de las caracterizaciones geomecánicas de la estación V-04.	45



Tabla 23. Determinado la valoración de las caracterizaciones geomecánicas de la estación V-05.	46
Tabla 24. Determinado la valoración de las caracterizaciones geomecánicas de la estación V-06.	47
Tabla 25. Determinado la valoración de las caracterizaciones geomecánicas de la estación V-07.	48
Tabla 26. Determinado la valoración de las caracterizaciones geomecánicas de la estación V-08.	49
Tabla 27. Valoración Mediante Buzamiento.	50
Tabla 28. Valorización Mediante Buzamiento en el Cx-300.	50
Tabla 29. Sostenimiento Requerido en el Cx-300.	55
Tabla 30. Tabla Geomecánicas para Determinar Coloración de zonificación Bieniawski.	55



ÍNDICE DE ACRÓNIMOS

RQD	: Índice de calidad de roca.
ISRM	: Sociedad Internacional de Mecánica de Rocas.
ASTM	: Norma de organización de estándares.
JV	: Juntas por m ³
RMR	: Rock Mass Rating (Clasificación del macizo rocoso)
UCS	: Uniaxial Compresión Strenght
Mpa	: Mega pascales
CX	: Crucero.
BP	: By pass
MTS	: Metros.
%	: Porcentaje.
L	: Longitud.
N'	: Numero en pies.
N°	: Numero en grados.



RESUMEN

En la investigación denominado “Diseño de sostenimiento en labores de desarrollo nivel 4480 mediante evaluación geomecánica en la Unidad Minera las Águilas – CIEMSA” Esta excavación subterránea ha tomado mucha importancia en la ingeniería geomecánica ya que tiene como objetivo la determinación de las caracterizaciones geomecánicas y un diseño de sostenimiento en la labor de desarrollo del Cx-300, según la metodología descriptivo no experimental para ello se determinó la toma de datos con ficha registro geomecanico con el fin de obtener datos de campo, se utilizó instrumentos para registro de datos y ensayos de laboratorio, se realizó el mapeo geomecanico por celdas a lo largo del Cx-300 de 16 metros en las cuales se determinó la caracterización de la roca como espaciamiento de 60-2000mm con puntuación de 15, persistencia de <1mm con puntuación de 6, apertura <0.1mm con puntuación de 5, relleno duro <5mm con puntuación de 4, alteración ligeramente con puntuación de 5, condición de agua subterránea húmeda con puntuación de 10 y Orientación estructural favorable con puntuación de -2, resultado de laboratorio se determinó la compresión uniaxial de 163.6 Mpa otro parámetro que se determino fue el juntas por 4m³ (Jv) de 7.75-12 que determino el RQD de 75-90% con puntuación de 17. En el diseño de sostenimiento en el Cx-300 se determinó una zonificación color verde de 16 metros de RMR 61-80 roca buena clase II sostenimiento con pernos puntuales Split set de 5 pies en sección de 2.5m x 2.5m distribución de pernos espaciados a 1.2m en corona y hastial. En conclusiones se determinó los parámetros de laboratorio técnica de toma de datos por mapeo geomecanico por celdas en libreta geomecánica y según la teoría de (beniawski,1989).

Palabras Clave: Diseño, caracterización, geomecánica, sostenimiento, puntuación.



ABSTRACT

In the investigation called "Design of support in development work level 4480 through geomechanical evaluation in the Las Águilas Mining Unit - CIEMSA" This underground excavation has become very important in geomechanical engineering since its objective is to determine the geomechanical characterizations and a support design in the development work of the Cx-300, according to the non-experimental descriptive methodology for this, the data collection with a geomechanical record file was determined in order to obtain field data, instruments were used for data recording and tests of In the laboratory, the geomechanical mapping was carried out by cells along the Cx-300 of 16 meters in which the characterization of the rock was determined as a spacing of 60-2000mm with a score of 15, persistence of <1mm with a score of 6, opening <0.1mm with a score of 5, hard fill <5mm with a score of 4, slightly altered with a score of 5, condition of moist groundwater with a score of 10 and favorable structural orientation with a score of -2, laboratory result determined the uniaxial compression of 163.6 Mpa another parameter that was determined was the joints per 4m³ (Jv) of 7.75-12 that determined the RQD of 75-90% with a score of 17. In the support design in the Cx-300, a green zoning of 16 meters of RMR 61-80 good rock class II support with 5-foot Split set point bolts in a 2.5-section was determined. m x 2.5m distribution of bolts spaced at 1.2m in crown and gable. In conclusion, the technical laboratory parameters of data collection were determined by geomechanical mapping by cells in a geomechanical notebook and according to the theory of (Beniawski, 1989).

Keywords: Design, characterization, geomechanics, support, scoring.



CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La propuesta de la investigación es generar conocimiento y solucionar problema en diseño de sostenimiento en las excavaciones subterráneas en la declaración del planteamiento del problema se tiene como objetivo determinar el diseño del sostenimiento en la labor de desarrollo Cx-300 nivel 4480 mediante evaluación geomecánica en la Unidad Minera las Águilas. en el desarrollo de la investigación la metodología es no experimental prospectiva por el análisis estadístico y la toma de datos empírico por la observación de campo del Cx-300 que está compuesta por técnicas que intentan aproximarse al conocimiento de la realidad mediante la teoría de (Bieniawski, 1989), la dirección que toma la investigación es diseñar un sostenimiento en labores de desarrollo del Cx-300 para su confiabilidad en las excavaciones subterráneas.

1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.2.1 Problema General

¿Cuál será el diseño del sostenimiento adecuado en la labor de desarrollo Cx-300 nivel 4480 mediante evaluación geomecánica en la Unidad Minera las Águilas CIEMSA?

1.2.2 Problemas Específicos

- ¿Cuáles serán las caracterizaciones geomecánicas del macizo rocoso en el Cx-300 para el diseño de sostenimiento?



- ¿Cuál será el diseño de sostenimiento del macizo rocoso en el Cx-300 mediante la cartilla geomecánica de Bieniawski?

1.3 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.3.1 Objetivo General

Determinar el diseño del sostenimiento en la labor de desarrollo Cx-300 nivel 4480 mediante evaluación geomecánica en la Unidad Minera las Águilas CIEMSA.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Determinar la caracterización geomecánica del macizo rocoso en el Cx-300 para el diseño de sostenimiento.
- Determinar el diseño de sostenimiento en el Cx-300 mediante la cartilla geomecánica de Bieniawski.

1.4 FORMULACIÓN DE HIPÓTESIS

1.4.1 Hipótesis General

La clasificación del macizo rocoso mediante el uso de la cartilla geomecánica de Bieniawski se logró el diseño de sostenimiento en la labor de desarrollo Cx-300 nivel 4480 en la Unidad Minera las Águilas CIEMSA.

1.4.2 Hipótesis Específicas

- Determinando la caracterización geomecánica del macizo rocoso se logró el diseño de sostenimiento en el Cx-300.
- Determinando la clasificación mediante el uso de la cartilla geomecánica de Bieniawski se logró el diseño de sostenimiento en el Cx-300.



1.5 JUSTIFICACIÓN

La presente investigación se determinó el diseño de sostenimiento en labores de desarrollo como el Cx-300 mediante evaluación geomecánica, el porqué de la investigación es conocer un diseño de sostenimiento del macizo rocoso ya que en excavaciones subterráneas existe una probabilidad de desprendimiento de roca y es considerado como un peligro al personal o daño material, la finalidad de la investigación es aportar un método básico para determinar un diseño de sostenimiento considerando un aporte a las actividades mineras subterráneas.

La presente investigación determinara reconocer un diseño de sostenimiento en el Cx-300 considerando las bases teóricas de (Bieniawski, 1989) y (Palmstrom, 1975), para clasificar el diseño de sostenimiento se obtuvo la toma de registro de datos de campo y laboratorio los parámetros fueron las juntas por 2m^3 (Jv), RQD, espaciamiento, persistencia, apertura, rugosidad, relleno, alteración, agua subterránea, compresión uniaxial de un bloque de roca y se determinó el ángulo de discontinuidad para los ajustes por orientación estructural para determinar el RMR en el mapeo geomecánico.



CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 ANTECEDENTES

2.1.1 Antecedentes Nacionales

Quispe (2021) En su trabajo de tesis aborda el objetivo de diseño en sostenimiento de labor subterránea (bypass 942). La importancia de diseñar con la geomecánica en mente es mantener la seguridad e integridad del personal minero mientras se mantienen operaciones estables. Este estudio llevó la metodología de investigación descriptiva incluyó registros geotécnicos, pruebas de perforación direccional para investigar la orientación de la estructura dentro del macizo rocoso. También se ensayos mecánica de rocas. El sistema de clasificación de calidad para macizos rocosos es RMR, Q, GSI, con el dato obtenido geotécnica y convalidación en información geológica fue posible realizar un modelo geotécnico y posteriormente una zonificación geomecánica del macizo rocoso. En Resultados la “zonificación geomecánica del macizo rocoso de acuerdo a la clasificación de Bieniawski es de tipo regular con una puntuación de 40 – 50 optamos por pilares artificiales woodpack de 1.5 x 1.5 siendo este el que mayor margen de beneficio genera de acuerdo al análisis realizado”.

Bujaico (2021) El presente trabajo de investigación planteó como objetivo general Utilizando la gráfica Q de Barton para calcular los resultados de clasificación geomecánica de macizos rocosos para determinar soporte, Clase 2995 Mina Poderosa S.A. El año 2021. “La hipótesis general fue que la categorización geomecánica del macizo rocoso mediante la evaluación de los



parámetros tales como RQD, Jn, Jr, Ja, Jw y SRF en labores de avance empleando la cartilla del Q de Barton permiten determinar el sostenimiento a aplicar”. En la metodología de la investigación, tipo aplicado, de nivel correlacional y de diseño no experimental, la población y la muestra conformada por la compañía minera Poderosa. Se obtiene que los resultados de la categorización geomecánica del macizo rocoso, respecto al índice de calidad de la roca fue del 90 % con una “categoría de buena, las juntas conformadas por tres familias y algunas juntas ocasionales cuya valoración es de 12; las juntas presentan rugosidad irregular plana cuya puntuación es de 1.5 es estos valores se establece que el tipo macizo es muy malo”, para lo cual se establece que el sostenimiento está conformado por hormigón proyectado con fibras, 120 - 150 mm y bulonado S(fr)+B.

Nuñez (2020) El presente trabajo en diseño de sostenimiento en minería subterránea “se da mucha importancia a la evaluación y diseño de soporte de túneles. Para cumplir con este requisito, los métodos geomecánicos empíricos y sistemáticos juegan un papel importante en el diseño de los sistemas de soporte” de pozos de cimentación. “El objetivo de esta investigación es presentar un análisis sistemático de lectura para determinar las características geomecánicas de los macizos rocosos para el diseño de sostenimiento de túneles en minería donde se analizaron 24 investigaciones entre los años 2014-2020” en la metodología. Se utilizaron bases de datos científicas como ProQuest, ScienceDirect, redalyc y upn library. Los resultados sugieren que se deben utilizar métodos empíricos como el RMR de Bieniawski, el Q de Barton y el GSI de Hoek-Brown para la evaluación y el diseño de soportes de túneles y deben combinarse con otros métodos como kf, spa y tsp; por lo tanto, se determina el



tipo de soporte, por ejemplo, hormigón proyectado, pernos de anclaje, estructura de acero.

Herrera (2020) En el presente trabajo se realizó un estudio en la U.M. Españolita; cuyo objetivo fue caracterizar el macizo rocoso mediante la determinación de las propiedades geomecánicas de la labor principal de acceso a mina y de la realización de pruebas in situ y de gabinete, simulaciones en software Rock Science, tales como, ensayos de carga puntual, compresión sin confinar en rocas, resistencia a la tracción, resistencia al corte en discontinuidades, densidad volumétrica, absorción, velocidades de ondas de corte y compresión. “Estos datos se analizaron y evaluaron con el propósito de obtener los parámetros que se emplearon en el diseño de sostenimiento de la labor principal crucero 2130 de la Unidad Minera Españolita S.A”.

Alfaro (2020) El desarrollo de la minería subterránea es una actividad de alto riesgo, por ello en la actualidad, se da mucha importancia a la evaluación y diseño de soporte de túneles. Para cumplir con este requerimiento los métodos geomecánicos empíricos y sistemáticos asumen un importante rol en el diseño del sistema de soporte de una excavación. El objetivo de estas investigaciones presentar un análisis sistemático de literatura para determinar las características geomecánicas de los macizos rocosos para el diseño de sostenimiento de túneles en minería donde se analizaron 24 investigaciones entre los años 2014-2020 a partir de criterios como el tipo de investigación, idioma, año de publicación y metodología. Se recurrió bases de datos científicos como ProQuest, ScienceDirect, REDALYCy Biblioteca UPN, donde se consideraron



investigaciones en los idiomas de español e inglés, que sean publicaciones arbitradas y de texto completo. Los resultados nos indican que para la evaluación y diseño de sostenimientos en túneles se debe de utilizar métodos empíricos como el RMR de Bieniawski, Q de Barton y GSI de Hoek-Brown, además de correlacionarlos con métodos sistemáticos como KF, SPA y TSP; y así determinar el tipo de sostenimiento como shotcrete, pernos de anclaje, marcos de acero.

Loarte (2018) El trabajo de investigación tiene como objetivo en la Corporación Minera Toma La Mano - CORMITOMA S.A. aplica la geomecánica en el diseño de soportes mineros y realiza la evaluación geomecánica de macizos rocosos para responder la persistencia de la ingeniería minera. El logro de los objetivos anteriores requiere trabajo de laboratorio y en el campo para la toma de datos. En la primera fase del estudio, se orientará a realizar un levantamiento básico para obtener la información necesaria que permita la evaluación de los principales factores de control de estabilidad y la estimación de los parámetros geomecánicos básicos. En la metodología se integró la información de la encuesta de referencia para evaluar la estabilidad de la excavación subterránea y en resultados y última instancia, brindar recomendaciones para la estabilidad del proyecto de minería subterránea En resultados el “RMR Básico y el corregido para la Mineral varía entre 59- 59 (Tipo III), en el caso de la Zona de Contacto varía entre 66 (Tipo II-B), en el caso de la Pizarra varía entre 58 - 58 (Tipo IIIA)”, en el caso de la “Cuarcita varía entre 71 - 71 (Tipo IIA) y en el caso de la Granodiorita varía entre 87 (Tipo IIB) De acuerdo al criterio científico de Palmstron la ecuación para el yacimiento relacionado al RMR y Q (Bieniawski – Barton)”.



Mamani (2018) El presente trabajo por servicios profesionales tiene como objetivo realizar un diseño para labores subterráneas mediante la evaluación del macizo rocoso. Los procedimientos en la metodología descriptiva observacional seguidos en la preparación de este informe describen el trabajo realizado y la justificación detrás del mismo; luego enfocándose en geología de yacimientos, minería, diseño geomecánico y soporte para el desarrollo, preparación y producción de las vetas Esperanza. Clasificación por geomecánica “(Índice Q, clasificación de Bieniawski y Clasificación GSI) En el desarrollo del tema principal se detallaron todos los aspectos geomecánicos del macizo rocoso de las labores de desarrollo, preparación y explotación que involucran a la Veta Esperanza” para determinar el tipo de sostenimiento a utilizar, y así restablecer el equilibrio de las fuerzas tensionantes de la roca. En los resultados se estandarizaron los tipos de sostenimiento adecuados para cada labor, según los datos obtenidos obtenidos luego de usar las diferentes clasificaciones ya realizadas y planificadas.

Lazaro (2018) En la presente investigación Diseño del Sostenimiento para Mejorar la Persistencia de estabilidad tiene como objetivo realizar la evaluación geomecánica del macizo rocoso, Asegurar la estabilidad de la operación de la mina subterránea en la mina Caridad, la meta es proteger la seguridad e integridad del personal durante toda la operación de la mina, manteniendo la estabilidad de la obra y del rajo; caja fija de baja dilución y reducción de eventos de desprendimiento de rocas. “La metodología empleada en la investigación es cuasi-experimental cuya técnica empleada es Analítico - Sintético; y el procedimiento de la investigación empleada es la Descriptiva - Explicativa, que consiste en procesamiento, clasificación y evaluación de la



información recopilada” con estos conceptos, podemos controlar mejor la estructura de soporte para garantizar la estabilidad de la excavación. Finalmente, en base a los resultados obtenidos, se realizaron diversos análisis de estabilidad y análisis del estado actual del sistema de soporte para las distintas áreas definidas.

Calcina (2018) Este proyecto aborda el tema de diseño y sostenimiento de una labor minera subterránea (bypass942). Se tuvo en consideración que la importancia del diseño utilizando la geomecánica es preservar la seguridad e integridad del personal dentro de la operación minera, al mantener labores estables. No menos importante es procurar una operación rentable, teniendo una baja sobre excavación asegurando la estabilidad de las labores. Para el presente estudio se realizaron Investigaciones geomecánicas conformadas por logeos geotécnicos, ensayos de permeabilidad y taladros orientados para investigar las orientaciones de las estructuras presentes en el macizo rocoso. Se seleccionó además muestras representativas para realizar ensayos de mecánica de rocas. El sistema de clasificación para la calidad del macizo rocoso fue el RMR, Q y GSI; con esta información geotécnica y complementada con la información geológica, fue posible realizar un modelo geotécnico y posteriormente una zonificación geomecánica del macizo rocoso. El estudio realizado abarca una perspectiva general de un estudio geomecánico y las sugerencias de sostenimiento que se puedan emplear.

Recavarren (2017) En el presente trabajo se realizó un estudio en la U.M. Españolita; cuyo objetivo fue caracterizar el macizo rocoso mediante la determinación de las propiedades o caracterizaciones geomecánicas de la labor principal de acceso a mina y de la realización en metodología descriptiva detalle



de campo pruebas in situ y de gabinete, simulaciones en software Rock Science, tales como, ensayos de carga puntual compresión simple fue importante para la categorización de RMR. En resultados la caracterización geomecánica “determinamos que la roca, en el Crucero 2130, es una roca media y mala de tipo IIIA, IIIB, IV A, roca en su mayor porcentaje no blanda, que requiere sostenimiento con pernos, los de mayor eficiencia y carga en función calidad / costo, los Hydravolt”.

Toledo (2017) Para cumplir con el objetivo mencionado, fue necesario realizar trabajos de campo, laboratorio y gabinete. En una primera etapa del estudio estará orientado a la ejecución de investigaciones básicas, con el fin de obtener la información necesaria, que permitirá evaluar los factores principales del control de la estabilidad, y estimar los parámetros geomecánicas básicos. En una segunda etapa, se integrará la información obtenida durante las investigaciones básicas, con el fin de evaluar las condiciones de estabilidad de las excavaciones subterráneas, para finalmente dar las recomendaciones para garantizar la estabilidad de las labores mineras subterráneas. “Utilizando toda la información geológica y geomecánica desarrollada durante las investigaciones básicas y utilizando herramientas de cálculo de la mecánica de rocas, se ha llevado a cabo un número de análisis, mediante los cuales se determinará los elementos o sistemas de sostenimiento en caso se requiera en las labores mineras subterráneas”.

Soto (2016) El presente trabajo denominado diseño de sostenimiento del túnel wuarsaya es realizado dado que una obra como este túnel vial requiere una vida útil de por lo menos 50 años; basado en los objetivos: la descripción de las



caracterizaciones geomecánicas “el diseño de sostenimiento en roca y suelo emplazados a lo largo del túnel, siguiendo un diseño metodológico descriptivo experimental, tomando como marco poblacional la longitud de 746.10 metros de túnel y el área circundada por el túnel de 10 has”, el trabajo en ensayos de mecánica de rocas para obtener los parámetros geomecánicas de la zona de estudio y el trabajo en gabinete con el propósito de diseñar y evaluar el sostenimiento. Correspondiente al trabajo de campo se realizaron mapeos geomecánicas y geológicos en siete sectores distribuidos a lo largo del túnel; los resultados determino material fluvio glacial (gravas arcillosas y limosas) y cuatro clases de roca presentes Roca II, III, IV y V que son Roca Buena, Regular, Mala y Muy mala respectivamente, las rocas son Metalimolita y Metacuarcita con distintas características geomecánicas. El sostenimiento emplea un método de excavación calota, destroza, solera; determina también una longitud de excavación sin sostenimiento; el uso de cerchas metálicas según sea el caso, malla electrosoldada y recubrimiento de shotcrete.

Timoteo (2016) El propósito fundamental es el de ver el uso de la herramientas geomecánicas y la importancia de la geomecánica en el diseño se sostenimiento de las labores mineras, la estabilidad de las excavaciones debe ser mapeado y zonificado por zonas con rocas de similares características geomecánicas, en la actualidad en toda labor minera se debe contar con estudios de geomecánica, actualizados visados y firmados por ingenieros titulados y colegiados, especialistas en la materia, he allí la importancia debido a que ayuda a reducir incidentes negativos. Se presenta y compara un estudio realizado en la misma unidad el porvenir de la empresa minera milpo, en la que en el periodo 2013 a 2014, con implementación de un



proyecto y participación efectiva del área de geomecánica, la empresa pudo reducir costo, sin perjudicar la estabilidad de las labores. Finalmente hacemos una comparación de resultados de laboratorio y de campo sobre la resistencia compresiva y concluimos que el uso de esclerómetro en campo tiene una correlación simétrica, mostrando los cálculos in situ.

2.2 BASES TEÓRICAS

2.2.1 Categorización de Bieniawski sistema (RMR)

La clasificación geomecánica RMR “permite obtener un índice de calidad del macizo rocoso a partir de resistencia de la roca intacta, grado de fracturación y diaclasado de las discontinuidades del macizo, presencia de agua y la orientación de las discontinuidades respecto al elemento de estudio: túnel, talud o cimentación” (Bieniawski, 1989).

2.2.2 Clasificaciones geomecánicas Bieniawski.

Permiten determinar el rango del RMR en el macizo rocoso insitu se considera ciertas caracterizaciones geomecánicas para determinar el RMR en excavaciones subterráneas como también la descripción del estado de la roca.

Tabla 1.

Clasificación Según Bieniawski.

RMR	Clase	Descripción
0-20	I	Muy mala
21-40	II	Mala
41-60	III	Regular
61-80	IV	Bueno



81-100

V

Muy bueno

Nota. Descripción de clase de roca mediante la valoración del RMR

(Bieniawski, 1989).

- **Resistencia de la compresión uniaxial.**

“Se mide a partir del ensayo de rotura a compresión simple de testigos de rocas o a partir del ensayo de carga puntual. La puntuación va desde 0 hasta 15 puntos dependiendo de la resistencia de la roca” (Bieniawski, 1989).

- **RQD**

“Valora el grado de fracturación del macizo según el universalmente conocido RQD desde 3 puntos para un valor de RQD inferior al 25% hasta 20 puntos para un valor de RQD superior al 90%” (Bieniawski, 1989).

- **Separación entre diaclasas.**

“Como bien dice el enunciado puntúa el espaciamiento entre discontinuidades la puntuación alcanza valores de 20 puntos para diaclasas separadas más de 2 m y un valor mínimo de 5 para diaclasas espaciadas menos de 6 cm” (Bieniawski, 1989).

- **Estado de las diaclasas.**

“Permite puntuar el estado de las diaclasas a través de persistencia o longitud de las discontinuidades, abertura, rugosidad, presencia de relleno y alteración de las juntas el valor máximo es de 20 puntos mientras que el mínimo es de 0 puntos” (Bieniawski, 1989).

- **Presencia de agua freática.**



“Mide las filtraciones de agua en el macizo, el flujo de agua y la humedad presente en las discontinuidades. La puntuación alcanza un valor de 15 para un macizo rocoso seco y un valor de 0 para cuando el agua está fluyendo” (Bieniawski, 1989).

- **Corrección por la orientación de las discontinuidades.**

“Permite corregir el índice RMR mediante la orientación de las principales discontinuidades en el macizo respecto a la orientación de la excavación la valoración de este parámetro se desplaza desde orientaciones” (Bieniawski, 1989).

2.2.3 Determinación de RQD según Palmstrom 1975.

“Permite hacer una clasificación de un macizo rocoso se utiliza usualmente en la construcción de túneles, de taludes y de cimentaciones consta de un índice de calidad RMR , independiente de la estructura, y de un factor de corrección” (Palmstrom, 1975).

$$\mathbf{RQD} = 115 - 3.3x J_v$$

Volumetric Joint Count (Jv)

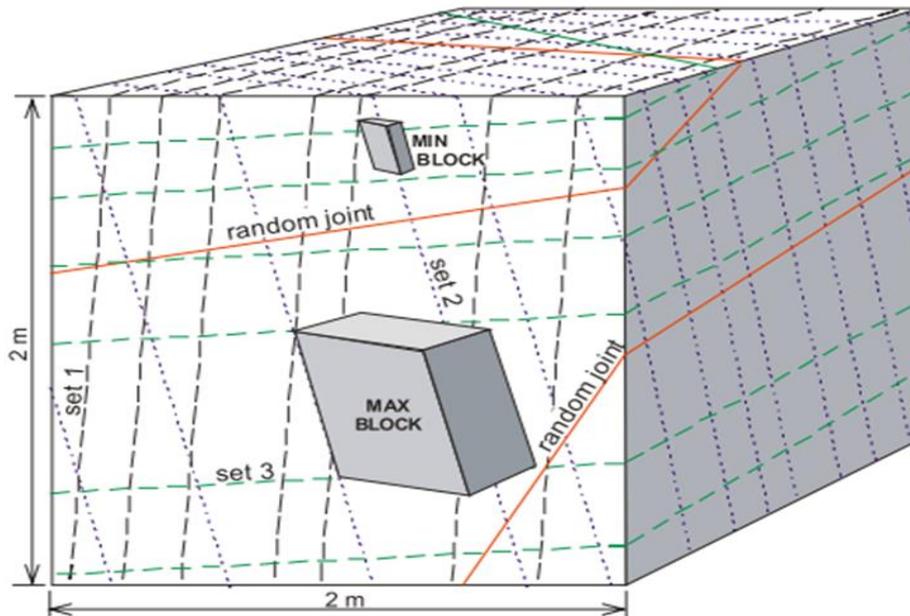
El conteo volumétrico de juntas (Jv) según teoría de (Palmstrom, 1975). Determinando en su fórmula por juntas m³, Jv se aplica mejor donde ocurren conjuntos de juntas bien definidos, Jv se define como el número de juntas que cortan un volumen de un bloque en 2m³. donde se determina el espaciamiento en discontinuidades determinada en la siguiente ecuación.

$$\mathbf{J_v} = 1/E_1 + 1/E_2 + 1/E_3$$

Bloque de macizo rocoso para determinar el Join Volumetric Jv.

Figura 1.

Bloque de Macizo Rocosó para Determinar Juntas m³.



Nota. Unión regular de 3 juegos de juntas bloque de macizo rocoso en 3 dimensiones de 2m x 2m en determinación para la determinación Jv juntas por m³ (Palmstrom, 1975).

2.2.4 Tablas para la Valoración de RMR para su Clasificación.

Tabla 2

Aberturas de las Discontinuidades.

Detalle	Separación de las Caras	Puntuación
Abierta	>5mm	0
Moderadamente abierta	1-5mm	1
Cerrada	0.1-1 mm	4
Muy cerrada	<0.1mm	5
No tiene	0	6

Nota. (Bieniawski, 1989).



Tabla 3.

Discontinuidades.

Detalle	Valor de discontinuidad	Puntuación
Muy pequeña	<1 mts	6
Pequeña	1 - 3 mts	4
Media	3 - 10 mts	2
Alta	10 - 20 mts	1
Muy alta	>20 mts	0

Nota. (Bieniawski, 1989).

Tabla 4.

Rugosidad de las Discontinuidades.

Detalle	Puntuación
Muy rugosa	6
Rugosa	5
Ligeramente rugosa	2
Suave	1
Espejo de falla	0

Nota. (Bieniawski, 1989).

Tabla 5.

Relleno de las Discontinuidades.

Detalle	Puntuación
Relleno blando > 5 mm	0
Relleno blando < 5 mm	2
Relleno duro > 5 mm	2
Relleno duro < 5 mm	4
Ninguno	6

Nota. (Bieniawski, 1989).



Tabla 6.

Alteración de las Discontinuidades.

Detalle	Puntuación
Descompuesta	0
Muy alterada	1
Moderadamente alterada	3
Ligeramente alterada	5
No alterada	6

Nota. (Bieniawski, 1989).

Tabla 7.

Valorización Mediate la Orientación Estructural.

Calificativo	Puntuación
Muy favorable	0
Favorable	-2
Regular	-5
Desfavorable	-10
Muy desfavorable	-12

Nota. (Bieniawski, 1989)

Tabla 8.

Sistema de sostenimiento mediante RMR.

Clase de Roca- RMR	Excavación	Pernos de Roca 20mm enlechado Completo	Shotcret	Cimbras
I Muy Buena 81-100	Frente completo 3m de avance	No Se Requiere Ningún Sostenimiento		
II Buena 61-80	Avance de 1 a 1.5m	Localmente pernos de 3m en la corona, espaciados 2.5 mallas ocasionales	50 mm en la corona donde sea requerido	Ninguno

III Regular 41-60	Avance y detrosa avance 1.5 a 3 m completar sostenimiento a 20 m del frente.	Sistemáticos de 4m de longitud, espaciados 1.5- 2m en la corona y en las paredes, con malla en la corona	50-100 mm en la corona y 30mm hastiales	Ninguno
IV. Mala 21-40	Sección 1-1.5m avance en corona instalar frecuentemente con avance de 10m en el frente	Sistemáticos de 4. 5m de longitud, espaciados 1- 1.5m en la corona y muralla con malla	100-150 mm en la corona y 100mm en las paredes	Arcos ligeros a medianos espaciados a 1.5 m donde se requiere.
V. Muy Mala <20	Fases múltiples avances de 0.5-1 m juntar inmediatamente después de cada avance	Sistemático largo 5- 6m espaciados 1-1.5m e corona y muralla	150-200 mm en la corona, 150 mm en hastiales 50 mm en el frente	Medio pesado espaciado 0.75m revestimiento y tubos de acero si es requerido cierre invertido

Nota. Para determinar el RMR se suma los 5 parámetros valorados, el parámetro 6 nos da a conocer la orientación de las discontinuidades, este se resta al realizar dicho cálculo se obtiene el índice RMR en la tabla de mapeo geomecánico para su clasificación. (Bieniawski, 1989).

2.2.5 Clasificación de roca en principio a la resistencia de compresión según ISRM

Tabla 9.

Clasificación de Roca en Principio a la Resistencia Uniaxial.

Detalle	Compresión uniaxial Mpa
Extremadamente Blanda	<1
Muy blanda	1-5
Blanda	5-25
Moderadamente blanda	25-50
Dura	50-100
Muy dura	100-250
Extremadamente dura	250

Nota. (Feijoo Calle & Padrón Suarez, 2020).

Tabla 10.

Valores Geológicos de Resistencia a Compresión Simple Mpa.

Rocas Geológicas	Resistencia A Compresión Simple Mpa	
	Valores Medios	Puntuación de Valores
Andesita	210-320	100-500
Anfibolita	280	210-530
Anhidrita	90	80-130
Arenisca	55-140	30-235
Basalto	150-215	80-350
Cuarcita	200-320	100-350
Diabasa	240-350	135-365
Diorita	180-245	120-335
Dolerita	200-300	100-350
Gabro	210-280	180-300
Mármol	120-200	60-250

Nota. (Feijoo Calle & Padrón Suarez, 2020)



Tabla 11.

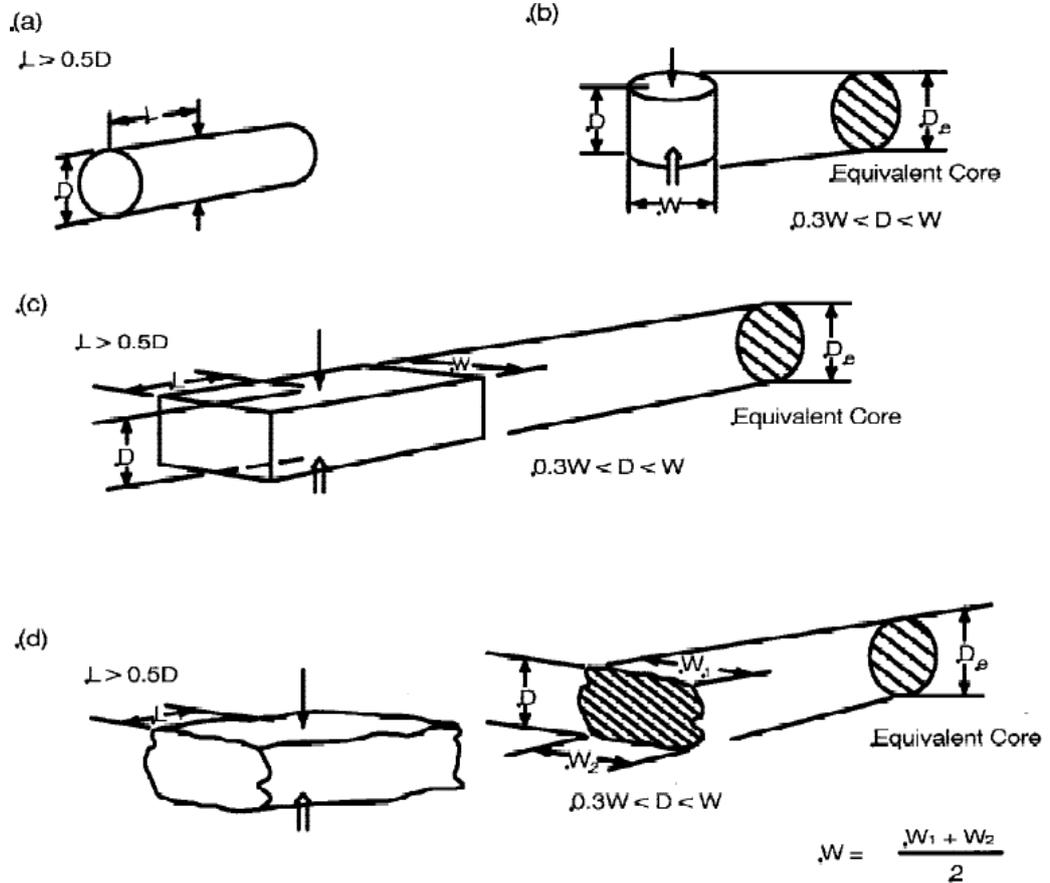
Valores Geológicos de Cohesión y Ángulo de Fricción.

Rocas Geológicas	Cohesión Mpa	Angulo de fricción (°)
Andesita	28	45
Arenisca	35	30-50
Basalto	20-60	48-55
Cuarcita	25-70	40-55
Diabasa	90-120	40-50
Diorita	15	50-55
Gabro	30	35
Granito	15-50	45-58
Mármol	15-35	35-45
Pizarra	10.0-50	40-55*15-30

Nota. (Feijoo Calle & Padrón Suarez, 2020).

Figura 2.

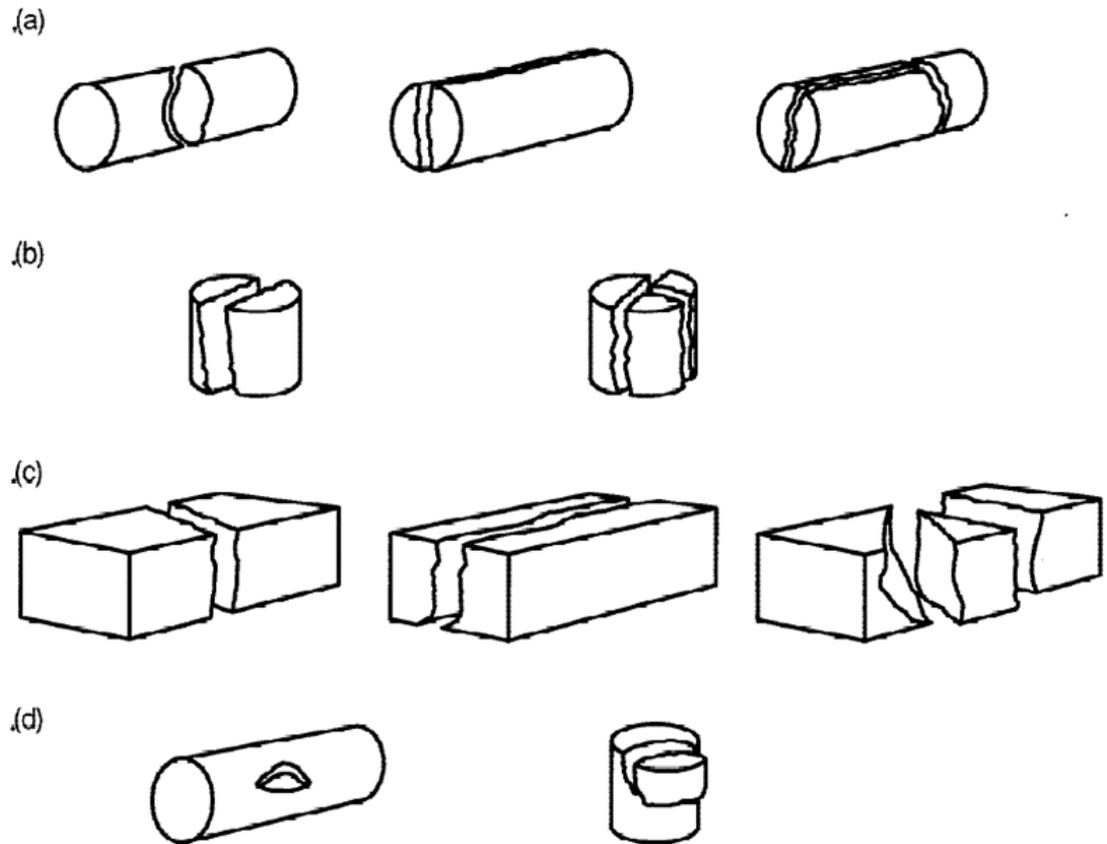
Muestras Diametrales en Laboratorio.



Nota. “Configuración de carga y requerimientos en la forma de los testigos (a) muestra diametral (b) muestra axial (c) bloque y (d) muestra irregular L = largo, W = ancho, D = diámetro y D_e = diámetro del núcleo equivalente” (D5731-95 & ASTM, 2017).

Figura 3.

Después de la Compresión en su Ensayo.



Nota. “Modos típicos de falla para muestras válidas e inválidas (a) muestras diametrales válidas (b) muestras axiales válidas (c) bloques válidos (d) muestras inválidas” (D5731-95 & ASTM, 2017).

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

3.1.1 Diseño del estudio

El diseño de la investigación es no experimental por los conceptos que se dan sin la intervención del investigador.

Empírico e Descriptivo por razones por que se busca explicar lo que se investiga en el trabajo de esta tesis.

La presente investigación es denominada “Diseño de sostenimiento en labores de desarrollo mediante evaluación geomecánica en la Unidad Minera las Águilas- CIEMSA”. para ello se determinará las caracterizaciones del macizo rocoso que permitirá diseñar el sostenimiento en el Cx-300. Para así sea posible atender los objetivos anteriormente mencionados.

3.2 CARACTERIZACION DEL LUGAR DEL ESTUDIO.

La investigación fue realizada en la unidad minera Águilas Nivel 4480 zona Marisol, se localiza a 10 km del centro poblado Caycho departamento Puno, provincia de Lampa, distrito de Ocuwiri, sus coordenadas de la mina Águilas zona Marisol y Úrsula se demuestra en la siguiente tabla.

Tabla 12.

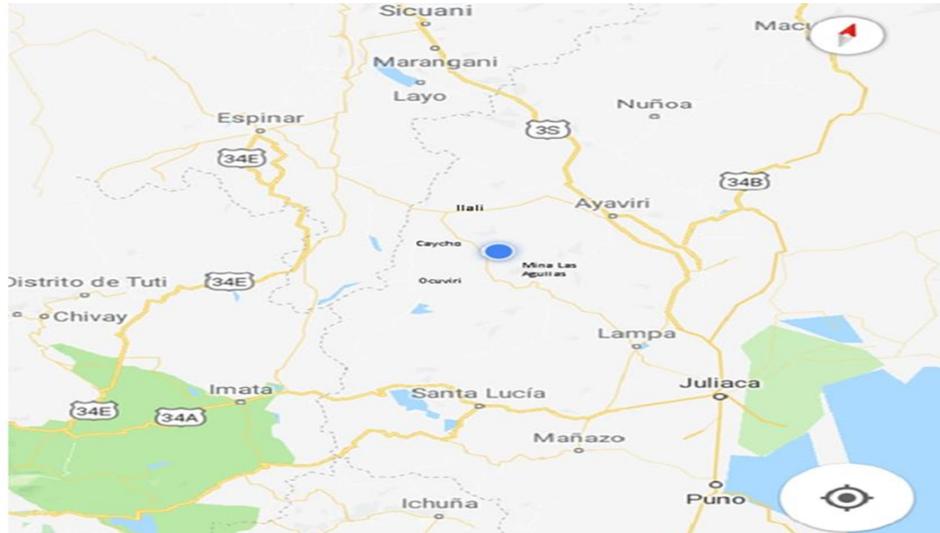
Coordenadas de la Mina las Águilas.

Coordenadas	Coordenadas
Norte	Este
8312041 N	309908 E

Nota. Coordenadas de la Mina las Águilas.

Figura 4.

Plano Mina Águilas.



Nota. Mapa de la mina las águilas ubicado a 10 km del centro poblado de Caycho.

Tabla 13.

Vía Principal Mina las Águilas.

PUNTOS	DISTANCIA	CARRETERA
Juliaca – Ayaviri	96 km.	(Vía Pavimentada)
Ayaviri – Llalli	44 km.	(Vía Pavimentada)
Llalli – Caycho	65 km.	(Vía Pavimentada)
Caycho– Las Águilas	10 km.	(Vía sin Afirmar)

Tabla 14.

Coordenadas de la Labor de Desarrollo Cx-300.

Labor	Nivel	Este	Norte	Elevación
Cx-300	4480	308922	8332323	4480

Nota. Coordenadas donde se realizó el mapeo geomecánico para el diseño de sostenimiento.

3.3 TIPO DE INVESTIGACIÓN

En la intervención del investigador: No experimental.

En la toma de registro datos: Descriptivo.

3.4 POBLACIÓN Y MUESTRA DE LA INVESTIGACIÓN

3.4.1 Población

La presente investigación se realizó en la mina las Águilas se encuentra ubicado a 10 km del centro poblado de Caycho, provincia de Lampa, departamento de Puno. Tomando en cuenta como población el Cx-300 en un tramo de 16 metros de la excavación subterránea. considerando las caracterizaciones del macizo rocoso en zonas con mayor discontinuidad y condición de aguas subterráneas.

3.4.2 Muestra

Está conformada por la labor de desarrollo Cx-300 en la mina las Águilas CIEMSA.

El muestreo se realizará en diferentes estaciones de monitoreo adecuadas a las zonas más críticas y luego sacar un promedio para la zonificación y diseño de sostenimiento.

3.5 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Tabla 15.

Descripción de Variables a ser Analizados en el Objetivo Específico.

Variable	Definición conceptual	Dimensión	Indicadores	Sub indicadores
Diseño de sostenimiento en labores de desarrollo	Labor de desarrollo Cx-300 para diseñar su sostenimiento mediante evaluación geomecánica.	Caracterización geomecánica en el Cx-300. -Diseño de sostenimiento mediante la cartilla geomecánica de Bieniawski.	JV, RQD, espaciamiento, persistencia, apertura, rugosidad, relleno, alteración, agua subterránea, compresión uniaxial de bloque de roca, ángulo de discontinuidad, tabla geomecánica de Bieniawski	Longitud Metros (m) Angulo (°) Centímetros (cm) Resistencia (Mpa) Alfanumérico

3.6 TÉCNICA E INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Técnica

En la técnica utilizada fue mapeo geomecanico por celdas mediante una ficha de registro para la toma de datos otra técnica fue la cartilla geomecánica de Bieniawski para la clasificación de la roca y evaluar el diseño de sostenimiento.

3.6.1 Procedimiento de recolección de datos

En la recolección de datos se realizaron las siguientes actividades

- Se evaluó las caracterizaciones del macizo rocoso en la ficha de registro de mapeo geomecanico de un tramo de 16 metros tomando dato la estructura de buzamiento de discontinuidades en las zonas más críticas.



- Se evaluó una prueba de resistencia de compresión uniaxial en laboratorio de mecánica de rocas.
- Cartilla geomecánica de Bieniawski.

Instrumento para la recogida de datos.

- Formato de libreta de campo, ver Anexo G
- Tabla de Clasificación Geomecánica Bieniawski 89, Ver Anexo E
- Tabla para el diseño de sostenimiento Bieniawski 89, Ver Anexo D
- Material bibliográfico relacionado a diseño de sostenimiento.
- Material de escritorio: cuaderno, lapicero.
- Instrumento de cómputo (laptop).
- Software AutoCAD.
- Google Earth.
- Microsoft Office: Word, Excel.
- Calculadora.
- Brújula Brunton.
- Peine de Barton.
- Flexómetro.
- Wincha.
- Ensayo de laboratorio de rocas.
- Equipos de Protección Personal.



CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD Y PROCESAMIENTO DE DATOS

La investigación se realizó en la Unidad Minera las Águilas para la descripción de procesamiento de datos se realiza la identificación de las caracterizaciones geomecánicas de la labor de desarrollo Cx-300 a 3.5 metros de la intersección del Bp-345 la toma de datos se realiza en libreta geomecánica para determinar su clasificación RMR de clase de roca y su zonificación de 16 metros que se mostrara más adelante mediante los objetivos ya mencionados.

4.2 DETERMINANDO LOS PARÁMETROS DE LAS CARACTERIZACIONES GEOMECÁNICAS DEL MACIZO ROCOSO EN EL CX-300 PARA EL DISEÑO DE SOSTENIMIENTO.

4.2.1 Determinación de juntas.

El conteo volumétrico de juntas (J_v) determinando el número de juntas, J_v se aplica mejor donde ocurren conjuntos de juntas bien definidos, J_v se define como el número de juntas que cortan un volumen de un bloque en $2m^3$ de juntas con la siguiente ecuación.

$$J_v = 1/E1 + 1/E2 + 1/E3$$

Remplazando con datos de campo en medida metro cubico en este caso la dimensión de cada ventana se realizó en $2m^3$

4.2.2 Determinación de RQD según Palmstron 1975

En la determinación de J_v se realiza la siguiente ecuación para hallar el RQD de la toma de datos.

$$RQD = 115 - 3.3x Jv$$

Remplazando Jv en cada estación de del Cx-300 se tomó 8 Ventanas para Determinar el RQD y Jv en la siguiente tabla.

Tabla 16.

Determinación del RQD de las Ventanas del Cx-300

ESTACION CX-300	NIVEL	JV	ESPACIAMIENTO	
			DE	RQD%
			DISCONTINUIDAD	
V-01	4480	8.19	0.73	87.9%
V-02	4480	9.07	0.66	85%
V-03	4480	8.5	0.71	86.9%
V-04	4480	10.6	0.58	82%
V-05	4480	7.75	0.78	89%
V-06	4480	11.5	0.55	76.8%
V-07	4480	12	0.5	75.4%
V-08	4480	9.9	0.61	82.2%

Tabla 17.

Cálculo de la Resistencia de la Compresión Uniaxial.

ID	UCS	UCS corregido	Tipo de Rotura
	(Mpa)	(Mpa)	
UCS-01	228.77	233.40	matriz
UCS-02	100.67	102.53	local
UCS-03	152.47	155.05	matriz
Promedio	160.63	163.66	

Nota. La resistencia del bloque de roca en el Cx-300 es de 163.66 según Norma (ASTM D 7012-10,2021) los resultados se convalidan en el Anexo C.

Tabla 18.

Clasificación de Resistencia de Compresión Uniaxial Mpa.

Cx-300	Mpa	Puntuación
R. compre uniaxial	100-250	12

Nota. En la Puntuación resistencia de compresión uniaxial en el Cx-300 están en los rangos de 100-250 Mpa con Puntuación de valoración de 12 que se convalidan en la toma de datos en el Anexo G, H, I, K y Puntuación RMR de 12 ver Anexo E según sistema de valoración RMR de (Bieniawski, 1989).

4.3 DETERMINANDO EL RMR MEDIANTE LAS CARACTERIZACIONES GEOMECÁNICAS EN EL CX-300

Tabla 19.

Determinado la valoración de las caracterizaciones geomecánicas de la estación V-01.

PARÁMETROS	PUNTUACIÓN DE VALORES	VALORACIÓN	
R. compresión Uniaxial Mpa	100-250 (12)	12	
Índice de calidad de roca RQD (%)	75-90 (17)	17	
Espaciamiento (m)	0.6-2 (15)	15	
Condición de juntas	Persistencia	1-3 long. (4)	4
	Apertura	< 0.1mm (5)	5
	Rugosidad	Muy rugosa (6)	6
	Relleno	Duro <5mm (4)	4
	Alteración	Lig. alterado (5)	5
Agua subterránea	Húmedo (10)	10	
VALOR TOTAL RMR BASICO		78	
Ajuste por orientación estructural	Favorable (-2)	-2	
VALOR TOTAL RMR AJUSTADO		76	



Nota. Valor total de RMR corregido mediante la toma de datos en el Cx-300 en la Estación V-01 se obtiene en el registro de datos de mapeo geomecánico convalida mediante el Anexo G y el valor total de RMR Ajustado de 76.

Tabla 20.

Determinado la valoración de las caracterizaciones geomecánicas de la estación V-02.

PARÁMETROS		PUNTUACIÓN DE VALORES	VALORACIÓN
R. compresión Uniaxial Mpa		100-250 (12)	12
Índice de calidad de roca RQD (%)		75-90 (17)	17
Espaciamiento (m)		0.6-2 (15)	15
Condición de juntas	Persistencia	< 1m long. (6)	6
	Apertura	< 0.1mm (5)	5
	Rugosidad	Muy rugosa (6)	6
	Relleno	Duro <5mm (4)	4
	Alteración	Lig. alterado (5)	5
Agua subterránea		Mojado (7)	7
VALOR TOTAL RMR BASICO			77
Ajuste por orientación estructural		Favorable (-2)	-2
VALOR TOTAL RMR AJUSTADO			75

Nota. Valor total de RMR corregido mediante la toma de datos en el Cx-300 en la Estación V-02 se obtiene en el registro de datos de mapeo geomecánico convalida mediante el Anexo G el valor total de RMR Ajustado de 75.

Tabla 21.

Determinado la valoración de las caracterizaciones geomecánicas de la estación V-03.

PARÁMETROS		PUNTUACIÓN DE VALORES	VALORACIÓN
R. compresión Uniaxial Mpa		100-250 (12)	12
Índice de calidad de roca RQD (%)		75-90 (17)	17
Espaciamiento (m)		0.6-2 (15)	15
Condición de juntas	Persistencia	< 1m long. (6)	6
	Apertura	< 0.1mm (5)	5
	Rugosidad	Rugosa (5)	5
	Relleno	Duro <5mm (4)	4
	Alteración	Lig. alterado (5)	5
Agua subterránea		Seco (15)	15
VALOR TOTAL RMR BASICO			84
Ajuste por orientación estructural		Favorable (-2)	-2
VALOR TOTAL RMR AJUSTADO			82

Nota. Valor total de RMR mediante la toma de datos en el Cx-300 en la Estación V-03 se obtiene en el registro de datos de mapeo geomecanico convalida mediante el Anexo H el valor total de RMR Ajustado de 82.

Tabla 22.

Determinado la valoración de las caracterizaciones geomecánicas de la estación V-04.

PARÁMETROS	PUNTUACIÓN DE VALORES	VALORACIÓN
R. compresión Uniaxial Mpa	100-250 (12)	12
Índice de calidad de roca RQD (%)	75-90 (17)	17
Espaciamiento (m)	>2 (20)	20
Condición de juntas	Persistencia < 1m long. (6)	6
	Apertura < 0.1mm (5)	5
	Rugosidad Muy rugosa (6)	6
	Relleno Duro <5mm (4)	4
	Alteración Lig. alterado (5)	5
Agua subterránea	Mojado (7)	7
VALOR TOTAL RMR BASICO		82
Ajuste por orientación estructural	Favorable (-2)	-2
VALOR TOTAL RMR AJUSTADO		80

Nota. Valor total de RMR corregido mediante la toma de datos en el Cx-300 en la Estación V-04 se obtiene en el registro de datos de mapeo geomecánico convalida mediante el Anexo H el valor total de RMR Ajustado de 80.

Tabla 23.

Determinado la valoración de las caracterizaciones geomecánicas de la estación V-05.

PARÁMETROS	PUNTUACIÓN DE VALORES	VALORACIÓN
R. compresión Uniaxial Mpa	100-250 (12)	12
Índice de calidad de roca RQD (%)	75-90 (17)	17
Espaciamiento (m)	0.6-2 (15)	15
Condición de juntas	Persistencia < 1m long. (6)	6
	Apertura < 0.1mm (5)	5
	Rugosidad Muy rugosa (6)	6
	Relleno Duro <5mm (4)	4
	Alteración Lig. alterado (5)	5
Agua subterránea	Húmedo (10)	10
VALOR TOTAL RMR BASICO		80
Ajuste por orientación estructural	Favorable (-2)	-2
VALOR TOTAL RMR AJUSTADO		78

Nota. Valor total de RMR corregido mediante la toma de datos en el Cx-300 en la Estación V-05 se obtiene en el registro de datos de mapeo geomecánico convalida mediante el Anexo I el valor total de RMR Ajustado de 78.

Tabla 24.

Determinado la valoración de las caracterizaciones geomecánicas de la estación V-06.

PARÁMETROS	PUNTUACIÓN DE VALORES	VALORACIÓN	
R. compresión Uniaxial Mpa	100-250 (12)	12	
Índice de calidad de roca RQD (%)	75-90 (17)	17	
Espaciamiento (m)	0.6-2 (15)	15	
Condición de juntas	Persistencia	< 1m long. (6)	6
	Apertura	< 0.1mm (5)	5
	Rugosidad	Muy rugosa (6)	6
	Relleno	Duro <5mm (4)	4
	Alteración	Mod. alterado (3)	3
Agua subterránea	Mojado (7)	7	
VALOR TOTAL RMR BASICO		75	
Ajuste por orientación estructural	Favorable (-2)	-2	
VALOR TOTAL RMR AJUSTADO		73	

Nota. Valor total de RMR corregido mediante la toma de datos en el Cx-300 en la Estación V-06 se obtiene en el registro de datos de mapeo geomecánico convalida mediante el Anexo I el valor total de RMR Ajustado de 73.

Tabla 25.

Determinado la valoración de las caracterizaciones geomecánicas de la estación V-07.

PARÁMETROS		PUNTUACIÓN DE VALORES	VALORACIÓN
R. compresión Uniaxial Mpa		100-250 (12)	12
Índice de calidad de roca RQD (%)		75-90 (17)	17
Espaciamiento (m)		0.6-2 (15)	15
Condición de juntas	Persistencia	1-3 long. (4)	4
	Apertura	< 0.1mm (5)	5
	Rugosidad	Muy rugosa (6)	6
	Relleno	Duro <5mm (4)	4
	Alteración	Lig. alterado (5)	5
Agua subterránea		Húmedo (10)	10
VALOR TOTAL RMR BASICO			78
Ajuste por orientación estructural		Favorable (-2)	-2
VALOR TOTAL RMR AJUSTADO			76

Nota. Valor total de RMR corregido mediante la toma de datos en el Cx-300 en la Estación V-07 se obtiene en el registro de datos de mapeo geomecánico convalida mediante el Anexo J el valor total de RMR Ajustado de 76.

Tabla 26.

Determinado la valoración de las caracterizaciones geomecánicas de la estación V-08.

PARÁMETROS	PUNTUACIÓN DE VALORES	VALORACIÓN	
R. compresión Uniaxial Mpa	100-250 (12)	12	
Índice de calidad de roca RQD (%)	75-90 (17)	17	
Espaciamiento (m)	0.6-2 (15)	15	
Condición de juntas	Persistencia	< 1m long. (6)	6
	Apertura	< 0.1mm (5)	5
	Rugosidad	Muy rugosa (6)	6
	Relleno	Duro <5mm (4)	4
	Alteración	Lig. alterado (5)	5
Agua subterránea	Húmedo (10)	10	
VALOR TOTAL RMR BASICO		80	
Ajuste por orientación estructural	Favorable (-2)	-2	
VALOR TOTAL RMR AJUSTADO		78	

Nota. Valor total de RMR corregido mediante la toma de datos en el Cx-300 en la Estación V- 08se obtiene en el registro de datos de mapeo geomecanico convalida mediante el Anexo J el valor total de RMR Ajustado de 78.

Tabla 27.

Valoración Mediante Buzamiento.

Rumbo Perpendicular al Eje de la Obra
Dirección Según Buzamiento
20°- 45°
Favorable

Nota. Dirección de Buzamiento en rumbo perpendicular a la excavación es de 20°-45° en el Cx-300 se puede identificar en el la libreta de toma datos en el Anexo G, H, I, J.

Tabla 28.

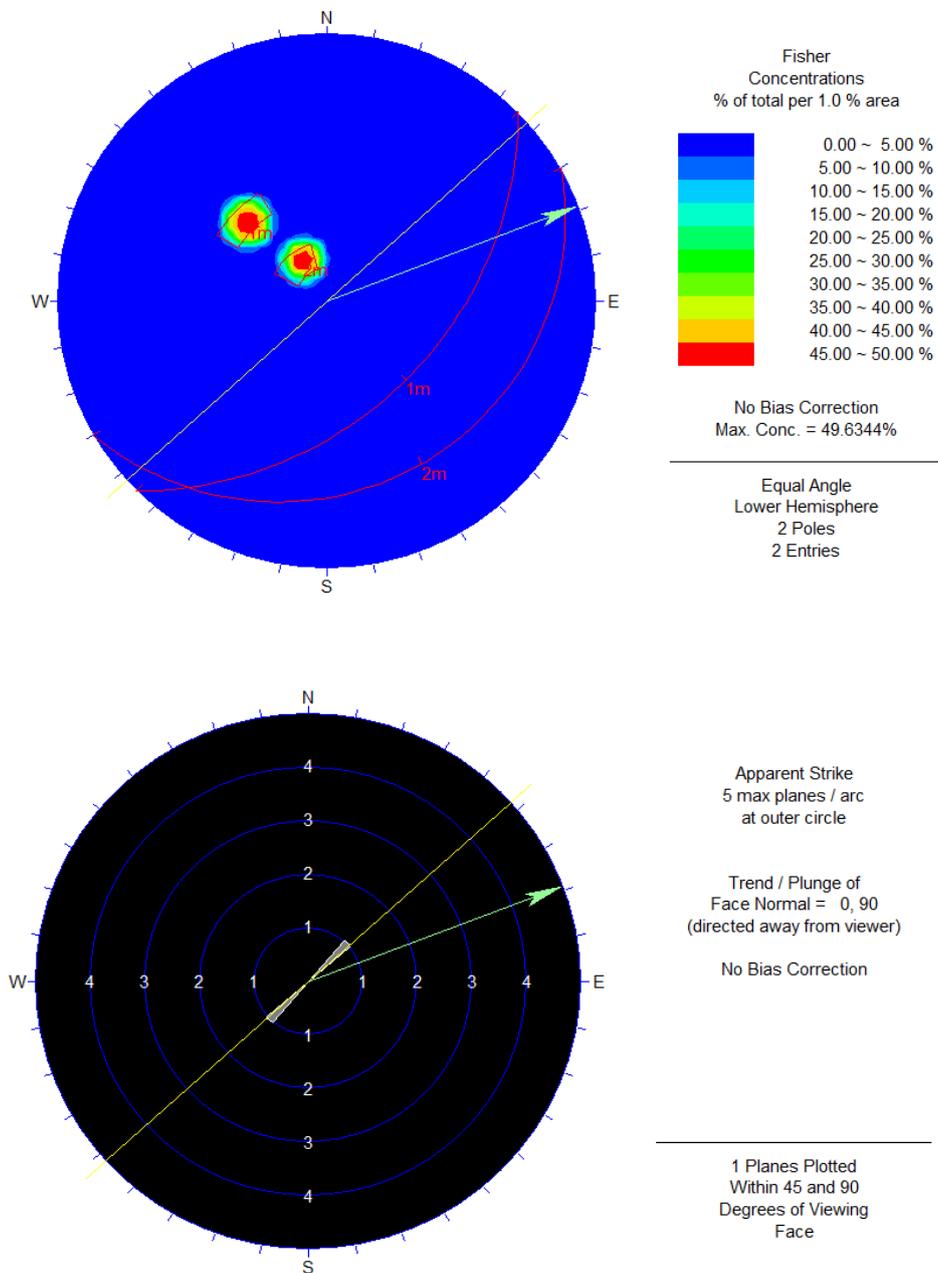
Valorización Mediante Buzamiento en el Cx-300.

Cx-300	Puntuación RMR
Favorable	-2

Nota. En la valoración mediante el buzamiento del Cx-300 a 3.5 metros de la intersección del Bp-325Ne convalidada en el Anexo Ñ se obtuvo una dirección de buzamiento perpendicular a la excavación subterránea de 20°-45° con una valoración de RMR Favorable -2 ver Cartilla de corrección Anexo D para determinar el RMR Corregido según sistema de valoración RMR de (Bieniawski, 1989).

Figura 5

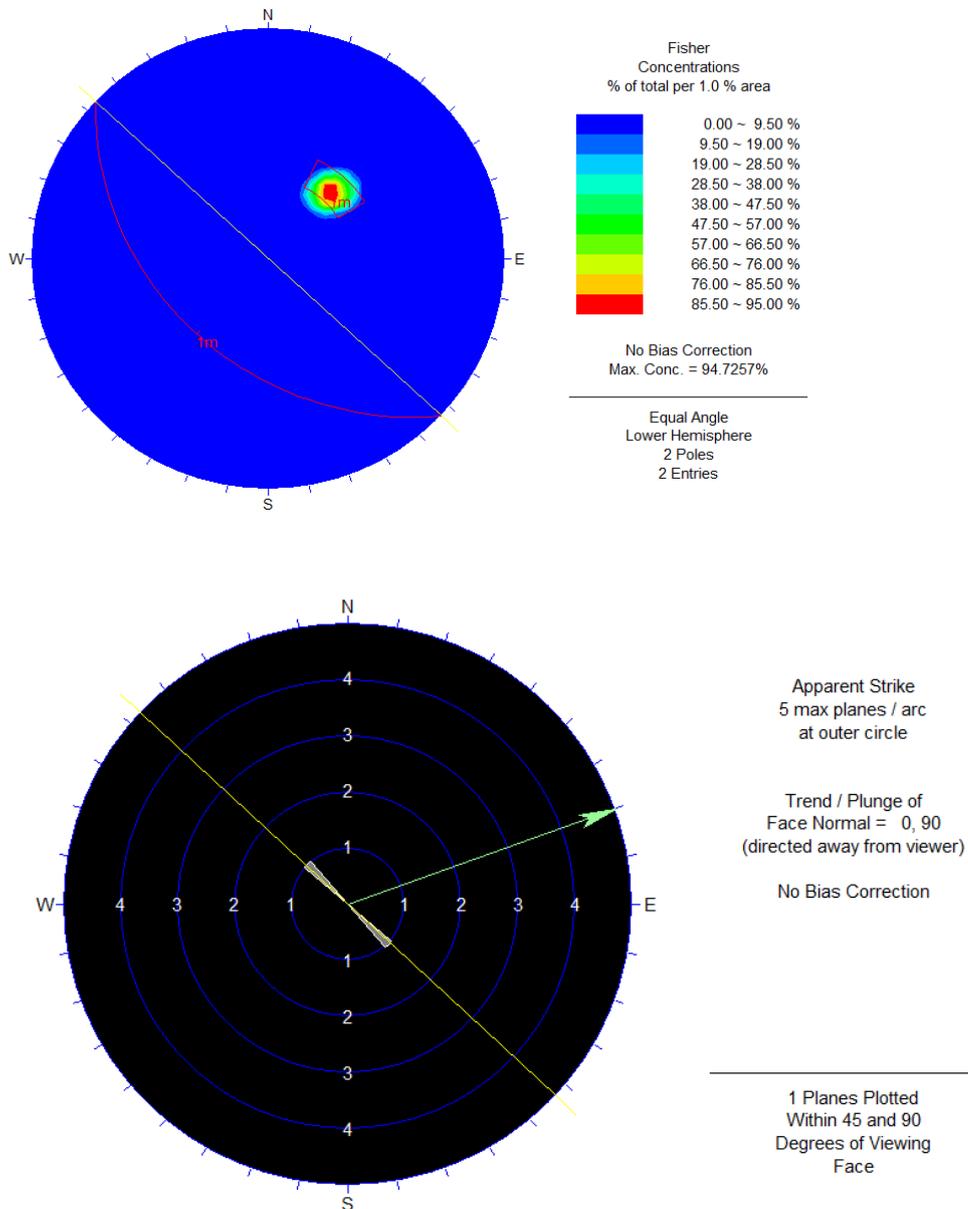
Análisis E Interpretación de Información Grafico De V1-V2



Nota: Podemos apreciar que mediante en el análisis estereográfico de la excavación tiene un rumbo de N69°E, mientras que la familia representativa se encuentra a favor de la excavación con un buzamiento de 33°, se puede apreciar mediante la roseta que la excavación es estable.

Figura 6.

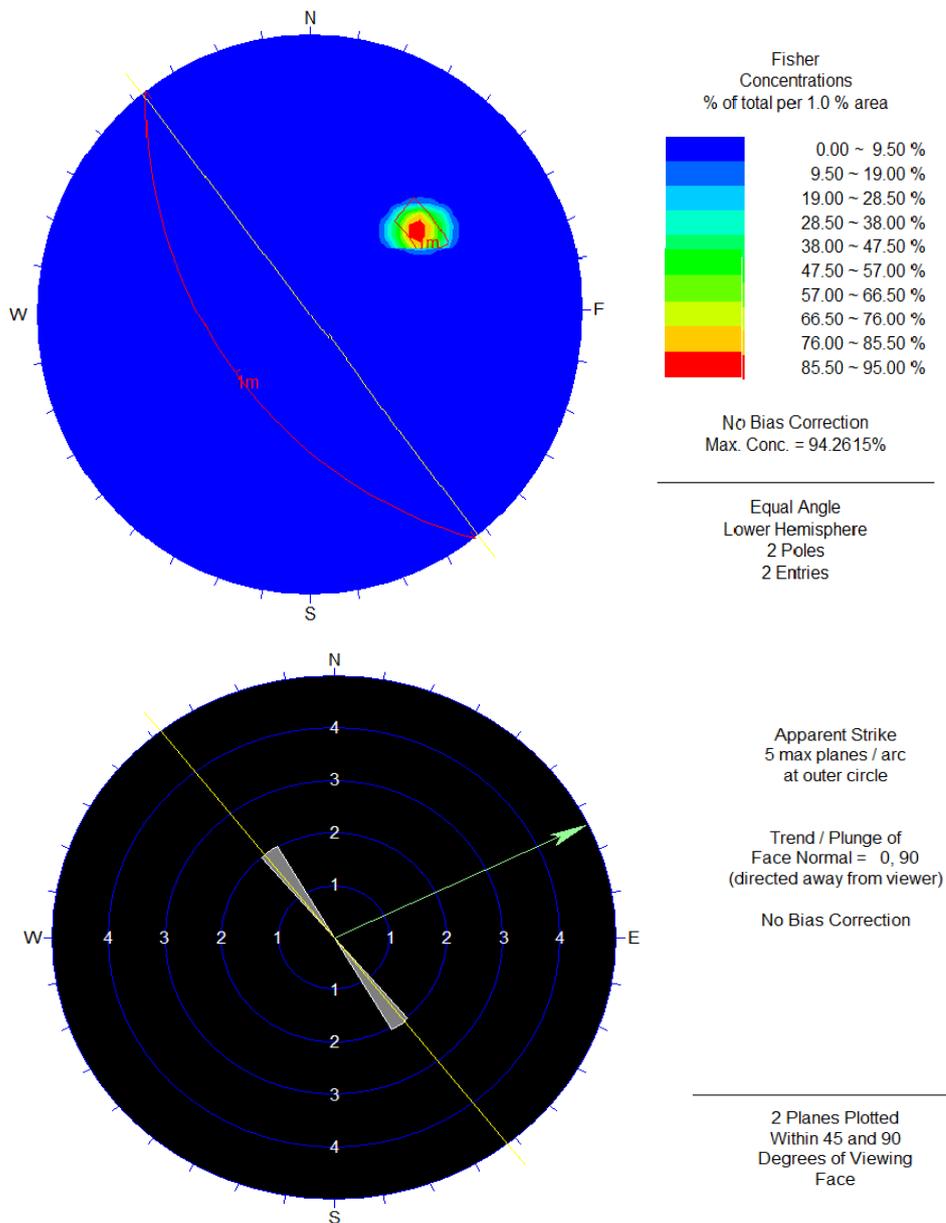
Análisis E Interpretación de Información Grafico De V3-V4



Nota: Podemos apreciar que mediante el análisis estereográfico de la excavación tiene un rumbo de N70°E, mientras que la familia representativa se encuentra a favor de la excavación con un buzamiento de 45°, se puede apreciar mediante la roseta que la excavación es estable.

Figura 7.

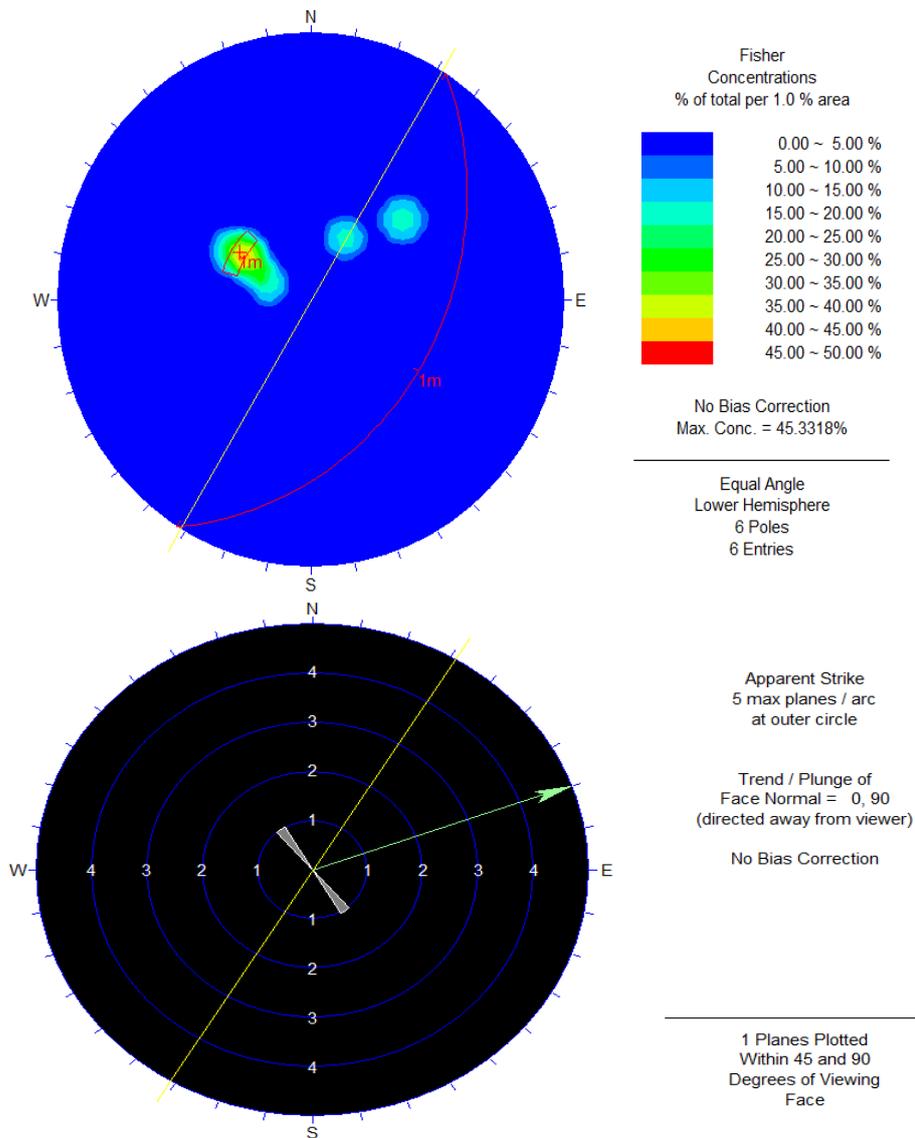
Análisis E Interpretación de Información Grafico en V5



Nota: Podemos apreciar que mediante el análisis estereográfico de la excavación tiene un rumbo de N62°E, mientras que la familia representativa se encuentra a favor de la excavación con un buzamiento de 45°, se puede apreciar mediante la roseta que la excavación es estable.

Figura 8.

Análisis E Interpretación de Información Grafico en V-6 V-7 V-8



Nota: Podemos apreciar que mediante el análisis estereográfico de la excavación tiene un rumbo de $N70^{\circ}E$, mientras que la familia representativa se encuentra en contra de la excavación con un buzamiento de 36° , se puede apreciar mediante la roseta que la excavación es estable.

4.4 DETERMINANDO EL DISEÑO DE SOSTENIMIENTO EN EL CX-300.

Tabla 29.

Sostenimiento Requerido en el Cx-300.

Clase de Roca- RMR	Detalle	Perno - Puntual
II Buena 61-80	Sección 2.5m x 2.5m Completa Avance de 1-1.5 m	Pernos puntuales de 1.5 m longitud y espaciados a 1.2m en la corona, distribución de pernos de acuerdo a la sección de avance.

Nota. El diseño de sostenimiento en el Cx-300 con sección de la excavación subterránea de 2.5m x 2.5m con perno puntual de 5 pies espaciados en 1.2m en la corona y hastial de acuerdo a la longitud de arco de 4.8metros su distribución de pernos Split set 5 Convalidado en el Anexo P la distribución de pernos Split set en el Cx-300 en F1, 4 pernos Split set y en F2, 3 pernos Split set de 5 pies considerando sistema de sostenimiento según RMR Anexo D (Bieniawski, 1989).

Tabla 30.

Tabla Geomecánicas para Determinar Coloración de zonificación Bieniawski.

RMR	COLOR	DESCRIPCIÓN
61-80		Bueno

Nota. Descripción establecida del RMR de 61-80 clase II establece su coloración ver Anexo D para su zonificación del tramo de 16 metros del Cx-300 ver Anexo O lo que indica en el plano una zonificación de roca buena.



4.5 DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

En nuestros resultados obtenidos en caracterizaciones geomecánicas en parámetro de compresión uniaxial se obtuvo como resultado 163.6 Mpa determinada por la norma (ASTM D7012-10, 2021) y es relevante para la clasificación del macizo rocoso. en la teoría de (Recavarren, 2017) sosteniente que los ensayos de roca de compresión uniaxial 100-250 determinan la Puntuación de valorización para la clasificación del macizo rocoso fundamentada por el criterio de la teoría de (Bieniawski, 1989) En la determinación de Juntas por 2m³ (Jv) se obtuvo un resultado de 9.15 obteniendo un RQD en 75-90% obteniendo una valoración de 17 según (Loarte, 2018) en su aporte en la ecuación de (Jv) juntas por 2m³ es determinante la ecuación para determinar el RQD fundamentada por el criterio (Palmstrom, 1975) y guarda relación con los resultados obtenidos de esta investigación.

En los resultados obtenidos en el Cx-300 el diseño de sostenimiento el resultado obtenido fue clase de macizo rocoso II Buena, RMR 61-80 tipo de excavación Sección 2.5m x 2.5m Sostenimiento recomendado perno puntual de 5 pies en su distribución 1.2 m espaciados según a la longitud del perno, en la investigación de (Soto, 2016) diseño de sostenimiento en el túnel Wayrasenca fue Sección Completa Avance de 1-1.5m soporte completo a 20 m en soporte pernos sistemáticos de 3 m espaciados a 2.5m, malla ocasional en ciertas zonas del techo fundamentada mediante criterio de (Bieniawski, 1989).



V. CONCLUSIONES

En esta tesis como primer objetivo específico se determinó las caracterizaciones geomecánicas del macizo rocoso en el Cx-300 para el diseño de sostenimiento como primer parámetro se determinó la compresión uniaxial de macizo rocoso que fue de 163 Mpa con una puntuación de 12 otro parámetro que se determinó fue el juntas por 2m³ para determinar el RQD que tuvo como resultado de rango 75-90% con una puntuación de 17 para determinar el RMR se determinó las caracterizaciones de roca en el Cx-300 espaciamiento de juntas con una Puntuación de 15-20. persistencia con un Puntuación de 4-6. apertura con un Puntuación de 5, rugosidad con un Puntuación de 5-6. relleno con un Puntuación de 4, alteración de la roca con un Puntuación de 3-5. condición de agua subterránea con un Puntuación de 7-10-15. y ajuste estructural de orientación con un Puntuación de -2.

El segundo objetivo se determinó el diseño de sostenimiento en el Cx-300 mediante cartilla geomecánica de Bieniawski 1989 con un rango RMR de 61-80 roca buena clase II sostenimiento con pernos puntuales de 5 pies longitud de arco en corona de 4.8 mts distribución de perno espaciados en 1.2 mts en y una zonificación de 16 metros roca buena de clase II.



VI. RECOMENDACIONES

En el Cx-300 en el nivel 4480 se recomienda realizar más estudios para así poder determinar valores en cada nivel como estudios de laboratorio de rocas, estudios de propiedades físicas, ya que las labores permanentes necesitan estudios debido a las caracterizaciones geológicas del terreno.

En el Cx-300 en el nivel 4480 se recomienda Evaluar mensualmente una evaluación geomecánica en las labores de desarrollo ya que la roca puede ser cambiante en sus caracterizaciones geomecánicas y realizar una zonificación geomecánica de acuerdo a los resultados conseguidos.



VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alfaro, Victor. (2020). *Caracterización Geomecánica Para El Diseño De Sostenimiento De Túneles en Minería*.
- Bieniawski, Z. t. (1989). Engineering Rock Mass Classification (Patent No. 1–250). In *Engineering Rock Mass Classification* (No. 1–250).
<https://doi.org/10.1016/C2010-0-64994-7>
- Bujaico, C. (2021). Categorización Geomecánica del Macizo Rocosos de Labores de Avance Empleando la Cartilla del Q de Barton Para Determinar el Sostenimiento. In *Universidad Continental*. Universidad Continental.
- Calcina, B. (2018). *Diseño Sostenimiento del Bypass 942 (Nivel 3340) Para Optimizar La Seguridad De las Operaciones En la Mina Chipmo*. Universidad Nacional San Agustín.
- D5731-95, & ASTM. (2017). *Ensayo de Resistencia a la Carga Puntual*. 1–93.
- Feijoo Calle, E. P., & Padrón Suarez, J. C. (2020). La Resistividad de Rocas y su Relación con la Resistencia a Compresión Simple. *Universidad Del Azuay, Facultad de Ciencia y Tecnología, Escuela de Ingeniería En Minas, 24*, 1–67.
- Herrera, D. (2020). *Diseño De Sostenimiento En El Crucero 2130 Para Evitar El Desprendimiento De Rocas En La Unidad Minera Españolita S.A* [Universidad Nacional de San Agustín]. <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/11175>
- Lazaro, J. (2018). *Geomecánica Aplicada Al Diseño Del Sostenimiento Para Mejorar La Estabilidad De Las Labores Mineras En La Mina Caridad De La Compañía Minera*. Universidad Nacional Santiago Antunez De Mayolo.



- Loarte, O. (2018). *Geomecánica para el diseño del sostenimiento de las labores mineras en la Corporación Minera toma la mano – Cormitoma S.A. – año 2018.* Universidad Nacional “Santiago Antúnez De Mayolo.”
- Mamani, C. (2018). *Diseño Geomecánico Y Sostenimiento Para El Desarrollo, Preparación Y Explotación De La Veta Esperanza U.E.a. Capitana – Compañía Minera Caraveli.* Universidad Nacional De San Agustín De Arequipa.
- Núñez, K. (2020). *Caracterización Geomecánica Para El Diseño De Sostenimiento De Túneles En Minería.* Universidad Privada del Norte.
- Palmstrom, A. (1975). Measurements of and correlations between block size and rock quality designation (RQD). In *Tunnelling and Underground Space Technology*.
<https://doi.org/10.1016/j.tust.2005.01.005>
- Quispe, A. (2021). *Zonificación Geomecánica Del Macizo Rocosó Para Elección De Pilar A Implementar En Explotación Del Tajo 1050 Nivel 1170 Cuerpo Oriente.* Universidad Continental.
- Recavarren, J. (2017). *Diseño De Sostenimiento En El Crucero 2130 Para Evitar El Desprendimiento De Rocas En La Unidad Minera Españolita S.A.* Universidad Nacional De San Agustín De Arequipa.
- Soto, A. (2016). *Diseño De Sostenimiento En El Túnel Wayrasencca - Ollachea.* Universidad Nacional del Altiplano.
- Timoteo, C. (2016). *Geomecánica En El Diseño De Sostenimiento Para Mejorar La Estabilidad De Las Labores Mineras De La Unidad Minera El Porvenir De La Empresa Minera Milpo -Año 2016* [Universidad Nacional Santiago Antúnez De Mayolo]. <http://repositorio.unasam.edu.pe/handle/UNASAM/1960>



Toledo, M. (2017). *Geomecánica Aplicada Al Diseño Del Sostenimiento En La Unidad*

Minera Pallca de la Compañía Minera Santa Luisa. [Universidad Nacional

Santiago Antúnez De Mayolo].

<http://repositorio.unasam.edu.pe/handle/UNASAM/2238>

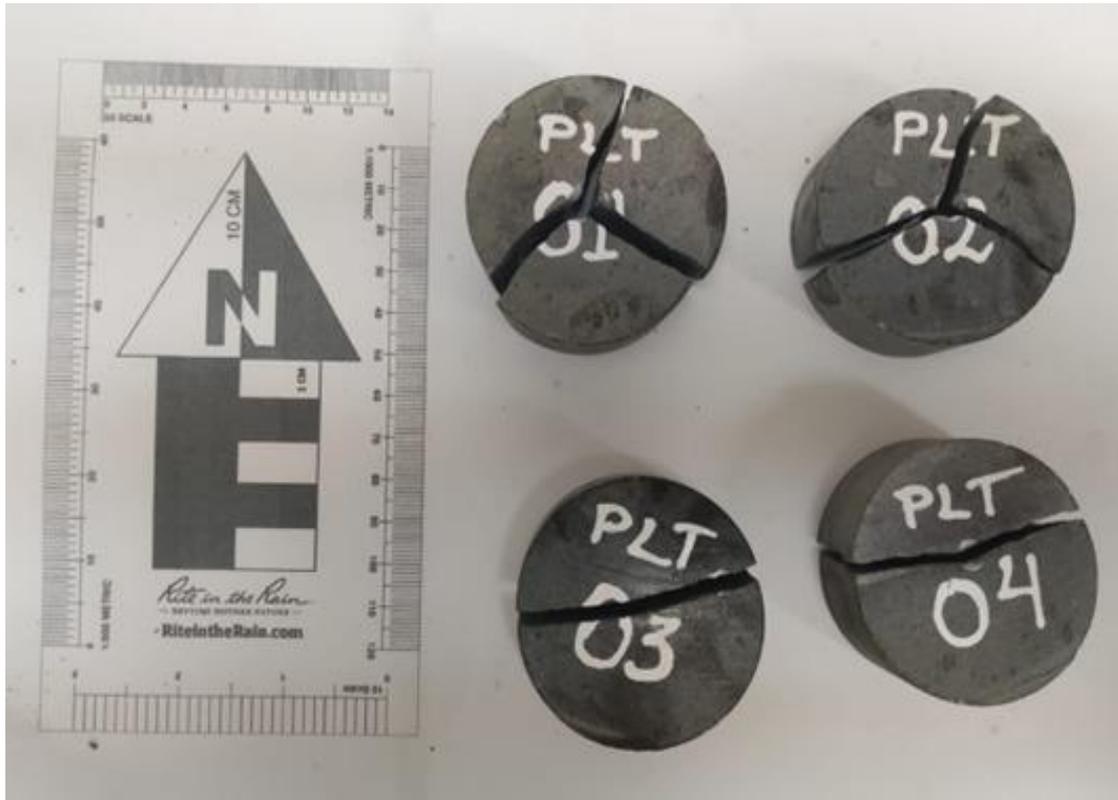
ANEXOS ANEXO A

MATRIZ DE CONSISTENCIA

PROBLEMAS	OBJETIVO	HIPÓTESIS	VARIABLES	RECOLECCIÓN DE DATOS
<p>Problema General</p> <p>¿Cuál será el diseño del sostenimiento adecuado en la labor de desarrollo Cx-300 nivel 4480 mediante evaluación geomecánica en la Unidad Minera las Águilas CIEMSA?</p> <p>Problemas Específicos</p> <p>¿Cuáles serán las caracterizaciones geomecánicas del macizo rocoso en el Cx-300 para el diseño de sostenimiento?</p> <p>¿Cuál será el diseño de sostenimiento del macizo rocoso en el Cx-300 mediante la cartilla geomecánica de Bieniawski?</p>	<p>Objetivo General</p> <p>Determinar el diseño del sostenimiento en la labor de desarrollo Cx-300 nivel 4480 mediante evaluación geomecánica en la Unidad Minera las Águilas CIEMSA.</p> <p>Objetivos Específicos</p> <p>-Determinar las caracterizaciones geomecánicas del macizo rocoso en el Cx-300 para el diseño de sostenimiento.</p> <p>-Determinar el diseño de sostenimiento en el Cx-300 mediante la cartilla geomecánica de Bieniawski.</p>	<p>Hipótesis General</p> <p>La clasificación del macizo rocoso mediante el uso de la cartilla geomecánica de Bieniawski se logró el diseño de sostenimiento en la labor de desarrollo Cx-300 nivel 4480 en la Unidad Minera las Águilas CIEMSA.</p> <p>Hipótesis Específicas</p> <p>-Determinando las caracterizaciones geomecánicas del macizo rocoso se logró el diseño del sostenimiento en el Cx-300.</p> <p>-Determinando la clasificación mediante el uso de la cartilla geomecánica de Bieniawski se logró el diseño de sostenimiento en el Cx-300.</p>	<p>Variable independiente 1</p> <p>Caracterizaciones geomecánicas</p> <p>Variable independiente 2</p> <p>Cartilla geomecánica</p> <p>Variable dependiente</p> <p>Diseño de sostenimiento</p>	<p>RECOLECCIÓN DE DATOS</p> <p>-Observaciones directas</p> <p>-Ficha de recolección de datos de campo</p> <p>-Ficha de recolección de pruebas de ensayo</p> <p>Formato de libreta de campo.</p> <p>Material bibliográfico relacionado a diseño de sostenimiento.</p>

ANEXO B

ENSAYOS DE LABORATORIO DE MUESTRA DE ROCA



ANEXO C

Determinación de Resistencia Compresión Uniaxial Cx-300



UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL
ALTIPLANO



FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS
LABORATORIO DE GEOTECNIA & MECÁNICA DE ROCAS

ENSAYO DE COMPRESION UNIAXIAL

INFORME No : 004-2021-LG&MR-FIM-UNA-PUNO.
 REFERENCIA : ASTM D 5731-16
 FECHA DE EMISIÓN: 17 DE DICIEMBRE DEL 2021.
 SOLICITADO POR : Bach. DENIS A. MIRANDA MIRANDA
 PROYECTO : PROYECTO DE SOSTENIMIENTO EN LABORES DE DESARROLLO NIVEL-4480 MEDIANTE EVALUACIÓN GEOMECÁNICA EN LA UNIDAD MINERA LAS AGUILAS -CIEMSA S.A..
 UBICACIÓN : PUNO- PROV. LAMPA - DISTRITO DE OCUVIRI - PARAJE KORIPUNA.
 MUESTRA : MUESTRA - 01
 RESPONSABLE : M.SC. ING. LÚCIO QUEA GUTIERREZ.

Los ensayos se realizaron según la norma ASTM D 7012-10, obteniéndose los siguientes resultados:

ID	Diámetro (cm)	Altura (cm)	Area (cm ²)	Relación L/D	Carga (Kg-f)	Factor de corrección (Protodyakonov)	Porcentaje de corrección (Heisk. & Brown, 1980)	UCS	UCS	UCS	Tipo de Rotura
								(MPa)	(MPa)	correctido (Kg-f/cm2)	
UCS - 01	5.48	11.12	23.55	2.03	54,940.00	1.00	1.02	228.77	233.40	2,380.06	matriz
UCS - 02	5.48	10.97	23.55	2.00	24,170.00	1.00	1.02	100.67	102.53	1,045.56	local
UCS - 03	5.47	10.83	23.54	1.98	36,600.00	1.00	1.02	152.47	155.05	1,581.09	matriz
Número de resultados								3	3	3	
Valor máximo, MAX								228.77	233.40	2,380.06	
Valor mínimo, MIN								100.67	102.53	1,045.56	
Mediana, MED								152.47	155.05	1,581.09	
Valor promedio, MEAN								160.64	163.66	1,668.90	
Desviación estándar, SDEV								64.44	65.86	671.57	
Coeficiente de variación, CV								0.56	0.58	0.58	



M.Sc. ING. LÚCIO QUEA GUTIERREZ
JEFE DEL LABORATORIO DE GEOTECNIA Y MECÁNICA DE ROCAS

ANEXO D

SISTEMA DE SOSTENIMIENTO SEGÚN RMR BENIAWSKI 1989

RMR	Excavación	Anclas (Ø 20mm) Completamente Cementadas		Concreto Lanzado	Marcos
	Consideraciones de excavación y sostenimiento para túneles de luz máxima a 10 m. (Clasificación RMR-Bieniawski 1989)				
I > 81	Avance a sección completa de 3 m	Innecesario a excepción de bloques sueltos (ancla ocasional)	Para otros claros: $L=1.4 + (0.18W)$	Innecesario	Innecesario
II 61 – 80	Avance a sección completa de 1 – 1,5 m. Soporte a 20 m del tope	Anclado local en la bóveda de 2 a 3 m de largo y espaciado de 2.0 a 2.5 m con malla ocasional.	$L=1.4 + (0.18W)$ $L/e = 1.75$ a 2.0	5 cm en bóveda para impermeabilización	Innecesario
III 41 – 60	Avance y desborde (cabeza y banqueo) de 1,5 a 3 m en cabeza. Comenzar soporte por disparo. Sostenimiento completo a 10 m del tope	Anclado sistemático en la bóveda y tablas de 3 a 4 m de largo y espaciado 1.5 a 2.0 m con malla en techo.	$L=1.8 + (0.18W)$ $L/e = 1.75$ a 2.0	5 a 10 cm en bóveda o corona, 3cm en tablas	Innecesario
IV 21 – 40	Avance y desborde (cabeza y banqueo) 1,0 a 1,5 m en cabeza. Instalar soporte al mismo tiempo con la excavación a 10 m del tope	Anclado sistemático en la bóveda y tablas de 4 a 5 m de largo y espaciado 1 a 1,5 m con malla	$L=2 + (0.18 W)$ $L/e = 2.0$	10 a 15 cm en bóveda y 10 cm en tablas	Ligeros a medianos con espaciamiento de 1,5 m, donde se requieran
V ≤ 20	Avance por partes (múltiples fases), avances de 0,5 a 1,5 m en cabeza. Instalar soporte al mismo tiempo con la excavación. Concreto lanzado tan pronto como sea posible después de la voladura.	Anclado sistemático en la bóveda y tablas de 5 a 6 m de largo y espaciado 1 a 1,5 m con malla. Contra bóveda anclada.	$L=3 + (0.18 W)$ $L/e = 2.0$ Donde en (m): L= Longitud de ancla W= claro ó Luz e= Espaciamiento	15 a 20 cm en corona, 15 en tablas y 5 cm en el frente o tope, inmediata después de cada avance.	Medianos a pesados con espaciamiento de 0,75 , botadores y forro.
Otras correlaciones empíricas RMR					
Choquet y Hadji Georgiou (1993). $RMR=5 \cdot \ln Q + 60,8$ (S. AFRICA - túneles) Para España: $RMR = 43,89 - 9,19 \cdot \ln Q$ (minado en roca suave) $RMR = 10,5 \cdot \ln Q + 41,8$ (minado en roca dura) Canadá: $RMR = 12,11 \cdot \log Q + 50,81$ (minado en roca dura) $RMR = 8,7 \cdot \ln Q + 38$ (túneles roca sedimentaria) $RMR = 10 \cdot \ln Q + 39$ (minado de roca dura) Para minas Subterráneas: $RMR=40 \cdot \log Q + 44$ $RMR = 12,5 \log Q + 55,2$			Tamaño de las anclas según clase RMR: I MUY BUENA 81-100 Anclas ocasionales $L=1,4 + (0,18xW)$ II BUENA 61-80 Anclas locales $L=1,4 + (0,18xW)$ III NORMAL 41-60 Anclas sistemáticas $L=1,8 + (0,18xW)$ IV MALA 21-40 Anclas sistemáticas $L=2 + (0,18 x W)$ V MUY MALA < 20 Marcos y anclaje $L=3 + (0,18 x W)$ Longitud / Espaciamiento (L/e) = 2.0 <i>e = espaciamiento entre anclas (m); L = longitud de ancla (m); W= ancho del túnel (m).</i>		
NOTA: Nomenclatura de acuerdo a Sistema Internacional de Unidades (SI) establecido mediante la Norma Oficial Mexicana (mayo					
<i>RMR 81-100</i>	<i>RMR 61-80</i>	<i>RMR 41-60</i>	<i>RMR 21-40</i>	<i>RMR < 21</i>	

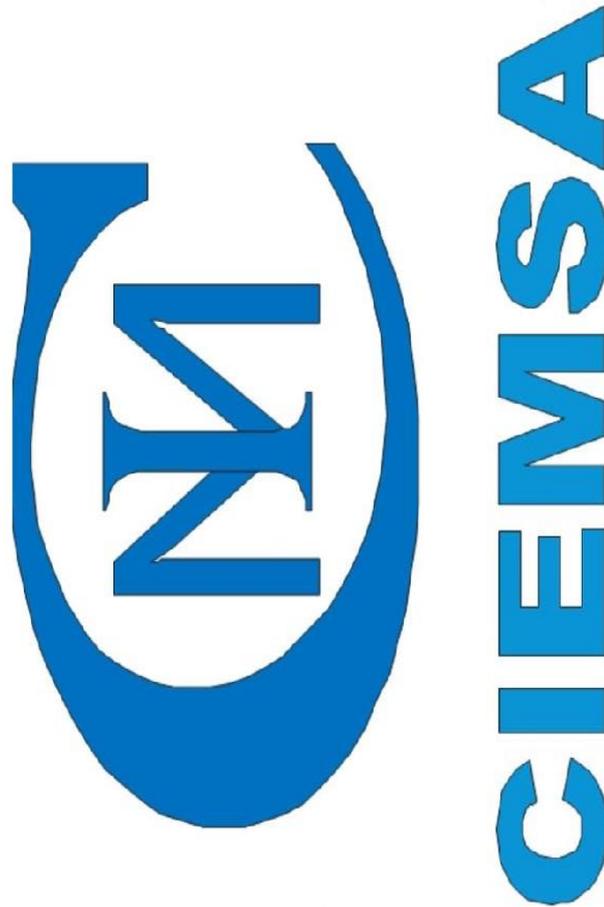
ANEXO E



SISTEMA DE VALORACIÓN DEL MACIZO ROCOSO RMR (BIENIAWSKI,1989)

A. PARAMETROS DE CLASIFICACION Y SUS VALORES									
Parámetros			Rangos de Valores						
1	Resistencia de la roca intacta	Índice de carga puntual	> 10Mpa	4-10Mpa	2-4 Mpa	1-2 Mpa	Para este rango bajo es preferible el ensayo de compresión uniaxial		
		Resistencia compresiva uniaxial	>250Mpa	100-250Mpa	50-100 Mpa	25-50 Mpa	5 – 25 Mpa	1-5Mpa	< 1 Mpa
Valoración			15	12	7	4	2	1	0
2	Calidad testigo de perforación RQD		90% - 100%	75%-90%	50% - 75%	25% - 50%	<25%		
	Valoración		20	17	13	8	3		
3	Espaciamiento de discontinuidades		> 2m	0.6-2 m	0.2 – 0.6 m	60-200 mm	< 60 mm		
	Valoración		20	15	10	8	5		
4	Condición de las discontinuidades		Superficie muy rugosas No continuas Cerradas sin apertura Paredes rocosas sanas	Superficies ligeran rugosas Apertura < 1mm Paredes ligeramente intemperizadas	Superficies ligeran rugosas Apertura < 1mm Paredes altamente intemperizadas	Espejo de falla o panizo <5mm de espesor o apertura de 1-5mm juntas continuas	Parrizo suave >5mm de espesor o apertura > 5mm.Juntas continuas		
	Valoración		30	25	20	10	0		
5	Agua subterránea	Flujo por 10m de longitud de túnel (1m)	Ninguno	< 10	10-25	25 – 125	> 125		
		Presión de agua/ o principal máximo	0	< 0.1	0.1 0.2	0.2 – 0.5	> 0.5		
	Condición general		Completamente seco	Húmedo	Mojado	Goteo	Flujo		
	Valoración		15	10	7	4	0		
B. AJUSTE DE LA VALORIZACIÓN POR ORIENTACIÓN DE LAS DISCONTINUIDADES (VER F)									
Orientaciones rumbo y buzamiento			Muy favorables	Favorables	Regular	Desfavorable	Muy desfavorable		
VALORIZACIONES	Túneles & minas		0	-2	-5	-10	-12		
	Cimentaciones		0	-2	-7	-15	-25		
	Taludes		0	-5	-25	-50			
C. CLASES DE MASA ROCOSA DETERMINADAS POR LAS VALORACIONES TOTALES									
Valoración			100 – 81	80 – 61	60 – 41	40 – 21	< 21		
Numero de Clase			I	II	III	IV	V		
Descripción			Roca muy buena	Roca buena	Roca Regular	Roca mala	Roca muy mala		
D. SIGNIFICADO DE LAS CLASES DE ROCAS									
Numero de clases			I	II	III	IV	V		
Tiempo de auto sostenimiento			20 años span 15m	1 año span 10m	1 semana span 5m	10 Hrs span 2.5m	30 minutos span 1m		
Cohesión de la masa rocosa KPa			> 400	300 – 400	200 – 300	100 – 200	< 100		
Angulo de fricción de masa rocosa			> 45°	35° - 45°	25° - 35°	15° - 25°	< 15°		
E. PAUTAS PARA LA CLASIFICACION DE LAS CONDICIONES DE LAS DISCONTINUIDADES									
Longitud de discontinuidades-persistencia Valoración			< 1m 6	1 – 3 m 4	3 – 10 m 2	10 – 20 m 1	> 20 m 0		
Separación (apertura) Valoración			Cerrada 6	< 0.1 mm 5	0.1 – 1 mm 4	1 – 5 mm 1	> 5 mm 0		
Rugosidad Valoración			Muy rugoso 6	Rugosa 5	Ligeramente rugosa 3	Lisa 1	Espejo de fala 0		
Relleno (panizo) Valoración			Ninguno 6	Relleno duro <5mm 4	Relleno duro > 5mm 2	Relleno suave <5mm 1	Relleno suave > 5mm 0		
Intemperización Valoración			Sana 6	Ligera 5	Moderada 3	Muy intemperizada 1	Descompuesta 0		
F. EFECTO DE LA ORIENTACION RUMBO Y BUZAMIENTO DE LAS DISCONTINUIDADES EN TUNELERIA **									
Rumbo perpendicular al eje del túnel				Rumbo paralelo al eje del túnel					
Avance con el buzam. Buzam 45-90°		Avance con el buzam. Buzam. 20 – 45°		Buzamiento 45 – 90°		Buzamiento 20 – 45°			
Muy favorable		Favorable		Muy favorable		Moderado			
Avance contra el buzam. Buzam. 45-90°		Avance contra el buzam. Buzam 20 – 45°		Buzamiento 0 – 20° independiente del rumbo					
Moderado (regular)		Desfavorable		Moderado					

ANEXO F
LIBRETA DESCRIPCIÓN DE TRABAJO



EMPRESA:	MINA AGUILAS - CIEMSA
NOMBRE	Denis Alex Miranda Miranda
TELÉFONO	951 634155
CELULAR	951 634155
E-MAIL	denis-mirand4@hotmail.com
DIRECCIÓN	Dv - Circunvalación 2482 - Juliaca

DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO:

Determinación de las condiciones Geomecánicas del CX-300 Nivel 4480 de la Unidad Minera Aguilos - CIEMSA Se determina Buzamiento, Separación, Espacado, Percepción, Apertura, Rugosidad Meteorización, Agua, Relleno, RAD.

NOTAS: Los datos Realizados Se Zonifican mediante la Cartilla de Bieniawski (1989)



ANEXO G
LIBRETA DE TOMA DE DATOS DEL CX-300 ESTACION V-01 V-02

FICHA DE ESTACIÓN GEOMECÁNICA N°: V-01
COORDENADAS: X:373383 Y:8286721 Z: 4480
FECHA: 04-10-22 **Calidad de afloramiento:** Buena

MEDIDAS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Tipo de Plano	V1		V1							
Dir. Buz. (DIPDIR)	150		135							
Buzamiento (DIP)	20		45							

SEPARACIÓN O ESPACIADO

> 2000 mm										
600—2000 mm	X		X							
200—600 mm										
60—200 mm										
< 60 mm										

PERSISTENCIA O CONTINUIDAD

< 1 m										
1—3 m	X		X							
3—10 m										
10—20 m										
> 20 m										

APERTURA

Nada										
< 0,1 mm	X		X							
0,1—1,0 mm										
1—5 mm										
> 5 mm										

RUGOSIDAD

Ondulación	Muy Rugosa									
JRC	< 0.1 mm									

METORIZACIÓN JUNTA

Grado	Lig. Alfrado									
-------	--------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--

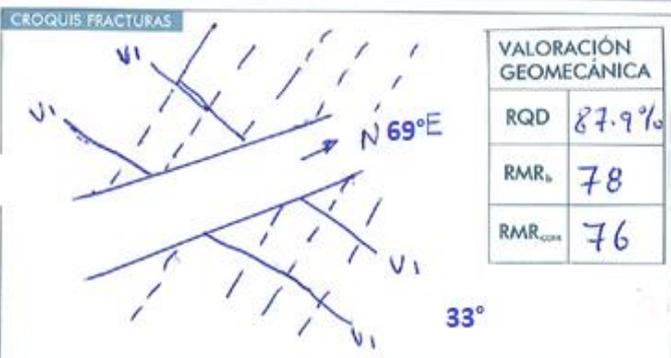
AGUA

Seco										
Lig. húmedo										
Húmedo	X		X							
Goteando										
Fluyendo										

RELLENO

Naturaleza	Duro	Duro								
Espesor mm	< 5mm	< 5mm								

ESTACIÓN N°: V-01
LITOLOGÍA: Andesita volcánica **FORMACIÓN:** Grupo Tacaza
GRADO METEORIZACIÓN DEL MACIZO: Lig. Alfrado **RESISTENCIA MARTILLO GEÓLOGO:**



Martillo Schmidt	Medias	Fracturas/metro	λ 1	λ 2	λ 3	λ 4	Juntas/m ³	Jv	Ensayo Tilt-test	α
Matriz		no/más de una sola scan line (1), pero abrimos la posibilidad a más de una								
Juntas	Laboratorio									

UCS según los golpes del martillo schmidt (MPa): 163.6 MPa

FICHA DE ESTACIÓN GEOMECÁNICA N°: V-02
COORDENADAS: X:373387 Y:8286723 Z: 4480
FECHA: 04-10-22 **Calidad de afloramiento:** Buena

MEDIDAS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Tipo de Plano	V2		V2							
Dir. Buz. (DIPDIR)	155		150							
Buzamiento (DIP)	25		30							

SEPARACIÓN O ESPACIADO

> 2000 mm										
600—2000 mm	X		X							
200—600 mm										
60—200 mm										
< 60 mm										

PERSISTENCIA O CONTINUIDAD

< 1 m		X		X						
1—3 m										
3—10 m										
10—20 m										
> 20 m										

APERTURA

Nada										
< 0,1 mm	X		X							
0,1—1,0 mm										
1—5 mm										
> 5 mm										

RUGOSIDAD

Ondulación	Muy Rugosa									
JRC										

METORIZACIÓN JUNTA

Grado	Lig. Alfrado									
-------	--------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--

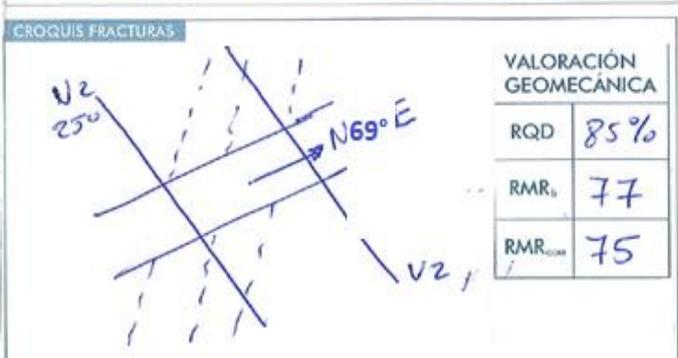
AGUA

Seco										
Lig. húmedo	X		X							
Húmedo										
Goteando										
Fluyendo										

RELLENO

Naturaleza	Duro	Duro								
Espesor mm	< 5mm	< 5mm								

ESTACIÓN N°: V-02
LITOLOGÍA: Andesita V **FORMACIÓN:** Grupo Tacaza
GRADO METEORIZACIÓN DEL MACIZO: Lig. Alfrado **RESISTENCIA MARTILLO GEÓLOGO:**



Martillo Schmidt	Medias	Fracturas/metro	λ 1	λ 2	λ 3	λ 4	Juntas/m ³	Jv	Ensayo Tilt-test	α
Matriz		normalmente tomamos una sola scan line (1), pero abrimos la posibilidad a más de una								
Juntas	Laboratorio									

UCS según los golpes del martillo schmidt (MPa): 163.6 MPa



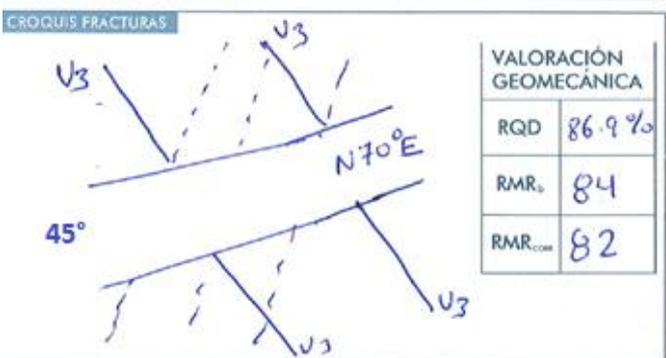
ANEXO H

LIBRETA DE TOMA DE DATOS DEL CX-300 ESTACION V-03 V-04

FICHA DE ESTACIÓN GEOMECÁNICA N°: V-03
COORDENADAS: X: 373389 Y: 8286727 Z: 4480
FECHA: 04-10-22 **Calidad de afloramiento:** Buena

MEDIDAS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Tipo de Plano	V 3		V 3							
Dir. Buz. (DIPDIR)	220		225							
Buzamiento (DIP)	45		40							
SEPARACION O ESPACIADO										
> 2000 mm										
600—2000 mm	X			X						
200—600 mm										
60—200 mm										
< 60 mm										
PERSISTENCIA O CONTINUIDAD										
< 1 m	X			X						
1—3 m										
3—10 m										
10—20 m										
> 20 m										
APERTURA										
Nada										
< 0,1 mm	X			X						
0,1—1,0 mm										
1—5 mm										
> 5 mm										
RUGOSIDAD										
Ondulación	Rugosa		Rugosa							
JRC										
METORIZACION JUNTA										
Grado	Lig. Alterado									
AGUA										
Seco	X			X						
Lig. húmedo										
Húmedo										
Goteando										
Fluyendo										
RELLENO										
Naturaleza	Duro		Duro							
Espesor mm	5mm		5mm							

ESTACIÓN N°:
LITOLOGÍA: Andesita V **FORMACIÓN:** Grupo Tacaza
GRADO METEORIZACIÓN DEL MACIZO: Lig. Alterado **RESISTENCIA MARTILLO GEOLÓGICO:**



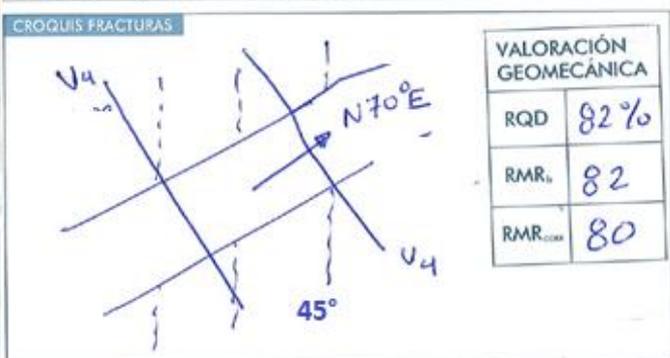
Martillo Schmidt	Medio	Fracturas/metro	λ 1
Matriz		normalmente tomamos una sola scan line (1), pero abrimos la posibilidad a más de una	λ 2 0.71
Juntas	Laboratorio	Juntas/m ³	Jv 8.5
		Ensayo Tilt-test	α

UCS según los golpes del martillo schmidt (MPa):

FICHA DE ESTACIÓN GEOMECÁNICA N°: V-04
COORDENADAS: X: 373396 Y: 8286727 Z: 4480
FECHA: 04-10-22 **Calidad de afloramiento:** Buena

MEDIDAS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Tipo de Plano	V 4		V 4							
Dir. Buz. (DIPDIR)	210		230							
Buzamiento (DIP)	45		40							
SEPARACION O ESPACIADO										
> 2000 mm				X						
600—2000 mm	X									
200—600 mm										
60—200 mm										
< 60 mm										
PERSISTENCIA O CONTINUIDAD										
< 1 m	X			X						
1—3 m										
3—10 m										
10—20 m										
> 20 m										
APERTURA										
Nada										
< 0,1 mm	X			X						
0,1—1,0 mm										
1—5 mm										
> 5 mm										
RUGOSIDAD										
Ondulación	Muy Rugosa		Muy Rugosa							
JRC										
METORIZACION JUNTA										
Grado	Lig. Alterado									
AGUA										
Seco										
Lig. húmedo	X			X						
Húmedo										
Goteando										
Fluyendo										
RELLENO										
Naturaleza	Duro		Duro							
Espesor mm	5mm		5mm							

ESTACIÓN N°:
LITOLOGÍA: Andesita V **FORMACIÓN:** Grupo Tacaza
GRADO METEORIZACIÓN DEL MACIZO: Lig. Alterado **RESISTENCIA MARTILLO GEOLÓGICO:**



Martillo Schmidt	Medio	Fracturas/metro	λ 1
Matriz		normalmente tomamos una sola scan line (1), pero abrimos la posibilidad a más de una	λ 2 0.58
Juntas	Laboratorio	Juntas/m ³	Jv 10.6
		Ensayo Tilt-test	α

UCS según los golpes del martillo schmidt (MPa):



ANEXO I
LIBRETA DE TOMA DE DATOS DEL CX-300 ESTACION V-05 V-06

FICHA DE ESTACION GEOMECANICA N°: V-05
 COORDENADAS: X: 373399 Y: 8286731 Z: 4480
 FECHA: 04-10-22 Calidad de afloramiento: Buena

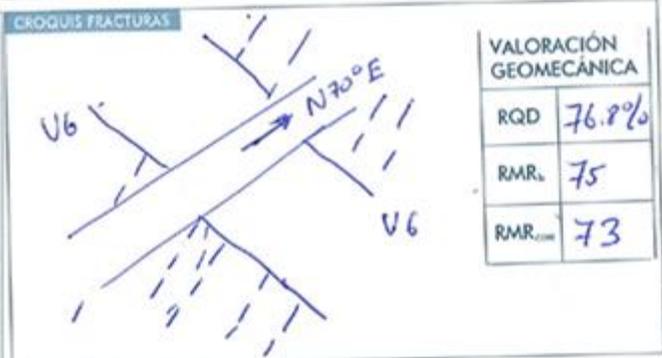
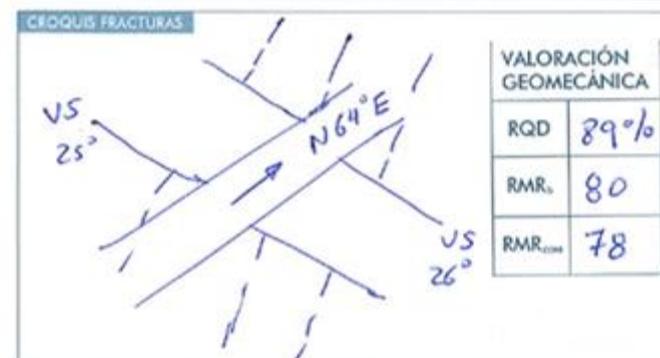
MEDIDAS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Tipo de Plano	V 5			V 5						
Dir. Buz. (DIPDIR)	235			230						
Buzamiento (DIP)	45			45						
SEPARACION O ESPACIADO										
> 2000 mm										
600-2000 mm	X			X						
200-600 mm										
60-200 mm										
< 60 mm										
PERSISTENCIA O CONTINUIDAD										
< 1 m	X			X						
1-3 m										
3-10 m										
10-20 m										
> 20 m										
APERTURA										
Nodo										
< 0,1 mm	X			X						
0,1-1,0 mm										
1-5 mm										
> 5 mm										
RUGOSIDAD										
Ondulación	Muy Rugosa		Muy Rugosa							
JRC										
METORIZACION JUNTA										
Grado	Lig. Altrada									
AGUA										
Seco										
Lig. húmedo										
Húmedo	X			X						
Goteando										
Fluyendo										
RELLENO										
Naturaleza	Duro		Duro							
Espesor mm	< 5mm		< 5mm							

FICHA DE ESTACION GEOMECANICA N°: V-06
 COORDENADAS: X: 373403 Y: 8286732 Z: 4480
 FECHA: 04-10-22 Calidad de afloramiento: Buena

MEDIDAS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Tipo de Plano	V 6			V 6						
Dir. Buz. (DIPDIR)	120			110						
Buzamiento (DIP)	40			20						
SEPARACION O ESPACIADO										
> 2000 mm										
600-2000 mm		X			X					
200-600 mm										
60-200 mm										
< 60 mm										
PERSISTENCIA O CONTINUIDAD										
< 1 m	X			X						
1-3 m										
3-10 m										
10-20 m										
> 20 m										
APERTURA										
Nodo										
< 0,1 mm	X			X						
0,1-1,0 mm										
1-5 mm										
> 5 mm										
RUGOSIDAD										
Ondulación	Muy Rugosa									
JRC										
METORIZACION JUNTA										
Grado	Moldeada Altrada									
AGUA										
Seco										
Lig. húmedo		X			X					
Húmedo										
Goteando										
Fluyendo										
RELLENO										
Naturaleza	Duro		Duro							
Espesor mm	< 5mm		< 5mm							

ESTACION N°:
 LITOLOGIA: Andesita V FORMACION: Grupo Tacaza
 GRADO METEORIZACION DEL MACIZO: Lig. Altrada RESISTENCIA MARTILLO GEOLOGO: _____

ESTACION N°:
 LITOLOGIA: _____ FORMACION: Grupo Tacaza
 GRADO METEORIZACION DEL MACIZO: Mod. Altrada RESISTENCIA MARTILLO GEOLOGO: _____



Martillo Schmidt	Medio	Fracturas/metro	λ 1
Matriz		normalmente tomamos una sola scan line (1), pero abrimos la posibilidad a más de una	λ 2 0.78
Juntas	<u>Laboratorio</u>		λ 3
			λ 4
			Jv 7.75
		Ensayo Tilt-test	α

Martillo Schmidt	Medio	Fracturas/metro	λ 1
Matriz		normalmente tomamos una sola scan line (1), pero abrimos la posibilidad a más de una	λ 2 0.55
Juntas	<u>Laboratorio</u>		λ 3
			λ 4
			Jv 12
		Ensayo Tilt-test	α

UCS según los golpes del martillo schmidt (MPa): **163.6 MPa**

UCS según los golpes del martillo schmidt (MPa): **163.6 MPa**



ANEXO J

LIBRETA DE TOMA DE DATOS DEL CX-300 ESTACION V-07 V-08

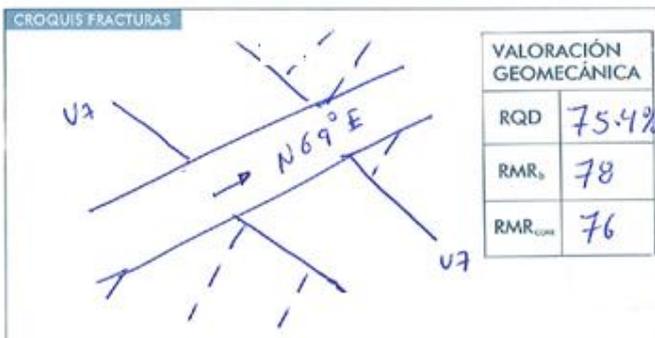
FICHA DE ESTACIÓN GEOMECÁNICA N°: V-07
COORDENADAS: X: 773408 Y: 8286734 Z: 4480
FECHA: 04-10-22 **Calidad de afloramiento:** Buena

MEDIDAS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Tipo de Plano	V 7			V 7						
Dir. Buz. (DIPDIR)	125			120						
Buzamiento (DIP)	35			30						
SEPARACION O ESPACIADO										
> 2000 mm										
600-2000 mm	X			X						
200-600 mm										
60-200 mm										
< 60 mm										
PERSISTENCIA O CONTINUIDAD										
< 1 m										
1-3 m	X			X						
3-10 m										
10-20 m										
> 20 m										
APERTURA										
Nada										
< 0,1 mm	X			X						
0,1-1,0 mm										
1-5 mm										
> 5 mm										
RUGOSIDAD										
Ondulación	Muy Rugosa									
JRC										
METORIZACION JUNTA										
Grado	Lig. Alterado									
AGUA										
Seco										
Lig. húmedo										
Húmedo	X			X						
Gateando										
Fluyendo										
RELLENO										
Naturaleza	Duro			Duro						
Espesor mm	5mm			5mm						

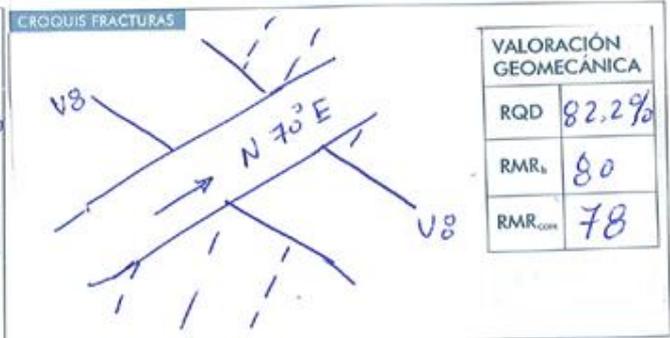
FICHA DE ESTACIÓN GEOMECÁNICA N°: V-08
COORDENADAS: X: 374313 Y: 8286733 Z: 4480
FECHA: 04-10-22 **Calidad de afloramiento:** Buena

MEDIDAS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Tipo de Plano	V 8			V 8						
Dir. Buz. (DIPDIR)	230			210						
Buzamiento (DIP)	50			30						
SEPARACION O ESPACIADO										
> 2000 mm										
600-2000 mm	X			X						
200-600 mm										
60-200 mm										
< 60 mm										
PERSISTENCIA O CONTINUIDAD										
< 1 m										
1-3 m	X			X						
3-10 m										
10-20 m										
> 20 m										
APERTURA										
Nada										
< 0,1 mm	X			X						
0,1-1,0 mm										
1-5 mm										
> 5 mm										
RUGOSIDAD										
Ondulación	Muy Rugosa									
JRC										
METORIZACION JUNTA										
Grado	Lig. Alterado									
AGUA										
Seco										
Lig. húmedo										
Húmedo	X			X						
Gateando										
Fluyendo										
RELLENO										
Naturaleza	Duro			Duro						
Espesor mm	5mm			5mm						

ESTACIÓN N°:
LITOLOGIA: Andesita V **FORMACIÓN:** Grupo Tacaza
GRADO METEORIZACIÓN DEL MACIZO: Lig. Alterado **RESISTENCIA MARTILLO GEÓLOGO:**



ESTACIÓN N°:
LITOLOGIA: Andesita V **FORMACIÓN:** Grupo Tacaza
GRADO METEORIZACIÓN DEL MACIZO: Lig. Alterado **RESISTENCIA MARTILLO GEÓLOGO:**



Martillo Schmidt	Media	Fracturas/metro	λ 1
Matriz		normalmente tomamos una sola scan line (1), pero abrimos la posibilidad a más de una	λ 2 0.5
Juntas	Laboratorio	Juntas/m ³	Jv 12
		Ensayo Tilt-test	α

UCS según los golpes del martillo schmidt (MPa): 163.6 MPa

Martillo Schmidt	Media	Fracturas/metro	λ 1
Matriz		normalmente tomamos una sola scan line (1), pero abrimos la posibilidad a más de una	λ 2 0.61
Juntas	Laboratorio	Juntas/m ³	Jv 9.9
		Ensayo Tilt-test	α

UCS según los golpes del martillo schmidt (MPa): 163.1 MPa

ANEXO K
FOTO DE HASTIAL PARA LA IDENTIFICACION DE DISCONTINUIDADES POR 2M3

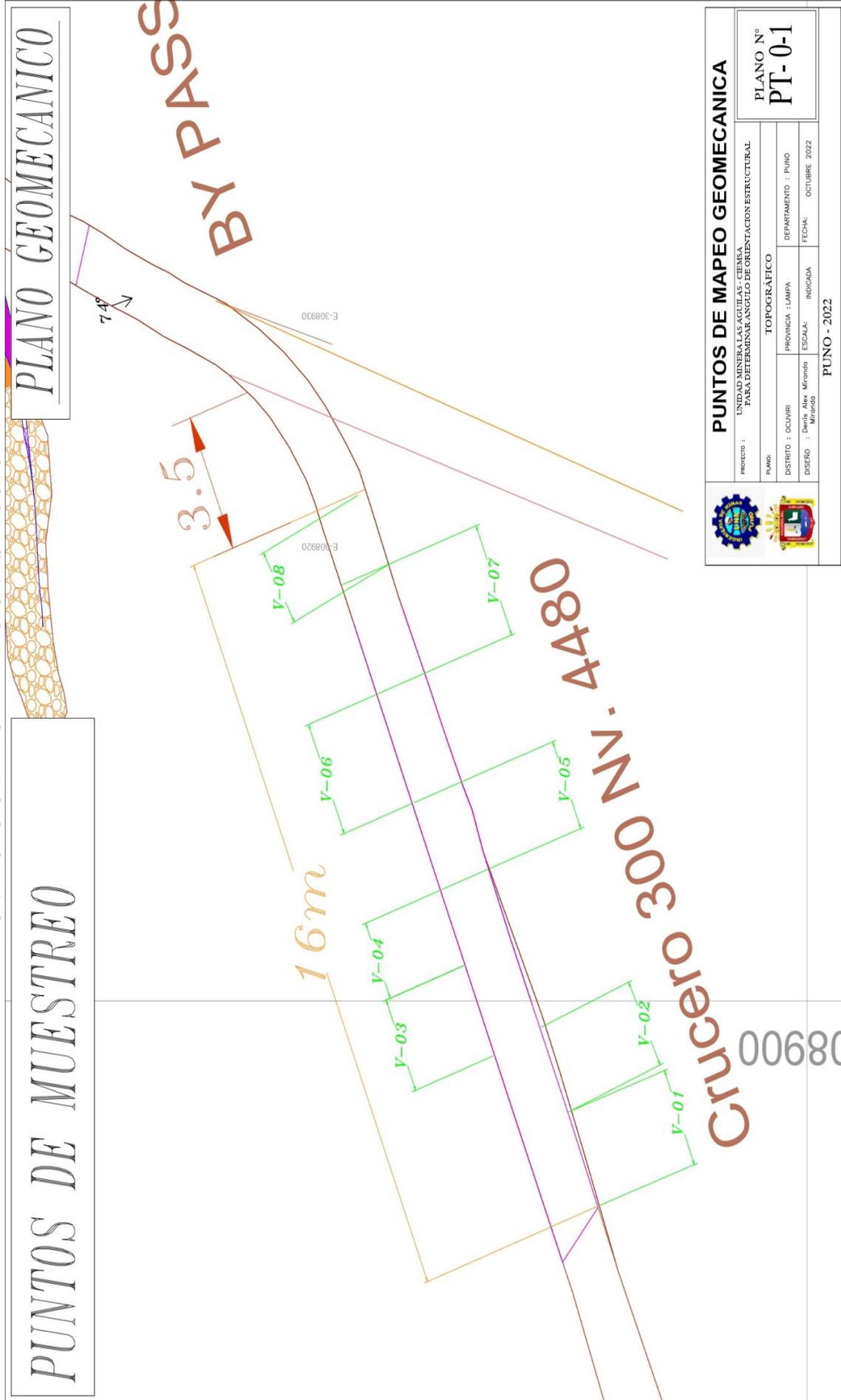


ANEXO L

FOTO DE HASTIAL PARA LA IDENTIFICACION DE DISCONTINUIDADES POR 2M3



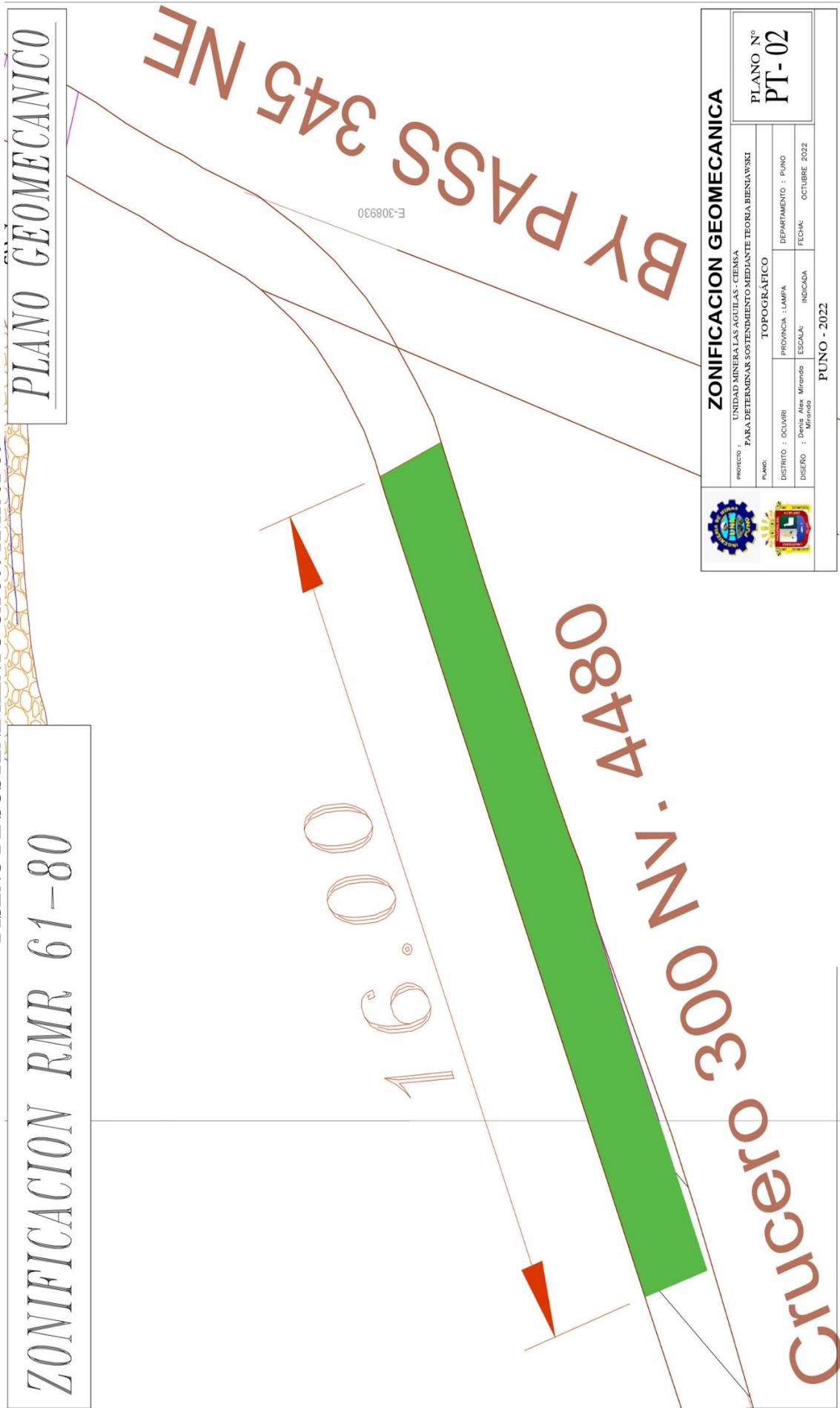
ANEXO Ñ
ZONIFICACIÓN DE ORIENTACIÓN ESTRUCTURAL



		PUNTOS DE MAPEO GEOMECANICA	
Proyecto : UNIDAD MINERALAS AGUILAS - CIENSA PARA DETERMINAR ANGULO DE ORIENTACION ESTRUCTURAL			
PLANO N° PT-0-1			
PUNTO : TOPOGRAFICO		DEPARTAMENTO : PUNO	
DISTRITO : OCUYRI	PROVINCIA : LAMPA	ESCALA : INDICADA	FECHA : OCTUBRE 2022
DISEÑO : Denis Alex Miranda Miranda		PUNO - 2022	



ANEXO O
DISEÑO DE SOSTENIMIENTO CX-300 RMR 61-80



		ZONIFICACION GEOMECANICA		PLANO N° PT-02	
PROYECTO : UNIDAD MINERALAS AGUILAS - CIENSA PARA DETERMINAR SOSTENIMIENTO MEDIANTE TEORIA BIENIAWSKI					
PLAN: TOPOGRAFICO					
DISTRITO : OCUVIRI		PROVINCIA : LAMPA		DEPARTAMENTO : PUNO	
DISEÑO : Denis Alex Miranda		ESCALA : INDICADA		FECHA : OCTUBRE 2022	
PUNO - 2022					

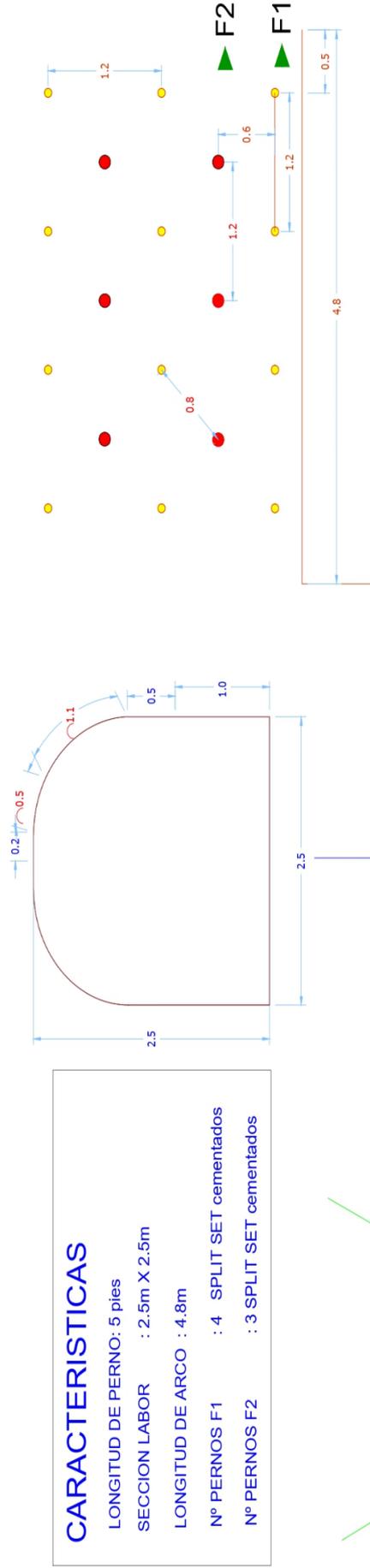
ANEXO P
DISEÑO DE SOSTENIMIENTO CX-300 RMR-61-80.

DISEÑO DE SOSTENIMIENTO

ESPACIAMIENTO DE PERNO

DISEÑO DE SOSTENIMIENTO PUNTUAL CON PERNO

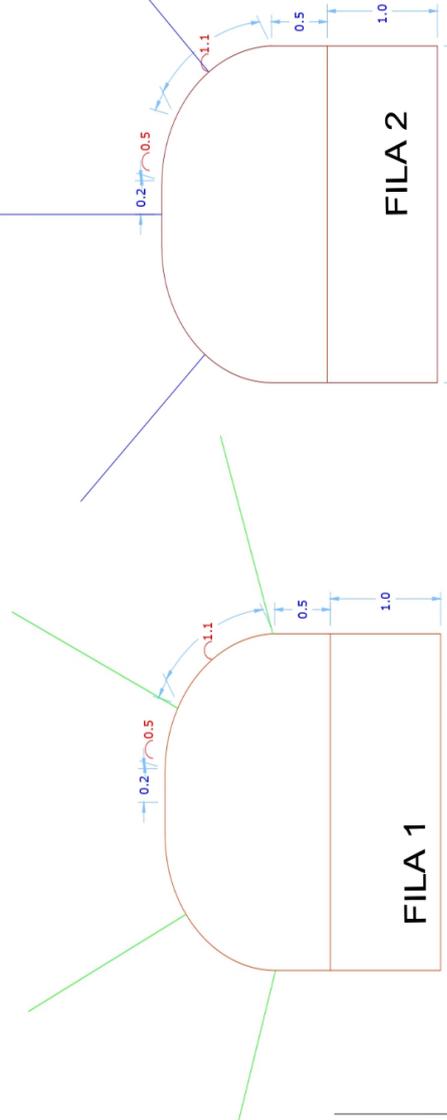
SPLIT SET DE 5 PIES
Espaciado 1.2 x 1.2



EL DIAMETRO DE PERFORACION = 32mm ε

CARACTERISTICAS

- LONGITUD DE PERNO: 5 pies
- SECCION LABOR : 2.5m X 2.5m
- LONGITUD DE ARCO : 4.8m
- Nº PERNOS F1 : 4 SPLIT SET cementados
- Nº PERNOS F2 : 3 SPLIT SET cementados



		DISEÑO DE SOSTENIMIENTO			
		UNIDAD MINERA LAS AGULLAS - CIENSA			
PROYECTO : DISEÑO DE SPLIT SET PUNTUAL		TOPOGRÁFICO		PLANO N° PT-03	
PUNTO: DISTRITO : OCUAYIRI		PROVINCIA : LAMPA		DEPARTAMENTO : PUNO	
DISEÑO : Diego Alex Miranda		ESCALA : INDICADA		FECHA : OCTUBRE 2022	
PUNO - 2022					