

UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES

CARRERA DE INGENIERÍA GEOLÓGICA

TRABAJO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL GRADO ACADÉMICO DE INGENIERO GEÓLOGO

ESTUDIO GEOMECÁNICO DE AFLORAMIENTOS ROCOSOS DE LA FORMACIÓN APAGUA, EN EL TRAMO “PUNGUI – GALLO RUMI”, VÍA GUARANDA – CHIMBORAZO (E492), PROVINCIA DE BOLIVAR – ECUADOR

AUTOR LUIS RICARDO MARTINEZ NAVAS

TUTOR ING. CÉSAR PATRICIO BORJA BERNAL. MS.C.

Guayaquil, marzo 2021



UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES

CARRERA DE INGENIERÍA GEOLÓGICA

TRABAJO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL GRADO ACADÉMICO DE INGENIERO GEÓLOGO

ESTUDIO GEOMECÁNICO DE AFLORAMIENTOS ROCOSOS DE LA FORMACIÓN APAGUA, EN EL TRAMO “PUNGUI – GALLO RUMI”, VÍA GUARANDA – CHIMBORAZO (E492), PROVINCIA DE BOLIVAR – ECUADOR

AUTOR LUIS RICARDO MARTINEZ NAVAS

TUTOR ING. CÉSAR PATRICIO BORJA BERNAL. MS.C.

Guayaquil, marzo 2021

UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
FACULTAD CIENCIAS NATURALES
CARRERA INGENIERÍA GEOLÓGICA
UNIDAD DE ITULACIÓN

Guayaquil, 10 de marzo de 2021

Señor
Lic. Félix Sanango Pazmiño M.A.E.
VICEDECANO (E) DE LA FACULTAD
CIENCIAS NATURALES
Ciudad. -

De mis consideraciones:

Envío a Ud. el Informe correspondiente a la tutoría realizada al Trabajo de Titulación "ESTUDIO GEOMECÁNICO DE AFLORAMIENTOS ROCOSOS DE LA FORMACIÓN APAGUA, EN EL TRAMO "PUNGUI – GALLO RUMI", VÍA GUARANDA – CHIMBORAZO (E492), PROVINCIA DE BOLIVAR – ECUADOR" del estudiante Luis Ricardo Martínez Navas, indicando que ha cumplido con todos los parámetros establecidos en la normativa vigente:

- *El trabajo es el resultado de una investigación.*
- *La estudiante demuestra conocimiento profesional integral.*
- *El trabajo presenta una propuesta en el área de conocimiento.*
- *El nivel de argumentación es coherente con el campo de conocimiento.*

Adicionalmente, se adjunta el certificado de porcentaje de similitud y la valoración del Trabajo de Titulación con la respectiva calificación.

Dando por concluida esta tutoría de Trabajo de Titulación, **CERTIFICO**, para los fines pertinentes, que la estudiante está apta para continuar con el proceso de revisión final.

Atentamente,

Firmado electrónicamente por:
CESAR
PATRICIO
BORJA BERNAL

Tutor de Trabajo de Titulación
Ing. César Patricio Borja Bernal, M.Sc.
C.I.: 0601605918

C.C: Gestora de Integración Curricular y Seguimiento a Graduados

UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
FACULTAD CIENCIAS NATURALES
CARRERA INGENIERÍA GEOLÓGICA
UNIDAD DE TITULACIÓN

Universidad de Guayaquil

Habiendo sido nombrado, Ing. César Patricio Borja Bernal, M.Sc. Tutor del Trabajo de Titulación certifico que el presente Trabajo de Titulación ha sido elaborado por Luis Ricardo Martínez Navas, con mi respectiva supervisión como requerimiento parcial para la obtención del título Ingeniera Geóloga

Se informa que el Trabajo de Titulación: ESTUDIO GEOMECÁNICO DE AFLORAMIENTOS ROCOSOS PRESENTES EN EL TRAMO "GRADAS CHICO – LAS HERRERÍAS", EN LA VÍA GUARANDA – CHIMBORAZO (E492), PROVINCIA DE BOLÍVAR – ECUADOR, ha sido orientado durante todo el periodo de ejecución en el programa antiplagio URKUND quedando el 7% de coincidencia.



URKUND

Document Information

Analyzed document	URKUND TESIS LUIS RICARDO MARTINEZ NAVAS .docx (D97898462)
Submitted	3/10/2021 9:39:00 PM
Submitted by	César
Submitter email	geologoborja@gmail.com
Similarity	7%
Analysis address	cesar.borjab.ug@analysis.urkund.com

https://secure.urkund.com/view/93421378-843517-439657#/

Atentamente,

Firmado electrónicamente por:
CESAR PATRICIO BORJA BERNAL

Ing. César Patricio Borja Bernal, M.Sc.
C.I.: 0601605918
Fecha: 10 de marzo de 2021

UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
FACULTAD CIENCIAS NATURALES
CARRERA INGENIERÍA GEOLÓGICA
UNIDAD DE TITULACIÓN

Universidad de Guayaquil

Guayaquil, 10 de marzo de 2021

Señor
Lic. Félix Sanango Pazmiño M.A.E.
VICEDECANO (E) DE LA FACULTAD
CIENCIAS NATURALES
Ciudad. -

De mis consideraciones:

Envío a Ud. el Informe correspondiente a la **REVISIÓN FINAL** del Trabajo de Titulación ESTUDIO GEOMECÁNICO DE AFLORAMIENTOS ROCOSOS DE LA FORMACIÓN APAGUA, EN EL TRAMO "PUNGUI – GALLO RUMI", VÍA GUARANDA – CHIMBORAZO (E492), PROVINCIA DE BOLIVAR – ECUADOR del estudiante Luis Ricardo Martínez Navas. Las gestiones realizadas me permiten indicar que el trabajo fue revisado considerando todos los parámetros establecidos en las normativas vigentes, en el cumplimento de los siguientes aspectos:

Cumplimiento de requisitos de forma:

- El título tiene un máximo de 23 palabras.
- La memoria escrita se ajusta a la estructura establecida.
- El documento se ajusta a las normas de escritura científica seleccionadas por la Facultad.
- La investigación es pertinente con la línea y sublíneas de investigación de la carrera.
- Los soportes teóricos son de máximo cinco años.
- La propuesta presentada es pertinente.

Cumplimiento con el Reglamento de Régimen Académico:

- El trabajo es el resultado de una investigación.
- El estudiante demuestra conocimiento profesional integral.
- El trabajo presenta una propuesta en el área de conocimiento.
- El nivel de argumentación es coherente con el campo de conocimiento.

Adicionalmente, se indica que fue revisado, el certificado de porcentaje de similitud, la valoración del tutor, así como de las páginas preliminares solicitadas, lo cual indica el que el trabajo de investigación cumple con los requisitos exigidos.
Una vez concluida esta revisión, considero que el estudiante está apto para continuar el proceso de titulación. Particular que comunico a usted para los fines pertinentes.

Atentamente,

Firmado electrónicamente por:
GALO ARISTIDES
SALCEDO
MARIDUENA

M.Sc.Galo Salcedo Maridueña, Ph.D.
C.I.: 0903850550
C.C: Gestora de Integración Curricular y Seguimiento a Graduados

UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
FACULTAD CIENCIAS NATURALES
CARRERA INGENIERÍA GEOLÓGICA
UNIDAD DE TITULACIÓN

REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA			
FICHA DE REGISTRO DE TESIS/TRABAJO DE GRADUACIÓN			
TÍTULO Y SUBTÍTULO:	ESTUDIO GEOMECÁNICO DE AFLORAMIENTOS ROCOSOS DE LA FORMACIÓN APAGUA, EN EL TRAMO "PUNGUI – GALLO RUMI", VÍA GUARANDA – CHIMBORAZO (E492), PROVINCIA DE BOLIVAR – ECUADOR		
AUTOR(ES) (apellidos/nombres):	MARTINEZ NAVAS LUIS RICARDO		
REVISOR(ES)/TUTOR(ES) (apellidos/nombres):	SALCEDO MARIDUEÑA GALO BORJA BERNAL CESAR PATRICIO		
INSTITUCIÓN:	UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL		
UNIDAD/FACULTAD:	CIENCIAS NATURALES		
MAESTRÍA/ESPECIALIDAD:	INGENIERÍA GEOLÓGICA		
GRADO OBTENIDO:	INGENIERA GEÓLOGA		
FECHA DE PUBLICACIÓN:	MARZO 2021	**No. DE PÁGINAS:**	169
ÁREAS TEMÁTICAS:	CIENCIAS GEOLÓGICAS		
PALABRAS CLAVES/ KEYWORDS:	Levantamiento – Geomecánico – Afloramientos - Rocosos		

RESUMEN/ABSTRACT (150-250 palabras):

Resumen

El levantamiento geomecánico de afloramientos rocosos en un proceso que toma en cuenta los factores naturales y antrópicos asociados con la ocurrencia de estos fenómenos para determinar la extensión del peligro y representar mejor las condiciones actuales a futuras en un área. El presente trabajo servirá de apoyo para el Ministerio de Transporte y Obras Públicas (MTOP) y para el GAD Municipal de Guaranda y Riobamba, como una guía para conocer zonas más propensas a que ocurran riesgos geológicos. Esta investigación se plantea como objetivo realizar un estudio geomecánico de afloramientos rocosos de la Formación Apagua, en el tramo "Pungui – Gallo Rumi", vía Guaranda – Chimborazo (E492). En cuanto a la metodología, consiste en la toma de datos geomecánicos de los afloramientos rocosos presentes en el tramo de estudio, determinando su calidad mediante la clasificación Rock Mass Rating (RMR). El estudio geomecánico de 11 taludes permitió determinar que ocho taludes (14 estaciones geomecánicas) tienen una valoración de 41-60 en la Clasificación del Macizo Rocoso (RMR), asignándoles como clase III, calidad media;

UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
FACULTAD CIENCIAS NATURALES
CARRERA INGENIERÍA GEOLÓGICA
UNIDAD DE TITULACIÓN

y tres taludes (siete estaciones geomecánicas) tienen una valoración de 61-80, asignándoles como clase II, calidad media.

Abstract

The geomechanical survey of rock outcrops in a process that takes into account the natural and anthropic factors associated with the occurrence of these phenomena to determine the extent of the hazard and better represent current and future conditions in an area. This work will serve as support for the Ministry of Transportation and Public Works (MTOP) and for the Municipal GAD of Guaranda and Riobamba, as a guide to know areas more prone to geological hazards. The objective of this research is to carry out a geomechanical study of rocky outcrops of the Apagua Formation, in the "Pungui - Gallo Rumi" section, via Guaranda - Chimborazo (E492). Regarding the methodology, it consists of taking geomechanical data from the rocky outcrops present in the study section, determining their quality through the Rock Mass Rating (RMR) classification. The geomechanical study of 11 slopes allowed to determine that eight slopes (14 geomechanical stations) have a valuation of 41-60 in the Classification of the Rocky Mass (RMR), assigning them as class III, medium quality; and three slopes (seven geomechanical stations) have a rating of 61-80, assigning them as class II, medium quality.

ADJUNTO PDF:	[X] SI	☐ NO
CONTACTO CON AUTOR/ES:	**Teléfono:** 0981350211	E-mail: lm915985@gmail.com
CONTACTO CON LA INSTITUCIÓN:	**Nombre: Facultad de Ciencias Naturales**	
	Teléfono: (04) 308 - 0777	
	E-mail: info@fccnnugye.com	

UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES
CARRERA DE INGENIERÍA GEOLÓGICA

LICENCIA GRATUITA INTRANSFERIBLE Y NO COMERCIAL DE LA OBRA CON FINES ACADÉMICOS

Yo LUIS RICARDO MARTINEZ NAVAS, con C.I. No. 0931469092, certifico que los contenidos desarrollados en este Trabajo de Titulación, cuyo título es ESTUDIO GEOMECÁNICO DE AFLORAMIENTOS ROCOSOS DE LA FORMACIÓN APAGUA, EN EL TRAMO "PUNGUI – GALLO RUMI", VÍA GUARANDA – CHIMBORAZO (E492), PROVINCIA DE BOLIVAR – ECUADOR **CÓDIGO ORGÁNICO DE LA ECONOMÍA SOCIAL DE LOS CONOCIMIENTOS, CREATIVIDAD E INNOVACIÓN***, autorizo la utilización de una licencia gratuita intransferible, para el uso no comercial de la presente obra a favor de la Universidad de Guayaquil.

_____

LUIS RICARDO MARTÍNEZ NAVAS
C.I.: 0931469092

*CÓDIGO ORGÁNICO DE LA ECONOMÍA SOCIAL DE LOS CONOCIMIENTOS, CREATIVIDAD E INNOVACIÓN (Registro Oficial n. 899 - Dic./2016) Artículo 114.- De los titulares de derechos de obras creadas en las instituciones de educación superior y centros educativos.- En el caso de las obras creadas en centros educativos, universidades, escuelas politécnicas, institutos superiores técnicos, tecnológicos, pedagógicos, de artes y los conservatorios superiores, e institutos públicos de investigación como resultado de su actividad

DEDICATORIA

Esta tesis está dedicada a DIOS por darme la vida, su amor y las fuerzas de seguir luchando por mis objetivos.

A mis padres Gabriel Martínez y Glenda Navas que a pesar de las dificultades y golpes que nos dan la vida siempre están con una sonrisa y buscando la forma de solucionarlo, la cual me ha permitido ser una mejor persona en saber afrontar cualquier problema que se presente. Ha sido un orgullo y privilegio ser su hijo.

A mis 4 hermanas que sigan luchando y esforzándose, que no se detengan, que una situación económica no sea un obstáculo para cumplir sus metas.

A mi enamorada Keila Luna que ha sido un pilar fundamental desde el inicio de mi carrera; por su amor incondicional, paciencia, por darme palabras de aliento y fuerzas cuando ya me daba por vencido, agradezco a Dios por haberte puesto en mi camino.

Muchas gracias, los amo,

AGRADECIMIENTO

A Dios por darme unos maravillosos padres, que con sus experiencias, paciencia, esfuerzos y amor formaron a sus 5 hijos; a mi abuelo Luis Alfonso y abuela Gloria Cruz que siempre me brindaron su ayuda durante esta etapa.

A mi hermana Gabriela Martínez porque siempre estuvo apoyándome y alentándome a seguir adelante.

A mi enamorada Keila luna con sus consejos, amor y paciencia me ayudó a culminar esta etapa.

A los profesores de la carrera de Ingeniería geológica por compartir sus conocimientos, en especial al MS.C. Jorge Alonso, MS.C. Tania Guevara y Msc Félix Pinto.

Al MS.C. César Borja Bernal por guiarme durante mi proceso de titulación con sus conocimientos y experiencias.

A toda mi familia que siempre estuvieron brindándome su apoyo es este proyecto.

UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
FACULTAD CIENCIAS NATURALES
CARRERA INGENIERÍA GEOLÓGICA
UNIDAD DE TITULACIÓN

ESTUDIO GEOMECÁNICO DE AFLORAMIENTOS ROCOSOS DE LA FORMACIÓN APAGUA, EN EL TRAMO "PUNGUI – GALLO RUMI", VÍA GUARANDA – CHIMBORAZO (E492), PROVINCIA DE BOLIVAR – ECUADOR

Autor: Luis Ricardo Martinez Navas

Tutor: Ing. Cesar Borja Bernal, M.Sc.

RESUMEN

El levantamiento geomecánico de afloramientos rocosos en un proceso que toma en cuenta los factores naturales y antrópicos asociados con la ocurrencia de estos fenómenos para determinar la extensión del peligro y representar mejor las condiciones actuales a futuras en un área. El presente trabajo servirá de apoyo para el Ministerio de Transporte y Obras Públicas (MTOP) y para el GAD Municipal de Guaranda y Riobamba, como una guía para conocer zonas más propensas a que ocurran riesgos geológicos. Esta investigación se plantea como objetivo realizar un estudio geomecánico de afloramientos rocosos de la Formación Apagua, en el tramo "Pungui – Gallo Rumi", vía Guaranda – Chimborazo (E492). En cuanto a la metodología, consiste en la toma de datos geomecánicos de los afloramientos rocosos presentes en el tramo de estudio, determinando su calidad mediante la clasificación Rock Mass Rating (RMR). El estudio geomecánico de 11 taludes permitió determinar que ocho taludes (14 estaciones geomecánicas) tienen una valoración de 41-60 en la Clasificación del Macizo Rocoso (RMR), asignándoles como clase III, calidad media; y tres taludes (siete estaciones geomecánicas) tienen una valoración de 61-80, asignándoles como clase II, calidad media.

Palabras claves: Levantamiento – Geomecánico – Macizos - Rocosos

UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
FACULTAD CIENCIAS NATURALES
CARRERA INGENIERÍA GEOLÓGICA
UNIDAD DE TITULACIÓN

GEOMECHANICAL STUDY OF ROCKY OUTFLOWERS OF THE APAGUA FORMATION, IN THE SECTION "PUNGUI - GALLO RUMI", VIA GUARANDA - CHIMBORAZO (E492), PROVINCE OF BOLIVAR - ECUADOR

Author: Luis Ricardo Martinez Navas

Advisor: Ing. Cesar Borja Bernal, M.Sc.

ABSTRACT

The geomechanical survey of rock outcrops in a process that takes into account the natural and anthropic factors associated with the occurrence of these phenomena to determine the extent of the hazard and better represent current and future conditions in an area. This work will serve as support for the Ministry of Transportation and Public Works (MTOP) and for the Municipal GAD of Guaranda and Riobamba, as a guide to know areas more prone to geological hazards. The objective of this research is to carry out a geomechanical study of rocky outcrops of the Apagua Formation, in the "Pungui - Gallo Rumi" section, via Guaranda - Chimborazo (E492). Regarding the methodology, it consists of taking geomechanical data from the rocky outcrops present in the study section, determining their quality through the Rock Mass Rating (RMR) classification. The geomechanical study of 11 slopes allowed to determine that eight slopes (14 geomechanical stations) have a valuation of 41-60 in the Classification of the Rocky Mass (RMR), assigning them as class III, medium quality; and three slopes (seven geomechanical stations) have a rating of 61-80, assigning them as class II, medium quality.

Keyboards: Uprising - Geomechanical - Massifs - Rock

CONTENIDO GENERAL

CONTENIDO GENERAL _____ *XIII*

ÍNDICE DE FIGURAS _____ *XVI*

ÍNDICE DE TABLAS _____ *XIX*

ÍNDICE DE ANEXOS _____ *XXI*

CAPÍTULO I _____ *1*

INTRODUCCIÓN _____ *1*

1.1. ANTECEDENTES _____ **2**

1.2. JUSTIFICACIÓN _____ **3**

1.3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA _____ **4**

1.4. OBJETIVO DEL ESTUDIO _____ **4**

1.4.1. OBJETIVO GENERAL _____ 4

1.4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS _____ 4

1.5. UBICACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO _____ **5**

1.6. ACCESO _____ **7**

1.7. CLIMA _____ **9**

1.8. HIDROGRAFÍA _____ **10**

CAPíTULO II _____ *12*

MARCO GEOLÓGICO _____ *12*

2.1. GEOLOGíA REGIONAL _____ **12**

2.1.1. UNIDAD PALLATANGA _____ 12

2.1.2. UNIDAD YUNGUILLA _____ 12

2.1.3. UNIDAD MACUCHI _____ 12

2.1.4. FORMACIóN APAGUA _____ 13

2.1.5. FORMACIÓN GALLO RUMI _____ 13

2.1.6. GRUPO SARAGURO 14
2.1.7. GRUPO ZUMBAGUA 14
2.1.8. VOLCÁNICOS DEL CHIMBORAZO Y CARIHUAYRAZO 15
2.2. GEOLOGÍA LOCAL 15
2.2.1. UNIDAD PALLATANGA 16
2.2.2. UNIDAD YUNGUILLA 16
2.2.3. FORMACIÓN APAGUA 16
2.2.4. FORMACIÓN GALLO RUMI 16
2.3. MECÁNICA DE ROCA 17
2.4. MACIZO ROCOSO 17
2.5. TALUD 17
2.5.1. TIPOS DE ROTURA DE UN TALUD ROCOSO 18
2.6. DISCONTINUIDADES 18
2.6.1. PARÁMETROS DE LAS DISCONTINUIDADES. 19
CAPÍTULO III 20
MATERIALES Y MÉTODOS 20
3.1. RECOPILACIÓN DE INFORMACIÓN 21
3.1.1. ELABORACIÓN DE MAPA BASE 21
3.1.2. FICHA PARA TOMA DE DATOS 21
3.2. LEVANTAMIENTO DE CAMPO 22
3.2.1. ROCK QUALITY DESIGNATION (RQD) 23
3.2.2. ROCK MASS RATING (RMR) 23
3.2.3. RESISTENCIA DE LA ROCA CON MARTILLO DE SCHMIDT 29
3.3. ANÁLISIS DE GABINETE 29
CAPÍTULO IV 31
4.1. ESTACIONES GEOMECáNICAS 31
4.2. CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA DEL TRAMO DE ESTUDIO “PUNGUI – GALLO RUMI” 101
4.2.1. MUESTRA LM-001 101
4.2.2. MUESTRA LM-002 104

4.2.3. MUESTRA LM-003 _____ 106

CAPÍTULO V _____ 109

Discusión_____ 109

CAPÍTULO VI _____ 110

Conclusiones_____ 110

CAPÍTULO VII _____ 115

Recomendaciones _____ 115

CAPÍTULO VIII_____ 116

BIBLIOGRAFíA_____ 116

ANEXOS _____ 121

ÍNDICE DE FIGURAS

***Figura 1**: Mapa de Ubicación del Área de Estudio 6*

***Figura 2:** Mapa De Acceso Al Área De Estudio 8*

***Figura 3:** Mapa De La Red Hídrica Del Área De Estudio 11*

***Figura 4:** Representación de las propiedades geométricas de las discontinuidades (Hudson, 1989) 20*

***Figura 5:** GPS Garmin utilizado para georeferenciación 22*

***Figura 6:** Perfil de Rugosidad 28*

***Figura 7:** Medición de la Resistencia 29*

***Figura 8:** Análisis microscópico de láminas delgadas 30*

***Figura 9:** Talud N° 1 (TL1 – LM01), Afloramiento de Areniscas, presenta 5 familias de diaclasas, J1, J2, J3, J4 y J5. .....31*

***Figura 10:** Estereograma de familias de discontinuidades TL1 -LM01 .....34*

***Figura 11**: Talud N° 1, (TL1 – LM02), afloramiento de arenisca con intercalaciones de limolita, presenta 2 familias de diaclasas, J1, J2 .....35*

***Figura 12:** Estereograma de familias de discontinuidades TL1 – LM02 .....37*

***Figura 13:** Talud N° 2, (TL2 – LM01), contacto de arenisca masiva e intercalaciones de arenisca con limolita, presenta 2 familias de diaclasas, J1, J2 .....38*

***Figura 14:** Estereograma de familias de discontinuidades TL2 – LM01 .....41*

***Figura 15:** Talud N° 2, (TL2 – LM02), afloramiento de arenisca con intercalaciones de limolita, presenta 2 familias de diaclasas, J1, J2 .....41*

***Figura 16:** Estereograma de familias de discontinuidades TL2 – LM02 .....44*

***Figura 17:** Talud N° 3, (TL3 – LM01), afloramiento de, presenta 2 familias de diaclasas, J1, J2 .....45*

***Figura 18:** Estereograma de familias de discontinuidades TL3 – LM01 .....47*

***Figura 19:** Talud N° 3, (TL3 – LM02), afloramiento de caliza, presenta 2 familias de diaclasas, J1, J2 .....48*

***Figura 20:** Estereograma de familias de discontinuidades TL3 – LM02 .....51*

***Figura 21:** Talud N° 4, (TL4 – LM01), afloramiento de caliza, presenta 2 familias de diaclasas, J1, J2 .....51*

***Figura 22:** Estereograma de familias de discontinuidades TL4 – LM01 .....54*

***Figura 23:** Talud N° 4, (TL4 – LM02), afloramiento de caliza, presenta 5 familias de diaclasas, J1, J2, J3, J4 y J5 .55*

***Figura 24:** Estereograma de familias de discontinuidades TL4 – LM02 .....57*

***Figura 25:** Talud N° 6, (TL6 – LM01), afloramiento de arenisca con intercalaciones de limolita, presenta 4 familias de diaclasas, J1, J2, J3, J4 .....58*

***Figura 26:** Estereograma de familias de discontinuidades TL6 – LM01 .....61*

***Figura 27:** Talud N° 7, (TL7 – LM01), afloramiento de arenisca con intercalaciones de limolita, presenta 2 familias de diaclasas, J1, J2 .....61*

***Figura 28:** Estereograma de familias de discontinuidades TL7 – LM01 .....64*

Figura 29: *Talud N° 8, (TL8 – LM01), afloramiento de conglomerados, presenta 3 familias de diaclasas, J1, J2 y J3 .....65*
Figura 30: *Estereograma de familias de discontinuidades TL8 – LM01.....67*
Figura 31: *Talud N° 8, (TL8 – LM02), afloramiento de microconglomerados, presenta 6 familias de diaclasas, J1, J2, J3, J4, J5 y J6 .....68*
Figura 32*: Estereograma de familias de discontinuidades TL8 – LM02.....70*
Figura 33: *Talud N° 9, (TL9 – LM01), afloramiento microconglomerados, presenta 4 familias de diaclasas, J1, J2, J3 y J4 .....71*
Figura 34: *Estereograma de familias de discontinuidades TL9 – LM01.....73*
Figura 35: *Talud N° 9, (TL9 – LM02), afloramiento microconglomerados, presenta 3 familias de diaclasas, J1, J2, J3.....74*
Figura 36: *Estereograma de familias de discontinuidades TL9 – LM02.....76*
Figura 37: *Talud N° 9, (TL9 – LM03), afloramiento microconglomerados, presenta 3 familias de diaclasas, J1, J2, J3.....77*
Figura 38: *Estereograma de familias de discontinuidades TL9 – LM03.....80*
Figura 39: *Talud N° 10, (TL10 – LM01), afloramiento microconglomerados, presenta 2 familias de diaclasas, J1, J2.....81*
Figura 40: *Estereograma de familias de discontinuidades TL10 – LM01.....83*
Figura 41: *Talud N° 10, (TL10 – LM02), afloramiento microconglomerados, presenta 3 familias de diaclasas J1, J2 y J3 .....84*
Figura 42: *Estereograma de familias de discontinuidades TL10 – LM02.....86*
Figura 43: *Talud N° 11, (TL11 – LM01), afloramiento de lutitas con intercalación de limolita negras, presenta 4 familias de diaclasas, J1, J2, J3, J4 y falla normal F1.....87*
Figura 44: *Estereograma de familias de discontinuidades TL11 – LM01.....89*
Figura 45: *Talud N° 12, (TL12 – LM01), afloramiento lutita grises, presenta 2 familias de diaclasas, J1, J2 .....90*
Figura 46: *Estereograma de familias de discontinuidades TL12 – LM01.....92*
Figura 47: *Talud N° 12, (TL12 – LM02), afloramiento lutita grises, presenta 3 familias de diaclasas, J1, J2 y J3...93*
Figura 48: *Estereograma de familias de discontinuidades TL12 – LM02.....96*
Figura 49: *Talud N° 12, (TL12 – LM03), afloramiento lutita grises, presenta 4 familias de diaclasas, J1, J2, J3 y J4 .....97*
Figura 50: *Estereograma de familias de discontinuidades TL12 – LM03.....99*
Figura 51: *Muestra de mano LM - 001.....101*
Figura 52: *Visualización microscópicas en luz polarizada (izquierda y derecha) y luz natural (centro), muestra: LM-001..... I*
Figura 53: *Clasificación modal de la lámina LM – 001.....104*

Figura 54: *Muestra de mano LM-002 .....104*

Figura 55: *Visualización microscópicas en luz polarizada (izquierda) y luz natural (centro y derecha), muestra: LM002**1 mm** ..... I*

Figura 56: *Muestra de mano LM - 003.....20*

Figura 57: *Visualización microscópicas en luz polarizada (izquierda) y luz natural (derecha), muestra: LM003**1 mm**..... I*

Figura 58: *Clasificación modal de la lámina LM – 003.....109*

Figura 59: *Mapa geológico del tramo de estudio "Pungui – Gallo Rumi" 109*

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: *Coordenadas del área de estudio* _____ *5*

Tabla 2: *Tipos de clima del cantón Guaranda y sus características* _____ *9*

Tabla 3*: Índice de calidad de la roca, RQD* _____ *23*

Tabla 4: *Rock Mass Raiting, parámetros físicos, mecánicos del macizo rocoso* _____ *24*

Tabla 5: *RMR básico* _____ *26*

Tabla 6: *RMR ajustado y la orientación de las discontinuidades como factor de ajuste* _____ *26*

Tabla 7: *Factor de ajuste para taludes* _____ *27*

Tabla 8: *Índice de Rugosidad* _____ *27*

Tabla 9: *Clasificación de Bieniawski para la calidad de la roca* _____ *29*

Tabla 10: *Puntuación total RMR, estación TL1 – LM01* _____ *33*

Tabla 11: *Calidad del macizo rocoso TL1 – LM01* _____ *33*

Tabla 12: *Puntuación total RMR, estación TL1 – LM02* _____ *37*

Tabla 13: *Puntuación total RMR, estación TL1 – LM02* _____ *37*

Tabla 14: *Puntuación total RMR, estación TL2 – LM01* _____ *40*

Tabla 15: *Calidad del macizo rocoso TL2 – LM01* _____ *40*

Tabla 16: *Puntuación total RMR, estación TL2 – LM02* _____ *43*

Tabla 17: *Calidad del macizo rocoso TL2 – LM02* _____ *44*

Tabla 18: *Puntuación total RMR, estación TL3 – LM01* _____ *47*

Tabla 19: *Calidad del macizo rocoso TL3 – LM01* _____ *47*

Tabla 20: *Puntuación total RMR, estación TL3 – LM02* _____ *50*

Tabla 21: *Calidad del macizo rocoso TL3 – LM02* _____ *50*

Tabla 22: *Puntuación total RMR, estación TL4 – LM01* _____ *53*

Tabla 23: *Calidad del macizo rocoso TL4 – LM01* _____ *53*

Tabla 24: *Puntuación total RMR, estación TL4 – LM02* _____ *57*

Tabla 25: *Calidad del macizo rocoso TL4 – LM02* _____ *57*

Tabla 26: *Puntuación total RMR, estación TL6 – LM01* _____ *60*

Tabla 27: *Calidad del macizo rocoso TL6 – LM01* _____ *60*

Tabla 28: *Puntuación total RMR, estación TL7 – LM01* _____ *63*

Tabla 29: *Calidad del macizo rocoso TL7 – LM01* _____ *63*

Tabla 30: *Puntuación total RMR, estación TL8 – LM01* _____ *67*

Tabla 31: *Calidad del macizo rocoso TL8 – LM01* _____ *67*

Tabla 32: *Puntuación total RMR, estación TL8 – LM02* _____ *70*

Tabla 33: *Calidad del macizo rocoso TL8 – LM02* _____ *70*

Tabla 34: *Puntuación total RMR, estación TL9 – LM01* _____ *73*

Tabla 35: *Calidad del macizo rocoso TL9 – LM01* 73
Tabla 36: *Puntuación total RMR, estación TL9 – LM02* 76
Tabla 37*: Calidad del macizo rocoso TL9 – LM02* 76
Tabla 38: *Puntuación total RMR, estación TL9 – LM03* 79
Tabla 39: *Calidad del macizo rocoso TL9 – LM03* 79
Tabla 40: *Puntuación total RMR, estación TL10 – LM01* 83
Tabla 41: *Calidad del macizo rocoso TL10 – LM01* 83
Tabla 42: *Puntuación total RMR, estación TL10 – LM02* 86
Tabla 43*: Calidad del macizo rocoso TL10 – LM02* 86
Tabla 44: *Puntuación total RMR, estación TL11 – LM01* 89
Tabla 45: *Calidad del macizo rocoso TL11 – LM01* 89
Tabla 46: *Puntuación total RMR, estación TL12 – LM01* 92
Tabla 47: *Calidad del macizo rocoso TL12 – LM01* 92
Tabla 48: *Puntuación total RMR, estación TL12 – LM02* 95
Tabla 49: *Calidad del macizo rocoso TL12 – LM02* 95
Tabla 50: *Puntuación total RMR, estación TL12 – LM03* 99
Tabla 51: *Calidad del macizo rocoso TL12 – LM02* 99
Tabla 52: *Calidad de la roca por talud de acuerdo al resultado del RMR* 100
Tabla 53: *Cuadro de porcentajes de minerales, microscópico, muestra LM001* 102
Tabla 54: *Porcentajes de minerales microscópicos de la muestra LM002* 105
Tabla 55: *Cuadro de porcentajes de minerales, microscópico, muestra LM002* 107

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: *Ficha de Estación Geomecánica* *122*

Anexo 2:: *Talud 5 estación 1 (TL5 – LM001), no se pudieron tomar datos geomecánicos por desprendimiento de rocas* *122*

Anexo 3: *Ficha geomecánica de la estación TL1-LM01* *123*

Anexo 4: *Ficha geomecánica de la estación TL1-LM02* *124*

Anexo 5: *Ficha geomecánica de la estación TL2-LM01* *125*

Anexo 6: *Ficha geomecánica de la estación TL2-LM02* *126*

Anexo 7: *Ficha geomecánica de la estación TL3-LM01* *127*

Anexo 8: *Ficha geomecánica de la estación TL3-LM02* *128*

Anexo 9: *Ficha geomecánica de la estación TL4-LM01* *129*

Anexo 10: *Ficha geomecánica de la estación TL4-LM02* *130*

Anexo 11: *Ficha geomecánica de la estación TL6-LM01* *131*

Anexo 12: *Ficha geomecánica de la estación TL7-LM01* *132*

Anexo 13: *Ficha geomecánica de la estación TL8-LM01* *133*

Anexo 14: *Ficha geomecánica de la estación TL8-LM02* *134*

Anexo 15: *Ficha geomecánica de la estación TL9-LM01* *135*

Anexo 16: *Ficha geomecánica de la estación TL9-LM02* *136*

Anexo 17: *Ficha geomecánica de la estación TL9-LM03* *137*

Anexo 18: *Ficha geomecánica de la estación TL109-LM01* *138*

Anexo 19: *Ficha geomecánica de la estación TL10-LM02* *139*

Anexo 20: *Ficha geomecánica de la estación TL11-LM01* *140*

Anexo 21: *Ficha geomecánica de la estación TL12-LM01* *141*

Anexo 22: *Ficha geomecánica de la estación TL12-LM02* *142*

Anexo 23: *Ficha geomecánica de la estación TL12-LM03* *143*

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

Desde un punto de vista geodinámico regional el Ecuador se encuentra en una zona de alta sismicidad, tectonismo y vulcanismo activo. La energía liberada por estos procesos se manifiesta en fenómenos geodinámicos internos, pero también existen fenómenos geodinámicos externos (fenómenos de remoción de masa) que son provocados por la evolución natural del relieve o por actividades antrópicas, en la mayoría de los casos existen muchas víctimas y enormes pérdidas económicas.

El levantamiento geomecánico de afloramientos rocosos es un proceso que toma en cuenta los factores naturales y antrópicos, asociados con la ocurrencia de estos fenómenos, para determinar la extensión del peligro y representar mejor las condiciones actuales o futuras en un área; para estos fines y tomando el área de la formación Apagua, en el tramo “Pungui – Gallo Rumi”, vía Guaranda – Chimborazo (E492), Provincia de Bolívar – Ecuador como zona de estudio, se realiza un análisis geomecánico. Previo al estudio geomecánico para analizar la información geológica del área de estudio se buscaron cartas geológicas, topográficas, informes técnicos de los Gads municipales; con toda esta información se pudo describir y clasificar las rocas de la formación Apagua, previo al análisis petrográfico a partir de sus componentes mineralógicos, que permitió ratificar las rocas existentes y así aplicar el sistema de clasificación Rock Mass Rating (RMR) de Bieniawski (1989), para determinar la calidad del macizo rocoso.

El objetivo del presente trabajo es el de realizar un estudio geomecánico de afloramientos rocosos de la Formación Apagua, y determinar si existe la posibilidad de desprendimientos de roca que pongan en riesgo la vida de usuarios y moradores del sector.

1.1. ANTECEDENTES

Los desprendimientos de rocas pueden originar situaciones de riesgo que suponen una grave amenaza para las personas, zonas habitadas, líneas de comunicación e infraestructuras ubicadas en regiones montañosas de diversos entornos climáticos alrededor del mundo. En la práctica común de gestión y mitigación de riesgos, tanto los investigadores como los técnicos profesionales, están cada vez más llamados a analizar y predecir la estabilidad de una pendiente determinada, evaluando su riesgo, posibles mecanismos de falla, áreas en peligro y medidas correctivas (Valladares et. al., 2011).

Las características del daño del macizo rocoso relacionadas con la falla progresiva de los taludes rocosos incluyen: fracturas, apertura de rocas o juntas, rocas desintegradas y/o pulverizadas, pliegues quebradizos, superficies de deslizamiento interno, bandas cataclásticas, movimientos diferenciales de bloques, entre otros (Valladares et. al., 2011).

Por esto, para comprender los procesos que impulsan la inestabilidad se requiere de un estudio de campo detallado del área investigada. La evidencia de campo del daño del macizo rocoso, se informa con más frecuencia en estudios a posterioridad de deslizamientos de rocas. Esto ocurre esencialmente a través de un estudio de campo de la superficie del desprendimiento, específicamente para deslizamientos de bloques del macizo rocoso fallado o diaclasado.

Chura (2016) en su estudio denominado caracterización geomecánica del macizo rocoso y su aplicación en el diseño de sostenimiento en labores de desarrollo de la Unidad Económica Administrativa Ana María - La Rinconada, expuesto por la Universidad de Nacional del Altiplano de Perú, plantea como objetivo el: “Evaluar el comportamiento físico – mecánico del macizo rocoso circundante al proyecto de la roca pizarra y cuarcita” (p. 16). Sus resultados demostraron la calidad del macizo rocoso, de acuerdo al RMR, roca regular

(III) a roca buena (II). Como dominio de geoingeniería sobre características de discontinuidad, mostró el tipo de falla debido al efecto de cuña. Por esta razón, se implementó el soporte mediante refuerzo activo, categorías de adherencia para resinas sellantes y cemento, reduciendo el riesgo de deslizamiento del lecho rocoso y con aumento de factor de seguridad del proyecto.

Caizaluisa y Criollo (2015) en su estudio titulado Caracterización geomecánica del macizo rocoso para el plan de cierre y liquidación de las canteras ubicadas en las parroquias de San Antonio de Pichincha (Fucusucu III) y de Pintag (Esperanza), expuesto por la Universidad Central del Ecuador, propusieron como objetivo general el realizar la caracterización del macizo rocoso con la finalidad antes mencionada. Las técnicas aplicadas fueron el mapeo geológico, geomecánico, análisis macroscópicos, microscópicos y ensayos de compresión simple de muestras. Los resultados evidenciaron que la Cantera Esperanza es explotada de forma anti – técnica, por ello, los autores optaron un diseño de explotación y liquidación el cual consideró la topografía del área y las características geomecánicas, como base de diseño. Además, se estimó el volumen de reservas que se extraen de la cantera.

1.2. JUSTIFICACIÓN

La carretera (E492) Guaranda – Chimborazo, es una vía secundaria del país, atraviesa la Cordillera Occidental de este a oeste, conectando las provincias de Bolívar y Chimborazo, utilizada primordialmente como ruta de transporte para ganadería y agricultura entre las provincias. Esta vía está ubicada al sur del volcán Chimborazo.

El presente trabajo servirá de apoyo para el Ministerio de Transporte y Obras Públicas (MTOP) y para el GAD Municipal de Guaranda y Riobamba, como una guía para conocer zonas más propensas a que ocurran riesgos geológicos, permitiendo así delimitar zonas más peligrosas a deslizamientos o caídas de rocas que puedan afectar la calzada. Además, servirá de apoyo en

la investigación del proyecto FCI de la Facultad de Ciencias Naturales, el que tiene como objetivo “Caracterizar la importancia relativa de parámetros geoambientales en procesos geodinámicos”.

1.3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

A lo largo de la vía Guaranda – Chimborazo se pueden observar rocas desprendidas del macizo rocoso que han caído en la calzada. En temporada de invierno las lluvias intensas provocan que los desprendimientos del macizo rocoso sean más intensos, ocasionando problemas en el flujo vial, así como pérdidas materiales para los habitantes de las zonas aledañas y en ciertos casos pérdidas de vidas humanas.

1.4. OBJETIVO DEL ESTUDIO

1.4.1. OBJETIVO GENERAL

Realizar el levantamiento geomecánico de afloramientos rocosos de la Formación Apagua, en el tramo “Pungui – Gallo Rumi”, vía Guaranda - Chimborazo (E492).

1.4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Analizar la información geológica del área de estudio: cartas geológicas, topográficas, GADS Municipales.
- Describir y clasificar petrográficamente las rocas de la Formación Apagua a partir de sus componentes mineralógicos.
- Levantar los parámetros físicos a utilizar en la clasificación Rock Mass Rating (RMR) de Bieniawski (1989).
- Definir la calidad de los afloramientos presentes en el tramo “Pungui – Gallo Rumi”.

1.5. UBICACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

La zona de interés se encuentra en la vía Guaranda – Chimborazo, al Este de la provincia de Guaranda y al Sur del volcán Chimborazo, comprende los pueblos Pungui y Gallo Rumi ubicados entre las abscisas 15+000 y 21+000 (Figura 1).

COORDENADAS		
ABSCISA	X	Y
15+000	738349	9821111
21+000	733206	9822861

Tabla 1: Coordenadas del área de estudio

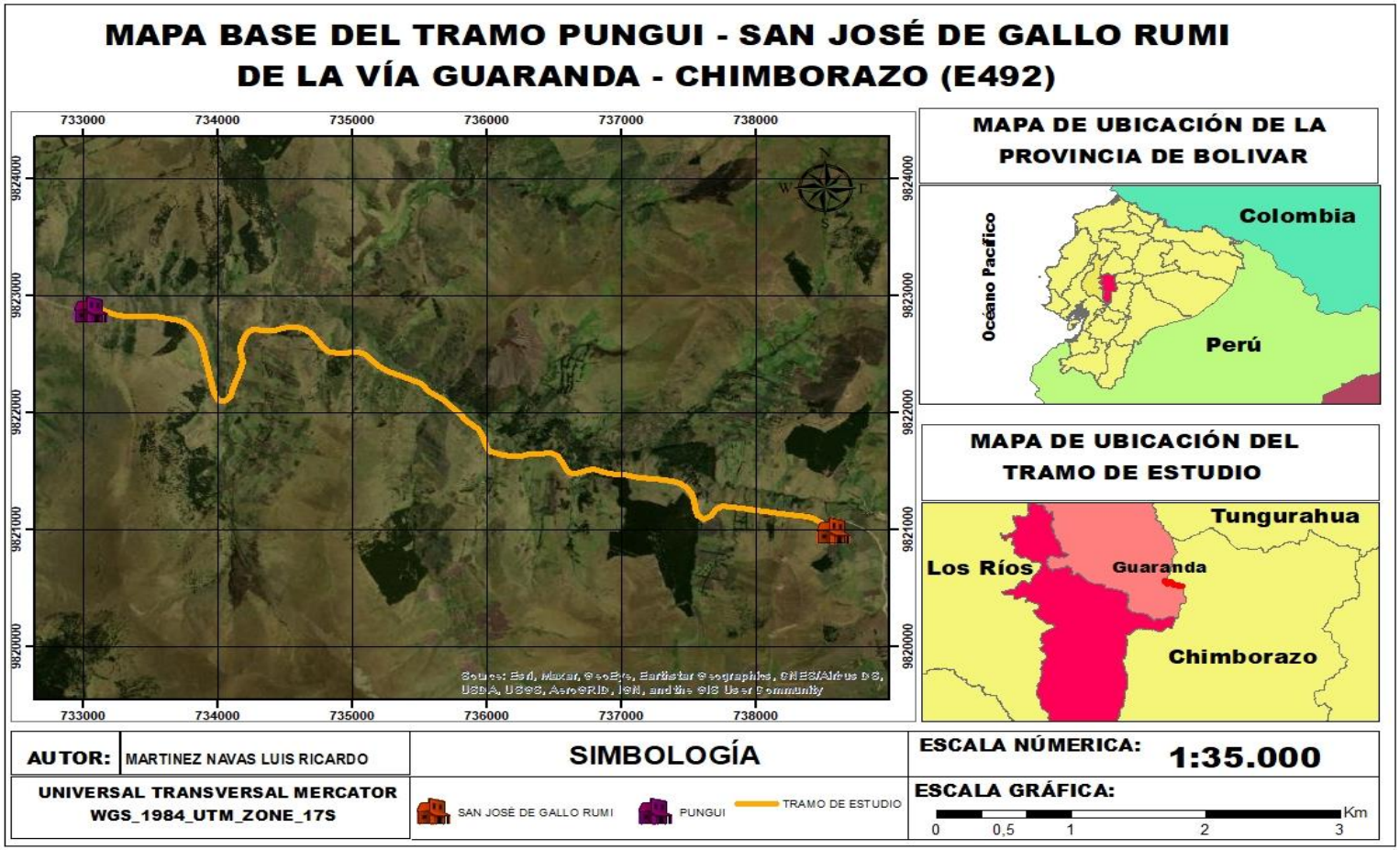


Figura 1: Mapa de Ubicación del Área de Estudio

Fuente: Geoportal Instituto Geográfico Militar
Imagen modificada de Google Earth

1.6. ACCESO

La vía en la que se realiza el estudio es la ruta E-492, partiendo desde el cantón Babahoyo se toma la vía Guaranda – Babahoyo (E-491) aproximadamente pasando el cantón San José de Chimbo se toma el redondel de la Plaza del Carnaval a la vía Guaranda – Ambato. En el desvío a la ciudad de Riobamba se toma la vía Guaranda - Chimborazo (E-492), hasta llegar al área de estudio en la abscisa 12+000 (Figura 2).

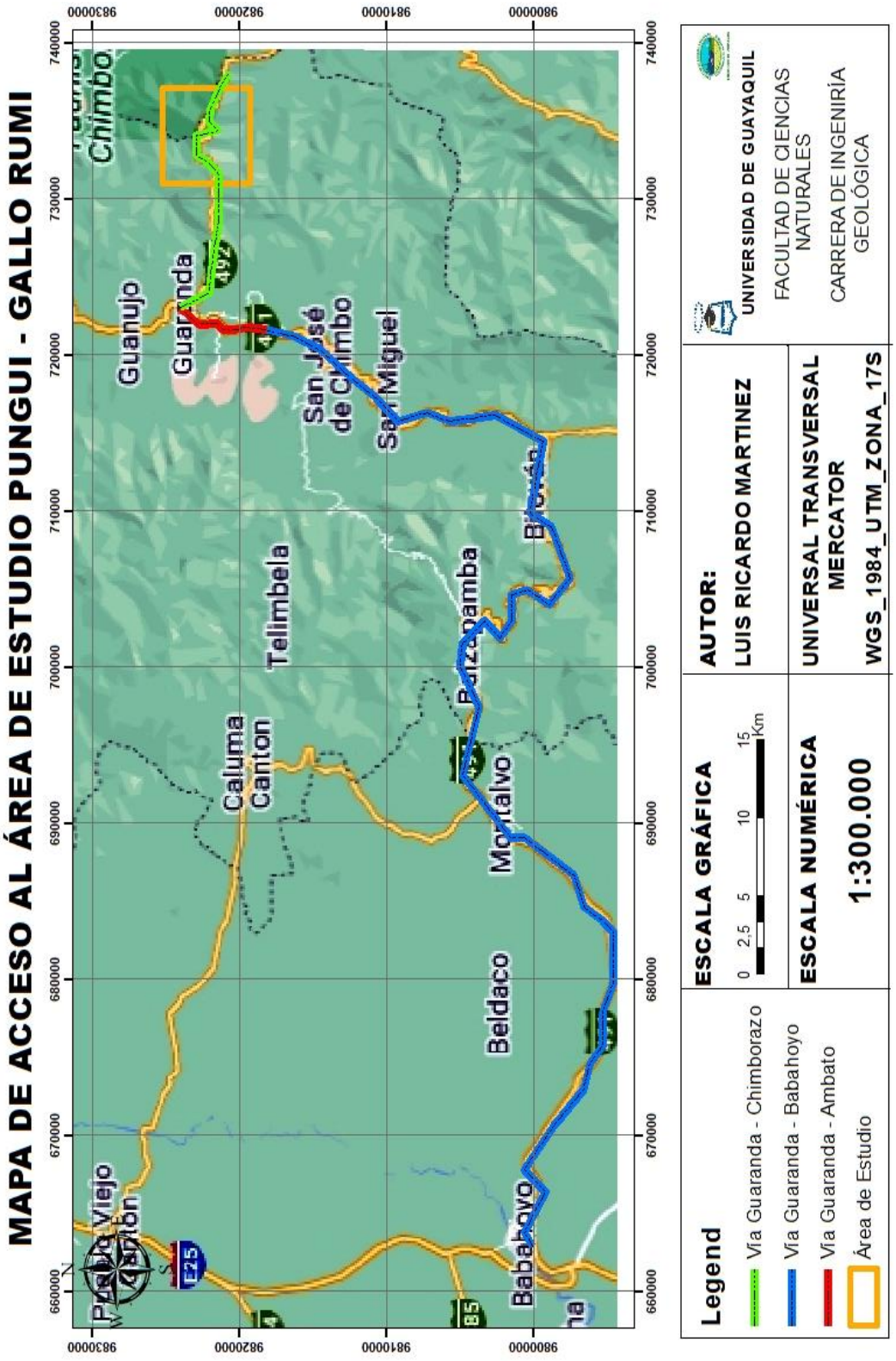


Figura 2: Mapa De Acceso Al Área De Estudio

F**uente:** Imagen tomada de Google Earth Pro Modificado por Autor

1.7. CLIMA

El clima del cantón Guaranda tiene una gran diversidad desde el páramo en las zonas más altas hasta subtropical en las más bajas.

Zonas Climáticas	Temperatura	Precipitación
Ecuatorial de alta montaña	< 10°C	500 a 1200 mm
Ecuatorial mesotérmico seco	12 – 14 °C	500 a 750 mm
Ecuatorial mesotérmico semihúmedo	12 – 16 °C	750 a 1.750 mm
Tropical megatérmico húmedo	18 – 24 °C	1.750 a 2.500 mm
Tropical térmico lluvioso	22 – 26 °C	2.000 a 3.000 mm

Tabla 2: Tipos de clima del cantón Guaranda y sus características

Fuente: PDOT de Guaranda, 2014

La precipitación del cantón en las zonas altas va de 500 a 2000 mm, mientras que en las zonas bajas va de 2000 a 3000 mm anualmente. La temperatura media anual en la zona alta es de 7°C y 22°C en la zona baja (PDOT de Guaranda, 2014).

El área de estudio presenta un clima Ecuatorial mesotérmico semi-húmedo con una altitud de 3000 m.s.n.m aproximadamente y una precipitación media anual de 847 mm.

1.8. HIDROGRAFÍA

La red hídrica del cantón Guaranda parte del deshielo del volcán Chimborazo, el páramo y ceja de montaña, sus aguas son vertidas al río Chimbo, mediante los afluentes Salinas y Guaranda, ambos son los principales en la región, hacia el norte se ubican los afluentes del Zapotal y el Catarama, en donde la mayor cantidad de flujo de agua llega al Zapotal (PDOT de Guaranda, 2014).

El área de estudio específicamente se encuentra paralelo al río Cashisagua, alimentado con mayor intensidad por las quebradas: Queseras, San Juan y Caparosa (Figura 3).

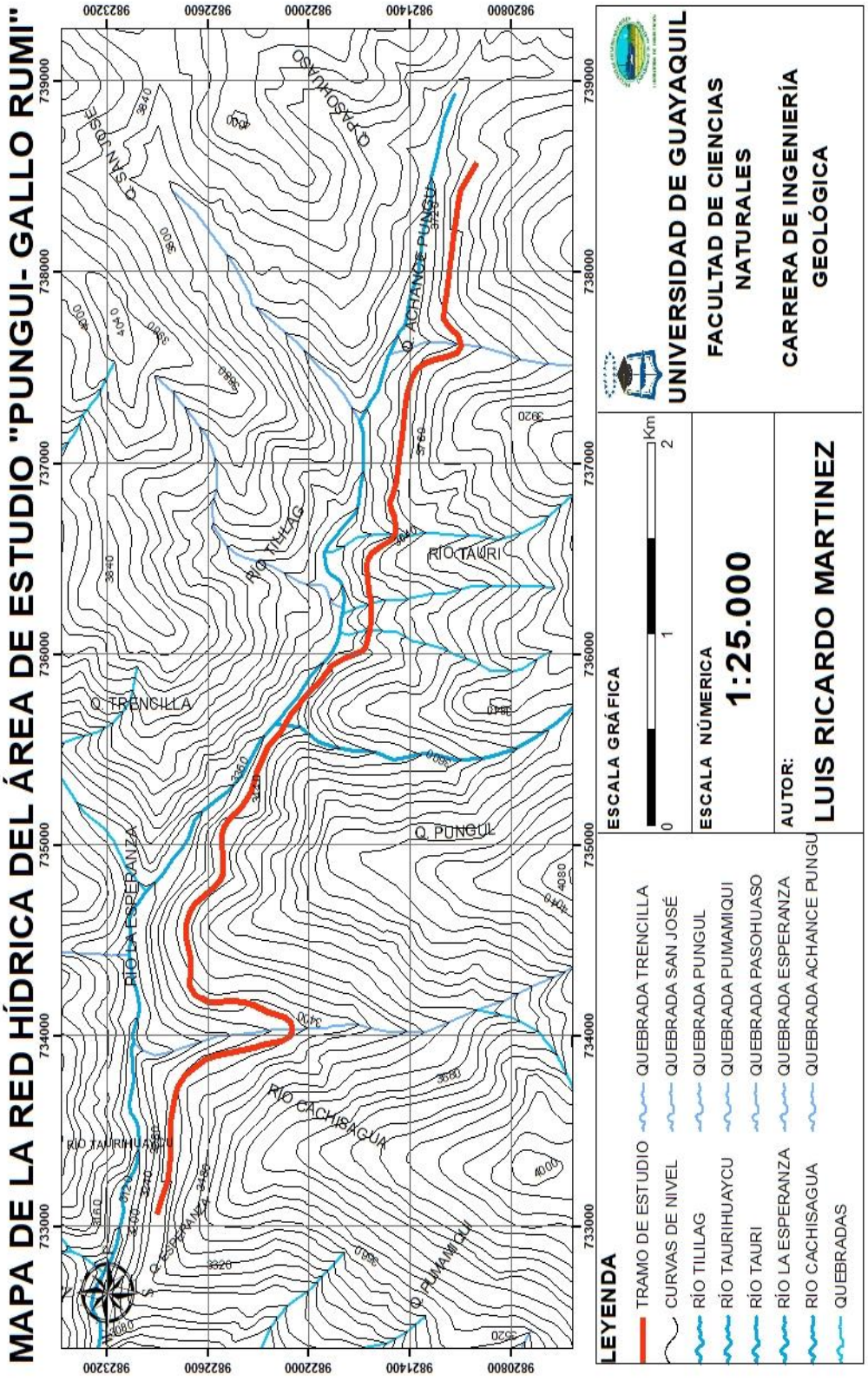


Figura 3: Mapa De La Red Hídrica Del Área De Estudio

Fuente: Geoportal Instituto Geográfico Militar

CAPÍTULO II

MARCO GEOLÓGICO

2.1. GEOLOGÍA REGIONAL

El área de estudio se encuentra en la Cordillera Occidental al sur del Volcán Chimborazo, constituida por varias formaciones geológicas descritas a continuación:

2.1.1. UNIDAD PALLATANGA

Secuencia de rocas máficas y ultramáficas de afinidad oceánica expuestas en una serie de lajas tectónicas en el lado E de la Cordillera Occidental (Castro, 2013; McCourt, Aspden, & Brooks, 1997). Comprende basaltos, microgabros, tobas básicas, areniscas volcánicas, peridotitas, websteritas y escasas lavas en almohadillas fuertemente tectonizadas, en contacto fallado con la Formación Yunguilla (Lebrat, Megard, Dupuy, & Dostal, 1987). Su edad no está determinada, pero su similitud con los basaltos oceánicos toleíticos de la costa; Formación Piñón, implican que es de edad Cretácica Media, pre-senoniana.

2.1.2. UNIDAD YUNGUILLA

Secuencia de abanico turbidítico marino. Comprende lutitas negras – grises, físiles a menudo calcáreas, limolitas negras silíceas, areniscas máficas de grano fino y calizas bioclásticas grises (Thalmann, 1946). Se encuentra fuertemente plegada y tectonizada con un espesor de 2000 m. Su edad está bien establecida por la fauna foraminífera indicando una edad Maestrichtiana (Thalmann, 1946; Savoyat, y otros, 1970; Wilkinson, 1996).

2.1.3. UNIDAD MACUCHI

Según Pazmiño (2019), es una formación volcánico-sedimentaria. Wolf (1892) inicialmente llamó a la secuencia volcánica rocas porfiríticas o rocas verdes, este último nombre debido a su color; como se identifica en el Cañón del Río Salinas al norte del Puente Julio Moreno. El color característico de la roca es gris y gris verdoso;

granos finos a gruesos, masivos. En la misma quebrada se encuentran rocas volcanoclásticas verdosas porque están cloradas y potatizadas. Tienen venas de CaCO3 de hasta 30 cm de espesor; Las rocas volcanoclásticas también se identifican como brechas.

2.1.4. FORMACIÓN APAGUA

La unidad Apagua, Equez y Bourgois, 1986, se muestra mejor en la ruta La Maná-Latacunga en el distrito de Apagua, donde tiene hasta 1.500 metros de espesor. Una sección de la Formación Apagua en Guayrapungo se expande en la falla de Guayrapungo en dirección NS. El contacto occidental con la unidad Macuchi es la falla Pilaló-Sigchos y está cubierto por el grupo Zumbagua contrario a E. Consiste en capas delgadas a medianas de piedras de barro y argilitas con capas de areniscas de grano grueso. Las areniscas de Apagua contienen algo de moscovita y biotita y prácticamente sin minerales máficos. Fauna foraminífera indica el Paleoceno medio al Eoceno superior (Chulde, 2018).

2.1.5. FORMACIÓN GALLO RUMI

La precipitación comienza en el Eoceno Inferior, la edad de la parte alta puede ser el Eoceno Superior, que coincide con el ascenso de la Cordillera Real. Originalmente, la formación Gallo Rumi fue considerada miembro de Fm. Yunguilla (Instituto Francés del Petróleo, Chimborazo Journal 1973. DTTM. F. Lozada); estudios posteriores detallados la definen como una formación (Savoyat y Faucher 1973); (M. Santos 1986) propone considerar la formación Gallo Rumi como miembro de la nueva formación Apagua del Eoceno Medio al Superior, teniendo en cuenta los estudios realizados por la misión británica (Vallejo, 2009).

Muchos geólogos, que conocen muy poco sobre la geografía del Ecuador, confunden el término Gallo Rumi con Cayo Rumi. Gallo Rumi es el nombre tradicional de la carretera Guaranda-Riobamba. La naturaleza de la geología de la formación Gallo Rumi es muy local; Un mirador está al este de Guaranda. El aporte de los sedimentos proviene principalmente del este, ya que la Cordillera de Chimbo se levantó en el oeste

como el umbral occidental de un pozo, que tenía la forma de un desfiladero alargado y profundo, a modo de abanico, con una dirección este-oeste; El pozo se desarrolló en un ambiente submarino y se llenó de sedimentos del ascenso de la Cordillera Real. La Cordillera de Chimbo también aportó sedimentos, además de darle al depósito una característica especial (Vallejo, 2009).

2.1.6. GRUPO SARAGURO

Forma secuencia de rocas volcánicas subaéreas, calco-alcalinas, intermedias a ácidas, de edad Eoceno Medio Tardío a Mioceno Temprano (Dunkley y Gaibor, 1997). El grupo está en contacto discordante o fallado con la Unidad Pallatanga y rocas metamórficas. Predominan composiciones andesíticas a dacíticas, pero son comunes rocas riolíticas. Estas rocas han sido metamorfizadas y alteradas por el batolito de Chaucha (Núñez, 2018).

2.1.7. GRUPO ZUMBAGUA

Según Hughes y Bermudes, (1997), citado por Lozada (2019), tiene al menos 1500 metros de espesor. El contacto inconsistente con la formación subyacente de Rumi Cruz se puede ver al oeste de la ciudad de Zumbagua. El techo de la serie no es visible. El grupo se compone principalmente de cereales secundarios, areniscas sólidas mal clasificadas con residuos de matriz masiva. Estas brechas contienen solo coágulos y sus matrices son ricas en cristales. Hay conglomerados con guijarros y guijarros ligeramente entrelazados que probablemente representen un depósito fluvial. Las areniscas son líticas, bien clasificadas, ricas en feldespato, cuarzo, anfíbol y poca biotita, tienen un tamaño de grano fino, están dispersas y tienen bases cargadas y pueden tener cobertura lacustre. El grupo Zumbagua está depositado en un ambiente terrestre, posiblemente en una cuenca montañosa interior alimentada por una fuente volcánica andesita-dacia. Los rastros de la división del circón de las areniscas de toba indican un Mioceno medio a tardío o posterior.

2.1.8. VOLCÁNICOS DEL CHIMBORAZO Y CARIHUAYRAZO

Los volcanes Chimborazo y Carihuayrazo (Qvch 1-3) contienen lavas, ríos piroclásticos, lahares, avalanchas y depósitos de cenizas. Las lavas de Carihuayrazo y las más antiguas de Chimborazo (Qvch 1) son andesitas de con piroxeno; Las lavas más jóvenes de Chimborazo (Qvch 2), que están confinadas a los flancos sureste, son andesitas con piroxenos y dacitas vesiculares. Los productos más recientes (Qvch 3) ocurren a lo largo de los 39 flancos occidentales e incluyen lahares, hojarasca, lavas y pelusa de grano grueso, pumita de composición andesítica general a dacita (Andrade & Hall, 2005).

La fase final del vulcanismo del Chimborazo se caracteriza por piroclastos que se desarrollan en un arco de noroeste a sur. Los piroclásticos son columnas de piedra pómez de grano grueso, en capas horizontales y fácilmente distinguibles en fotografías aéreas donde la cubierta de Toba Cangahua arriba ha sido erosionada. Los fragmentos de andesita también son comunes en las tobas. Alcanza hasta 15 m. (Andrade & Hall, 2005).

2.2. GEOLOGÍA LOCAL

La vía Expreso Guaranda-San Juan-Riobamba conecta las capitales de Bolívar y Chimborazo, respectivamente, y cruza las montañas del occidente de Ecuador a una altitud promedio de 3.000 metros sobre el nivel del mar, al sur del nevado Chimborazo (6310 msnm). Las irregularidades topográficas forman una región montañosa a una altitud de más de 4000 metros sobre el nivel del mar, formaciones montañosas que apuntan en sentido NNE-SSW, lo que genera vertientes fluviales hacia el este (Sánchez, Fuentes, & Andrade, 2019).

La zona de estudio se encuentra comprendida por las siguientes formaciones geológicas:

2.2.1. UNIDAD PALLATANGA

Secuencia de rocas máficas y ultramáficas de afinidad oceánica expuestas en una serie de lajas tectónicas en el lado E de la Cordillera Occidental (Castro, 2013; McCourt, Aspden, & Brooks, 1997). Comprende basaltos, microgabros, tobas básicas, areniscas volcánicas, peridotitas, websteritas y escasas lavas en almohadillas fuertemente tectonizadas, en contacto fallado con la Formación Yunguilla (Lebrat, Megard, Dupuy, & Dostal, 1987).

2.2.2. UNIDAD YUNGUILLA

Secuencia de abanico turbidítico marino. Comprende lutitas negras – grises, físiles a menudo calcáreas, limolitas negras silíceas, areniscas máficas de grano fino y calizas bioclásticas grises (Thalmann, 1946). Se encuentra fuertemente plegada y tectonizada con un espesor de 2000 m. Su edad está bien establecida por la fauna foraminífera indicando una edad Maestrichtiana (Thalmann, 1946; Savoyat, y otros, 1970; Wilkinson, 1996).

2.2.3. FORMACIÓN APAGUA

Comprende areniscas fino granulares, en estratos finos a medios, intercaladas con limolitas negras silicificadas en secuencia de Bouma y areniscas masivas de grano más grueso. Las areniscas son limpias bien clasificadas, contienen pocos líticos y alto contenido de cuarzo, presencia de sericita y ausencia de minerales máficos. Su edad es del Paleoceno al Eoceno medio (Egüez & Bourgois, 1986)

2.2.4. FORMACIÓN GALLO RUMI

Comprende una secuencia de conglomerados, microconglomerados y areniscas guijarrosas cuarcíferas intercaladas con areniscas masivas. Los conglomerados presentan un alto contenido de cuarzo y el cuarzo lechoso a un 70% junto con lutitas negras silicificadas, cherts y escasos líticos volcánicos. Edad Paleoceno al Eoceno Temprano (McCourt, Aspden, & Brooks, 1997).

2.3. MECÁNICA DE ROCA

La mecánica de rocas forma a su vez parte de la geotecnia o geomecánica, que estudia el comportamiento de todos los materiales de origen geológicos por sí solos y su interacción con estructuras y de la que también forma parte la mecánica de suelos (Ramirez & Alejano, 2004).

Los factores geológicos que predominan en la conducta y las propiedades mecánicas de los materiales rocosos son:

1. Estructuras geológicas y discontinuidades
2. La litología y propiedades de la matriz
3. El estado de esfuerzos al que se encuentra sometido el material
4. El ambiente hidrológico
5. El grado de alteración (Vaca, 2018)

2.4. MACIZO ROCOSO

Ramirez & Alejano, (2004) definen el macizo rocoso como la forma en la que se presentan las rocas en el medio natural. Así pues, un macizo rocoso estará compuesto por una o varias rocas que a su vez contienen planos de estratificación, fallas, juntas, pliegues y otros caracteres estructurales. Los macizos rocosos son por tanto discontinuos y pueden presentar propiedades heterogéneas y/o anisótropas.

Un macizo rocoso está definido por dos tipos de estructuras primarias y secundarias, siendo las estructuras primarias el origen o génesis de la roca y todos los esfuerzos tectónicos que cambian la masa rocosa como estructura secundaria (Aguirre, 2020).

2.5. TALUD

De Matteis, (2003) define por talud a cualquier superficie inclinada respecto de la horizontal que hayan de adoptar permanentemente las estructuras de tierra. No hay duda que el talud constituye una estructura compleja de analizar debido a que en su estudio coinciden los problemas de mecánicas de suelos y de mecánica de rocas, sin

olvidar el papel básico que la geología aplicada desempeña en la formulación de cualquier criterio aceptable.

2.5.1. TIPOS DE ROTURA DE UN TALUD ROCOSO

1. Roturas planas (plane): según juntas predominantes y/o continuas que buzan hacia el talud.
2. Roturas en cuña (wedge): según dos juntas de diferentes familias cuya intersección buce hacia el talud.
3. Roturas por vuelco (toppling) según una familia de juntas predominantes y/o continuas que buzan contra el talud y cuyo rumbo es casi paralelo al de la cara del talud.
4. Roturas globales (tipo suelo): según superficies que pueden desarrollarse parcialmente a lo largo de juntas (Calderón. D., y otros, 2014).

2.6. DISCONTINUIDADES

Los macizos rocosos en la naturaleza presentan comúnmente un elevado número de discontinuidades. Por ello si se quiere conocer y describir adecuadamente el comportamiento mecánico de los macizos rocosos resulta necesario analizar previamente el comportamiento de las discontinuidades naturales (Ramirez & Alejano, 2004).

Las discontinuidades están presentes en la roca y afectan la resistencia, permeabilidad y durabilidad de la masa. Es importante evaluar la geometría, naturaleza, estado y condición de las discontinuidades, porque ellas definen la fábrica estructural del macizo rocoso. Además de su génesis, la influencia en el comportamiento del macizo, exige evaluar la génesis de los rellenos, la cantidad de agua, las cicatrices y revestimientos en las paredes por materiales solubles, la abertura, rugosidad y persistencia de las discontinuidades, y el número de familias (Duno, Guanipa, & Medina, 2009).

2.6.1. PARÁMETROS DE LAS DISCONTINUIDADES.

Las características de las discontinuidades a medir son: Orientación, espaciamiento, persistencia, rugosidad, resistencia de las paredes de la discontinuidad, abertura, relleno, flujo (Figura 4)

- Orientación. – Es la posición espacial y se da con el rumbo y buzamiento de la superficie de discontinuidad.
- Espaciamiento. – Es la distancia perpendicular entre dos discontinuidades de una misma familia.
- Persistencia. – Es la longitud de la traza de una discontinuidad en un afloramiento.
- Rugosidad. – Se alude a la rugosidad de la superficie y a la orientación y a la ondulación de la discontinuidad, una alta rugosidad aumenta la resistencia a la fricción.
- Resistencia de las paredes de la discontinuidad. – Generalmente es la resistencia a la compresión inconfinada, pues es una buena medida de la alteración de las paredes de la discontinuidad.
- Abertura. – Es la distancia perpendicular entre las paredes de las diaclasas cuando estas no tienen relleno, también existen diaclasas cerradas.
- Relleno. – Es el material presente entre las paredes de las discontinuidades, casi siempre más blando que el macizo rocoso.
- Flujo. – Agua presente en la discontinuidad que se encuentra libre o en movimiento (Duno, Guanipa, & Medina, 2009).

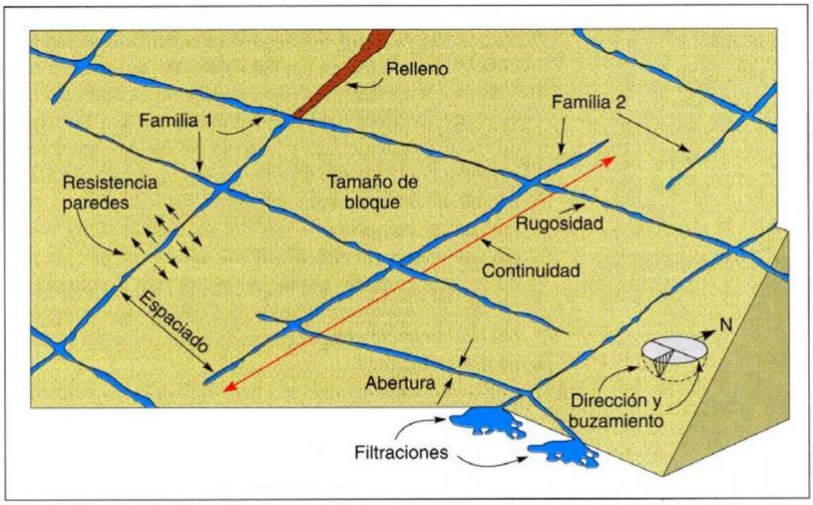


Figura 4: Representación de las propiedades geométricas de las discontinuidades *(Hudson, 1989)*

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente estudio consiste en la toma de datos estructurales y geomecánicos a lo largo del tramo "Pungui – Gallo Rumi" de la vía Guaranda – Chimborazo, para la toma correcta de datos, se utilizaron los siguientes materiales:

- Mapa base
- Brújula tipo Brunton
- Martillo geológico
- Gps Garmin
- Mochila
- Ácido Clorhídrico (10%)
- Chaleco
- Lápiz de dureza
- Cinta métrica (50m)
- Fundas Ziploc
- Celular
- Flexómetro (5m)
- Cincel
- Combo
- Libreta de campo
- Cámara
- Spray
- Botas
- Bolígrafo
- Martillo de Schmidt o Esclerómetro

Para un correcto estudio la metodología de trabajo fue dividida en tres etapas fundamentales; i) Recopilación de información, ii) levantamiento de campo y iii) análisis de gabinete.

3.1. RECOPILACIÓN DE INFORMACIÓN

En esta primera etapa se recopiló información que serviría para elaborar mapas, para delimitar el área de estudio y como información previa para el estudio geomecánico.

La información recopilada fue tomada de manuales de campo como: “Manual de campo para la descripción y caracterización del macizo rocoso en afloramientos” y “Manual de Geología para ingenieros”; de igual manera se recopiló información de fuentes digitales como el Instituto Geográfico Militar (IGM), información que sirvió para la elaboración del mapa base e hidrografía de la zona de estudio.

En repositorios digitales de institutos de educación superior a nivel nacional e internacional se tomó información de tesis relacionados al tema de estudio y a la zona de interés.

3.1.1. ELABORACIÓN DE MAPA BASE

El mapa base fue elaborado a partir de la información tomada del Instituto Geográfico Militar (IGM) y del Google Earth Pro, como imagen satelital de la zona de estudio debidamente georreferenciada, y shapefile de las provincias y cantones del Ecuador.

Los mapas fueron elaborados a escala 1:35 000

3.1.2. FICHA PARA TOMA DE DATOS

Se tomó la denominada ficha de estación geomecánica proporcionada por Borja (2019) dentro del proyecto de investigación FCI de la facultad de Ciencias Naturales y que es compendio de múltiples tablas de campo precedentes publicadas en libros y manuales de geomecánica. Para el uso de la mencionada ficha se menciona que los datos geomecánicos deben ser tomados de forma clara y con una secuencia sistemática, evitando errores durante el levantamiento de información en campo. (Anexo 1)

3.2. LEVANTAMIENTO DE CAMPO

En la etapa de campo se realizó un reconocimiento previo del área de estudio, para poder seleccionar los afloramientos que serían estudiados en la presente investigación.

En cada estación geomecánica se realizaron estudios previos tales como:

- ♣ Georreferenciación con GPS Garmin en el sistema WGS-84 (Figura 5).
- ♣ Descripción macroscópica de las litologías y minerales presentes en la roca
- ♣ Codificación de los taludes rocosos (TL_ - LM_), en donde TL_, se refiere al número de talud y LM_, al número de estación geomecánica.



Figura 5: GPS Garmin utilizado para georeferenciación

Posterior al estudio previo del área de interés se procedió a la toma de datos geomecánicos, tales como:

- ❖ Orientación
- ❖ Espaciado
- ❖ Persistencia

- ❖ Rugosidad
- ❖ Apertura y relleno
- ❖ Agua
- ❖ Resistencia, y
- ❖ Medición del RQD

Se recolectaron muestras de roca para elaborar láminas delgadas y ser analizadas en el laboratorio de petrología, los datos geomecánicos servirán para el cálculo del RQD y el RMR.

3.2.1. ROCK QUALITY DESIGNATION (RQD)

Deere en 1963 propuso al RQD como el índice de calidad de roca, basado en la recuperación de los testigos de perforación, y la suma de los fragmentos mayores o iguales a 10 cm sobre la longitud total del barreno (Deere, 1989).

$$\mathbf{RQD} = \frac{\Sigma \text{ longitud de los trozos de testigo} \geq 10 \text{ cm}}{\text{longitud total del testigo de perforación}} \text{ x } 100\%$$

La siguiente tabla detalla la clasificación de la calidad de la roca en función de los valores del RQD.

R.Q.D. (%)	DESCRIPCIÓN	
90 -100%	EXCELENTE	CALIDAD DE LA ROCA
75 – 90%	BUENA	
50 – 75%	REGULAR	
25 – 50%	MALA	
<25%	MUY MALA	

Tabla 3*:* Índice de calidad de la roca, RQD
Fuente: Deere, 1989

3.2.2. ROCK MASS RATING (RMR)

Desarrollada por el Profesor Bieniawski 1973, y modificado por él en 1989. Su clasificación permite conocer la calidad del macizo rocoso, a partir de la evaluación de propiedades y características de las discontinuidades.

La ecuación presentada por Bieniawski para el RMR está formada por 5 parámetros detallados en la tabla 4.

$$R.M.R = P1 + P2 + P3 + P4 + P5 \qquad (1)$$

ROCK MASS RATING						
	PARÁMETRO 1	Resistencia a la compresión simple				
	PARÁMETRO 2	Grado de fracturación (RQD)				
	PARÁMETRO 3	Espaciado de discontinuidades				
	PARÁMETRO 4	Condición de las discontinuidades				
		Abertura	Alteración	Rugosidad	Relleno	Continuidad
	PARÁMETRO 5	Flujo de agua				
	PARÁMETRO 6	Orientación de las discontinuidades				

Tabla 4: Rock Mass Raiting, parámetros físicos, mecánicos del macizo rocoso
Fuente: Bieniawski, 1989

La tabla 5 detalla los valores del R.M.R básico, usados para los cálculos de las estaciones geomecánicas en el macizo rocoso.

ROCK MASS RATING BÁSICO						
PARÁMETRO 1	RESISTENCIA A LA ROCA INTACTA					
	ENSAYO DE CARGA PUNTUAL					
	UNIDAD	>10 Mpa	4–10 Mpa	2–4 Mpa	1–2 Mpa	
	VALOR	15	12	7	4	
	COMPRESIÓN SIMPLE					

	UNIDAD	>250 Mpa	100-250 Mpa	50-100 Mpa	25-50 Mpa	5-25 Mpa	1-5 Mpa	<1 Mpa
	VALOR	15	12	7	4	2	1	0
PARÁMETRO 2	**ROCK QUALITY DESIGNATION (RQD)**							
	UNIDAD	90-100 %	75 - 90%	50-75%	25-50%	< 25%		
	VALOR	20	17	13	8	3		
PARÁMETRO 3	**ESPACIADO DE LAS DISCONTINUIDADES**							
	UNIDAD	> 2m	0.6-2m	0.2-0.6m	0.06-02m	<0.06		
	VALOR	20	15	10	8	5		
PARÁMETRO 4	**CONDICIONES DE LAS DISCONTINUIDADES**							
	CONTINUIDAD							
	UNIDAD	< 1m	1-3 m	3-10 m	10-20 m	>20 m		
	VALOR	6	4	2	1	0		
	APERTURA							
	UNIDAD	Nada	<0-1mm	01-1.00mm	1-5mm	>5mm		
	VALOR	6	5	3	1	0		
	RUGOSIDAD							
	UNIDAD	Muy rugosa	Rugosa	Ligeramente rugosa	Ondulada	Suave		
	VALOR	6	5	3	1	0		
	RELLENO							
	UNIDAD	Ninguno	Duro <5mm	Duro >5mm	Blando <5mm	Blando >5mm		
	VALOR	6	4	2	2	0		
	METEORIZACIÓN							
	UNIDAD	Inalterada	Ligeramente alterada	Moderadamente alterada	Muy alterada	Descompuesta		
	VALOR	6	5	3	1	0		
PARÁMETRO	**FLUJO DE AGUA**							
	CONDICIONES GENERALES							

	UNIDAD	Completamente secas	Ligeramente húmedas	Húmedas	Goteando	Agua fluyendo
	VALOR	15	10	7	4	0

Tabla 5*:* RMR básico

Fuente: Bieniawski, 1989

La ecuación 2 se la sumatoria de los 6 parámetros para determinar el RMR ajustado.

$$R.M.R\ ajustado = P1 + P2 + \ P3 + P4 + P5 + P6 \quad \textbf{(2)}$$

PARAMETRO 6	**ORIENTACIÓN DE LAS DISCONTINUIDADES**			
	DIRECCIÓN PERPENDICULAR AL EJE DEL TALUD			
	EXCAVACIÓN CON BUZAMIENTO		EXCAVACIÓN CONTRA BUZAMIENTO	
	BUZ 45° - 90°	BUZ 20° - 45°	BUZ 45° - 90°	BUZ 20° - 45°
	Muy favorable	Favorable	Media	Desfavorable
	DIRECCIÓN PARALELA AL EJE DEL TALUD			
	BUZ 45° -90°	BUZ 20° - 45°	Buzamiento 0° - 20° cualquier dirección	
	Muy desfavorable	Media	Desfavorable	

Tabla 6: RMR ajustado y la orientación de las discontinuidades como factor de ajuste

Fuente: Bieniawski, 1989

La tabla 7 detalla los valores del RMR ajustado para la clasificación de los taludes.

VALORACIÓN PARA TALUDES	
Calificativo	**Valor**
Muy desfavorable	-60
Desfavorable	-50
Medio	-25
Favorable	-5
Muy Favorable	0

Tabla 7: Factor de ajuste para taludes

Fuente: Bieniawski, 1989

El parámetro de rugosidad se determina mediante el perfil de Barton & Choubey (1997). Clasificándola como estriada con un JRC de 0, hasta muy rugosa con un JRC de 20 (Tabla 8 y Figura 6).

ÍNDICE DE RUGOSIDAD DE JRC				
20 – 16	16 – 12	12 – 8	8 – 4	4 - 0
Muy Rugosa	Rugosa	Ligeramente Rugosa	Suave	Estriada

Tabla 8: Índice de Rugosidad

Fuente: Bieniawski, 1989

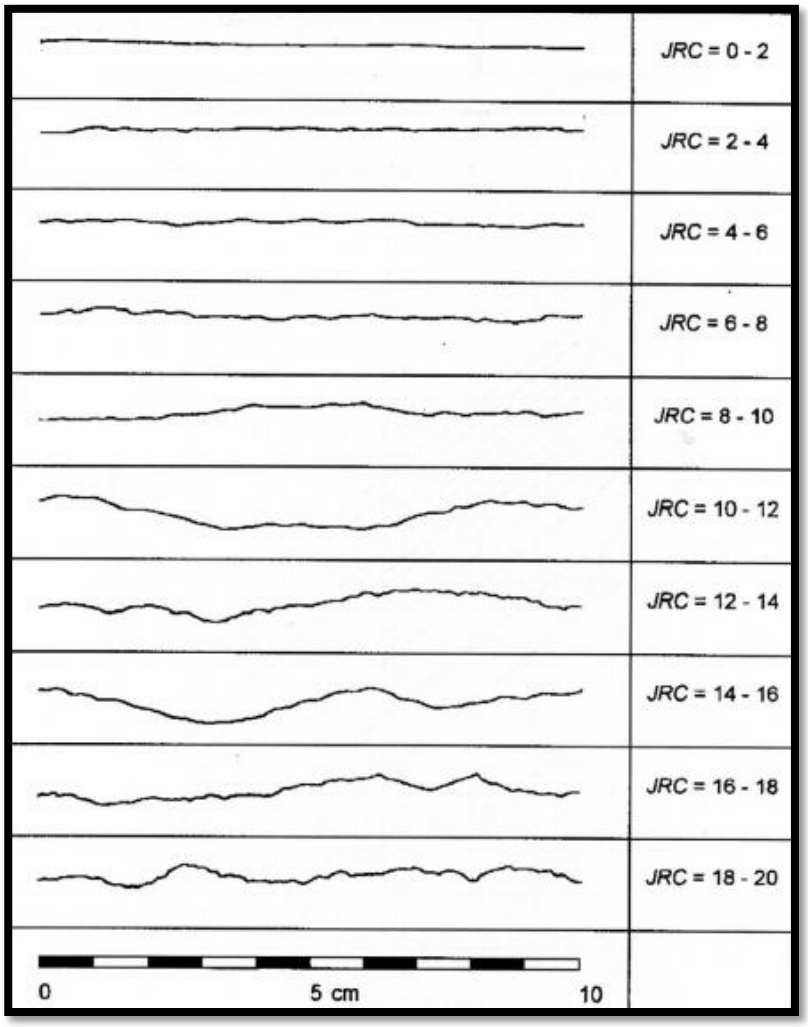


Figura 6: Perfil de Rugosidad
Fuente: Barton & Choubey, 1997

El Rock Mass Rating (RMR), permite clasificar la roca por su calidad a partir de los resultados de los parámetros físicos analizados. La siguiente tabla representa la calidad de la roca y su clase de acuerdo a la puntuación del RMR básico (Tabla 9).

CLASE	R. M. R	CALIDAD DE LA ROCA
I	81 - 100	Muy Buena
II	61 – 80	Buena
III	41 - 60	Media
IV	21 - 40	Mala

V	0 - 20	Muy Mala

Tabla 9: Clasificación de Bieniawski para la calidad de la roca
Fuente: Bieniawski, 1989

3.2.3. RESISTENCIA DE LA ROCA CON MARTILLO DE SCHMIDT

La resistividad de los afloramientos rocosos fue determinada mediante el cálculo de resistividad con el esclerómetro creado por Ernest Schmidt en 1948 (Figura 7).

La toma de datos de resistividad del martillo de Schmidt se realiza de la siguiente manera

- Colocar el martillo de forma perpendicular a la superficie de la roca
- Empujar el martillo hacia la superficie de la roca, hasta que el seguro salte
- Presionar el botón para que el vástago se bloquee
- Leer el valor que indica el puntero y anotarlo

Este procedimiento debe ser repetido 20 veces y calcular la media de los valores, determinando la resistencia de la roca en Megapascal (Mpa).



Figura 7: Medición de la Resistencia

3.3. ANÁLISIS DE GABINETE

En la etapa de gabinete se realizaron los siguientes trabajos

- Elaboración de láminas delgadas de tres muestras de mano, que se analizaron en el laboratorio de petrología y determinaron la litología y minerales que contiene la roca (Figura 8).
- Se elaboró un estereograma en el software Dips de cada afloramiento rocoso, mediante los datos de buzamiento y dirección de buzamiento de las juntas presentes en el macizo
- Procesamiento de los parámetros de las discontinuidades para calcular el Rock Mass Rating (RMR) de las estaciones geomecánicas



Figura 8: Análisis microscópico de láminas delgadas

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

4.1. ESTACIONES GEOMECÁNICAS

Durante la investigación del Área de Estudio “Pungí -Gallo Rumi” se levantaron un total de 21 estaciones geomecánicas que forman parte de 12 taludes encontrados en la vía Guaranda – Riobamba

TALUD 1 ESTACIÓN GEOMECÁNICA 1 (TL1 – LM01)

(X: 738349, Y: 9821111, Z: 3759)

En el sector de Pungui se encuentra el afloramiento TL1-LM01 de arenisca con 8m de ancho y 2,5m de altura, y se lograron identificar 5 familias de diaclasas (J1, J2, J3, J4 y J5), en donde se midieron los parámetros físicos necesarios para identificar cada familia de diaclasas y determinar la calidad del macizo rocoso mediante el RMR de Bieniawski (1989). (Figura 9)

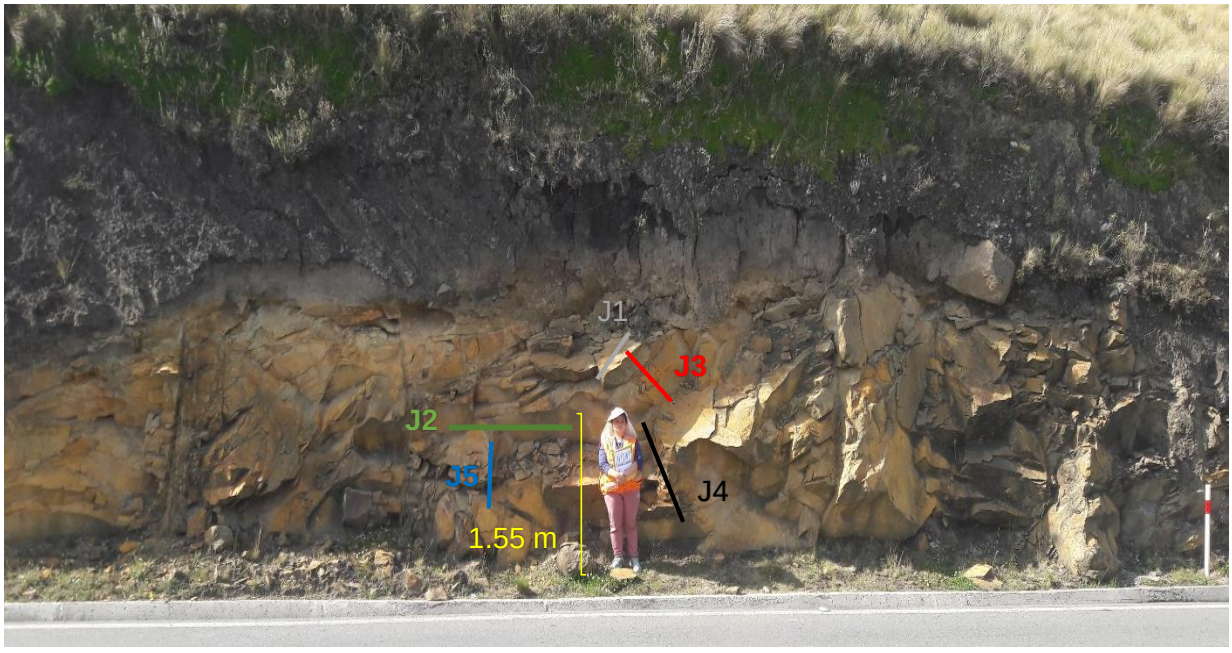


Figura 9: Talud N° 1 (TL1 – LM01), Afloramiento de Areniscas, presenta 5 familias de diaclasas, J1, J2, J3, J4 y J5**.**

ESPACIADO

El espaciado está entre 6-20 cm, obteniendo una valoración de 8 en el RMR básico

CONTINUIDAD

La continuidad es: <1m, obteniendo una valoración de 6 en el RMR básico

APERTURA

La apertura es de: 1-5mm, obteniendo una valoración de 1 en el RMR básico

RUGOSIDAD

La rugosidad es suave, obteniendo una valoración de 1 en el RMR básico

RELLENO

El relleno es blando <5mm, obteniendo una valoración de 2 en el RMR básico.

ALTERACIÓN

El afloramiento se encontraba moderadamente alterado, obteniendo una valoración de 3 en el RMR básico.

AGUA

El afloramiento se encontraba totalmente seco, obteniendo una valoración de 15 en el RMR básico.

RESISTENCIA

La resistencia fue medida con el martillo de Schmidt, dando como resultado 55 Mpa, es decir una roca muy consistente, obteniendo una valoración de 7 en el RMR básico.

RQD

Se trazaron 6 perfiles en distintas direcciones en el afloramiento obteniendo un promedio de 93%, asignándole como un afloramiento de excelente calidad, obteniendo una valoración de 20 en el RMR básico.

RMR BÁSICO

Mediante la sumatoria de los parámetros medidos en campo se obtuvo una puntuación de 63 en el RMR básico para la estación TL1-LM01 (Tabla 10), esto representa que el macizo rocoso es de clase II, calidad buena (Tabla 11).

CLASIFICACIÓN DEL MACIZO ROCOSO (RMR)				
TALUD:	TL1 - LM01		**AUTOR:**	LUIS MARTINEZ
COORDENADAS:	**X: 738349**		**Y: 9821111**	**Z:** 3759 m.s.n.m
ROCA:	Arenisca		**FECHA:**	05/11/2020
Clasificación de Bieniawski (1989)				
Parámetros de Clasificación con sus respectivos valores				
	PARÁMETROS		**VALORACIÓN**	**PUNTAJE**
1	**Resistencia de la roca intacta**	**Compresión Simple**	55	7
2	**RQD**		93	20
3	**Espaciado de las discontinuidades**		6 - 20	8
4	**Estado de las discontinuidades**	**Longitud o persistencia**	<1 m	6
		Abertura	1 – 5 mm	1
		Rugosidad	Suave	1
		Relleno	Blando <5mm	2
		Alteración	Moderadamente alte.	3
5		**Flujo de agua en las juntas**	Seco	15
Puntuación RMR básico				63

Tabla 10: Puntuación total RMR, estación TL1 – LM01

RMR TL1 - LM01			
63	**CLASE**	**RMR**	**CALIDAD**
	II	61 -80	Buena

Tabla 11: Calidad del macizo rocoso TL1 – LM01

Se tabularon los datos de dirección de buzamiento (Dip direcction) y ángulo de buzamiento (Dip) en el software Dips 6.0, obteniendo en el estereograma cinco familias de diaclasas: de color plomo J1 (21/34), de color verde J2 (200/59), de color rojo J3 (349/82), de color negro J4 (93/74) y de color azul J5 (310/77; Figura 10).

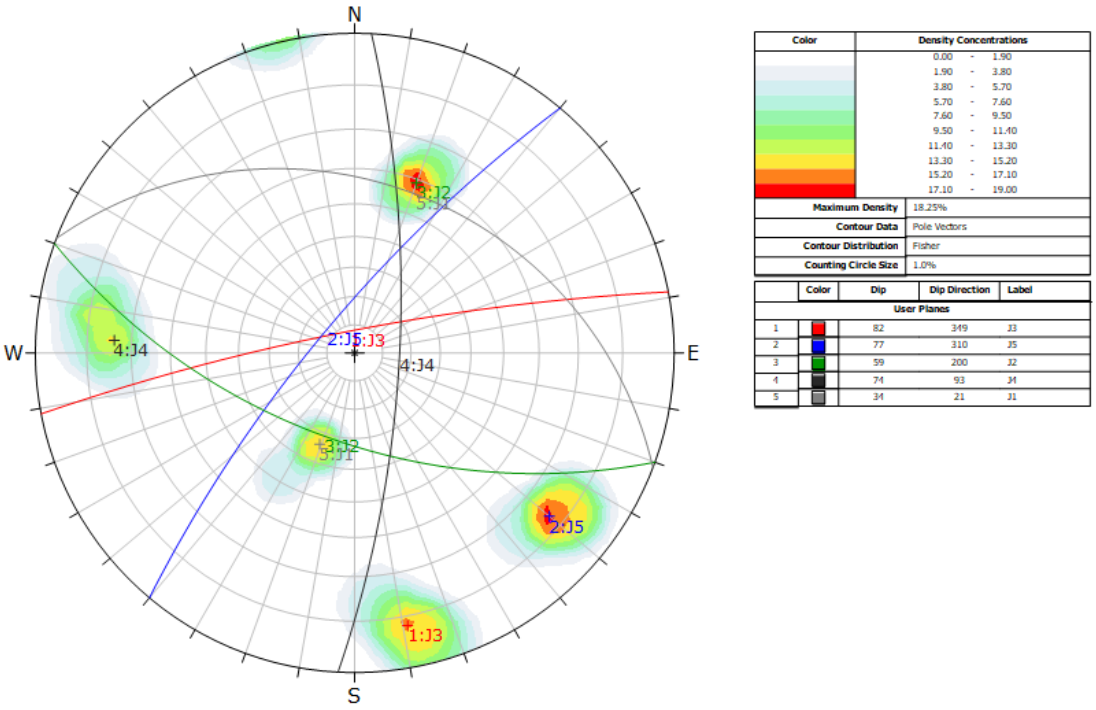


Figura 10: Estereograma de familias de discontinuidades TL1 -LM01

TALUD 1 ESTACIÓN GEOMECÁNICA 2 (TL1 – LM02)

(X: 738296, Y: 9821127, Z: 3750)

El afloramiento presente en el sector Pungui tiene una orientación de (25/60), litológicamente está compuesto de arenisca con intercalaciones de limolita**,** presenta una altura de 3m y 6m de largo; se identificaron dos familias de diaclasas (J1, J2) y una estratificación (E1); se evidenció una cobertura vegetal de 0.50 m (figura 11).

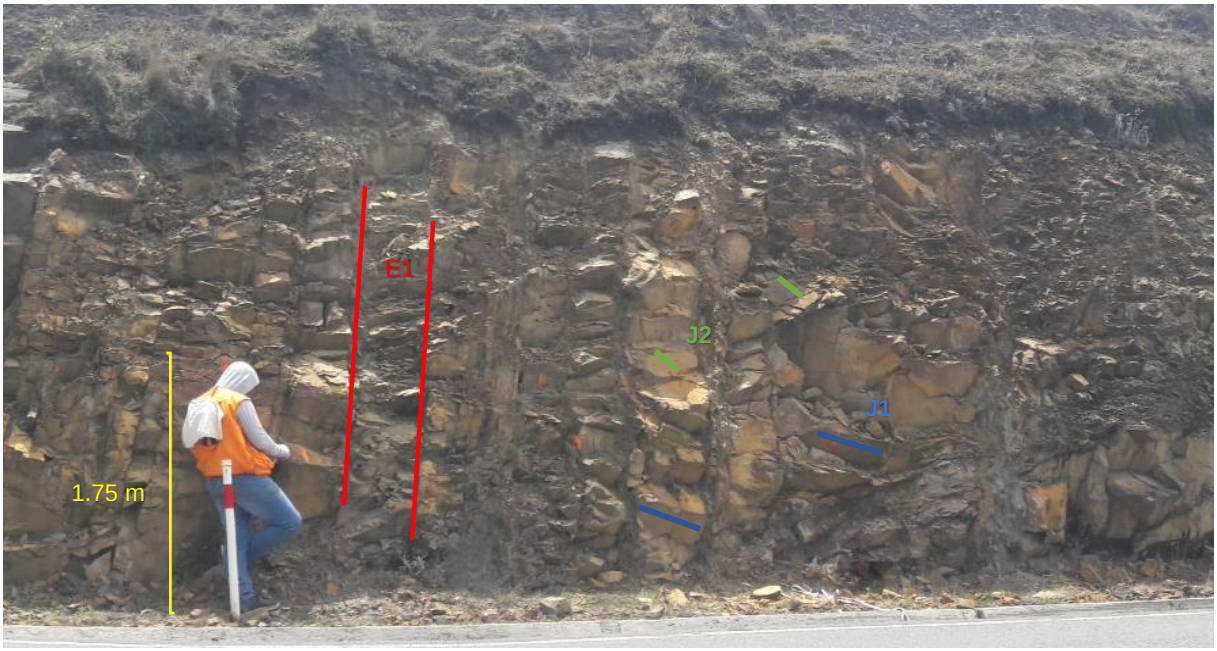


Figura 11: Talud N° 1, (TL1 – LM02), afloramiento de arenisca con intercalaciones de limolita, presenta 2 familias de diaclasas, J1, J2

ESPACIADO

El espaciado es de 20-60m, obteniendo una valoración de 10 en el RMR básico.

CONTINUIDAD

La continuidad es de 1-3m, obteniendo una valoración de 4 en el RMR básico.

APERTURA

La apertura presente es >5mm, obteniendo una valoración de 0 en el RMR básico

RUGOSIDAD

La rugosidad es suave, obteniendo una valoración de 1 en el RMR básico

RELLENO

El relleno es blando >5mm, obteniendo una valoración de 0 en el RMR básico.

ALTERACIÓN

El afloramiento se encuentra muy alterado, obteniendo una valoración de 1.

AGUA

El afloramiento se encuentra seco, asignándole una valoración de 15.

RESISTENCIA

La resistencia medida con el martillo geológico dio como resultado una roca muy consistente, obteniendo una valoración de 7 en el RMR básico.

RQD

Se realizaron 6 perfiles a lo largo del afloramiento, obteniendo un promedio del 76%, asignándole como un afloramiento de buena calidad, obteniendo una valoración de 17 en la clasificación R.M.R. básico

RMR BÁSICO

En la su sumatoria total de los parámetros necesarios para calcular el RMR básico, se obtuvo una puntuación de 55 (Tabla 12), como resultado se obtiene que el afloramiento es de clase III, con una calidad media (Tabla 13).

CLASIFICACIÓN DEL MACIZO ROCOSO (RMR)				
TALUD:	TL1 - LM02		**AUTOR:**	LUIS MARTINEZ
COORDENADAS:	**X: 738296**		**Y: 9821127**	**Z:** 3750 m.s.n.m
ROCA:	Arenisca con intercalaciones de limolita		**FECHA:**	05/11/2020
Clasificación de Bieniawski (1989)				
Parámetros de Clasificación con sus respectivos valores				
	PARÁMETROS		**VALORACIÓN**	**PUNTAJE**
1	**Resistencia de la roca intacta**	**Compresión Simple**	50 - 100	7
2	**RQD**		76	17
3	**Espaciado de las discontinuidades**		20 - 60	10

4	Estado de las discontinuidades	Longitud o persistencia	1 - 3	4
		Abertura	>5mm	0
		Rugosidad	Suave	1
		Relleno	Blando >5mm	0
		Alteración	Muy alterado	1
5		Flujo de agua en las juntas	Seco	15
Puntuación RMR básico				55

Tabla 12: Puntuación total RMR, estación TL1 – LM02

RMR TL1 - LM02			
55	CLASE	RMR	CALIDAD
	III	41 - 60	**Media**

Tabla 13: Puntuación total RMR, estación TL1 – LM02

Los datos de orientación obtenidos en campo se tabularon en el software Dips 6.0, las familias de diaclasas: J1 y J2 están representadas de color azul y verde respectivamente, mientras que la estratificación E1 de color rojo. La orientación principal de las juntas es: J1 (11/63) y J2 (194/61); la orientación principal de la estratificación (E1) es (99/71; Figura 12).

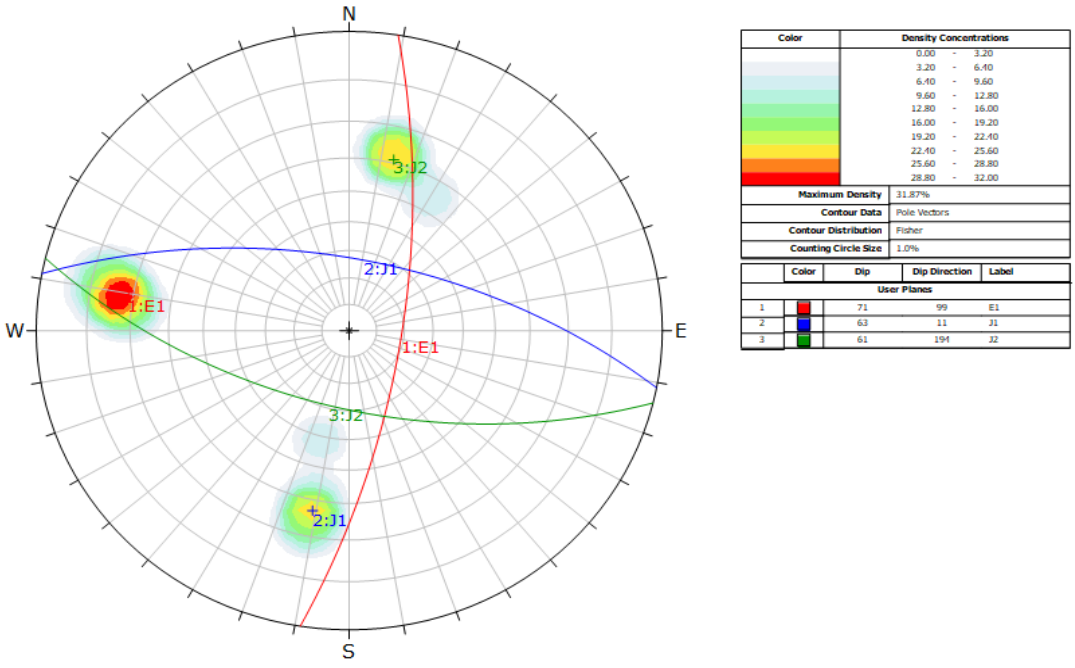


Figura 12: Estereograma de familias de discontinuidades TL1 – LM02

TALUD 2 ESTACIÓN GEOMECÁNICA 1 (TL2 – LM01)

(X: 738027, Y: 9821150, Z: 3742)

El afloramiento tiene una orientación de (38/75), con una altura de 5m y 8m de largo, se observa el contacto de una arenisca masiva con intercalaciones de arenisca con limolita, se determinaron 2 juntas de diaclasas (J1, J2) y una estratificación (E1), de las cuales se midieron sus orientaciones in situ. (Figura 13)

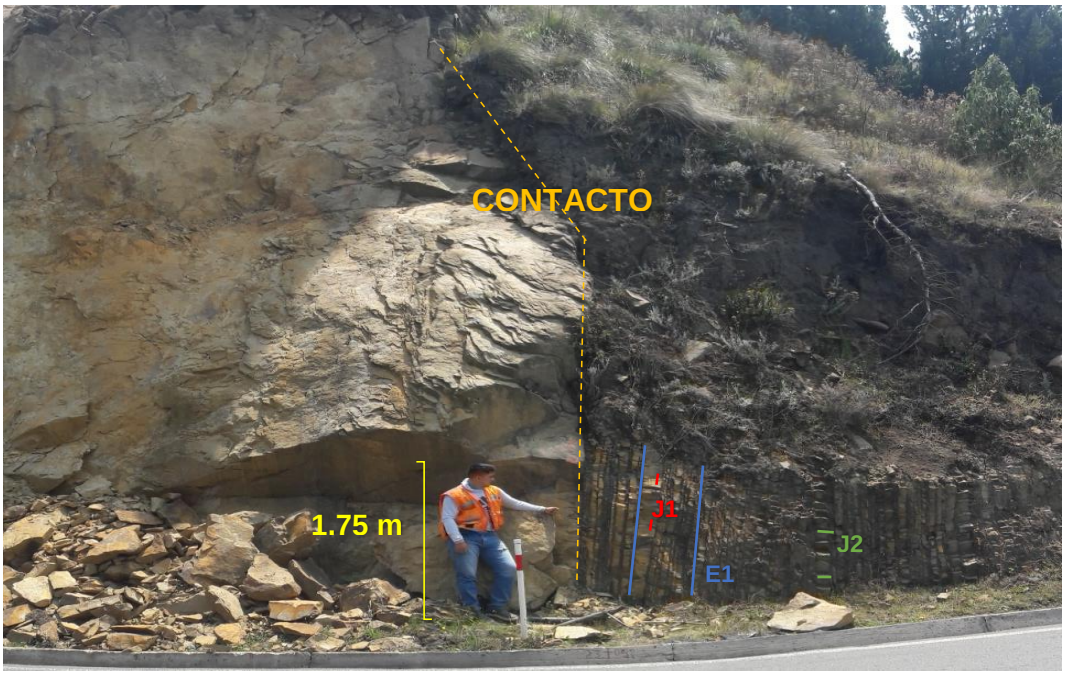


Figura 13: Talud N° 2, (TL2 – LM01), contacto de arenisca masiva e intercalaciones de arenisca con limolita, presenta 2 familias de diaclasas, J1, J2

ESPACIADO

El espaciado es de 20-60 cm, obteniendo una valoración de 10 en el RMR básico.

CONTINUIDAD

La continuidad es <1m, obteniendo una valoración de 6 en el RMR básico.

APERTURA

La apertura es de 1-5mm, obteniendo una valoración de 1 en el RMR básico.

RUGOSIDAD

La rugosidad es suave, obteniendo una valoración de 1 en el RMR básico.

RELLENO

El relleno es blando >5mm, obteniendo una valoración de 0 en el RMR básico.

ALTERACIÓN

El afloramiento se encuentra moderadamente alterado, obteniendo una valoración de 3 en el RMR básico

AGUA

El afloramiento se encuentra seco, obteniendo una valoración de 15 en el RMR básico.

RESISTENCIA

Se determinó mediante golpes con el martillo geológico, que la resistencia del afloramiento es consistente, obteniendo una valoración de 4 en el RMR básico.

RQD

Se realizaron 6 perfiles de RQD en distintas direcciones en el afloramiento, obteniendo un promedio del 64%, asignándole como un afloramiento de regular calidad, obteniendo una valoración 13 de acuerdo a la clasificación R.M.R. básico.

RMR BÁSICO

En la sumatoria total de los parámetros para calcular el RMR básico, se obtuvo una puntuación de 53 (Tabla 14), como resultado se obtiene que el afloramiento es de clase III, con una calidad media (Tabla 15).

CLASIFICACIÓN DEL MACIZO ROCOSO (RMR)				
TALUD:	TL2 - LM01		**AUTOR:**	LUIS MARTINEZ
COORDENADAS:	**X: 738027**		**Y: 9821150**	**Z:** 3742 m.s.n.m
ROCA:	Intercalaciones de Arenisca y limolita		**FECHA:**	05/11/2020
Clasificación de Bieniawski (1989)				
Parámetros de Clasificación con sus respectivos valores				
	PARÁMETROS		**VALORACIÓN**	**PUNTAJE**
1	**Resistencia de la roca intacta**	**Compresión Simple**	25 - 50	4
2	**RQD**		64	13
3	**Espaciado de las discontinuidades**		20 - 60	10
4	**Estado de las discontinuidades**	**Longitud o persistencia**	<1 m	6
		Abertura	1 – 5 mm	1
		Rugosidad	Suave	1
		Relleno	Blando >5mm	0
		Alteración	Moderadamente alte.	3
5		**Flujo de agua en las juntas**	Seco	15
Puntuación RMR básico				53

Tabla 14: Puntuación total RMR, estación TL2 – LM01

RMR TL2 - LM01			
53	**CLASE**	**RMR**	**CALIDAD**
	III	41 - 60	**Media**

Tabla 15: Calidad del macizo rocoso TL2 – LM01

En el estereograma (Figura 14) se observan las orientaciones principales de cada familia de diaclasa y de la estratificación, se representan de color rojo para J1 (6/49), color verde para J2 (196/57) y la estratificación E1 (85/103) de color azul.

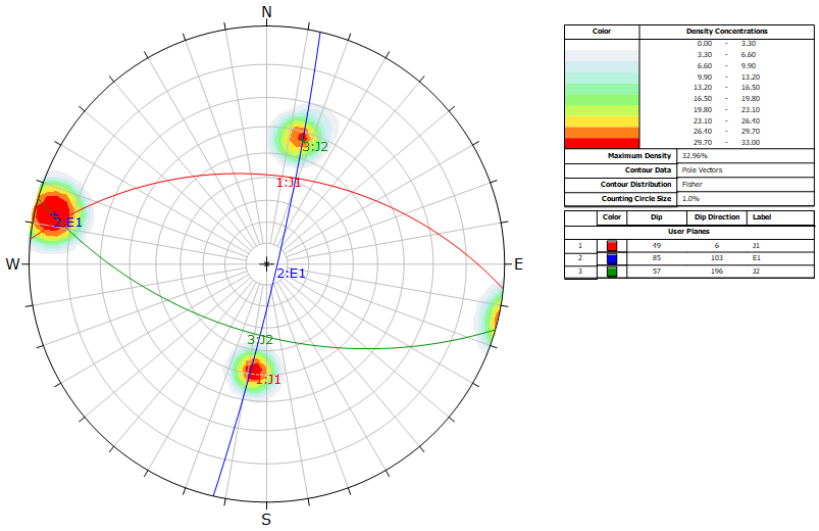


Figura 14: Estereograma de familias de discontinuidades TL2 – LM01

TALUD 2 ESTACIÓN GEOMECÁNICA 2 (TL2 – LM02)

(X: 737996, Y: 9821152, Z: 3740)

En el sector Pungui, se encuentra un afloramiento con una orientación de (40/70), litológicamente está conformado por arenisca con intercalaciones de limolita, su altura es de 4m, con un largo de 9m; presenta una estratificación (E1) y dos familias de diaclasas (J1, J2); además se evidenció una falla normal con una orientación de (**102/40)** y una cobertura vegetal de 1m de espesor (Figura 15).

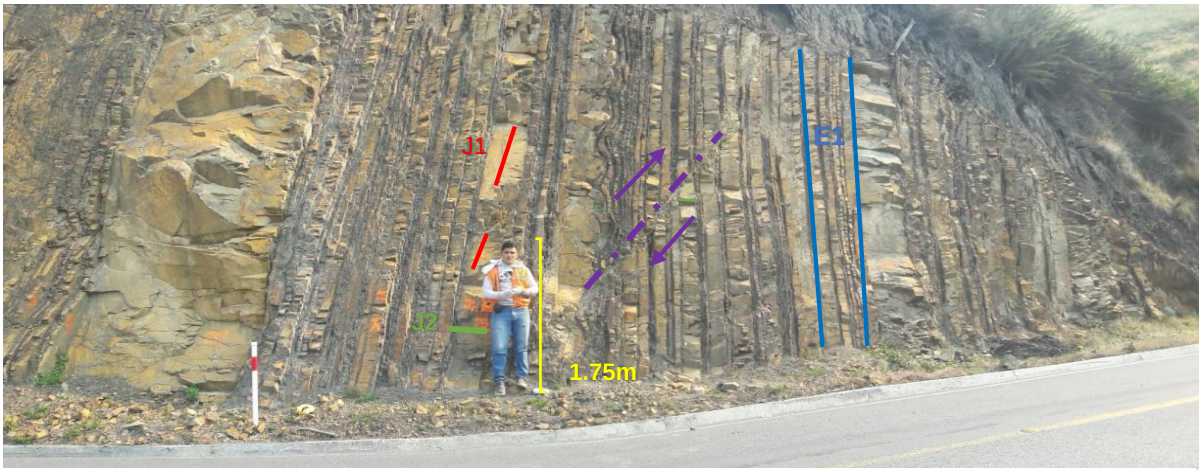


Figura 15: Talud N° 2, (TL2 – LM02), afloramiento de arenisca con intercalaciones de limolita, presenta 2 familias de diaclasas, J1, J2

ESPACIADO

El espaciado es de 6-20 cm, obteniendo una valoración de 8 en el RMR básico.

CONTINUIDAD

La continuidad es <1m, obteniendo una valoración de 6 en el RMR básico

APERTURA

La apertura es de 1-5mm, obteniendo una valoración de 1 en el RMR básico.

RUGOSIDAD

La rugosidad es suave, obteniendo una valoración de 1 en el RMR básico

RELLENO

El relleno es blando <5mm de arena, obteniendo una valoración de 2 en el RMR básico.

ALTERACIÓN

El afloramiento se encuentra moderadamente alterado, obteniendo una valoración de 3 en el RMR básico

AGUA

El afloramiento se encuentra seco, obteniendo una valoración de 15 en el RMR básico.

RESISTENCIA

Mediante el martillo geológico se determinó que la roca es muy consistente, obteniendo una valoración de 7 en el RMR básico.

RQD

Se realizaron 6 perfiles de RQD en el macizo rocoso, de los cuales se obtuvo un promedio de 50%, asignándole como un afloramiento de mala calidad y una valoración de 13 en el RMR básico.

RMR BÁSICO

El RMR básico fue calculado con la sumatoria de la valoración de los parámetros mencionados anteriormente, dando como resultado una puntuación de 56 (Tabla 16), es decir que el afloramiento de la estación TL2-LM02 es de clase III, de calidad media. (Tabla 17)

CLASIFICACIÓN DEL MACIZO ROCOSO (RMR)				
TALUD:	TL2 - LM02		**AUTOR:**	LUIS MARTINEZ
COORDENADAS:	**X: 737996**		**Y: 9821152**	**Z:** 3740 m.s.n.m
ROCA:	Arenisca con intercalaciones de limolita		**FECHA:**	05/11/2020
Clasificación de Bieniawski (1989)				
Parámetros de Clasificación con sus respectivos valores				
	PARÁMETROS		**VALORACIÓN**	**PUNTAJE**
1	**Resistencia de la roca intacta**	**Compresión Simple**	50 - 100	7
2	**RQD**		50	13
3	**Espaciado de las discontinuidades**		6-20	8
4	**Estado de las discontinuidades**	**Longitud o persistencia**	<1m	6
		Abertura	1 – 5 mm	1
		Rugosidad	Suave	1
		Relleno	Blando <5mm	2
		Alteración	Moderadamente alte.	3
5		**Flujo de agua en las juntas**	Seco	15
Puntuación RMR básico				56

Tabla 16: Puntuación total RMR, estación TL2 – LM02

RMR TL2 - LM02			
56	**CLASE**	**RMR**	**CALIDAD**
	III	41 - 60	**Media**

Tabla 17: Calidad del macizo rocoso TL2 – LM02

El estereograma presenta las orientaciones principales de las juntas J1 y J2, como de la estratificación E1, están representadas de color rojo J1 (345/42), de color verde J2 (1/87), de color azul E1 (272/81) y de color morado la falla normal presente en el afloramiento F1 (103/40; Figura 16)

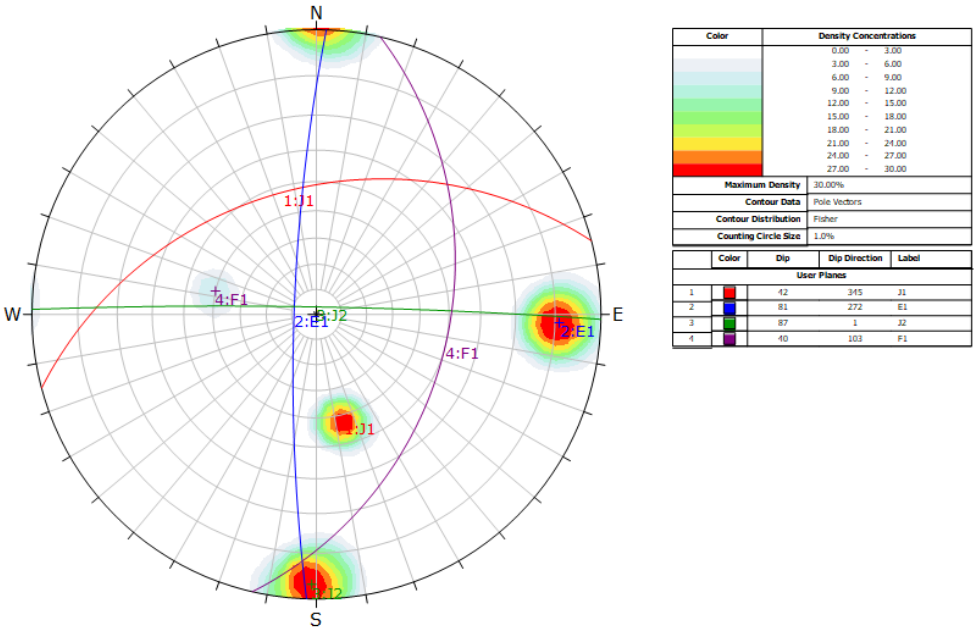


Figura 16: Estereograma de familias de discontinuidades TL2 – LM02

TALIUD 3 ESTACIÓN GEOMECÁNICA 1 (TL3 – LM01)

(X: 736264, Y: 9821580, Z: 3525)

El afloramiento de caliza tiene una orientación de (25/69), presenta una estratificación (E1) y dos familias de diaclasas J1 y J2, se midieron sus orientaciones in situ, presenta una altura de 8m y un ancho de 10m aproximadamente (Figura 17)

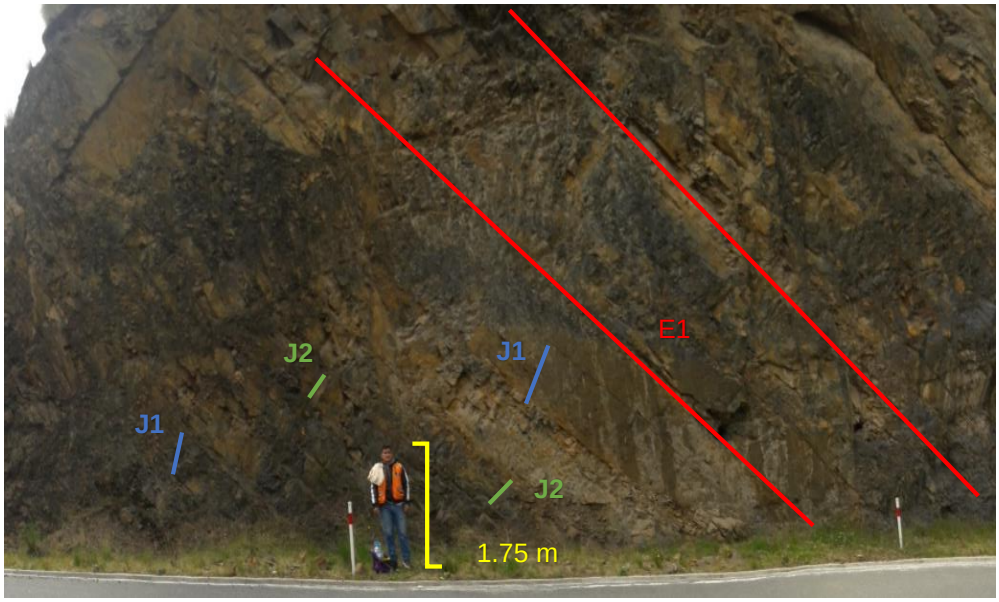


Figura 17: Talud N° 3, (TL3 – LM01), afloramiento de, presenta 2 familias de diaclasas, J1, J2

ESPACIADO

El espaciado es de 6-20 m, obteniendo una valoración de 8 en el RMR básico.

CONTINUIDAD

La continuidad es <1m, obteniendo una valoración de 6 en el RMR básico

APERTURA

No presenta apertura, obteniendo una valoración de 6 en el RMR básico.

RUGOSIDAD

El afloramiento es ligeramente rugoso, obteniendo una valoración de 3 en el RMR básico.

RELLENO

No presenta relleno, obteniendo una valoración de 6 en el RMR básico.

ALTERACIÓN

El afloramiento se encuentra moderadamente alterado, obteniendo una valoración de 3 en el RMR básico

AGUA

El afloramiento se encuentra seco, obteniendo una valoración de 15 en el RMR básico.

RESISTENCIA

La resistencia de la roca fue medida con el martillo geológico, dando como resultado una roca consistente, obteniendo una valoración de 4 en el RMR básico.

RQD

Para el cálculo del RQD se realizaron 6 perfiles de 200cm de largo en distintas direcciones del afloramiento, obteniendo un promedio de 90%, asignándole como un afloramiento de buena calidad y una valoración de 17 en el RMR básico.

RMR BÁSICO

Mediante la sumatoria de la valoración de todos los parámetros mencionados con anterioridad se obtuvo como resultado un RMR básico de 68 (Tabla 18), de acuerdo al RMR básico el afloramiento es de clase II de calidad buena. (Tabla 19)

CLASIFICACIÓN DEL MACIZO ROCOSO (RMR)				
TALUD:	TL3 - LM01		**AUTOR:**	LUIS MARTINEZ
COORDENADAS:	**X: 736264**		**Y: 9821580**	**Z:** 3525 m.s.n.m
ROCA:	Caliza		**FECHA:**	06/11/2020
Clasificación de Bieniawski (1989)				
Parámetros de Clasificación con sus respectivos valores				
	PARÁMETROS		**VALORACIÓN**	**PUNTAJE**
1	**Resistencia de la roca intacta**	**Compresión Simple**	25 – 50	4
2	**RQD**		90	17
3	**Espaciado de las discontinuidades**		6 - 20	8

4	**Estado de las discontinuidades**	**Longitud o persistencia**	<1 m	6
		Abertura	0 mm	6
		Rugosidad	Ligeramente rugosa	3
		Relleno	Ninguno	6
		Alteración	Moderadamente alte.	3
5		**Flujo de agua en las juntas**	Seco	15
Puntuación RMR básico				68

Tabla 18: Puntuación total RMR, estación TL3 – LM01

RMR TL3 - LM01			
68	**CLASE**	**RMR**	**CALIDAD**
	II	61 – 80	**Buena**

Tabla 19: Calidad del macizo rocoso TL3 – LM01

En el estereograma se obtiene como resultado la orientación principal de las juntas y de la estratificación, para J1 (216/74) representada de color verde, para J2 (59/53) de color rojo y la estratificación E1 de color azul (307/46; Figura 18).

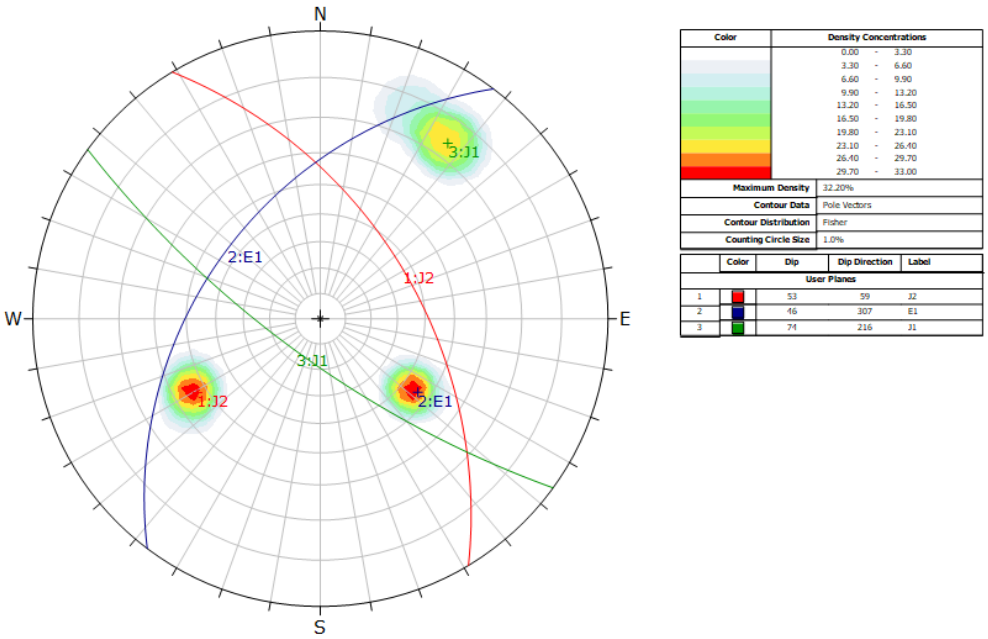


Figura 18: Estereograma de familias de discontinuidades TL3 – LM01

TALUD 3 ESTACIÓN GEOMECÁNICA 2 (TL3 – LM02)

(X: 736224, Y: 9821608, Z: 3519)

El afloramiento de caliza tiene una altura de 8m y un ancho de 10m aproximadamente, se identificaron dos juntas J1 y J2 y una estratificación E1, midiendo sus orientaciones in situ, el afloramiento tiene una orientación de (45/77; Figura 19).

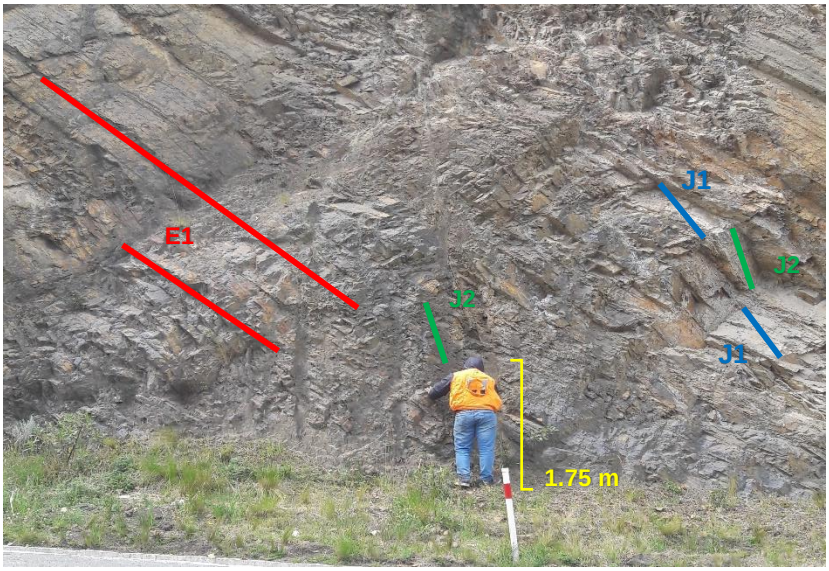


Figura 19: Talud N° 3, (TL3 – LM02), afloramiento de caliza, presenta 2 familias de diaclasas, J1, J2

ESPACIADO

El espaciado es de 20-60cm, obteniendo una valoración de 10 en el RMR básico.

CONTINUIDAD

La continuidad es <1m, obteniendo una valoración de 6 en el RMR básico.

APERTURA

La apertura es >5mm, obteniendo una valoración de 0 en el RMR básico

RUGOSIDAD

La rugosidad es suave, obteniendo una valoración de 1 en el RMR básico.

RELLENO

El relleno es blando >5mm de arcilla, obteniendo una valoración de 0 en el RMR básico.

ALTERACIÓN

El afloramiento rocoso se encuentra moderadamente alterado, obteniendo una valoración de 3 en el RMR básico

AGUA

El afloramiento se encuentra seco, obteniendo una valoración de 15 en el RMR básico

RESISTENCIA

La resistencia fue medida con el martillo de Schmidt, dando como resultado 58,67 Mpa, es decir una roca muy consistente, obteniendo una valoración de 7 en el RMR básico.

RQD

Se realizaron 6 perfiles de RQD obteniendo un promedio de RQD del 53%, asignándole como un afloramiento de regular calidad, obteniendo una valoración de 13 en el RMR básico. (Tabla 43)

RMR BÁSICO

La puntuación del RMR básico fue obtenida mediante los parámetros físicos medidos en campo, dando como resultado una puntuación de 55 (Tabla 20), la puntuación del RMR básico permitió determinar que el afloramiento es de clase III calidad media. (Tabla 21)

CLASIFICACIÓN DEL MACIZO ROCOSO (RMR)			
TALUD:	TL3 - LM02	**AUTOR:**	LUIS MARTINEZ
COORDENADAS:	**X: 736224**	**Y: 9821608**	**Z:** 3519 m.s.n.m
ROCA:	Caliza	**FECHA:**	06/11/2020
Clasificación de Bieniawski (1989)			

Parámetros de Clasificación con sus respectivos valores				
	PARÁMETROS		VALORACIÓN	PUNTAJE
1	Resistencia de la roca intacta	Compresión Simple	58.67	7
2	RQD		53	13
3	Espaciado de las discontinuidades		20 - 60	10
4	Estado de las discontinuidades	Longitud o persistencia	<1 m	6
		Abertura	>5 mm	0
		Rugosidad	Suave	1
		Relleno	Blando > 5 mm	0
		Alteración	Moderadamente alte.	3
5		Flujo de agua en las juntas	Seco	15
Puntuación RMR básico				55

Tabla 20: Puntuación total RMR, estación TL3 – LM02

RMR TL3 - LM02			
55	CLASE	RMR	CALIDAD
	III	41 - 60	**Media**

Tabla 21: Calidad del macizo rocoso TL3 – LM02

El estereograma representa de color rojo la estratificación E1 y su orientación principal (85/45), de color azul y verde las juntas J1 y J2 con sus orientaciones principales (296/62) y (186/80) respectivamente. (Figura 20)

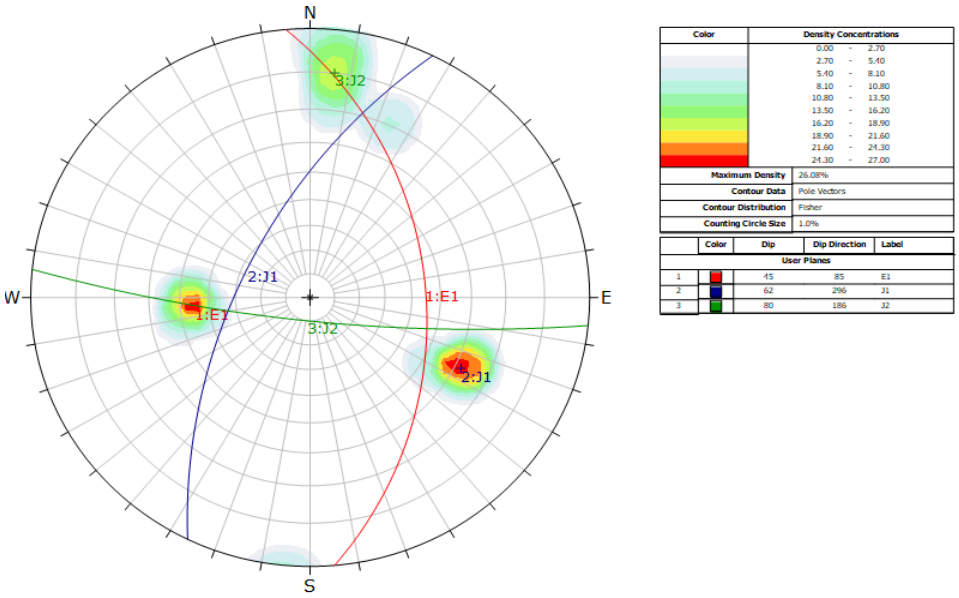


Figura 20: Estereograma de familias de discontinuidades TL3 – LM02

TALUD 4 ESTACIÓN GEOMECÁNICA 1 (TL4 – LM01)

(X: 735826, Y: 9821989, Z: 3420)

El afloramiento de caliza tiene una orientación de (45/77), se evidenciaron 2 familias de diaclasas J1 y J2, así como una estratificación (E1), se midieron sus orientaciones in situ. Sus dimensiones son 10m de altura y 16m de ancho (Figura 21).

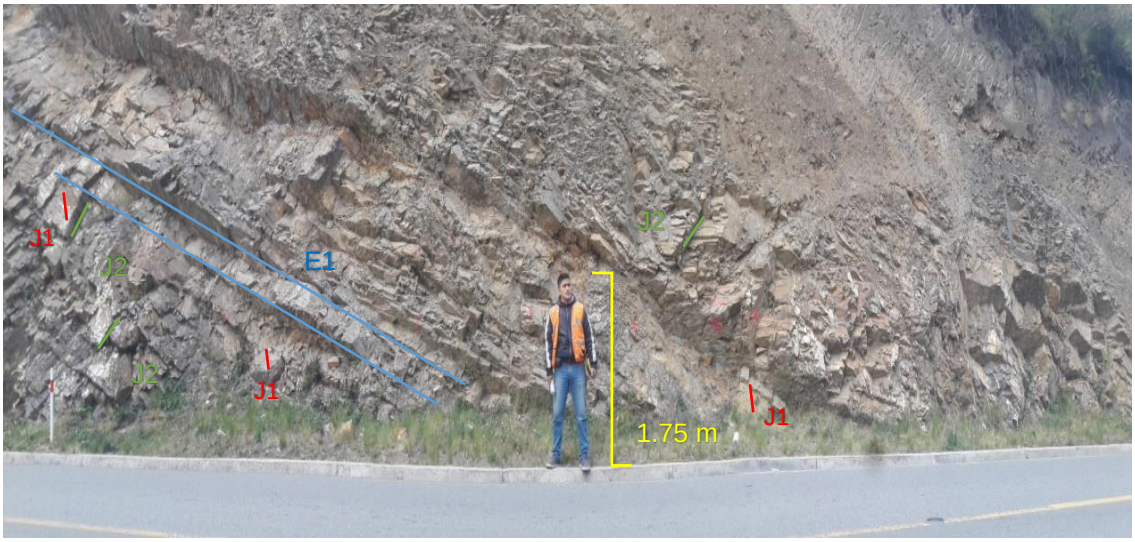


Figura 21: Talud N° 4, (TL4 – LM01), afloramiento de caliza, presenta 2 familias de diaclasas, J1, J2

ESPACIADO

El espaciado es de 20-60cm, obteniendo una valoración de 10 en el RMR básico.

CONTINUIDAD

La continuidad es de 1-3m, obteniendo una valoración de 4 en el RMR básico.

APERTURA

La apertura es >5mm, obteniendo una valoración de 0 en el RMR básico.

RUGOSIDAD

La rugosidad suave, obteniendo una valoración de 1 en el RMR básico.

RELLENO

El relleno es duro >5mm de calcita, obteniendo una valoración de 2 en el RMR básico

ALTERACIÓN

El afloramiento se encontraba muy alterado, obteniendo una valoración de 1 en el RMR básico

AGUA

El afloramiento se encontraba seco, obteniendo una puntuación de 15 en el RMR básico

RESISTENCIA

La resistencia fue medida con el martillo geológico dando como resultado una roca muy consistente, obteniendo una valoración de 7 en el RMR básico.

RQD

Se realizaron 6 perfiles de RQD obteniendo un promedio del 70%, asignándole como un afloramiento de regular calidad, obteniendo una valoración de 13 en el RMR básico.

RMR BÁSICO

La estación TL4-EM01 tiene un RMR básico de 53 en la sumatoria total (Tabla 22), es decir que el afloramiento es de clase III calidad media. (Tabla 23)

CLASIFICACIÓN DEL MACIZO ROCOSO (RMR)				
TALUD:	TL4 - LM01		**AUTOR:**	LUIS MARTINEZ
COORDENADAS:	**X: 735826**		**Y: 9821989**	**Z:** 3420 m.s.n.m
ROCA:	Caliza		**FECHA:**	06/11/2020
Clasificación de Bieniawski (1989)				
Parámetros de Clasificación con sus respectivos valores				
	PARÁMETROS		**VALORACIÓN**	**PUNTAJE**
1	**Resistencia de la roca intacta**	**Compresión Simple**	50 - 100	7
2	**RQD**		70	13
3	**Espaciado de las discontinuidades**		20 – 60	10
4	**Estado de las discontinuidades**	**Longitud o persistencia**	1 – 3m	4
		Abertura	> 5 mm	0
		Rugosidad	Suave	1
		Relleno	Duro >5 mm	2
		Alteración	Muy alterado	1
5		**Flujo de agua en las juntas**	Seco	15
Puntuación RMR básico				53

Tabla 22: Puntuación total RMR, estación TL4 – LM01

RMR TL4 - LM01			
53	**CLASE**	**RMR**	**CALIDAD**
	III	41 - 60	**Media**

Tabla 23: Calidad del macizo rocoso TL4 – LM01

El estereograma de la figura 22, representa las orientaciones principales de las juntas J1 y J2 de color rojo y verde respectivamente y para la estratificación E1 de color azul, sus orientaciones principales son: J1 (76/36), J2 (16/79) y E1 (268/53; Figura 22).

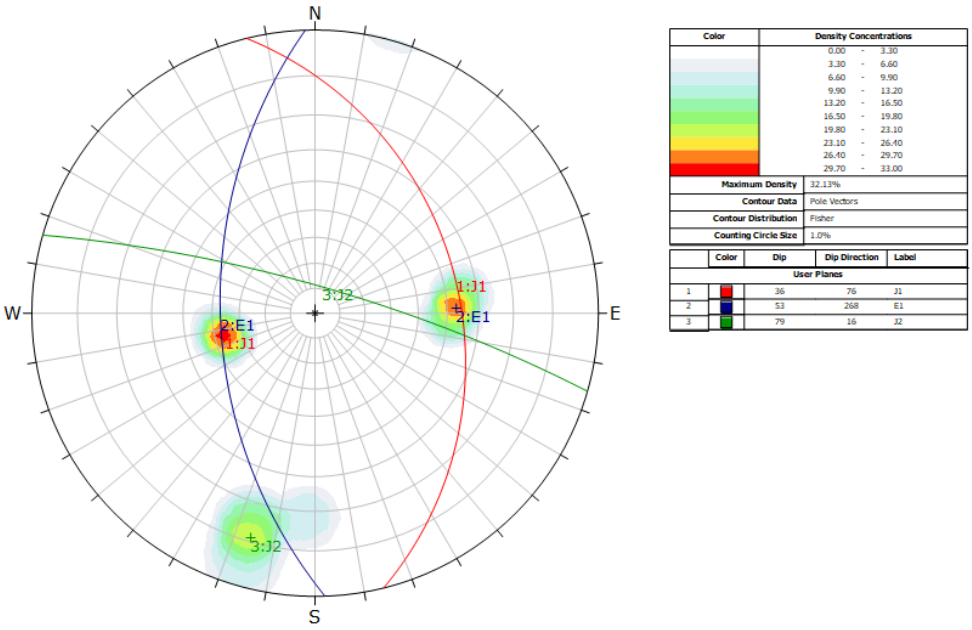


Figura 22: Estereograma de familias de discontinuidades TL4 – LM01

TALUD 4 ESTACIÓN GEOMECÁNICA 2 (TL4 -LM02)

(X: 735799, Y: 9822021, Z: 3417)

El afloramiento de caliza tiene una orientación de (35/77), tiene 14m de ancho y de altura 5m, se evidenciaron 5 familias de diaclasas, las cuales fueron medidas sus orientaciones in situ. (Figura 23)

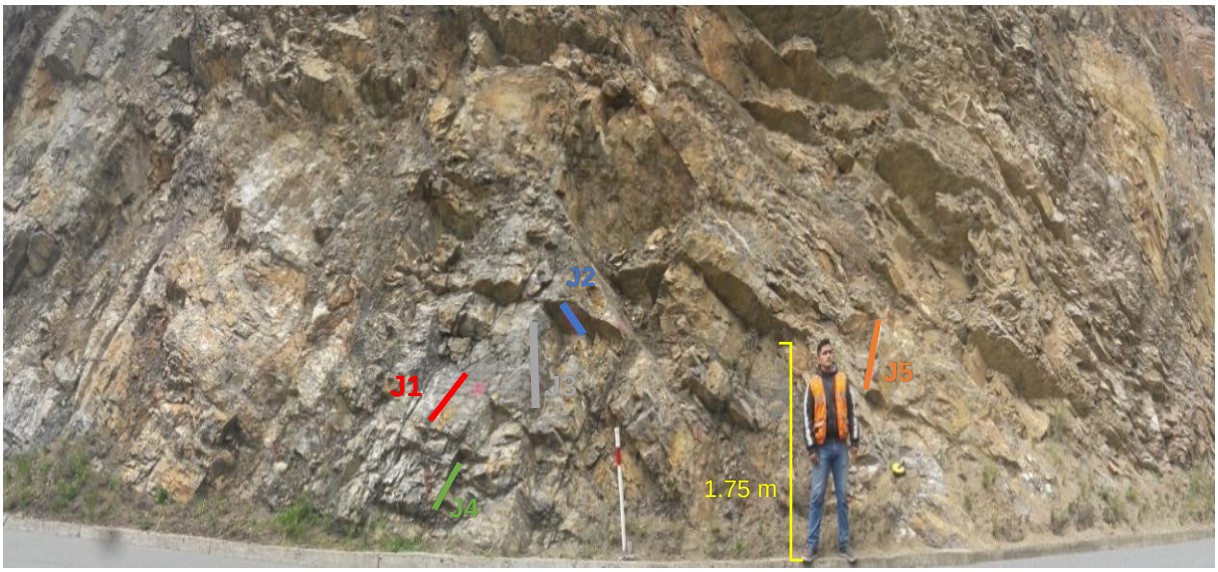


Figura 23: Talud N° 4, (TL4 – LM02), afloramiento de caliza, presenta 5 familias de diaclasas, J1, J2, J3, J4 y J5

ESPACIADO

El espaciado es de 20-60 cm, obteniendo una valoración de 10 en el RMR básico

CONTINUIDAD

La continuidad es de 3-10 m, obteniendo una valoración de 2 en el RMR básico

APERTURA

La apertura es >5mm, obteniendo una valoración de 0 en el RMR básico

RUGOSIDAD

El afloramiento es ligeramente rugoso, obteniendo una valoración de 3 en el RMR básico.

RELLENO

El relleno es duro >5mm de calcita, obteniendo una valoración de 2 en el RMR básico

ALTERACIÓN

El afloramiento se encuentra muy alterado, obteniendo una puntuación de 1 en el RMR básico.

AGUA

El afloramiento se presentaba seco, obteniendo una puntuación de 15 en el RMR básico.

RESISTENCIA

La resistencia fue medida con el martillo de Schmidt dando como resultado 33,97 Mpa, es decir una roca consistente, obteniendo una valoración de 4 en el RMR básico

RQD

Se realizaron 6 perfiles de RQD, dando como resultado un promedio de 65%, asignándole como un afloramiento de regular calidad, obteniendo una valoración de 13 en el RMR básico.

RMR BÁSICO

La sumatorio de los parámetros del RMR básico dieron como resultado una puntuación de 50 (Tabla 24), es decir que el afloramiento es de clase III calidad media (Tabla 25)

CLASIFICACIÓN DEL MACIZO ROCOSO (RMR)				
TALUD:	TL4 - LM02		**AUTOR:**	LUIS MARTINEZ
COORDENADAS:	**X: 735799**		**Y: 9822021**	**Z:** 3417 m.s.n.m
ROCA:	Caliza		**FECHA:**	07/11/2020
Clasificación de Bieniawski (1989)				
Parámetros de Clasificación con sus respectivos valores				
	PARÁMETROS		**VALORACIÓN**	**PUNTAJE**
1	**Resistencia de la roca intacta**	**Compresión Simple**	33.97	4
2	**RQD**		65	13
3	**Espaciado de las discontinuidades**		20 - 60	10
4	**Estado de las discontinuidades**	**Longitud o persistencia**	3 - 10	2
		Abertura	>5mm	0

		Rugosidad	Ligeramente rugosa	3
		Relleno	Duro >5 mm	2
		Alteración	Muy alterado	1
5		**Flujo de agua en las juntas**	Seco	15
Puntuación RMR básico				50

Tabla 24: Puntuación total RMR, estación TL4 – LM02

RMR TL4 - LM02			
50	**CLASE**	**RMR**	**CALIDAD**
	III	41 - 60	Media

Tabla 25: Calidad del macizo rocoso TL4 – LM02

El estereograma representa de las orientaciones principales de cada familia de diaclasa, de color rojo J1 (62/42), de color azul J2 (256/58), de color gris J3 (4/78), de color verde J4 (311/50) y de color naranja J5 (140/51; Figura 24).

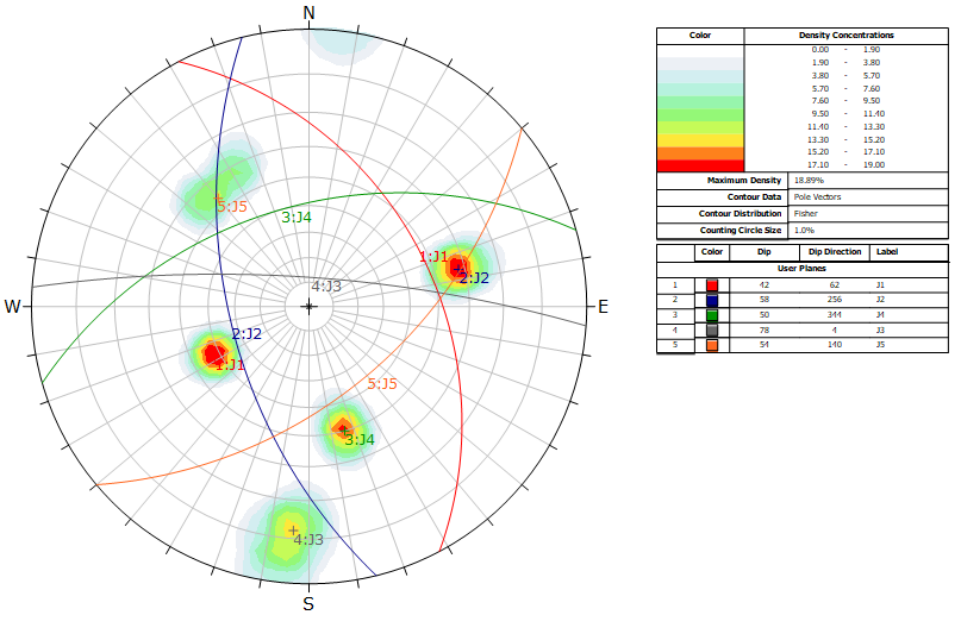


Figura 24: Estereograma de familias de discontinuidades TL4 – LM02

TALUD 6 ESTACIÓN GEOMECÁNICA 1 (TL6 – LM01)

(X: 735676, Y: 9822107, Z: 3400)

El afloramiento presenta una orientación de (25/62), litológicamente está compuesta de areniscas con intercalaciones de limolitas, tiene 2,5m de altura y 6m de ancho, se identificaron 4 familias de diaclasas y una estratificación (E1), midiendo sus orientaciones in situ. (Figura 25)



Figura 25: Talud N° 6, (TL6 – LM01), afloramiento de arenisca con intercalaciones de limolita, presenta 4 familias de diaclasas, J1, J2, J3, J4

ESPACIADO

El espaciado es de 20-60 cm, obteniendo una valoración de 10 en el RMR básico.

CONTINUIDAD

La continuidad es <1 m, obteniendo una valoración de 6 en el RMR básico

APERTURA

La apertura es de 1-5mm, obteniendo una valoración de 1 en el RMR básico

RUGOSIDAD

La rugosidad es estriada, obteniendo una valoración de 0 en el RMR básico.

RELLENO

El relleno es blando <5mm de oxido, obteniendo una valoración de 2 en el RMR básico

ALTERACIÓN

El afloramiento se encuentra moderadamente alterado, con una puntuación de 3 en el RMR básico.

AGUA

El afloramiento se encuentra seco, obteniendo una valoración de 15 en el RMR básico

RESISTENCIA

La resistencia fue medida con el martillo geológico dando como resultado una roca muy consistente, obteniendo una valoración de 7 en el RMR básico.

RQD

Se trazaron 6 perfiles de RQD, dando un promedio de 54%, asignándole como un afloramiento de calidad regular, obteniendo en el RMR básico una puntuación de 13.

RMR BÁSICO

El RMR básico tiene una puntuación de 57, como resultado de la sumatoria de todos los parámetros (Tabla 26), el afloramiento es de clase III de calidad media. (Tabla 27).

CLASIFICACIÓN DEL MACIZO ROCOSO (RMR)			
TALUD:	TL6 - LM01	**AUTOR:**	LUIS MARTINEZ
COORDENADAS:	**X: 735676**	**Y: 9822107**	**Z:** 3400 m.s.n.m
ROCA:	Arenisca con intercalalciones de limolita	**FECHA:**	07/11/2020
Clasificación de Bieniawski (1989)			

Parámetros de Clasificación con sus respectivos valores				
	PARÁMETROS		VALORACIÓN	PUNTAJE
1	Resistencia de la roca intacta	Compresión Simple	50 - 100	7
2	RQD		54	13
3	Espaciado de las discontinuidades		20 - 60	10
4	Estado de las discontinuidades	Longitud o persistencia	<1 m	6
		Abertura	1 -5 mm	1
		Rugosidad	Estriada - slickensided	0
		Relleno	Blando < 5 mm	2
		Alteración	Moderadamente alte.	3
5		Flujo de agua en las juntas	Seco	15
Puntuación RMR básico				57

Tabla 26: Puntuación total RMR, estación TL6 – LM01

RMR TL6 - LM01			
57	CLASE	RMR	CALIDAD
	III	41 - 60	Media

Tabla 27: Calidad del macizo rocoso TL6 – LM01

El estereograma representa las orientaciones principales de las familias de diaclasas, de color rojo la estratificación E1 (253/57), de color azul J1 (173/85), de color verde J2 (196/83), de color negro J3 (46/50), de color naranja J4 (152/61; Figura 26).

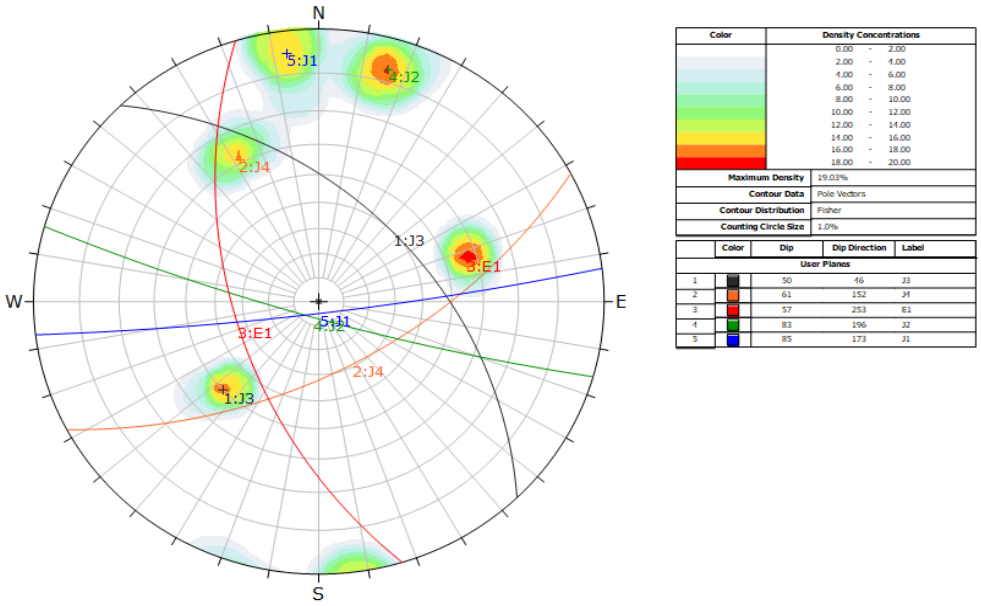


Figura 26: Estereograma de familias de discontinuidades TL6 – LM01

TALUD 7 ESTACIÓN GEOMECÁNICA 1 (TL7 – LM01)

(X: 735657, Y: 9822100, Z: 3408)

El afloramiento presenta una orientación de (24/72), litológicamente esta compuesta de arenisca con intercalaciones de limolita, tiene una altura de 7m y un ancho de 10m, se identificaron dos familias de diaclasas y una estratificación, sus orientaciones fueron medidas in situ. (Figura 27)

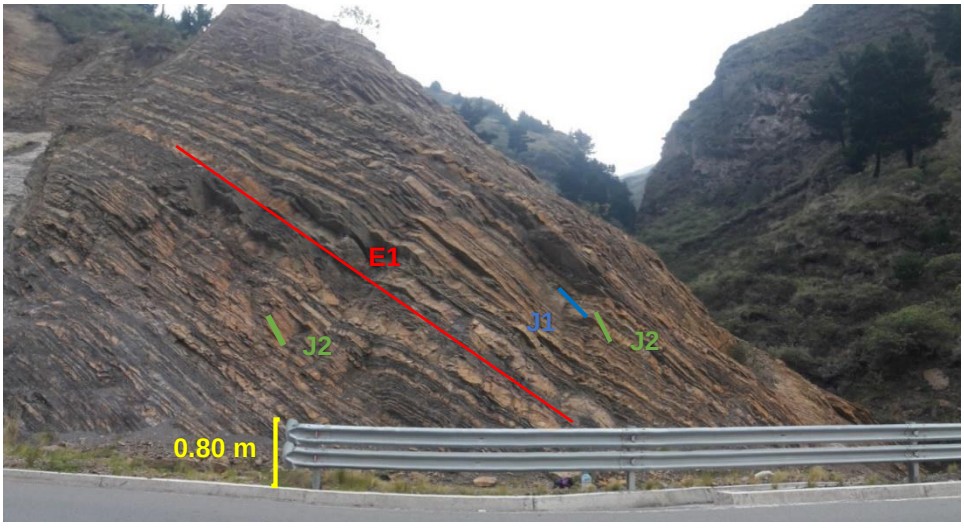


Figura 27: Talud N° 7, (TL7 – LM01), afloramiento de arenisca con intercalaciones de limolita, presenta 2 familias de diaclasas, J1, J2

ESPACIADO

El espaciado es de 6-20 cm, obteniendo una valoración de 8 en el RMR básico.

CONTINUIDAD

La continuidad es <1 m, obteniendo una valoración de 6 en el RMR básico

APERTURA

La apertura es de 1-5 mm, obteniendo una valoración de 1 en el RMR básico

RUGOSIDAD

La rugosidad es estriada, obteniendo una valoración de 0 en el RMR básico

RELLENO

No presenta relleno, obteniendo una valoración de 6 en el RMR básico.

ALTERACIÓN

El afloramiento se encuentra muy alterado, obteniendo en el RMR básico una valoración de 1.

AGUA

El afloramiento se encuentra seco, obteniendo en el RMR básico una valoración de 15.

RESISTENCIA

Se determinó la resistencia con el martillo geológico dando como resultado una roca muy consistente, obteniendo una valoración de 7 en el RMR básico.

RQD

Se trazaron 6 perfiles de RQD, dando como promedio 31%, designándole como un afloramiento de mala calidad, obteniendo una valoración de 8 en el RMR básico.

RMR BÁSICO

El RMR básico dio como resultado una puntuación de 52, en la sumatoria total de los parámetros medidos in situ (Tabla 28), el afloramiento es de clase III de calidad media. (Tabla 29)

CLASIFICACIÓN DEL MACIZO ROCOSO				
TALUD:	TL7 - LM01		**AUTOR:**	LUIS MARTINEZ
COORDENADAS:	**X: 735657**		**Y: 9822100**	**Z:** 3408 m.s.n.m
ROCA:	Intercalaciones de Arenisca con limolita		**FECHA:**	07/11/2020
Clasificación de Bieniawski (1989)				
Parámetros de Clasificación con sus respectivos valores				
	PARÁMETROS		**VALORACIÓN**	**PUNTAJE**
1	**Resistencia de la roca intacta**	**Compresión Simple**	50 - 100	7
2	**RQD**		31	8
3	**Espaciado de las discontinuidades**		6 - 20	8
4	**Estado de las discontinuidades**	**Longitud o persistencia**	<1 m	6
		Abertura	1 -5 mm	1
		Rugosidad	Estriada - slickensided	0
		Relleno	Ninguno	6
		Alteración	Muy alterado	1
5		**Flujo de agua en las juntas**	Seco	15
Puntuación RMR básico				52

Tabla 28: Puntuación total RMR, estación TL7 – LM01

RMR TL7 - LM01			
52	**CLASE**	**RMR**	**CALIDAD**
	III	41 - 60	**Media**

Tabla 29: Calidad del macizo rocoso TL7 – LM01

El estereograma representa las orientaciones principales de las familias de diaclasas y de la estratificación, de color rojo E1 (253/54), de color azul J1 (76/60) y de color verde J2 (350/78; Figura 28).

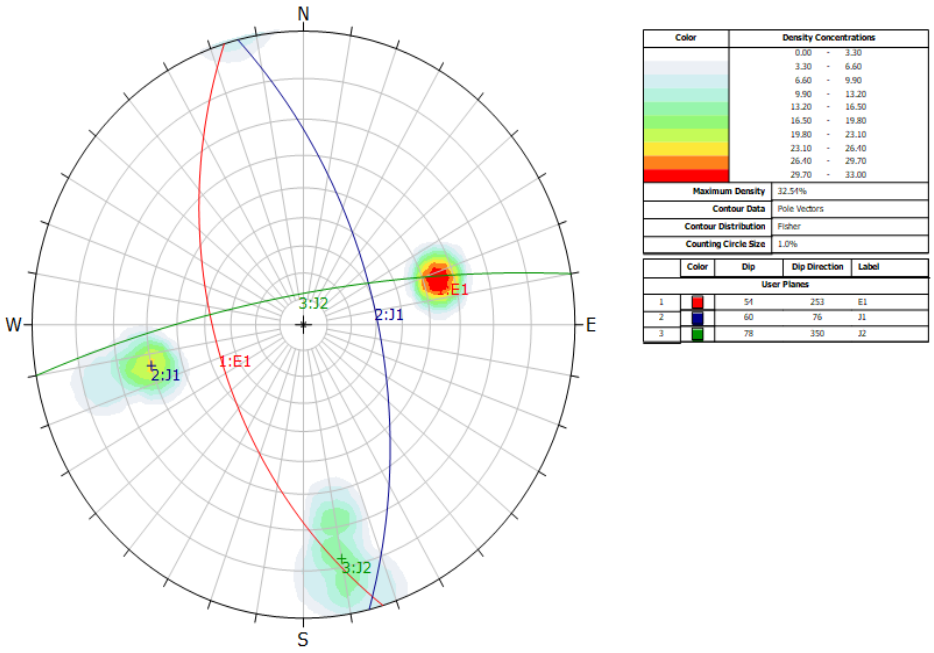


Figura 28: Estereograma de familias de discontinuidades TL7 – LM01

TALUD 8 ESTACIÓN GEOMECÁNICA 1 (TL8 – LM01)

(X: 735568, Y: 9822180, Z: 3408)

El afloramiento de conglomerado presenta una orientación de (47/68), con una altura de más de 15m y un ancho de 18m (Figura 29), se identificaron tres familias de diaclasas, sus orientaciones fueron medidas in situ.

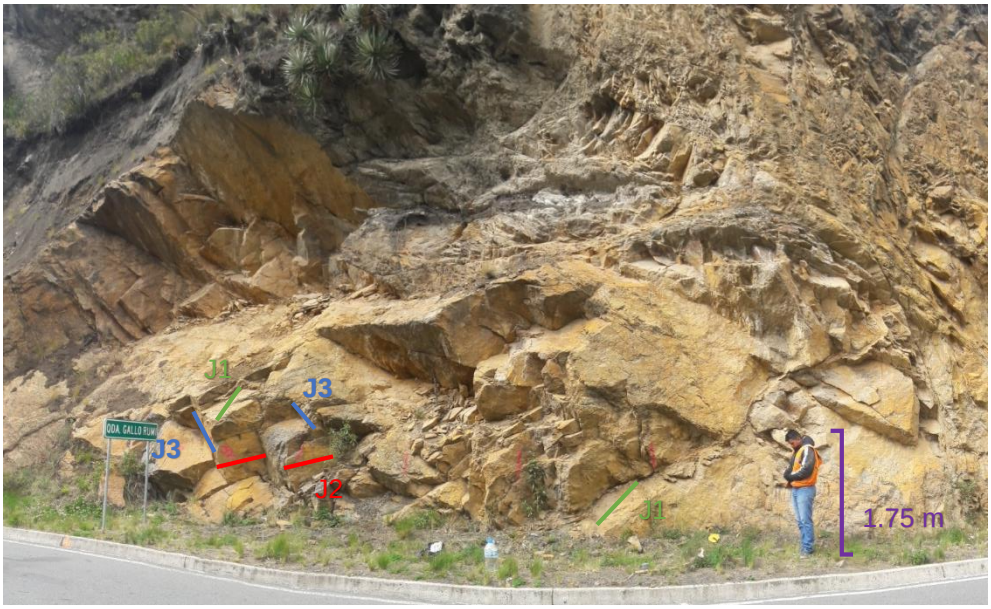


Figura 29: Talud N° 8, (TL8 – LM01), afloramiento de conglomerados, presenta 3 familias de diaclasas, J1, J2 y J3

ESPACIADO

El espaciado es de 20-60 cm, obteniendo una valoración de 10 en el RMR básico

CONTINUIDAD

La continuidad es de 1-3 m, obteniendo una valoración de 4 en el RMR básico

APERTURA

La apertura es de 1-5 mm, obteniendo una valoración de 1 en el RMR básico

RUGOSIDAD

El afloramiento es ligeramente rugoso, obteniendo una valoración de 3 en el RMR básico.

RELLENO

No presentan relleno, obteniendo una valoración de 6 en el RMR básico.

ALTERACIÓN

El afloramiento se encuentra ligeramente alterado, obteniendo una valoración de 5.

AGUA

El afloramiento se encuentra seco, obteniendo una valoración de 15.

RESISTENCIA

La resistencia fue medida con el martillo de Schmidt, dando como resultado 43,97 Mpa, es decir una roca consistente, obteniendo una valoración de 4 en el RMR básico.

RQD

Se realizaron 6 perfiles en todo el afloramiento, dando como resultado un promedio de 83%, asignándole como un afloramiento de buena calidad, obteniendo una valoración de 17 en el RMR básico. (Tabla 73)

RMR BÁSICO

La sumatoria de los parámetros del RMR básico dieron como resultado una puntuación de 65 (Tabla 30), es decir que el afloramiento es de clase II calidad buena. (Tabla 31)

CLASIFICACIÓN DEL MACIZO ROCOSO				
TALUD:	TL8 - LM01		**AUTOR:**	LUIS MARTINEZ
COORDENADAS:	**X: 735568**		**Y: 9822180**	**Z:** 3408 m.s.n.m
ROCA:	Conglomerado		**FECHA:**	09/11/2020
Clasificación de Bieniawski (1989)				
Parámetros de Clasificación con sus respectivos valores				
	PARÁMETROS		**VALORACIÓN**	**PUNTAJE**
1	**Resistencia de la roca intacta**	**Compresión Simple**	43.97	4
2	**RQD**		83	17
3	**Espaciado de las discontinuidades**		20 - 60	10
4	**Estado de las discontinuidades**	**Longitud o persistencia**	1 – 3m	4
		Abertura	1 -5 mm	1

		Rugosidad	Liger. rugosa	3
		Relleno	Ninguno	6
		Alteración	Ligeramente alte.	5
5		**Flujo de agua en las juntas**	Seco	15
Puntuación RMR básico				**65**

Tabla 30: Puntuación total RMR, estación TL8 – LM01

RMR TL8 - LM01			
65	**CLASE**	**RMR**	**CALIDAD**
	II	61 - 80	**Buena**

Tabla 31: Calidad del macizo rocoso TL8 – LM01

El estereograma representa la orientación principal de las familias de diaclasas, de color verde J1 (15/37), color rojo para J2 (192/79) y de color azul J3 (100/71; Figura 30)

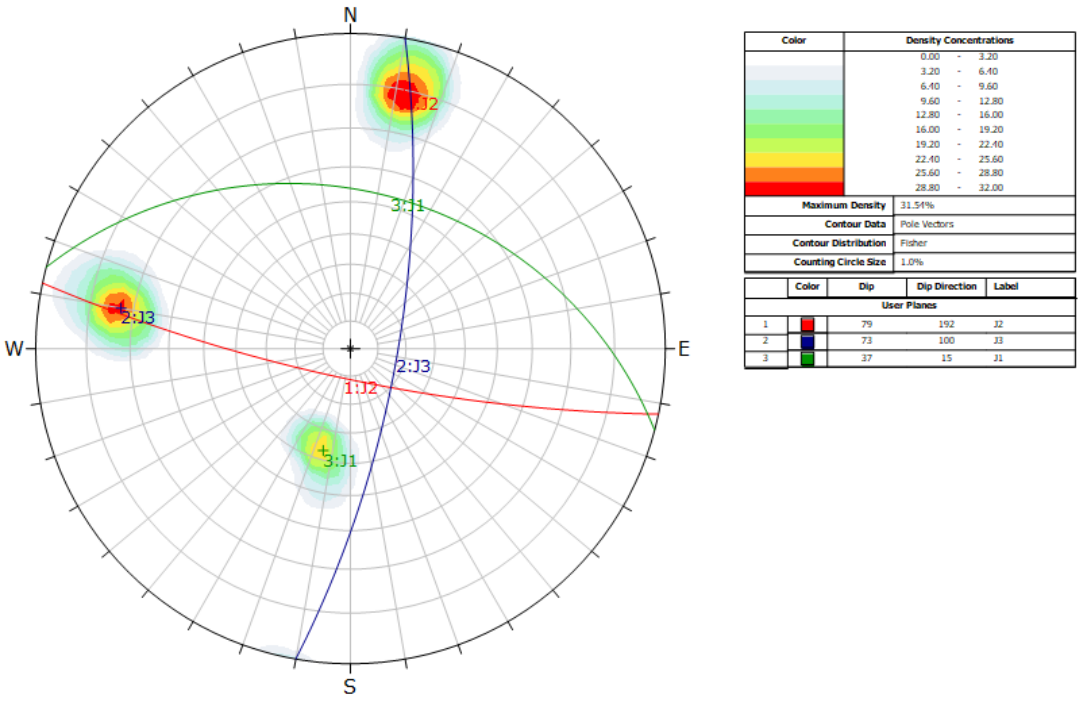


Figura 30: Estereograma de familias de discontinuidades TL8 – LM01

TALUD 8 ESTACIÓN GEOMECÁNICA 2 (TL8 – LM02)

(X: 735550, Y: 9822201, Z: 3396)

El afloramiento de microconglomerado presenta una orientación de (62/58), con una altura de 5m y un ancho de 12m (Figura 31), se identificaron seis familias de diaclasas, sus orientaciones fueron medidas in situ.



Figura 31: Talud N° 8, (TL8 – LM02), afloramiento de microconglomerados, presenta 6 familias de diaclasas, J1, J2, J3, J4, J5 y J6

ESPACIADO

El espaciado es de 20-60 cm, obteniendo una valoración de 10 en el RMR básico

CONTINUIDAD

La continuidad es <1 m, obteniendo una valoración de 6 en el RMR básico.

APERTURA

La apertura es de 1-5 mm, obteniendo una valoración de 1 en el RMR básico.

RUGOSIDAD

La rugosidad es estriada, obteniendo una valoración de 0 en el RMR básico

RELLENO

No presentan relleno, obteniendo una valoración de 6 en el RMR básico

ALTERACIÓN

El afloramiento se encuentra ligeramente alterado, obteniendo una valoración de 5 en el RMR básico.

AGUA

El afloramiento se encuentra seco, obteniendo una valoración de 15 en el RMR básico.

RESISTENCIA

La resistencia fue medida con el martillo de Schmidt, dando como resultado 59 Mpa, es decir una roca muy consistente, obteniendo una valoración de 7 en el RMR básico.

RQD

Se realizaron 4 perfiles en donde se obtuvo como resultado un RQD del 73%, asignándole como un afloramiento de regular calidad, con una valoración de 13 en el RMR básico. (Tabla 79)

RMR BÁSICO

La sumatoria de los parámetros dio como resultado una puntuación de 63 en el RMR básico (Tabla 32), es decir que el afloramiento es de clase II de calidad buena. (Tabla 33)

CLASIFICACIÓN DEL MACIZO ROCOSO				
TALUD:	TL8 - LM02		**AUTOR:**	LUIS MARTINEZ
COORDENADAS:	**X: 735550**		**Y: 9822201**	**Z:** 3396 m.s.n.m
ROCA:	Microconglomerado		**FECHA:**	09/11/2020
Clasificación de Bieniawski (1989)				
Parámetros de Clasificación con sus respectivos valores				
	PARÁMETROS		**VALORACIÓN**	**PUNTAJE**
1	**Resistencia de la roca intacta**	**Compresión Simple**	59	7
2	**RQD**		73	13
3	**Espaciado de las discontinuidades**		20 - 60	10

4	**Estado de las discontinuidades**	**Longitud o persistencia**	<1 m	6
		Abertura	1 - 5	1
		Rugosidad	Estriada - slickensided	0
		Relleno	Ninguno	6
		Alteración	Ligeramente alte.	5
5		**Flujo de agua en las juntas**	Seco	15
Puntuación RMR básico				**63**

Tabla 32: Puntuación total RMR, estación TL8 – LM02

RMR TL8 - LM02			
63	**CLASE**	**RMR**	**CALIDAD**
	II	61 - 80	**Buena**

Tabla 33: Calidad del macizo rocoso TL8 – LM02

El estereograma representa las orientaciones principales de las familias de diaclasas, de color verde J1 (83/51), de color negro J2 (10/83), de color amarillo J3 (355/88), de color rojo J4 (25/40), de color naranja J5 (212/61) y de color azul J6 (96/79; Figura 32).

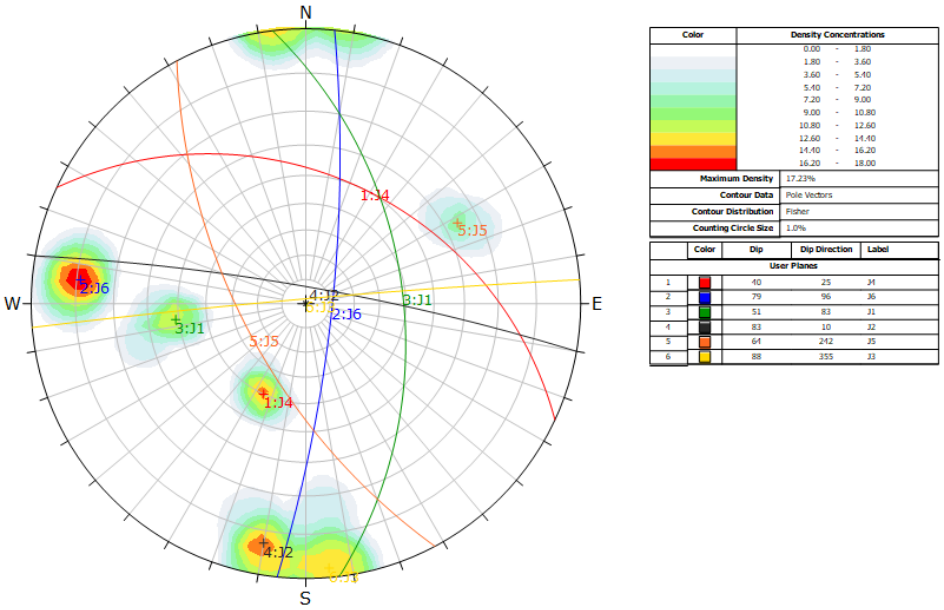


Figura 32: Estereograma de familias de discontinuidades TL8 – LM02

TALUD 9 ESTACIÓN GEOMECÁNICA 1 (TL9 – LM01)

(X: 735431, Y: 9822288, z: 3409)

El afloramiento de microconglomerado tiene una orientación de (12/70), con una altura de 8m y un ancho de 14m (Figura 33), se identificaron cuatro familias de diaclasas, sus orientaciones fueron medidas in situ.

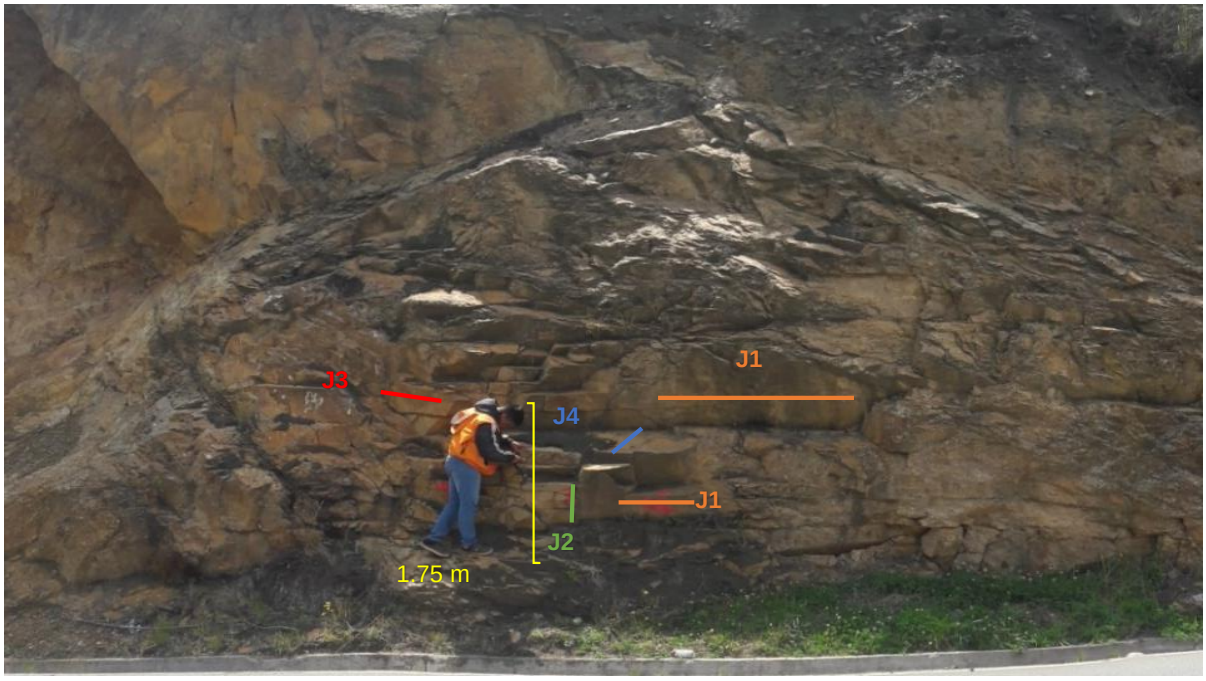


Figura 33: Talud N° 9, (TL9 – LM01), afloramiento microconglomerados, presenta 4 familias de diaclasas, J1, J2, J3 y J4

ESPACIADO

El espaciado es de 20-60 cm, obteniendo una valoración de 10 en el RMR básico.

CONTINUIDAD

La continuidad es de 1-3 m, obteniendo una valoración de 4 en el RMR básico.

APERTURA

La apertura es de 1-5 mm, obteniendo una valoración de 1 en el RMR básico.

RUGOSIDAD

La rugosidad es suave, obteniendo una valoración de 1 en el RMR básico.

RELLENO

No presentan relleno, obteniendo una valoración de 6 en el RMR básico

ALTERACIÓN

El afloramiento se encuentra ligeramente alterado, obteniendo una valoración de 5 en el RMR básico

AGUA

El afloramiento se encuentra seco, obteniendo una valoración de 15 en el RMR básico

RESISTENCIA

La resistencia fue medida con el martillo geológico dando como resultado una roca muy consistente, obteniendo una valoración de 7 en el RMR básico.

RQD

Se trazaron 4 perfiles, dando como resultado un promedio de 70% de RQD, asignándole como un afloramiento de regular calidad, obteniendo una valoración de 13 en el RMR básico.

RMR BÁSICO

La sumatoria de los parámetros del RMR básico dieron como resultado una puntuación de 62 (Tabla 34), es decir que el afloramiento es de clase II calidad buena. (Tabla 35)

CLASIFICACIÓN DEL MACIZO ROCOSO			
TALUD:	TL9 - LM01	**AUTOR:**	LUIS MARTINEZ
COORDENADAS:	**X: 735431**	**Y: 9822288**	**Z:** 3409 m.s.n.m
ROCA:	microconglomerado	**FECHA:**	09/11/2020
Clasificación de Bieniawski (1989)			
Parámetros de Clasificación con sus respectivos valores			

	PARÁMETROS		VALORACIÓN	PUNTAJE
1	Resistencia de la roca intacta	Compresión Simple	50 - 100	7
2	RQD		70	13
3	Espaciado de las discontinuidades		20 - 60	10
4	Estado de las discontinuidades	Longitud o persistencia	1 - 3	4
		Abertura	1 - 5 mm	1
		Rugosidad	Suave	1
		Relleno	Ninguno	6
		Alteración	Ligeramente alte.	5
5		Flujo de agua en las juntas	Seco	15
Puntuación RMR básico				62

Tabla 34: Puntuación total RMR, estación TL9 – LM01

RMR TL9 - LM01			
62	CLASE	RMR	CALIDAD
	II	61 – 80	**Buena**

Tabla 35: Calidad del macizo rocoso TL9 – LM01

El estereograma representa las orientaciones principales de las familias de diaclasas, de color naranja J1 (179/57), de color verde J2 (298/76), de color rojo (21/87) y de color azul J4 (2/29; Figura 33).

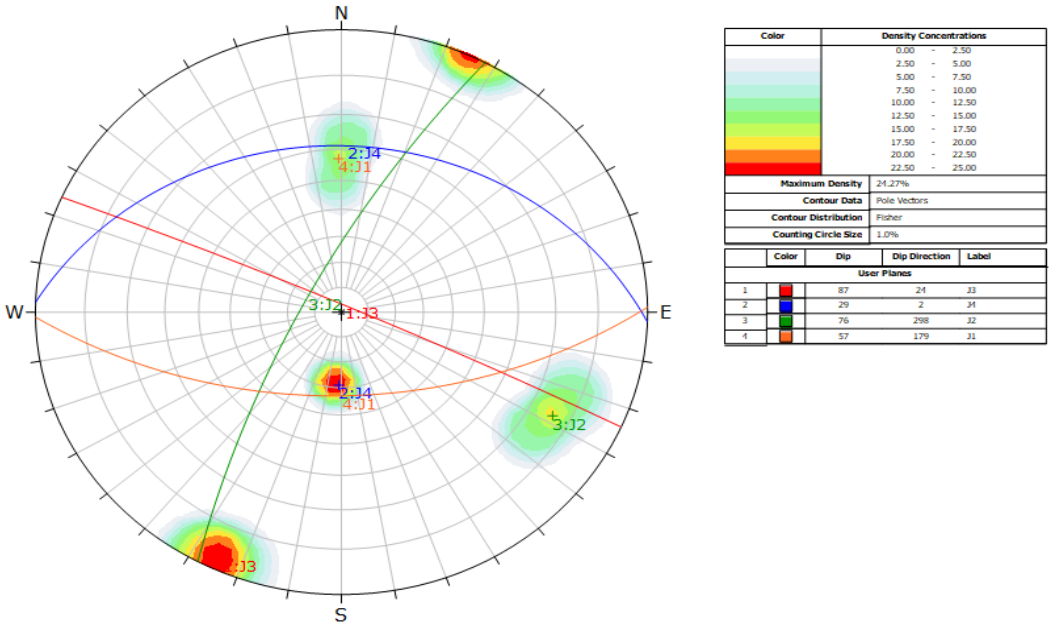


Figura 34: Estereograma de familias de discontinuidades TL9 – LM01

TALUD 9 ESTACIÓN GEOMECÁNICA 2 (TL9 – LM02)

(X: 735397, Y: 922299, Z: 3405)

El afloramiento de microconglomerado tiene una orientación de (6/74), con una altura de 4m y un ancho de 16m (Figura 35), se identificaron cuatro familias de diaclasas, sus orientaciones fueron medidas in situ.



Figura 35: Talud N° 9, (TL9 – LM02), afloramiento microconglomerados, presenta 3 familias de diaclasas, J1, J2, J3

ESPACIADO

El espaciado es de 20-60 cm, obteniendo una valoración de 10 en el RMR básico.

CONTINUIDAD

La continuidad es <1 m, obteniendo una valoración de 6 en el RMR básico.

APERTURA

La apertura es >5 mm, obteniendo una valoración de 0 en el RMR básico.

RUGOSIDAD

La rugosidad es suave, obteniendo una valoración de 1 en el RMR básico.

RELLENO

No presentan relleno, obteniendo una valoración de 6 en el RMR básico.

ALTERACIÓN

El afloramiento se encuentra ligeramente alterado, obteniendo una valoración de 5 en el RMR básico.

AGUA

El afloramiento se encuentra seco, obteniendo una valoración de 15 en el RMR básico.

RESISTENCIA

La resistencia fue medida con el martillo geológico dando como resultado una roca muy consistente, obteniendo una valoración de 7 en el RMR básico.

RQD

Se trazaron 6 perfiles en el afloramiento obteniendo como resultado un promedio de 85%, asignándole como un afloramiento de buena calidad, obteniendo una valoración de 17 en el RMR básico.

RMR BÁSICO

La sumatoria de los parámetros del RMR básico dieron como resultado una puntuación de 67 (Tabla 36), es decir que el afloramiento es de clase II de calidad buena. (Tabla 37)

CLASIFICACIÓN DEL MACIZO ROCOSO				
TALUD:	TL9 - LM02		**AUTOR:**	LUIS MARTINEZ
COORDENADAS:	**X: 7354397**		**Y: 9822299**	**Z:** 3405 m.s.n.m
ROCA:	Microconglomerado		**FECHA:**	09/11/2020
Clasificación de Bieniawski (1989)				
Parámetros de Clasificación con sus respectivos valores				
	PARÁMETROS		**VALORACIÓN**	**PUNTAJE**
1	**Resistencia de la roca intacta**	**Compresión Simple**	50 - 100	7

2	**RQD**		85	17
3	**Espaciado de las discontinuidades**		20 - 60	10
4	**Estado de las discontinuidades**	**Longitud o persistencia**	<1 m	6
		Abertura	>5 mm	0
		Rugosidad	Suave	1
		Relleno	Ninguno	6
		Alteración	Ligeramente alte.	5
5		**Flujo de agua en las juntas**	Seco	15
Puntuación RMR básico				67

Tabla 36: Puntuación total RMR, estación TL9 – LM02

RMR TL9 - LM02			
67	**CLASE**	**RMR**	**CALIDAD**
	II	61 – 80	**Buena**

Tabla 37: Calidad del macizo rocoso TL9 – LM02

El estereograma representa las orientaciones principales de las familias de diaclasas, de color naranja J1 (2/88), de color azul J2 (269/19), de color verde J3 (29/64) y de color rojo la estratificación E1 (20/38; Figura 36).

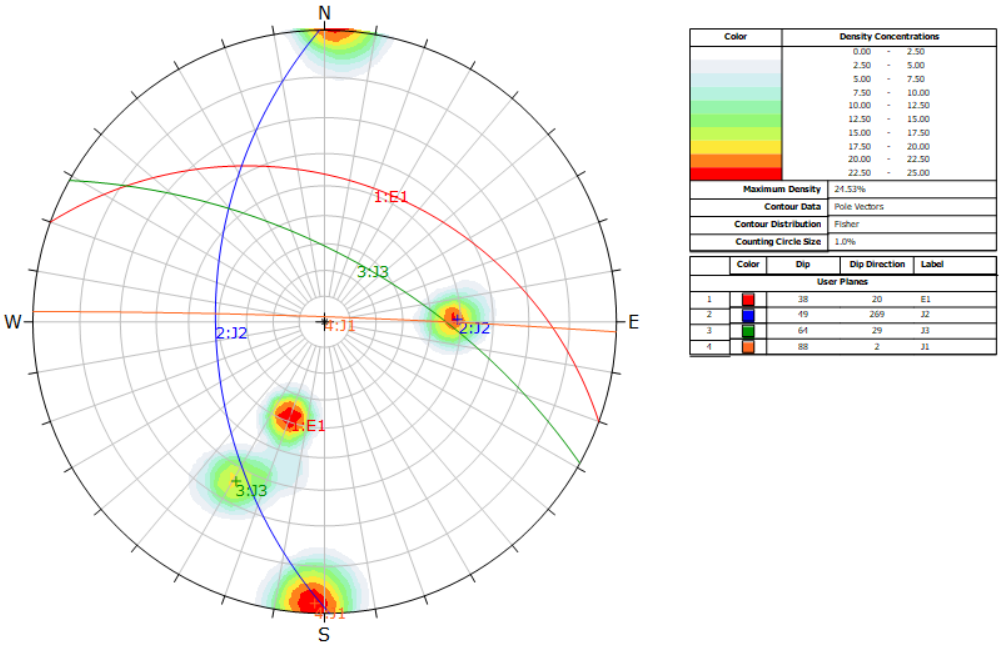


Figura 36: Estereograma de familias de discontinuidades TL9 – LM02

TALUD 9 ESTACIÓN GEOMECÁNICA 3 (TL9 – LM03)

(X: 735398, Y: 9822286, Z: 3409)

El afloramiento de microconglomerados tiene una orientación de (10/81), con una altura de 7m y un ancho de 18m (Figura 37), se identificaron tres familias de diaclasas, sus orientaciones fueron medidas in situ.



Figura 37: Talud N° 9, (TL9 – LM03), afloramiento microconglomerados, presenta 3 familias de diaclasas, J1, J2, J3

ESPACIADO

El espaciado es de 20-60 cm, obteniendo una valoración de 10 en el RMR básico.

CONTINUIDAD

La continuidad es de 3-10 m, obteniendo una valoración de 2 en el RMR básico.

APERTURA

La apertura es >5 mm, obteniendo una valoración de 0 en el RMR básico.

RUGOSIDAD

La rugosidad es estriada, obteniendo una valoración de 0 en el RMR básico.

RELLENO

El relleno es duro >5mm de calcita, obteniendo una valoración de 2 en el RMR básico.

ALTERACIÓN

El afloramiento se encuentra ligeramente alterado, obteniendo una valoración de 5 en el RMR básico

AGUA

El afloramiento se encuentra seco, obteniendo una valoración de 15 en el RMR básico

RESISTENCIA

La resistencia fue medida con el martillo geológico dando como resultado una roca muy consistente, obteniendo una valoración de 7 en el RMR básico.

RQD

Se trazaron 6 perfiles, dando como resultado un promedio de RQD de 87%, asignándole como un afloramiento de buena calidad, obteniendo una valoración de 17 en el RMR básico

RMR BÁSICO

La sumatoria de la valoración de los parámetros del RMR básico dan como resultado una puntuación de 58 (Tabla 38), es decir que el afloramiento es de clase III de calidad media (Tabla 39)

CLASIFICACIÓN DEL MACIZO ROCOSO				
TALUD:	TL9 - LM03		**AUTOR:**	LUIS MARTINEZ
COORDENADAS:	**X: 735398**		**Y: 9822286**	**Z:** 3409 m.s.n.m
ROCA:	Microconglomerado		**FECHA:**	10/11/2020
Clasificación de Bieniawski (1989)				
Parámetros de Clasificación con sus respectivos valores				
	PARÁMETROS		**VALORACIÓN**	**PUNTAJE**
1	**Resistencia de la roca intacta**	**Compresión Simple**	50 - 100	7
2	**RQD**		87	17
3	**Espaciado de las discontinuidades**		20 - 60	10
4	**Estado de las discontinuidades**	**Longitud o persistencia**	3 - 10	2
		Abertura	>5 mm	0
		Rugosidad	estriada	0
		Relleno	Duro >5 mm	2
		Alteración	Ligeramente alt.	5
5		**Flujo de agua en las juntas**	Seco	15
Puntuación RMR básico				58

Tabla 38: Puntuación total RMR, estación TL9 – LM03

RMR TL9 - LM03			
58	**CLASE**	**RMR**	**CALIDAD**
	III	41 - 60	**Media**

Tabla 39: Calidad del macizo rocoso TL9 – LM03

El estereograma representa las orientaciones principales de las familias de diaclasas, de color J1 (42/44), de color J2 (346/82) y de color J3 (278/52; Figura 38).

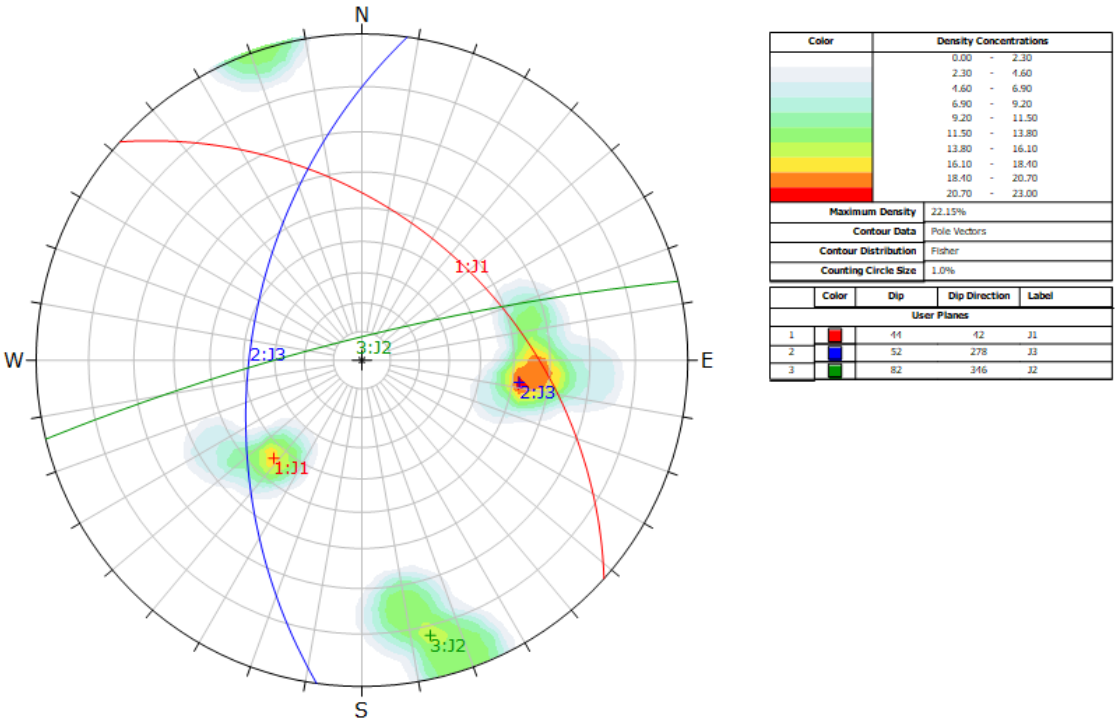


Figura 38: Estereograma de familias de discontinuidades TL9 – LM03

TALUD 10 ESTACIÓN GEOMECÁNICA 1 (TL10 – LM01)

(X: 735322, Y: 9822291, Z: 3402)

El afloramiento de microconglomerados tiene una orientación de (10/73), con una altura de 6m y un ancho de 18m (Figura 39), se identificaron dos familias de diaclasas y una estratificación, sus orientaciones fueron medidas in situ.

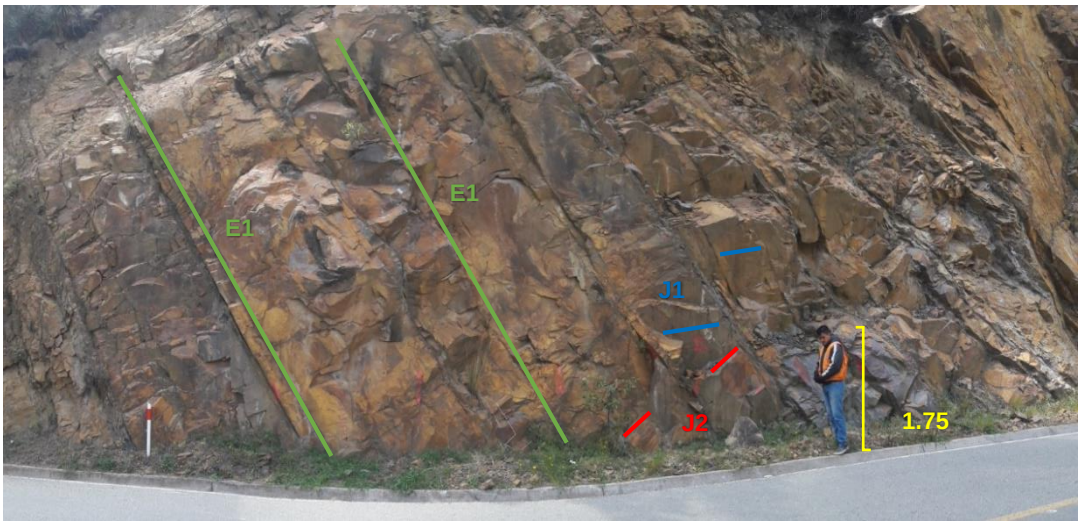


Figura 39: Talud N° 10, (TL10 – LM01), afloramiento microconglomerados, presenta 2 familias de diaclasas, J1, J2

ESPACIADO

El espaciado es de 20- 60 cm, obteniendo una valoración de 10 en el RMR básico.

CONTINUIDAD

La continuidad es de 1-3 m, obteniendo una valoración de 4 en el RMR básico.

APERTURA

La apertura es de 0mm, obteniendo una valoración de 6 en el RMR básico.

RUGOSIDAD

La rugosidad es suave, obteniendo una valoración de 1 en el RMR básico.

RELLENO

No presentan relleno, obteniendo una valoración de 6 en el RMR básico.

ALTERACIÓN

El afloramiento se encuentra ligeramente alterado, obteniendo una valoración de 5 en el RMR básico

AGUA

El afloramiento se encuentra seco, obteniendo una valoración de 15 en el RMR básico

RESISTENCIA

La resistencia fue medida con el martillo geológico dando como resultado una roca muy consistente, obteniendo una valoración de 7 en el RMR básico.

RQD

Se trazaron 6 perfiles de RQD dando como promedio un 90%, asignándole como un afloramiento de buena calidad, obteniendo en el RMR básico una valoración de 17.

RMR BÁSICO

La sumatoria de la valoración de los parámetros del RMR básico, dan como resultado una puntuación de 71 (Tabla 40), es decir que el afloramiento es de clase II de calidad buena. (Tabla 41)

CLASIFICACIÓN DEL MACIZO ROCOSO				
TALUD:	TL10 - LM01		**AUTOR:**	LUIS MARTINEZ
COORDENADAS:	**X: 735322**		**Y: 9822291**	**Z:** 3402 m.s.n.m
ROCA:	Microconglomerado		**FECHA:**	10/11/2020
Clasificación de Bieniawski (1989)				
Parámetros de Clasificación con sus respectivos valores				
	PARÁMETROS		**VALORACIÓN**	**PUNTAJE**
1	**Resistencia de la roca intacta**	**Compresión Simple**	50 - 100	7
2	**RQD**		90	17

3	**Espaciado de las discontinuidades**		20 - 60	10
4	**Estado de las discontinuidades**	**Longitud o persistencia**	1 - 3	4
		Abertura	0 mm	6
		Rugosidad	Suave	1
		Relleno	ninguno	6
		Alteración	Ligeramente alte.	5
5		**Flujo de agua en las juntas**	Seco	15
Puntuación RMR básico				71

Tabla 40: Puntuación total RMR, estación TL10 – LM01

RMR TL10 - LM01			
71	**CLASE**	**RMR**	**CALIDAD**
	II	61 - 80	**Buena**

Tabla 41: Calidad del macizo rocoso TL10 – LM01

El estereograma representa las orientaciones principales de las juntas de diaclasas, de color azul J1 (12/79), de color rojo J2 (81/39) y la estratificación E1 (269/59) de color verde. (Figura 40)

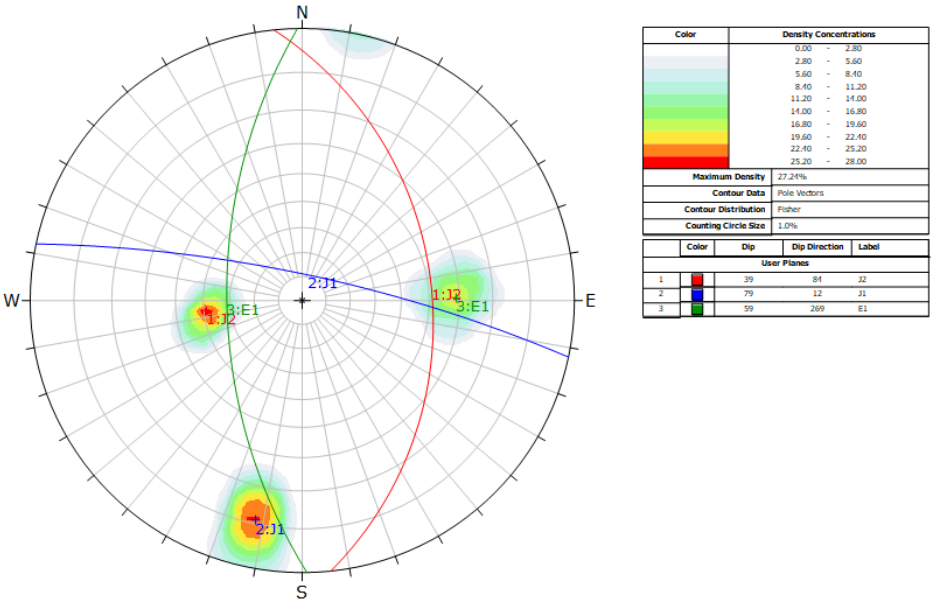


Figura 40: Estereograma de familias de discontinuidades TL10 – LM01

TALUD 10 ESTACIÓN GEOMECÁNICA 2 (TL10 – LM02)

(X: 735307, Y: 9822296, Z: 3403)

El afloramiento de microconglomerados tiene una orientación de (14/75), con una altura de 7m y un ancho de 20m (Figura 41), se identificaron tres familias de diaclasas y una estratificación, sus orientaciones fueron medidas in situ.



Figura 41: Talud N° 10, (TL10 – LM02), afloramiento microconglomerados, presenta 3 familias de diaclasas J1, J2 y J3

ESPACIADO

El espaciado es de 20-60 cm, obteniendo una valoración de 10 en el RMR básico.

CONTINUIDAD

La continuidad es <1 m, obteniendo una valoración de 6 en el RMR básico.

APERTURA

La apertura es >5mm, obteniendo una valoración de 0 en el RMR básico.

RUGOSIDAD

La rugosidad es suave, obteniendo una valoración de 1 en el RMR básico.

RELLENO

No presenta relleno, obteniendo una valoración de 6 en el RMR básico.

ALTERACIÓN

El afloramiento se encuentra ligeramente alterado, obteniendo una valoración de 5 en el RMR básico.

AGUA

El afloramiento se encuentra seco, obteniendo una valoración de 15 en el RMR básico.

RESISTENCIA

La resistencia fue medida con el martillo geológico dando como resultado una roca dura, obteniendo una valoración de 12 en el RMR básico

RQD

Se trazaron 6 perfiles de RQD, dando un promedio del 90%, asignándole como un afloramiento de buena calidad, obteniendo una valoración de 17 en el RMR básico.

RMR BÁSICO

La valoración de los parámetros del RMR básico, dieron como resultado una puntuación de 72 (Tabla 42), es decir que el afloramiento es de clase II calidad buena. (Tabla 43)

CLASIFICACIÓN DEL MACIZO ROCOSO				
TALUD:	TL10 - LM02		**AUTOR:**	LUIS MARTINEZ
COORDENADAS:	**X: 735307**		**Y: 9822296**	**Z:** 3403 m.s.n.m
ROCA:	Microconglomerado		**FECHA:**	10/11/2020
Clasificación de Bieniawski (1989)				
Parámetros de Clasificación con sus respectivos valores				
	PARÁMETROS		**VALORACIÓN**	**PUNTAJE**
1	**Resistencia de la roca intacta**	**Compresión Simple**	100 – 250	12

2	**RQD**		90	17
3	**Espaciado de las discontinuidades**		20 - 60	10
4	**Estado de las discontinuidades**	**Longitud o persistencia**	<1	6
		Abertura	>5 mm	0
		Rugosidad	Suave	1
		Relleno	Ninguno	6
		Alteración	Ligeramente alte.	5
5		**Flujo de agua en las juntas**	Seco	15
Puntuación RMR básico				72

Tabla 42: Puntuación total RMR, estación TL10 – LM02

RMR TL10 - LM02			
72	**CLASE**	**RMR**	**CALIDAD**
	II	61 - 80	**Buena**

Tabla 43: Calidad del macizo rocoso TL10 – LM02

El estereograma representa las orientaciones principales de las familias de diaclasas y de la estratificación, de color verde J1 (3/60), de color rojo J2 (40/50), de color azul J3 (77/41) y de color naranja la estratificación E1 (271/51; Figura 42).

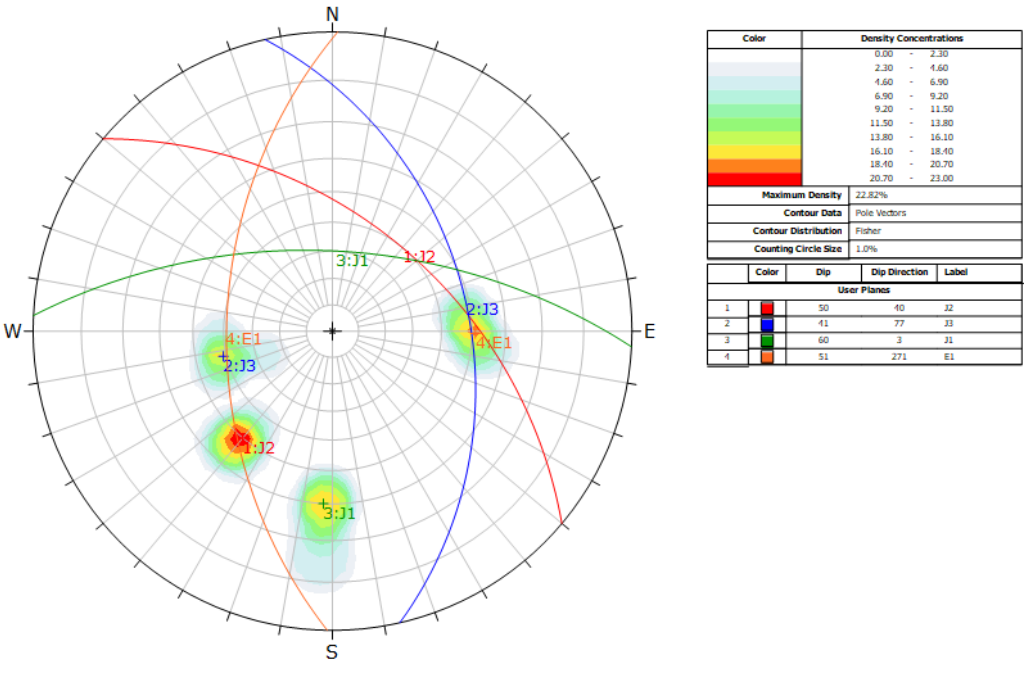


Figura 42: Estereograma de familias de discontinuidades TL10 – LM02

TALUD 11 ESTACIÓN GEOMECÁNICA 1 (TL11 – LM01)

(X: 733379, Y: 9822802, Z: 3285)

El afloramiento de lutita con intercalaciones de limolita tiene una orientación de (350/59), litológicamente está compuesta de lutitas con intercalaciones de limolitas negras, tiene una altura de 16m y un ancho de 30m aproximadamente (Figura 43), se identificaron cuatro familias de diaclasas y una estratificación, sus orientaciones fueron medidas in situ.

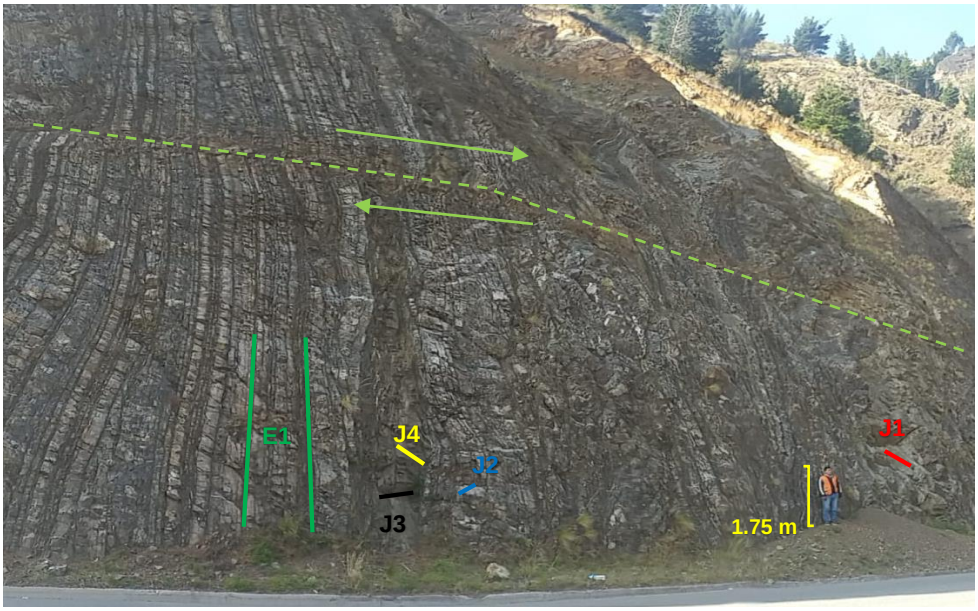


Figura 43: Talud N° 11, (TL11 – LM01), afloramiento de lutitas con intercalación de limolita negras, presenta 4 familias de diaclasas, J1, J2, J3, J4 y falla normal F1

ESPACIADO

El espaciado es de 6-20 cm, obteniendo una valoración de 8 en el RMR básico.

CONTINUIDAD

La continuidad es <1m, obteniendo una valoración de 6 en el RMR básico.

APERTURA

La apertura es >5mm, obteniendo una valoración de 0 en el RMR básico.

RUGOSIDAD

La rugosidad es estriada, obteniendo una valoración de 0 en el RMR básico.

RELLENO

El relleno es blando >5 mm, obteniendo una valoración de 0 en el RMR básico.

ALTERACIÓN

El afloramiento se encuentra moderadamente alterado, obteniendo una valoración de 3 en el RMR básico.

AGUA

El afloramiento se encuentra seco, obteniendo una valoración de 15 en el RMR básico.

RESISTENCIA

La resistencia fue medida con el martillo geológico, dando como resultado una roca muy consistente, obteniendo una valoración de 7 en el RMR básico

RQD

Se trazaron 6 perfiles de RQD dando un promedio de 46%, asignándole como un afloramiento de regular calidad, obteniendo una valoración de 8 en el RMR básico

RMR BÁSICO

La sumatoria de los parámetros del RMR básico dieron una puntuación de 47 (Tabla 44), es decir que el afloramiento es de clase III de calidad media. (Tabla 45)

CLASIFICACIÓN DEL MACIZO ROCOSO			
TALUD:	TL11 - LM01	**AUTOR:**	LUIS MARTINEZ
COORDENADAS:	**X: 733379**	**Y: 9822802**	**Z:** 3285 m.s.n.m
ROCA:	Lutita con intercalaciones de limolita	**FECHA:**	11/11/2020
Clasificación de Bieniawski (1989)			
Parámetros de Clasificación con sus respectivos valores			

	PARÁMETROS		VALORACIÓN	PUNTAJE
1	Resistencia de la roca intacta	Compresión Simple	50 - 100	7
2	RQD		46	8
3	Espaciado de las discontinuidades		6 - 20	8
4	Estado de las discontinuidades	Longitud o persistencia	<1	6
		Abertura	>5 mm	0
		Rugosidad	Estriada - slickensided	0
		Relleno	Blando >5 mm	0
		Alteración	Moderadamente alte.	3
5		Flujo de agua en las juntas	Seco	15
Puntuación RMR básico				47

Tabla 44: Puntuación total RMR, estación TL11 – LM01

RMR TL11 - LM01			
47	CLASE	RMR	CALIDAD
	III	41 - 60	**Media**

Tabla 45: Calidad del macizo rocoso TL11 – LM01

EL estereograma representa las orientaciones principales de las familias de diaclasas y de la estratificación, de color rojo J1 (350/85), de color azul J2 (288/70), de color negro J3 (57/50), de color amarillo J4 (69/64), de color verde la estratificación E1 (304/42) y de color morado la falla normal F1 (192/47; Figura 44).

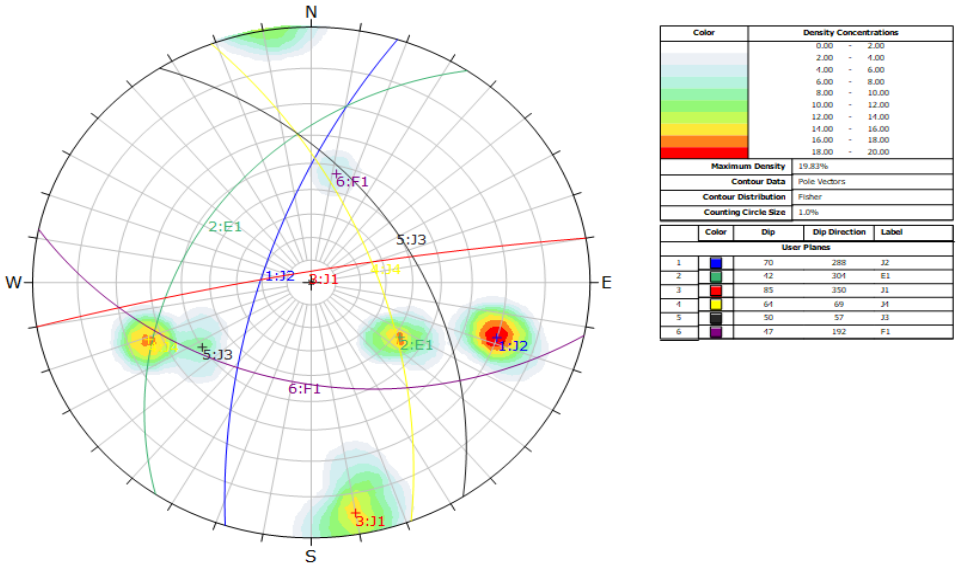


Figura 44: Estereograma de familias de discontinuidades TL11 – LM01

TALUD 12 ESTACIÓN GEOMECÁNICA 1 (TL12 – LM01)

(X: 733298, Y: 9822787, Z: 3274)

El afloramiento de lutitas grises tiene una orientación de (35/63), con una altura de 8m y un ancho de 18m aproximadamente (Figura 45), se identificaron dos familias de diaclasas y una estratificación, sus orientaciones fueron medidas in situ.

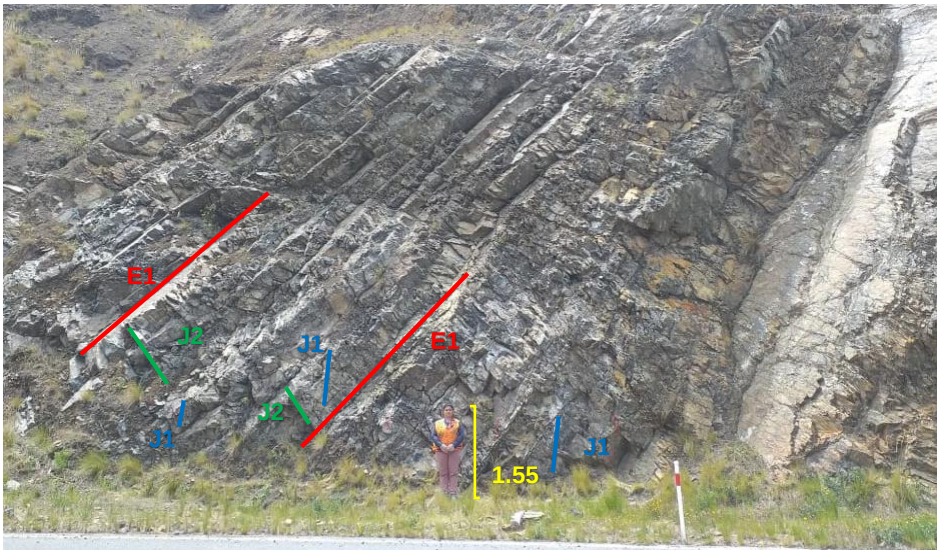


Figura 45: Talud N° 12, (TL12 – LM01), afloramiento lutita grises, presenta 2 familias de diaclasas, J1, J2

ESPACIADO

El espaciado es de 20-60 cm, obteniendo una valoración de 10 en el RMR básico.

CONTINUIDAD

La continuidad es de 1-3 m, obteniendo una valoración de 4 en el RMR básico.

APERTURA

La apertura es >5 mm, obteniendo una valoración de 0 en el RMR básico.

RUGOSIDAD

La rugosidad es suave, obteniendo una valoración de 1 en el RMR básico.

RELLENO

No contiene relleno, obteniendo una valoración de 6 en el RMR básico.

ALTERACIÓN

El afloramiento se encuentra moderadamente alterado, obteniendo una valoración de 3 en el RMR básico.

AGUA

El afloramiento se encuentra seco, obteniendo una valoración de 15 en el RMR básico.

RESISTENCIA

La resistencia fue medida con el martillo geológico, dando como resultado una roca consistente, obteniendo una valoración de 4 en el RMR básico

RQD

Se trazaron 4 perfiles de RQD dando un promedio de 71%, asignándole como un afloramiento de regular calidad, obteniendo una valoración de 13 en el RMR básico

RMR BÁSICO

La puntuación del RMR básico es de 56 (Tabla 46), es decir que el afloramiento es de clase III de calidad media (Tabla 47).

CLASIFICACIÓN DEL MACIZO ROCOSO				
TALUD:	TL12 - LM01		**AUTOR:**	LUIS MARTINEZ
COORDENADAS:	**X: 733298**		**Y: 9822787**	**Z:** 3274 m.s.n.m
ROCA:	Lutita		**FECHA:**	11/11/2020
Clasificación de Bieniawski (1989)				
Parámetros de Clasificación con sus respectivos valores				
	PARÁMETROS		**VALORACIÓN**	**PUNTAJE**
1	**Resistencia de la roca intacta**	**Compresión Simple**	25 - 50	4
2	**RQD**		71	13

3	**Espaciado de las discontinuidades**		20 - 60	10
4	**Estado de las discontinuidades**	**Longitud o persistencia**	1 - 3	4
		Abertura	>5 mm	0
		Rugosidad	Suave	1
		Relleno	Ninguno	6
		Alteración	Moderadamente alte.	3
5		**Flujo de agua en las juntas**	Seco	15
Puntuación RMR básico				56

Tabla 46: Puntuación total RMR, estación TL12 – LM01

RMR TL12 - LM01			
56	**CLASE**	**RMR**	**CALIDAD**
	III	41 - 60	**Media**

Tabla 47: Calidad del macizo rocoso TL12 – LM01

EL estereograma representa las orientaciones principales de las familias de diaclasas y de la estratificación, de color azul J1 (61/55), de color verde J2 (347/40) y de color rojo la estratificación E1 (144/61; Figura 46).

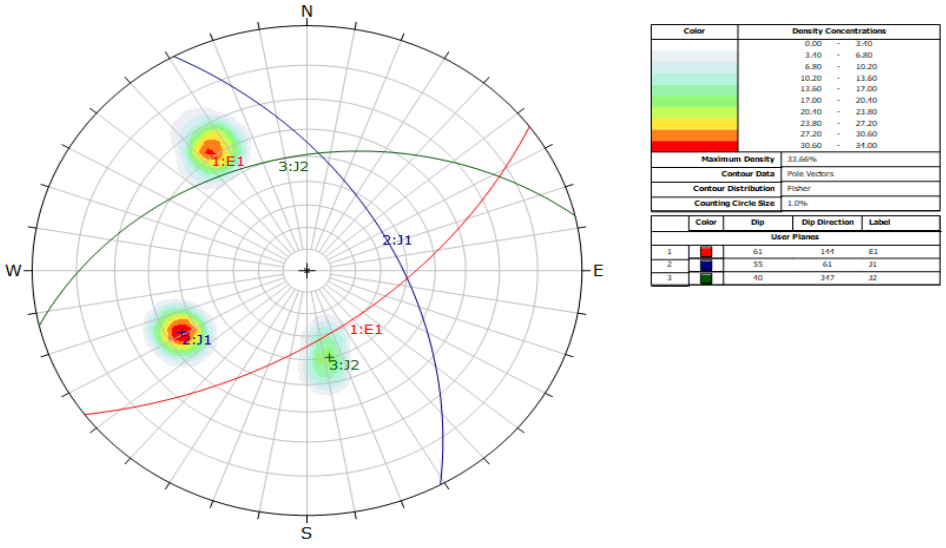


Figura 46: Estereograma de familias de discontinuidades TL12 – LM01

TALUD 12 ESTACIÓN GEOMECÁNICA 20 (TL12 – LM02)

(X: 733252, Y: 9822836, Z: 3272)

El afloramiento de lutita presenta una orientación de (50/75), con una altura de 5m y un ancho de 14m aproximadamente (Figura 47), se identificaron tres familias de diaclasas y una estratificación, sus orientaciones fueron medidas in situ.



Figura 47: Talud N° 12, (TL12 – LM02), afloramiento lutita grises, presenta 3 familias de diaclasas, J1, J2 y J3

ESPACIADO

El espaciado es de 6-20 cm, obteniendo una valoración de 8 en el RMR básico.

CONTINUIDAD

La continuidad es <1 m, obteniendo una valoración de 6 en el RMR básico.

APERTURA

La apertura es de 1-5 mm, obteniendo una valoración de 1 en el RMR básico.

RUGOSIDAD

La rugosidad es suave, obteniendo una valoración de 1 en el RMR básico.

RELLENO

El relleno es duro <5mm, obteniendo una valoración de 4 en el RMR básico.

ALTERACIÓN

El afloramiento se encuentra muy alterado, obteniendo una valoración de 1 en el RMR básico.

AGUA

El afloramiento se encuentra seco, obteniendo una valoración de 15 en el RMR básico.

RESISTENCIA

La resistencia fue medida con el martillo geológico, dando como resultado una roca consistente, obteniendo una valoración de 4 en el RMR básico

RQD

Se trazaron 4 perfiles de RQD dando un promedio de 55%, asignándole como un afloramiento de regular calidad, obteniendo una valoración de 13 en el RMR básico.

RMR BÁSICO

La sumatoria de la valoración de los parámetros del RMR básico dan como resultado una puntuación de 53 (Tabla 48), es decir que el afloramiento es de clase III de calidad media (Tabla 49).

CLASIFICACIÓN DEL MACIZO ROCOSO			
TALUD:	TL12 - LM02	**AUTOR:**	LUIS MARTINEZ
COORDENADAS:	**X: 733252**	**Y: 9822836**	**Z:** 3272 m.s.n.m
ROCA:	Lutita	**FECHA:**	11/11/2020
Clasificación de Bieniawski (1989)			
Parámetros de Clasificación con sus respectivos valores			
	PARÁMETROS	**VALORACIÓN**	**PUNTAJE**

1	**Resistencia de la roca intacta**	**Compresión Simple**	25 - 50	4
2	**RQD**		55	13
3	**Espaciado de las discontinuidades**		6 - 20	8
4	**Estado de las discontinuidades**	**Longitud o persistencia**	<1	6
		Abertura	1 - 5 mm	1
		Rugosidad	Suave	1
		Relleno	Duro <5 mm	4
		Alteración	Muy alterado	1
5		**Flujo de agua en las juntas**	Seco	15
Puntuación RMR básico				53

Tabla 48: Puntuación total RMR, estación TL12 – LM02

RMR TL12 - LM02			
53	**CLASE**	**RMR**	**CALIDAD**
	III	41 - 60	**Media**

Tabla 49: Calidad del macizo rocoso TL12 – LM02

EL estereograma representa las orientaciones principales de las familias de diaclasas y de la estratificación, de color rojo J1 (352/48), de color azul J2 (222/51) y de color verde J3 (80/69; Figura 48).

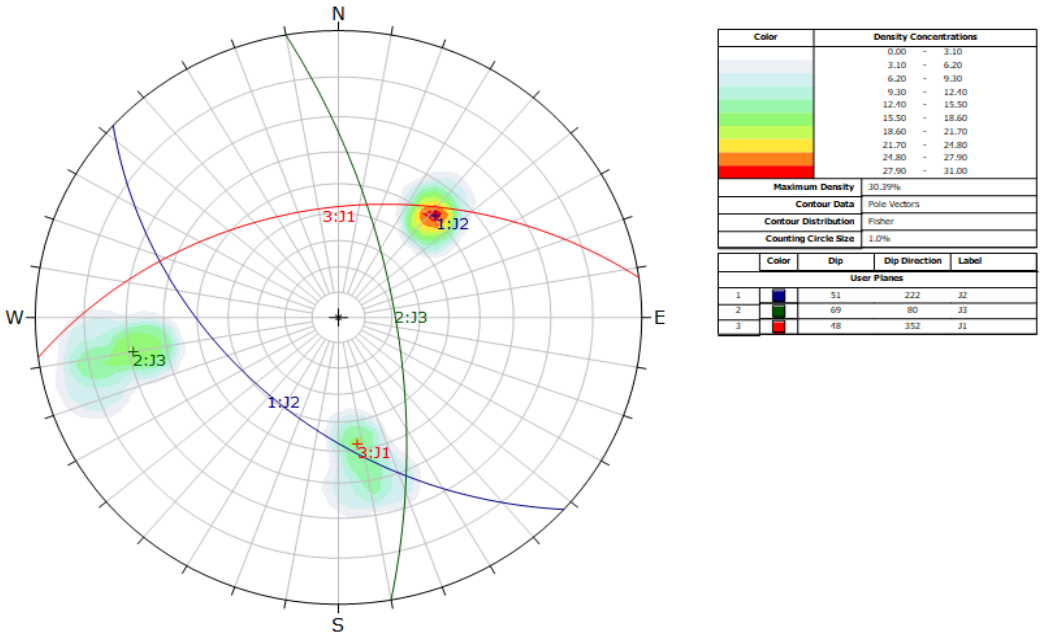


Figura 48: Estereograma de familias de discontinuidades TL12 – LM02

TALUD 12 ESTACIÓN GEOMECÁNICA 21 (TL12 – LM03)

(X: 733206, Y: 9822861, Z: 3270)

El afloramiento de lutitas tiene una orientación de (25/60), con una altura de 9m y un ancho de 20m aproximadamente (Figura 49), se identificaron cuatro familias de diaclasas, sus orientaciones fueron medidas in situ.

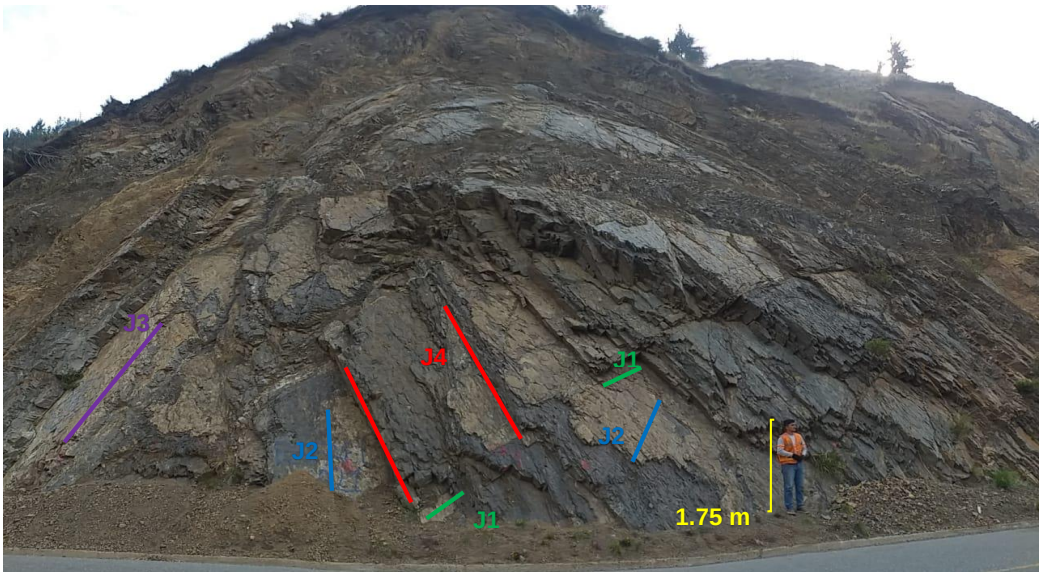


Figura 49: Talud N° 12, (TL12 – LM03), afloramiento lutita grises, presenta 4 familias de diaclasas, J1, J2, J3 y J4

ESPACIADO

El espaciado es de 20 – 60 cm, obteniendo una valoración de 10 en el RMR básico.

CONTINUIDAD

La continuidad es <1 m, obteniendo una valoración de 6 en el RMR básico.

APERTURA

La apertura es de 0mm, obteniendo una valoración de 6 en el RMR básico.

RUGOSIDAD

El afloramiento es ligeramente rugoso, obteniendo una valoración de 3 en el RMR básico.

RELLENO

No presenta relleno, obteniendo una valoración de 6 en el RMR básico.

ALTERACIÓN

El afloramiento se encuentra ligeramente alterado, obteniendo una valoración de 5 en el RMR básico.

AGUA

El afloramiento se encuentra seco, obteniendo una valoración de 15 en el RMR básico.

RESISTENCIA

La resistencia fue medida con el martillo geológico, dando como resultado una roca consistente, obteniendo una valoración de 4 en el RMR básico

RQD

Se trazaron 4 perfiles de RQD dando un promedio de 57%, asignándole como un afloramiento de regular calidad, obteniendo una valoración de 13 en el RMR básico.

RMR BÁSICO

La sumatoria de la puntuación de los parámetros dio como resultado un RMR básico de 68 (Tabla 50), es decir que el afloramiento es de clase II de calidad buena. (Tabla 51)

CLASIFICACIÓN DEL MACIZO ROCOSO				
TALUD:	TL12 - LM03		**AUTOR:**	LUIS MARTINEZ
COORDENADAS:	**X: 733206**		**Y: 9822861**	**Z:** 3270 m.s.n.m
ROCA:	Lutita		**FECHA:**	11/11/2020
Clasificación de Bieniawski (1989)				
Parámetros de Clasificación con sus respectivos valores				
	PARÁMETROS		**VALORACIÓN**	**PUNTAJE**
1	**Resistencia de la roca intacta**	**Compresión Simple**	25 - 50	4
2	**RQD**		57	13
3	**Espaciado de las discontinuidades**		20 - 60	10
4	**Estado de las discontinuidades**	**Longitud o persistencia**	<1	6

		Abertura	0 mm	6
		Rugosidad	Ligeramente rugosa	3
		Relleno	Ninguno	6
		Alteración	Ligeramente alte.	5
5		**Flujo de agua en las juntas**	Seco	15
Puntuación RMR básico				68

Tabla 50: Puntuación total RMR, estación TL12 – LM03

RMR TL12 - LM03			
68	**CLASE**	**RMR**	**CALIDAD**
	II	61 - 80	**Buena**

Tabla 51: Calidad del macizo rocoso TL12 – LM03

EL estereograma representa las orientaciones principales de las familias de diaclasas y de la estratificación, de color rojo J1 (16/55), de color verde J2 (153/56), de color azul J3 (280/70) y de color morado J4 (50/59; Figura 50).

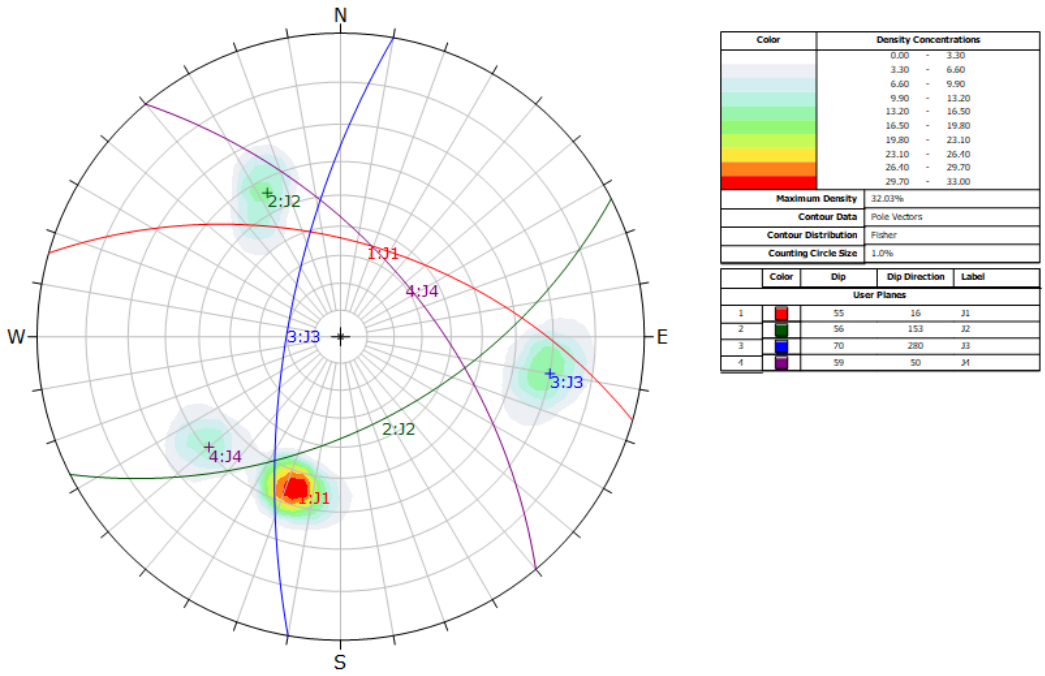


Figura 50: Estereograma de familias de discontinuidades TL12 – LM03

La (tabla 52) representa la calidad de la roca de cada estación geomecánica y de los taludes estudiados.

TALUD	ESTACIÓN GEOMECANICA	RMR%	CALIDAD DE LA ROCA POR ESTACIÓN	CALIDAD DE LA ROCA POR TALUD	
1	1	63	Buena	**59**	**Media**
	2	55	Media		
2	1	53	Media	**53**	**Media**
	2	53	Media		
3	1	68	Buena	**61,5**	**Media**
	2	55	Media		
4	1	53	Media	**51,5**	**Media**
	2	50	Media		
6	1	57	Media	**57**	**Media**
7	1	52	Media	**52**	**Media**
8	1	65	Buena	**65**	**Buena**
	2	65	Buena		
9	1	62	Buena	**62,33**	**Buena**
	2	67	Buena		
	3	58	Media		
10	1	71	Buena	**71,5**	**Buena**
	2	72	Buena		
11	1	47	Media	**47**	**Media**
12	1	56	Media	**58,67**	**Media**
	2	52	Media		
	3	68	Buena		

Tabla 52: Calidad de la roca por talud de acuerdo al resultado del RMR

4.2. CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA DEL TRAMO DE ESTUDIO “PUNGUI – GALLO RUMI”

En la toma de datos geomecánicos de los 12 taludes en el tramo de estudio “Pungui – Gallo Rumi” se observaron varios tipos de rocas y se seleccionaron tres muestras para realizar análisis litológico y mineralógico mediante láminas delgadas.

4.2.1. MUESTRA LM-001

Nombre de la roca: Basalto cloritizada.

Análisis macroscópico

Roca gris oscura verdosa de grano fino, cristalina con sulfuros diseminados, presenta minerales magnéticos, la roca contienen vetillas con carbonatos, en los bordes ligeramente serpentizada y sulfuros diseminados (Figura 51).



Figura 51: Muestra de mano LM - 001

Análisis microscópico

Textura porfídica, roca cristalina, presenta cristales de diferente tamaño, en zonas se observa concentraciones de plagioclasas y ferromagnesianos (piroxenos y pocos anfiboles) alterados a clorita, presenta minerales magnéticos.

Porcentaje aproximado de minerales:

FENOCRISTALES	60%	MATRIZ	40%
Plagioclasas	35 – 40%	Plagioclasas	15 – 20%
Hornblendas	10 – 15%	Hornblendas	1 – 5%
Piroxenos	1 – 5%	Minerales de alteración	10 – 15%
Feldespatos	1 – 5%	Opacos	1 – 5%
Opacos	1 – 2%		

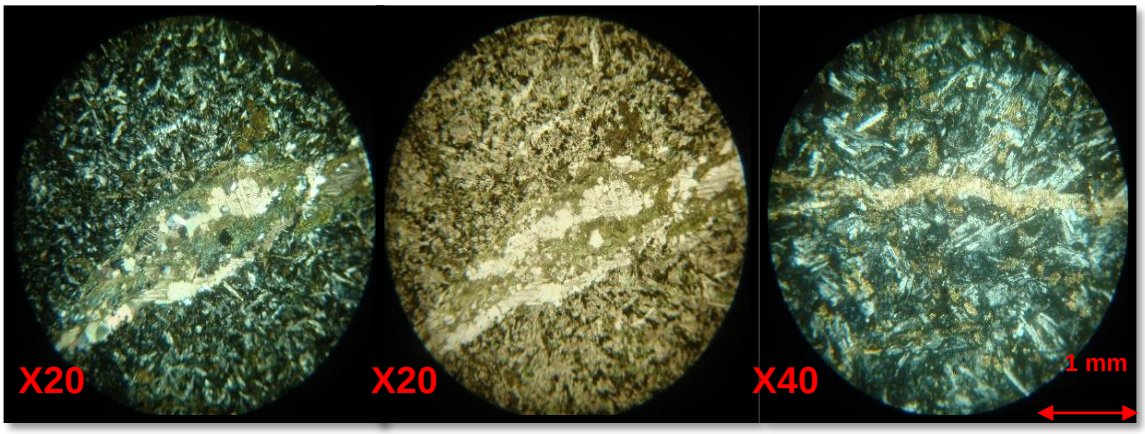
Tabla 53: Cuadro de porcentajes de minerales, microscópico, muestra LM001

Características de los minerales

Plagioclasas: Gran parte de estos microcristales están ligeramente alterados y alargados, dispersos e incoloros en luz natural, con relieve moderado, se observan maclados polisintéticos dobles, tienen formas bien desarrolladas, en algunos se observa sus bordes corroídos. El clivaje tiene un buen desarrollo en una dirección, algunos cristales presentan un ángulo extinción inclinada.

Ferro magnesianos (silicatos de hierro y magnesio): se identifica principalmente microcristales de piroxenos, olivinos y pocos anfíboles (hornblendas) se han identificado por sus rasgos de clivaje característico, bajo el microscopio son de colores fuertes de birrefringencia y de color café claro y tinte verdoso en luz natural, presentan relieve moderado - alto, y la mayoría de los cristales tienen su clivaje poco desarrollado, son de formas subhedrales, se observa adicionalmente microcristales de piroxenos (augitas) con relieve alto y clivaje poco desarrollado; el olivino es identificado por su relieve alto.

Como minerales de alteración se observa clorita asociada a ferro magnesianos (augita y hornblenda). En zonas de vetillas, se observan sílice secundario y calcita, en secciones se encuentran rellenando espacios en la matriz. Tiene minerales opacos (metálicos) que pueden ser sulfuros magnéticos.



Microfotografía en luz polarizada: presenta fenocristales de plagioclasas, son visibles tonos grises de primer orden y maclados; los piroxenos en la parte superior izquierda, presentan clivaje poco desarrollado, al igual y en menor cantidad anfiboles (hornblendas) de color gris azulado y dos clivajes pobremente desarrollados, en su gran mayoría componentes de rocas de composición básica, los minerales son de formas poco conservadas debido a su alteración a clorita, en la parte central en las vetillas de carbonatos (calcita) se puede observar minerales de alteración (cloritas) (Figura 52 – izquierda).

Microfotografía en Luz natural: Se observan hornblendas y piroxenos con relieve alto, a su alrededor minerales pequeños de tinte algo verdoso de clorita, asociados a las plagioclasas y clino-piroxenos (augitas), en sectores se observan plagioclasas dispersas. Los opacos (metálicos) de color negro se encuentran aislados y concentrados (Figura 52 - centro). **En la (Figura 52 - derecha)** se identifica con mejor detalle (40x) a las plagioclasas ligeramente orientadas por fluidez interrumpidas por la presencia de la vetilla de calcita.

Resultado

La roca tiene componentes de ferro-magnesianos (olivinos, augitas y trazas de hornblendas) menores a 1mm, característicos de una roca básica, gran parte de estos minerales están poco cloritizados.

La roca presenta trazas de minerales metálicos (sulfuros de hierro), que han sido incluidos por fluidos hidrotermales. Se han observado dos tipos de vetillas las primeras con calcita y otra con sílice.

La roca contiene minerales de alteración, en valores importantes, estos minerales secundarios son producto de ascenso de fluidos hidrotermales.

Figura 52: Clasificación modal de la lámina LM – 001

4.2.2. MUESTRA LM-002

Nombre de la roca: Caliza bioclástica

Análisis macroscópico

Roca gris oscura de grano fino, con clastos de diferente tamaño, en zonas se observan concentraciones de restos rellenos de calcita y sílice en forma subredondeada, las vetillas son de calcita y se observan al menos dos tipos de emplazamientos de fluido calcáreo (Figura 54)

Figura 53: Muestra de mano LM-002

Análisis microscópico

Textura constituida por fragmentos de tamaños variados, con delgados bordes micríticos, el cemento es carbonatado esparítico de grano fino.

Porcentaje aproximado de minerales:

CLASTOS	60%	MATRIZ	40%
Calcita	35 – 40%	Carbonatos	25 – 30%
Clastos (sílice y otros)	10 – 15%	Minerales de alteración	5 – 10%
Minerales de alteración	5 – 10%		

Tabla 54: Porcentajes de minerales microscópicos de la muestra LM002

Características de los minerales

Calcita: Gran parte de estos microcristales están ligeramente corroídos y alargados, dispersos, incoloros en luz natural y relieve moderado, se observa con dos clivajes característicos de calcita y colores de birrefringencia de segundo orden.

Clastos de otras rocas: se identifica principalmente microcristales de sílice rellenando espacios redondeados a subredondeados.

Como minerales de alteración se observan clorita y óxidos de hierro.

Microfotografía en luz polarizada: se identifican clastos de tonalidad gris rellenos de sílice y carbonatos, y algunos bioclastos con sus bordes delgados y remplazados por calcita, algunos componentes con características de micritas (Figura 53 - izquierda)

Microfotografía en Luz natural: Con relieve cambiante se identifican los carbonatos, son incoloros; algunos vestigios de fósiles son visibles con características de bivalvos en la parte central de la foto derecha (Figura 53 – centro y derecha)

Resultado

La roca tiene componentes menores a 2mm, con importante contenido de fósiles con características de bivalvos, en una matriz fina carbonatada.

Los clastos son visibles y de forma redondeada, rellenos de sílice y de carbonato al igual que las vetillas.

La roca contiene pocos minerales de alteración, estos minerales secundarios son producto de ascenso de fluidos hidrotermales y rellena finas vetillas, en dos direcciones.

4.2.3. MUESTRA LM-003

Nombre de la roca: Basalto cloritizado

Análisis macroscópico

Roca gris oscura verdosa de grano fino, alterada-cloritizada, los microcristales de color blanco son de plagioclasas, se observan pocos sulfuros diseminados, algunas vetillas rellenas de minerales epigenéticos como óxidos de hierro, sílice y calcáreos (Figura 56).

Análisis microscópico

Textura porfirítica – intergranular, con cristales de diferente tamaño, en zonas se observan concentraciones de plagioclasas y ferro magnesianos (anfíboles) alterados a clorita y epidota.

Porcentaje aproximado de minerales:

FENOCRISTALES	**50%**	**MATRIZ**	**50%**

Plagioclasas	20 – 25%	Plagioclasas	25 – 30%
Piroxenos	5 – 10%	Piroxenos	1 – 5%
Anfíboles	1 – 3%	Anfíboles	1 – 3%
Minerales de alteración	5 - 10%	Minerales de alteración	1 – 5%
Opacos	1 – 5%	Opacos	1 – 3%

Tabla 55: Cuadro de porcentajes de minerales, microscópico, muestra LM002

Características de los minerales

Plagioclasas: Gran parte de estos microcristales están ligeramente alterados y alargados, dispersos, incoloros en luz natural y relieve moderado, se encuentran maclados y son de formas poco desarrolladas, en algunos se observa sus bordes corroídos con zonas de minerales fino-granulares.

Ferro magnesianos (silicatos de hierro y magnesio): se identifica principalmente microcristales de piroxenos y pocos anfíboles (hornblendas), se han identificado por su relieve y por rasgos de clivaje característico, bajo el microscopio son de colores fuertes de birrefringencia y de color café claro con tinte verdoso en luz natural, presentan relieve moderado - alto, son de formas subhedrales, la gran mayoría presenta sus bordes alterados a clorita.

Como minerales de alteración se observa clorita asociada a ferro-magnesianos (hornblenda). En zonas de vetillas se observa sílice secundaria, clorita y calcita, en secciones se encuentran rellenando espacios en la matriz. Tiene trazas de minerales opacos (metálicos) que pueden ser sulfuros.

Microfotografía en luz polarizada: microcristales de plagioclasas maclados, al igual que los piroxenos alterados a clorita, en menor cantidad anfiboles (hornblendas) de color gris azulado, los minerales son de formas poco conservadas debido a su alteración a clorita, en la parte central se puede identificar minerales de alteración (cloritas), estos cristales se interrumpen con finas vetillas de carbonato y sílice de formas y estructuras heterogéneas (Figura 58 - izquierda).

Microfotografía en Luz natural: Hornblendas y piroxenos con relieve alto, a su alrededor minerales pequeños de tinte algo verdoso de clorita, asociados a las plagioclasas y clinopiroxenos, en sectores se observa plagioclasas dispersas (Figura 58 – derecha).

Resultado

La roca tiene componentes ferro-magnesianos característicos de una roca basáltica, gran parte de estos minerales están cloritizados, y poco silicificados.

La roca presenta trazas de minerales metálicos (sulfuros de hierro), que han sido incluidos por fluidos hidrotermales, estos minerales son inestables en procesos de meteorización y alteración.

La roca contiene minerales de alteración, en valores importantes, estos minerales secundarios son producto de ascenso de fluidos hidrotermales y han rellenado vetillas.

Figura 54: Clasificación modal de la lámina LM – 003

A partir de las láminas delgadas y de lo observado en campo se pudo comprobar la presencia de la Unidad Yunguilla, Unidad Pallatanga, Formación Gallo Rumi y la Formación Apagua, como lo muestra el mapa de la Cordillera Occidental 1° - 2° S, mientras que el contacto de la Formación Gallo Rumi y Apagua fue observado en coordenadas diferentes a las del mapa.

Figura 55: Mapa geológico del tramo de estudio “Pungui – Gallo Rumi”

Después de (DIrección General de Geología y Minas, 1970), Mapa Geológico de la Cordillera Occidental 1-2°S

CAPÍTULO V

DISCUSIÓN

En la vía Guaranda - Chimborazo (E492), en el tramo de estudio “Pungui – Gallo Rumi”, vía Guaranda, Ecuador, se observan desprendimientos de rocas del macizo rocoso, lo cual ocurre con mayor intensidad en temporada de invierno, donde las lluvias son intensas, es por ello que, el estudio efectuado en esa zona permite abordar esta problemática.

No obstante, es importante realizar una comparación cualitativa sobre estos hallazgos con los de otros investigadores, como es Aguirre (2020), quien, hizo un estudio sobre la caracterización geomecánica de los afloramientos rocosos presentes en la microcuenca “La Mesa El Oro”, concluyendo que, las litologías presentes son: Andesitas, Cuarcitas Silicificadas y Riolitas tobáceas; a partir de la clasificación del macizo rocoso Rock Mass Rating (RMR) básico con una puntuación de 41-60, se determina que la calidad del macizo rocoso es de tipo III (media). Sobre este análisis, la presente investigación, muestra resultados similares en de la clasificación del macizo rocoso Rock Mass Rating (RMR) básico al estudio antes descrito; se obtiene

en el RMR básico puntuaciones de 41 a 60 en los taludes de Lutita, Arenisca y Caliza, es decir de clase III calidad media, mientras que el micro conglomerado de los taludes 8, 9 y 10 tiene un RMR básico de 61-80 clase II calidad buena.

Guevara (2020) determinó mediante el RMR básico que las Andesitas analizadas en los macizos rocosos, presentan valores de 61-80 en el RMR básico, es decir de calidad buena, al igual que los afloramientos de microconglomerados de los taludes 8, 9 y 10 de la presente investigación.

De esta manera, al verificar estos resultados con otros investigadores, se aprecia una similitud en la calidad del macizo rocoso, lo que evidencia que los mismos presentan comportamientos similares, debido al grado de fracturación y a su comportamiento cinemático a pesar de ser litológicamente distintos, de encontrarse en zonas diferentes y ser sometidos a distintos procesos de meteorización.

CAPÍTULO VI

CONCLUSIONES

- La zona de estudio se encuentra en la Cordillera Occidental al sur del Volcán Chimborazo, constituida por las formaciones geológicas Yunguilla, Apagua, Pallatanga y Gallo Rumi.
- Las láminas delgadas de las rocas permitieron corroborar la presencia de basaltos de la Formación Pallatanga y las Calizas bioclásticas de la Formación Yunguilla
- El contacto de las rocas de la Formación Yunguilla y la Formación Gallo Rumi se evidenció en coordenadas distintas a las del mapa de la Cordillera Occidental 1° - 2° S
- La calidad de los afloramientos fue determinada mediante la clasificación del macizo rocoso Rock Mass Rating (RMR) de Bieniawski (1989) realizada a 21 estaciones geomecánicas que corresponden a 12 taludes
- El talud 1 estación geomecánica 1 presenta las siguientes características: espaciado 6-20 cm; continuidad <1 m; abertura 1-5 mm; rugosidad suave; seca;

relleno blando <5 mm; moderadamente alterada; resistencia de 55 Mpa; y RQD de 93%. Por lo tanto, el talud 1 estación geomecánica 1 es de calidad buena, clase II, según la Clasificación del Macizo Rocoso (RMR; Bieniawski, 1989)

- El talud 1 estación geomecánica 2 presenta las siguientes características: espaciado 20-60 cm; continuidad 1-3 m; abertura >5 mm; rugosidad suave; seca; relleno blando >5 mm; muy alterado; resistencia de 50-100 Mpa; y RQD de 76%. Por lo tanto, el talud 1 estación geomecánica 2 es de calidad media, clase III, según la Clasificación del Macizo Rocoso (RMR; Bieniawski, 1989)
- El talud 2 estación geomecánica 1 presenta las siguientes características: espaciado 20-60 cm; continuidad <1 m; abertura 1-5 mm; rugosidad suave; seca; relleno blando >5 mm; moderadamente alterada; resistencia de 25-50 Mpa; y RQD de 64%. Por lo tanto, el talud 2 estación geomecánica 1 es de calidad media, clase III, según la Clasificación del Macizo Rocoso (RMR; Bieniawski, 1989)
- El talud 2 estación geomecánica 2 presenta las siguientes características: espaciado 6-20 cm; continuidad <1 m; abertura 1-5 mm; rugosidad suave; seca; relleno blando <5 mm; moderadamente alterada; resistencia de 50-100 Mpa; y RQD de 50%. Por lo tanto, el talud 2 estación geomecánica 2 es de calidad media, clase III, según la Clasificación del Macizo Rocoso (RMR; Bieniawski, 1989)
- El talud 3 estación geomecánica 1 presenta las siguientes características: espaciado 6-20 cm; continuidad <1 m; abertura 0 mm; ligeramente rugosa; seca; no presenta relleno; moderadamente alterada; resistencia de 25-50 Mpa; y RQD de 90%. Por lo tanto, el talud 3 estación geomecánica 1 es de calidad buena, clase II, según la Clasificación del Macizo Rocoso (RMR; Bieniawski, 1989)
- El talud 3 estación geomecánica 2 presenta las siguientes características: espaciado 20-60 cm; continuidad <1 m; abertura >5 mm; rugosidad suave; seca; relleno blando >5 mm; moderadamente alterada; resistencia de 58.67 Mpa; y RQD de 53%. Por lo tanto, el talud 3 estación geomecánica 2 es de calidad

media, clase III, según la Clasificación del Macizo Rocoso (RMR; Bieniawski, 1989)

- El talud 4 estación geomecánica 1 presenta las siguientes características: espaciado 20-60 cm; continuidad 1-3 m; abertura >5 mm; rugosidad suave; seca; relleno duro >5 mm; muy alterada; resistencia de 50-100 Mpa; y RQD de 70%. Por lo tanto, el talud 4 estación geomecánica 1 es de calidad media, clase III, según la Clasificación del Macizo Rocoso (RMR; Bieniawski, 1989)
- El talud 4 estación geomecánica 2 presenta las siguientes características: espaciado 20-60 cm; continuidad 3-10 m; abertura >5 mm; ligeramente rugosa; seca; relleno duro >5 mm; muy alterada; resistencia de 33.97 Mpa; y RQD de 65%. Por lo tanto, el talud 4 estación geomecánica 2 es de calidad media, clase III, según la Clasificación del Macizo Rocoso (RMR; Bieniawski, 1989)
- El talud 6 estación geomecánica 1 presenta las siguientes características: espaciado 20-60 cm; continuidad <1 m; abertura 1-5 mm; rugosidad estriada-slickensided; seca; relleno blando <5 mm; moderadamente alterada; resistencia de 50-100 Mpa; y RQD de 54%. Por lo tanto, el talud 6 estación geomecánica 1 es de calidad media, clase III, según la Clasificación del Macizo Rocoso (RMR; Bieniawski, 1989)
- El talud 7 estación geomecánica 1 presenta las siguientes características: espaciado 6-20 cm; continuidad <1 m; abertura 1-5 mm; rugosidad estriada-slickensided; seca; no presenta relleno; muy alterada; resistencia de 50-100 Mpa; y RQD de 31%. Por lo tanto, el talud 7 estación geomecánica 1 es de calidad media, clase III, según la Clasificación del Macizo Rocoso (RMR; Bieniawski, 1989)
- El talud 8 estación geomecánica 1 presenta las siguientes características: espaciado 20-60 cm; continuidad 1-3 m; abertura 1-5 mm; ligeramente rugosa; seca; no presenta relleno; ligeramente alterada; resistencia de 43.97 Mpa; y RQD de 83%. Por lo tanto, el talud 8 estación geomecánica 1 es de calidad buena, clase II, según la Clasificación del Macizo Rocoso (RMR; Bieniawski, 1989)

- El talud 8 estación geomecánica 2 presenta las siguientes características: espaciado 20-60 cm; continuidad <1 m; abertura 1-5 mm; rugosidad estriada-slickensided; seca; no presenta relleno; ligeramente alterada; resistencia de 59 Mpa; y RQD de 73%. Por lo tanto, el talud 8 estación geomecánica 2 es de calidad buena, clase II, según la Clasificación del Macizo Rocoso (RMR; Bieniawski, 1989)
- El talud 9 estación geomecánica 1 presenta las siguientes características: espaciado 20-60 cm; continuidad 1-3 m; abertura 1-5 mm; rugosidad suave; seca; no presenta relleno; ligeramente alterada; resistencia de 50-100 Mpa; y RQD de 70%. Por lo tanto, el talud 9 estación geomecánica 1 es de calidad buena, clase II, según la Clasificación del Macizo Rocoso (RMR; Bieniawski, 1989)
- El talud 9 estación geomecánica 2 presenta las siguientes características: espaciado 20-60 cm; continuidad <1 m; abertura >5 mm; rugosidad suave; seca; no presenta relleno; ligeramente alterada; resistencia de 50-100 Mpa; y RQD de 85%. Por lo tanto, el talud 9 estación geomecánica 2 es de calidad buena, clase II, según la Clasificación del Macizo Rocoso (RMR; Bieniawski, 1989)
- El talud 9 estación geomecánica 3 presenta las siguientes características: espaciado 20-60 cm; continuidad 3-10 m; abertura >5 mm; rugosidad estriada-slickensided; seca; relleno duro >5 mm; ligeramente alterada; resistencia de 50-100 Mpa; y RQD de 87%. Por lo tanto, el talud 9 estación geomecánica 3 es de calidad media, clase III, según la Clasificación del Macizo Rocoso (RMR; Bieniawski, 1989)
- El talud 10 estación geomecánica 1 presenta las siguientes características: espaciado 20-60 cm; continuidad 1-3 m; abertura 0 mm; rugosidad suave; seca; no presenta relleno; ligeramente alterada; resistencia de 50-100 Mpa; y RQD de 90%. Por lo tanto, el talud 10 estación geomecánica 1 es de calidad buena, clase II, según la Clasificación del Macizo Rocoso (RMR; Bieniawski, 1989)
- El talud 10 estación geomecánica 2 presenta las siguientes características: espaciado 20-60 cm; continuidad <1 m; abertura >5 mm; rugosidad suave; seca; no presenta relleno; ligeramente alterada; resistencia de 100-250 Mpa; y RQD

de 90%. Por lo tanto, el talud 10 estación geomecánica 2 es de calidad buena, clase II, según la Clasificación del Macizo Rocoso (RMR; Bieniawski, 1989)

- El talud 11 estación geomecánica 1 presenta las siguientes características: espaciado 6-20 cm; continuidad <1 m; abertura >5 mm; rugosidad estriada-slickensided; seca; relleno blando >5 mm; moderadamente alterada; resistencia de 50-100 Mpa; y RQD de 46%. Por lo tanto, el talud 11 estación geomecánica 1 es de calidad media, clase III, según la Clasificación del Macizo Rocoso (RMR; Bieniawski, 1989)
- El talud 12 estación geomecánica 1 presenta las siguientes características: espaciado 20-60 cm; continuidad 1-3 m; abertura >5 mm; rugosidad suave; seca; no presenta relleno; moderadamente alterada; resistencia de 25-50 Mpa; y RQD de 71%. Por lo tanto, el talud 12 estación geomecánica 1 es de calidad media, clase III, según la Clasificación del Macizo Rocoso (RMR; Bieniawski, 1989)
- El talud 12 estación geomecánica 2 presenta las siguientes características: espaciado 6-20 cm; continuidad <1 m; abertura 1-5 mm; rugosidad suave; seca; relleno duro <5 mm; muy alterada; resistencia de 25-50 Mpa; y RQD de 55%. Por lo tanto, el talud 12 estación geomecánica 2 es de calidad media, clase III, según la Clasificación del Macizo Rocoso (RMR; Bieniawski, 1989)
- El talud 12 estación geomecánica 3 presenta las siguientes características: espaciado 20-60 cm; continuidad <1 m; abertura 0 mm; ligeramente rugosa; seca; relleno duro <5 mm; ligeramente alterada; resistencia de 25-50 Mpa; y RQD de 57%. Por lo tanto, el talud 12 estación geomecánica 3 es de calidad buena, clase II, según la Clasificación del Macizo Rocoso (RMR; Bieniawski, 1989)
- El uso de la clasificación del RMR, permitió definir la calidad de los afloramientos presentes en el tramo “Pungui – Gallo Rumi” entre clase II calidad buena y clase III calidad media, siendo la clase III de mayor predominio

CAPÍTULO VII

RECOMENDACIONES

- Para abordar el desprendimiento de rocas y procurar minimizar los mismos, se recomienda realizar un análisis computacional el cual considere los aportes de la presente investigación y así mejorar los factores de seguridad en los taludes de corte
- Considerar como prioritarios para análisis computacional los afloramientos clasificados según la clasificación del macizo rocoso Rock Mass Rating (RMR) de Bieniawski (1989) como clase III calidad media.
- Aplicar diferentes métodos empíricos de clasificación geomecánica en los macizos rocosos estudiados, lo que permitirá realizar una comparación entre los resultados y afinar los valores propuestos en el presente estudio.

CAPÍTULO VIII

BIBLIOGRAFÍA

Aguirre, R. M. (2020). Caracterización geomecánica de la microcuenca zaruma – urcu, cantón zaruma, provincia de el oro. Tesis de pregrado, Guayaquil, Ecuador.

Andrade, D., & Hall, M. (2005). Los Peligros Volcánicos. Instituto Geofísico de la Escuela Politécnica Nacional. Recuperado el 18 de 1 de 2021, de https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/20579/1/CD%2010076.pdf

Barton, N., & Choubey, V. (1997). The Shear strength of rock joints in Theory and Practice. Rock Mechanics.

Bazán, M. (2017). Estudio geomecánico del macizo rocoso para la proyección del túnel de trasvase totoras (Huallabamba - Inkawasi y Kañaris). Perú : Universidad César Vallejo .

Belandria, Norly. (2015). Introducción a la Geotecnia. Obtenido de https://www.academia.edu/36843968/tema_1_introducci%c3%93n_a_la_geotecnia_introduccion_a_la_geotecnia

Bieniawski. (1989). Engineering Rock MassClassifications.

Caballero Miranda, C. (2015). Rocas Volcánicas. Obtenido de Aspecto General: http://usuarios.geofisica.unam.mx/cecilia/cursos/33a-Rsvolcanicas1.pdf

Caizaluisa, V., & Criollo, S. (2015). Caracterización geomecánica del macizo rocoso para el plan de cierre y liquidación de las canteras ubicadas en las parroquias de San Antonio de Pichincha (Fucusucu III) y de Pintag (Esperanza) . Quito: 2015 .

Calderón. D., Vargas. W. E., Vega. J., Alcarraz. M., Chavarría. C., & Castañeda. M. (2014). Trabajo de Campo N°1. Lima, Perú.

Chulde, E. (2018). Caracterización petrográfica, geoquímica y petrogenética de los Gabros Hornbléndicos expuestos en La Carolina (Guallupe). Implicaciones regionales en la configuración de la cordillera occidental septentrional del Ecuador. Geolatitud, 1(1). Recuperado el 19 de 1 de 2021, de http://geolatitud.geoinvestigacion.gob.ec/ojs/ojs/index.php/GeoLatitud/article/view/8

Chura, W. (2016). Caracterización geomecánica del macizo rocoso y su aplicación en el diseño de sostenimiento en labores de desarrollo de la Unidad Económica Administrativa Ana María - La Rinconada . Puno : Universidad Nacional del Altiplano .

Cosad, C. (2016). Schlumberger y Cameron: Una fusión entre mente y tecnología. Oilfield Review, 28(2), 1-70.

De Matteis, Á. F. (2003). Estabilidad De Taludes. Santa Fe, Argentina.

Deere, D. (1989). Rock Quality Designation (RQD). U.S Armhy Corps Engrs, Contract R, Estados Unidos.

DIrección General de Geología y Minas. (1970). Mapa Geológico de la Cordillera Occidental 1-2° S. escala 1:200.000, Quito - Ecuador.

Duno, E., Guanipa, A., & Medina, O. (2009). Macizo Rocoso y Roca Intacta. Santa Ana de Coro, Venezuela.

Egüez, A., & Bourgois, J. (1986). La Formación Apagua, edad y posición estructural en la Cordillera Occidental del Ecuador. Cuarto Congreso Ecuatoriano Geología y Minas.

Ghiglione, M. (2019). Geología Estructural. Buenos Aires: Universidad de Buenos Aires . Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/332354298_GEOLOGIA_ESTRUCTURAL_INTRODUCCION/link/5cafda8b4585156cd7916114/download

Gobierno de México. (2017). Rocas Sedimentarias. Obtenido de Museo Virtual: https://www.sgm.gob.mx/Web/MuseoVirtual/Rocas/Rocas-sedimentarias.html

Griem, W. (2015). Geología Estructural. Museo Virtual Geología . Obtenido de https://www.geovirtual2.cl/geologiageneral/PDF-11-01-Geologia-Estructural.pdf

Guevara, B. (2020). Caracterización geomecánica de los afloramientos rocosos presentes en la microcuenca “La Mesa”, cantón Piñas, provincia de El Oro. Tesis pregrado, Guayaquil, Ecuador.

Hall, M. L., & Mothes, P. A. (1994). Tefroestratigrafía holocénica de los volcanes principales del valle interandino, Ecuador. Quito: Marocco, R.

Hudson, J. A. (1989). Rock mechanics principles in engineering practice. Ciria, London.

Hughes, R., & Bermúdez, R. (1997). Geology of the Cordillera Occidental of Ecuador between 0°00´- 1°00´ S. Proyecto de Desarrollo Minero y Control Ambiental, Programa de Información Cartográfica y Geológica. Quito, Ecuador: CODIGEM-BGS.

Junta de Andalucía. (2015). Parque Natural Sierra Norte de Sevilla. Obtenido de Algunos Conceptos Geólicos Básicos: https://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/web/Bloques_Tematicos/Patrimonio_Natural._Uso_Y_Gestion/Espacios_Protegidos/publicaciones_renpa/guia_geologica_s_norte/03_parte_1.pdf

Lebrat, M., Megard, F., Dupuy, C., & Dostal, J. (1987). Geochemistry and tectonic setting of pre-collision Cretaceous and Paleogene volcanic rocks of Ecuador. Bulletin of the Geological Society of America 99.

Lozada, J. (2019). Analisis De La Estratigrafia Del Neogeno De La Cuenca Latacunga Ambato Secciones En Los Valles Del Rio Nagsiche Y Rio Yanayacu. Escuela Politecnica Nacional. Recuperado el 19 de 1 de 2021, de https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/20579/1/CD%2010076.pdf.

McCourt, W. J., Aspden, J. A., & Brooks, M. (1997). New Geological and geochronological data from the Colombian Andes: Continental growth by multiple accretion. Journal of the Geological Society of London.

Núñez, C. (2018). Mapeo Geológico De Las Áreas Mineras “Carmen De Pijilí” Y “Rosa De Oro”, Parroquia El Carmen De Pijilí - Cantón Camilo Ponce. Recuperado el 19 de 1 de 2021, de http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:SIKmJSrmld8J:www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/15511/3/T-UCE-0012-FIG-008.pdf+&cd=3&hl=es&ct=clnk&gl=ec

Pazmiño, L. (2019). Geología a detalle escala 1:2000 mediante caracterización petrográfica, estructural y geoquímica de la cantera Cerro El Quinde, provincia de Imbabura. Recuperado el 19 de 1 de 2021, de http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/17185

Ramirez, P., & Alejano, L. (2004). Mecánicas de Rocas: Fundamentos e Ingeniería de Taludes. Madrid, España.

Rosales, J. A. (2020). Caracteristicas Geomecánicas de la Microcuenca. Tesis Pregrado, Guayaquil, Ecuador.

Sánchez, J., Fuentes, C., & Andrade, R. (2019). Caracterización de sitios geológicos como herramienta geoeducativa: eje carretero Guaranda - San Juan, Ecuador. Geográfica Venezolana, 20(2), 414-429.

Thalmann, H. E. (1946). Micropaleontology of upper Cretaceous and Paleocene in western Ecuador. AAPG Bulletin .

Vaca, A. P. (2018). Evaluación de la Estabilidad de Taludes, San Antonio de Pichincha, Mediante la Caracterización de Macizos Rocosos, Para el Análisis de la Susceptibilidad por fenómeno de Remoción en Masa. Tesis de Pregrado, Quito, Ecuador.

Valladares, F., Balaguer, L., Mola, I., Escudero, A., & Alfaya, V. (2011). Restauración ecológica de áreas afectadas por infraestructuras de transporte . España: Fundación Biodiversidad .

Vallejo, C. (2009). Evolución geodinámica de la cordillera occidental (cretácico tardío-paleógeno). Bibdigital. Recuperado el 19 de 1 de 2021, de https://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/5633

FICHA DE ESTACIÓN GEOMECÁNICA

N° TALUD - LUGAR:																**PROSPECTOR:**													
CODIGO:		**COORDENADAS:**		**X:**										**Y:**								**Z:**							
		FECHA:										**HORA:**			**CLIMA:**						**C. TALUD:**							
OBSERVACIONES:																													

MEDIDAS ↔		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29
TIPO DE PLANO																														
DIP DIR																														
DIP																														

TIPOS DE PLANO: E - estratificación J - junta S - esquistosisdad F - falla

RELLENO: S-arena B-brecha Q-quarzo O-óxido G-grava A-arcilla M-milonita C-calcita F-feldespato

CONDICIÓN DE LAS DISCONTINUIDADES

ESPACIADO	Σ																													
> 200 cm	0																													
60 cm - 200 cm	0																													
20 - 60 cm	0																													
6 - 20 cm	0																													
< 6 cm	0																													
CONTINUIDAD	Σ																													
< 1 m	0																													
1-3 m	0																													
3-10 m	0																													
10-20 m	0																													
>20 m	0																													
APERTURA	Σ																													
0 mm	0																													
< 0,1 mm - 0.05mm	0																													
0,1-1,0 mm	0																													
1-5 mm	0																													
> 5 mm	0																													
RUGOSIDAD	Σ																													
Muy rugosa	0																													
Rugosa	0																													
Ligeramente rugosa	0																													
Suave	0																													
Estriada-slickensided	0																													
JRC																														
AGUA	Σ																													
Seco	0																													
Lig. humedo	0																													
Humedo	0																													
Goteando	0																													
Fluyendo	0																													
RELLENO	Σ																													
Ninguno	0																													
Duro <5mm	0																													
Duro >5mm	0																													
Blando <5mm	0																													
Blando >5mm	0																													
Alteración	Σ																													
Inalterado	0																													
Ligeramente alte.	0																													
Moderadamente alte.	0																													
Muy alterado	0																													
Descompuesto	0																													

Resistencia Disc.	Σ	**RQD - TAL**	LONG TOT (cm)	Σ	frag1 (cm)	frag2 (cm)	frag3 (cm)	frag4 (cm)	frag5 (cm)	frag6 (cm)	frag7 (cm)	frag8 (cm)	frag9 (cm)	frag10 (cm)	RQD %
Muy blando	0	PERFIL 1													
Blando	0	PERFIL 2													
Consistente	0	PERFIL 3	200												
Muy consistente	0	PERFIL 4													
Duro	0	PERFIL 5													
Muy duro	0	PERFIL 6													

Anexo 1: Ficha de Estación Geomecánica

Anexo 2:: *Talud 5 estación 1 (TL5 – LM001), no se pudieron tomar datos geomecánicos por desprendimiento de rocas*

FICHA DE ESTACIÓN GEOMECÁNICA

N° TALUD - LUGAR: 1 - PUNGUI														**PROSPECTOR:** LUIS MARTINEZ NAVAS													
CODIGO: TL1-LM01					**COORDENADAS:**		**X:**	738349					**Y:**	9821111			**Z:**	3759												
					FECHA:	5/11/2020				**HORA:**	8:25		**CLIMA:**	FRIO			**C. TALUD:**	15	72											
OBSERVACIONES:																													
MEDIDAS ◄►	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	
TIPO DE PLANO	J1	J1	J1	J1	J2	J2	J2	J2	J3	J3	J3	J3	J4	J4	J4	J4	J5	J5	J5	J5									
DIP DIR	25	31	20	19	197	203	197	203	355	349	344	347	88	104	93	98	305	316	308	308									
DIP	33	48	35	35	56	62	55	63	76	81	86	85	72	81	78	74	79	74	79	78									
TIPOS DE PLANO: E - estratificación J - junta S - esquistosisdad F - falla													RELLENO: S-arena B-brecha Q-quarzo O-óxido G-grava A-arcilla M-milonita C-calcita F-feldespato													
CONDICIÓN DE LAS DISCONTINUIDADES																													
ESPACIADO	**Σ**																												
> 200 cm	0																												
60 cm - 200 cm	330					66			67			66		70		61													
20 - 60 cm	258			30	22			15		24			30		27		40		30	40									
6 - 20 cm	76	17	15				7				12							10			15								
< 6 cm	0																												
CONTINUIDAD	**Σ**																												
< 1 m	6.29										0.65	0.7	0.9	0.25	0.65	0.27	0.4	0.7	0.65	0.4	0.72								
1-3 m	21.3	2	2.3	2.7	3	2.5	3	2.8	2	1																			
3-10 m	0																												
10-20 m	0																												
>20 m	0																												
APERTURA	**Σ**																												
0 mm	0																												
< 0,1 mm - 0.05mm	0																												
0,1-1,0 mm	4													1	1	1	1												
1-5 mm	12	1	1	1	1					1	1	1	1					1	1	1	1								
> 5 mm	4					1	1	1	1																				
RUGOSIDAD	**Σ**																												
Muy rugosa	0																												
Rugosa	4													1	1	1	1												
Ligeramente rugosa	4					1	1	1	1																				
Suave	12	1	1	1	1					1	1	1	1					1	1	1	1								
Estriada-slickensided	0																												
JRC		4-8				8-12				4-8				12-16				4-8											
AGUA	**Σ**																												
Seco	20	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Lig. humedo	0																												
Humedo	0																												
Goteando	0																												
Fluyendo	0																												
RELLENO	**Σ**																												
Ninguno	0					1	1	1	1									1	1	1	1								
Duro <5mm	0																												
Duro >5mm	0																												
Blando <5mm	0	S	S	S	S					S	S	S	S	S	S	S	S												
Blando >5mm	0																												
Alteración	**Σ**																												
Inalterado	0																												
Ligeramente alte.	0																												
Moderadamente alte.	20	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1									
Muy alterado	0																												
Descompuesto	0																												

RESIST DISC	**Σ**	Martillo Schmidt / dirección ↓	**RQD - TAL**	LONG TOT (cm)	**Σ**	frag1 (cm)	frag2 (cm)	frag3 (cm)	frag4 (cm)	frag5 (cm)	frag6 (cm)	frag7 (cm)	frag8 (cm)	frag9 (cm)	**TOTAL**
Muy blando	0		PERFIL 1	200	182	20	13	16	12	18	50	53			**91**
Blando	0		PERFIL 2		194	33	47	12	32	38	12	20			**97**
Consistente	0		PERFIL 3		161	25	20	10	40	16	30	20			**81**
Muy consistente	0		PERFIL 4		180	40	12	50	58	20					**90**
Duro	0		PERFIL 5		196	38	30	12	116						**98**
Muy duro	0		PERFIL 6		198	24	15	10	10	10	72	57			**99**
			PROMEDIO		**93**										

ESCLEROMETRO

Elemento	N° toma	N° De	Indice De Rebote	Promedio	Mediana	f'C (Kg/cm2)	f'C (Mpa)
TL1 - LM01	1	1	53	48.5	49	560.5	55
	2	1	49				
	3	1	48				
	4	1	44				
	5	1	50				
	6	1	44				
	7	1	49				
	8	1	50				
	9	1	48				
	10	1	50				

Anexo 3: Ficha geomecánica de la estación TL1-LM01

FICHA DE ESTACIÓN GEOMECÁNICA

N° TALUD - LUGAR: 1 - PUNGUI																	**PROSPECTOR:** LUIS MARTINEZ NAVAS												
CODIGO: TL1-LM02	**COORDENADAS:**	**X:**	738296						**Y:**	9821127						**Z:**	3750												
	FECHA:	5/11/2020							**HORA:**	11:26			**CLIMA:**	FRIO			**C. TALUD:**	20	75										
OBSERVACIONES:																													

MEDIDAS ↔	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
TIPO DE PLANO	J1	J1	J1	J1	J2	J2	J2	J2	E1	E1	E1	E1																
DIP DIR	11	11	12	14	210	193	194	194	100	102	97	97																
DIP	66	59	65	41	54	63	62	61	76	75	71	70																

TIPOS DE PLANO: E - estratificación J - junta S - esquistosisdad F - falla

RELLENO: S-arena B-brecha Q-quarzo O-óxido G-grava A-arcilla M-milonita C-calcita F-feldespato

CONDICIÓN DE LAS DISCONTINUIDADES

	Σ																												
ESPACIADO	Σ																												
> 200 cm	0																												
60 cm - 200 cm	70							70																					
20 - 60 cm	211		25		40	40	25	55			26																		
6 - 20 cm	80	10		18					20	12		20																	
< 6 cm	0																												
CONTINUIDAD	Σ																												
< 1 m	1.72						0.5	0.65	0.57																				
1-3 m	4.6	1.2	1.3	1	1.4	1																							
3-10 m	12.3									3	3.2	3.1	3																
10-20 m	0																												
>20 m	0																												
APERTURA	Σ																												
0 mm	0																												
< 0,1 mm - 0.05mm	0																												
0,1-1,0 mm	0																												
1-5 mm	0																												
> 5 mm	12	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1																	
RUGOSIDAD	Σ																												
Muy rugosa	0																												
Rugosa	0																												
Ligeramente rugosa	4								1	1	1	1																	
Suave	8	1	1	1	1	1	1	1	1																				
Estriada-slickensided	0																												
JRC		**4 - 8**				**4 - 8**				**8 - 12**																			
AGUA	Σ																												
Seco	12	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1																
Lig. humedo	0																												
Humedo	0																												
Goteando	0																												
Fluyendo	0																												
RELLENO	Σ																												
Ninguno	0																												
Duro <5mm	0																												
Duro >5mm	0																												
Blando <5mm	0																												
Blando >5mm	0	S	S	S	S	S	S	S	S	B	B	B	B																
PROMEDIO		**Blando >5mm**				**Blando >5mm**				**Blando >5mm**																			
VALORACIÓN		**0**				**0**				**0**																			
Alteración	Σ																												
Inalterado	0																												
Ligeramente alte.	0																												
Moderadamente alte.	0																												
Muy alterado	12	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1																
Descompuesto	0																												

RESIST DISC	Σ	Martillo Schmidt / dirección ↓											**RQD - TAL**	LONG TOT (cm)	Σ	frag1 (cm)	frag2 (cm)	frag3 (cm)	frag4 (cm)	frag5 (cm)	frag6 (cm)	frag7 (cm)	frag8 (cm)	frag9 (cm)	TOTAL
Muy blando	0												PERFIL 1	200	168	10	24	17	15	15	20	37	30		**84**
Blando	0												PERFIL 2		132	65	10	16	15	15	11				**66**
Consistente	1				1								PERFIL 3		134	20	35	45	20	14					**67**
Muy consistente	5	1	1			1		1	1				PERFIL 4		154	14	11	11	15	14	48	15	10	16	**77**
Duro	2			1			1						PERFIL 5		180	46	44	90							**90**
Muy duro	0												PERFIL 6		144	30	15	23	38	20	18				**72**
													PROMEDIO		**76**										

Anexo 4: Ficha geomecánica de la estación TL1-LM02

FICHA DE ESTACIÓN GEOMECÁNICA

N° TALUD - LUGAR: 2 - PUNGUI						**PROSPECTOR: LUIS MARTINEZ NAVAS**	
CODIGO: **TL2-LM01**	**COORDENADAS:**	**X:** 738027	**Y:** 9821150	**Z:** 3742			
	FECHA: 5/11/2020	**HORA:** 13:00	**CLIMA:** FRIO	**C. TALUD:** 38	75		
OBSERVACIONES:							

MEDIDAS ↔		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
TIPO DE PLANO		J1	J1	J1	J1	J2	J2	J2	J2	E1	E1	E1	E1																
DIP DIR		5	8	10	4	191	199	193	196	103	103	104	103																
DIP		46	49	48	51	56	62	56	55	87	84	84	85																
TIPOS DE PLANO: E - estratificación J - junta S - esquistosisdad F - falla														RELLENO: S-arena B-brecha Q-quarzo O-óxido G-grava A-arcilla M-milonita C-calcita F-feldespato														
CONDICIÓN DE LAS DISCONTINUIDADES																													
ESPACIADO	**Σ**																												
> 200 cm	0																												
60 cm - 200 cm	250		60						80		110																		
20 - 60 cm	272	20		25	26	54	36	20		46		45																	
6 - 20 cm	15												15																
< 6 cm	0																												
CONTINUIDAD	**Σ**																												
< 1 m	3.5		0.8	0.7	0.75	0.5	0.35	0.4																					
1-3 m	2.5	1.5							1																				
3-10 m	16									4	4	4	4																
10-20 m	0																												
>20 m	0																												
APERTURA	**Σ**																												
0 mm	0																												
< 0,1 mm - 0.05mm	0																												
0,1-1,0 mm	0																												
1-5 mm	8	1	1	1	1	1	1	1	1																				
> 5 mm	4									1	1	1	1																
RUGOSIDAD	**Σ**																												
Muy rugosa	0																												
Rugosa	4									1	1	1	1																
Ligeramente rugosa	0																												
Suave	8	1	1	1	1	1	1	1	1																				
Estriada-slickensided	0																												
JRC		**4 - 8**				**4 - 8**				**12- 16**																			
AGUA	**Σ**																												
Seco	12	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1																
Lig. humedo	0																												
Humedo	0																												
Goteando	0																												
Fluyendo	0																												
RELLENO	**Σ**																												
Ninguno	4					1	1	1	1																				
Duro <5mm	0																												
Duro >5mm	0																												
Blando <5mm	0																												
Blando >5mm	0	S	S	S	S					S	S	S	S																
Alteración	**Σ**																												
Inalterado	0																												
Ligeramente alte.	0																												
Moderadamente alte.	12	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1																
Muy alterado	0																												
Descompuesto	0																												

RESIST DISC	**Σ**	Martillo Schmidt / dirección ↓											**RQD - TAL**	LONG TOT (cm)	**Σ**	frag1 (cm)	frag2 (cm)	frag3 (cm)	frag4 (cm)	frag5 (cm)	frag6 (cm)	frag7 (cm)	frag8 (cm)	frag9 (cm)	**TOTAL**
Muy blando	0												PERFIL 1	200	125	17	27	10	13	12	22	14	10		**63**
Blando	0												PERFIL 2		53	10	22	10	11						**27**
Consistente	6	1	1			1		1	1	1			PERFIL 3		117	22	35	38	12	10					**59**
Muy consistente	3			1	1		1						PERFIL 4		152	38	13	27	38	24	12				**76**
Duro	0												PERFIL 5		156	12	45	99							**78**
Muy duro	0												PERFIL 6		166	16	12	36	12	19	71				**83**
PROMEDIO		**25 - 50 Mpa**											**PROMEDIO**		**64**										

Anexo 5: Ficha geomecánica de la estación TL2-LM01

FICHA DE ESTACIÓN GEOMECÁNICA

N° TALUD - LUGAR: 1 - PUNGUI																		**PROSPECTOR:** LUIS MARTINEZ NAVAS										
CODIGO: TL2-LM02	**COORDENADAS:**	**X:**	737996						**Y:**	9821152							**Z:**	3740												
	FECHA:	5/11/2020							**HORA:**	15:30			**CLIMA:**	FRIO			**C. TALUD:**	40	70										
OBSERVACIONES:																													

MEDIDAS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
TIPO DE PLANO	J1	J1	J1	J1	J2	J2	J2	J2	E1	E1	E1	E1	F1															
DIP DIR	342	350	349	345	359	359	2	5	271	274	270	274	102															
DIP	45	42	43	40	84	86	89	88	79	78	82	82	40															

TIPOS DE PLANO: E - estratificación J - junta S - esquistosisdad F - falla

RELLENO: S-arena B-brecha Q-quarzo O-óxido G-grava A-arcilla M-milonita C-calcita F-feldespato

CONDICIÓN DE LAS DISCONTINUIDADES

ESPACIADO	**Σ**																												
> 200 cm	0																												
60 cm - 200 cm	0																												
20 - 60 cm	80		20				20	20				20																	
6 - 20 cm	106	17		14	17	9			12	9	14	14																	
< 6 cm	0																												
CONTINUIDAD	**Σ**																												
< 1 m	2.65	0.8	0.3	0.4	0.15		0.4	0.6																					
1-3 m	2.1					1.1			1																				
3-10 m	20									5	5	5	5																
10-20 m	0																												
>20 m	0																												
APERTURA	**Σ**																												
0 mm	0																												
< 0,1 mm - 0.05mm	0																												
0,1-1,0 mm	0																												
1-5 mm	8	1	1	1	1	1	1	1	1																				
> 5 mm	4									1	1	1	1																
RUGOSIDAD	**Σ**																												
Muy rugosa	0																												
Rugosa	0																												
Ligeramente rugosa	4									1	1	1	1																
Suave	8	1	1	1	1	1	1	1	1																				
Estriada-slickensided	0																												
JRC		**4 - 8**				**4 - 8**				**8 - 12**																			
AGUA	**Σ**																												
Seco	12	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1																
Lig. humedo	0																												
Humedo	0																												
Goteando	0																												
Fluyendo	0																												
RELLENO	**Σ**																												
Ninguno	4									1	1	1	1																
Duro <5mm	0																												
Duro >5mm	0																												
Blando <5mm	0	S	S	S	S	S	S	S	S																				
Blando >5mm	0																												
Alteración	**Σ**																												
Inalterado	0																												
Ligeramente alte.	0																												
Moderadamente alte.	8	1	1	1	1	1	1	1	1																				
Muy alterado	4									1	1	1	1																
Descompuesto	0																												

RESIST DISC	**Σ**	Martillo Schmidt / dirección ↓										**RQD - TAL**	LONG TOT (cm)	**Σ**	frag1 (cm)	frag2 (cm)	frag3 (cm)	frag4 (cm)	frag5 (cm)	frag6 (cm)	frag7 (cm)	frag8 (cm)	frag9 (cm)	**TOTAL**
Muy blando	0											PERFIL 1	200	80	14	14	10	14	13	15				**40**
Blando	0											PERFIL 2		76	17	19	10	30						**38**
Consistente	1								1			PERFIL 3		124	19	11	16	11	21	20	26			**62**
Muy consistente	7	1	1	1	1		1		1		1	PERFIL 4		97	20	10	20	20	11	16				**49**
Duro	2					1		1				PERFIL 5		121	30	30	10	17	24	10				**61**
Muy duro	0											PERFIL 6		101	12	24	21	14	16	14				**51**
PROMEDIO		**50 - 100**										**PROMEDIO**		**50**										

Anexo 6: Ficha geomecánica de la estación TL2-LM02

FICHA DE ESTACIÓN GEOMECÁNICA

N° TALUD - LUGAR: 1 - PUNGUI																		**PROSPECTOR: LUIS MARTINEZ NAVAS**											
CODIGO: **TL3-LM01**				**COORDENADAS:**		**X:**	736264				**Y:**	9821580				**Z:**	3525													
				FECHA:	6/11/2020				**HORA:**	8:30		**CLIMA:**	FRIO		**C. TALUD:**	25	69													
OBSERVACIONES:																													

MEDIDAS ↔		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
TIPO DE PLANO		E1	E1	E1	E1	J1	J1	J1	J1	J2	J2	J2	J2																
DIP DIR		309	306	305	311	203	217	218	213	61	60	65	56																
DIP		42	41	47	45	76	73	74	74	53	54	52	57																
TIPOS DE PLANO: E - estratificación J - junta S - esquistosisdad F - falla													RELLENO: S-arena B-brecha Q-quarzo O-óxido G-grava A-arcilla M-milonita C-calcita F-feldespato																
CONDICIÓN DE LAS DISCONTINUIDADES																													
ESPACIADO	**Σ**																												
> 200 cm	0																												
60 cm - 200 cm	0																												
20 - 60 cm	126	25	20					23	27	31																			
6 - 20 cm	104			18	15	14	12				18	17	10																
< 6 cm	0																												
CONTINUIDAD	**Σ**																												
< 1 m	3.66					0.5	0.47	0.3	0.54	0.35	0.8	0.7																	
1-3 m	1.3												1.3																
3-10 m	27	6	7	8	6																								
10-20 m	0																												
>20 m	0																												
APERTURA	**Σ**																												
0 mm	8					1	1	1	1	1	1	1	1																
< 0,1 mm - 0.05mm	0																												
0,1-1,0 mm	0																												
1-5 mm	0																												
> 5 mm	4	1	1	1	1																								
RUGOSIDAD	**Σ**																												
Muy rugosa	0																												
Rugosa	0																												
Ligeramente rugosa	8	1	1	1	1	1	1	1	1																				
Suave	4									1	1	1	1																
Estriada-slickensided	0																												
JRC		**8 - 12**				**8 - 12**				**4 - 8**																			
AGUA	**Σ**																												
Seco	8					1	1	1	1	1	1	1	1																
Lig. humedo	4	1	1	1	1																								
Humedo	0																												
Goteando	0																												
Fluyendo	0																												
RELLENO	**Σ**																												
Ninguno	8					1	1	1	1	1	1	1	1																
Duro <5mm	0																												
Duro >5mm	0																												
Blando <5mm	0																												
Blando >5mm	0	A	A	A	A																								
Alteración	**Σ**																												
Inalterado	0																												
Ligeramente alte.	0																												
Moderadamente alte.	12	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1																
Muy alterado	0																												
Descompuesto	0																												

RESIST DISC	**Σ**	Martillo Schmidt / dirección ↓	**RQD - TAL**	LONG TOT (cm)	**Σ**	frag1 (cm)	frag2 (cm)	frag3 (cm)	frag4 (cm)	frag5 (cm)	frag6 (cm)	frag7 (cm)	frag8 (cm)	frag9 (cm)	**TOTAL**
Muy blando	0		PERFIL 1	200	189	15	40	20	14	15	15	40	30		**95**
Blando	0		PERFIL 2		155	27	15	90	23						**78**
Consistente	6	1 1 1 1 1	PERFIL 3		173	12	20	39	14	30	18	15	25		**87**
Muy consistente	3	1 1 1	PERFIL 4		187	55	20	84	28						**94**
Duro	0		PERFIL 5		198	82	52	64							**99**
Muy duro	0		PERFIL 6		176	31	30	11	50	54					**88**
PROMEDIO		**25 - 50**	**PROMEDIO**		**90**										

Anexo 7: Ficha geomecánica de la estación TL3-LM01

FICHA DE ESTACIÓN GEOMECÁNICA

N° TALUD - LUGAR: 3 - PUNGUI																		**PROSPECTOR:** LUIS MARTINEZ NAVAS												
CODIGO: TL3-LM02			**COORDENADAS:**		**X:**	736224			**Y:**	9821608			**Z:**	3519																	
			FECHA:		6/11/2020				**HORA:**	11:00			**CLIMA:**	FRIO			**C. TALUD:**		45		77									
OBSERVACIONES:																														
MEDIDAS ↔	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28		
TIPO DE PLANO	J1	J1	J1	J1	J2	J2	J2	J2	E1	E1	E1	E1																		
DIP DIR	298	292	300	294	185	186	204	187	82	89	94	80																		
DIP	63	63	52	63	86	72	70	80	40	49	45	50																		
TIPOS DE PLANO: E - estratificación J - junta S - esquistosisdad F - falla												RELLENO: S-arena B-brecha Q-quarzo O-óxido G-grava A-arcilla M-milonita C-calcita F-feldespato																	
CONDICIÓN DE LAS DISCONTINUIDADES																														
ESPACIADO	**Σ**																													
> 200 cm	0																													
60 cm - 200 cm	70								70																					
20 - 60 cm	209			20	24	23	20			45	42	35																		
6 - 20 cm	57	15	18					14	10																					
< 6 cm	0																													
CONTINUIDAD	**Σ**																													
< 1 m	3.59					0.5	0.78	0.93	0.5	0.32			0.56																	
1-3 m	2.3										1	1.3																		
3-10 m	0																													
10-20 m	52	12	13	15	12																									
>20 m	0																													
APERTURA	**Σ**																													
0 mm	4					1	1	1	1																					
< 0,1 mm - 0.05mm	0																													
0,1-1,0 mm	0																													
1-5 mm	4									1	1	1	1																	
> 5 mm	4	1	1	1	1																									
RUGOSIDAD	**Σ**																													
Muy rugosa	0																													
Rugosa	0																													
Ligeramente rugosa	0																													
Suave	12	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1																		
Estriada-slickensided	0																													
JRC		**4 - 8**				**4 - 8**				**4 - 8**																				
AGUA	**Σ**																													
Seco	12	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1																		
Lig. humedo	0																													
Humedo	0																													
Goteando	0																													
Fluyendo	0																													
RELLENO	**Σ**																													
Ninguno	4					1	1	1	1																					
Duro <5mm	0																													
Duro >5mm	0																													
Blando <5mm	0									O	O	O	O																	
Blando >5mm	0	A	A	A	A																									
Alteración	**Σ**																													
Inalterado	0																													
Ligeramente alte.	0																													
Moderadamente alte.	12	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1																		
Muy alterado	0																													
Descompuesto	0																													

RESIST DISC	**Σ**	Martillo Schmidt / dirección	↓	**RQD - TAL**	LONG TOT (cm)	**Σ**	frag1 (cm)	frag2 (cm)	frag3 (cm)	frag4 (cm)	frag5 (cm)	frag6 (cm)	frag7 (cm)	frag8 (cm)	frag9 (cm)	**TOTAL**
Muy blando	0			PERFIL 1	200	120	31	37	40	12						**60**
Blando	0			PERFIL 2		110	40	60	10							**55**
Consistente	0			PERFIL 3		62	32	30								**31**
Muy consistente	0			PERFIL 4		65	20	34	11							**33**
Duro	0			PERFIL 5		156	24	20	20	30	20	25	17			**78**
Muy duro	0			PERFIL 6		120	20	30	16	24	30					**60**
				PROMEDIO												**53**

Elemento	N° toma	N° De	Indice De Rebote	Promedio	Mediana	f'C (Kg/cm2)	f'C (Mpa)
TL3 - LM02	1	1	48	50.3	51.5	598.27	58.67
	1	2	58				
	1	3	46				
	1	4	40				
	1	5	54				
	1	6	53				
	1	7	54				
	1	8	55				
	1	9	45				
	1	10	50				

Anexo 8: Ficha geomecánica de la estación TL3-LM02

FICHA DE ESTACIÓN GEOMECÁNICA

N° TALUD - LUGAR: 4 - PUNGUI														**PROSPECTOR: LUIS MARTINEZ NAVAS**															
CODIGO:	**TL4-LM01**		**COORDENADAS:**		**X:**	735826			**Y:**	9821989			**Z:**	3420																
			FECHA:	6/11/2020					**HORA:**	15:00			**CLIMA:**	FRIO			**C. TALUD:**	45	77										
OBSERVACIONES:																													

MEDIDAS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
TIPO DE PLANO	J1	J1	J1	J1	J2	J2	J2	J2	E1	E1	E1	E1																
DIP DIR	75	74	73	82	17	2	17	16	273	272	263	263																
DIP	84	35	38	39	77	71	74	84	51	50	54	55																

TIPOS DE PLANO: E - estratificación J - junta S - esquistosisdad F - falla

RELLENO: S-arena B-brecha Q-quarzo O-óxido G-grava A-arcilla M-milonita C-calcita F-feldespato

CONDICIÓN DE LAS DISCONTINUIDADES

ESPACIADO	**Σ**																												
> 200 cm	0																												
60 cm - 200 cm	87	87																											
20 - 60 cm	345		29	39	40	37	30	23	40	20	22	30	35																
6 - 20 cm	0																												
< 6 cm	0																												
CONTINUIDAD	**Σ**																												
< 1 m	0																												
1-3 m	14.3	1.2	2	1	1.8	2	2	2.3	2																				
3-10 m	0																												
10-20 m	80									20	20	20	20																
>20 m	0																												
APERTURA	**Σ**																												
0 mm	0																												
< 0,1 mm - 0.05mm	0																												
0,1-1,0 mm	0																												
1-5 mm	0																												
> 5 mm	12	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1																
RUGOSIDAD	**Σ**																												
Muy rugosa	0																												
Rugosa	0																												
Ligeramente rugosa	4					1	1	1	1																				
Suave	8	1	1	1	1					1	1	1	1																
Estriada-slickensided	0																												
JRC		**4 - 8**				**8 - 12**				**4 - 8**																			
AGUA	**Σ**																												
Seco	12	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1																
Lig. humedo	0																												
Humedo	0																												
Goteando	0																												
Fluyendo	0																												
RELLENO	**Σ**																												
Ninguno	0																												
Duro <5mm	0																												
Duro >5mm	0	C	C	C	C	C	C	C	C																				
Blando <5mm	0																												
Blando >5mm	0									B	B	B	B																
Alteración	**Σ**																												
Inalterado	0																												
Ligeramente alte.	0																												
Moderadamente alte.	0																												
Muy alterado	12	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1																
Descompuesto	0																												

RESIST DISC	**Σ**	Martillo Schmidt / dirección ↓	**RQD - TAL**	LONG TOT (cm)	**Σ**	frag1 (cm)	frag2 (cm)	frag3 (cm)	frag4 (cm)	frag5 (cm)	frag6 (cm)	frag7 (cm)	frag8 (cm)	frag9 (cm)	**TOTAL**
Muy blando	0		PERFIL 1		175	50	24	15	20	40	26				**88**
Blando	0		PERFIL 2		178	16	12	90	30	30					**89**
Consistente	0		PERFIL 3		198	42	75	20	21	40					**99**
Muy consistente	9	1 1 1 1 1 1 1 1 1	PERFIL 4	200	164	20	17	13	30	26	28	30			**82**
Duro	0		PERFIL 5		75	15	14	16	20	10					**38**
Muy duro	0		PERFIL 6		47	15	20	12							**24**
PROMEDIO		**50 - 100**	**PROMEDIO**		**70**										

Anexo 9: Ficha geomecánica de la estación TL4-LM01

FICHA DE ESTACIÓN GEOMECÁNICA

N° TALUD - LUGAR: 4 - PUNGUI														**PROSPECTOR:** LUIS MARTINEZ NAVAS														
CODIGO:	**TL4-LM02**			**COORDENADAS:**		**X:**	735799			**Y:**	9822021			**Z:**	3417													
				FECHA:		7/11/2020				**HORA:**	8:00			**CLIMA:**	FRIO			**C. TALUD:**	35	77							
OBSERVACIONES:																													

MEDIDAS ↔	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
TIPO DE PLANO	J1	J1	J1	J1	J2	J2	J2	J2	J3	J3	J3	J3	J4	J4	J4	J4	J5	J5	J5	J5								
DIP DIR	62	63	66	60	255	256	255	257	2	2	7	9	346	344	340	346	136	133	154	149								
DIP	39	45	40	42	55	59	63	54	79	73	89	79	51	54	49	43	56	56	60	56								

TIPOS DE PLANO: E - estratificación J - junta S - esquistosisdad F - falla

RELLENO: S-arena B-brecha Q-quarzo O-óxido G-grava A-arcilla M-milonita C-calcita F-feldespato

CONDICIÓN DE LAS DISCONTINUIDADES

ESPACIADO	**Σ**																												
> 200 cm	0																												
60 cm - 200 cm	733					130		70	75				63		50	70	70	72	70	63								
20 - 60 cm	375	23	40	30	40		60			52	52	26	30		22													
6 - 20 cm	0																												
< 6 cm	0																												
CONTINUIDAD	**Σ**																												
< 1 m	0																												
1-3 m	16.6	2	2	2.5	1.8					2	2	2.3	2																
3-10 m	42.8					3.1	3	4	3					3	3.2	3.3	3	4	4	5	4.2								
10-20 m	0																												
>20 m	0																												
APERTURA	**Σ**																												
0 mm	0																												
< 0,1 mm - 0.05mm	0																												
0,1-1,0 mm	4					1	1	1	1																				
1-5 mm	0																												
> 5 mm	16	1	1	1	1					1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1									
RUGOSIDAD	**Σ**																												
Muy rugosa	4					1	1	1	1																				
Rugosa	4	1	1	1	1																								
Ligeramente rugosa	8									1	1	1	1				1	1	1	1									
Suave	4													1	1	1	1												
Estriada-slickensided	0																												
JRC		**12 - 16**				**18 - 20**				**8 - 10**				**4 - 8**				**8 - 12**											
AGUA	**Σ**																												
Seco	20	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1									
Lig. humedo	0																												
Humedo	0																												
Goteando	0																												
Fluyendo	0																												
RELLENO	**Σ**																												
Ninguno	4					1	1	1	1																				
Duro <5mm	0																												
Duro >5mm	0	C	C	C	C					C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C								
Blando <5mm	0																												
Blando >5mm	0																												
Alteración	**Σ**																												
Inalterado	0																												
Ligeramente alte.	0																												
Moderadamente alte.	0																												
Muy alterado	20	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1									
Descompuesto	0																												

RESIST DISC	**Σ**	Martillo Schmidt / dirección ↓										**RQD - TAL**	LONG TOT (cm)	**Σ**	frag1 (cm)	frag2 (cm)	frag3 (cm)	frag4 (cm)	frag5 (cm)	frag6 (cm)	frag7 (cm)	frag8 (cm)	frag9 (cm)	**TOTAL**
Muy blando	0											PERFIL 1		106	26	10	20	14	13	10	13			**53**
Blando	0											PERFIL 2		149	16	14	25	18	14	20	32	10		**75**
Consistente	0											PERFIL 3		134	20	30	10	15	16	14	14	15		**67**
Muy consistente	0											PERFIL 4	200	121	18	32	30	12	12	17				**61**
Duro	0											PERFIL 5		144	10	25	22	21	20	46				**72**
Muy duro	0											PERFIL 6		129	10	18	32	15	19	14	21			**65**
												PROMEDIO		**65**										

ESCLEROMETRO

Elemento	N° toma	N° De	Indice De Rebote	Promedio	Mediana	f'C (Kg/cm2)	f'C (Mpa)
TL4 - LM02	1	1	38	36.8	37	346.4	33.97
	1	2	38				
	1	3	40				
	1	4	40				
	1	5	32				
	1	6	35				
	1	7	35				
	1	8	36				
	1	9	36				
	1	10	38				

Anexo 10: Ficha geomecánica de la estación TL4-LM02

FICHA DE ESTACIÓN GEOMECÁNICA

N° TALUD - LUGAR: 6 - PUNGUI														**PROSPECTOR: LUIS MARTINEZ NAVAS**															
CODIGO:	**TL6-LM01**		**COORDENADAS:**		**X:**	735676			**Y:**	9822107			**Z:**	3400																
			FECHA:		7/11/2020				**HORA:**	13:00			**CLIMA:**	FRIO			**C. TALUD:**		25		62								
OBSERVACIONES:																													

MEDIDAS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
TIPO DE PLANO	E1	E1	E1	E1	J1	J1	J1	J1	J2	J2	J2	J2	J3	J3	J3	J3	J4	J4	J4	J4								
DIP DIR	248	250	252	258	172	173	173	174	196	200	190	196	45	44	44	50	154	148	145	160								
DIP	59	57	57	57	85	87	88	74	80	86	82	81	46	48	46	56	66	62	62	62								

TIPOS DE PLANO: E - estratificación J - junta S - esquistosisdad F - falla

RELLENO: S-arena B-brecha Q-quarzo O-óxido G-grava A-arcilla M-milonita C-calcita F-feldespato

CONDICIÓN DE LAS DISCONTINUIDADES

	Σ																											
ESPACIADO																												
> 200 cm	0																											
60 cm - 200 cm	0																											
20 - 60 cm	468	20	20						22	26	35	30		34	40	58	56	40	35	52								
6 - 20 cm	109			19	10	10	18	18	19				15															
< 6 cm	0																											
CONTINUIDAD	Σ																											
< 1 m	7.33	0.4	0.6	0.5	0.6	0.5	0.5	0.45	0.6	0.5	0.3	0.63	0.2	0.2				0.4	0.27	0.43	0.25							
1-3 m	3.5														1.5	1	1											
3-10 m	0																											
10-20 m	0																											
>20 m	0																											
APERTURA	Σ																											
0 mm	0																											
< 0,1 mm - 0.05mm	0																											
0,1-1,0 mm	0																											
1-5 mm	20	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1								
> 5 mm	0																											
RUGOSIDAD	Σ																											
Muy rugosa	0																											
Rugosa	0																											
Ligeramente rugosa	0																											
Suave	8	1	1	1	1	1	1	1	1																			
Estriada-slickensided	12								1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1								
JRC		**4 - 8**				**4 - 8**				**0 - 4**				**0 - 4**				**0 - 4**										
AGUA	Σ																											
Seco	20	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1								
Lig. humedo	0																											
Humedo	0																											
Goteando	0																											
Fluyendo	0																											
RELLENO	Σ																											
Ninguno	0																											
Duro <5mm	0																											
Duro >5mm	0																											
Blando <5mm	0	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O								
Blando >5mm	0																											
Alteración	Σ																											
Inalterado	0																											
Ligeramente alte.	0																											
Moderadamente alte.	20	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1								
Muy alterado	0																											
Descompuesto	0																											

RESIST DISC	Σ	Martillo Schmidt / dirección ↓	**RQD - TAL**	LONG TOT (cm)	Σ	frag1 (cm)	frag2 (cm)	frag3 (cm)	frag4 (cm)	frag5 (cm)	frag6 (cm)	frag7 (cm)	frag8 (cm)	frag9 (cm)	**TOTAL**
Muy blando	0		PERFIL 1		46	14	12	10	10						**23**
Blando	0		PERFIL 2		107	10	18	10	28	13	18	10			**54**
Consistente	0		PERFIL 3		119	25	31	25	26	12					**60**
Muy consistente	5	1	PERFIL 4	200	126	17	10	15	22	16	28	18			**63**
Duro	3		PERFIL 5		96	15	36	10	35						**48**
Muy duro	0		PERFIL 6		150	48	32	70							**75**
PROMEDIO		**50 - 100**	**PROMEDIO**						**54**						

Anexo 11: Ficha geomecánica de la estación TL6-LM01

FICHA DE ESTACIÓN GEOMECÁNICA

N° TALUD - LUGAR: 7 - PUNGUI																	**PROSPECTOR: LUIS MARTINEZ NAVAS**											
CODIGO:	**TL7-LM01**		**COORDENADAS:**		**X:**	735657		**Y:**	9822100		**Z:**	3408																	
			FECHA:	7/11/2020			**HORA:**	15:00		**CLIMA:**	FRIO		**C. TALUD:**	24	72															
OBSERVACIONES:																													

MEDIDAS ↔	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
TIPO DE PLANO	J1	J1	J1	J1	J2	J2	J2	J2	E1	E1	E1	E1																
DIP DIR	80	75	73	75	350	350	345	354	250	254	251	256																
DIP	62	74	57	60	64	72	86	81	54	54	56	54																

TIPOS DE PLANO: E - estratificación J - junta S - esquistosisdad F - falla

RELLENO: S-arena B-brecha Q-quarzo O-óxido G-grava A-arcilla M-milonita C-calcita F-feldespato

CONDICIÓN DE LAS DISCONTINUIDADES

ESPACIADO	**Σ**																												
> 200 cm	0																												
60 cm - 200 cm	0																												
20 - 60 cm	34					34																							
6 - 20 cm	141	16	14	10	13		8	13		17	16	17	17																
< 6 cm	4								4																				
CONTINUIDAD	**Σ**																												
< 1 m	2.05	0.15	0.17	0.14	0.2	0.5	0.15	0.54	0.2																				
1-3 m	0																												
3-10 m	0																												
10-20 m	63									17	16	15	15																
>20 m	0																												
APERTURA	**Σ**																												
0 mm	0																												
< 0,1 mm - 0.05mm	0																												
0,1-1,0 mm	4	1	1	1	1																								
1-5 mm	4									1	1	1	1																
> 5 mm	4					1	1	1	1																				
RUGOSIDAD	**Σ**																												
Muy rugosa	0																												
Rugosa	0																												
Ligeramente rugosa	0																												
Suave	4					1	1	1	1																				
Estriada-slickensided	8	1	1	1	1					1	1	1	1																
JRC		**0 - 4**				**4 - 8**				**0 - 4**																			
AGUA	**Σ**																												
Seco	12	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1																
Lig. humedo	0																												
Humedo	0																												
Goteando	0																												
Fluyendo	0																												
RELLENO	**Σ**																												
Ninguno	8	1	1	1	1					1	1	1	1																
Duro <5mm	0																												
Duro >5mm	0																												
Blando <5mm	0																												
Blando >5mm	0					C	C	C	C																				
Alteración	**Σ**																												
Inalterado	0																												
Ligeramente alte.	0																												
Moderadamente alte.	0																												
Muy alterado	12	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1																
Descompuesto	0																												

RESIST DISC	**Σ**	Martillo Schmidt / dirección ↓										**RQD - TAL**	LONG TOT (cm)	**Σ**	frag1 (cm)	frag2 (cm)	frag3 (cm)	frag4 (cm)	frag5 (cm)	frag6 (cm)	frag7 (cm)	frag8 (cm)	frag9 (cm)	**TOTAL**
Muy blando	0											PERFIL 1	200	89	22	42	15	10						**45**
Blando	0											PERFIL 2		21	10	11								**11**
Consistente	0											PERFIL 3		80	12	20	20	17	11					**40**
Muy consistente	7	1	1	1	1	1		1	1			PERFIL 4		90	20	10	60							**45**
Duro	1						1					PERFIL 5		58	20	21	17							**29**
Muy duro	0											PERFIL 6		34	10	14	10							**17**
PROMEDIO		**50 - 100**										**PROMEDIO**		**31**										

Anexo 12: Ficha geomecánica de la estación TL7-LM01

FICHA DE ESTACIÓN GEOMECÁNICA

N° TALUD - LUGAR: 8 - GALLO RUMI																		**PROSPECTOR:** LUIS MARTINEZ NAVAS											
CODIGO: TL8-LM01	**COORDENADAS:**		**X:**	735568			**Y:**	9822180			**Z:**	3408																		
	FECHA:	9/11/2020			**HORA:**	8:00		**CLIMA:**	FRIO		**C. TALUD:**	47	68																	
OBSERVACIONES:																													

MEDIDAS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
TIPO DE PLANO	J1	J1	J1	J1	J2	J2	J2	J2	J3	J3	J3	J3																
DIP DIR	25	11	19	11	194	191	192	192	102	104	96	98																
DIP	34	46	35	37	79	74	82	82	79	73	72	70																

TIPOS DE PLANO: E - estratificación J - junta S - esquistosisdad F - falla

RELLENO: S-arena B-brecha Q-quarzo O-óxido G-grava A-arcilla M-milonita C-calcita F-feldespato

CONDICIÓN DE LAS DISCONTINUIDADES

	Σ																											
ESPACIADO																												
> 200 cm	0																											
60 cm - 200 cm	395								100	110	90	95																
20 - 60 cm	361	40	55	36	42	44	54	50	40																			
6 - 20 cm	0																											
< 6 cm	0																											
CONTINUIDAD	Σ																											
< 1 m	0																											
1-3 m	19.5	2	2.3	2.8	2	1.5	1.3	1	1.8	2		2.8																
3-10 m	6.5										3.5		3															
10-20 m	0																											
>20 m	0																											
APERTURA	Σ																											
0 mm	0																											
< 0,1 mm - 0.05mm	0																											
0,1-1,0 mm	4	1	1	1	1																							
1-5 mm	4								1	1	1	1																
> 5 mm	4					1	1	1	1																			
RUGOSIDAD	Σ																											
Muy rugosa	0																											
Rugosa	0																											
Ligeramente rugosa	4								1	1	1	1																
Suave	4					1	1	1	1																			
Estriada-slickensided	4	1	1	1	1																							
JRC		**0 - 4**				**4 - 8**				**8 - 12**																		
AGUA	Σ																											
Seco	12	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1																
Lig. humedo	0																											
Humedo	0																											
Goteando	0																											
Fluyendo	0																											
RELLENO	Σ																											
Ninguno	12	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1																
Duro <5mm	0																											
Duro >5mm	0																											
Blando <5mm	0																											
Blando >5mm	0																											
Alteración	Σ																											
Inalterado	0																											
Ligeramente alte.	12	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1																
Moderadamente alte.	0																											
Muy alterado	0																											
Descompuesto	0																											

RESIST DISC	Σ	Martillo Schmidt / dirección ↓										**RQD - TAL**	LONG TOT (cm)	Σ	frag1 (cm)	frag2 (cm)	frag3 (cm)	frag4 (cm)	frag5 (cm)	frag6 (cm)	frag7 (cm)	frag8 (cm)	frag9 (cm)	TOTAL
Muy blando	0											PERFIL 1	200	168	90	67	11							**84**
Blando	0											PERFIL 2		193	26	43	24	45	55					**97**
Consistente	0											PERFIL 3		119	93	26								**60**
Muy consistente	0											PERFIL 4		179	80	26	23	50						**90**
Duro	0											PERFIL 5		163	54	32	27	50						**82**
Muy duro	0											PERFIL 6		176	40	40	60	14	22					**88**
												PROMEDIO												**83**

ESCLEROMETRO

Elemento	N° toma	N° De	Indice De Rebote	Promedio	Mediana	f'C (Kg/cm2)	f'C (Mpa)
TL8 - LM01	1	1	45	42.7	41.5	448.4	43.97
	1	2	36				
	1	3	35				
	1	4	38				
	1	5	52				
	1	6	41				
	1	7	42				
	1	8	54				
	1	9	55				
	1	10	29				

Anexo 13: Ficha geomecánica de la estación TL8-LM01

FICHA DE ESTACIÓN GEOMECÁNICA

N° TALUD - LUGAR: 8 - GALLO RUMI																	**PROSPECTOR:** LUIS MARTINEZ NAVAS											
CODIGO: TL8-LM02					**COORDENADAS:**		**X:**	735550				**Y:**	9822201			**Z:**	3396												
					FECHA:	9/11/2020			**HORA:**	10:30		**CLIMA:**	FRIO			**C. TALUD:**	62	58											

MEDIDAS ↔	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
TIPO DE PLANO	J1	J1	J1	J1	J2	J2	J2	J2	J3	J3	J3	J3	J4	J4	J4	J4	J5	J5	J6	J6	J6	J6						
DIP DIR	83	87	83	77	10	9	7	14	354	353	353	355	26	29	17	33	238	246	92	100	98	94						
DIP	48	56	48	62	86	89	83	78	89	89	86	73	40	42	42	34	61	67	79	78	79	81						

TIPOS DE PLANO: E - estratificación J - junta S - esquistosisdad F - falla

RELLENO: S-arena B-brecha Q-quarzo O-óxido G-grava A-arcilla M-milonita C-calcita F-feldespato

CONDICIÓN DE LAS DISCONTINUIDADES

ESPACIADO	Σ																											
> 200 cm	0																											
60 cm - 200 cm	0																											
20 - 60 cm	425		25	30					40	45	30	20					45	50	40	43	32	25						
6 - 20 cm	129	15			18	10	12	10	9				12	15	18	10												
< 6 cm	0																											
CONTINUIDAD	Σ																											
< 1 m	5.65	0.15					0.6	0.3	0.4	0.7	0.8	0.5	0.6					0.35	0.3			0.45	0.5						
1-3 m	6.35		1.1			1.5													2.15	1.6								
3-10 m	24.3			4	4.3								4	4	4	4												
10-20 m	0																											
>20 m	0																											
APERTURA	Σ																											
0 mm	10					1	1	1	1								1	1	1	1	1	1						
< 0,1 mm - 0.05mm	0																											
0,1-1,0 mm	0																											
1-5 mm	12	1	1	1	1					1	1	1	1	1	1	1	1	1										
> 5 mm	0																											
RUGOSIDAD	Σ																											
Muy rugosa	0																											
Rugosa	0																											
Ligeramente rugosa	0																											
Suave	8												1	1	1	1			1	1	1	1						
Estriada-slickensided	14	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1					1	1										
JRC		**0-4**				**0-4**				**0-4**			**4-8**				**0-4**		**4-8**									
AGUA	Σ																											
Seco	22	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1						
Lig. humedo	0																											
Humedo	0																											
Goteando	0																											
Fluyendo	0																											
RELLENO	Σ																											
Ninguno	14					1	1	1	1	1	1	1	1				1	1	1	1	1	1						
Duro <5mm	0	Q	Q	Q	Q								Q	Q	Q	Q												
Duro >5mm	0																											
Blando <5mm	0																											
Blando >5mm	0																											
Alteración	Σ																											
Inalterado	0																											
Ligeramente alte.	22	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1						
Moderadamente alte.	0																											
Muy alterado	0																											
Descompuesto	0																											

RESIST DISC	Σ	Martillo Schmidt / dirección ↓										**RQD - TAL**	LONG TOT (cm)	Σ	frag1 (cm)	frag2 (cm)	frag3 (cm)	frag4 (cm)	frag5 (cm)	frag6 (cm)	frag7 (cm)	frag8 (cm)	frag9 (cm)	frag10 (cm)
Muy blando	0											PERFIL 1	200	123	27	10	16	23	10	12	25			**62**
Blando	0											PERFIL 2		133	20	15	40	17	10	11	20			**67**
Consistente	0											PERFIL 3		183	20	95	15	28	25					**92**
Muy consistente	0											PERFIL 4		148	15	13	20	10	27	63				**74**
Duro	0											PERFIL 5												
Muy duro	0											PERFIL 6												
PROMEDIO												**PROMEDIO**		**73**										

ESCLEROMETRO

Elemento	N° toma	N° De	Indice De Rebote	Promedio	Mediana	f'C (Kg/cm2)	f'C (Mpa)
TL8 - LM01	1	1	49	50.5	49.5	601.7	59
	1	2	50				
	1	3	52				
	1	4	48				
	1	5	54				
	1	6	48				
	1	7	58				
	1	8	42				
	1	9	55				
	1	10	49				

Anexo 14: Ficha geomecánica de la estación TL8-LM02

FICHA DE ESTACIÓN GEOMECÁNICA

N° TALUD - LUGAR: 9 - GALLO RUMI														**PROSPECTOR: LUIS MARTINEZ NAVAS**															
CODIGO:	**TL9-LM01**	**COORDENADAS:**		**X:**	735431			**Y:**	9822288			**Z:**	3409																
		FECHA:	9/11/2020			**HORA:**	13:00		**CLIMA:**	FRIO		**C. TALUD:**	12	70															
OBSERVACIONES:																													

MEDIDAS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
TIPO DE PLANO	J4	J4	J4	J4	J1	J1	J1	J1	J2	J2	J2	J2	J3	J3	J3	J3												
DIP DIR	2	6	3	6	182	181	177	179	302	290	293	305	25	21	28	27												
DIP	26	28	30	28	61	64	52	47	74	76	78	73	87	87	89	88												

TIPOS DE PLANO: E - estratificación J - junta S - esquistosisdad F - falla

RELLENO: S-arena B-brecha Q-quarzo O-óxido G-grava A-arcilla M-milonita C-calcita F-feldespato

CONDICIÓN DE LAS DISCONTINUIDADES

ESPACIADO	**Σ**																												
> 200 cm	0																												
60 cm - 200 cm	0																												
20 - 60 cm	486	38		34		23	60	20	25	53	54	45	43	51		20	20												
6 - 20 cm	24		9		15																								
< 6 cm	4														4														
CONTINUIDAD	**Σ**																												
< 1 m	3.6										0.82	0.1	0.65	0.56	0.65	0.42	0.4												
1-3 m	17.53	1	1.7	2	1.4	2.7	2	2.7	2.9	1.13																			
3-10 m	0																												
10-20 m	0																												
>20 m	0																												
APERTURA	**Σ**																												
0 mm	0																												
< 0,1 mm - 0.05mm	0																												
0,1-1,0 mm	0																												
1-5 mm	12					1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1												
> 5 mm	4	1	1	1	1																								
RUGOSIDAD	**Σ**																												
Muy rugosa	0																												
Rugosa	0																												
Ligeramente rugosa	0																												
Suave	12					1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1												
Estriada-slickensided	4	1	1	1	1																								
JRC		**0-4**				**4-8**				**4-8**				**4-8**															
AGUA	**Σ**																												
Seco	16	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1												
Lig. humedo	0																												
Humedo	0																												
Goteando	0																												
Fluyendo	0																												
RELLENO	**Σ**																												
Ninguno	16	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1												
Duro <5mm	0																												
Duro >5mm	0																												
Blando <5mm	0																												
Blando >5mm	0																												
Alteración	**Σ**																												
Inalterado	0																												
Ligeramente alte.	16	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1												
Moderadamente alte.	0																												
Muy alterado	0																												
Descompuesto	0																												

RESIST DISC	**Σ**	Martillo Schmidt / dirección ↓	**RQD - TAL**	LONG TOT (cm)	**Σ**	frag1 (cm)	frag2 (cm)	frag3 (cm)	frag4 (cm)	frag5 (cm)	frag6 (cm)	frag7 (cm)	frag8 (cm)	frag9 (cm)	**TOTAL**
Muy blando	0		PERFIL 1	200	177	15	43	63	35	21					**89**
Blando	0		PERFIL 2		167	18	10	30	17	25	17	40	10		**84**
Consistente	0		PERFIL 3		123	16	23	10	13	16	25	20			**62**
Muy consistente	4	1 1 1 1	PERFIL 4		90	10	10	25	18	27					**45**
Duro	3	1 1	PERFIL 5												
Muy duro	0		PERFIL 6												
PROMEDIO		**50 - 100**	**PROMEDIO**			**70**									

Anexo 15: Ficha geomecánica de la estación TL9-LM01

FICHA DE ESTACIÓN GEOMECÁNICA

N° TALUD - LUGAR: 9 - GALLO RUMI															**PROSPECTOR:** LUIS MARTINEZ NAVAS													
CODIGO: TL9-LM02		**COORDENADAS:**		**X:**	735397			**Y:**	9822299		**Z:**	3405																		
		FECHA:	9/11/2020			**HORA:**	15:30		**CLIMA:**	FRIO		**C. TALUD:**	6	74																	
OBSERVACIONES:																													

MEDIDAS ↔	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
TIPO DE PLANO	E1	E1	E1	E1	J1	J1	J1	J1	J2	J2	J2	J2	J3	J3	J3	J3												
DIP DIR	20	21	19	20	2	0	5	3	270	265	271	270	26	16	29	33												
DIP	35	40	38	40	86	85	88	92	46	52	49	43	64	55	62	66												

TIPOS DE PLANO: E - estratificación J - junta S - esquistosisdad F - falla

RELLENO: S-arena B-brecha Q-quarzo O-óxido G-grava A-arcilla M-milonita C-calcita F-feldespato

CONDICIÓN DE LAS DISCONTINUIDADES

ESPACIADO	**Σ**																												
> 200 cm	0																												
60 cm - 200 cm	96								96																				
20 - 60 cm	348	22		26			25	26	30		46	50	35	40	48														
6 - 20 cm	66		16		12	12										18	8												
< 6 cm	0																												
CONTINUIDAD	**Σ**																												
< 1 m	7.58		0.9		0.96	0.9	0.18	0.5	0.65		0.56	0.52	0.47	0.74		0.6	0.6												
1-3 m	4.73	1.1		1						1.4					1.23														
3-10 m	0																												
10-20 m	0																												
>20 m	0																												
APERTURA	**Σ**																												
0 mm	4					1	1	1	1																				
< 0,1 mm - 0.05mm	0																												
0,1-1,0 mm	4	1	1	1	1																								
1-5 mm	0																												
> 5 mm	8									1	1	1	1	1	1	1	1												
RUGOSIDAD	**Σ**																												
Muy rugosa	0																												
Rugosa	0																												
Ligeramente rugosa	0																												
Suave	8					1	1	1	1	1	1	1	1																
Estriada-slickensided	8	1	1	1	1									1	1	1	1												
JRC		**0-4**				**4-8**				**4-8**				**0-4**															
AGUA	**Σ**																												
Seco	16	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1												
Lig. humedo	0																												
Humedo	0																												
Goteando	0																												
Fluyendo	0																												
RELLENO	**Σ**																												
Ninguno	16	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1												
Duro <5mm	0																												
Duro >5mm	0																												
Blando <5mm	0																												
Blando >5mm	0																												
Alteración	**Σ**																												
Inalterado	0																												
Ligeramente alte.	16	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1												
Moderadamente alte.	0																												
Muy alterado	0																												
Descompuesto	0																												

RESIST DISC	**Σ**	Martillo Schmidt / dirección ↓										**RQD - TAL**	LONG TOT (cm)	**Σ**	frag1 (cm)	frag2 (cm)	frag3 (cm)	frag4 (cm)	frag5 (cm)	frag6 (cm)	frag7 (cm)	frag8 (cm)	frag9 (cm)	frag10 (cm)
Muy blando	0											PERFIL 1		192	35	87	20	50						**96**
Blando	0											PERFIL 2		191	16	15	100	10	10	40				**96**
Consistente	0											PERFIL 3		182	85	97								**91**
Muy consistente	4			1	1	1		1				PERFIL 4	200	178	11	25	12	20	20	50	40			**89**
Duro	3	1	1				1					PERFIL 5		150	22	13	20	16	31	12	10	26		**75**
Muy duro	0											PERFIL 6		131	13	12	21	14	10	20	15	10	16	**66**
PROMEDIO		**50 - 100**										**PROMEDIO**		**85**										

Anexo 16: Ficha geomecánica de la estación TL9-LM02

FICHA DE ESTACIÓN GEOMECÁNICA

N° TALUD - LUGAR: 9 - GALLO RUMI																	**PROSPECTOR: LUIS MARTINEZ NAVAS**											
CODIGO:	**TL9-LM03**		**COORDENADAS:**		**X:**	735398			**Y:**	9822286			**Z:**	3409																
			FECHA:	10/11/2020				**HORA:**	7:30		**CLIMA:**	FRIO		**C. TALUD:**	10	81														
OBSERVACIONES:																													

MEDIDAS ↔	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
TIPO DE PLANO	J1	J1	J1	J1	J2	J2	J2	J2	J3	J3	J3	J3	J3	J3	J3													
DIP DIR	40	40	45	58	352	348	342	341	253	260	274	278	274	284	274													
DIP	44	39	49	55	76	75	87	88	54	57	69	57	53	47	57													

TIPOS DE PLANO: E - estratificación J - junta S - esquistosisdad F - falla

RELLENO: S-arena B-brecha Q-quarzo O-óxido G-grava A-arcilla M-milonita C-calcita F-feldespato

CONDICIÓN DE LAS DISCONTINUIDADES

ESPACIADO	**Σ**																												
> 200 cm	0																												
60 cm - 200 cm	0																												
20 - 60 cm	463	20	23	28		23	20	20	25	40	41	50	35	40	48	50													
6 - 20 cm	15				15																								
< 6 cm	0																												
CONTINUIDAD	**Σ**																												
< 1 m	2.7		0.4			0.9	0.5	0.3	0.6																				
1-3 m	5.5	1		1							1.5				2														
3-10 m	23.4				3.5					3		7	3	3.5		3.4													
10-20 m	0																												
>20 m	0																												
APERTURA	**Σ**																												
0 mm	4					1	1	1	1																				
< 0,1 mm - 0.05mm	0																												
0,1-1,0 mm	0																												
1-5 mm	0																												
> 5 mm	11	1	1	1	1					1	1	1	1	1	1	1													
RUGOSIDAD	**Σ**																												
Muy rugosa	0																												
Rugosa	0																												
Ligeramente rugosa	0																												
Suave	4					1	1	1	1																				
Estriada-slickensided	11	1	1	1	1					1	1	1	1	1	1	1													
JRC		**0-4**				**4-8**				**0-4**																			
AGUA	**Σ**																												
Seco	15	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1													
Lig. humedo	0																												
Humedo	0																												
Goteando	0																												
Fluyendo	0																												
RELLENO	**Σ**																												
Ninguno	4					1	1	1	1																				
Duro <5mm	0																												
Duro >5mm	0									C	C	C	C	C	C	C													
Blando <5mm	0																												
Blando >5mm	0	S	S	S	S																								
Alteración	**Σ**																												
Inalterado	0																												
Ligeramente alte.	15	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1													
Moderadamente alte.	0																												
Muy alterado	0																												
Descompuesto	0																												

RESIST DISC	**Σ**	Martillo Schmidt / dirección ↓	**RQD - TAL**	LONG TOT (cm)	**Σ**	frag1 (cm)	frag2 (cm)	frag3 (cm)	frag4 (cm)	frag5 (cm)	frag6 (cm)	frag7 (cm)	frag8 (cm)	frag9 (cm)	**TOTAL**
Muy blando	0		PERFIL 1	200	171	10	16	75	32	38					**86**
Blando	0		PERFIL 2		190	26	14	10	50	39	35	16			**95**
Consistente	0		PERFIL 3		198	18	30	65	65	20					**99**
Muy consistente	4	1	PERFIL 4		185	15	10	37	15	30	30	48			**93**
Duro	3	1 1 1	PERFIL 5		142	35	12	46	14	25	10				**71**
Muy duro	0		PERFIL 6		162	20	10	19	44	17	52				**81**
PROMEDIO		**50 - 100**	**PROMEDIO**			**87**									

Anexo 17: Ficha geomecánica de la estación TL9-LM03

FICHA DE ESTACIÓN GEOMECÁNICA

N° TALUD - LUGAR: 10 - GALLO RUMI														**PROSPECTOR: LUIS MARTINEZ NAVAS**															
CODIGO: **TL10-LM01**				**COORDENADAS:**		**X:**	735322			**Y:**	9822291			**Z:**	3402														
				FECHA:	10/11/2020				**HORA:**	10:00		**CLIMA:**	FRIO		**C. TALUD:**	10	73												
OBSERVACIONES:																													

MEDIDAS ↔	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
TIPO DE PLANO	E1	E1	E1	E1	J1	J1	J1	J1	J2	J2	J2	J2																
DIP DIR	268	277	262	267	13	12	12	12	89	87	76	77																
DIP	64	57	60	50	72	80	87	77	37	33	44	40																

TIPOS DE PLANO: E - estratificación J - junta S - esquistosisdad F - falla

RELLENO: S-arena B-brecha Q-quarzo O-óxido G-grava A-arcilla M-milonita C-calcita F-feldespato

CONDICIÓN DE LAS DISCONTINUIDADES

ESPACIADO	**Σ**																												
> 200 cm	0																												
60 cm - 200 cm	372	80	80		80					60	72																		
20 - 60 cm	251			30		43	24	21	32			47	54																
6 - 20 cm	0																												
< 6 cm	0																												
CONTINUIDAD	**Σ**																												
< 1 m	2.38					0.9				0.4		0.65	0.43																
1-3 m	4.77						1.2	1.07	1.5		1																		
3-10 m	21.5	6	5	6.5	4																								
10-20 m	0																												
>20 m	0																												
APERTURA	**Σ**																												
0 mm	4					1	1	1	1																				
< 0,1 mm - 0.05mm	0																												
0,1-1,0 mm	0																												
1-5 mm	0																												
> 5 mm	8	1	1	1	1					1	1	1	1																
RUGOSIDAD	**Σ**																												
Muy rugosa	0																												
Rugosa	0																												
Ligeramente rugosa	0																												
Suave	12	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1																
Estriada-slickensided	0																												
JRC		**4-8**				**4-8**				**4-8**																			
AGUA	**Σ**																												
Seco	12	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1																
Lig. humedo	0																												
Humedo	0																												
Goteando	0																												
Fluyendo	0																												
RELLENO	**Σ**																												
Ninguno	4					1	1	1	1																				
Duro <5mm	0																												
Duro >5mm	0									Q	Q	Q	Q																
Blando <5mm	0																												
Blando >5mm	0	S	S	S	S																								
Alteración	**Σ**																												
Inalterado	0																												
Ligeramente alte.	12	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1																
Moderadamente alte.	0																												
Muy alterado	0																												
Descompuesto	0																												

RESIST DISC	**Σ**	Martillo Schmidt / dirección ↓											**RQD - TAL**	LONG TOT (cm)	**Σ**	frag1 (cm)	frag2 (cm)	frag3 (cm)	frag4 (cm)	frag5 (cm)	frag6 (cm)	frag7 (cm)	frag8 (cm)	frag9 (cm)	**TOTAL**
Muy blando	0												PERFIL 1	200	196	27	20	30	42	62	15				**98**
Blando	0												PERFIL 2		186	22	30	33	61	30	10				**93**
Consistente	0												PERFIL 3		145	62	32	20	11	10	10				**73**
Muy consistente	4	1			1	1	1						PERFIL 4		190	40	10	73	22	22	23				**95**
Duro	3		1	1				1					PERFIL 5		193	47	30	10	30	60	16				**97**
Muy duro	0												PERFIL 6		170	74	25	39	11	21					**85**
PROMEDIO		**50 - 100**											**PROMEDIO**		**90**										

Anexo 18: Ficha geomecánica de la estación TL109-LM01

FICHA DE ESTACIÓN GEOMECÁNICA

N° TALUD - LUGAR: 10 - GALLO RUMI						**PROSPECTOR: LUIS MARTINEZ NAVAS**	
CODIGO: **TL10-LM02**	**COORDENADAS:**	**X:** 735307	**Y:** 9822296	**Z:** 3403			
	FECHA: 10/11/2020	**HORA:** 13:00	**CLIMA:** FRIO	**C. TALUD:** 14	75		
OBSERVACIONES:							

MEDIDAS ↔	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
TIPO DE PLANO	E1	E1	E1	E1	J1	J1	J1	J1	J2	J2	J2	J2	J3	J3	J3	J3												
DIP DIR	277	265	275	262	2	2	3	3	44	38	41	40	70	86	72	74												
DIP	55	49	50	47	59	57	74	63	54	54	51	45	27	41	44	40												

TIPOS DE PLANO: E - estratificación J - junta S - esquistosisdad F - falla

RELLENO: S-arena B-brecha Q-quarzo O-óxido G-grava A-arcilla M-milonita C-calcita F-feldespato

CONDICIÓN DE LAS DISCONTINUIDADES

ESPACIADO	**Σ**																											
> 200 cm	0																											
60 cm - 200 cm	468	63	80	60	85	80				100																		
20 - 60 cm	366						30	42	50		20	30	50	40	45	30	29											
6 - 20 cm	0																											
< 6 cm	0																											
CONTINUIDAD	**Σ**																											
< 1 m	3.3					0.5		0.8	0.7					0.3	0.4	0.2	0.4											
1-3 m	8.8						1			2	2	2.3	1.5															
3-10 m	0																											
10-20 m	59	15	14	15	15																							
>20 m	0																											
APERTURA	**Σ**																											
0 mm	4					1	1	1	1																			
< 0,1 mm - 0.05mm	0																											
0,1-1,0 mm	4									1	1	1	1															
1-5 mm	4													1	1	1	1											
> 5 mm	4	1	1	1	1																							
RUGOSIDAD	**Σ**																											
Muy rugosa	0																											
Rugosa	0																											
Ligeramente rugosa	0																											
Suave	8	1	1	1	1					1	1	1	1															
Estriada-slickensided	8					1	1	1	1					1	1	1	1											
JRC		**4-8**				**0-4**				**4-8**				**0-4**														
AGUA	**Σ**																											
Seco	16	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1											
Lig. humedo	0																											
Humedo	0																											
Goteando	0																											
Fluyendo	0																											
RELLENO	**Σ**																											
Ninguno	8					1	1	1	1	1	1	1	1															
Duro <5mm	0																											
Duro >5mm	0																											
Blando <5mm	0													A	A	A	A											
Blando >5mm	0	O	O	O	O																							
Alteración	**Σ**																											
Inalterado	0																											
Ligeramente alte.	16	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1											
Moderadamente alte.	0																											
Muy alterado	0																											
Descompuesto	0																											

RESIST DISC	**Σ**	Martillo Schmidt / dirección ↓											**RQD - TAL**	LONG TOT (cm)	**Σ**	frag1 (cm)	frag2 (cm)	frag3 (cm)	frag4 (cm)	frag5 (cm)	frag6 (cm)	frag7 (cm)	frag8 (cm)	frag9 (cm)	**TOTAL**
Muy blando	0												PERFIL 1	200	180	75	80	25							**90**
Blando	0												PERFIL 2		188	76	10	10	69	23					**94**
Consistente	0												PERFIL 3		196	148	28	20							**98**
Muy consistente	2					1		1					PERFIL 4		126	10	62	19	35						**63**
Duro	5	1	1	1	1		1						PERFIL 5		196	12	33	86	10	55					**98**
Muy duro	0												PERFIL 6		195	20	175								**98**
PROMEDIO		**100 - 250**											**PROMEDIO**			**90**									

Anexo 19: Ficha geomecánica de la estación TL10-LM02

FICHA DE ESTACIÓN GEOMECÁNICA

N° TALUD - LUGAR: 11 - TINKU															**PROSPECTOR: LUIS MARTINEZ NAVAS**													
CODIGO: **TL11-LM01**				**COORDENADAS:**		**X:**	733379					**Y:**	9822802			**Z:**	3285													
				FECHA:	11/11/2020					**HORA:**	7:30			**CLIMA:**	FRIO			**C. TALUD:**	350	59										
OBSERVACIONES:																													
MEDIDAS ↔	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	
TIPO DE PLANO	J1	J1	J1	J1	J2	J2	J2	J2	E1	E1	E1	E1	J4	J4	J5	J5	J5	F1											
DIP DIR	310	311	303	298	355	350	345	348	286	286	290	287	53	64	71	68	67	191											
DIP	37	38	49	43	88	88	83	74	69	70	75	64	53	47	64	63	65	47											
TIPOS DE PLANO: E - estratificación J - junta S - esquistosisdad F - falla												RELLENO: S-arena B-brecha Q-quarzo O-óxido G-grava A-arcilla M-milonita C-calcita F-feldespato																	
CONDICIÓN DE LAS DISCONTINUIDADES																													
ESPACIADO	**Σ**																												
> 200 cm	0																												
60 cm - 200 cm	0																												
20 - 60 cm	70					27			22			21																	
6 - 20 cm	172	11	8	15	9		17	11		14	10		19	14	14	6	11	13											
< 6 cm	0																												
CONTINUIDAD	**Σ**																												
< 1 m	2.11	0.16	0.15	0.32	0.14	0.33	0.3	0.17	0.2					0.24	0.1														
1-3 m	0																												
3-10 m	43									6	7	7	6			6	6	5											
10-20 m	0																												
>20 m	0																												
APERTURA	**Σ**																												
0 mm	0																												
< 0,1 mm - 0.05mm	0																												
0,1-1,0 mm	4	1	1	1	1																								
1-5 mm	4									1	1	1	1																
> 5 mm	9					1	1	1	1					1	1	1	1	1											
RUGOSIDAD	**Σ**																												
Muy rugosa	0																												
Rugosa	0																												
Ligeramente rugosa	0																												
Suave	7									1	1	1	1			1	1	1											
Estriada-slickensided	10	1	1	1	1	1	1	1	1					1	1														
JRC		**0-4**				**0-4**				**4-8**				**0-4**		**4-8**													
AGUA	**Σ**																												
Seco	17	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1											
Lig. humedo	0																												
Humedo	0																												
Goteando	0																												
Fluyendo	0																												
RELLENO	**Σ**																												
Ninguno	0									1	1	1	1			1	1	1											
Duro <5mm	0																												
Duro >5mm	0																												
Blando <5mm	0																												
Blando >5mm	9	1	1	1	1	1	1	1	1					1	1														
Alteración	**Σ**																												
Inalterado	0																												
Ligeramente alte.	0																												
Moderadamente alte.	17	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1											
Muy alterado	0																												
Descompuesto	0																												

RESIST DISC	**Σ**	Martillo Schmidt / dirección ↓	**RQD - TAL**	LONG TOT (cm)	**Σ**	frag1 (cm)	frag2 (cm)	frag3 (cm)	frag4 (cm)	frag5 (cm)	frag6 (cm)	frag7 (cm)	frag8 (cm)	frag9 (cm)	**TOTAL**
Muy blando	0		PERFIL 1	200	106	17	31	13	11	14	20				**53**
Blando	0		PERFIL 2		90	13	22	18	17	20					**45**
Consistente	0		PERFIL 3		86	17	10	16	10	16	17				**43**
Muy consistente	4		PERFIL 4		100	10	20	15	10	25	20				**50**
Duro	3		PERFIL 5		52	10	10	22	10						**26**
Muy duro	0		PERFIL 6		119	16	30	14	14	19	16	10			**60**
PROMEDIO		**50 - 100**	**PROMEDIO**			**46**									

Anexo 20: Ficha geomecánica de la estación TL11-LM01

FICHA DE ESTACIÓN GEOMECÁNICA

N° TALUD - LUGAR: 12 - PUNGUI																		**PROSPECTOR:** LUIS MARTINEZ NAVAS											
CODIGO: TL12-LM01		**COORDENADAS:**		**X:**	733298			**Y:**	9822787			**Z:**	3274																
		FECHA:		11/11/2020				**HORA:**	9:30			**CLIMA:**	FRIO			**C. TALUD:**	35	63										
OBSERVACIONES:																													

MEDIDAS ↔		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
TIPO DE PLANO		E1	E1	E1	E1	E1	J1	J1	J1	J1	J1	J2	J2	J2															
DIP DIR		145	145	139	149	147	66	64	60	60	56	344	350	350															
DIP		68	60	58	62	61	55	56	57	52	55	30	45	44															
TIPOS DE PLANO: E - estratificación J - junta S - esquistosisdad F - falla													RELLENO: S-arena B-brecha Q-quarzo O-óxido G-grava A-arcilla M-milonita C-calcita F-feldespato															
CONDICIÓN DE LAS DISCONTINUIDADES																													
ESPACIADO	**Σ**																												
> 200 cm	0																												
60 cm - 200 cm	0																												
20 - 60 cm	273	49				21	29	50	47	24	32			21															
6 - 20 cm	67		16	11	19							10	11																
< 6 cm	0																												
CONTINUIDAD	**Σ**																												
< 1 m	0																												
1-3 m	19	3	3	3	3	3						1.5	1.2	1.3															
3-10 m	20						4	4	4	4	4																		
10-20 m	0																												
>20 m	0																												
APERTURA	**Σ**																												
0 mm	3											1	1	1															
< 0,1 mm - 0.05mm	0																												
0,1-1,0 mm	0																												
1-5 mm	0																												
> 5 mm	10	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1																		
RUGOSIDAD	**Σ**																												
Muy rugosa	0																												
Rugosa	0																												
Ligeramente rugosa	5	1	1	1	1	1																							
Suave	8						1	1	1	1	1	1	1	1															
Estriada-slickensided	0																												
JRC		4-8					8-12					4-8																	
AGUA	**Σ**																												
Seco	13	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1															
Lig. humedo	0																												
Humedo	0																												
Goteando	0																												
Fluyendo	0																												
RELLENO	**Σ**																												
Ninguno	0						1	1	1	1	1	1	1	1															
Duro <5mm	0																												
Duro >5mm	0	C	C	C	C	C																							
Blando <5mm	0																												
Blando >5mm	0																												
Alteración	**Σ**																												
Inalterado	0																												
Ligeramente alte.	0																												
Moderadamente alte.	13	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1															
Muy alterado	0																												
Descompuesto	0																												

RESIST DISC	**Σ**	Martillo Schmidt / dirección ↓										**RQD - TAL**	LONG TOT (cm)	**Σ**	frag1 (cm)	frag2 (cm)	frag3 (cm)	frag4 (cm)	frag5 (cm)	frag6 (cm)	frag7 (cm)	frag8 (cm)	frag9 (cm)	**TOTAL**
Muy blando	0											PERFIL 1	200	151	15	15	37	14	45	25				**76**
Blando	0											PERFIL 2		152	27	20	46	14	12	18	15			**76**
Consistente	5	1	1		1		1	1				PERFIL 3		100	38	17	10	15	10	10				**50**
Muy consistente	2			1		1						PERFIL 4		166	60	36	35	25	10					**83**
Duro	0											PERFIL 5												
Muy duro	0											PERFIL 6												
PROMEDIO		25 - 50										**PROMEDIO**		71										

Anexo 21: Ficha geomecánica de la estación TL12-LM01

FICHA DE ESTACIÓN GEOMECÁNICA

N° TALUD - LUGAR: 12 - TINKU																	**PROSPECTOR: LUIS MARTINEZ NAVAS**											
CODIGO: **TL12-LM02**	**COORDENADAS:**		**X:**	733252				**Y:**	9822836			**Z:**	3272																
	FECHA:	11/11/2020				**HORA:**	11:00		**CLIMA:**	FRIO		**C. TALUD:**	50	75															
OBSERVACIONES:																													

MEDIDAS ↔	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
TIPO DE PLANO	J3	J3	J3	J3	J1	J1	J1	J1	J2	J2	J2	J2																
DIP DIR	81	83	74	80	343	355	354	350	223	217	221	225																
DIP	65	77	79	64	61	61	44	49	47	51	56	47																

TIPOS DE PLANO: E - estratificación J - junta S - esquistosisdad F - falla

RELLENO: S-arena B-brecha Q-quarzo O-óxido G-grava A-arcilla M-milonita C-calcita F-feldespato

CONDICIÓN DE LAS DISCONTINUIDADES

ESPACIADO	**Σ**																												
> 200 cm	0																												
60 cm - 200 cm	0																												
20 - 60 cm	53			28	25																								
6 - 20 cm	92	9	9			14	6		9	12	11	8	14																
< 6 cm	4							4																					
CONTINUIDAD	**Σ**																												
< 1 m	3.65	0.74	0.46			0.49	0.31	0.2	0.18	0.4	0.14	0.6	0.13																
1-3 m	3			2	1																								
3-10 m	0																												
10-20 m	0																												
>20 m	0																												
APERTURA	**Σ**																												
0 mm	4									1	1	1	1																
< 0,1 mm - 0.05mm	0																												
0,1-1,0 mm	0																												
1-5 mm	4					1	1	1	1																				
> 5 mm	4	1	1	1	1																								
RUGOSIDAD	**Σ**																												
Muy rugosa	0																												
Rugosa	0																												
Ligeramente rugosa	4									1	1	1	1																
Suave	8	1	1	1	1	1	1	1	1																				
Estriada-slickensided	0																												
JRC		**4-8**				**4-8**				**8-12**																			
AGUA	**Σ**																												
Seco	12	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1																
Lig. humedo	0																												
Humedo	0																												
Goteando	0																												
Fluyendo	0																												
RELLENO	**Σ**																												
Ninguno	0									1	1	1	1																
Duro <5mm	0					C	C	C	C																				
Duro >5mm	0																												
Blando <5mm	0																												
Blando >5mm	0	S	S	S	S																								
Alteración	**Σ**																												
Inalterado	0																												
Ligeramente alte.	0																												
Moderadamente alte.	0																												
Muy alterado	12	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1																
Descompuesto	0																												

RESIST DISC	**Σ**	Martillo Schmidt / dirección ↓											**RQD - TAL**	LONG TOT (cm)	**Σ**	frag1 (cm)	frag2 (cm)	frag3 (cm)	frag4 (cm)	frag5 (cm)	frag6 (cm)	frag7 (cm)	frag8 (cm)	frag9 (cm)	**TOTAL**
Muy blando	0												PERFIL 1		140	12	10	13	15	13	18	15	19	25	**70**
Blando	0												PERFIL 2		91	30	12	13	15	10	11				**46**
Consistente	4	1		1			1	1					PERFIL 3	200	101	10	17	17	10	12	12	11	12		**51**
Muy consistente	3		1		1	1							PERFIL 4		107	10	10	20	10	10	10	10	17	10	**54**
Duro	0												PERFIL 5		107	25	12	30	20	20					**54**
Muy duro	0												PERFIL 6												
PROMEDIO		**25 - 50**											**PROMEDIO**		**55**										

Anexo 22: Ficha geomecánica de la estación TL12-LM02

FICHA DE ESTACIÓN GEOMECÁNICA

N° TALUD - LUGAR: 12 - TINKU															**PROSPECTOR: LUIS MARTINEZ NAVAS**													
CODIGO: **TL12-LM03**			**COORDENADAS:**		**X:**	733206			**Y:**	9822861			**Z:**	3270																
			FECHA:		11/11/2020				**HORA:**	13:30			**CLIMA:**	FRIO						**C. TALUD:**			25		60					
OBSERVACIONES:																													
MEDIDAS ←→	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	
TIPO DE PLANO	J4	J4	J4	J4	J4	J4	J4	J1	J1	J1	J1	J2	J2	J2	J2	J3	J3	J3											
DIP DIR	27	20	18	14	13	20	21	142	155	154	147	288	280	273	278	45	51	57											
DIP	55	54	56	58	55	54	54	47	61	58	53	66	79	72	65	54	63	58											
TIPOS DE PLANO: E - estratificación J - junta S - esquistosisdad F - falla												RELLENO: S-arena B-brecha Q-quarzo O-óxido G-grava A-arcilla M-milonita C-calcita F-feldespato																
CONDICIÓN DE LAS DISCONTINUIDADES																													
ESPACIADO	**Σ**																												
> 200 cm	0																												
60 cm - 200 cm	0																												
20 - 60 cm	289	20						30	25			23	20	34	55	27	30	25											
6 - 20 cm	82		18		17	15		7			15	10																	
< 6 cm	10			5			5																						
CONTINUIDAD	**Σ**																												
< 1 m	3.06								0.1	0.12	0.15	0.1	0.3	0.2	0.25	0.3	0.3	0.54	0.7										
1-3 m	0																												
3-10 m	27	4	4	4	3.5	4	4	3.5																					
10-20 m	0																												
>20 m	0																												
APERTURA	**Σ**																												
0 mm	11	1	1	1	1	1	1	1					1	1	1	1													
< 0,1 mm - 0.05mm	0																												
0,1-1,0 mm	0																												
1-5 mm	0																												
> 5 mm	7								1	1	1	1					1	1	1										
RUGOSIDAD	**Σ**																												
Muy rugosa	0																												
Rugosa	0																												
Ligeramente rugosa	10	1	1	1	1	1	1	1									1	1	1										
Suave	8								1	1	1	1	1	1	1	1													
Estriada-slickensided	0																												
JRC		**8-12**							**4-8**				**4-8**				**8-12**												
AGUA	**Σ**																												
Seco	18	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1										
Lig. humedo	0																												
Humedo	0																												
Goteando	0																												
Fluyendo	0																												
RELLENO	**Σ**																												
Ninguno	11	1	1	1	1	1	1	1					1	1	1	1													
Duro <5mm	0																												
Duro >5mm	0								C	C	C	C					C	C	C										
Blando <5mm	0																												
Blando >5mm	0																												
Alteración	**Σ**																												
Inalterado	0																												
Ligeramente alte.	18	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1										
Moderadamente alte.	0																												
Muy alterado	0																												
Descompuesto	0																												

RESIST DISC	**Σ**	Martillo Schmidt / dirección ↓										**RQD - TAL**	LONG TOT (cm)	**Σ**	frag1 (cm)	frag2 (cm)	frag3 (cm)	frag4 (cm)	frag5 (cm)	frag6 (cm)	frag7 (cm)	frag8 (cm)	frag9 (cm)	**TOTAL**
Muy blando	0											PERFIL 1		153	44	45	25	14	12	13				**77**
Blando	0											PERFIL 2		80	10	13	17	40						**40**
Consistente	4				1	1	1	1				PERFIL 3	200	103	10	20	18	17	10	17	11			**52**
Muy consistente	3	1	1	1								PERFIL 4		118	16	13	12	16	19	10	10	12	10	**59**
Duro	0											PERFIL 5												
Muy duro	0											PERFIL 6												
PROMEDIO		**25 - 50**										**PROMEDIO**		**57**										

Anexo 23: Ficha geomecánica de la estación TL12-LM03