



UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA
FACULTAD DE CIENCIA DE LA INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

TEMA:

“MODELACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LOS
DESLIZAMIENTOS DEL MACIZO ROCOSO DE ANCONCITO DEL
CANTÓN SALINAS DE LA PROVINCIA DE SANTA ELENA,
ECUADOR”.

TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

AUTOR (ES):

LUIS ALBERTO SUÁREZ TUMBACO
ÁNGEL FERNANDO BERNARDINO VILLÓN

TUTOR:

ING. LUCRECIA CRISTINA MORENO ALCÍVAR, Mg.

LA LIBERTAD, ECUADOR
2021

UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

TEMA:

**“MODELACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LOS
DESLIZAMIENTOS DEL MACIZO ROCOSO DE ANCONCITO
DEL CANTÓN SALINAS DE LA PROVINCIA DE SANTA
ELENA, ECUADOR”.**

TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

AUTOR (ES):

LUIS ALBERTO SUÁREZ TUMBACO
ÁNGEL FERNANDO BERNARDINO VILLÓN

TUTOR:

ING. LUCRECIA CRISTINA MORENO ALCÍVAR, Mg.

LA LIBERTAD – ECUADOR

2021

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

f. 

VILLAO BORBOR JONNY CARLOS, MG.

DIRECTOR DE CARRERA

f. 

PROAÑO CADENA GASTON, MSc

DOCENTE ESPECIALISTA

f. 

MORENO ALCÍVAR LUCRECIA CRISTINA, MG.

DOCENTE TUTOR

f. 

MORENO ALCÍVAR LUCRECIA CRISTINA, MG.

SECRETARIA DEL TRIBUNAL

El presente trabajo es dedicado a Dios, a mi madre y a mi padre quienes juntos lucharon, me amaron, y me dieron su infinito apoyo hasta el final; Tengo la certeza que desde el cielo nos siguen cuidando a mí y a mis hermanos.

A mi tío, que también está en el cielo, quien fue como un segundo padre para mí, se preocupaba por nuestro bienestar y siempre fue paciente con nosotros para poder guiarnos por el camino correcto.

Luis Alberto Suárez Tumbaco

A Dios, por brindarme la fuerza necesaria de luchar cada día, por permitirme dar este gran paso en mi vida y brindarme la sabiduría necesaria para poder terminar este trabajo de titulación.

A mi madre y mi padre por su apoyo incondicional, por sus consejos, y por su confianza en todo momento.

Esta dedicatoria también es para mis hermanos y tíos que siempre han estado apoyándome en todo momento.

Ángel Fernando Bernardino Villón



Facultad de
Ciencias de la Ingeniería
Ingeniería Civil

IP-docx: D126589609

La Libertad, 31 de enero del 2022

CERTIFICADO ANTIPLAGIO

DOCENTE UIC LUCRECIA CRISTINA MORENO ALCIVAR-2021

En calidad de tutor del trabajo de titulación denominado **“MODELACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LOS DESLIZAMIENTOS DEL MACIZO ROCOSO DE ANCONCITO DEL CANTÓN SALINAS DE LA PROVINCIA DE SANTA ELENA ECUADOR”**, elaborado por los estudiantes **Suarez Tumbaco Luis Alberto y Bernardino Villon Angel Fernando** con **C.I. 0927088203 y 2400205254** respectivamente, egresados de la Carrera de Ingeniería civil, de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería de la Universidad Estatal Península de Santa Elena, previo a la obtención del título de **INGENIERO CIVIL**, me permito declarar que una vez analizado en el sistema antiplagio **URKUND**, luego de haber cumplido los requerimientos exigidos de valoración, el presente proyecto ejecutado, se encuentra con **5 %** de la valoración permitida, por consiguiente se procede a emitir el presente informe.

Adjunto reporte de similitud.

Atentamente,



Ing. Lucrecia Moreno Alcivar, Mg.
C.I.:0911164127
DOCENTE TUTOR

Archivo. CC.

Dirección: Campus matriz, La Libertad - prov. Santa Elena - Ecuador
Código Postal: 240204 - Teléfono: (04) 2-781732
www.upse.edu.ec

Scanned by TapScanner



REPORTE DE SIMILITUD

Curiginal

Document Information

Analyzed document	TESIS LUIS SUAREZ ANGEL BERNARDINO.docx (D126589609)
Submitted	2022-01-31T01:29:00.0000000
Submitted by	MORENO ALCIVAR LUCRECIA CRISTINA
Submitter email	lmoreno@upse.edu.ec
Similarity	5%
Analysis address	lmoreno.upse@analysis.arkund.com

Sources included in the report

W	URL: https://de.slideshare.net/AndresElizaldeAgurto/upse-ing-civil-tesis-de-grado-catuto-ariana-y-elizalde-ronald Fetched: 2021-10-28T05:32:50.7200000	10
W	URL: http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/2297/Velerano_Nina_Fredy_Alonso.pdf?sequence=1&isAllowed=y Fetched: 2021-12-03T09:09:44.7200000	1
W	URL: https://docplayer.es/59521843-Geologia-aplicada-1o-curso-tecic-unidad-5-ingenieria-geologica-universidad-de-a-coruna-profesor-francisco-padilla.html Fetched: 2022-01-31T01:29:12.3770000	19
W	URL: https://library.co/article/trabajo-agudelo-rodr%C3%ADguez-yeysson-andr%C3%A9s-rodr%C3%ADguez-guti%C3%A9rrez-universiynn4o51y Fetched: 2022-01-31T01:29:11.0470000	4
W	URL: http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/53641/1/TESIS%20FINAL_IVAN%20LITUMA%20%28Abr_13_2021%29-ok.pdf Fetched: 2021-11-09T16:27:14.1300000	3

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Nosotros, LUIS ALBERTO SUÁREZ TUMBACO Y ANGEL FERNANDO BERNARDINO VILLON, declaramos bajo juramento que el presente trabajo de titulación denominado **“MODELACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LOS DESLIZAMIENTOS DEL MACIZO ROCOSO DE ANCONCITO DEL CANTÓN SALINAS DE LA PROVINCIA DE SANTA ELENA, ECUADOR”**, tiene antecedentes de haber sido elaborado en la Facultad de Ciencias de la Ingeniería, Carrera de Ingeniería CIVIL, el cual es un trabajo exclusivo, inédito y perteneciente de nuestra autoría.

Por medio de la presente declaración cedemos los derechos de autoría y propiedad intelectual, correspondientes a este trabajo, a la Universidad Estatal Península de Santa Elena, según lo establecido por la ley de propiedad intelectual, por su reglamento y por la normativa institucional vigente.

Atentamente,

AUTORES



LUIS SUÁREZ TUMBACO

C.I. 0927088203



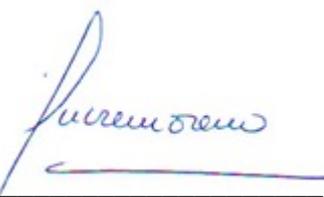
ANGEL BERNARDINO VILLON

C.I. 2400205254

CERTIFICACION DEL TUTOR

En mi calidad de Tutor del Trabajo de Titulación, modalidad Proyecto de Investigación “MODELACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LOS DESLIZAMIENTOS DEL MACIZO ROCOSO DE ANCONCITO DEL CANTÓN SALINAS DE LA PROVINCIA DE SANTA ELENA, ECUADOR”, elaborado por el señor SUÁREZ TUMBACO LUIS ALBERTO Y BERNARDINO VILLÓN ÁNGEL FERNANDO, egresados de la Carrera de Ingeniería Civil, Facultad de Ciencias de la Ingeniería de la Universidad Estatal Península de Santa Elena, previo a la obtención del título de Ingenieros Civiles, me permito declarar que luego de haberla dirigido, estudiado y revisado, la apruebo en su totalidad.

TUTORA

f. 

Ing. Lucrecia Cristina Moreno Alcívar. Mg.

La Libertad, a los 31 días del mes de enero del año 2022.

Christian Rodríguez Prudente

Ingeniero Químico
Master on Business Administration
Diplomado en Escritura Académica y traducción Bilingüe.

CERTIFICADO DE GRAMATOLOGÍA

A petición de los interesados, tengo a bien certificar que he realizado un análisis y revisión del contenido del trabajo de titulación denominado:

**“MODELACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LOS
DESLIZAMIENTOS DEL MACIZO ROCOSO DE ANCONCITO
DEL CANTÓN SALINAS DE LA PROVINCIA DE SANTA ELENA,
ECUADOR.”**

Trabajo de titulación realizado bajo la autoría de los egresados: **Luís Alberto Suárez Tumbaco** y **Ángel Fernando Bernardino Villón** con cédulas de identidad **0927088203** y **2400205254** respectivamente. De la carrera de **Ingeniería Civil** de la Facultad de **Ciencias de la Ingeniería** de la **Universidad Estatal Península de Santa Elena (UPSE)**.

Es de mi placer certificar que el trabajo arriba descrito, en el contexto general, cumple con los requisitos lingüísticos provistos por la Real Academia Española (RAE) para el uso del idioma español y los estándares emitidos por la American Psychological Association (APA) para proyectos investigativos y de grado.

Certificación que otorgo en la ciudad de Guayaquil a los veinte días del mes de enero del dos mil veintidós, para los fines académicos respectivos a beneficio de los interesados.

CERTIFICA;



Christian Rodríguez P, MBA.
C.I.: 0927266809

Agradezco a Dios por la fortaleza y perseverancia en los momentos difíciles que he pasado junto a mi familia, pero que, a pesar de todo, me mantiene en pie y con todas las ganas de querer seguir adelante porque sé que mis padres estarían muy orgullosos de mí. A mis hermanos, porque seguimos unidos, apoyándonos uno al otro hasta la actualidad. Y a toda mi familia que siempre está pendiente de nuestro bienestar.

De manera especial quiero agradecer a una de las personas más importantes en mi vida, mi novia Ing. Diana Delgado que me ha apoyado de todas las formas posibles en que se puede ayudar a alguien; y porque desde que la conozco siempre ha estado presente en todos mis momentos.

A los estimados directivos de la carrera, por su apoyo. A cada uno de los Docentes de la Carrera de Ingeniería Civil, quienes me guiaron con su experiencia por el camino de la excelencia con criterio científico, A la Ing. Lucrecia Moreno A. Mg., tutora de tesis quien me ha brindado guía acertadamente con sus conocimientos científicos y profesionales para la elaboración del presente documento.

Es necesario agradecer a Ángel Bernardino, por su amistad, apoyo y paciencia para seguir este camino que nos trazamos juntos. Y finalmente, a mis amigos más cercanos, por todas las experiencias vividas.

Luis Alberto Suárez Tumbaco

Le agradezco a Dios, por darme salud y sabiduría a lo largo de mi carrera como estudiante. A mis padres, hermanos y toda mi familia que siempre me ha apoyado para seguir adelante en mi proceso estudiantil.

A las autoridades y personal Académico de la Universidad Estatal Península de Santa Elena, a los directivos de la Carrera y a mis estimados docentes por sus enseñanzas brindadas. A la Ing. Lucrecia Moreno A. Mg., tutora de tesis por sus conocimientos y predisposición para compartir todas sus capacidades demostradas durante este proceso.

Finalmente, agradecer a mi estimado Luis Suárez por su amistad y sus consejos. A mis amigos de curso quienes siempre me han ofrecido, apoyo, tiempo y motivación para seguir en el camino que me he propuesto, estoy infinitamente agradecido de conocerlos y de todas las experiencias que hemos compartido juntos.

Ángel Fernando Bernardino Villón

TABLA DE CONTENIDO

	pág.
TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN	iii
DEDICATORIA	iv
CERTIFICADO ANTIPLAGIO	vi
DECLARACIÓN DE AUTORÍA.....	viii
CERTIFICACION DEL TUTOR	ix
CERTIFICADO DE GRAMATOLOGÍA	x
AGRADECIMIENTO.....	xi
TABLA DE CONTENIDO	xiii
LISTA DE FIGURAS	xvii
LISTA DE TABLAS.....	xviii
LISTA DE ANEXOS	xx
RESUMEN.....	xxii
ABSTRACT	xxiii
CAPITULO I: INTRODUCCIÓN	1
1.1 Antecedentes.....	2
1.2 Planteamiento del Problema.....	3
1.3 Justificación.....	3
1.4 Objetivos.....	4
1.4.1 Objetivo General	4
1.4.2 Objetivo Especifico.....	4
1.5 Hipótesis de trabajo	4
1.6 Variables.....	5
1.6.1 Variable Independiente:	5

1.6.2	Variable Dependiente:.....	5
CAPITULO II: MARCO TEÓRICO		6
2.1	Descripción de Taludes y Tipos de Deslizamientos.....	6
2.2	Tectónica del Ecuador.....	6
2.3	Geología Santa Elena - Anconcito.....	7
2.4	Socavamiento y erosión.....	7
2.5	Taludes en Rocas.....	8
2.6	Rotura Planar.....	8
2.7	Rotura en Cuña.....	8
2.8	Rotura por Pandeo.....	9
2.9	Desprendimientos.....	9
2.10	Tipos de Corrimientos.....	10
2.11	Deslizamientos.....	10
2.12	Deslizamiento plano.....	11
2.12.1	Corrimientos.....	12
2.12.2	Reptación.....	12
2.13	Clasificaciones Geomecánicas.....	12
2.14	Clasificación de Bieniawski (1973, 1979, 1989).....	12
2.14.1	Resistencia a compresión simple del material rocoso.....	13
2.14.2	Índice RQD de la roca.....	14
2.14.3	Espaciado de las juntas.....	15
2.14.4	Condiciones de las diaclasas.....	16
2.14.5	Continuidad o Persistencia.....	16
2.14.6	Abertura o apertura.....	17
2.14.7	Rugosidad.....	17
2.14.8	Relleno.....	18
2.15	Meteorización.....	18

2.16	Condiciones hidrogeológicas.....	19
2.17	Orientación de las discontinuidades	20
2.18	Clasificación Q de Barton	20
2.19	Definición del Índice de Calidad Q.....	21
2.19.1	Índice Jv.	22
2.19.2	Índice RQD.	22
2.19.3	Número de familia de discontinuidades, Jn.	23
2.19.4	Rugosidad, Jr.....	23
2.19.5	Alteración de las fisuras, Ja.....	24
2.19.6	Factor de reducción por agua, Jw.....	25
2.19.7	Factor de reducción por esfuerzos, SRF.	26
2.19.8	La Resistencia	28
2.19.9	Fallas Geológicas	28
2.19.10	Tipos de fallas geológicas.	29
2.20	Normas ASTM, ensayos de laboratorio	31
2.20.1	Ensayo Granulométrico por Hidrómetro.....	31
2.20.2	Ensayo de Granulometría por Tamizado.....	31
2.20.3	Límites de Atterberg.	32
2.20.4	Contenido de humedad.....	32
2.20.5	Gravedad Especifica.....	32
2.20.6	Expansión Libre.	33
2.20.7	Expansión controlada.....	33
2.20.8	Ensayo de corte directo.....	34
CAPITULO III: METODOLOGÍA		34
3.1	Ubicación del Área de Estudio	34
3.2	Metodología.....	35
3.3	Etapas de Estudio	35

3.4	Recopilación de información y planeación del trabajo de campo.....	36
3.5	Etapa de Campo.....	37
3.6	Fase de laboratorio	37
3.7	Etapa de oficina	37
3.8	Calidad del Macizo Rocoso.....	38
3.9	Caracterización 1.....	40
3.10	Caracterización 2.....	44
3.11	Caracterización 3.....	47
3.12	Caracterización 4.....	51
3.13	Socavaciones halladas en el corte geológico.....	55
3.13.1	Socavación 1.....	55
3.13.2	Deslizamientos hallados en el corte geológico.....	56
3.13.3	Deslizamiento 3.....	56
3.14	Fallas más representativas del corte geológico.....	57
CAPITULO IV: ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....		59
4.1	Formas del macizo rocoso en que se puede deteriorar – acantilados de Anconcito.....	59
4.2	Resultados de la calidad del macizo rocos y análisis de deslizamiento.....	61
4.2.1	Caracterización 1.....	61
4.2.2	Caracterización 2.....	62
4.2.3	Caracterización 3.....	64
4.2.4	Caracterización 4.....	65
CAPITULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....		67
5.1	Conclusiones.....	67
5.2	Recomendaciones.....	68
BIBLIOGRAFIA.....		69
ANEXOS.....		72

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1 Falla normal.....	29
Figura 2 Falla Inversa	30
Figura 3 Falla Transformante.....	30
Figura 4 Estación de inicio y final del corte geológico.....	35
Figura 5 Etapas realizadas para determinar la calidad del macizo rocoso.....	35
Figura 6 Caracterización 1	40
Figura 7 Proyección estereográfica en software Dips, caracterización 1	43
Figura 8 Ángulo de fricción obtenido del software RocData	43
Figura 9 Caracterización 2	44
Figura 10 Proyección estereográfica en software Dips, caracterización 2	46
Figura 11 Ángulo de fricción obtenido del software RocData	47
Figura 12 Caracterización 3	47
Figura 13 Proyección estereográfica en software Dips, caracterización 3	49
Figura 14 Resultados de software Dips.....	49
Figura 15 Factor de seguridad mediante software Swedge, falla por cuña.....	50
Figura 16 Caracterización 4	51
Figura 17 Proyección estereográfica en software Dips, caracterización 4	53
Figura 18 Ángulo de fricción obtenido del software RocData	54
Figura 19 Factor de seguridad mediante software Swedge, deslizamientos en falla planar.....	54
Figura 20 Observación de socavaciones al pie del talud	55
Figura 21 Socavaciones	56
Figura 22 Deslizamientos hallados en el corte geológico.....	56
Figura 23 Deslizamiento 3	57
Figura 24 Deslizamiento 2	57
Figura 25 Fallas encontradas en el corte geológico	58
Figura 26 Falla 2 en cuña.....	58
Figura 27 Caída de roca	59
Figura 28 Flujo de detritos	59
Figura 29 Desmoronamiento.....	60

LISTA DE TABLAS

	pág.
Tabla 1 Tipos de Movimientos de Laderas	10
Tabla 2 Índice de RMR	13
Tabla 3 Resistencia de la roca según el tipo de ensayo.....	14
Tabla 4 Resistencia de algunas rocas sanas	14
Tabla 5 Calidad de la roca RQD.	15
Tabla 6 Clasificación del espacio entre las juntas.....	15
Tabla 7 Valoración del parámetro Continuidad o persistencia de discontinuidades.	16
Tabla 8 Valoración del parámetro Abertura de discontinuidades.	17
Tabla 9 Puntuación - Perfil Estándar de Rugosidad.....	17
Tabla 10 Valoración del parámetro Relleno de las discontinuidades	18
Tabla 11 Grado de meteorización del macizo rocoso	19
Tabla 12 Obtener el parámetro de la presencia del agua.....	19
Tabla 13 Clasificación para la determinación de los buzamientos	20
Tabla 14 Clasificación Q de Barton	21
Tabla 15 Índice de calidad (RQD)	22
Tabla 16 Puntuación - Índice de diaclasado. Número de familia discontinuidades..	23
Tabla 17 Puntuación - Índice de rugosidad de las discontinuidades, Jr.....	23
Tabla 18 Puntuación - Índice de alteración de las diaclasas, Ja.....	24
Tabla 19 Puntuación - Factor de reducción por la presencia de agua, Jw.....	25
Tabla 20 Condiciones tensionales de la roca, SRF	26
Tabla 21 Clasificación en base a la resistencia de roca.....	28
Tabla 22 Datos de campo	40
Tabla 23 Método Q de Barton – Caracterización 1.....	41
Tabla 24 Método RMR de Bieniawski – Caracterización 1.....	41
Tabla 25 Método Q de Barton – Caracterización 2.....	44
Tabla 26 Método RMR de Bieniawski – Caracterización 2.....	45

Tabla 27 Método Q de Barton – Caracterización 3.....	47
Tabla 28 Puntaje de caracterización 3 – Estudio de los parámetros para el método RMR.....	48
Tabla 29 Método Q de Barton – Caracterización 4.....	52
Tabla 30 Puntaje de caracterización 4 – Estudio de los parámetros para el método RMR.....	52
Tabla 31 Caracterización 1 – Resultados de la calidad y deslizamiento en el talud.	61
Tabla 32 Caracterización 2 – Resultados de la calidad y deslizamiento en el talud.	63
Tabla 33 Caracterización 3 – Resultados de la calidad y deslizamiento en el talud.	64
Tabla 34 Caracterización 4 – Resultados de la calidad y deslizamiento en el talud.	65

LISTA DE ANEXOS

	pág.
Anexo 1 Límites de Atterberg.....	72
Anexo 2 Granulometría por el método del hidrómetro.....	72
Anexo 3 Gravedad específica	73
Anexo 4 Expansión libre y controlada.....	73
Anexo 5 Zona 1 límites de Atterberg.....	74
Anexo 6 Zona 2 límites de Atterberg.....	75
Anexo 7 Zona 3 límites de Atterberg.....	76
Anexo 8 Zona 4 límites de Atterberg.....	77
Anexo 9 Zona 1 Granulometría por tamices e hidrómetro	78
Anexo 10 Zona 2 Granulometría por tamices e hidrómetro	79
Anexo 11 Zona 3 Granulometría por tamices e hidrómetro	80
Anexo 12 Zona 4 Granulometría por tamices e hidrómetro	81
Anexo 13 Zona 1 Ensayo de parafina	82
Anexo 14 Zona 2 Ensayo de parafina	83
Anexo 15 Zona 3 Ensayo de parafina	84
Anexo 16 Zona 4 Ensayo de parafina	85
Anexo 17 Zona 1 Ensayo de comprensión simple.....	86
Anexo 18 Zona 2 Ensayo de comprensión simple.....	87
Anexo 19 Zona 3 Ensayo de comprensión simple.....	88
Anexo 20 Zona 4 Ensayo de comprensión simple.....	89
Anexo 21 Zona 1 Expansión controlada.....	90
Anexo 22 Zona 1 Expansión libre	91
Anexo 23 Zona 2 Expansión controlada.....	92
Anexo 24 Zona 2 Expansión libre	93
Anexo 25 Zona 3 Expansión controlada.....	94
Anexo 26 Zona 3 Expansión libre	95
Anexo 27 Zona 4 Expansión controlada.....	96
Anexo 28 Zona 3 Ensayo de corte directo.....	97

Anexo 29 Zona 4 Ensayo de corte directo	98
Anexo 30 Zona 1 Ensayo de gravedad específica	99
Anexo 31 Zona 2 Ensayo de gravedad específica	100
Anexo 32 Zona 3 Ensayo de gravedad específica	101
Anexo 33 Zona 4 Ensayo de gravedad específica	102
Anexo 34 Caracterización 1 - Método de Bieniawski	103
Anexo 35 Caracterización 1- Método de Barton	104
Anexo 36 Caracterización 2 - Método de Bieniawski	105
Anexo 37 Caracterización 2- Método de Barton	106
Anexo 38 Caracterización 3 - Método de Bieniawski	107
Anexo 39 Caracterización 3- Método de Barton	108
Anexo 40 Caracterización 4 - Método de Bieniawski	109
Anexo 41 Caracterización 4- Método de Barton	110

RESUMEN

“MODELACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LOS DESLIZAMIENTOS DEL MACIZO ROCOSO DE ANCONCITO DEL CANTÓN SALINAS DE LA PROVINCIA DE SANTA ELENA, ECUADOR”.

Autores: Luis Suárez Tumbaco y Ángel Bernardino Villón

Tutor: Ing. Moreno Alcívar Lucrecia Cristina, Mg.

La investigación realizada se llevó a cabo con el fin de determinar el deslizamiento del macizo rocoso de Anconcito cantón Salinas provincia de Santa Elena, una vez recolectados los datos de campo, las muestras fueron llevadas al laboratorio a realizar los respectivos ensayos con respecto a la norma ASTM. Para la clasificación de la calidad del talud se utilizaron dos métodos: clasificación geomecánica RMR de Bieniawski y Q de Barton. En el método de RMR se obtuvieron valores de rango de 51 a 56, mientras que en la Q de Barton se apreciaron valores entre 5.1 a 7.8 dando así el mismo resultado para ambos ensayos en términos de calidad media de clase III. Los softwares (Dips, RocData y Swedge) fueron utilizados para la creación de gráficos, en los que se analizaron los deslizamientos que podrían ocurrir en los taludes. De las cuatro zonas estudiadas, solo dos caracterizaciones presentaron riesgo de deslizamiento en falla. A lo largo del perfil costanero de Anconcito se encontraron socavaciones y fallas debido a la erosión marina.

Palabras Claves: Talud, Deslizamiento Planar, Deslizamiento en Cuña, Macizo Rocosos, Acantilados.

ABSTRACT

"MODELING AND CHARACTERIZATION OF THE LANDSLIDES OF THE ROCKY MASSIF OF ANCONCITO IN THE SALINAS CANTON OF THE PROVINCE OF SANTA ELENA, ECUADOR."

Authors: Luis Suarez Tumbaco and Angel Bernardino Villon

Tutor: Ing. Moreno Alcívar Lucrecia Cristina, Mg.

The present investigation was carried out to determine the slippage of the rock mass of Anconcito located in canton Salinas, province of Santa Elena. Once the field data was collected, we went to the laboratory to carry out the respective tests concerning the ASTM standard. For the classification of the quality of the slope, two methods were used, Bieniawski's RMR geomechanical classification and Barton's Q. In the RMR method, values ranging from 51 to 56 were acquired; likewise, Barto's Q values between 5.1 to 7.8 gave the same result for both medium quality class III. The software (Dips, RocData and Swedge) were used to create graphs, in which the slippage that could occur on the slopes was analyzed. Of the four zones studied, only two characterizations presented a risk of slippage on fault. Along with the coastal profile of Anconcito, undercuts and faults were found due to marine erosion.

Keywords: Slope, Planar Slide, Wedge Slide, Rock Mass, Cliffs

CAPITULO I: INTRODUCCIÓN

La ley de la gravedad (fuerza de atracción) permite el desprendimiento de masas desde las capas superiores hacia las inferiores en cualquier parte de la superficie terrestre. Es objeto de análisis en varios campos de la actividad humana, con especial atención a los problemas de estabilidad de taludes naturales y excavados (Geológico, 2007).

El macizo rocoso se define como una discontinuidad, medio anisótropo y heterogéneo formado por bloques de matriz rocosa y diversas discontinuidades que influyen en el medio rocoso, mecánicamente los macizos rocosos pueden considerarse que presentan resistencia a la tracción nula (Maldonado, 2020).

De esta manera los estudios de comportamiento mecánico requieren el análisis de las propiedades de la matriz rocosa y de las discontinuidades. Mediante este estudio se va a tener un enfoque de cómo se encuentra actualmente el macizo rocoso del sector y la identificación del riesgo de deslizamiento (Gonzales, 2002).

Para el presente trabajo de titulación previo a la obtención del título de ingeniero civil se investiga los acantilados ubicados en la parroquia Anconcito provincia de Santa Elena, donde se observa el problema de inestabilidad que es generado por la erosión, debido al choque de las olas al pie del talud. Teniendo en cuenta la actividad sísmica generada por el cinturón de fuego originando deslizamientos y fallas de discontinuidad en el macizo rocoso.

Para ello, es necesario presentar las propiedades geológicas del macizo rocoso para comprender la composición, estructura, propiedades físicas, mecánicas e hidrológicas que componen el acantilado. Entre las parroquias Ancón y Anconcito los rasgos geomorfológicos son variados debido a la retracción y erosión (Lucrecia, 2019).

Mediante esta investigación se analizará el estado actual del macizo rocoso del sector y se detectará el riesgo de deslizamiento. Utilizando los métodos de RMR desarrollado por Bieniawski, y El método Q, que fue propuesto por Barton que nos permitirá conocer la calidad del macizo rocoso.

1.1 Antecedentes.

Consecutivamente esto fue seguido por una serie de eventos sísmicos que provocaron fallas geológicas en las zonas costeras. Por lo tanto, se está analizando el perfil costero entre las parroquias Ancón y Anconcito en busca de la inestabilidad del acantilado, además se deben presentar trabajos geotécnicos.

Los suelos conformados del tramo costero entre Ancón y Anconcito presentan una variedad de rasgos geomorfológicos debido a factores como el oleaje de la costa; esto se ha sumado a la presencia de la actividad sísmica debido a que la parte costera de nuestro país está precedida por una placa tectónica subductora entre la placa de nazca y la continental, es decir, que contribuye a la ocurrencia de un pequeño porcentaje de deslizamientos progresivos que dan lugar a ondulaciones y discontinuidades en el macizo rocoso (Lucrecia, 2019).

En los acontecimientos ocurridos en el barrio 2 de febrero de la parroquia Anconcito en agosto de 2010 y abril de 2011, acontecieron varios deslizamientos y desprendimientos afectando el área urbana, deshabilitada la energía eléctrica, caminos vecinales y daños en las viviendas. Según el estudio morfométrico de la zona se estimó 306,305m³ de material de suelo que puede atravesar tres planos de falla tipo normal, las fuertes lluvias en el fenómeno del niño y los terremotos de magnitud oscilante entre $M_w \approx 5$ y $M_w > 7$ (Chunga, 2013).

Según Núñez del Arco (1983), confirmó que en el sector de las playas pudo observar lutita seca, graba arcillosa oxidada, areniscas grauwáticas y conglomerados, con presencia de delgadas láminas de arcillolitas y limolitas que contienen cristales de yeso y carbonato de calcio.

1.2 Planteamiento del Problema.

El objetivo de esta investigación fue el problema de los asentamientos urbanos, grietas en el suelo y descamación de roca en los acantilados de Anconcito. La costa de Anconcito, ubicada en el suroeste de la provincia de Santa Elena, se ve afectada por los fenómenos geológicos debido a la dinámica costera del sector de investigación; deslizamientos y derrumbes de estratos rocosos por fallas geológicas, como también el socavamiento de los acantilados por la erosión marina (Chunga, 2013).

La suelo de la provincia de Santa Elena está compuesta por capas volcánicas y sedimentaria marina, estos elementos son parte del territorio de la parroquia Anconcito (LORENA & ÁNGELES, 2019). Además, el macizo rocoso indica cambios de volumen debido a la versatilidad de humedad en la capa de arcilla, esto puede causar problemas de hinchamiento y dispersión dependiendo de la estructura mineral, por otra parte, la arena suelta causa colapso y licuefacción dependiendo de sus condiciones naturales.

La dirección estructural del acantilado y sedimentos rocosos buzan o se inclinan 290/10 (al NW), lo que indica que tienen direcciones opuestas al plano de deslizamiento, sumando lo anterior el problema se agrava con falla geológica normal, permitiendo la reanudación de los planos de deslizamiento (Chunga, 2013).

1.3 Justificación.

La finalidad de esta investigación es obtener información referente a un estudio geotécnico del macizo rocoso del acantilado de Anconcito ubicado en el barrio 2 de febrero. Determinar el nivel de erosión que provoca el socavamiento, la pérdida de resistencia a formaciones frágiles y el desprendimiento del mismo (Chunga, 2013). Cuando se acumula material en el área de la playa, se pueden almacenar cargas y la infraestructura puede comenzar a desplazar el acantilado.

La presente investigación se llevó a cabo utilizando los métodos, RMR Bieniawski y Q de Barton, ya que la deformación, agrietamientos, erosión y deslizamiento en la zona costera de Anconcito genera inseguridad en la rama de la ingeniería civil, estudios analíticos y experimentales dirigidos a determinar la eficacia de la roca y el presente

estado de los acantilados costeros han podido caracterizar la roca en este lugar (Chunga, 2013).

Gracias a estos estudios se determinó el estado actual del macizo rocoso, dándonos a conocer la inestabilidad que cada año presenta. Para que de esta manera tanto los habitantes como las autoridades de la parroquia Anconcito estén más informado y puedan entender el riesgo que presenta al construir sus viviendas en el sector de los acantilados evitando futuros colapsos, pérdidas humanas y materiales.

1.4 Objetivos

Se plantea tres objetivos específicos para dar cumplimiento con el objetivo general de este trabajo de titulación.

1.4.1 Objetivo General

Caracterizar y modelar las propiedades de la calidad del macizo rocoso del acantilado ubicado en Ancón, cantón Salinas, provincia de Santa Elena; mediante el uso de los programas DIPS, ROCDATA, SWEDGE, ROCPLANE y los métodos para establecer el riesgo de deslizamiento en la zona.

1.4.2 Objetivo Especifico

- Realizar la caracterización geotécnica del talud mediante ensayos in situ.
- Determinar la calidad del macizo rocoso mediante los métodos *RMR* Bieniawski y *Q*, Barton.
- Modelación del macizo rocoso a través de los parámetros mecánicos obtenidos en el laboratorio.

1.5 Hipótesis de trabajo

La calidad del macizo rocoso del acantilado de Anconcito determinado por los métodos RMR de Bieniawski y Q de Barton, influirán a que se produzcan los deslizamientos.

1.6 Variables

1.6.1 Variable Independiente:

Características físicas

Características mecánicas.

1.6.2 Variable Dependiente:

Calidad del macizo rocoso.

CAPITULO II: MARCO TEÓRICO

2.1 Descripción de Taludes y Tipos de Deslizamientos

Se define como talud a la superficie inclinada con respecto a la superficie horizontal, esta puede ser estructuras conformadas por el mismo suelo o roca. Un deslizamiento ocurre cuando el talud se rompe haciendo que el suelo se desplace en el sentido de la gravedad.

2.2 Tectónica del Ecuador.

(Kervin Chunga et al., 2010) consideran que pueden ocurrir terremotos con magnitud mayores a 7, debido que la fosa tectónica representa la colisión y subducción de la placa oceánica de Nazca hacia el segmento continental, conformado por el Bloque Nor-Andino y la placa Sudamericana. La costa ecuatoriana se caracteriza por una estructura morfológica compleja, en la parte sur del Golfo de Guayaquil, los sistemas de estiramiento están asociados con grietas de la corteza continental mediante las fallas normales y de cizallas.

A nivel tectónico, el área estudiada se ubica en zona de interplaca, el ambiente geodinámico de la fosa ecuatoriana es confuso y resulta de la convergencia de las placas oceánica (Nazca) y continental (Sudamérica) durante la subducción. La convergencia de estas placas también se conoce como la "zona de subducción" o "borde occidental de América del Sur", efectuando diversos grados de deformación en la corteza continental hasta crear cadenas de colinas altas a lo largo de la costa con alturas máximas de 760 m.

La acción de la parte posterior de Galápagos o centro de divergencia, determina el movimiento referente de las Placas Cocos y Nazca, cuya corteza oceánica menor 23 millones de años (Ma) varía con la corteza oceánica de más de 35 Ma. Al igual que las grietas esta produce una corteza oceánica de espesor medio de 7 km, mientras que el

punto caliente de Galápagos produce una corteza oceánica de mayor espesor entre 18 a 22 km (Kervin Chunga et al., 2010).

2.3 Geología Santa Elena - Anconcito.

De acuerdo con el estudio de Núñez del Arco and Dugas (1985), se indican una serie de estratos decimétricos de areniscas grauwáticas de clastos subangulares, interpuestos por estratos laminados de arcillolitas y limolitas verdes grises, afectadas por espejos de fricción observados en los afloramientos de los acantilados a lo largo de la estrecha zona de playa, además la plataforma litoral está compuesta litológicamente por este último tipo de roca.

También podemos apreciar a pocos metros del mercado pesquero artesanal de Anconcito, una formación socorro de edad Eoceno Medio temprano a tardío-Luteciano/Bartoniano (Navarrete, 2018). Como podemos apreciar el afloramiento está conformada estratigráficamente de arenisca turbidíticas de color marrón claro - gris oscuro, que muestran intervalos definidos de la Secuencia de Bouma: Ta, Tb, Tab y Tabc con aspecto de estructuras de deformación en llama (“flame structures”), en los estratos de turbidíticas se observa la secuencia cortada por fallas geológicas.

2.4 Socavamiento y erosión.

Según Álvarez, Ayala, Delgado, Bustamante, y Bonilla (2015), se define a la socavación como la reducción del nivel del lecho marino, con presencia de arrastre de materiales causado por el agua. Esta disminución medida desde el nivel inicial es conocida como la profundidad de socavación. Las cárcavas y socavamiento resaltan la importancia de la acción de las olas en la erosión de los acantilados. Por un lado, podemos ver que la mayoría de las cárcavas se desarrollan a la altura de la ola y en la zona de pleamar. Las diaclasas forman superficies débiles frecuentes en estos acantilados, a veces no claramente visibles porque en su mayoría están cubiertos por depósitos de yeso. A pesar de esto, se observan diaclasas verticales y con inclinaciones en todo el acantilado, donde frecuentemente es golpeada por las olas, se expanden rápidamente a medida que se va desvaneciendo.

2.5 Taludes en Rocas.

En los terrenos horizontales se encuentran varias fuerzas que ayudan a mantener su nivel, estas fuerzas son: la gravedad, filtración y la presión de agua en las diaclasas. esto contrarresta la resistencia de la cortante de los acantilados. El talud tiende a ser inestable cuando la primera fuerza excede a la segunda. Generalmente las pendientes naturales han sido formadas por efecto de las corrientes de agua, olas, glaciares o desmontes de excavaciones. Los eventos generales de erosión e inestabilidad tienden a suavizar las pendientes en el talud (Salas, 2004).

2.6 Rotura Planar.

Como afirma Chávez De la Cruz (2020), la rotura planar se origina con apoyo de un plano precedente, junta tectónica o una falla. La existencia de discontinuidades es una de las condiciones básicas para la inclinación a favor del talud y dirección, cumpliendo la condición que la discontinuidad debe estar descubierta por el talud y su inclinación debe ser mayor a su ángulo de rozamiento.

Los distintos tipos de roturas planar necesitan distribución y características de la discontinuidad de la pendiente. La mayoría de las veces son:

- Cuando ocurre una rotura por un plano delantero o inferior del talud, con grieta de tracción o sin ella.
- Por una rotura de un plano paralelo delantero del talud, por la pérdida de resistencia en la parte inferior.

2.7 Rotura en Cuña.

De acuerdo con Huerta (2002), la rotura en cuña es una forma de deslizamiento traslacional, impulsado por dos o más discontinuidades tales como: estratificación, diaclasas, fallas, etc. Estos deslizamientos suelen ocurrir en formaciones rocosas resistentes y con distintas discontinuidades. Si la rotura por cuña está interceptada por

dos discontinuidades o una superficie con un punto débil y las dos superficies se inclinan en diferentes direcciones, se dice que es una cuña directa; y si las inclinaciones de estas discontinuidades van en la misma dirección, se la llama cuña inversa.

2.8 Rotura por Pandeo

Gonzales de Vallejo (2002), define a la rotura por pandeo, como aquella que se origina por los planos de estratificación paralelos al talud con un buzamiento mayor al ángulo de rozamiento, la misma que sucede con flexión o sin ella, El requisito es que los estratos sean lo suficientemente delgados y pueda doblarse de acuerdo con la altura del talud y así pueden pandearse. Las roturas por pandeo pueden generarse por diferentes causas: altura excesiva del talud, fuerzas externas sobre el estrato, geometría desfavorable en los estratos, presión de agua sobre los estratos, concentración desfavorable de tensiones sobre los estratos.

2.9 Desprendimientos.

De acuerdo con Ferrer Gijon (1988), El desprendimiento es la caída de bloques de material desde un talud, caracterizada por planos de falla, con caída libre donde el material es depositado a cotas más bajas o al pie del talud, se producen frecuentes desprendimientos en los macizo rocosos, en cuya parte superior suelen aparecer diaclasas verticales en tracción producidas por la erosión. El fenómeno es particularmente intenso en las rocas extrusivas, en las que existe con frecuencia una red de diaclasas verticales resultantes de la retracción de la lava al enfriarse.

La importancia de los desprendimientos puede depender de la naturaleza de la red de diaclasas sub perpendiculares a la anterior que se presenta en ocasiones, si esta red de diaclasas buza, aunque sea ligeramente, hacia el interior del macizo, dicho macizo será relativamente estable; si el talud es erosionado en su base por una corriente de agua, o por las olas, se producirán con el tiempo desplomes de grandes proporciones de material, que caerán al romperse por tracción a través de una diaclasa; si, por el contrario, la red de diaclasa buza hacia el exterior del macizo, la ladera será inestable, produciéndose la inclinación de la columna por flexión y su consiguiente desplome (Ayala, 2000).

2.10 Tipos de Corrimientos.

Se observó cuatro grupos de los corrimientos: deslizamiento, flujos de arcilla, corrimientos por la licuefacción y análogos, y reptación. Los movimientos débiles de la cabeza tienden a concentrarse en aquellas áreas donde existe deslizamientos, las pequeñas obras de cimentación generan nuevos movimientos (Salas, 2004).

2.11 Deslizamientos.

Una masa de tierra se desliza sobre otra cuando se exceden las fuerzas de corte a lo largo de la separación. En este caso, la masa inestable se desplaza con velocidad y al menos inicialmente permanece en forma de uno o más bloques. Se distinguirá los tipos de deslizamiento según la superficie sea plana, curva o quebrada. (Gijon, 1988).

Tabla 1
Tipos de Movimientos de Laderas

Deslizamientos rotacionales			
	Suelos	Rocas	
Deslizamientos traslacionales			
	Suelos	Rocas	
Flujos			
	Suelos	Derrubios	Bloques rocosos

Desprendimientos



Rocas



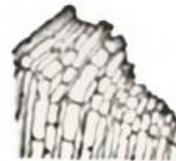
Suelos



Vuelcos



Rocas



Suelos



Avalancha



Rocas



Derrubios

**Desplazamiento
s laterales**



Suelos



Bloques rocosos

Nota. tomado de Gonzales de Vallejo (2002) pág. 624.

2.12 Deslizamiento plano.

Estos deslizamientos se ocasionan en las zonas de discontinuidades que se inclinan al exterior del macizo o son paralelas al talud. Es habitual que en tiempo cálidos exista en los taludes un manto de suelo residual y coluvial que logra ser vulnerable a deslizamiento. Los deslizamientos están vinculados a los diferentes espacios atribuido de la formación de suelo meteorización de la roca, deslizamiento a través de superficies curvas o quebradas (De la Cruz, 2020). Existen diferentes tipos de roturas planas tales como: rotura por un plano que aflora en la cara o pie del talud con o sin grieta de tracción, rotura por un plano paralelo a la cara del talud por erosión o pérdida de resistencia del pie del talud.

2.12.1 Corrimientos.

Provocados por la Licuefacción y Análogos - Los limos y arenas finas consiguen crear depósitos, débiles e inseguros, principalmente si está constituido de granos redondeados y uniformes. La perturbación puede dar lugar a una presión de poro muy alta porque si están saturados no tardan en drenar debido a su baja permeabilidad pueden conducir a la licuefacción en presencia de un sismo (Salas, 2004).

2.12.2 Reptación.

Se mueve lentamente, a veces hasta 8 mm / año, y muchas veces no destruye el suelo. Los deslizamientos de tierra a menudo preceden de movimientos de receptación, y cuanto más cerca del punto de falla, se pueden detectar en el futuro deslizamientos a través de estos movimientos (Corominas & de Caminos, 2004).

2.13 Clasificaciones Geomecánicas.

La clasificación de los macizos rocosos tiene como objetivo obtener parámetros geotécnicos para la utilización de diseños y proyectos en obras de la ingeniería. Las rocas como medios discontinuos muestran un comportamiento geo mecánico complicado que debe ser estudiado y clasificado según su magnitud para diferentes aplicaciones. Por esto surgieron las clasificaciones geomecánicas. Las clasificaciones mecánicas más utilizadas en la actualidad son: la RMR y la Q.

2.14 Clasificación de Bieniawski (1973, 1979, 1989).

Esta clasificación fue desarrollada por Bieniawski en 1973 actualizada en 1979 y 1989, según Gonzales de Vallejo (2002), establece que un sistema de clasificación de macizo rocoso, permite la relación del índice de calidad con parámetros geotécnicos del macizo. Permite relacionar índices de la calidad de la roca con parámetros geotécnicos en el macizo rocoso, con criterios de excavación y sostenimiento, siendo una de las metodologías más utilizadas en el ámbito de la mecánica de rocas.

Obtención del Índice RMR. Según Pedro Ramirez Oyanguren (2004), la calidad del macizo rocoso es determinada dividiéndolo en zonas estructurales, zonas separadas por discontinuidades geológicas, en las que la estructura es esencialmente homogénea. La estructura de la cimentación incluye fallas, juntas, pliegues y otros rasgos geológicos característicos de un área en particular.

El índice que determina la clasificación es una calificación de lecho rocoso (RMR) el cual evaluará la calidad de rocas de acuerdo con los siguientes parámetros: Resistencia a la compresión la matriz rocosa, índice RQD de la roca, espaciado de las juntas, condiciones de las diaclasas, condiciones hidrogeológicas. Se califica cada parámetro y se realiza una sumatoria con el fin de determinar la calidad del macizo rocoso y se clasifica desde muy mala hasta muy buena (0 – 100) (**Tabla 2**).

Tabla 2
Índice de RMR

Clase	Calidad	Índice RMR
I	Muy buena	100 – 81
II	Buena	80 – 61
III	Media	60 – 41
IV	Mala	40 – 21
V	Muy mala	< 20

Nota. Tomado de (Pedro Ramírez Oyanguren, 2004).

2.14.1 Resistencia a compresión simple del material rocoso.

Se entiende por resistencia la carga máxima que se necesita para provocar la rotura de un material. Según el esfuerzo aplicado, la resistencia podría ser: a compresión, a tracción, a flexión, a corte, a torsión, etc. La resistencia a compresión simple (o compresión uniaxial) de la matriz rocosa proporciona un valor seguro obtenido cuando se aplica una carga de compresión en una dirección determinada, en el campo se pueden realizar algunos métodos como: ensayo de carga puntual, los

índices de campo y el martillo de schmidt (Feijoo, 2020). (Tabla 3 y 4).

Tabla 3

Resistencia de la roca según el tipo de ensayo

Descripción	F'c (mpa)	Carga puntual (mpa)	Valoración
Extremadamente dura	> 250	> 10	15
Muy dura	100 – 250	4 – 10	12
Dura	50 – 100	2 - 4	7
Moderadamente dura	25 – 50	1 – 2	4
Blanda	5 – 25		2
Muy blanda	1 - 5	< 1	1
	< 1		0

Nota. Tomado de Brown, (2012).

Tabla 4

Resistencia de algunas rocas sanas

	Mínima	Máxima	Media
<i>Marga</i>	52	152	99
<i>Mármol</i>	60	140	112
<i>Caliza</i>	69	180	121
<i>Andesita</i>	127	138	128
<i>Granito</i>	153	233	188
<i>Basalto</i>	168	359	252
<i>Cuarcita</i>	200	304	252

Nota. Tomado de Brown, (2012).

2.14.2 Índice RQD de la roca.

El parámetro del RQD. es considerado para la selección del revestimiento de túneles. La designación de calidad de la roca (RQD) fue introducida por Don Deere a mediados de la década de 1960 como un medio para utilizar núcleos de diamante para clasificar rocas con fines de ingeniería. Posteriormente, se incorporó a los métodos de clasificación de macizos rocosos (RMR) y Q que, en todo el mundo, ahora

desempeñan un papel importante en el diseño de la mecánica de rocas, ya sea para túneles, cimientos, taludes rocosos o excavaciones en rocas (Pells, Bieniawski, Hencher, & Pells, 2017) (**Tabla 5**).

Tabla 5

Calidad de la roca RQD.

ÍNDICE DE CALIDAD RQD (%)	CALIDAD	VALORACIÓN
0 – 25	Muy mala	3
25 – 50	Mala	8
50 – 75	Regular	13
75 – 90	Buena	17
90 - 100	Excelente	20

Nota. Tomado de Brown, (2012).

2.14.3 Espaciado de las juntas.

El espaciado entre las juntas se refiere a las discontinuidades estructurales tales como, fallas, diaclasas, planos de estratificación, etc. El espacio entre junta es la distancia promedio entre las discontinuidades de cada familia, teniendo cada conjunto igual características geomecánicas. En la siguiente tabla se da a conocer los diferentes valores a considerar para el espacio entre juntas (Oyanguren, 2004). Naturaleza de las juntas: Para describir el estado de las juntas se utilizan los siguientes parámetros (**Tabla 6**):

- Apertura entre los labios de la discontinuidad.
- Continuidad (dimensiones) de la junta según rumbo y buzamiento. Rugosidad de los labios.
- Resistencia de la roca en los labios de la discontinuidad.
- Relleno de la junta.

Tabla 6

Clasificación del espacio entre las juntas

Descripción	Espaciado (cm)	Puntuación
Extremadamente Junto	< 2	5
Muy junto	2 – 6	5
Junto	6 – 20	8
Moderadamente Junto	20 – 60	10

Separado	60 – 200	15
Muy separado	200 – 600	20
Extremadamente separado	> 600	20

Nota. Tomado de Brown, (2012).

2.14.4 Condiciones de las diaclasas.

Las diaclasas estipulan de una forma definitiva las propiedades y el comportamiento resistente, la resistencia al corte de las diaclasas es el aspecto fundamental en la decisión de la resistencia de los macizos rocosos y para su requisito es preciso definir las características y propiedades de los planos de discontinuidad. Bieniawski, en el método para clasificar el macizo rocoso estableció las condiciones de las diaclasas: continuidad, abertura, la rugosidad y el relleno.

2.14.5 Continuidad o Persistencia.

La continuidad de un plano discontinuo, es la extensión de su superficie, medida por su longitud en la dirección del plano y su pendiente. Este es un parámetro muy importante pero difícil de cuantificar cuando se observan afloramientos rocosos, donde a menudo se encuentran trazas de planos discontinuos siguiendo una pendiente aparente (Lope, 2016).

Según Ferrer and de Vallejo (2007), La medición continua se realiza con una cinta métrica. Se deberán medir longitudes a lo largo de la dirección y pendiente, siempre y cuando el afloramiento permita una vista tridimensional de los planos discontinuos. Debemos recalcar la importancia de la familia continuas, por lo consiguiente esta determinara el plano de rotura del macizo rocoso. Mostrando en la tabla 7 la más alta como la más baja continuidad de las diaclasas (**Tabla 7**).

Tabla 7

Valoración del parámetro Continuidad o persistencia de discontinuidades.

Continuidad	Longitud (m)	Puntuación
Muy baja	<1	6
Baja continuidad	1 – 3	4
Continuidad media	3 – 10	2
Alta continuidad	10 – 20	1
Muy alta continuidad	> 20	0

Nota. Tomado de González de Vallejo *et al.* (2002) y H. Y. Brown (2012).

2.14.6 Abertura o apertura.

La abertura de acuerdo con Lozano, Ochoa, y Camacho (2012) se denomina como la distancia perpendicular, que divide las paredes de la discontinuidad en caso que el relleno sea nulo. Este criterio no es igual para todas las zonas del macizo rocoso, estas medidas se llevan a cabo con reglas en milímetros, empleando un calibre que se introduzca en la abertura apropiada cuando esta sea muy pequeña.

Tabla 8

Valoración del parámetro Abertura de discontinuidades.

Descripción	Abertura (mm)	Puntuación
Muy cerrada	<0.1	6
Cerrada	0.1 - 0.25	5
Parcialmente abierta	0.25 - 0.50	3
Abierta	0.5 - 2.5	3
Moderadamente ancha	2.5 – 10	1
Ancha	> 10	0
Muy ancha	10 – 100	0
Extremadamente ancha	100 – 1000	0
Cavernosa	> 1000	0

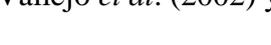
Nota. Tomado de González de Vallejo *et al.* (2002) y H. Y. Brown (2012).

2.14.7 Rugosidad.

La rugosidad tiene como objetivo principal evaluar la resistencia al corte de los planos, este término se aplica para referirse a las ondulaciones de las discontinuidades y de las irregularidades de pequeña escala de planos, esta descripción tiene diferentes métodos de medida, siendo el más eficaz la comparación visual de la discontinuidades con el perfil estándar de la rugosidad (Gonzales de Vallejo, 2002).

Tabla 9

Puntuación - Perfil Estándar de Rugosidad

Descripción	Perfiles	Puntuación
Rugosa, Escalonada		6
Lisa, Escalonada		5
Pulida, Escalonada		5
Rugosa, Ondulada		3
Lisa, Ondulada		3
Pulida, Ondulada		1
Rugosa, Plana		1
Lisa, Plana		0
Pulida, Plana		0

Nota. Tomado de González de Vallejo *et al.* (2002) y H. Y. Brown (2012).

2.14.8 Relleno.

El relleno es un material diferente al de las paredes de la roca, que sirven para rellenar las discontinuidades, este material tiene diversas propiedades físicas y mecánicas. Se debe considerar si el material es blando o alterado ya que puede cambiar sus propiedades resistentes a corto plazo, según su contenido de agua o movimiento de juntas. Los materiales más usados como relleno son: limo, arena, y arcilla, algunas de las características principales del relleno son: su naturaleza, resistencia al corte y su permeabilidad estas dos últimas características pueden darse de una forma indirecta o cualitativa (Sánchez) (**Tabla 10**).

Tabla 10

Valoración del parámetro Relleno de las discontinuidades

	Nada	Resistente >5mm	Resistente <5mm	Blando >5mm	Blando <5mm
Tipo de relleno	6	4	2	2	0

Nota. Tomado de González de Vallejo *et al.* (2002) y H. Y. Brown (2012).

2.15 Meteorización

El estado de meteorización de una roca es un análisis sustancial ya que determina sus propiedades mecánicas. A medida que ocurre la meteorización, la porosidad, permeabilidad y deformabilidad del material rocoso aumenta y su resistencia disminuye. La descripción del estado o grado de la matriz rocosa se puede realizar de forma sistemática a partir de la descripción del cuadro, las condiciones climáticas son un factor importante en el proceso de meteorización, y la aparición de rocas erosionadas depende de la región climática (Gonzales de Vallejo, 2002).

Tabla 11
Grado de meteorización del macizo rocoso

Tipo	Descripción	Puntuación
Roca Sana o Fresca	No existe signos de meteorización	6
Algo Meteorizado	Todo está decolorado por meteorización	5
Medianamente Meteorizado	Menos de la mitad descompuesto	3
Muy Meteorizado	Más de la mitad descompuesto	1
Completamente Meteorizado	Todo el macizo descompuesto. Conserva estructura original	0
Suelo Residual	Trasformado en suelo. Destruída estructura original	0

Nota. Tomado de González de Vallejo *et al.* (2002) y H. Y. Brown (2012).

2.16 Condiciones hidrogeológicas

El comportamiento del macizo rocoso se debe a la presencia del agua, se debe estimar el flujo de agua en litros/min. Utilizando la siguiente descripción: completamente seco, húmedo, agua a presión moderada y agua a presión fuerte (Pedro Ramírez Oyanguren, 2004).

Tabla 12
Obtener el parámetro de la presencia del agua.

CAUDAL POR 10 M DE TUNEL	RELACIÓN PRESIÓN AGUA – TENSION PPAL MAYOR	DESCRIPCIÓN	VALORACIÓN
Nulo	0	Seco	15
< 10 litros/min	< 0,1	Ligeramente húmedo	10
10 – 25 litros/min	0,1 – 0,2	Húmedo	7
25 – 125 litros/min	0,2 – 0,5	Goteando	4
>125 litros/min	>0,5	Fluyendo	0

Nota. Tomado de González de Vallejo *et al.* (2002) y H. Y. Brown (2012).

2.17 Orientación de las discontinuidades

La orientación relativa y el espaciado de las diferentes familias de un macizo rocoso definen la forma de los bloques que conforman el macizo. La evaluación de este parámetro requiere la clasificación de rocas en rumbo y buzamiento.

Tabla 13

Clasificación para la determinación de los buzamientos

Dirección perpendicular al eje de la obra				Dirección paralela al eje de la obra		Buzamiento 0 – 20° cualquier dirección
Excav.		Excav.				
Con buzamiento		Contra buzamiento				
Buz 45° - 90°	Buz 20° - 45°	Buz 45° - 90°	Buz 20° - 45°	Buz 45° - 90°	Buz 20° - 45°	
Muy favorable	Favorable	Medio	Desfavorable	Muy desfavorable	Medio	Desfavorable

Nota. Tomado de González de Vallejo *et al.* (2002) y H. Y. Brown (2012).

2.18 Clasificación Q de Barton

Barton, Lien, and Lunde (1974), valora la calidad del macizo rocoso Q está calificando seis parámetros, estimando desde un mapeo de superficie hasta actualizar la excavación posterior. Los valores numéricos de Q varían entre 0 (suelo triturado de baja calidad) hasta 1000 (roca de buena calidad prácticamente desarticulada). Se obtiene mediante la siguiente ecuación:

$$Q = \frac{RQD}{J_n} * \frac{J_r}{J_a} * \frac{J_w}{SRF}$$

- Índice de calidad de la roca, RQD
- Número de familia de discontinuidades, Jn
- Rugosidad, Jr
- Alteración de las fisuras, Ja
- Factor de reducción por agua, Jw
- Factor de reducción por esfuerzos, SRF

Tabla 14
Clasificación Q de Barton

Calidad de Roca	Valores de Q
Excepcionalmente mala	0.001 – 0.01
Extremadamente mala	0.01 – 0.1
Muy mala	0.1 – 1
Mala	1 – 4
Regular	4 – 10
Buena	10 – 40
Muy buena	40 – 100
Extremadamente buena	100 – 400
Excepcionalmente buena	400 – 1000

Nota. Tomado de L. I. González de Vallejo et al. (2002) y H. Y. Brown (2012)

2.19 Definición del Índice de Calidad Q.

Según Pedro Ramírez Oyanguren (2004) la clasificación de los macizos rocosos se denomina como el índice de calidad Q, nos permite establecer sistemas de estabilidad para taludes, tomando en cuenta sus parámetros:

- Índice jv
- Índice RQD
- Número de familia de discontinuidades, Jn.
- Rugosidad, Jr.

- Alteración de las fisuras, Ja.
- Factor de reducción por agua, Jw.

2.19.1 Índice Jv.

Con base en Palmstrom and Technology (2005, p. 7) Jv es una cantidad total de discontinuidades que están localizadas en un metro cúbico del macizo rocoso, donde ocurre en el afloramiento. Aun así, las discontinuidades son poco visibles en dicho volumen, debido a esto Jv tiene un rango de aproximación de lo observado.

$$J_v = \sum \frac{n^\circ \text{ discontinuidades}}{\text{longitud de medida}}$$

2.19.2 Índice RQD.

El Rock Quality Designation o conocido como el grado de fracturación del macizo rocoso, teniendo en cuenta el número, espaciado y condiciones que posean las discontinuidades en el afloramiento. El índice RQD empleando el método de (Palmstrom & Technology, 2005, p. 12), estima el contenido volumétrico de fracturas como el más apropiado, reflejando un contenido volumétrico. Se lo calcula mediante las ecuaciones (**Tabla 15**):

$$RQD = 110 - 2.08 * J_v ; \text{si } RQD \geq 25$$

$$RQD = 60 - 0.8 * J_v ; \text{si } RQD < 25$$

Tabla 15
Índice de calidad (RQD)

DESCRIPCIÓN DE LA CALIDAD DEL MACIZO ROCOSO	R. Q. D.	OBSERVACIONES
Muy pobre	0 – 25	Para R.Q.D. <10 se puede tomar R.Q.D.= 10 en la ecuación de Q.
Pobre	25 – 50	
Medio	50 – 75	
Buena	75 – 90	
Muy buena	90 - 100	

Nota. Tomado de González de Vallejo *et al.* (2002) y H. Y. Brown (2012).

2.19.3 Número de familia de discontinuidades, Jn.

Las discontinuidades son aquellas conformadas por similar orientación y origen. El comportamiento mecánico, modelo de deformación y mecanismo de rotura será determinado por el número de familias de discontinuidades que lo conformen. Chura Lope (2016, p. 53). Mediante los datos de campos y la estereografía podemos determinar la orientación de una familia de discontinuidades (**Tabla 16**).

Tabla 16

Puntuación - Índice de diaclasado. Número de familia discontinuidades

Descripción	Jn
Roca masiva, sin diaclarar o con fisuración escasa	0.5 – 1.0
Una familia de diaclasas	2
Una familia y algunas diaclasas aleatorias	3
Dos familias de diaclasas	4
Dos familias y algunas diaclasas aleatorias	6
Tres familias de diaclasas	9
Tres familias y algunas diaclasas aleatorias	12
Cuatro o más familias, diaclasas aleatorias, roca muy fracturada, roca en terrones, etc.	15
Roca triturada, terrosa	20

Nota. Tomado de Brown (2012).

2.19.4 Rugosidad, Jr.

Es un factor que se relaciona con la aspereza que muestra la roca, establecida en un rango entre 0.5 para las diaclasas planas - perfectamente lisas hasta 4 en las diaclasa discontinuas, la rugosidad es calculada en la estructura más vulnerable que posee el macizo rocoso de acuerdo con Karzulovic (2019, p. 1) (**Tabla 17**).

Tabla 17

Puntuación - Índice de rugosidad de las discontinuidades, Jr

Descripción	Jr
-------------	----

Contacto entre las dos caras de la discontinuidad	
a) Contacto entre las dos caras de la discontinuidad ante un desplazamiento cortante inferior a 10cm.	
A. Diaclasas discontinuas	4
B. Diaclasas onduladas, rugosas o irregulares	3
C. Diaclasas onduladas, lisas	2
D. Diaclasas onduladas, perfectamente lisas	1.5
E. Diaclasas planas, rugosas o irregulares	1.5
F. Diaclasas planas, lisas	1
G. Diaclasas planas, perfectamente lisas	0.5

Nota 1. I) Las descripciones se refieren a caracterizaciones a pequeña escala y escala intermedia, por este orden.

b) No existe contacto entre las caras de la discontinuidad ante un desplazamiento cortante	
H. Zona que contiene minerales arcillosos con un espesor suficiente para impedir el contacto de las caras de la discontinuidad	1
I. Zona arenosa, de gravas o triturada con un espesor suficiente para impedir el contacto entre las dos caras de la discontinuidad	1

Nota 2. I) Si el espaciado de la principal familia de discontinuidades es superior a 3 m, se debe aumentar el *índice Jr* en una unidad. Tomado de González de Vallejo, Ferrer, Ortuño, and Oteo (2002) y Brown (2012).

2.19.5 Alteración de las fisuras, Ja.

Este factor nos permite medir el grado de alteración de las discontinuidades que contiene el macizo rocoso. Existen tres grupos para verificar si tienen rellenos minerales, si están en contacto o no la superficie de las discontinuidades (**Tabla 18**).

Tabla 18

Puntuación - Índice de alteración de las diaclasas, Ja

Descripción	Ja	Φ_r (°)
a) Contacto entre superficies de la discontinuidad (sin relleno de mineral, solo recubrimientos)		
A. Discontinuidad cerrada, dura, sin reblandecimientos, impermeable, cuarzo	0.75	-

B. Planos de discontinuidad inalterados, superficies ligeramente manchadas.	1	25 - 35
C. Planos de discontinuidades ligeramente alterados. Presentan minerales no reblan decibles, partículas arenosas, roca desintegrada libre de arcillas, etc.	2	25 - 30
D. Recubrimientos de arcillas limosas o arenosas. Fracción pequeña de arcilla (no blanda).	3	20 - 25
E. Recubrimientos de arcillas blandas o de baja fricción, es decir caolinita o mica. También clorita, talco, yeso, grafito, etc., y pequeñas cantidades de arcillas expansivas)	4	8 - 16
b) Contacto entre los planos de la discontinuidad ante un desplazamiento cortante inferior a 10cm (minerales de relleno en pequeños espesores)		
F. Partículas arenosas, roca desintegrada libre de arcilla, etc.	4	25 - 30
G. Fuertemente sobre consolidados, con rellenos de minerales arcillosos no blandos (continuos, pero con espesores inferiores a 5mm)	6	16 - 24
H. Sobre consolidación media a baja, con reblandecimiento, rellenos de minerales arcillosos (continuos, pero de espesores inferiores a 5mm).	8	12 - 16
c) No se produce contacto entre los planos de la discontinuidad ante un desplazamiento cortante (rellenos de mineral de gran espesor)		
K. L, M. Zonas o bandas de roca desintegrada o triturada y arcillas (ver G, H y I para la descripción de las condiciones de las arcillas)	9.5	6 - 24
N. Zonas o bandas de arcillas limosas o arenosas, con pequeñas fracciones de arcillas no reblan decibles.	5	-
O, P, R. Zonas o bandas continuas de arcilla, de espesor grueso (ver clases G, H y J, para la descripción de las condiciones de las arcillas).	15	6 - 24

Fuente: González de Vallejo et al. (2002) y Brown (2012).

2.19.6 Factor de reducción por agua, J_w .

Como indica Karzulovic (2019, p. 2), este coeficiente requiere de la presencia de agua, en el macizo rocoso que está en un rango de 0.05 flujo de agua evidente hasta 1 con flujos mínimos de agua (**Tabla 19**).

Tabla 19

Puntuación - Factor de reducción por la presencia de agua, J_w .

Descripción	Presión de agua (kg/cm ²)	J_w .
A. Excavaciones secas o pequeñas afluencias, inferiores a 5 l/min, de forma localizada.	<1	1

B. Afluencia a presión media, con lavado ocasional de los rellenos de las discontinuidades.	1 – 2.5	0.66
C. Afluencia importante o presión alta en rocas competentes con discontinuidades sin relleno.	2.5 - 10	0.50
D. Afluencia importante o presión alta, produciéndose un lavado considerable de los rellenos de las diaclasas.	2.5 - 10	0.33
E. Afluencia excepcionalmente alta o presión elevada en el momento de realizar las voladuras, decreciendo con el tiempo.	>10	0.1 – 0.2
F. Afluencia excepcionalmente alta, presión elevada de carácter persistente, sin disminución apreciable.	>10	0.1 – 0.05

Nota. Tomado de González de Vallejo et al. (2002) y Brown (2012).

2.19.7 Factor de reducción por esfuerzos, SRF.

Como expresa Karzulovic (2019, p. 2), este coeficiente requiere de los esfuerzos del macizo rocoso, que varían desde 0.05 (concentraciones importantes de esfuerzos en roca competente) hasta 400 (potencial ocurrencia de estallidos de roca) (Tabla 20).

Tabla 20

Condiciones tensionales de la roca, SRF

Descripción	SRF
a) Las zonas débiles interceptan a la excavación, pudiendo producirse desprendimientos de roca a medida que la excavación del túnel va avanzando	
A. Múltiples zonas débiles, conteniendo arcilla o roca desintegrada químicamente, roca de contorno muy suelta (a cualquier profundidad).	10
B.	
C. Zonas débiles aisladas, conteniendo arcilla o roca desintegrada químicamente (profundidad de la excavación \leq 50m).	5
D.	
E. Zonas débiles aisladas, conteniendo arcilla o roca desintegrada químicamente (profundidad de la excavación $>$ 50m)	2.5
F. Múltiples zonas de fracturas en roca competente (libres de arcilla), roca de contorno suelta (a cualquier profundidad)	75

G. Zonas de fracturas aisladas en roca competente (libre de arcillas) (profundidad de excavación $\leq 50\text{m}$)	5
H. Zonas de fractura aisladas en roca competente (libre de arcillas) (profundidad de excavación $> 50\text{m}$)	2.5
I. Terreno suelto, diaclasas abiertas, fuertemente fracturado, en terrones, etc. (a cualquier profundidad)	5

Nota. I) Se reducen los valores expresados del SRF entre un 20-50% si las zonas sólo ejercen ciertas influencias, pero no interceptan a la excavación.

b) Rocas competentes, problemas tensionales en las rocas

	σ_c/σ_1	σ_θ/σ_c	SRF
J. Tensiones pequeñas cerca de la superficie, diaclasas abiertas.	>200	<0.01	2.5
I. Tensiones medias, condiciones tensionales favorables.	200 - 10	0.01 - 0.3	1
J. Tensiones elevadas, estructura muy compacta. Normalmente favorable para la estabilidad, puede ser desfavorable para la estabilidad de los hastiales.	10 - 5	0.3 - 0.4	0.5
K. Lajamiento moderado de la roca después de 1 hora en rocas masivas.	5 - 3	0.5 - 0.65	50
L. Lajamiento y estallido de roca después algunos min en rocas masivas.	3 - 2	0.65 - 1.0	200
M. Estallidos violentos de la roca (deformación explosiva) y deformaciones dinámicas inmediatas en rocas masivas.	< 2	>1.0	400

Nota. I) Si se comprueba la existencia de campos tensionales fuertemente anisotrópicos: cuando $5 \leq \sigma_1/\sigma_3 \leq 10$, se disminuye el parámetro σ_c hasta $0.75\sigma_c$; si $\sigma_1/\sigma_3 > 10$, se tomará el valor $0.5 \sigma_c$. (σ_c es resistencia a compresión simple. σ_1 y σ_3 son las tensiones principales mayor y menor, y σ_θ es la tensión tangencial máxima, estimada a partir de la teoría de elasticidad). II) En los casos en que la profundidad de la clave del túnel es menor que la anchura de la excavación, se sugiere aumentar el valor del factor SRF entre 2.5 y 5 unidades (véase clase H).

c) Rocas deformables: flujo plástico de roca incompetente sometida a altas presiones litostáticas

	σ_θ/σ_c	SRF
N. Presión de deformación baja	1 - 5	>5
O. Presión de deformación alta	>5	20

Nota. I) Los fenómenos de deformación o fluencia de rocas suelen ocurrir a profundidades: $H > 350 Q^{1/3}$ (Singh et al., 1992). La resistencia a la compresión del macizo rocoso puede estimarse mediante la expresión: $q(\text{MPa}) \approx 7 \cdot \gamma \cdot Q^{1/3}$, donde γ es la densidad de la roca en g/cm^3 (Singh, 1993).

d) Rocas expansivas: actividad expansiva química dependiendo de la presencia de agua.	SRF
P. Presión de expansión baja	5
Q. Presión de expansión alta	15

Nota. Tomado de González de Vallejo et al. (2002) y Brown (2012).

2.19.8 La Resistencia

La resistencia del macizo rocoso se puede estimar utilizando el índice de campo de contacto o a partir de la correlación con los datos otorgados por la prueba de carga PLT y pruebas de campo simples como el martillo Schmidt. El índice de campo puede evaluar el rango de resistencia de una roca. la prueba de carga puntual o de rotura PLT se pueden utilizar para obtener el índice I_s correspondiente a la resistencia a compresión simple. Con el martillo schmidt o esclerómetro se determina mediante rebote la resistencia a compresión. En cualquier caso, se debe realizar una gran cantidad de mediciones y análisis estadísticos. Los valores de resistencia obtenidos de esta manera se pueden utilizar para clasificar la matriz rocosa de acuerdo con los criterios del cuadro. (Feijoo & Iñiguez, 2020)

Tabla 21
Clasificación en base a la resistencia de roca

Resistencia a la compresión simple	Descripción
1 a 5	Muy blanda
5 a 25	Blanda
25 a 50	Moderadamente dura
50 a 100	Dura
100 a 250	Muy dura
>250	Extremadamente dura

Nota. Tomado de González de Vallejo et al. (2002) y Brown (2012).

2.19.9 Fallas Geológicas

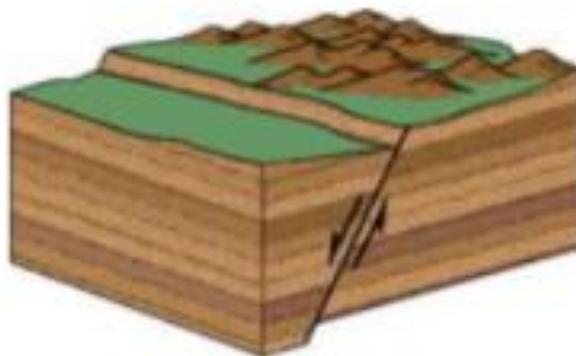
Las fallas son áreas de escombros finos que separan fragmentos de la corteza terrestre. Cuando ocurre un sismo en una de estas fallas, las rocas de un lado de la falla se deslizan contra el otro. La longitud de las fallas puede variar desde unos pocos centímetros hasta miles de kilómetros. La superficie de la falla puede ser vertical, horizontal o inclinada con respecto a la superficie de la tierra. Las fallas pueden extenderse profundamente en la tierra y pueden o no alcanzar la superficie de la tierra.

2.19.10 Tipos de fallas geológicas.

Una falla geológica se denomina como una fisura prácticamente plana que se observa en un segmento de la corteza terrestre y la cual tiene cierto desplazamiento, siendo ésta lo suficientemente amplia para ser visible a simple vista o desde una vista aérea. Los tipos de fallas pueden ser: falla normal, falla inversa y falla transformante.

2.19.10.1 Falla Normal. - El tipo de falla normal ocurren en áreas donde las rocas se separan debido a la fuerza de tracción, por lo que la corteza de las rocas en un área en particular puede ocupar más espacio. en uno de los lados de la falla normal las rocas tienden a hundirse con respecto a las rocas del lado contrario a la falla.

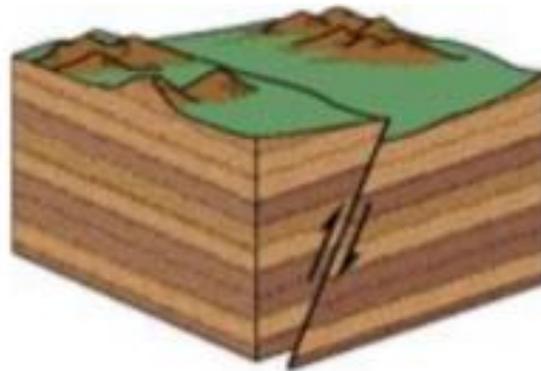
Figura 1
Falla normal



Nota. Tomado de Chunga (2013).

2.19.10.2 Falla Inversa. - Las fallas inversas se dan en las zonas donde las rocas se comprimen entre sí, debido a la fuerza de compresión, por lo que la corteza donde el área ocupada por la roca es menor. En este tipo de fallas se levanta un lado de la roca con respecto al lado contrario, a este lado se le llama saliente de la roca impidiendo la circulación en esta zona.

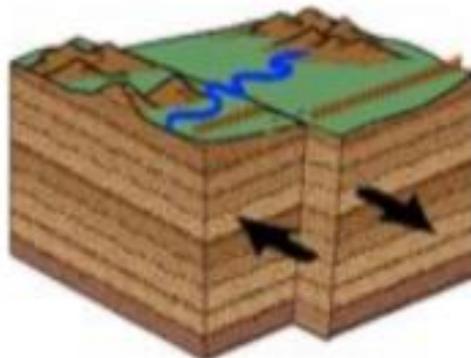
Figura 2
Falla Inversa



Nota. Tomado de Chunga (2013).

2.19.10.3 Falla de Transformación.- La falla transformante tiene un movimiento horizontal, los bloques de rocas que se encuentran a los lados tienen movimientos opuestos en relación uno del otro (David., 2019).

Figura 3
Falla Transformante



Nota. Tomado de Chunga (2013).

2.20 Normas ASTM, ensayos de laboratorio

Se realizaron los ensayos de laboratorio de la muestra obtenida del proceso de trituración del macizo rocoso conformado por roca blanda. Se realizaron los siguientes ensayos: Ensayo Granulométrico por Hidrómetro

2.20.1 Ensayo Granulométrico por Hidrómetro.

Según la Norma ASTM D422-63 (2007), menciona que el ensayo se efectúa en partículas menores (0.075 mm), pasantes del tamiz 200 para valorar la distribución del tamaño de las partículas de suelo. El ensayo hidrométrico se fundamenta en la ley de Stokes, esta ley está basada en la velocidad (cm/seg) de caída de una esfera a través de un líquido.

$$v = \frac{2}{9} * \frac{\gamma_s - \gamma_u}{\eta} * \left(\frac{D}{2}\right)^2$$

Donde:

γ_s = Peso específico de la esfera (g/cm^3)

γ_u = Peso específico del fluido (g/cm^3)

η = Viscosidad del fluido ($g/cm * seg$)

D = Diámetro de la esfera (cm)

El proceso realizado en este ensayo consiste en utilizar la muestra seca colocándola en un recipiente junto a un agente dispersante (hexametáfosfato de sodio), se lo mezcla en proporciones de 40 gramos por litro de solución, y el tiempo mínimo de ensayo son 12 horas dependiendo del pH del suelo; cuando el tiempo haya culminado se lo coloca en el agitador mezclándolo por un minuto. Luego se introduce lentamente el hidrómetro en la muestra, tomando lecturas a los 5,15,30,60,120,250,1440 min. Se coloca un termómetro para conocer la temperatura y así cumpliendo todos los datos para realizar los cálculos.

2.20.2 Ensayo de Granulometría por Tamizado.

Según Carmen Terrero (1995), la granulometría es un análisis que sirve para separar y clasificar el material grueso y fino, este ensayo se lo realiza por dos vías: para el material fino por medio de la vía húmeda y para el material grueso por vía seca, usando tamices para tamaños grandes y mediano. Una vez formada la curva granulométrica nos indica la clasificación del suelo, si un suelo tiene material de un solo tamaño se representa por una línea vertical, de existir una variedad de tamaños del material tendremos una curva muy tendida.

2.20.3 Límites de Atterberg.

Citando a Llano (1975), este ensayo consiste en determinar los límites respectivos a los tres estados que presenta el suelo: líquido, plástico o sólido estos límites de atterberg, límite de líquidos y límite de plasticidad. El Límite Líquido se lo realiza colocando el material en la cuchara partida de casa grande, si el número de golpes sobrepasa a los 25, se considera como límite líquido.

Límite Plástico se lo determina mediante la humedad mínima cuando se realizan los rollitos (tres milímetros de diámetro) sobre la placa de vidrio y comienza a agrietarse. Índice de Plasticidad es el resultado de la resta entre el límite plástico y el límite líquido, estos deben ser números enteros, si uno de los dos límites no se logra desarrollar o si el límite plástico es mayor o igual al límite líquido, el suelo se considera no plástico.

2.20.4 Contenido de humedad.

Como afirma Martines and Lira (2010), el contenido de humedad es una magnitud que formula el porcentaje de agua de un suelo sólido y se lo determina como masa seca o una masa humedad, el porcentaje de humedad es la diferencia entre un suelo húmedo y un suelo secado a 110°C

2.20.5 Gravedad Específica.

Como señala Duque and Escobar (2002), la gravedad específica es una correlación entre el volumen de la masa de sólidos y la masa del agua desalojados por

dichos solidos a una misma temperatura. Para realizar la gravedad especifica se utiliza un matraz que se lo puede determinar de dos formas, tanto de muestra seca como húmeda. Se debe colocar el material en el matraz llevándolo en baño maría en glicerina por 15min aproximadamente. Una vez finalizado el ensayo se debe pasar el material a una tara donde el material estará al horno a 105°C.

2.20.6 Expansión Libre.

De acuerdo con Hernández Díaz (2006), en este ensayo se conoce el porcentaje de expansión que experimenta el suelo sin restricciones externas al estar en contacto con el agua. Se moldea la muestra dentro de un anillo de peso 178.10 gramos y 101.9 milímetros de diámetro para colocarlo en el consolidometro y posteriormente agregarle agua en el mismo para que inicie la expansión, cabe recalcar que el anillo permitirá aumentos de volumen en la altura de la muestra más no en la sección transversal porque esta es constate.

Durante la ejecución del ensayo de aproximadamente 24 horas no se debe agregar ninguna carga y se toman las lecturas del deformímetro en cada 5", 15", 45", 1', 2', 10' hasta que el deformímetro permanezca invariable; una vez que no existan variaciones se procede a retirar la muestra del consolidometro, extrayéndola del molde para obtener la humedad final.

2.20.7 Expansión controlada.

Como menciona Hernández Díaz (2006), en este ensayo se aplican cargas en el consolidometro a manera de controlar que la aguja de este aparato se mantenga en cero, se da como finalizado el ensayo cuando el deformímetro no presente variaciones en los valores leídos, con la finalidad de determinar la fuerza de expansión de las muestras de suelos.

Esta fórmula está en función del límite líquido, densidad seca y contenido de humedad.

$$\log P_{ex} = -1.868 + 208Wl + 0.665_{yd} - 2.69W$$

2.20.8 Ensayo de corte directo.

Este ensayo radica en deslizar una parte del suelo con otra a lo largo de un plano debido a la fuerza de corte aplicada por un plano en movimiento provocando una falla en la muestra de suelo. Como indica Carmen Terrero (1995) este ensayo se lo realiza con muestras circulares con diámetros ya establecidos mínimo de 50mm y un espesor inicial de 13mm, la muestra será remodelada con un anillo y este se dividirá a la mitad horizontalmente. Se colocará un esfuerzo desde la parte superior y se aplicará una fuerza lateral moviéndose hasta que la muestra falle.

CAPITULO III: METODOLOGÍA

3.1 Ubicación del Área de Estudio

Se estudió el perfil costero para determinar la calidad del macizo rocoso por características geológicas que se encuentran en el sitio ubicados en los acantilados de Anconcito en la provincia de Santa Elena. En la figura 4 se encuentran los puntos de referencia de inicio y final de la sección geológica. Inicio de la estación: 9743239 Norte y 514096 Este, final de la estación: 9742766 Norte y 512365 Este.

Figura 4

Estación de inicio y final del corte geológico



Nota. foto tomada desde Google Earth (2021).

3.2 Metodología

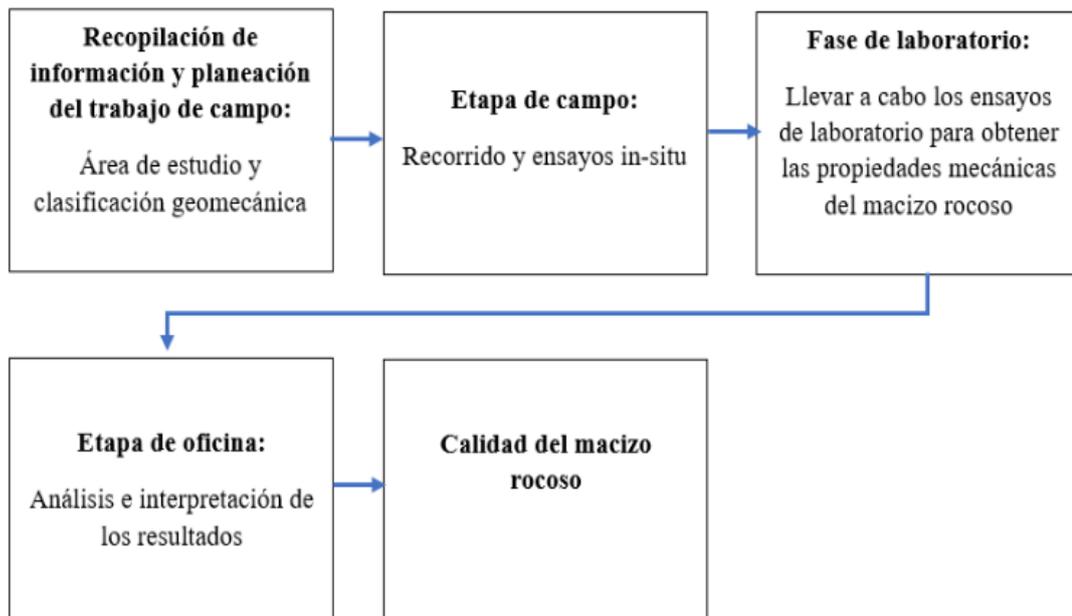
La metodología utilizada para este trabajo de tesis está basada en los resultados del trabajo analíticos y experimentales. Este proceso de trabajo de titulación se efectuó en cuatro etapas, para lograr su objetivo.

3.3 Etapas de Estudio

La metodología utilizada en este estudio se establece mediante el trabajo analítico, descriptivo y experimental, conformado por cuatro etapas: Recopilación de información y planeación del trabajo de campo, Etapa de Campo, Fase de Laboratorio, Etapa de Oficina. A continuación, en la figura 5 se observa más detallado las diferentes etapas realizadas en la investigación.

Figura 5

Etapas realizadas para determinar la calidad del macizo rocoso



Nota. Autores (2021).

Conociendo el área de estudio, se procedió a la etapa de campo donde se observó las condiciones geológicas-geotécnicas de los acantilados, mediante los métodos RMR y Q, se procedió a realizar la calificación del macizo rocoso. En los recorridos realizados se tomaron muestras en los diferentes puntos del área estudiada (ver figura 1) con la finalidad de verificar la característica geomecánica del macizo rocoso mediante los siguientes ensayos de laboratorio: límite líquido, límite plástico, índice de plasticidad, granulometría con hidrómetro, contenido de humedad, gravedad específica, corte directo, expansión libre y controlada y resistencia a la compresión.

3.4 Recopilación de información y planeación del trabajo de campo.

En esta etapa se realiza estudios de investigación del tema, para analizar el presente estado de los acantilados de la parroquia Anconcito. El tema de proyecto es apoyado académicamente con fuentes teóricas de mecánica de rocas, mecánica de suelos y se utilizaran los siguientes métodos de clasificación:

- Método **RMR** Rock Mass Rating, (Bieniawski, 1989).
- Método del índice de **Q** (Barton 1974).

3.5 Etapa de Campo

El trabajo de campo se lo realizó en seis días, el macizo rocoso tiene una longitud total de tres km y se las dividió en cuatro zonas, se evaluaron en un punto de muestreo de cada zona las características geomecánicas del macizo rocoso considerando lo expresado por Bieniawski (1989) –RQD, espaciamiento de la discontinuidad, condición de las discontinuidades, orientación de las discontinuidades y presencia de agua y Barton et al. (1974) –RQD, Jn, Jr, Ja, Jw y SRF– datos necesarios para la clasificación geomecánica del macizo rocoso en los acantilados de Ancónito.

También se utilizó el Martillo de Schmidt (esclerómetro) para de evaluar la resistencia a la compresión uniaxial, con un mínimo de 10 lecturas por cada sitio de muestreo. Las muestras tomadas por cada estrato serán llevadas al laboratorio para realizar los ensayos correspondientes.

3.6 Fase de laboratorio

Los ensayos serán realizados en el laboratorio de suelos INGEOTOP, donde ejecutaran los ensayos para conocer la calidad de la matriz rocosa previamente triturada; los ensayos a ejecutar serían los siguientes:

- Granulometría por tamizado o con hidrómetro (ASTM: D42158) según el tipo de suelo.
- Corte directo (ASTM D3080)
- Expansión libre y controlada (ASTM D4829, ASTM D4546)
- Ensayos de dispersión: Pinhole (ASTM D 4647-93 Método A)
- Doble hidrómetro (ASTM D4221-90).
- Límites de Atterberg (ASTM D 4318-95)

3.7 Etapa de oficina

Se comprende en tres etapas: Realizar el marco teórico, Interpretación de datos adquiridos a nivel de campo y laboratorio, Examinar y comparar los resultados para hacer las recomendaciones correspondientes.

Posteriormente, se modeló los rumbos y buzamientos obtenidos en campo de cada zona de estudio mediante el software Dips v6 de Rocscience, permitiendo el análisis del movimiento de discontinuidades y algunos deslizamientos que se llegaron a producir en el macizo rocoso (Montiel, 2020). En el programa se registran los datos que indican el ángulo y la dirección del buzamiento (dip, Dip direction) asimismo de la falla, talud, estrato y discontinuidades tomadas en la visita al campo.

En cada gráfica de caracterización se expuso los puntos existentes críticos dentro de la zona inestable, si la falla es planar la gráfica se proyecta en los polos en cambio en una falla en cuña se analizó si existen intersecciones entre planos de las zonas inestables.

3.8 Calidad del Macizo Rcoso

Con las características geomecánicas del macizo rocoso y en base a los parámetros del método propuesto por Bieniawski en 1989, (RQD, espaciamiento de la discontinuidad, condición de las discontinuidades, orientación de las discontinuidades y presencia de agua) y los parámetros del método de Barton et al. Propuesto en 1974 (RQD, Jn, Jr, Ja, Jw y SRF); se calificó la calidad de la roca.

Posteriormente, se modeló la estabilidad del macizo mediante el software Rocdata v5.0 se halla el ángulo de fricción, parámetros de resistencia al suelo y masa rocosa por estudio de laboratorio (corte directo), determinando diversos Criterios como el de falla lineal de Mohr-Coulomb, y el de falla no lineal de (Hoek & Brown, 1997) se deben registrar los siguientes parámetros: la resistencia a la compresión, el carácter friccionante y el factor de disturbancia.

Con software swedge v4.0 provee dos modelos de estudio: el probabilístico y el determinístico que sirve para conocer el factor de seguridad del talud, el modelo probabilístico maneja datos ya conocidos por otras variables aleatorias mientras el modelo determinístico deduce el factor de seguridad de la cuña, también es preciso conocer el peso específico, cohesión y ángulo de fricción como plantea Milagros López (2018). De acuerdo con NEC-SE-CM (2013), el factor de seguridad para taludes

con agua subterránea normal y coeficiente sísmico de diseño, se le atribuye un FS mínimo = 1.

El Software RocPlane es una herramienta que sirve para el análisis de taludes de roca que presentan falla planar, Rocplane nos facilita crear modelos planos donde podemos visualizarlos en 2D y en 3D, este software nos permite crear, modificar y ejecutar los modelos de una manera rápida y eficaz. También incluye la función de analizar los resultados mediante cifras y gráficos (Ávila, 2015)

La tabla 3 contiene las características generales del macizo rocoso de la evaluación para nuestro estudio cuya descripción es la misma para las cuatro zonas de análisis, que sintetizan los parámetros de clasificación que son los siguientes:

- Localización geomorfológica: Talud de montaña, Canal fluvial, Talud de Colina, Abanico Aluvial, Terraza aluvial, Abanico deltaico, Llanura aluvial, Manglar, estero y acantilado del mar, margen del rio, Llanura árida, Zona de valle, Cordón Litoral, Túnel de Lava, playa de Corales, Playa arenosa, Playa pedregosa, Arco marino, Plataforma rocosa abrasión.
- Tipo: colina baja (1 a 10)m, colina mediana (11 a 50)m, colina alta (51 a 100)m, colina muy alta (101 300)m.
- Infraestructura cerna a sitio: carreteras asfaltadas, sote/ocp, vías no asfaltadas, refinería de petróleos, tanques de almacenamiento de hidrocarburos, estaciones de bombeo, balancines, aeropuertos, poliductos y puentes.
- Clasificación de costa: por progradación (avance) y por retrogradación (retroceso de mar); cuyas causales pueden ser: Por emersión o levantamiento, por acreción, por inmersión o hundimiento, por erosión marina, isla de barrera.
- Geológicos: origen tectónico, modelación por erosión marina, Modelación por erosión fluvial
- Deformación sedimentaria: tiene estratificación discontinua, laminada bandeada, lenticular conectado, lenticular no conectada, Ondulada: flaser simple, flaser ondulada
- Litología del afloramiento rocoso: rocas sedimentarias clásticas: limolitas areniscas y lutitas.

Tabla 22
Datos de campo

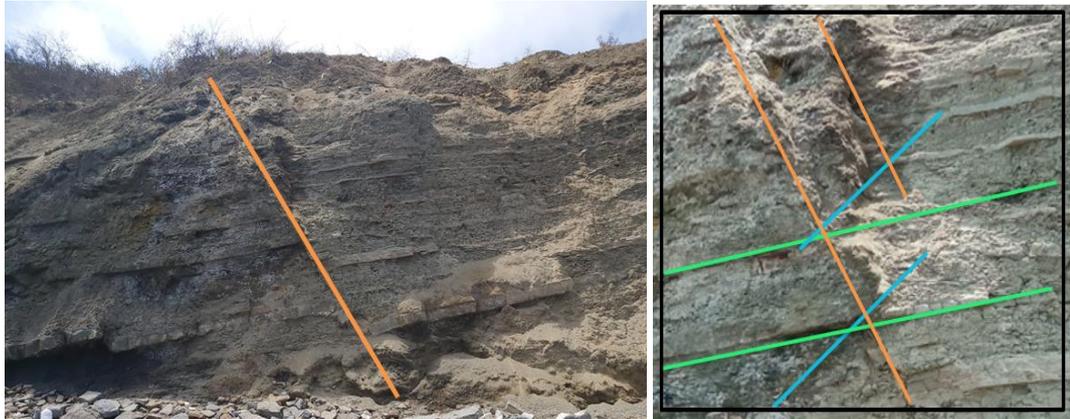
Parámetros de Clasificación		Deformación Sedimentaria	
<i>Localización geomorfológica</i>	Acantilado de mar. Plataforma rocosaabrazión	<i>Estratificación discontinua</i>	Laminada bandeada
<i>Tipo</i>	Colina Media (11-50m)	Litología de Afloramiento Rocoso	
<i>Infraestructura cercana a sitio</i>	Vías no asfaltadas Estaciones de bombeos, balancines	<i>Rocas sedimentarias clásticas</i>	Limolitas Areniscas Lutita
<i>Clasificación de costa</i>	b) Costa por retrogradación (retroceso de mar) Por erosión marina		
<i>Geológicos</i>	Modelación por erosión marina		

Nota. Autores (2021).

3.9 Caracterización 1.

Se seleccionó un determinado sitio de análisis en la zona 1, con coordenadas - UTM WSG84 ZONA 17: Norte 9742889; Este 512458, donde se realizó la calificación de la roca por los métodos de RMR de Bieniawski y Q de Barton. El sitio de muestreo trata de un estrato sedimentario constituido por una mezcla laminada-bandeada de limolitas, lutitas y areniscas como se puede observar en la figura 6. También se puede apreciar un desgaste causado por la erosión marina.

Figura 6
Caracterización 1



Nota. foto tomada in situ observamos estrato sedimentario constituido por una mezcla laminada-bandeada.

Tabla 23

Método Q de Barton – Caracterización 1

Parámetros de clasificación	Descripción	Puntuación
<i>Índice de calidad de la roca, RQD</i>	Regular	59
<i>Número de familia de discontinuidades, Jn</i>	Dos familias y algunas diaclasas aleatorias	6
<i>Rugosidad, Jr</i>	Diaclasas planas, rugosas o irregulares	1.5
<i>Alteración de las fisuras, Ja</i>	Planos de discontinuidad inalterados, superficies ligeramente manchadas.	1
<i>Factor de reducción por agua, Jw</i>	Excavaciones secas o con filtraciones, inferiores a 5 l/min.	1
<i>Condiciones tensionales de la roca, SRF</i>	Zonas débiles aisladas, conteniendo arcilla o rocas desintegradas químicamente (profundidad de excavación > 50m)	2.5
	Q =	5.9

Tabla 24

Método RMR de Bieniawski – Caracterización 1.

Parámetros de clasificación	Clasificación	Descripción	Puntuación
<i>Resistencia a la compresión (MPa)</i>	25 - 50	Mod. Dura	4
<i>Índice de calidad RQD</i>	50 - 75	Regular	13

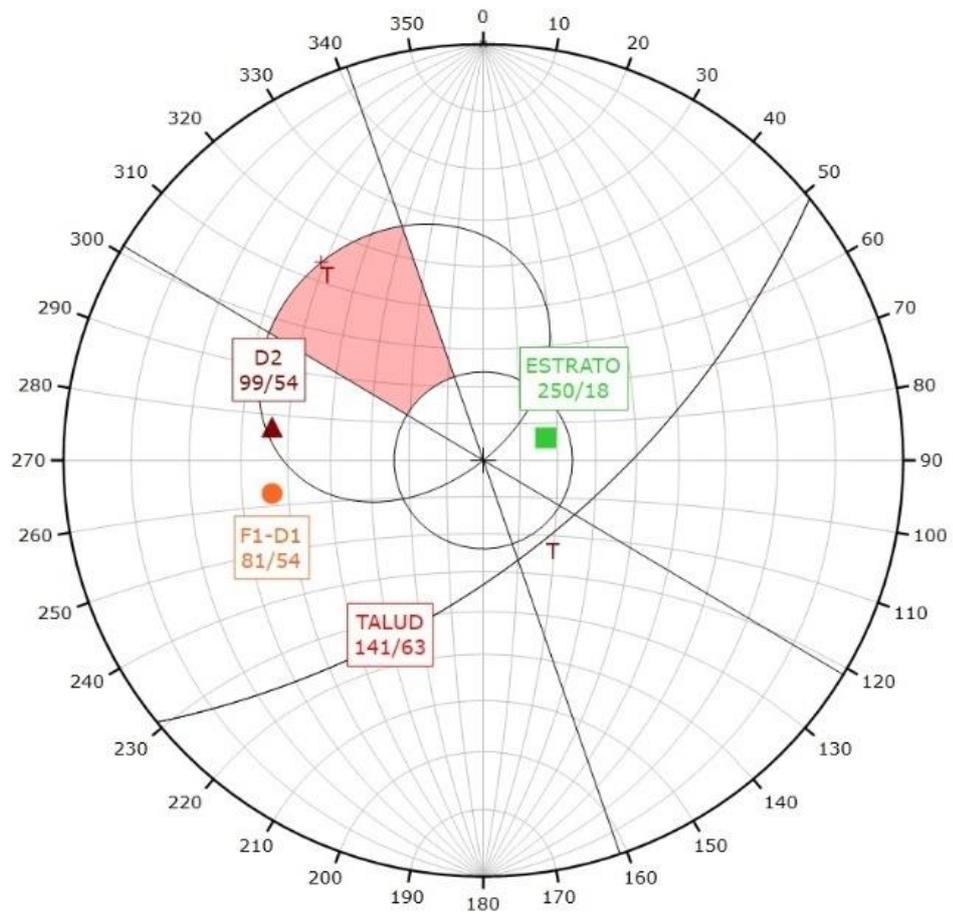
<i>Espaciado de discontinuidades (cm) ISRM</i>	20 - 60	Moderadamente Juntos	10
	1 - 3	Baja continuidad	4
<i>Continuidad (m)</i>			
<i>Abertura (mm)</i>	0.1 - 0.25	Cerrada	5
<i>Rugosidad, Jr</i>	Rugosa, plana		1
<i>Relleno (mm)</i>	Ninguno		6
<i>Grado de meteorización</i>	Medianamente meteorizado	Menos de la mitad descompuesto	3
<i>Caudal por 10 m de túnel</i>	10 - 25 litros / min		7
<i>Presión agua/Tensión principal mayor</i>		0.1 – 0.2	7
<i>Estado general</i>		Húmedo	7
Σ Parámetros =			53

Los parámetros del método Q de Barton fueron valorados cualitativamente, al aplicar su fórmula se obtuvo una puntuación de 5.9 calificándola como regular, de forma similar el método de Bieniawski consideró: la resistencia a compresión simple de la matriz rocosa está entre 25 - 50 MPa (mod. dura), el RQD es de 59%, el espaciado promedio entre diaclasas es 34 cm, las condiciones de discontinuidades son: baja continuidad, abertura de 0.21 mm, rugosa – plana, no tiene relleno y es medianamente meteorización. Al talud se lo denomino en su estado general como húmedo, teniendo como resultado una sumatoria de 53 puntos calificándola como de calidad media de clase III.

Mediante software Dips 6.0 y RocData v5.0. se efectuó el estudio del talud para analizar posibles deslizamientos, el talud tiene una dirección de 141° y un buzamiento de 63°, asimismo los ángulos de las principales diaclasas son: Diaclasa 1 (99/54), Estrato (250/18), Falla (81/54).

En la Figura 7 se proyecta los datos del talud 141/63 y planos de discontinuidades medidos en campo, se utilizó un ángulo de fricción de 24° obtenido del software RocData, figura 8, los límites laterales $\pm 20^\circ$ y la envolvente que delimitan la zona inestable del talud. Los polos proyectados se encuentran dentro de la zona estable del talud, por lo no se podrá generar un deslizamiento en roca de tipo planar como se muestra en el software Dips.

Figura 7
Proyección estereográfica en software Dips, caracterización 1



Nota. Se deben analizar si los polos se encuentran dentro de la zona de inseguridad

La figura 8 muestra los parámetros mecánicos obtenidos en el programa RocData, los que fueron utilizados en la modelación con el software.

Figura 8
Ángulo de fricción obtenido del software RocData

Hoek-Brown Classification
intact uniaxial compressive strength = 75 MPa
GSI = 44 mi = 17 Disturbance factor = 0.7
Hoek-Brown Criterion
mb = 0.784 s = 0.0003 a = 0.509
Mohr-Coulomb Fit
cohesion = 2.754 MPa friction angle = 24.39 deg
Rock Mass Parameters
tensile strength = -0.029 MPa
uniaxial compressive strength = 1.208 MPa
global strength = 8.546 MPa
modulus of deformation = 3985.14 MPa

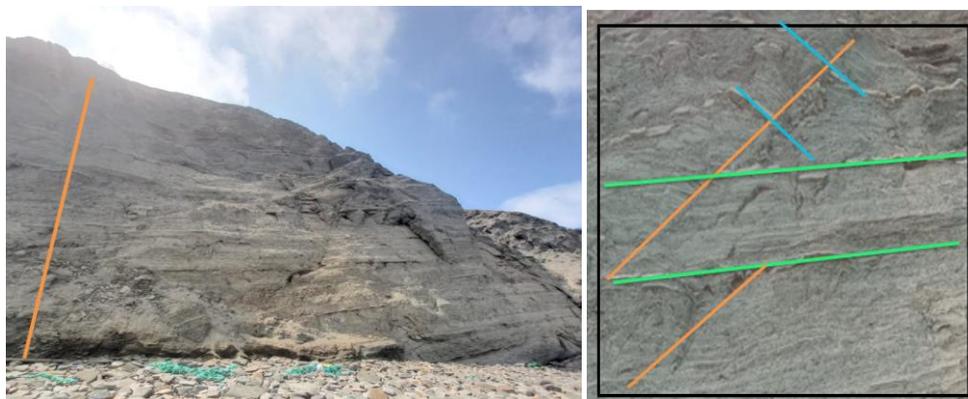
Nota. El valor del ángulo de fricción se obtuvo empleando la clasificación de Hoek – Brown

3.10 Caracterización 2.

Se eligió un determinado lugar de análisis en la zona 2, con coordenadas - UTM WSG84 ZONA 17: Norte 9743136; Este 512899, donde se realizó la calificación de la roca por los métodos de RMR de Bieniawski y Q de Barton. El sitio de muestreo trata de un estrato sedimentario constituido por intercalaciones, con una mezcla laminada-bandeada de limolitas, lutitas y areniscas como se puede observar en la figura 9. Con presencia de socavación al pie del talud.

Figura 9

Caracterización 2



Nota. foto tomada in situ el talud constituido por intercalaciones laminadas – bandeada

Tabla 25

Método Q de Barton – Caracterización 2

Parámetros de clasificación	Descripción	Puntuación
<i>Índice de calidad de la roca, RQD</i>	Regular	59
<i>Número de familia de discontinuidades, Jn</i>	Dos familias y algunas diaclasas aleatorias	6
<i>Rugosidad, Jr</i>	Diaclasas planas, rugosas o irregulares	3
<i>Alteración de las fisuras, Ja</i>	Planos de discontinuidad inalterados, superficies ligeramente manchadas.	0.75
<i>Factor de reducción por agua, Jw</i>	Excavaciones secas o con filtraciones, inferiores a 5 l/min.	1
<i>Condiciones tensionales de la roca, SRF</i>	Zonas débiles aisladas, conteniendo arcilla o rocas desintegradas químicamente (profundidad de excavación > 50m)	2.5
	Q =	7.8

Tabla 26

Método RMR de Bieniawski – Caracterización 2

Parámetros de clasificación	Clasificación	Descripción	Puntuación
<i>Resistencia a la compresión (MPa)</i>	25 - 50	Mod. Dura	4
<i>Índice de calidad RQD</i>	50 - 75	Regular	13
<i>Espaciado de discontinuidades</i>	20 - 60	Moderadamente Juntos	10
Continúa tabla 23			
<i>(cm) ISRM</i>	1 - 3	Baja continuidad	4
<i>Continuidad (m)</i>			
<i>Abertura (mm)</i>	0.1 - 0.25	Cerrada	5
<i>Rugosidad, Jr</i>	Rugosa, plana		3
<i>Relleno (mm)</i>	Ninguno		6
<i>Grado de meteorización</i>	Medianamente meteorizado	Menos de la mitad descompuesto	1
<i>Caudal por 10 m de túnel</i>	10 - 25 litros / min		
<i>Presión agua/Tensión principal mayor</i>		0.1 – 0.2	10
<i>Estado general</i>		Húmedo	10
		Σ Parámetros =	56

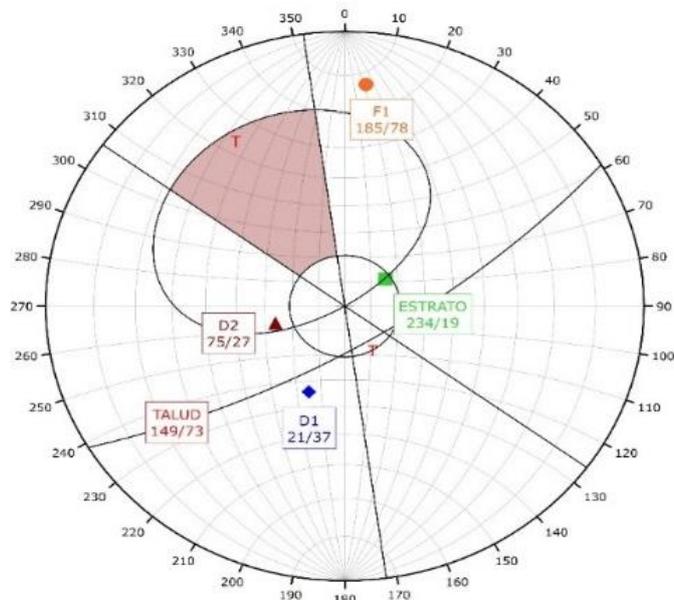
En el método de Bieniawski, se obtuvo como resultado de la sumatoria un valor de 56 puntos, calificándola como “de calidad media de clase III”, considerando el RQD de 59%, el espaciamiento promedio entre diaclasas es de 39 cm, las condiciones de

discontinuidades son: baja continuidad, abertura de 0.15 mm, rugosa – plana, no tiene relleno y es medianamente meteorización. Al talud se lo denominó en su estado general como ligeramente húmedo, teniendo como resultado una sumatoria de 56 puntos en calidad del macizo rocoso, de forma similar. Los parámetros del método de Barton fueron valorados cualitativamente, al aplicar su fórmula se obtuvo una puntuación de 7.8 calificándolo como regular.

Mediante software Dips 6.0 y RocData v5.0. se efectuó el estudio del talud para analizar posibles deslizamientos, el talud tiene una dirección de 149° y un buzamiento de 73° , así mismo los ángulos de las principales diaclasas son: Diaclasa 1 (21/37), Diaclasa 2 (27/75), Estrato (234/19), Falla (185/78).

En la Figura 10 se proyecta los datos del talud $149/73$ y planos de discontinuidades medidos en campo, se utilizó un ángulo de fricción de 21° obtenido del software RocData, figura 11, los límites laterales $\pm 20^\circ$ y la envolvente que delimitan la zona inestable del talud. Los polos proyectados se encuentran dentro de la zona estable del talud.

Figura 10
Proyección estereográfica en software Dips, caracterización 2



La figura 11 muestra los parámetros mecánicos obtenidos en el programa RocData, los que fueron utilizados en la modelación con el software.

Figura 11

Ángulo de fricción obtenido del software RocData

Hoek-Brown Classification intact uniaxial compressive strength = 75 MPa GSI = 46 mi = 10 Disturbance factor = 0.7
Hoek-Brown Criterion mb = 0.515 s = 0.0004 a = 0.508
Mohr-Coulomb Fit cohesion = 2.387 MPa friction angle = 21.24 deg
Rock Mass Parameters tensile strength = -0.058 MPa uniaxial compressive strength = 1.412 MPa global strength = 6.978 MPa modulus of deformation = 4471.40 MPa

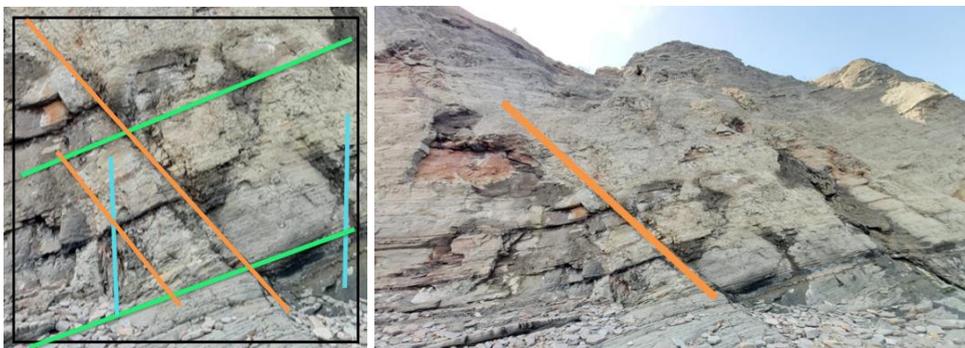
Nota. El valor del ángulo de fricción se obtuvo empleando la clasificación de Hoek – Brown.

3.11 Caracterización 3.

Se seleccionó un determinado sitio de análisis en la zona 2, con coordenadas - UTM WSG84 ZONA 17: Norte 9743250; Este 513338, donde se realizó la calificación de la roca por los métodos de RMR de Bieniawski y Q de Barton. El sitio de muestreo trata de un estrato sedimentario constituido por una mezcla laminada-bandeada de limolitas, lutitas y areniscas como se puede observar en la figura 12. También se puede apreciar un desgaste causado por la erosión marina.

Figura 12

Caracterización 3



Nota. foto tomada in situ colina mediana y talud

Tabla 27

Método Q de Barton – Caracterización 3

Parámetros de clasificación	Descripción	Puntuación
Índice de calidad de la roca, <i>QD</i>	Regular	59

<i>Número de familia de discontinuidades, Jn</i>	Dos familias y algunas diaclasas aleatorias	9
<i>Rugosidad, Jr</i>	Diaclasas planas, rugosas o irregulares	1.5
<i>Alteración de las fisuras, Ja</i>	Planos de discontinuidad inalterados, superficies ligeramente manchadas.	0.75
<i>Factor de reducción por agua, Jw</i>	Excavaciones secas o con filtraciones, inferiores a 5 l/min.	1
<i>Condiciones tensionales de la roca, SRF</i>	Zonas débiles aisladas, conteniendo arcilla o rocas desintegradas químicamente (profundidad de excavación > 50m)	2.5
Q =		5.2

Tabla 28

Puntaje de caracterización 3 – Estudio de los parámetros para el método RMR

Parámetros clasificación	Clasificación	Descripción	Puntuación
<i>f'c (MPa)</i>	25 - 50	Modernamente Dura	4
<i>RQD</i>	50 - 75	<i>Regular</i>	13
<i>Espaciado de discontinuidades (cm) ISRM</i>	20 - 60	Muy Juntos	5
<i>Continuidad (m)</i>	1 - 3	Baja continuidad	4
<i>Abertura (mm)</i>	0.1 - 0.25	Cerrada	5
<i>Rugosidad, Jr</i>	Rugosa, plana		1
<i>Relleno (mm)</i>	Ninguno		6
<i>Grado de meteorización</i>	Medianamente meteorizado	Menos de la mitad descompuesto	3
<i>Caudal por 10 m de túnel</i>	10 - 25 litros / min		10
<i>Presión agua/Tensión principal mayor</i>		0.1 – 0.2	10
<i>Estado general</i>		Húmedo	10
Σ Parámetros =			51

Los parámetros del método de Barton fueron valorados cualitativamente, al aplicar su fórmula se obtuvo una puntuación de 5.2, de forma similar el método de Bieniawski consideró: la resistencia a compresión simple de la matriz rocosa está entre 25 - 50 MPa (mod. dura), el RQD es de 59%, el espaciado promedio entre diaclasas es 30 cm, las condiciones de discontinuidades son: baja continuidad, abertura de 0.2 mm (cerrada), rugosa – plana, no tiene relleno y el grado de meteorización es menor de la

mitad descompuesto. Al talud se lo denominó en su estado general como húmedo, teniendo como resultado una sumatoria de 51 puntos en calidad del macizo rocoso, estos puntos la califican como de calidad media de clase III.

Mediante software Dips 6.0 y RocData v5.0. se efectuó el estudio del talud para analizar posibles deslizamientos, el talud tiene una dirección de 148 y un buzamiento de 45°, así mismo los ángulos de las principales diaclasas son: Diaclasa 1 (105/63), Diaclasa 2 (76/69), Estrato (224/5), Falla 1 (96/50), Falla 2 (222/48).

En la Figura 13, se proyecta los datos del talud 148/45 y planos de discontinuidades medidos en campo, se utilizó un ángulo de fricción de 26° obtenido del software RocData, figura 14, que en conjunto delimitan la zona inestable del talud. Los polos proyectados se encuentran dentro de la zona crítica del talud, por lo que se tiene 30% probabilidades de un deslizamiento en roca de tipo cuña como muestra el software.

Figura 13

Proyección estereográfica en software Dips, caracterización 3

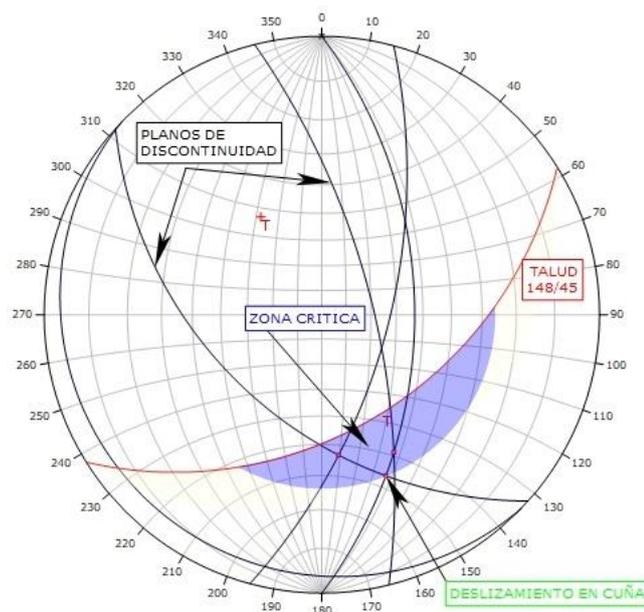


Figura 14

Resultados de software Dips

Hoek-Brown Classification
 intact uniaxial compressive strength = 75 MPa
 GSI = 48 mi = 17 Disturbance factor = 0.7

Hoek-Brown Criterion
 mb = 0.976 s = 0.0005 a = 0.507

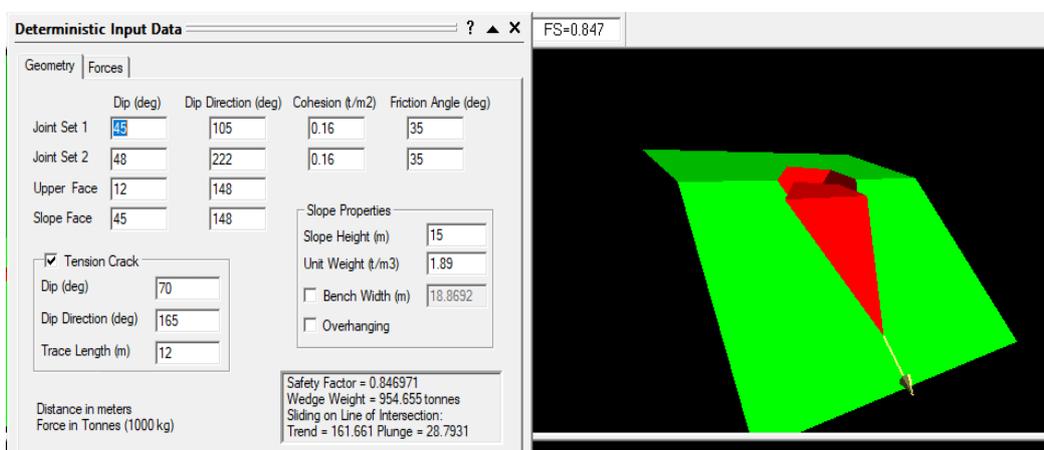
Mohr-Coulomb Fit
 cohesion = 3.013 MPa friction angle = 26.13 deg

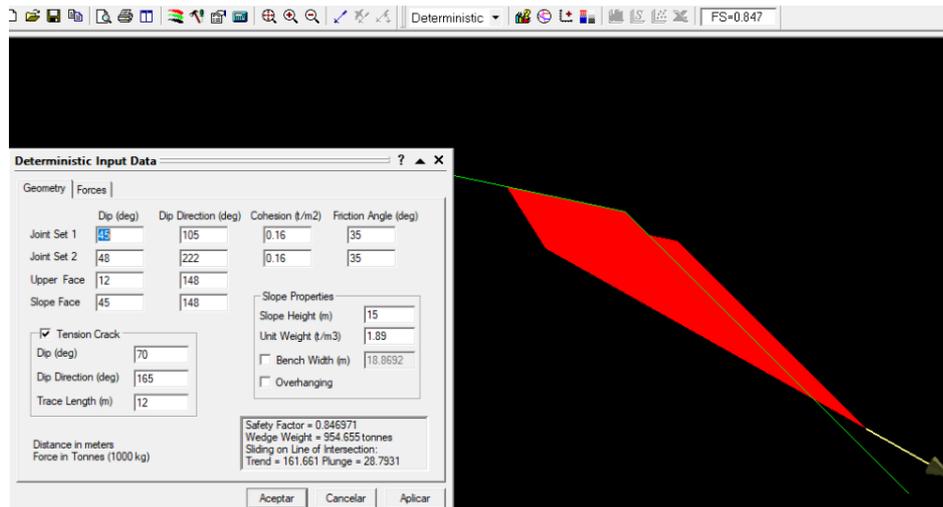
Rock Mass Parameters
 tensile strength = -0.041 MPa
 uniaxial compressive strength = 1.648 MPa
 global strength = 9.669 MPa
 modulus of deformation = 5017.00 MPa

En el programa Swedge (figura 15) se demostró que el talud presenta deslizamiento, al introducir los datos se consideran los planos de discontinuidad que se interceptan dentro de la zona de riesgo de talud tales como : Falla 1 (90/53) - Diaclasa 3 y Falla 2 (222/48), falla 1 - Diaclasa 2 (76/69), Diaclasa 1(105/63) – Diaclasa 2, cohesión, $C = 0.16 \text{ kg/cm}^2$, ángulo de fricción, $\phi = 35^\circ$, el valor de aceleración máxima en roca de $Z = 0.50$; se obtuvo el factor de seguridad $FS = 0.8$ realizando un promedio de la sumatoria de los factores de seguridad de los tres planos intersecciones del talud, determinado que el talud se encuentra en estado crítico al deslizamiento.

Figura 15

Factor de seguridad mediante software Swedge, falla por cuña.





3.12 Caracterización 4.

Se seleccionó un determinado sitio de análisis en la zona 4, con coordenadas - UTM WSG84 ZONA 17: Norte 9743254; Este 514040, donde se realizó la calificación de la roca por los métodos de RMR de Bieniawski y Q de Barton. El sitio de muestreo se observa un estrato sedimentario formado por intercalaciones laminadas – bandeada de lutitas y areniscas de color gris claro.

Figura 16
Caracterización 4



Nota. foto tomada in situ estrato sedimentario formado por intercalaciones laminadas – bandeada

Tabla 29
Método Q de Barton – Caracterización 4

Parámetros de clasificación	Descripción	Puntuación
Índice de calidad de la roca, RQD	Regular	59
Número de familia de discontinuidades, Jn	Dos familias y algunas diaclasas aleatorias	6
Rugosidad, Jr	Diaclasas planas, rugosas o irregulares	1.5
Alteración de las fisuras, Ja	Planos de discontinuidad inalterados, superficies ligeramente manchadas.	0.75
Factor de reducción por agua, Jw	Excavaciones secas o con filtraciones, inferiores a 5 l/min.	0.66
Condiciones tensionales de la roca, SRF	Zonas débiles aisladas, conteniendo arcilla o rocas desintegradas químicamente (profundidad de excavación > 50m)	2.5
Q =		5.1

Tabla 30
Puntaje de caracterización 4 – Estudio de los parámetros para el método RMR

Parámetros de clasificación	Clasificación	Descripción	Puntuación
Resistencia a la compresión (MPa)	25 - 50	Mod. Dura	4
Índice de calidad RQD	50 - 75	Regular	13
Espaciado de discontinuidades	20 - 60	Muy Juntos	5
Continúa tabla 29			
(cm) ISRM	1 - 3	Baja continuidad	4
Continuidad (m)			
Abertura (mm)	0.1 - 0.25	Cerrada	5
Rugosidad, Jr	Rugosa, plana		1
Relleno (mm)	Ninguno		6
Grado de meteorización	Medianamente meteorizado	Menos de la mitad descompuesto	3
Caudal por 10 m de túnel	10 - 25 litros / min		10
Presión agua/Tensión principal mayor		0.1 – 0.2	10
Estado general		Húmedo	10
Σ Parámetros =			51

En el método de Bieniawski se consideró: la resistencia a compresión simple de la matriz rocosa está entre 25 - 50 MPa (mod. dura), el RQD es de 59%., el espaciamiento promedio entre diaclasas es de 27 cm, las condiciones de discontinuidades son: baja continuidad, abertura de 0.13 mm, rugosa – plana, no tiene relleno y es medianamente meteorización. Al talud se lo denominó en su estado general como ligeramente húmedo, teniendo como resultado una sumatoria de 51 puntos en calidad del macizo rocoso, de forma similar Los parámetros del método de Barton fueron valorados cualitativamente, al aplicar su fórmula se obtuvo una puntuación de 5.1

Mediante software Dips 6.0 y RocData v5.0 se realizó el estudio del talud para analizar posibles deslizamientos, el talud tiene una dirección de 150° y un buzamiento de 88°, asimismo los ángulos de las principales diaclasas son: Diaclasa 1 (34/33), Diaclasa 2 (155/52), Estrato (102/4), Falla (96/50).

En la figura 18 se proyecta los datos del talud 150/88 y planos de discontinuidades medidos en campo, se utilizó un ángulo de fricción de 22° obtenido del software RocData, figura 17, los límites laterales $\pm 20^\circ$ y la envolvente que delimitan la zona inestable del talud. Uno de los polos proyectados se encuentra dentro de la zona crítica del talud, por lo que se tiene el 25% de probabilidades de un deslizamiento en roca de tipo planar como se muestra el software Dips.

Figura 17

Proyección estereográfica en software Dips, caracterización 4

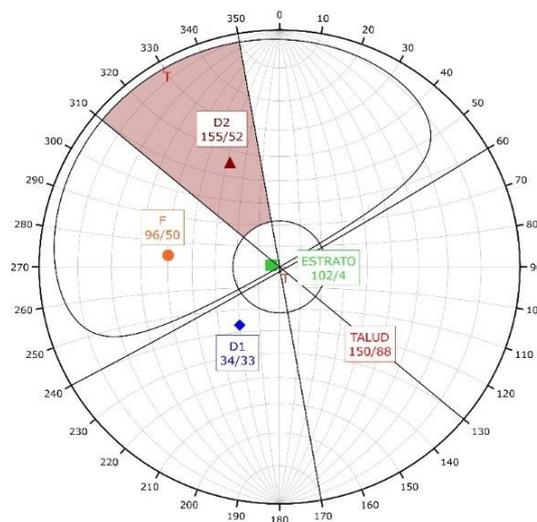


Figura 18

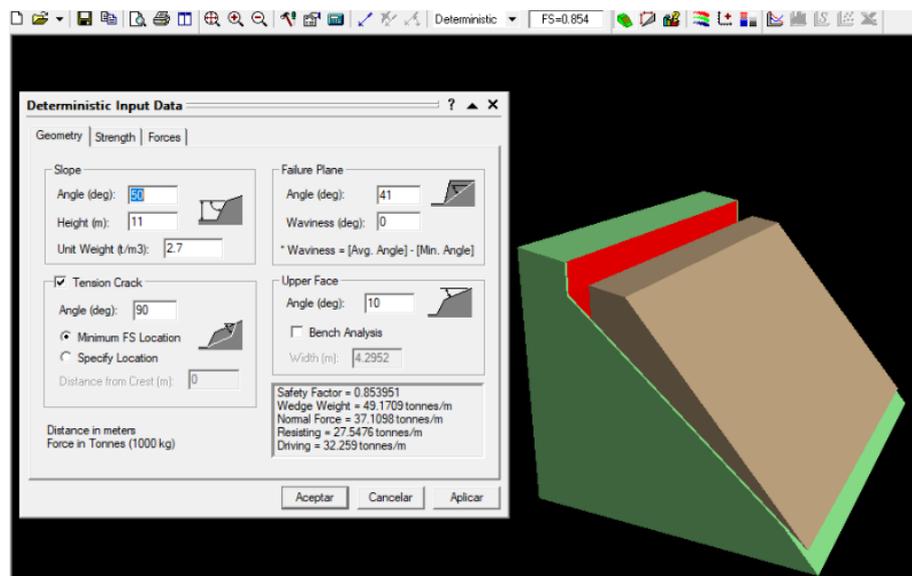
Ángulo de fricción obtenido del software RocData

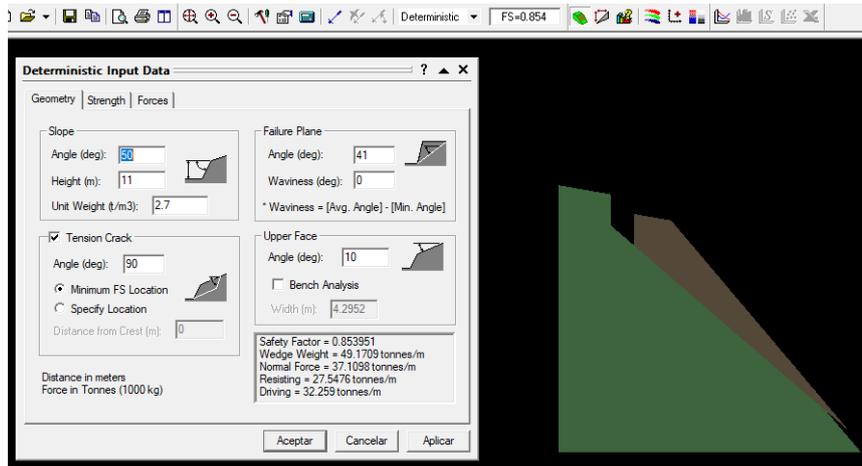
Hoek-Brown Classification intact uniaxial compressive strength = 75 MPa GSI = 48 mi = 10 Disturbance factor = 0.7
Hoek-Brown Criterion mb = 0.574 s = 0.0005 a = 0.507
Mohr-Coulomb Fit cohesion = 2.503 MPa friction angle = 22.05 deg
Rock Mass Parameters tensile strength = -0.070 MPa uniaxial compressive strength = 1.648 MPa global strength = 7.430 MPa modulus of deformation = 5017.00 MPa

En el programa RocPlane v3.013 se demostró que le talud presenta deslizamiento, al introducir los datos: cohesión, $C = 0.17 \text{ kg/cm}^2$, ángulo de fricción, $\phi = 34^\circ$, el valor de aceleración máxima en roca de $Z = 0.50$; se obtuvo el factor de seguridad $FS = 0.85$ determinando así el riesgo que presenta el talud Figura 17.

Figura 19

Factor de seguridad mediante software Swedge, deslizamientos en falla planar

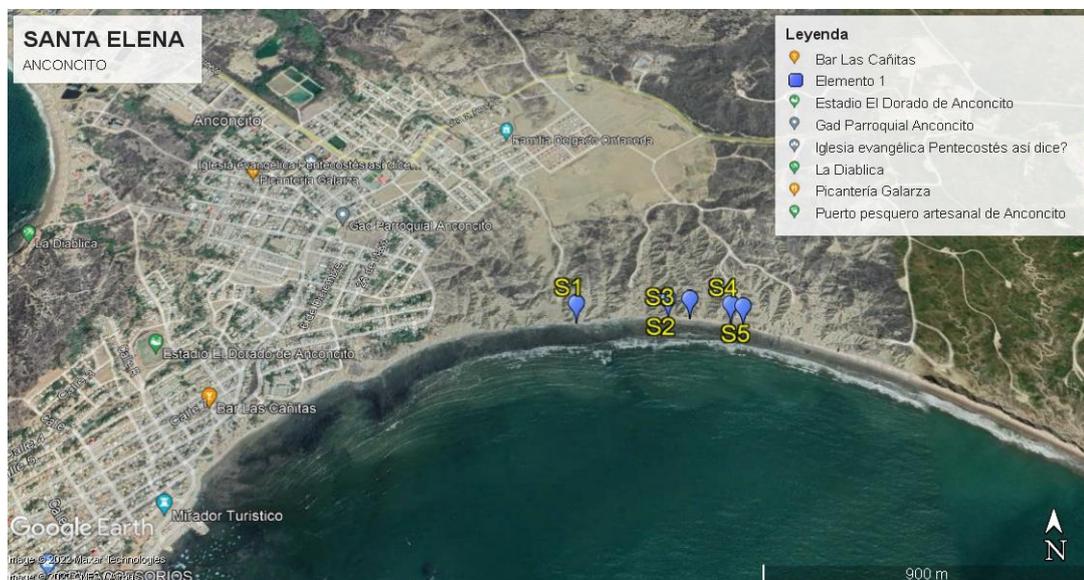




3.13 Socavaciones halladas en el corte geológico

Figura 20

Observación de socavaciones al pie del talud



Nota. Imagen tomada desde Google Earth

En las siguientes figuras se mostrarán las socavaciones más relevantes a lo largo del perfil costero.

3.13.1 Socavación 1.

Socavación encontrada en las Coordenadas UTM WSG84 ZONA 17: INICIO, 9743302 Norte – 513733 Este.

Figura 21
Socavaciones



Nota. En las fotografías se puede observar que debido a la dinámica oceánica el socavamiento ha sido constante al pie del talud.

3.13.2 Deslizamientos hallados en el corte geológico.

Figura 22
Deslizamientos hallados en el corte geológico.



Nota. Imagen tomada desde Google Earth

3.13.3 Deslizamiento 3.

Deslizamiento encontrado en las Coordenadas UTM WSG84 ZONA 17: INICIO,
9743211 Norte – 514071 Este.

Figura 23
Deslizamiento 3



Nota. En las fotografías se observan restos de material en la arena causado por un deslizamiento.

Figura 24
Deslizamiento 2

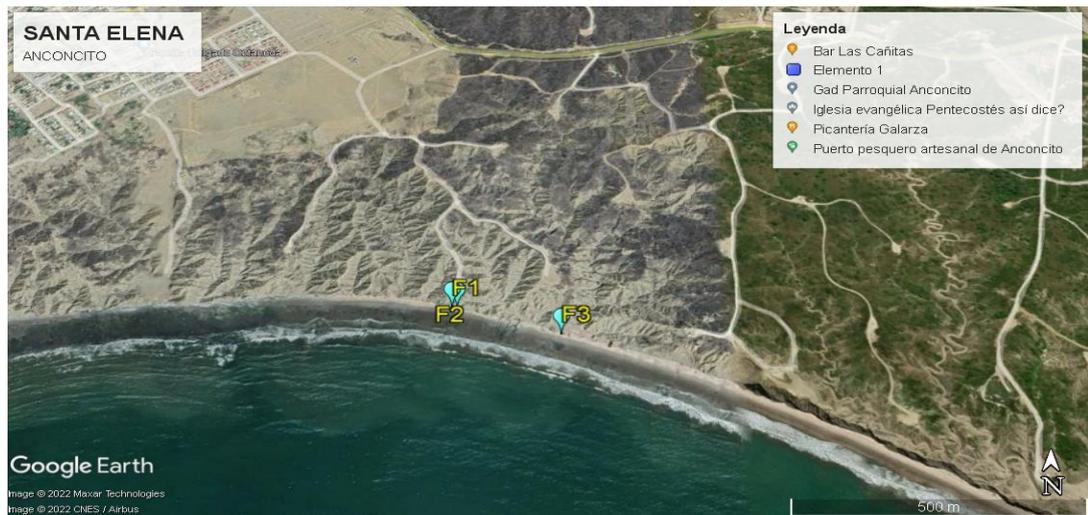


Nota. Podemos observar en la fotografía que en esta zona se está produciendo un deslizamiento.

3.14 Fallas más representativas del corte geológico.

Falla encontrada en las Coordenadas UTM WSG84 ZONA 17: INICIO, 9743278 Norte – 513964 Este.

Figura 25
Fallas encontradas en el corte geológico



Nota. Imagen tomada desde Google Earth 2021

Figura 26
Falla 2 en cuña



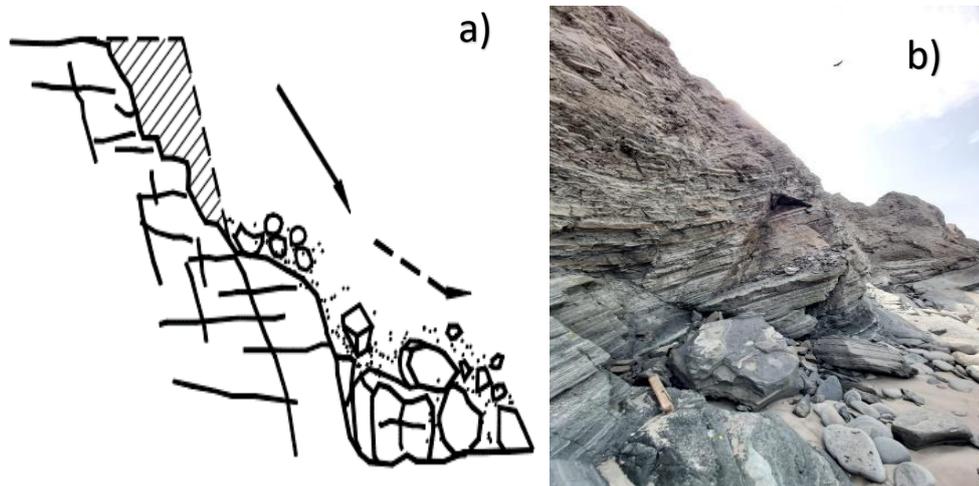
Nota. En las fotografías se puede apreciar un tipo de falla por cuña en el talud

CAPITULO IV: ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

4.1 Formas del macizo rocoso en que se puede deteriorar – acantilados de Anconcito.

En el estudio realizado, se observan socavaciones y deslizamientos; y al mismo tiempo algunas formas específicas de deterioro en el macizo rocoso, fallas que son muy periódicas en esta zona del perfil costanero.

Figura 27
Caída de roca



Nota. En la figura a) representa la caída de roca, con base en (DIAZ, 1998) , así mismo como se muestra en la figura b) fotografía tomada el nueve de junio del 2021 con las coordenadas UTM WSG84 ZONA 17: 9743249 Norte y 514058 Este. En el lugar de estudio se apreció rocas de diferentes tamaños sobre la arena, se especula que surgió un desprendimiento de rocas debido a los que plano de discontinuidad del talud presenta fallas planares con otros factores climáticos.

Figura 28
Flujo de detritos



Nota. En la figura a) representa un flujo de detrito, con base en (DIAZ, 1998), así mismo como se muestra en la figura b) fotografía tomada el nueve de junio del 2021 con las coordenadas UTM WSG84 ZONA 17: 9743279 Norte y 513954 Este. Estos flujos de detritos son irregulares, pueden llegar a mover bultos de material creando así una amenaza moderada, esto se debe a la debilidad del talud ya que está conformado por lutitas y arenisca; generalmente no es considerado como una forma de deterioro sino como deslizamientos

Figura 29
Desmoronamiento



Nota. En la figura a) representa un desmoronamiento, con base en (DIAZ, 1998), así mismo como se muestra en la figura b) fotografía tomada el nueve de junio del 2021 con las coordenadas UTM WSG84 ZONA 17: 9743303 Norte y 513802 Este. Estos desmoronamientos del talud causan caídas de bloques de muchas dimensiones de manera semicontinua creando acumulación de detritos al pie del talud.

4.2 Resultados de la calidad del macizo rocoso y análisis de deslizamiento.

4.2.1 Caracterización 1.

La valoración desarrollada en el talud con coordenadas UTM WSG84 ZONA 17: 9742889 Norte, 512458 Este, dio como resultados, tabla 30, según el método RMR de Bieniawski una puntuación de 53, después de haber realizado la sumatoria de todos sus parámetros, definiendo la calidad de este talud como media y de clase III. Mediante el método Q de Barton después de haber estudiado cada uno de sus coeficientes, se obtuvo una puntuación de 5.9 es decir una calidad de roca regular. Mediante los softwares Dips y RocData se realizó el análisis de deslizamiento determinando que, en el talud no se genera deslizamiento de tipo planar, ya que los polos proyectados se encuentran dentro de la zona estable del mismo.

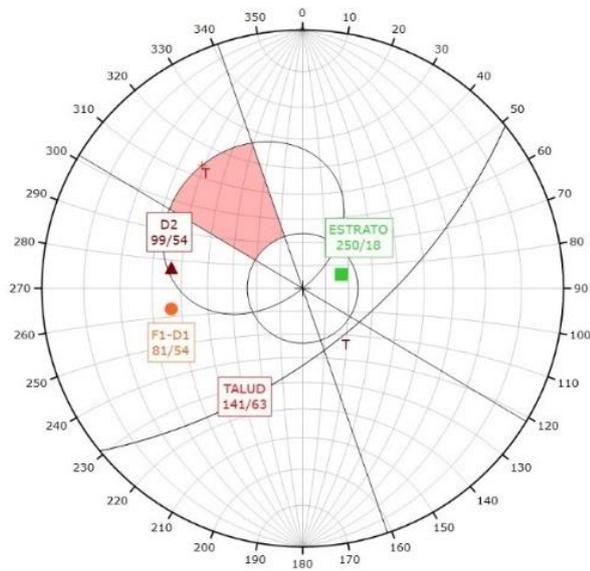
Tabla 31

Caracterización 1 – Resultados de la calidad y deslizamiento en el talud.

Tabla de resultados				
<i>Método RMR de Bieniawski</i>			<i>Método Q de Barton</i>	
Clase	Calidad	Índice RMR	Calidad de Roca	Valores de Q
I	Muy buena	100 – 81	Excepcionalmente mala	0.001 – 0.01
II	Buena	80 – 61	Extremadamente mala	0.01 – 0.1
III	Media	60 – 41	Muy mala	0.1 – 1
IV	Mala	40 – 21	Mala	1 – 4
V	Muy mala	< 20	Regular	4 – 10
			Buena	10 – 40
			Muy buena	40 – 100
			Extremadamente buena	100 – 400

Puntuación = 53	Puntuación = 5.9
Clase, III	Calidad, Regular
Calidad, Media	

Análisis de deslizamiento.



No existe riesgo de deslizamiento planar debido a que los polos proyectados se encuentran fuera de la zona inestable del talud.

4.2.2 Caracterización 2.

El talud estudiado con coordenadas UTM WSG84 ZONA 17: 9743137 Norte, 512899 Este, tiene los siguientes resultados, tabla 31, según el método RMR de Bieniawski tiene una puntuación de 56, considerando la calidad de este talud como media y de clase III. Según el método Q de Barton y sus coeficientes estudiados, se obtuvo una puntuación de 7.8 siendo una calidad regular, Mediante los softwares Dips y RocData se realizó el análisis de deslizamiento determinando que, en el talud no se genera deslizamiento de tipo planar, ya que los polos proyectados se encuentran dentro de la zona estable del mismo.

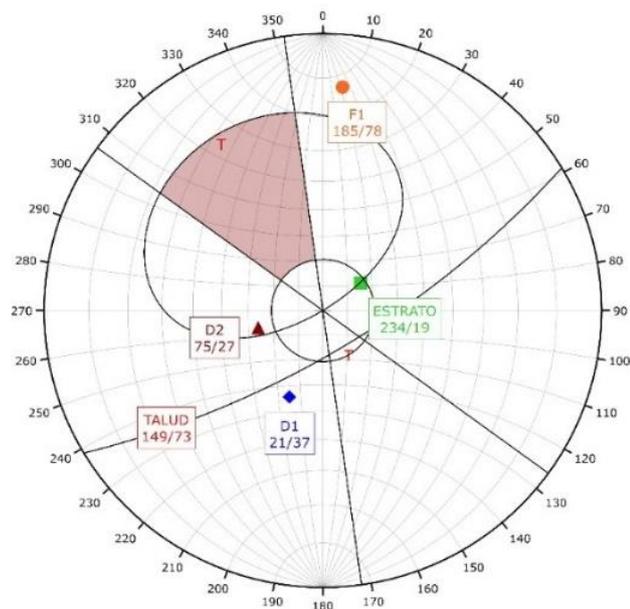
Tabla 32

Caracterización 2 – Resultados de la calidad y deslizamiento en el talud.

Tabla de resultados

<i>Método RMR de Bieniawski</i>			<i>Método Q de Barton</i>	
Clase	Calidad	Índice RMR	Calidad de Roca	Valores de Q
I	Muy buena	100 – 81	Excepcionalmente mala	0.001 – 0.01
II	Buena	80 – 61	Extremadamente mala	0.01 – 0.1
III	Media	60 – 41	Muy mala	0.1 – 1
IV	Mala	40 – 21	Mala	1 – 4
V	Muy mala	< 20	Buena	10 – 40
			Muy buena	40 – 100
			Extremadamente buena	100 – 400

Puntuación = 56	Puntuación = 7.8
Clase, III	Calidad, Regular
Calidad, Media	

Análisis de deslizamiento.

No existe riesgo de deslizamiento planar debido a que los polos proyectados se encuentran fuera de la zona inestable del talud.

4.2.3 Caracterización 3.

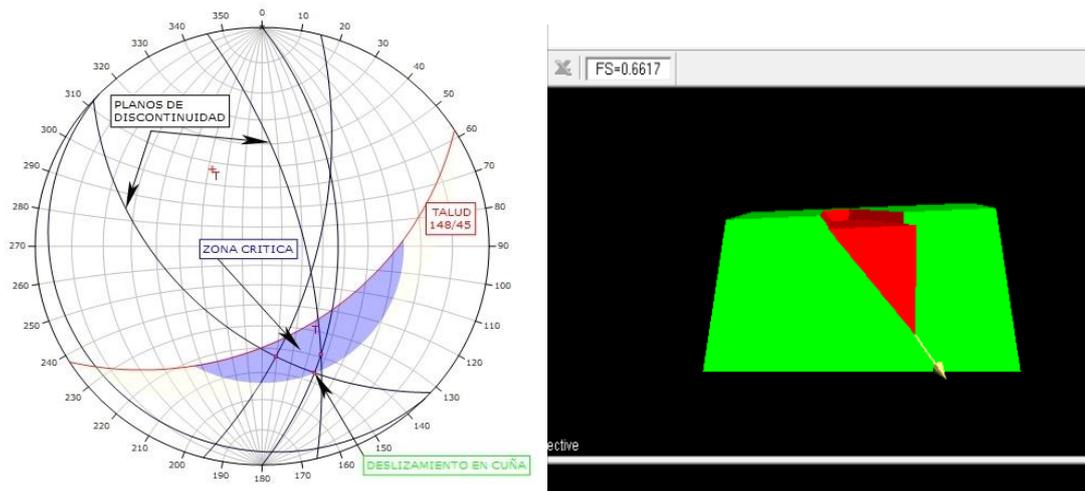
La valoración desarrollada en el talud con coordenadas UTM WSG84 ZONA 17: 9743250 Norte – 513338 Este, dio como resultado, tabla 32, según el método RMR de Bieniawski una puntuación de 51, determinando la calidad de este talud como media y de clase III. De igual manera el método Q de Barton dio una puntuación de 5.2, clasificando la calidad de la roca como regular. El análisis realizado en el software nos indica que existe 30% de posibilidad de deslizamiento en roca de tipo cuña, debido a la existencia de más de una intersección dentro de la zona de riesgo; también se obtuvo un $FS = 0.8$, demostrando la inestabilidad, ya que la Norma Ecuatoriana de la Construcción – NEC indica que el FS mínimo en taludes es de 1.0.

Tabla 33

Caracterización 3 – Resultados de la calidad y deslizamiento en el talud.

Tabla de resultados				
<i>Método RMR de Bieniawski</i>			<i>Método Q de Barton</i>	
Clase	Calidad	Índice RMR	Calidad de Roca	Valores de Q
I	Muy buena	100 – 81	Excepcionalmente mala	0.001 – 0.01
II	Buena	80 – 61	Extremadamente mala	0.01 – 0.1
III	Media	60 – 41	Muy mala	0.1 – 1
IV	Mala	40 – 21	Mala	1 – 4
V	Muy mala	< 20	Regular	4 – 10
			Buena	10 – 40
			Muy buena	40 – 100
Puntuación = 51			Puntuación = 5.2	
Clase, III			Calidad, Regular	
Calidad, Media				

Análisis de deslizamiento.



El software Dips nos indica una posibilidad del 30%, que ocurra un evento de deslizamiento en roca tipo cuña. De la misma manera con el Software Swedge, se obtuvo un $FS = 0.8$, determinando un estado de falla en el talud tipo cuña.

4.2.4 Caracterización 4

El talud estudiado con coordenadas UTM WSG84 ZONA 17: 9743254 Norte, 514040 Este, tiene los siguientes resultados, tabla 33, según el método RMR de Bieniawski tiene una puntuación de 51, considerando la calidad de este talud como media y de clase III. Según el método Q de Barton y sus coeficientes estudiados, se obtuvo una puntuación de 5.1 siendo una calidad regular, Mediante los softwares Dips y RocData se realizó el análisis de deslizamiento determinando que existe 25% de posibilidad de deslizamiento en roca de tipo planar, debido a la existencia de un de los polos dentro de la zona de riesgo, también también se obtuvo un $FS = 0.85$, demostrando la inestabilidad.

Tabla 34

Caracterización 4 – Resultados de la calidad y deslizamiento en el talud.

Tabla de resultados

Método RMR de Bieniawski

Clase	Calidad	Índice RMR
I	Muy buena	100 – 81
II	Buena	80 – 61
III	Media	60 – 41
IV		40 – 21

Puntuación = 51

Clase, III

Calidad, Media

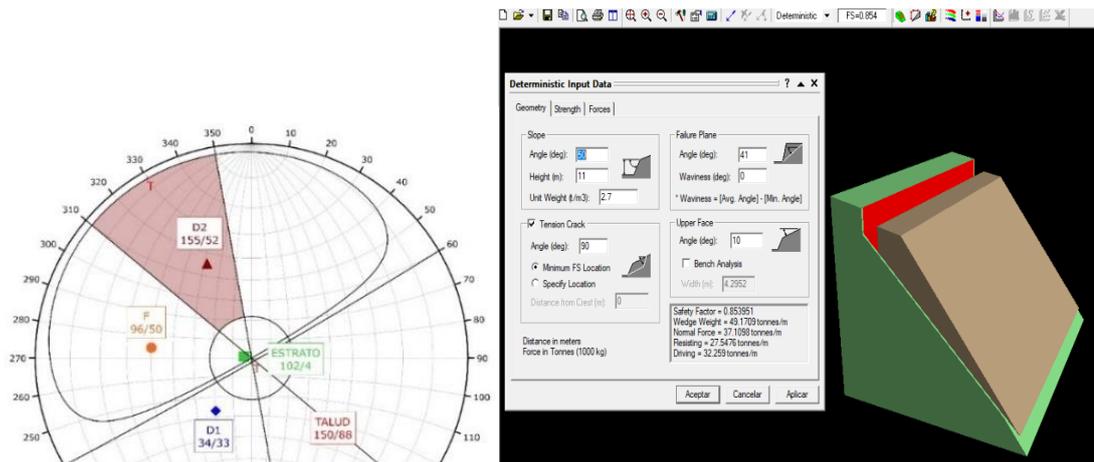
Método Q de Barton

Calidad de Roca	Valores de Q
Excepcionalmente mala	0.001 – 0.01
Extremadamente mala	0.01 – 0.1
Muy mala	0.1 – 1
Mala	1 – 4
Regular	4 – 10
Buena	10 – 40

Puntuación = 5.1

Calidad, Regular

Análisis de deslizamiento.



amiento planar debido a que uno de los polos proyectados se encuentra dentro de la zona inestable del talud. De la misma manera con el Software RocPlane, se obtuvo un FS = 0.85, determinando un estado de falla en el talud tipo planar.

CAPITULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

En el laboratorio se realizaron los ensayos pertinentes a la matriz del macizo rocoso para comprender el comportamiento mecánico del mismo. Estas formaciones se caracterizan por intercalaciones laminadas de areniscas y limo de alta plasticidad (MH), cuyo índice fluctúan entre 18% a 25%, la gravedad específica se encuentra entre 2.54 y 2.67, en granulometría se determina que el área de estudio tiene de 0 a 2% de arena gruesa, de 0 a 2% de arena media y de 3% a 15% de arena fina, de 51% a 58% de limos y valores entre 10% a 36% de arcillas, el peso volumétrico de los suelos (parafina) está entre 1.89 y 1.95 T/m³. Los índices de expansión en muestras remoldeadas resultaron entre los rangos de 1.62 a 1.73 para expansión libre y en expansión controlada los valores fueron 3.15 kg/cm² a 8.61 kg/cm², En el ensayo de corte directo se obtuvo un ángulo de fricción de 34° y 35° con cohesiones de 0.16 a 0.17 kg/cm²

De acuerdo al análisis realizado en las cuatro zonas de estudios, se determinó la calidad del macizo rocoso de los acantilados de Anconcito cantón Salinas, esta clasificación geomecánica se la determinó mediante dos métodos. En el método Q de Barton se apreciaron valores entre 5.1 a 7.8 como calidad del macizo rocoso. Por lo que se establece que la caracterización uno logra un puntaje de 5.9, la caracterización dos 7.8, la caracterización tres 5.2 y la caracterización cuatro 5.1 dando como resultado una calidad regular del macizo rocoso. Así mismo por el método RMR de Bieniawski se adquirieron valores en un rango de 51 a 56, siendo así se define que la caracterización uno logra un puntaje de 53, las caracterizaciones tres y cuatro obtuvieron 51 y la caracterización dos 56, entonces se determinó que por este método la calidad es media de clase III, en conclusión, se dio igualdad la calidad del macizo rocoso en ambos métodos.

Los softwares (Dips, RocData, Swedge y RocPlane) fueron utilizados para la creación de gráficos, en los que se analizaron los deslizamientos que podría ocurrir en los

taludes. De las cuatro zonas estudiadas, las caracterizaciones 1 y 2 no presentan riesgo de deslizamiento en su estructura, en cambio la cartelización 3 tiene 30% de posibilidad que ocurra un deslizamiento de falla en cuña con un $FS = 0.8$ así mismo la caracterización 4 tiene un 25% de posibilidad que ocurra un deslizamiento de falla planar con un $FS = 0.85$, resumiendo lo planteado se aprecia taludes con falla que no cumplen el factor de seguridad como lo indica la norma NEC.

5.2 Recomendaciones

El presente trabajo sirva como línea base de conocimientos de los acantilados de Ancón – Anconcito, debido a que la zona costera de Santa Elena presenta una diversidad de acantilados. Punta carnero forma parte de ellos, por lo que se recomienda realizar investigaciones empleando los parámetros, que permitan detectar futuros deslizamientos en los diferentes puntos vulnerables de los acantilados, debido que esta zona está expuesta, a grietas, deformaciones, fallas, socavamientos que influyen en la estabilidad del talud ocasionando pérdida de vidas humana y viviendas habitadas.

Recomendamos realizar trabajos en todo el perfil costero de Santa Elena, para conocer las condiciones geotécnicas y el riesgo que ocasiona un deslizamiento en áreas habitadas, lo que es motivo de prevención en el área de la ingeniería civil.

BIBLIOGRAFIA

- Alcántara Ayala, I. J. I. g. (2000). Landslides:¿ deslizamientos o movimientos del terreno? Definición, clasificaciones y terminología. (41), 7-25.
- Álvarez, J. A. T., Ayala, L. M. G., Delgado, M. A. C., Bustamante, X. D. R. H., & Bonilla, N. T. V. J. R. P. (2015). Análisis de la socavación en cauces naturales. 35(3), 83-83.
- Ávila Ambriz, G. H. (2015). Análisis de la estabilidad y aplicación de modelos al talud El Álamo del km 207+ 234 de la antigua carretera de Mil Cumbres, en el tramo: Huajúbaro-Morelia.
- Barton, N., Lien, R., & Lunde, J. J. R. m. (1974). Engineering classification of rock masses for the design of tunnel support. 6(4), 189-236.
- Brown, H. Y. (2012). *CLASIFICACIONES GEOMECAÁNICA DE LOS MACIZOS ROCOSOS SEGÚN: BIENIAWSKI. BARTON. UNIVERSIDAD DE LOS ANDES,*
- Carmen Terrero, V. M. (1995). Mecanica de Suelos Laboratorio. 1, 182.
- Chávez De la Cruz, R. M. (2020). Análisis de estabilidad de talud en areniscas mediante el método empírico Hazard index, cinemático y equilibrio límite en la carretera Tarapoto–Yurimaguas.
- Chunga, K. (2013). Análisis Estructural de Fallas Geológicas y Potenciales Deslizamientos en Anconcito, Provincia de Santa Elena. *Revista Científica y Tecnológica UPSE.*
https://www.researchgate.net/publication/318121634_Analisis_Estructural_de_Fallas_Geologicas_y_Potenciales_Deslizamientos_en_Anconcito_Provincia_de_Santa_Elena
- Chunga, K., Michetti, A., Gorshkov, A., Panza, G., Soloviev, A., & Martillo, C. (2010). Identificación de nudos sismogenicos capaces de generar potenciales terremotos de $M > 6$ y $M > 6.5$ en la Región costera y cadenas montañosas de los Andes Septentrionales del Ecuador. *Revista Trcnologica ESPOL - RTE, Vol. 23*, 61-89.
- Chura Lope, 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.
- Coello Montiel, D. D. (2020). *Caracterización geomecánica del talud de roca en la zona de San Eduardo, av. Barcelona Sporting Club, Guayaquil, Ecuador.* Facultad de Ciencias Naturales. Universidad de Guayaquil,
- Corominas, J., & de Caminos, I. J. I. d. T. I. E. L. J., Carlos. Universidad Politecnica de Madrid. (2004). Tipos de rotura en laderas y taludes. 191-213.
- David., Q. S. L. D. R. C. D. F. S. M. J. F. S. A. M. X. S. R. E. (2019). Fallas Geológicas en la tierra generadas por sismos. *Revista de Geología*, 5.
- DIAZ, J. S. (1998). ZONAS, ESTABILIDAD DE TALUDES EN.
- Duque, G., & Escobar, C. J. F. d. I. y. A. U. N. d. C., sede Manizales. (2002). Mecánica de suelos.
- Feijoo, P., & Iñiguez, C. J. R. I. d. S. e. T. d. I. (2020). Corte en rocas y su relación con la resistencia a compresión simple. (E30), 59-67.

- Ferrer Gijon, M. J. I. G. y. M. d. E. R. g. (1988). Deslizamientos, desprendimientos, flujos y avalanchas. 175-119g171.
- Ferrer, M., & de Vallejo, L. I. G. (2007). *Manual De Campa Para La Descripcion Y Caracterizacion De Macizos Rocosos En Afloramientos* (Vol. 4): Igme.
- Geologico, M. d. E. y. I. (2007). *MANUAL DE CAMPA PARA DESCRIPCION Y CARACTERIZACION DE MACIZOS ROCOSOS EN AFLORAMIENTO* (Vol. 4).
- Gonzales de Vallejo, L. (2002). *Ingenieria Geológica* (Vol. 1).
- González de Vallejo, L. I., Ferrer, M., Ortuño, L., & Oteo, C. (2002). *Ingeniería geológica*: Pearson Educación.
- Hernández Díaz, J. J. (2006). *Análisis de resultados del ensayo de expansión libre modificado de Sivapullaiah, para suelos expansivos de Bogotá*.
- Hoek, E., & Brown, E. T. (1997). Practical estimates of rock mass strength. *International journal of rock mechanics and mining sciences*, 34(8), 1165-1186.
- Huerta, R. L. (2002). 9. ROTURA PLANA Y ROTURA EN CUÑA.
- Jose A. Jimenez Salas, J. L. d. J. A., Alcibiades A. Serrano Gonzalez. (2004). *Geotecnia y Cimientos 2 Mecanica del Suelo y de las Rocas*. Madrid: Editorial Rueda.
- Karzulovic, A. (2019). Método del Índice Q.
- Llano, J. S. (1975). *Mecánica de suelos*: Reverte.
- LORENA, M. M. V., & ÁNGELES, T. R. P. D. L. (2019). "ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DE TALUDES A PARTIR DE LA EVALUACIÓN GEOMECÁNICA DEL MACIZO ROCOSO EN ANCONCITO, PROVINCIA DE SANTA ELENA". (INVESTIGACION), UPSE, Retrieved from <https://repositorio.upse.edu.ec/bitstream/46000/5028>
- Lozano, F. A., Ochoa, J. W., & Camacho, R. A. J. L. e. I. (2012). Estudio geomecánico para el diseño minero a cielo abierto del yacimiento de carbón en Rondón-Boyacá. 3(1).
- Lucrecia, M. (2019). CARACTERIZACIÓN MECÁNICA DE SUELOS DEL PERFIL COSTERO ENTRE ANCÓN Y ANCONCITO. <https://www.redalyc.org/jatsRepo/5826/582661248005/html/index.html>
- Maldonado, Y. (2020). Macizo rocoso, (matriz rocosa, discontinuidades), descripción. GEOLOGIAWEB. Retrieved from <https://geologiaweb.com/ingenieria-geologica/macizo-rocoso>
- Martines, E., & Lira, L. (2010). *Análisis y aplicación de las expresiones del contenido de humedad en sólidos*. Paper presented at the Simposio de metrología.
- Milagros López, E. (2018). Tunnel carretero en la N-625 (Corigos-Asturias).
- Navarrete, E. (2018). *ITINERARIOS GEOLÓGICOS DE LA COSTA DEL ECUADOR - 4. CORTE GEOLÓGICO EN LOS ACANTILADOS ENTRE ANCÓN Y ANCONCITO*.
- NEC-SE-CM, N. J. Q., Pichincha, Ecuador. (2013). Geotecnia y Cimentaciones.
- Núñez del Arco, E., & Dugas, F. J. G. E. (1985). Guia geologica del Suroeste de la costa ecuatoriana.
- Palmstrom, A. J. T., & Technology, U. S. (2005). Measurements of and correlations between block size and rock quality designation (RQD). 20(4), 362-377.
- Pedro Ramirez Oyanguren, L. A. M. (2004). *Mecanica de Rocas: Fundamentos e Ingenieria de Taludes*. Madrid.

Pells, P. J., Bieniawski, Z. T., Hencher, S. R., & Pells, S. E. (2017). Rock quality designation (RQD): time to rest in peace. *Canadian Geotechnical Journal*, 54(6), 825-834. doi:10.1139/cgj-2016-0012

Sánchez, V. A. Definición de Macizo rocoso.

ANEXOS

Anexo 1

Límites de Atterberg



Nota. En la figura a) se muestra la colocación del material previamente húmedo en la cuchara partida de casa grande, en la figura b) se coloca el material previamente ensayado para la determinación del límite líquido y límite plástico.

Anexo 2

Granulometría por el método del hidrómetro



Nota. En la figura a) se coloca el hidrómetro dentro de las probetas con el respectivo material, en la figura b) se está anotando los valores respectivos.

Anexo 3

Gravedad específica



Nota. En la figura a) y b) el ensayo de gravedad específica donde se debe calentar la glicerina para poder colocar el matras con el material a ensayar.

Anexo 4

Expansión libre y controlada



Nota. En la figura c) tenemos la máquina para expansión libre y controlada, en las figuras a) y b) se muestran la colocación de los respectivos pesos y toma de tiempo durante el ensayo.

Anexo 5
Zona 1 límites de Atterberg

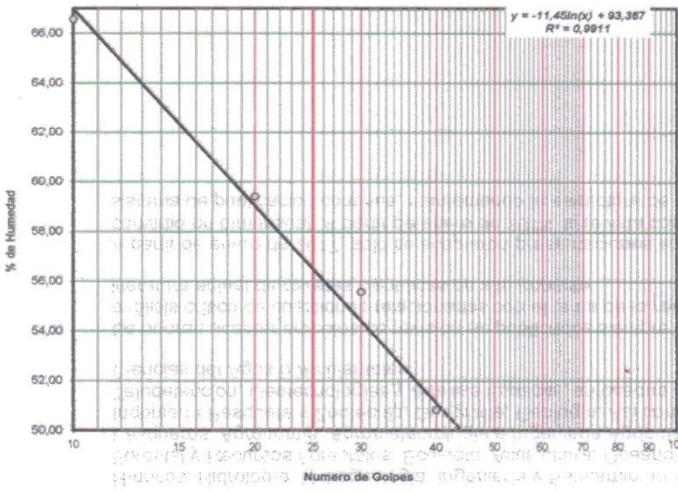
	UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA DE SANTA ELENA FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERIA	
LIMITE DE ATTERBERG - ASTM D4318 - 10e1		
TESIS: MODELACIÓN Y CARACTERIZACION DE LOS DESLIZAMIENTOS DEL MACIZO ROCOSO DE ANCONCITO DEL CANTÓN SALINAS DE LA PROVINCIA DE SANTA ELENA ECUADOR		
TESISTAS: LUIS SUAREZ T - ANGEL BERNARDINO V.		TUTORA: ING LUCRECIA MORENO
<i>Coord.: Norte: 9742889 Este: 512458</i>		MUESTRA : LIMOLIT/ ZONA 1

LIMITE LIQUIDO				
RECIPiente #	U5	P5	40	F5
MASA DE RECIPIENTE + MUESTRA HÚMEDA (P1)	16,43	18,72	19,47	18,74
MASA DE RECIPIENTE + MUESTRA SECA (P2)	11,99	13,74	14,49	14,50
MASA DE AGUA (P3 = P1 - P2)	4,44	4,98	4,98	4,24
MASA DE RECIPIENTE (P4)	5,32	5,36	5,53	6,16
MASA DE MUESTRA SECA (P5 = P2 - P4)	6,67	8,38	8,96	8,34
% DE HUMEDAD (W = P3 * 100 / P5)	66,57	59,43	55,58	50,84
# DE GOLPES	10	20	30	40

LIMITE PLASTICO			
RECIPiente #	26	C5	A5
MASA DE RECIPIENTE + MUESTRA HÚMEDA (P1)	12,70	13,69	14,01
MASA DE RECIPIENTE + MUESTRA SECA (P2)	11,13	11,75	12,12
MASA DE AGUA (P3 = P1 - P2)	1,57	1,94	1,89
MASA DE RECIPIENTE (P4)	6,16	5,91	6,32
MASA DE MUESTRA SECA (P5 = P2 - P4)	4,97	5,84	5,80
% DE HUMEDAD (W = P3 * 100 / P5)	31,59	33,22	32,59

Segun carta de la composición mineralógica en la plasticidad (Day, 1999):

Caolinitas



RESULTADOS

L. Líquido = 57

L. Plástico = 32

I. Plasticidad = 25

Clasificación Según Carta de Plasticidad
ASTM D2487 SUCS = MH

REALIZADO POR Y CALCUADO POR : LUIS SUAREZ - ANGEL BERNARDINO	VERIFICADO POR : ING. LUCRECIA MORENO A. MG	FECHA DE ENSAYO 23/9/2021
---	---	-------------------------------------

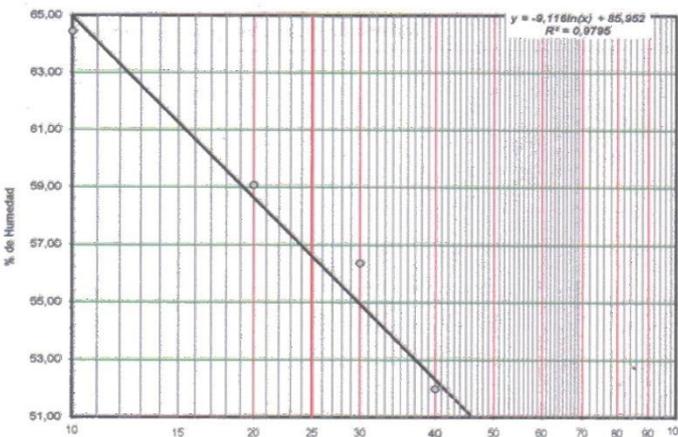
Anexo 6
Zona 2 límites de Atterberg

	UNIVERSIDAD ESTADAL PENINSULA DE SANTA ELENA FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERIA	
LIMITE DE ATTERBERG - ASTM D4318 - 10e1		
TESIS: MODELACIÓN Y CARACTERIZACION DE LOS DESLIZAMIENTOS DEL MACIZO ROCOSO DE ANCONCITO DEL CANTÓN SALINAS DE LA PROVINCIA DE SANTA ELENA ECUADOR		
TESISTAS: LUIS SUAREZ T - ANGEL BERNARDINO V.		TUTORA: ING LUCRECIA MORENO
<i>Coord.: Norte: 9743136 Este: 512899</i>		MUESTRA : LIMOLIT/ ZONA 2

LIMITE LIQUIDO				
RECIPIENTE #	34	44	N 15	38
MASA DE RECIPIENTE + MUESTRA HÚMEDA (P1)	16,91	17,65	16,45	17,40
MASA DE RECIPIENTE + MUESTRA SECA (P2)	12,36	13,39	12,51	13,61
MASA DE AGUA (P3 = P1 - P2)	4,55	4,26	3,94	3,79
MASA DE RECIPIENTE (P4)	5,30	6,18	5,52	6,32
MASA DE MUESTRA SECA (P5 = P2 - P4)	7,06	7,21	6,99	7,29
% DE HUMEDAD (W = P3 x 100 / P5)	64,45	59,08	56,37	51,99
# DE GOLPES	10	20	30	40

LIMITE PLASTICO				
RECIPIENTE #	6	5	39	
MASA DE RECIPIENTE + MUESTRA HÚMEDA (P1)	13,24	12,98	11,82	
MASA DE RECIPIENTE + MUESTRA SECA (P2)	11,29	11,10	10,12	
MASA DE AGUA (P3 = P1 - P2)	1,95	1,88	1,70	
MASA DE RECIPIENTE (P4)	6,09	6,09	5,51	
MASA DE MUESTRA SECA (P5 = P2 - P4)	5,20	5,01	4,61	
% DE HUMEDAD (W = P3 x 100 / P5)	37,50	37,52	36,88	

Segun carta de la composicion mineralogica en la plasticidad (Day, 1999)



RESULTADOS

L. Liquido = **57**

L. Plástico = **37**

I. Plasticidad = **20**

Clasificación Según Carta de Plasticidad
ASTM D2487 SUCS = MH

REALIZADO POR Y CALCUADO POR : LUIS SUAREZ - ANGEL BERNARDINO	VERIFICADO POR : ING. LUCREIA MORENO A. MG	FECHA DE ENSAYO 23/9/2021
--	---	------------------------------

Anexo 7
Zona 3 límites de Atterberg

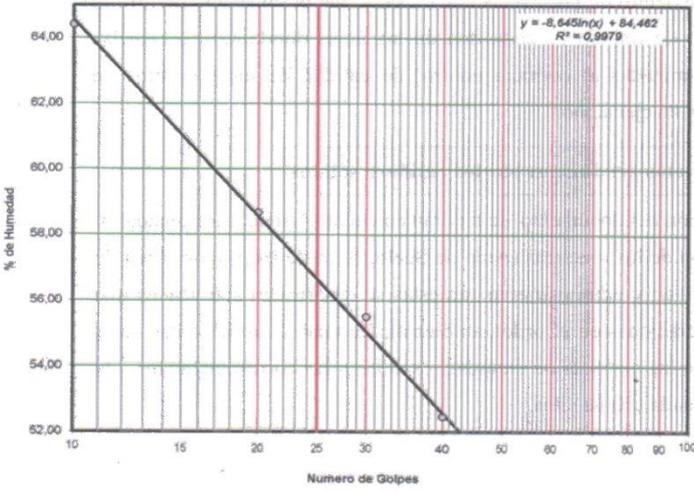
	UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA DE SANTA ELENA FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERIA	
LIMITE DE ATTERBERG - ASTM D4318 - 10e1		
TESIS: MODELACIÓN Y CARACTERIZACION DE LOS DESLIZAMIENTOS DEL MACIZO ROCOSO DE ANCONCITO DEL CANTÓN SALINAS DE LA PROVINCIA DE SANTA ELENA ECUADOR		
TESISTAS: LUIS SUAREZ T - ANGEL BERNARDINO V.		TUTORA: ING LUCRECIA MORENO
Coord.: Norte: 9743158 Este: 512931		MUESTRA : LIMOLIT/ ZONA 3

LIMITE LIQUIDO				
RECIPIENTE #	15	4	23	22
MASA DE RECIPIENTE + MUESTRA HÚMEDA (P1)	20,21	19,71	22,02	19,21
MASA DE RECIPIENTE + MUESTRA SECA (P2)	14,69	14,50	16,32	14,75
MASA DE AGUA (P3 = P1 - P2)	5,52	5,21	5,70	4,46
MASA DE RECIPIENTE (P4)	6,12	5,62	6,05	6,25
MASA DE MUESTRA SECA (P5 = P2 - P4)	8,57	8,88	10,27	8,50
% DE HUMEDAD (W = P3 × 100 ÷ P5)	64,41	58,67	55,50	52,47
# DE GOLPES	10	20	30	40

LIMITE PLASTICO				
RECIPIENTE #	L5	32	5	
MASA DE RECIPIENTE + MUESTRA HÚMEDA (P1)	15,62	15,15	14,81	
MASA DE RECIPIENTE + MUESTRA SECA (P2)	13,06	12,98	12,45	
MASA DE AGUA (P3 = P1 - P2)	2,56	2,17	2,36	
MASA DE RECIPIENTE (P4)	5,31	6,11	5,40	
MASA DE MUESTRA SECA (P5 = P2 - P4)	7,75	6,87	7,05	
% DE HUMEDAD (W = P3 × 100 ÷ P5)	33,03	31,59	33,48	

Segun carta de la composicion mineralogica en la plasticidad (Day, 1999)

Caolinitas



RESULTADOS	
L. Líquido =	57
L. Plástico =	33
I. Plasticidad =	24

Clasificación Según Carta de Plasticidad
 ASTM D2487 SUCS = MH

REALIZADO POR Y CALCUADO POR :	VERIFICADO POR :	FECHA DE ENSAYO
LUIS SUAREZ - ANGEL BERNARDINO	ING. LUCREIA MORENO A. MG	23/9/2021

Anexo 8
Zona 4 límites de Atterberg

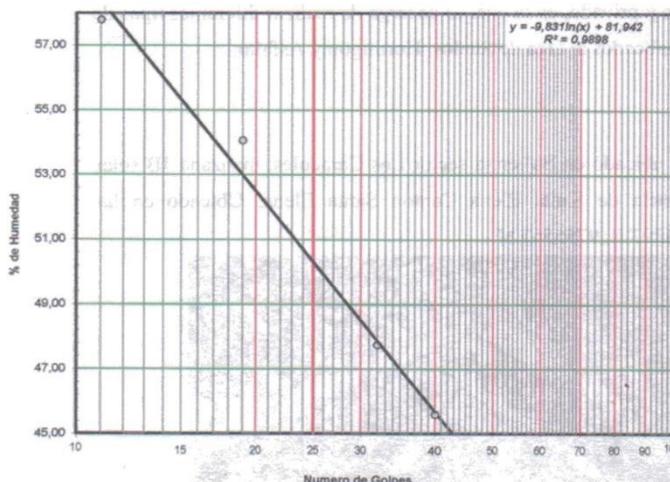
	UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA DE SANTA ELENA FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERIA	
LIMITE DE ATTERBERG - ASTM D4318 - 10e1		
TESIS: MODELACIÓN Y CARACTERIZACION DE LOS DESLIZAMIENTOS DEL MACIZO ROCOSO DE ANCONCITO DEL CANTÓN SALINAS DE LA PROVINCIA DE SANTA ELENA ECUADOR		
TESISTAS: LUIS SUAREZ T - ANGEL BERNARDINO V.		TUTORA: ING LUCRECIA MORENO
Coord.: Norte: 9743254 Este: 514040		MUESTRA : LIMOLITA ZONA 4

LIMITE LIQUIDO				
RECIPIENTE #	T4	6	3	T5
MASA DE RECIPIENTE + MUESTRA HÚMEDA (P1)	20,77	21,05	25,14	22,60
MASA DE RECIPIENTE + MUESTRA SECA (P2)	15,16	15,66	19,02	17,43
MASA DE AGUA (P3 = P1 - P2)	5,61	5,39	6,12	5,17
MASA DE RECIPIENTE (P4)	5,45	5,69	6,20	6,09
MASA DE MUESTRA SECA (P5 = P2 - P4)	9,71	9,97	12,82	11,34
% DE HUMEDAD (W = P3 × 100 ÷ P5)	57,78	54,06	47,74	45,59
# DE GOLPES	11	19	32	40

LIMITE PLASTICO			
RECIPIENTE #	L4	P4	X4
MASA DE RECIPIENTE + MUESTRA HÚMEDA (P1)	9,87	9,26	10,21
MASA DE RECIPIENTE + MUESTRA SECA (P2)	8,98	8,16	9,29
MASA DE AGUA (P3 = P1 - P2)	0,89	1,10	0,92
MASA DE RECIPIENTE (P4)	6,09	5,11	6,16
MASA DE MUESTRA SECA (P5 = P2 - P4)	2,89	3,05	3,13
% DE HUMEDAD (W = P3 × 100 ÷ P5)	30,80	36,07	29,39

Segun carta de la composicion mineralogica en la plasticidad (Day, 1999)

Caolinitas



RESULTADOS

L. Líquido = 50

L. Plástico = 32

I. Plasticidad = 18

Clasificación Según Carta de Plasticidad ASTM D2487 SUCS = ML

REALIZADO POR Y CALCUADO POR :	VERIFICADO POR :	FECHA DE ENSAYO
LUIS SUAREZ - ANGEL BERNARDINO	ING. LUCREIA MORENO A. MG	23/9/2021

Anexo 9
Zona 1 Granulometría por tamices e hidrómetro

	UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA DE SANTA ELENA FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERIA	
GRANULOMETRIA POR TAMICES E HIDROMETROS - ASTM D421 - 85		
TESIS: MODELACIÓN Y CARACTERIZACION DE LOS DESLIZAMIENTOS DEL MACIZO ROCOSO DE ANCONCITO DEL CANTÓN SALINAS DE LA PROVINCIA DE SANTA ELENA ECUADOR		
TESISTAS: LUIS SUAREZ T - ANGEL BERNARDINO V.		TUTORA: ING LUCRECIA MORENO
Coord.: Norte: 9743254 Este: 514040		MUESTRA : LIMOLITA ZONA 1

SERIE GRUESA			
Tamiz ASTM Abertura / Nº.	Masa Retenida		% Pasante Acumulado
	Parcial	Acumulada	
600, mm. 24"			
300, mm. 12"			
150, mm. 6"			
75, mm. 3"			
63, mm. 2 1/4"			
50, mm. 2"			
38,1 mm. 1 1/2"			
25, mm. 1"			
19, mm. 3/4"			
12,5 mm. 1/2"			
9,5 mm. 3/8"			
4,75 mm. No. 4	34,66	34,66	73,04
Pasa No. 4	99,1	93,90	

SERIE FINA				
Tamiz ASTM Abertura / Nº.	Masa Retenida		% Pasante	
	Parcial	Acumulada	Acumulado	Corregido
2,36 mm. No. 6				
2, mm. No. 10	2,35	2,35	97,63	71,31
1,18 mm. No. 16				
0,85 mm. No. 20				
0,60 mm. No. 30				
0,425 mm. No. 40	2,85	5,00	94,96	69,36
0,3 mm. No. 50				
0,15 mm. No. 100				
0,075 mm. No. 200	9,88	14,88	84,96	62,07
Pasa No. 200				
Masa inicial del material para Levado =			99,10 gr	
Masa final corregida por Humedad de los finos =			96,1 gr	
Masa Total del Material utilizados para el Ensayo (gr)			128,6 gr	

HIDROMETRO			
Diametro (µm)	Diametro (mm)	% más Finos	% Finos Corregido
75,00	0,075 mm.	82,07	82,07
39,73	0,0397 mm.	49,28	30,59
28,40	0,0284 mm.	48,02	29,81
23,56	0,0236 mm.	45,82	28,25
20,61	0,0206 mm.	44,26	27,48
14,72	0,0147 mm.	43,01	26,70
10,46	0,0105 mm.	41,75	25,82
7,75	0,0076 mm.	39,25	24,38
5,83	0,0056 mm.	35,49	22,03
4,78	0,0042 mm.	22,95	14,24
2,63	0,0026 mm.	17,93	11,13
1,53	0,0015 mm.	16,68	10,35
1,29	0,0013 mm.	15,42	9,57
0,91	0,0009 mm.	14,17	8,80

Distribución del Tamaño de las Partículas Valores Expresados en Porcentajes (%)			
Perdón Rodado (>12")			
Canto Rodado (12"-3")			
Grava (3"-3/4")	Gruesa (3"-3/4")	0,00	0
	Fina (3/4"-1/2")	26,96	26,96
Arena (3/4"-200)	Gruesa (1/2"-1/4")	1,73	
	Medio (1/4"-1/80)	1,95	10,97
	Fina (1/80"-200)	7,28	
Limos (0,075mm-0,002mm)		51,39	62,07
Arcillas (<0,002mm)		10,68	
Tamaño de arcilla diámetro 0,005		18,642	d18 = 0,0014

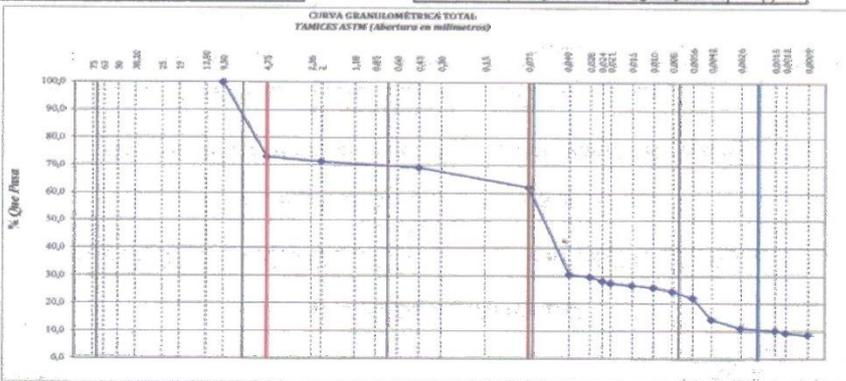
Condiciones de Filtro	
D15 =	0,004
D30 =	0,051
D60 =	0
Cu =	16,73
Cc =	3,07
Cu > Cc > 3	No Cumple

Erosion	
D50 =	0,056
D84 =	0,296
D100/D50 =	197,10
ES EROSIONABLE.	

Sistema unificado de clasificación de suelos (S.U.C.S.)	
MH	Limo alta plasticidad

Clasificación AAHSTO	
A-7.5	Fragmentos de roca, grava y arena (7)

CURVA GRANULOMÉTRICA TOTAL TAMICES ASTM (Abertura en milímetros)



REALIZADO POR Y CALCUADO POR : LUIS SUAREZ - ANGEL BERNARDINO	VERIFICADO POR : ING. LUCRECIA MORENO A. MG	FECHA DE ENSAYO 27/9/2021
---	---	-------------------------------------

Anexo 10
Zona 2 Granulometría por tamices e hidrómetro

	UNIVERSIDAD ESTADAL PENINSULA DE SANTA ELENA FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERIA	
GRANULOMETRIA POR TAMICES E HIDROMETROS - ASTM D421 - 85		
TESIS: MODELACION Y CARACTERIZACION DE LOS DESLIZAMIENTOS DEL MACIZO ROCOSO DE ANCONCITO DEL CANTÓN SALINAS DE LA PROVINCIA DE SANTA ELENA ECUADOR		
TESISTAS: LUIS SUAREZ T - ANGEL BERNARDINO V.		TUTORA: ING LUCRECIA MORENO
Coord.: Norte: 9743136 Este: 512899		MUESTRA : LIMOLITA ZONA 2

SERIE GRUESA			
Tamiz ASTM Abertura / Nº.	Masa Retenida		% Pasante Acumulado
	Parcial	Acumulada	
600. mm.	24"		
300. mm.	12"		
150. mm.	6"		
75. mm.	3"		
63. mm.	2 1/2"		
50. mm.	2"		
38.1 mm.	1 1/2"		
25. mm.	1"		
19. mm.	3/4"		
12.5 mm.	1/2"		
9.5 mm.	3/8"		
4.75 mm.	No. 4	34,66	34,66
	Pasa No. 4	99,1	93,90

SERIE FINA				
Tamiz ASTM Abertura / Nº.	Masa Referida		% Pasante	
	Parcial	Acumulada	Acumulado	Corregido
2,36 mm.	No. 8			
2. mm.	No. 10	2,35	2,35	97,63
1,18 mm.	No. 16			
0,85 mm.	No. 20			
0,60 mm.	No. 30			
0,425 mm.	No. 40	2,65	5,00	94,95
0,3 mm.	No. 50			69,36
0,15 mm.	No. 100			
0,075 mm.	No. 200	9,86	14,86	84,98
	Pasa No. 200			62,07

Masa inicial del material para Lavado = 99,10 gr.
 Masa final corregida por Humedad de los finos = 99,1 gr.
 Masa Total del Material utilizados para el Ensayo (gr) = 128,9 gr.

HIDROMETRO			
Diametro (µm)	Diametro (mm)	% más Finos	% Finos Corregido
75,00	0,075 mm.	62,07	62,07
39,73	0,0397 mm.	48,26	30,59
28,40	0,0284 mm.	48,02	29,81
23,56	0,0236 mm.	45,82	28,25
20,61	0,0206 mm.	44,26	27,48
14,72	0,0147 mm.	43,01	26,70
10,46	0,0105 mm.	41,75	25,92
7,75	0,0078 mm.	39,25	24,36
5,63	0,0056 mm.	35,49	22,03
4,18	0,0042 mm.	22,95	14,24
2,83	0,0026 mm.	17,93	11,13
1,53	0,0015 mm.	16,68	10,35
1,29	0,0013 mm.	15,42	9,57
0,91	0,0009 mm.	14,17	8,80

Distribución del Tamaño de las Partículas Valores Expresados en Porcentajes (%)			
Perdón Rodado (≥ 12")			
Canto Rodado (12"-5")			
Grava (3"-#4)	Gruesa (3"-3/4")	0,00	26,96
	Fina (3/4"-#4)	26,96	
	Gruesa (#4-#40)	1,73	
	Medía (#4-#40)	1,95	10,97
	Fina (#40-#200)	7,28	
Limos (0,075mm-0,002mm)		51,39	62,07
Arcillas (<0,002mm)		10,88	

Sistema unificado de clasificación de suelos (S.U.C.S.)		Clasificación AASHTO	
MH	Limo alta plasticidad	A-7-5	Fragmentos de roca, grava y arena

Condiciones de Filtro	
D15 =	0,004
D30 =	0,081
D60 =	0
Cu =	16,73
Cc =	3,67
Cu >= 6 O.K.	
1 > Cc > 5 No Cumple	

Erosion	
D50 =	0,059
D84 =	0,298
D84/D50 =	107,10
ES EROSIONABLE	

CURVA GRANULOMÉTRICA TOTAL		
TAMICES ASTM (Abertura en milímetros)		
75	150	300
600	1250	2500
475	950	600
300	600	425
250	475	300
200	300	250
150	200	150
100	100	100
75	75	75
60	60	60
48	48	48
38	38	38
30	30	30
25	25	25
20	20	20
15	15	15
12	12	12
10	10	10
8	8	8
6	6	6
5	5	5
4	4	4
3	3	3
2	2	2
1	1	1
0,8	0,8	0,8
0,6	0,6	0,6
0,5	0,5	0,5
0,4	0,4	0,4
0,3	0,3	0,3
0,25	0,25	0,25
0,2	0,2	0,2
0,15	0,15	0,15
0,125	0,125	0,125
0,1	0,1	0,1
0,075	0,075	0,075
0,06	0,06	0,06
0,05	0,05	0,05
0,04	0,04	0,04
0,03	0,03	0,03
0,025	0,025	0,025
0,02	0,02	0,02
0,015	0,015	0,015
0,0125	0,0125	0,0125
0,01	0,01	0,01
0,0075	0,0075	0,0075
0,006	0,006	0,006
0,005	0,005	0,005
0,004	0,004	0,004
0,003	0,003	0,003
0,0025	0,0025	0,0025
0,002	0,002	0,002
0,0015	0,0015	0,0015
0,001	0,001	0,001
0,00075	0,00075	0,00075
0,0006	0,0006	0,0006
0,0005	0,0005	0,0005

REALIZADO POR Y CALCUADO POR : LUIS SUAREZ - ANGEL BERNARDINO	VERIFICADO POR : ING. LUCRECIA MORENO A. MG	FECHA DE ENSAYO 27/9/2021
---	---	-------------------------------------

Anexo 11
Zona 3 Granulometría por tamices e hidrómetro

	UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA DE SANTA ELENA FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERIA	
GRANULOMETRIA POR TAMICES E HIDROMETROS - ASTM D421 - 85		
TESIS: MODELACIÓN Y CARACTERIZACION DE LOS DESLIZAMIENTOS DEL MACIZO ROCOSO DE ANCONCITO DEL CANTÓN SALINAS DE LA PROVINCIA DE SANTA ELENA ECUADOR		
TESISTAS: LUIS SUAREZ T - ANGEL BERNARDINO V.		TUTORA: ING LUCRECIA MORENO
Coord.: Norte: 9743158 Este: 512931		MUESTRA : LIMOLITA ZONA 3

SERIE GRUESA			
Tamiz ASTM Abertura / Nº.	Masa Retenida		% Pasando Acumulado
	Parcial	Acumulada	
600, mm. 24"			
300, mm. 12"			
150, mm. 6"			
75, mm. 3"			
63, mm. 2 1/2"			
50, mm. 2"			
38,1 mm. 1 1/2"			
25, mm. 1"			
19, mm. 3/4"			
12,5 mm. 1/2"			
9,5 mm. 3/8"			
4,75 mm. No. 4	0,16	0,16	99,84
Pasa No. 4		106,91	101,73

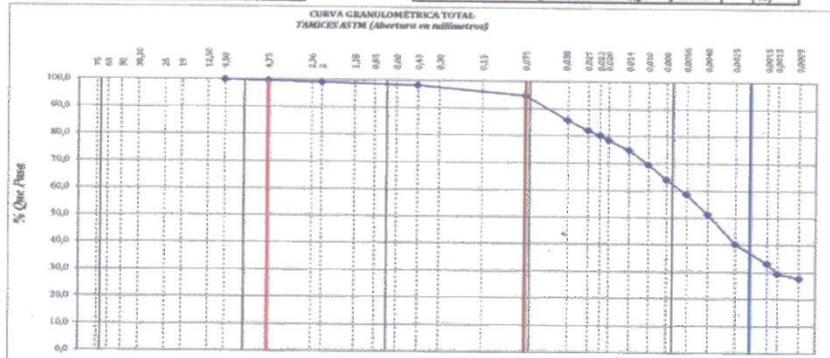
SERIE FINA				
Tamiz ASTM Abertura / Nº.	Masa Retenida		% Pasando	
	Parcial	Acumulada	Acumulado	Corregido
2,36 mm. No. 8				
2, mm. No. 10	0,59	0,59	99,45	99,29
1,18 mm. No. 16				
0,85 mm. No. 20				
0,60 mm. No. 30				
0,425 mm. No. 40	1,03	1,62	98,46	98,33
0,3 mm. No. 50				
0,15 mm. No. 100				
0,075 mm. No. 200	3,76	5,38	94,97	94,82
Pasa No. 200				
Masa inicial del material para Lavado =			106,91 gr.	
Masa final corregida por Humedad de los finos =			106,9 gr.	
Masa Total del Material utilizados para el Ensayo (gr)			101,9 gr.	

HIDROMETRO			
Diametro (µm)	Diametro (mm)	% más Finos	% Finos Corregido
75,00	0,075 mm.	94,82	94,82
37,97	0,038 mm.	90,80	85,90
27,48	0,0275 mm.	86,76	82,27
22,56	0,0226 mm.	84,85	80,45
19,76	0,0198 mm.	82,93	78,64
14,20	0,0142 mm.	79,10	75,00
10,30	0,0103 mm.	75,36	69,66
7,71	0,0077 mm.	67,81	64,11
5,58	0,0056 mm.	61,87	58,88
3,97	0,004 mm.	54,20	51,40
2,55	0,0025 mm.	42,71	40,50
1,51	0,0015 mm.	35,95	33,23
1,28	0,0013 mm.	31,22	29,60
0,91	0,0009 mm.	29,30	27,79

Distribución del Tamaño de las Partículas Valores Expresados en Porcentajes (%)		
Perdón Rodado (12-17)		
Canto Rodado (12-3)		
Grava (3"-#4)	Gruesa (3"-3/4")	0,00
	Fina (3/4"-#4)	0,16
Arena (#4-#200)	Gruesa (#4-#40)	0,55
	Media (#10-#40)	5,02
	Fina (#40-#200)	3,51
Limo (0,075mm-0,002mm)		58,17
Arcillas (<0,002mm)		36,85
Tamaño de arcilla: diametro 0,005		56,027

Sistema unificado de clasificación de suelos (S.U.C.S.)		Clasificación AAHSTO	
MH	Limo alta plasticidad	A-7-S	(IG): Fragmentos de roca, grava y arena (16)

CURVA GRANULOMETRICA TOTAL
 TAMICES ASTM (Abertura en milímetros)



REALIZADO POR Y CALCUADO POR : LUIS SUAREZ - ANGEL BERNARDINO	VERIFICADO POR : ING. LUCREIA MORENO A. MG	FECHA DE ENSAYO 27/9/2021
---	--	-------------------------------------

Anexo 13
Zona 1 Ensayo de parafina

	UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA DE SANTA ELENA FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERIA																					
ENSAYO PARAFINA																						
TESIS: MODELACIÓN Y CARACTERIZACION DE LOS DESLIZAMIENTOS DEL MACIZO ROCOSO DE ANCONCITO DEL CANTÓN SALINAS DE LA PROVINCIA DE SANTA ELENA ECUADOR																						
TESISTAS: LUIS SUAREZ T - ANGEL BERNARDINO V.		TUTORA: ING LUCRECIA MORENO																				
Coord.: Norte: 9742889 Este: 512458 MUESTRA : LIMOLIT/ ZONA 1																						
<table border="1" style="margin: auto; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="2">Pesos Especificos</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>P. Especifico del Agua</td> <td style="text-align: center;">1,00 gr/cm³</td> </tr> <tr> <td>P. Especifico de Parafina</td> <td style="text-align: center;">0,92 gr/cm³</td> </tr> </tbody> </table>			Pesos Especificos		P. Especifico del Agua	1,00 gr/cm ³	P. Especifico de Parafina	0,92 gr/cm ³														
Pesos Especificos																						
P. Especifico del Agua	1,00 gr/cm ³																					
P. Especifico de Parafina	0,92 gr/cm ³																					
<table border="1" style="margin: auto; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="4">Datos</th> </tr> <tr> <th></th> <th>M1</th> <th>M2</th> <th>M3</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Peso Seco del material (gr)</td> <td style="text-align: center;">57</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Peso del material + parafina (gr)</td> <td style="text-align: center;">74</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>el material + parafina, sumerg</td> <td style="text-align: center;">26</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>			Datos					M1	M2	M3	Peso Seco del material (gr)	57			Peso del material + parafina (gr)	74			el material + parafina, sumerg	26		
Datos																						
	M1	M2	M3																			
Peso Seco del material (gr)	57																					
Peso del material + parafina (gr)	74																					
el material + parafina, sumerg	26																					
<table border="1" style="margin: auto; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="4">RESULTADOS</th> </tr> <tr> <th></th> <th>M1</th> <th>M2</th> <th>M3</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Volumen total</td> <td style="text-align: center;">48,3</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Volumen de la masa</td> <td style="text-align: center;">29,9</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Densidad seca (Ton/m³)</td> <td style="text-align: center;">1,910</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>			RESULTADOS					M1	M2	M3	Volumen total	48,3			Volumen de la masa	29,9			Densidad seca (Ton/m ³)	1,910		
RESULTADOS																						
	M1	M2	M3																			
Volumen total	48,3																					
Volumen de la masa	29,9																					
Densidad seca (Ton/m ³)	1,910																					
<table border="1" style="margin: auto; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="padding: 5px;">PROMEDIO</td> <td style="padding: 5px; text-align: center;">1,91 Ton/m³</td> </tr> </table>			PROMEDIO	1,91 Ton/m³																		
PROMEDIO	1,91 Ton/m³																					
OBSERCACIONES																						
REALIZADO POR Y CALCUADO POR : LUIS SUAREZ - ANGEL BERNARDINO	VERIFICADO POR : ING. LUCREIA MORENO A. MG	FECHA DE ENSAYO 24/9/2021																				

Anexo 14
Zona 2 Ensayo de parafina

	UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA DE SANTA ELENA FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERIA	
ENSAYO PARAFINA		
TESIS: MODELACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LOS DESLIZAMIENTOS DEL MACIZO ROCOSO DE ANCONCITO DEL CANTÓN SALINAS DE LA PROVINCIA DE SANTA ELENA ECUADOR		
TESISTAS: LUIS SUAREZ T - ANGEL BERNARDINO V.		TUTORA: ING LUCRECIA MORENO
Coord.: Norte: 9743136 Este: 512899		MUESTRA : LIMOLITA ZONA 2

Pesos Específicos	
P. Especifico del Agua	1,00 gr/cm ³
P. Especifico de Parafina	0,92 gr/cm ³

Datos			
	M1	M2	M3
Peso Seco del material (gr)	191		
Peso del material + parafina (gr)	160		
El material + parafina, sumerg	96		

RESULTADOS			
	M1	M2	M3
Volumen total	64,3		
Volumen de la masa	98,1		
Densidad seca (Ton/m ³)	1,948		

PROMEDIO	1,95 Ton/m ³
----------	-------------------------

OBSERVACIONES

REALIZADO POR Y CALCUADO POR :	VERIFICADO POR :	FECHA DE ENSAYO
LUIS SUAREZ - ANGEL BERNARDINO	ING. LUCRECIA MORENO A. MG	24/9/2021

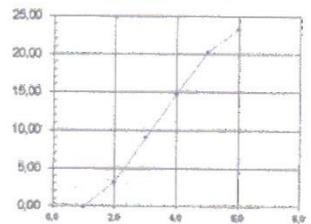
Anexo 15
Zona 3 Ensayo de parafina

	UNIVERSIDAD ESTADAL PENINSULA DE SANTA ELENA FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERIA																																																	
ENSAYO PARAFINA																																																		
TESIS: MODELACIÓN Y CARACTERIZACION DE LOS DESLIZAMIENTOS DEL MACIZO ROCOSO DE ANCONCITO DEL CANTÓN SALINAS DE LA PROVINCIA DE SANTA ELENA ECUADOR																																																		
TESISTAS: LUIS SUAREZ T - ANGEL BERNARDINO V.		TUTORA: ING LUCRECIA MORENO																																																
<i>Coord.: Norte: 9743158 Este: 512931</i>		MUESTRA : LIMOLIT/ ZONA 3																																																
<table border="1" style="margin: 0 auto; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="2" style="background-color: #d3d3d3;">Pesos Especificos</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="padding: 2px;">P. Especifico del Agua</td> <td style="padding: 2px; text-align: center;">1,00 gr/cm³</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">P. Especifico de Parafina</td> <td style="padding: 2px; text-align: center;">0,92 gr/cm³</td> </tr> </tbody> </table> <table border="1" style="margin: 0 auto; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="4" style="background-color: #d3d3d3;">Datos</th> </tr> <tr> <th style="width: 40%;"></th> <th style="width: 10%;">M1</th> <th style="width: 10%;">M2</th> <th style="width: 10%;">M3</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="padding: 2px;">Peso Seco del material (gr)</td> <td style="padding: 2px; text-align: center;">194</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">Peso del material + parafina (gr)</td> <td style="padding: 2px; text-align: center;">142</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">Peso del material + parafina, sumergido</td> <td style="padding: 2px; text-align: center;">96</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <table border="1" style="margin: 0 auto; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="4" style="background-color: #d3d3d3;">RESULTADOS</th> </tr> <tr> <th style="width: 40%;"></th> <th style="width: 10%;">M1</th> <th style="width: 10%;">M2</th> <th style="width: 10%;">M3</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="padding: 2px;">Volumen total</td> <td style="padding: 2px; text-align: center;">45,8</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">Volumen de la masa</td> <td style="padding: 2px; text-align: center;">102,8</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">Densidad seca (Ton/m³)</td> <td style="padding: 2px; text-align: center;">1,891</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <table border="1" style="margin: 0 auto; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="padding: 2px; text-align: center;">PROMEDIO</td> <td style="padding: 2px; text-align: center;">1,89 Ton/m³</td> </tr> </table>			Pesos Especificos		P. Especifico del Agua	1,00 gr/cm ³	P. Especifico de Parafina	0,92 gr/cm ³	Datos					M1	M2	M3	Peso Seco del material (gr)	194			Peso del material + parafina (gr)	142			Peso del material + parafina, sumergido	96			RESULTADOS					M1	M2	M3	Volumen total	45,8			Volumen de la masa	102,8			Densidad seca (Ton/m ³)	1,891			PROMEDIO	1,89 Ton/m³
Pesos Especificos																																																		
P. Especifico del Agua	1,00 gr/cm ³																																																	
P. Especifico de Parafina	0,92 gr/cm ³																																																	
Datos																																																		
	M1	M2	M3																																															
Peso Seco del material (gr)	194																																																	
Peso del material + parafina (gr)	142																																																	
Peso del material + parafina, sumergido	96																																																	
RESULTADOS																																																		
	M1	M2	M3																																															
Volumen total	45,8																																																	
Volumen de la masa	102,8																																																	
Densidad seca (Ton/m ³)	1,891																																																	
PROMEDIO	1,89 Ton/m³																																																	
OBSERVACIONES																																																		
REALIZADO POR Y CALCADO POR : LUIS SUAREZ - ANGEL BERNARDINO	VERIFICADO POR : ING. LUCRECIA MORENO A. MG	FECHA DE ENSAYO 24/9/2021																																																

Anexo 16
Zona 4 Ensayo de parafina

	UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA DE SANTA ELENA FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERIA																																																	
ENSAYO PARAFINA																																																		
TESIS: MODELACIÓN Y CARACTERIZACION DE LOS DESLIZAMIENTOS DEL MACIZO ROCOSO DE ANCONCITO DEL CANTÓN SALINAS DE LA PROVINCIA DE SANTA ELENA ECUADOR																																																		
TESISTAS: LUIS SUAREZ T - ANGEL BERNARDINO V.		TUTORA: ING LUCRECIA MORENO																																																
<i>Coord.: Norte: 9743254 Este: 514040</i>		MUESTRA : LIMOLIT/ ZONA 4																																																
<table border="1" style="margin: auto; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="2" style="background-color: #d9e1f2;">Pesos Especificos</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="padding: 2px;">P. Especifico del Agua</td> <td style="padding: 2px; text-align: center;">1,00 gr/cm³</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">P. Especifico de Parafina</td> <td style="padding: 2px; text-align: center;">0,92 gr/cm³</td> </tr> </tbody> </table> <table border="1" style="margin: auto; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="4" style="background-color: #d9e1f2;">Datos</th> </tr> <tr> <th style="width: 40%;"></th> <th style="width: 10%;">M1</th> <th style="width: 10%;">M2</th> <th style="width: 10%;">M3</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="padding: 2px;">Peso Seco del material (gr)</td> <td style="padding: 2px; text-align: center;">190</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">Peso del material + parafina (gr)</td> <td style="padding: 2px; text-align: center;">230</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">Peso del material + parafina, sumergido</td> <td style="padding: 2px; text-align: center;">89</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <table border="1" style="margin: auto; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="4" style="background-color: #d9e1f2;">RESULTADOS</th> </tr> <tr> <th style="width: 40%;"></th> <th style="width: 10%;">M1</th> <th style="width: 10%;">M2</th> <th style="width: 10%;">M3</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="padding: 2px;">Volumen total</td> <td style="padding: 2px; text-align: center;">141</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">Volumen de la masa</td> <td style="padding: 2px; text-align: center;">97,5</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">Densidad seca (Ton/m³)</td> <td style="padding: 2px; text-align: center;">1,948</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <table border="1" style="margin: auto; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="padding: 2px;">PROMEDIO</td> <td style="padding: 2px; text-align: center;">1,95 Ton/m³</td> </tr> </table>			Pesos Especificos		P. Especifico del Agua	1,00 gr/cm ³	P. Especifico de Parafina	0,92 gr/cm ³	Datos					M1	M2	M3	Peso Seco del material (gr)	190			Peso del material + parafina (gr)	230			Peso del material + parafina, sumergido	89			RESULTADOS					M1	M2	M3	Volumen total	141			Volumen de la masa	97,5			Densidad seca (Ton/m ³)	1,948			PROMEDIO	1,95 Ton/m³
Pesos Especificos																																																		
P. Especifico del Agua	1,00 gr/cm ³																																																	
P. Especifico de Parafina	0,92 gr/cm ³																																																	
Datos																																																		
	M1	M2	M3																																															
Peso Seco del material (gr)	190																																																	
Peso del material + parafina (gr)	230																																																	
Peso del material + parafina, sumergido	89																																																	
RESULTADOS																																																		
	M1	M2	M3																																															
Volumen total	141																																																	
Volumen de la masa	97,5																																																	
Densidad seca (Ton/m ³)	1,948																																																	
PROMEDIO	1,95 Ton/m³																																																	
OBSERVACIONES																																																		
REALIZADO POR Y CALCUADO POR : LUIS SUAREZ - ANGEL BERNARDINO	VERIFICADO POR : ING. LUCRECIA MORENO A. MG	FECHA DE ENSAYO 24/9/2021																																																

Anexo 17
Zona 1 Ensayo de compresión simple

	UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA DE SANTA ELENA FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERIA																																	
ENSAYO DE COMPRESION SIMPLE																																		
TESIS: MODELACIÓN Y CARACTERIZACION DE LOS DESLIZAMIENTOS DEL MACIZO ROCOSO DE ANCONCITO DEL CANTÓN SALINAS DE LA PROVINCIA DE SANTA ELENA ECUADOR																																		
TESISTAS: LUIS SUAREZ T - ANGEL BERNARDINO V.		TUTORA: ING LUCRECIA MORENO																																
Coord.: Norte: 9742889 Este: 512458		MUESTRA : LIMOLITA ZONA 1																																
Contenido de Humedad Inicial	<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>Recipiente</td><td style="text-align: center;">S</td></tr> <tr><td>Masa Húmeda + Recipiente</td><td style="text-align: center;">161,92</td></tr> <tr><td>Masa Seca + Recipiente</td><td style="text-align: center;">153,92</td></tr> <tr><td>Masa Recipiente</td><td style="text-align: center;">19,87</td></tr> <tr><td>% Humedad</td><td style="text-align: center;">5,97</td></tr> <tr><td>Humedad Promedio</td><td style="text-align: center;">5,97</td></tr> </table>	Recipiente	S	Masa Húmeda + Recipiente	161,92	Masa Seca + Recipiente	153,92	Masa Recipiente	19,87	% Humedad	5,97	Humedad Promedio	5,97	<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>Anillo de Carga :</td><td style="text-align: center;">2554 (kgf)</td><td>velocidad de aplicación de la carga</td><td style="text-align: center;">1,80 mm/min</td></tr> <tr><td>Unidad :</td><td style="text-align: center;">kgf</td><td>Constantes de Calibración</td><td style="text-align: center;">$y = mx + b$</td></tr> <tr><td></td><td></td><td>$m =$</td><td style="text-align: center;">0,199</td></tr> <tr><td></td><td></td><td>$b =$</td><td style="text-align: center;">0</td></tr> <tr><td></td><td></td><td>Unidad de medida del dial de deformación</td><td style="text-align: center;">pulgadas x 10-3</td></tr> </table>	Anillo de Carga :	2554 (kgf)	velocidad de aplicación de la carga	1,80 mm/min	Unidad :	kgf	Constantes de Calibración	$y = mx + b$			$m =$	0,199			$b =$	0			Unidad de medida del dial de deformación	pulgadas x 10-3
Recipiente	S																																	
Masa Húmeda + Recipiente	161,92																																	
Masa Seca + Recipiente	153,92																																	
Masa Recipiente	19,87																																	
% Humedad	5,97																																	
Humedad Promedio	5,97																																	
Anillo de Carga :	2554 (kgf)	velocidad de aplicación de la carga	1,80 mm/min																															
Unidad :	kgf	Constantes de Calibración	$y = mx + b$																															
		$m =$	0,199																															
		$b =$	0																															
		Unidad de medida del dial de deformación	pulgadas x 10-3																															
Deformación Unitaria $\epsilon = (\Delta L - L) \times 100$	Área Corregida $A_c = A_o (1 - \epsilon)$	Esfuerzo Desviador $\sigma = P / A_c$	Factor de Corrección $c = 0,58 + 0,24 \times (D + h)$	Esfuerzo Desviador Corregido $\sigma_c = \sigma \times c$																														
Lectura Dial Deformación (ΔL)	Lectura Dial de Carga	Carga P (kg)	Deformación Unitaria ε	Área Corregida (cm²)	Esfuerzo Desviador (kg/cm²)	Esfuerzo Desviador Corregido (kg/cm²)																												
0		0,000	0,00	10,58	0,00	0,00																												
10		35,200	0,32	10,62	3,31	3,29																												
20		97,300	0,65	10,65	9,13	9,07																												
30		159,600	0,97	10,69	14,93	14,82																												
40		219,800	1,30	10,72	20,50	20,35																												
50		252,900	1,62	10,76	23,51	23,33																												
																																		
Datos de la probeta																																		
Diámetro (cm)	Superior	3,671																																
	Centro	3,671																																
	Inferior	3,671																																
	(Ø) Promedio	3,671																																
Alura (cm)	Superior	7,824																																
	Centro	7,824																																
	Inferior	7,824																																
	(L) Promedio	7,824																																
	Relación altura/diámetro =		2,13																															
	Área Inicial (A) cm²		10,58																															
	Volumen (cm³)		82,81																															
	Peso (gr)		142,20																															
	Densidad Húmeda (kg/m³)		1717																															
	Densidad Seca (kg/m³)		1620																															
Gráfico Esfuerzo vs. Deformación																																		
																																		
Gráfico de la muestra ensaya																																		
																																		
Módulo Elástico 1448																																		
RESULTADOS																																		
$q_u = 23,51$		kg/cm^2																																
$\epsilon = 1,62$		$\%$																																
OBSERVACIONES:																																		
REALIZADO POR Y CALCUADO POR :		VERIFICADO POR :		FECHA DE ENSAYO																														
LUIS SUAREZ - ANGEL BERNARDINO		ING. LUCREIA MORENO A. MG		1/10/2021																														

Anexo 18
Zona 2 Ensayo de compresión simple.

	UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA DE SANTA ELENA FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERIA	
ENSAYO DE COMPRESION SIMPLE		
TESIS: MODELACIÓN Y CARACTERIZACION DE LOS DESLIZAMIENTOS DEL MACIZO ROCOSO DE ANCONCITO DEL CANTÓN SALINAS DE LA PROVINCIA DE SANTA ELENA ECUADOR		
TESISTAS: LUIS SUAREZ T - ANGEL BERNARDINO V.		TUTORA: ING LUCRECIA MORENO
Coord.: Norte: 9743136 Este: 512899		MUESTRA : LIMOLITA ZONA 2

Continuidad de Humedad Inicial	Recipiente	V		Anillo de Carga	2554 (kgf)	Velocidad de aplicación de la carga	1,80 mm/min
	Massa Húmeda + Recipiente	159,85		Unidad	kgf		
	Massa Seca + Recipiente	147,79		Constantes de Calibración		$y = mx + b$	
	Massa Recipiente	20,09		m =	0,199	b = 0	
	% Humedad	9,44		Unidad de medida del dial de deformación		pulgadas x 10 ⁻³	
	Humedad Promedio	9,44					

Deformación Unitaria $\epsilon = (\Delta L - L) \times 100$	Área Corregida $A_c = A_o (1 - \epsilon)$	Esfuerzo Desviador $\sigma = P / A_o$	Factor de Corrección $c = 0,86 + 0,24 \times (D - h)$	Esfuerzo Desviador Corregido $\sigma_c = \sigma \times c$
--	--	--	--	--

Lectura Dial Deformación (AL)	Lectura Dial de Carga	Carga P (Kg)	Deformación Unitaria ϵ	Área Corregida (cm ²)	Esfuerzo Desviador (kg/cm ²)	Esfuerzo Desviador Corregido (kg/cm ²)
0		0,000	0,00	10,59	0,00	0,00
10		13,000	0,34	10,63	1,22	1,22
20		45,300	0,67	10,66	4,25	4,23
30		87,300	1,01	10,70	8,16	8,13
40		131,100	1,35	10,73	12,21	12,17
50		161,200	1,68	10,77	14,97	14,92

Datos de la probeta		
Diámetro (cm)	Superior	3,672
	Centro	3,672
	Inferior	3,672
	(Ø) Promedio	3,672
Altura (cm)	Superior	7,553
	Centro	7,553
	Inferior	7,553
	(L) Promedio	7,553
Relación altura/diámetro =		2,06
Área inicial (A) cm ²		10,59
Volumen (cm ³)		79,99
Peso (gr)		139,92
Densidad Húmeda (kg/m ³)		1749
Densidad Seca (kg/m ³)		1598

Observaciones:

Gráfico Esfuerzo vs. Deformación:

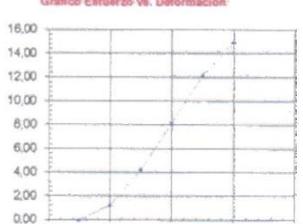
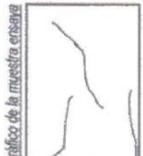


Gráfico de la muestra ensaya



Módulo Elástico
890

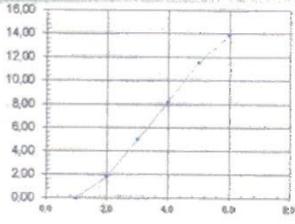
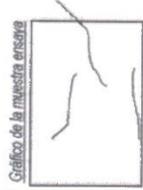
RESULTADOS		
q _u =	14,97	kg/cm ²
ε =	1,68	%

REALIZADO POR Y CALCUADO POR :	VERIFICADO POR :	FECHA DE ENSAYO
LUIS SUAREZ - ANGEL BERNARDINO	ING. LUCREIA MORENO A. MG	1/10/2021

Anexo 19
Zona 3 Ensayo de compresión simple

	UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA DE SANTA ELENA FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERIA																																																																																									
ENSAYO DE COMPRESION SIMPLE																																																																																										
TESIS: MODELACIÓN Y CARACTERIZACION DE LOS DESLIZAMIENTOS DEL MACIZO ROCOSO DE ANCONCITO DEL CANTÓN SALINAS DE LA PROVINCIA DE SANTA ELENA ECUADOR																																																																																										
TESISTAS: LUIS SUAREZ T - ANGEL BERNARDINO V.		TUTORA: ING LUCRECIA MORENO																																																																																								
Coord.: Norte: 9743158 Este: 512931		MUESTRA : LIMOLITA ZONA 3																																																																																								
Condición de Humedad Inicial	<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>Recipiente</td><td>CB</td></tr> <tr><td>Masa Húmeda + Recipiente</td><td>161,57</td></tr> <tr><td>Masa Seca + Recipiente</td><td>152,58</td></tr> <tr><td>Masa Recipiente</td><td>20,13</td></tr> <tr><td>% Humedad</td><td>6,79</td></tr> <tr><td>Humedad Promedio</td><td>6,79</td></tr> </table>	Recipiente	CB	Masa Húmeda + Recipiente	161,57	Masa Seca + Recipiente	152,58	Masa Recipiente	20,13	% Humedad	6,79	Humedad Promedio	6,79	<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>Anillo de Carga :</td><td>2554 (kgf)</td><td>Velocidad de aplicación de la carga :</td><td>1,80 mm/min</td></tr> <tr><td>Unidad :</td><td>kgf</td><td>Constantes de Calibración</td><td>$y = mx + b$</td></tr> <tr><td></td><td></td><td>$m =$</td><td>0,196</td></tr> <tr><td></td><td></td><td>$b =$</td><td>0</td></tr> <tr><td>Unidad de medida del dial de deformación</td><td colspan="3">patagadas x 10⁻³</td></tr> </table>	Anillo de Carga :	2554 (kgf)	Velocidad de aplicación de la carga :	1,80 mm/min	Unidad :	kgf	Constantes de Calibración	$y = mx + b$			$m =$	0,196			$b =$	0	Unidad de medida del dial de deformación	patagadas x 10 ⁻³																																																										
Recipiente	CB																																																																																									
Masa Húmeda + Recipiente	161,57																																																																																									
Masa Seca + Recipiente	152,58																																																																																									
Masa Recipiente	20,13																																																																																									
% Humedad	6,79																																																																																									
Humedad Promedio	6,79																																																																																									
Anillo de Carga :	2554 (kgf)	Velocidad de aplicación de la carga :	1,80 mm/min																																																																																							
Unidad :	kgf	Constantes de Calibración	$y = mx + b$																																																																																							
		$m =$	0,196																																																																																							
		$b =$	0																																																																																							
Unidad de medida del dial de deformación	patagadas x 10 ⁻³																																																																																									
Deformación Unitaria $e = (ΔL - L) \times 100$	Área Corregida $A_c = A_o (1 - e)$	Esfuerzo Desviador $\sigma = P - A_c$	Factor de Corrección $c = 0,66 + 0,24 \times (D - h)$	Esfuerzo Desviador Corregido $\sigma_c = \sigma \times c$																																																																																						
<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Lectura Dial Deformación (ΔL)</th> <th>Lectura Dial de Carga</th> <th>Carga P (kg)</th> <th>Deformación Unitaria ε</th> <th>Área Corregida (cm²)</th> <th>Esfuerzo Desviador (kg/cm²)</th> <th>Esfuerzo Desviador Corregido (kg/cm²)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>0</td><td></td><td>0,000</td><td>0,00</td><td>10,59</td><td>0,00</td><td>0,00</td></tr> <tr><td>10</td><td></td><td>24,200</td><td>0,33</td><td>10,63</td><td>2,28</td><td>2,27</td></tr> <tr><td>20</td><td></td><td>74,000</td><td>0,86</td><td>10,66</td><td>6,94</td><td>6,90</td></tr> <tr><td>30</td><td></td><td>121,200</td><td>0,99</td><td>10,70</td><td>11,33</td><td>11,27</td></tr> <tr><td>40</td><td></td><td>171,300</td><td>1,32</td><td>10,73</td><td>15,96</td><td>15,88</td></tr> <tr><td>50</td><td></td><td>206,500</td><td>1,65</td><td>10,77</td><td>19,18</td><td>19,08</td></tr> </tbody> </table>	Lectura Dial Deformación (ΔL)	Lectura Dial de Carga	Carga P (kg)	Deformación Unitaria ε	Área Corregida (cm²)	Esfuerzo Desviador (kg/cm²)	Esfuerzo Desviador Corregido (kg/cm²)	0		0,000	0,00	10,59	0,00	0,00	10		24,200	0,33	10,63	2,28	2,27	20		74,000	0,86	10,66	6,94	6,90	30		121,200	0,99	10,70	11,33	11,27	40		171,300	1,32	10,73	15,96	15,88	50		206,500	1,65	10,77	19,18	19,08	<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="3">Datos de la probeta</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td rowspan="4">Diámetro (cm)</td><td>Superior</td><td>3,672</td></tr> <tr><td>Centro</td><td>3,672</td></tr> <tr><td>Inferior</td><td>3,672</td></tr> <tr><td>(Ø) Promedio</td><td>3,672</td></tr> <tr><td rowspan="4">Altura (cm)</td><td>Superior</td><td>7,684</td></tr> <tr><td>Centro</td><td>7,684</td></tr> <tr><td>Inferior</td><td>7,684</td></tr> <tr><td>(L) Promedio</td><td>7,684</td></tr> <tr><td>Relación altura/diámetro =</td><td colspan="2">2,09</td></tr> <tr><td>Área inicial (A) cm²</td><td colspan="2">10,59</td></tr> <tr><td>Volumen (cm³)</td><td colspan="2">81,37</td></tr> <tr><td>Peso (gr)</td><td colspan="2">141,66</td></tr> <tr><td>Densidad Húmeda (kg/m³)</td><td colspan="2">1741</td></tr> <tr><td>Densidad Seca (kg/m³)</td><td colspan="2">1630</td></tr> </tbody> </table>		Datos de la probeta			Diámetro (cm)	Superior	3,672	Centro	3,672	Inferior	3,672	(Ø) Promedio	3,672	Altura (cm)	Superior	7,684	Centro	7,684	Inferior	7,684	(L) Promedio	7,684	Relación altura/diámetro =	2,09		Área inicial (A) cm²	10,59		Volumen (cm³)	81,37		Peso (gr)	141,66		Densidad Húmeda (kg/m³)	1741		Densidad Seca (kg/m³)	1630	
Lectura Dial Deformación (ΔL)	Lectura Dial de Carga	Carga P (kg)	Deformación Unitaria ε	Área Corregida (cm²)	Esfuerzo Desviador (kg/cm²)	Esfuerzo Desviador Corregido (kg/cm²)																																																																																				
0		0,000	0,00	10,59	0,00	0,00																																																																																				
10		24,200	0,33	10,63	2,28	2,27																																																																																				
20		74,000	0,86	10,66	6,94	6,90																																																																																				
30		121,200	0,99	10,70	11,33	11,27																																																																																				
40		171,300	1,32	10,73	15,96	15,88																																																																																				
50		206,500	1,65	10,77	19,18	19,08																																																																																				
Datos de la probeta																																																																																										
Diámetro (cm)	Superior	3,672																																																																																								
	Centro	3,672																																																																																								
	Inferior	3,672																																																																																								
	(Ø) Promedio	3,672																																																																																								
Altura (cm)	Superior	7,684																																																																																								
	Centro	7,684																																																																																								
	Inferior	7,684																																																																																								
	(L) Promedio	7,684																																																																																								
Relación altura/diámetro =	2,09																																																																																									
Área inicial (A) cm²	10,59																																																																																									
Volumen (cm³)	81,37																																																																																									
Peso (gr)	141,66																																																																																									
Densidad Húmeda (kg/m³)	1741																																																																																									
Densidad Seca (kg/m³)	1630																																																																																									
																																																																																										
Observaciones:			<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td colspan="2" style="text-align: center;">RESULTADOS</td></tr> <tr><td>$q_u =$</td><td>19,18 kg/cm²</td></tr> <tr><td>$e =$</td><td>1,65 %</td></tr> </table>		RESULTADOS		$q_u =$	19,18 kg/cm²	$e =$	1,65 %																																																																																
RESULTADOS																																																																																										
$q_u =$	19,18 kg/cm²																																																																																									
$e =$	1,65 %																																																																																									
REALIZADO POR Y CALCUADO POR : LUIS SUAREZ - ANGEL BERNARDINO	VERIFICADO POR : ING. LUCREIA MORENO A. MG	FECHA DE ENSAYO 1/10/2021																																																																																								

Anexo 20
Zona 4 Ensayo de compresión simple

	UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA DE SANTA ELENA FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERIA																																	
ENSAYO DE COMPRESION SIMPLE																																		
TESIS: MODELACIÓN Y CARACTERIZACION DE LOS DESLIZAMIENTOS DEL MACIZO ROCOSO DE ANCONCITO DEL CANTÓN SALINAS DE LA PROVINCIA DE SANTA ELENA ECUADOR																																		
TESISTAS: LUIS SUAREZ T - ANGEL BERNARDINO V.		TUTORA: ING LUCRECIA MORENO																																
Coord.: Norte: 9743254 Este: 514040		MUESTRA : LIMOLITA ZONA 4																																
Contenido de Humedad Inicial	<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>Recipiente</td> <td style="text-align: center;">R</td> </tr> <tr> <td>Masa Húmeda = Recipiente</td> <td style="text-align: center;">161,25</td> </tr> <tr> <td>Masa Seca = Recipiente</td> <td style="text-align: center;">154,59</td> </tr> <tr> <td>Masa Recipiente</td> <td style="text-align: center;">19,80</td> </tr> <tr> <td>% Humedad</td> <td style="text-align: center;">4,94</td> </tr> <tr> <td>Humedad Promedio</td> <td style="text-align: center;">4,94</td> </tr> </table>	Recipiente	R	Masa Húmeda = Recipiente	161,25	Masa Seca = Recipiente	154,59	Masa Recipiente	19,80	% Humedad	4,94	Humedad Promedio	4,94	<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>Anillo de Carga :</td> <td style="text-align: center;">2554 (kgf)</td> <td>Velocidad de aplicación de la carga :</td> <td style="text-align: center;">1,80 mm/mín</td> </tr> <tr> <td>Unidad :</td> <td style="text-align: center;">kgf</td> <td>Constantes de Calibración</td> <td style="text-align: center;">$y = mx + b$</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>$m =$</td> <td style="text-align: center;">0,199</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>$b =$</td> <td style="text-align: center;">0</td> </tr> <tr> <td>Unidad de medida del dial de deformación</td> <td colspan="3" style="text-align: center;">pulgadas x 10-3</td> </tr> </table>	Anillo de Carga :	2554 (kgf)	Velocidad de aplicación de la carga :	1,80 mm/mín	Unidad :	kgf	Constantes de Calibración	$y = mx + b$			$m =$	0,199			$b =$	0	Unidad de medida del dial de deformación	pulgadas x 10-3		
Recipiente	R																																	
Masa Húmeda = Recipiente	161,25																																	
Masa Seca = Recipiente	154,59																																	
Masa Recipiente	19,80																																	
% Humedad	4,94																																	
Humedad Promedio	4,94																																	
Anillo de Carga :	2554 (kgf)	Velocidad de aplicación de la carga :	1,80 mm/mín																															
Unidad :	kgf	Constantes de Calibración	$y = mx + b$																															
		$m =$	0,199																															
		$b =$	0																															
Unidad de medida del dial de deformación	pulgadas x 10-3																																	
Deformación Unitaria $\epsilon = (\Delta L / L) \times 100$	Área Corregida $A_c = A_o - (I \cdot \epsilon)$	Esfuerzo Desviador $\sigma = P / A_c$	Factor de Corrección $c = 0,88 + 0,24 \times (D - h)$	Esfuerzo Desviador Corregido $\sigma_c = \sigma \times c$																														
Lectura Dial Deformación (ΔL)	Lectura Dial de Carga	Carga P (kg)	Deformación Unitaria ε	Área Corregida (cm²)	Esfuerzo Desviador (kg/cm²)	Esfuerzo Desviador Corregido (kg/cm²)																												
0		0,000	0,00	10,64	0,00	0,00																												
10		19,900	0,35	10,67	1,86	1,86																												
20		53,800	0,69	10,71	5,02	5,02																												
30		88,400	1,04	10,75	8,23	8,23																												
40		124,800	1,38	10,79	11,57	11,57																												
50		150,500	1,73	10,82	13,91	13,91																												
																																		
Datos de la probeta																																		
Diámetro (cm)	Superior	3,680																																
	Centro	3,680																																
	Inferior	3,680																																
	(Ø) Promedio	3,680																																
Altura (cm)	Superior	7,350																																
	Centro	7,350																																
	Inferior	7,350																																
	(L) Promedio	7,350																																
	Relación altura/diámetro =		2,00																															
	Área inicial (A) cm²		10,64																															
	Volumen (cm³)		78,18																															
	Peso (gr)		141,84																															
	Densidad Húmeda (kg/m³)		1811,8f																															
	Densidad Seca (kg/m³) deformación		1727																															
																																		
																																		
Módulo Elástico 865																																		
RESULTADOS																																		
$q_u = 13,91 \text{ kg/cm}^2$																																		
$\epsilon = 1,73 \%$																																		
REALIZADO POR Y CALCUADO POR : LUIS SUAREZ - ANGEL BERNARDINO		VERIFICADO POR : ING. LUCRECIA MORENO A. MG		FECHA DE ENSAYO 1/10/2021																														

Anexo 21
Zona 1 Expansión controlada

	UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA DE SANTA ELENA FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERIA	
ENSAYO DE EXPANSIÓN CONTROLADA		
TESIS: MODELACIÓN Y CARACTERIZACION DE LOS DESLIZAMIENTOS DEL MACIZO ROCOSO DE ANCONCITO DEL CANTÓN SALINAS DE LA PROVINCIA DE SANTA ELENA ECUADOR		
TESISISTAS: LUIS SUAREZ T - ANGEL BERNARDINO V.		TUTORA: ING LUCRECIA MORENO
<i>Coord.: Norte: 9742889 Este: 512458</i>		
MUESTRA : LIMOLITA		ZONA 1

Area de la muestra : 20,11 cm ² Radio de palanca: 19,8	Peso Estabilizador: 3,1990 Kg
--	-------------------------------

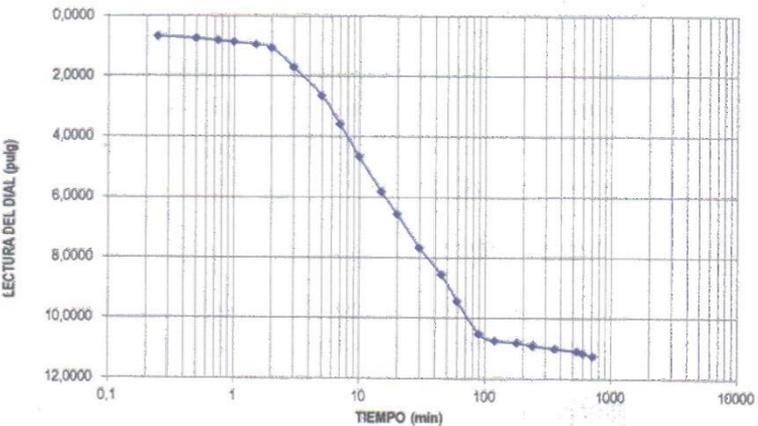
ANTES DEL ENSAYO	DESPUÉS DEL ENSAYO
Wh + Anillo = 280,00 gr	Wh + Rec = 128,46 gr
Anillo = 178,10 gr	Ws + Rec = 120,00 gr
Wh = 101,90 gr	Rec = 19,69 gr
Ws = 100,31 gr	Wh = 108,77 gr
P.agua Ww = 1,59 gr	Ws = 100,31 gr
w = Ww / Ws = 1,59 %	Ww = 8,46 gr
W _i = 1,59 %	w = W _w / W _s = 8,43 %
	W _r = 8,43 %

POTENCIAL DE EXPANSION (PE) = $\frac{3,1990 \times 19,8}{20,11} = 3,150 \text{ Kg/cm}^2$

REALIZADO POR Y CALCUADO POR :	VERIFICADO POR :	FECHA DE ENSAYO
LUIS SUAREZ - ANGEL BERNARDINO	ING. LUCREIA MORENO A. MG	4/10/2021

Anexo 22
Zona 1 Expansión libre

	UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA DE SANTA ELENA FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERIA	
ENSAYO DE EXPANSION LIBRE		
TESIS: MODELACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LOS DESLIZAMIENTOS DEL MACIZO ROCOSO DE ANCONCITO DEL CANTÓN SALINAS DE LA PROVINCIA DE SANTA ELENA ECUADOR		
TESISTAS: LUIS SUAREZ T - ANGEL BERNARDINO V.		TUTORA: ING LUCRECIA MORENO
Coord.:	Norte: 9742889 Este: 512458	MUESTRA : LIMOLITA ZONA 1

<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: center;">PERIODO</th> <th style="text-align: center;">TIEMPO</th> <th style="text-align: center;">LECTURA DIAL 0.0001"</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>0</td><td>10:35</td><td>0,0000</td></tr> <tr><td>5"</td><td>10:35:05</td><td>0,8100</td></tr> <tr><td>15"</td><td>10:35:15</td><td>0,8700</td></tr> <tr><td>30"</td><td>10:35:30</td><td>0,7300</td></tr> <tr><td>45"</td><td>10:35:45</td><td>0,8000</td></tr> <tr><td>1'</td><td>10:36:00</td><td>0,8600</td></tr> <tr><td>1,5'</td><td>10:36:30</td><td>0,8400</td></tr> <tr><td>2'</td><td>10:37:00</td><td>1,0500</td></tr> <tr><td>3'</td><td>10:38:00</td><td>1,7000</td></tr> <tr><td>5'</td><td>10:40:00</td><td>2,6400</td></tr> <tr><td>7'</td><td>10:42:00</td><td>3,5800</td></tr> <tr><td>10'</td><td>10:45:00</td><td>4,6800</td></tr> <tr><td>15'</td><td>10:50:00</td><td>5,8100</td></tr> <tr><td>20'</td><td>10:55:00</td><td>6,5600</td></tr> <tr><td>30'</td><td>11:05:00</td><td>7,8700</td></tr> <tr><td>45'</td><td>11:20:00</td><td>8,5500</td></tr> <tr><td>1</td><td>11:35:00</td><td>9,4400</td></tr> <tr><td>1 1/2</td><td>12:05:00</td><td>10,5100</td></tr> <tr><td>2</td><td>12:35:00</td><td>10,7400</td></tr> <tr><td>3</td><td>13:35:00</td><td>10,8100</td></tr> <tr><td>4</td><td>14:35:00</td><td>10,9000</td></tr> <tr><td>6</td><td>16:35:00</td><td>10,9950</td></tr> <tr><td>9</td><td>19:35:00</td><td>11,0800</td></tr> <tr><td>10</td><td>20:35:00</td><td>11,1500</td></tr> <tr><td>12</td><td>22:35:00</td><td>11,2400</td></tr> </tbody> </table>	PERIODO	TIEMPO	LECTURA DIAL 0.0001"	0	10:35	0,0000	5"	10:35:05	0,8100	15"	10:35:15	0,8700	30"	10:35:30	0,7300	45"	10:35:45	0,8000	1'	10:36:00	0,8600	1,5'	10:36:30	0,8400	2'	10:37:00	1,0500	3'	10:38:00	1,7000	5'	10:40:00	2,6400	7'	10:42:00	3,5800	10'	10:45:00	4,6800	15'	10:50:00	5,8100	20'	10:55:00	6,5600	30'	11:05:00	7,8700	45'	11:20:00	8,5500	1	11:35:00	9,4400	1 1/2	12:05:00	10,5100	2	12:35:00	10,7400	3	13:35:00	10,8100	4	14:35:00	10,9000	6	16:35:00	10,9950	9	19:35:00	11,0800	10	20:35:00	11,1500	12	22:35:00	11,2400	<div style="text-align: center;"> CURVA TIEMPO - EXPANSION </div> 
PERIODO	TIEMPO	LECTURA DIAL 0.0001"																																																																													
0	10:35	0,0000																																																																													
5"	10:35:05	0,8100																																																																													
15"	10:35:15	0,8700																																																																													
30"	10:35:30	0,7300																																																																													
45"	10:35:45	0,8000																																																																													
1'	10:36:00	0,8600																																																																													
1,5'	10:36:30	0,8400																																																																													
2'	10:37:00	1,0500																																																																													
3'	10:38:00	1,7000																																																																													
5'	10:40:00	2,6400																																																																													
7'	10:42:00	3,5800																																																																													
10'	10:45:00	4,6800																																																																													
15'	10:50:00	5,8100																																																																													
20'	10:55:00	6,5600																																																																													
30'	11:05:00	7,8700																																																																													
45'	11:20:00	8,5500																																																																													
1	11:35:00	9,4400																																																																													
1 1/2	12:05:00	10,5100																																																																													
2	12:35:00	10,7400																																																																													
3	13:35:00	10,8100																																																																													
4	14:35:00	10,9000																																																																													
6	16:35:00	10,9950																																																																													
9	19:35:00	11,0800																																																																													
10	20:35:00	11,1500																																																																													
12	22:35:00	11,2400																																																																													
HUMEDAD	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="2" style="text-align: center;">ANTES DEL ENSAYO</th> <th colspan="2" style="text-align: center;">DESPUÉS DEL ENSAYO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">Wh + Anillo =</td> <td style="text-align: center;">281,35 gr</td> <td style="text-align: center;">Wh + Rec =</td> <td style="text-align: center;">143,95 gr</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Anillo =</td> <td style="text-align: center;">178,10 gr</td> <td style="text-align: center;">Ws + Rec =</td> <td style="text-align: center;">117,10 gr</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Wh =</td> <td style="text-align: center;">103,25 gr</td> <td style="text-align: center;">Rec =</td> <td style="text-align: center;">20,11 gr</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Ws =</td> <td style="text-align: center;">96,99 gr</td> <td style="text-align: center;">Wh =</td> <td style="text-align: center;">123,84 gr</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Pagua Ww =</td> <td style="text-align: center;">6,26 gr</td> <td style="text-align: center;">Ws =</td> <td style="text-align: center;">96,99 gr</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">w = Ww / Ws =</td> <td style="text-align: center;">6,45 %</td> <td style="text-align: center;">Ww =</td> <td style="text-align: center;">26,65 gr</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Wf =</td> <td style="text-align: center;">6,45 %</td> <td style="text-align: center;">w = Ww / Ws =</td> <td style="text-align: center;">27,66 %</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td style="text-align: center;">Wf =</td> <td style="text-align: center;">27,66 %</td> </tr> </tbody> </table>	ANTES DEL ENSAYO		DESPUÉS DEL ENSAYO		Wh + Anillo =	281,35 gr	Wh + Rec =	143,95 gr	Anillo =	178,10 gr	Ws + Rec =	117,10 gr	Wh =	103,25 gr	Rec =	20,11 gr	Ws =	96,99 gr	Wh =	123,84 gr	Pagua Ww =	6,26 gr	Ws =	96,99 gr	w = Ww / Ws =	6,45 %	Ww =	26,65 gr	Wf =	6,45 %	w = Ww / Ws =	27,66 %			Wf =	27,66 %																																										
ANTES DEL ENSAYO		DESPUÉS DEL ENSAYO																																																																													
Wh + Anillo =	281,35 gr	Wh + Rec =	143,95 gr																																																																												
Anillo =	178,10 gr	Ws + Rec =	117,10 gr																																																																												
Wh =	103,25 gr	Rec =	20,11 gr																																																																												
Ws =	96,99 gr	Wh =	123,84 gr																																																																												
Pagua Ww =	6,26 gr	Ws =	96,99 gr																																																																												
w = Ww / Ws =	6,45 %	Ww =	26,65 gr																																																																												
Wf =	6,45 %	w = Ww / Ws =	27,66 %																																																																												
		Wf =	27,66 %																																																																												
% Expansión Libre = $\frac{11,240}{98,82} \times 100 = 11,4\%$		INDICE DE EXPANSION (IE): 113,74 POTENCIAL DE EXPANSIÓN = ALTO																																																																													

REALIZADO POR Y CALCUADO POR :	VERIFICADO POR :	FECHA DE ENSAYO
LUIS SUAREZ - ANGEL BERNARDINO	ING. LUCRECIA MORENO A. MG	4/10/2021

Anexo 23
Zona 2 Expansión controlada

	UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA DE SANTA ELENA FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERIA	
ENSAYO DE EXPANSION CONTROLADA		
TESIS: MODELACIÓN Y CARACTERIZACION DE LOS DESLIZAMIENTOS DEL MACIZO ROCOSO DE ANCONCITO DEL CANTÓN SALINAS DE LA PROVINCIA DE SANTA ELENA ECUADOR		
TESISTAS: LUIS SUAREZ T - ANGEL BERNARDINO V.		TUTORA: ING LUCRECIA MORENO
Coord.: Norte: 9743136 Este: 512899	MUESTRA : LIMOLITA	ZONA 2

Area de la muestra : 20,11 cm ² Radio de palanca : 19,8	Peso Estabilizador: 8,7510 Kg
---	--------------------------------------

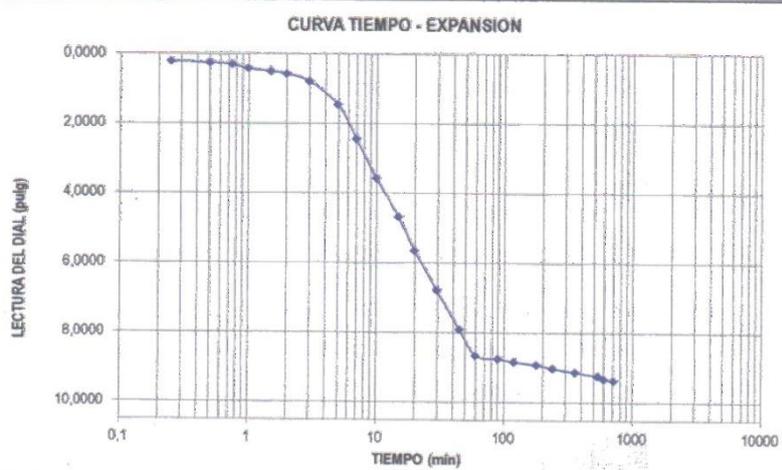
<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th colspan="2" style="text-align: center; border: 1px solid black;">ANTES DEL ENSAYO</th> </tr> <tr> <td style="border: 1px solid black;">Wh + Anillo =</td> <td style="border: 1px solid black; text-align: right;">276,39 gr</td> </tr> <tr> <td style="border: 1px solid black;">Anillo =</td> <td style="border: 1px solid black; text-align: right;">174,22 gr</td> </tr> <tr> <td style="border: 1px solid black;">Wh =</td> <td style="border: 1px solid black; text-align: right;">102,17 gr</td> </tr> <tr> <td style="border: 1px solid black;">Ws =</td> <td style="border: 1px solid black; text-align: right;">100,79 gr</td> </tr> <tr> <td style="border: 1px solid black;">P.agua Ww =</td> <td style="border: 1px solid black; text-align: right;">1,38 gr</td> </tr> <tr> <td style="border: 1px solid black;">w = Ww / Ws =</td> <td style="border: 1px solid black; text-align: right;">1,37 %</td> </tr> <tr> <td style="border: 1px solid black;">W₁ =</td> <td style="border: 1px solid black; text-align: right;">1,37 %</td> </tr> </table>	ANTES DEL ENSAYO		Wh + Anillo =	276,39 gr	Anillo =	174,22 gr	Wh =	102,17 gr	Ws =	100,79 gr	P.agua Ww =	1,38 gr	w = Ww / Ws =	1,37 %	W ₁ =	1,37 %	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th colspan="2" style="text-align: center; border: 1px solid black;">DESPUÉS DEL ENSAYO</th> </tr> <tr> <td style="border: 1px solid black;">Wh + Rec =</td> <td style="border: 1px solid black; text-align: right;">125,43 gr</td> </tr> <tr> <td style="border: 1px solid black;">Ws + Rec =</td> <td style="border: 1px solid black; text-align: right;">120,00 gr</td> </tr> <tr> <td style="border: 1px solid black;">Rec =</td> <td style="border: 1px solid black; text-align: right;">19,21 gr</td> </tr> <tr> <td style="border: 1px solid black;">Wh =</td> <td style="border: 1px solid black; text-align: right;">106,22 gr</td> </tr> <tr> <td style="border: 1px solid black;">Ws =</td> <td style="border: 1px solid black; text-align: right;">100,79 gr</td> </tr> <tr> <td style="border: 1px solid black;">Ww =</td> <td style="border: 1px solid black; text-align: right;">5,43 gr</td> </tr> <tr> <td style="border: 1px solid black;">w = W_w / W_s =</td> <td style="border: 1px solid black; text-align: right;">5,39 %</td> </tr> <tr> <td style="border: 1px solid black;">W₁ =</td> <td style="border: 1px solid black; text-align: right;">5,39 %</td> </tr> </table>	DESPUÉS DEL ENSAYO		Wh + Rec =	125,43 gr	Ws + Rec =	120,00 gr	Rec =	19,21 gr	Wh =	106,22 gr	Ws =	100,79 gr	Ww =	5,43 gr	w = W _w / W _s =	5,39 %	W ₁ =	5,39 %
ANTES DEL ENSAYO																																			
Wh + Anillo =	276,39 gr																																		
Anillo =	174,22 gr																																		
Wh =	102,17 gr																																		
Ws =	100,79 gr																																		
P.agua Ww =	1,38 gr																																		
w = Ww / Ws =	1,37 %																																		
W ₁ =	1,37 %																																		
DESPUÉS DEL ENSAYO																																			
Wh + Rec =	125,43 gr																																		
Ws + Rec =	120,00 gr																																		
Rec =	19,21 gr																																		
Wh =	106,22 gr																																		
Ws =	100,79 gr																																		
Ww =	5,43 gr																																		
w = W _w / W _s =	5,39 %																																		
W ₁ =	5,39 %																																		

$$\text{POTENCIAL DE EXPANSION (PE)} = \frac{8,7510 \times 19,8}{20,11} = 8,616 \text{ Kg/cm}^2$$

REALIZADO POR Y CALCUADO POR : LUIS SUAREZ - ANGEL BERNARDINO	VERIFICADO POR : ING. LUCRECIA MORENO A. MG	FECHA DE ENSAYO 4/10/2021
---	---	-------------------------------------

Anexo 24
Zona 2 Expansión libre

 UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA DE SANTA ELENA FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERIA	ENSAYO DE EXPANSION LIBRE	
TESIS: MODELACIÓN Y CARACTERIZACION DE LOS DESLIZAMIENTOS DEL MACIZO ROCOSO DE ANCONCITO DEL CANTÓN SALINAS DE LA PROVINCIA DE SANTA ELENA ECUADOR		
TESISISTAS: LUIS SUAREZ T - ANGEL BERNARDINO V.		TUTORA: ING LUCRECIA MORENO
Coord.: Norte: 9743136 Este: 512899	MUESTRA : LIMOLITA	ZONA 2

PERIODO	TIEMPO	LECTURA DIAL 0.0001"	
0	10:35	0,0000	
5"	10:35:05	0,1600	
15"	10:35:15	0,2200	
30"	10:35:30	0,2500	
45"	10:35:45	0,3000	
1'	10:36:00	0,4100	
1,5'	10:36:30	0,4900	
2'	10:37:00	0,5700	
3'	10:38:00	0,7800	
5'	10:40:00	1,4500	
7'	10:42:00	2,4400	
10'	10:45:00	3,5600	
15'	10:50:00	4,6700	
20'	10:55:00	5,6300	
30'	11:05:00	6,7800	
45'	11:20:00	7,9000	
1'	11:35:00	8,8500	
1 1/2'	12:05:00	8,7400	
2'	12:35:00	8,8300	
3'	13:35:00	8,9100	
4'	14:35:00	9,0100	
6'	16:35:00	9,1200	
9'	19:35:00	9,2300	
10'	20:35:00	9,3050	
12'	22:35:00	9,3600	

	ANTES DEL ENSAYO	DESPUES DEL ENSAYO
HUMEDAD	Wh + Anillo = 279,54 gr	Wh + Rec = 169,51 gr
	Anillo = 174,72 gr	Ws + Rec = 152,63 gr
	Wh = 104,82 gr	Rec = 54,29 gr
	Ws = 98,34 gr	Wh = 115,22 gr
	P. agua Ww = 6,48 gr	Ws = 98,34 gr
	w = Ww / Ws = 6,59 %	Ww = 16,88 gr
	W _f = 6,59 %	w = W _w / W _f = 17,16 %
		W _f = 17,16 %

% Expansión Libre = $\frac{9,3600 \times 100}{98,82} = 9,472\%$	INDICE DE EXPANSION (IE): 94,72 POTENCIAL DE EXPANSIÓN = ALTO
---	--

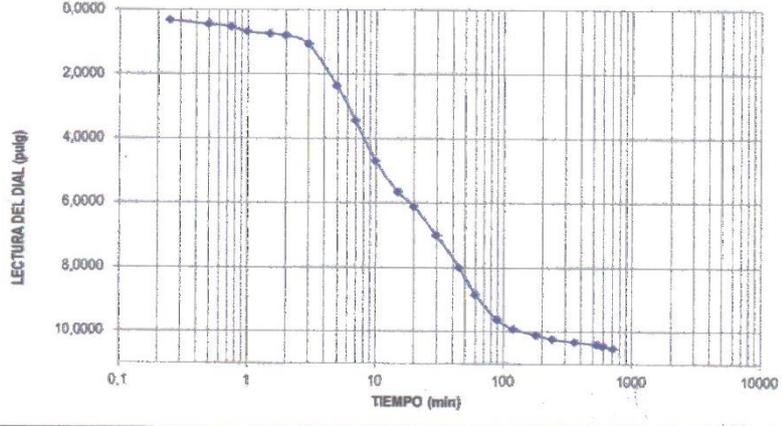
REALIZADO POR Y CALCUADO POR : LUIS SUAREZ - ANGEL BERNARDINO	VERIFICADO POR : ING. LUCREIA MORENO A. MG	FECHA DE ENSAYO 4/10/2021
--	---	------------------------------

Anexo 25
Zona 3 Expansión controlada

	UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA DE SANTA ELENA FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERIA																																			
ENSAYO DE EXPANSION CONTROLADA																																				
TESIS: MODELACIÓN Y CARACTERIZACION DE LOS DESLIZAMIENTOS DEL MACIZO ROCOSO DE ANCONCITO DEL CANTÓN SALINAS DE LA PROVINCIA DE SANTA ELENA ECUADOR																																				
TESISTAS: LUIS SUAREZ T - ANGEL BERNARDINO V.		TUTORA: ING LUCRECIA MORENO																																		
Coord.: Norte: 9743158 Este: 512931	MUESTRA : LIMOLITA ZONA 3																																			
Area de la muestra : 20,11 cm ² Radio de palanca: 19,8	Peso Estabilizador: 7,6440 Kg																																			
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="2" style="text-align: center;">ANTES DEL ENSAYO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Wh + Anillo =</td><td style="text-align: right;">285,77 gr</td></tr> <tr><td>Anillo =</td><td style="text-align: right;">178,10 gr</td></tr> <tr><td>Wh =</td><td style="text-align: right;">107,67 gr</td></tr> <tr><td>Ws =</td><td style="text-align: right;">99,43 gr</td></tr> <tr><td>P.agua Ww =</td><td style="text-align: right;">8,24 gr</td></tr> <tr><td>w = Ww / Ws =</td><td style="text-align: right;">8,29 %</td></tr> <tr><td>W₁ =</td><td style="text-align: right;">8,29 %</td></tr> </tbody> </table>	ANTES DEL ENSAYO		Wh + Anillo =	285,77 gr	Anillo =	178,10 gr	Wh =	107,67 gr	Ws =	99,43 gr	P.agua Ww =	8,24 gr	w = Ww / Ws =	8,29 %	W ₁ =	8,29 %	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="2" style="text-align: center;">DESPUÉS DEL ENSAYO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Wh + Rec =</td><td style="text-align: right;">168,86 gr</td></tr> <tr><td>Ws + Rec =</td><td style="text-align: right;">153,72 gr</td></tr> <tr><td>Rec =</td><td style="text-align: right;">54,29 gr</td></tr> <tr><td>Wh =</td><td style="text-align: right;">114,57 gr</td></tr> <tr><td>Ws =</td><td style="text-align: right;">99,43 gr</td></tr> <tr><td>Ww =</td><td style="text-align: right;">15,14 gr</td></tr> <tr><td>w = Ww / W₁ =</td><td style="text-align: right;">15,23 %</td></tr> <tr><td>W₂ =</td><td style="text-align: right;">15,23 %</td></tr> </tbody> </table>		DESPUÉS DEL ENSAYO		Wh + Rec =	168,86 gr	Ws + Rec =	153,72 gr	Rec =	54,29 gr	Wh =	114,57 gr	Ws =	99,43 gr	Ww =	15,14 gr	w = Ww / W ₁ =	15,23 %	W ₂ =	15,23 %
ANTES DEL ENSAYO																																				
Wh + Anillo =	285,77 gr																																			
Anillo =	178,10 gr																																			
Wh =	107,67 gr																																			
Ws =	99,43 gr																																			
P.agua Ww =	8,24 gr																																			
w = Ww / Ws =	8,29 %																																			
W ₁ =	8,29 %																																			
DESPUÉS DEL ENSAYO																																				
Wh + Rec =	168,86 gr																																			
Ws + Rec =	153,72 gr																																			
Rec =	54,29 gr																																			
Wh =	114,57 gr																																			
Ws =	99,43 gr																																			
Ww =	15,14 gr																																			
w = Ww / W ₁ =	15,23 %																																			
W ₂ =	15,23 %																																			
$\text{POTENCIAL DE EXPANSION (PE)} = \frac{7,6440 \times 19,8}{20,11} = 7,526 \text{ Kg/cm}^2$																																				
REALIZADO POR Y CALCUADO POR : LUIS SUAREZ - ANGEL BERNARDINO	VERIFICADO POR : ING. LUCRECIA MORENO A. MG	FECHA DE ENSAYO 4/10/2021																																		

Anexo 26
Zona 3 Expansión libre

	UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA DE SANTA ELENA FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERIA	
ENSAYO DE EXPANSION LIBRE		
TESIS: MODELACIÓN Y CARACTERIZACION DE LOS DESLIZAMIENTOS DEL MACIZO ROCOSO DE ANCONCITO DEL CANTÓN SALINAS DE LA PROVINCIA DE SANTA ELENA ECUADOR		
TESISTAS: LUIS SUAREZ T - ANGEL BERNARDINO V.		TUTORA: ING LUCRECIA MORENO
Coord.: Norte:9743158 Este: 512931		MUESTRA : LIMOLITA ZONA 3

PERIODO	TIEMPO	LECTURA DIAL	
0	10:35	0,0000	<div style="text-align: center;"> CURVA TIEMPO - EXPANSION </div> 
5"	10:35:05	0,1500	
15"	10:35:15	0,3200	
30"	10:35:30	0,4500	
45"	10:35:45	0,5200	
1'	10:36:00	0,6800	
1,5'	10:36:30	0,7400	
2'	10:37:00	0,8000	
3'	10:38:00	1,0700	
5'	10:40:00	2,3600	
7'	10:42:00	3,4500	
10'	10:45:00	4,7000	
15'	10:50:00	5,6600	
20'	10:55:00	6,1200	
30'	11:05:00	7,0100	
45'	11:20:00	8,0000	
1	11:35:00	8,8500	
1 1/2	12:05:00	9,6300	
2	12:35:00	9,9200	
3	13:35:00	10,1000	
4	14:35:00	10,2300	
6	16:35:00	10,3100	
9	19:35:00	10,3900	
10	20:35:00	10,4500	
12	22:35:00	10,5100	

	ANTES DEL ENSAYO	DESPUES DEL ENSAYO
HUMEDAD	Wh + Anillo = 270,85 gr	Wh + Rec = 155,13 gr
	Anillo = 175,90 gr	Ws + Rec = 120,56 gr
	Wh = 103,75 gr	Rec = 21,00 gr
	Ws = 99,56 gr	Wh = 134,13 gr
	P. agua Ww = 4,19 gr	Ws = 99,56 gr
	w = Ww / Ws = 4,21 %	Ww = 34,57 gr
	W _i = 4,21 %	w = W _w / W _s = 34,72 %
		W _y = 34,72 %

% Expansión Libre = $\frac{10,5100 \times 100}{98,82} = 10,636\%$	INDICE DE EXPANSION (IE): 106,36
	POTENCIAL DE EXPANSION = ALTO

REALIZADO POR Y CALCUADO POR : LUIS SUAREZ - ANGEL BERNARDINO	VERIFICADO POR : ING. LUCRECIA MORENO A. MG	FECHA DE ENSAYO 4/10/2021
---	---	-------------------------------------

Anexo 27
Zona 4 Expansión controlada

	UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA DE SANTA ELENA FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERIA																																		
ENSAYO DE EXPANSION CONTROLADA																																			
TESIS: MODELACIÓN Y CARACTERIZACION DE LOS DESLIZAMIENTOS DEL MACIZO ROCOSO DE ANCONCITO DEL CANTÓN SALINAS DE LA PROVINCIA DE SANTA ELENA ECUADOR																																			
TESISTAS: LUIS SUAREZ T - ANGEL BERNARDINO V.		TUTORA: ING LUCRECIA MORENO																																	
<i>Coord.:</i> <i>Norte:</i> 9743254 <i>Este:</i> 514040	MUESTRA : LIMOLITA ZONA 4																																		
Area de la muestra : 20,11 cm ² Radio de palanca: 19,8	Peso Estabilizador: 5,4800 Kg																																		
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="2" style="text-align: center;">ANTES DEL ENSAYO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Wh + Anillo =</td><td style="text-align: right;">271,32 gr</td></tr> <tr><td>Anillo =</td><td style="text-align: right;">174,22 gr</td></tr> <tr><td>Wh =</td><td style="text-align: right;">97,10 gr</td></tr> <tr><td>Ws =</td><td style="text-align: right;">92,91 gr</td></tr> <tr><td>P. agua Ww =</td><td style="text-align: right;">4,19 gr</td></tr> <tr><td>w = Ww / Ws =</td><td style="text-align: right;">4,51 %</td></tr> <tr><td>W_i =</td><td style="text-align: right;">4,51 %</td></tr> </tbody> </table>	ANTES DEL ENSAYO		Wh + Anillo =	271,32 gr	Anillo =	174,22 gr	Wh =	97,10 gr	Ws =	92,91 gr	P. agua Ww =	4,19 gr	w = Ww / Ws =	4,51 %	W _i =	4,51 %	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="2" style="text-align: center;">DESPUÉS DEL ENSAYO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Wh + Rec =</td><td style="text-align: right;">124,53 gr</td></tr> <tr><td>Ws + Rec =</td><td style="text-align: right;">113,00 gr</td></tr> <tr><td>Rec =</td><td style="text-align: right;">20,09 gr</td></tr> <tr><td>Wh =</td><td style="text-align: right;">104,44 gr</td></tr> <tr><td>Ws =</td><td style="text-align: right;">92,91 gr</td></tr> <tr><td>Ww =</td><td style="text-align: right;">11,53 gr</td></tr> <tr><td>w = W_w / W_s =</td><td style="text-align: right;">12,41 %</td></tr> <tr><td>W_f =</td><td style="text-align: right;">12,41 %</td></tr> </tbody> </table>	DESPUÉS DEL ENSAYO		Wh + Rec =	124,53 gr	Ws + Rec =	113,00 gr	Rec =	20,09 gr	Wh =	104,44 gr	Ws =	92,91 gr	Ww =	11,53 gr	w = W _w / W _s =	12,41 %	W _f =	12,41 %
ANTES DEL ENSAYO																																			
Wh + Anillo =	271,32 gr																																		
Anillo =	174,22 gr																																		
Wh =	97,10 gr																																		
Ws =	92,91 gr																																		
P. agua Ww =	4,19 gr																																		
w = Ww / Ws =	4,51 %																																		
W _i =	4,51 %																																		
DESPUÉS DEL ENSAYO																																			
Wh + Rec =	124,53 gr																																		
Ws + Rec =	113,00 gr																																		
Rec =	20,09 gr																																		
Wh =	104,44 gr																																		
Ws =	92,91 gr																																		
Ww =	11,53 gr																																		
w = W _w / W _s =	12,41 %																																		
W _f =	12,41 %																																		
$\text{POTENCIAL DE EXPANSION (PE)} = \frac{5,4800 \times 19,8}{20,11} = 5,396 \text{ Kg/cm}^2$																																			
REALIZADO POR Y CALCUADO POR : LUIS SUAREZ - ANGEL BERNARDINO	VERIFICADO POR : ING. LUCRECIA MORENO A. MG	FECHA DE ENSAYO 4/10/2021																																	

Anexo 28

Zona 3 Ensayo de corte directo

	UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL					
DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA AL CORTE - ENSAYO DE CORTE DIRECTO NORMA ASTM D 3080 - AASHTO T 236						
TESIS: MODELACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LOS DESLIZAMIENTOS DEL MACIZO ROCOSO DE ANCONCITO DEL CANTÓN SALINAS DE LA PROVINCIA DE SANTA ELENA ECUADOR.						
TUTOR: ING. LUCRECIA MORENO ALCIVAR. Mg.		TESISTAS: SUÁREZ LUIS Y BERNARDINO ANGEL				
ZONA <u>3</u> MUESTRA <u>LIMOLITA</u>		COORD NORTE: <u>9742889</u> ESTE: <u>512458</u>				
Ao =	31,669 cm ²	COEFICIENTE K =	1403,27			
Desplazamiento	CARGA V =	8 Kg	CARGA V =	16 Kg	CARGA V =	32 Kg
	ESFUERZO	0,25 Kg/cm ²	ESFUERZO	0,51 Kg/cm ²	ESFUERZO	1,01 Kg/cm ²
Horizontal	CARGA T		CARGA T		CARGA T	
		Kg.		Kg.		Kg.
		σ_t		σ_t		σ_t
		Kg/cm ²		Kg/cm ²		Kg/cm ²
0,001	0,0001	3,228	0,102	0,0001	7,016	0,222
0,010	0,0023	5,052	0,160	0,0050	9,683	0,306
0,020	0,0036	7,016	0,222	0,0069	11,366	0,359
0,030	0,0050	7,578	0,239	0,0081	12,629	0,399
0,040	0,0054	9,402	0,297	0,0090	13,752	0,434
0,050	0,0067	10,104	0,319	0,0098	14,875	0,470
0,060	0,0072	10,104	0,319	0,0106	15,576	0,492
0,070	0,0072	10,665	0,337	0,0111	16,138	0,510
0,080	0,0076	10,104	0,319	0,0115	16,559	0,523
0,090	0,0072	9,683	0,306	0,0118	16,699	0,527
0,100	0,0069	8,981	0,284	0,0119	16,418	0,518
0,110	0,0064			0,0117	16,138	0,510
				0,0115	16,138	0,510
				0,0109	15,296	0,483

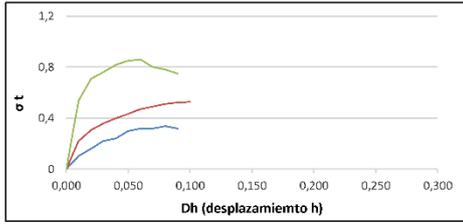
MUESTRA 1			
Wh+r (gr)	180,43	V. PROBETA (cm ³)	86,85
Ws+r (gr)	163,91	ρ MUESTRA (gr/cm ³)	1,726
r (gr)	30,50	σ_v	0,2526
w (%)	12,38	σ_t	0,3368

MUESTRA 2			
Wh+r (gr)	195,59	V. PROBETA (cm ³)	86,85
Ws+r (gr)	179,31	ρ MUESTRA (gr/cm ³)	1,7201
r (gr)	46,20	σ_v	0,5052
w (%)	12,23	σ_t	0,5273

MUESTRA 3			
Wh+r (gr)	195,15	V. PROBETA (cm ³)	86,85
Ws+r (gr)	178,45	ρ MUESTRA (gr/cm ³)	1,7231
r (gr)	45,50	σ_v	1,0105
w (%)	12,56	σ_t	0,8596

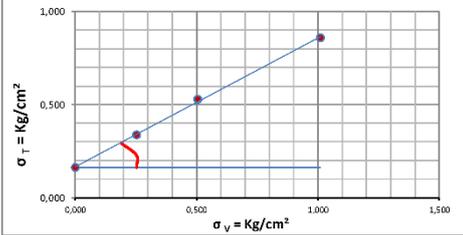
COHESIÓN (C)=	0,16 Kg/cm ²
FRICCIÓN (Φ)=	36°

TESISTAS	TUTOR	FECHA DE ENSAYO
SUÁREZ LUIS Y BERNARDINO ANGEL	Ing. Lucrecia Moreno Alcívar. Mg	24/09/2021



σ_t

Dh (desplazamiento h)



$\sigma_t = \text{Kg/cm}^2$

$\sigma_v = \text{Kg/cm}^2$

Anexo 29

Zona 4 Ensayo de corte directo

	UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL								
DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA AL CORTE - ENSAYO DE CORTE DIRECTO NORMA ASTM D 3080 - AASHTO T 236									
TESIS: 'MODELACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LOS DESLIZAMIENTOS DEL MACIZO ROCOSO DE ANCONCITO DEL CANTÓN SALINAS DE LA PROVINCIA DE SANTA ELENA ECUADOR.									
TUTOR: ING. LUCRECIA MORENO ALCIVAR. Mg.		TESISTAS: SUÁREZ LUIS Y BERNARDINO ANGEL							
ZONA <u>4</u>		COORD NORTE: 9743254 ESTE: 514040							
MUESTRA <u>LIMOLITA</u>									
Ao =	31,689 cm ²	COEFICIENTE K =	1403,27						
Desplazamiento	CARGA V = 8 Kg	CARGA V = 16 Kg	CARGA V = 32 Kg						
	ESFUERZO 0,25 Kg/cm ²	ESFUERZO 0,51 Kg/cm ²	ESFUERZO 1,01 Kg/cm ²						
Horizontal	CARGA T		CARGA T						
	Kg	σ t Kg/cm ²	Kg	σ t Kg/cm ²					
0,001	0,0001	3,649	0,115	0,0001	7,297	0,230	0,0001	16,839	0,532
0,010	0,0026	5,473	0,173	0,0052	10,433	0,326	0,0120	23,154	0,731
0,020	0,0039	7,157	0,226	0,0070	14,033	0,443	0,0160	26,662	0,842
0,030	0,0051	7,858	0,248	0,0082	15,155	0,479	0,0165	26,943	0,851
0,040	0,0056	10,525	0,332	0,0092	16,278	0,514	0,0172	25,820	0,815
0,050	0,0068	10,525	0,332	0,0100	16,418	0,518	0,0181	23,856	0,753
0,060	0,0075	9,963	0,315	0,0108	16,699	0,527	0,0190		
0,070	0,0075	9,542	0,301	0,0114	16,418	0,518	0,0192		
0,080	0,0078	9,542	0,301	0,0116	16,138	0,510	0,0184		
0,090	0,0071	8,700	0,275	0,0117	15,296	0,483	0,0170		
0,100	0,0068			0,0115					
0,110	0,0062			0,0109					

MUESTRA 1			
Wh+r (gr)	180,43	V. PROBETA (cm ³)	86,85
Ws+r (gr)	163,91	ρ MUESTRA (gr/cm ³)	1,726
r (gr)	30,50	σ _v	0,2526
w (%)	12,38	σ _T	0,3368

MUESTRA 2			
Wh+r (gr)	195,59	V. PROBETA (cm ³)	86,85
Ws+r (gr)	179,31	ρ MUESTRA (gr/cm ³)	1,7201
r (gr)	46,20	σ _v	0,5052
w (%)	12,23	σ _T	0,5273

MUESTRA 3			
Wh+r (gr)	195,15	V. PROBETA (cm ³)	86,85
Ws+r (gr)	178,45	ρ MUESTRA (gr/cm ³)	1,7231
r (gr)	45,50	σ _v	1,0105
w (%)	12,56	σ _T	0,8508

COHESIÓN (C)=	0,17 Kg/cm ²
FRICCIÓN (Φ)=	34°

TESISTAS	TUTOR	FECHA DE ENSAYO
SUÁREZ LUIS Y BERNARDINO ANGEL	Ing. Lucrecia Moreno Alcivar. Mg	24/09/2021

Anexo 30

Zona 1 Ensayo de gravedad específica

	UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA ESCUELA DE LA INGENIERÍA CIVIL	
DETERMINACIÓN DE LA GRAVEDAD ESPECÍFICA DE LOS SUELOS (ASTM D - 854)		
TESIS: MODELACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LOS DESLIZAMIENTOS DEL MACIZO ROCOSO DE ANCONCITO DEL CANTÓN SALINAS DE LA PROVINCIA DE SANTA ELENA ECUADOR.		
TUTOR: ING. LUCRECIA MORENO ALCIVAR, Mg.		TESISTAS: SUÁREZ LUIS Y BERNANDINO ANGEL.
<p>Zona : ZONA 1</p> <p>Muestra: <u>LIMOLITA</u></p>		
COORD.	NORTE:	9742889
	ESTE:	512458
Datos del ensayo		
Recipiente N°.	1	
Temperatura °C	27	
Peso Recipiente	149,2	
Recipiente + Ws	220,6	
Frasco + agua	Wbw	660
Frasco + agua + suelo	Wbws	705
Cálculos		
Ws	71,40	
Ws + Wbw	731,8	
Ws + Wbw - Wbws	26,8	
Factor de corrección K	0,99654	
$Ws * k / (Ws + Wbw - Wbws)$	2,655	
<p><u>Observaciones:</u></p>		
REALIZADO Y CALCULADO POR:	VERIFICADO	FECHA DE ENSAYO:
SUÁREZ LUIS Y BERNANDINO ANGEL	Ing. Lucrecia Moreno Alcívar. Mg	24/09/2021

Anexo 31

Zona 2 Ensayo de gravedad específica

	UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA ESCUELA DE LA INGENIERÍA CIVIL						
DETERMINACIÓN DE LA GRAVEDAD ESPECIFICA DE LOS SUELOS (ASTM D - 854)							
TESIS: MODELACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LOS DESLIZAMIENTOS DEL MACIZO ROCOSO DE ANCONCITO DEL CANTÓN SALINAS DE LA PROVINCIA DE SANTA ELENA ECUADOR.							
TUTOR: ING. LUCRECIA MORENO ALCIVAR, Mg.		TESISTAS: SUÁREZ LUIS Y BERNANDINO ANGEL.					
Zona : 2	Muestra: LIMOLITA	<table border="1"><tr><td rowspan="2">COORD.</td><td>NORTE:</td><td>9743136</td></tr><tr><td>ESTE:</td><td>512899</td></tr></table>	COORD.	NORTE:	9743136	ESTE:	512899
COORD.	NORTE:	9743136					
	ESTE:	512899					
Datos del ensayo							
Recipiente N°.		1					
Temperatura °C		29					
Peso Recipiente		88,0					
Recipiente + Ws		138,0					
Frasco + agua	Wbw	667					
Frasco + agua + suelo	Wbws	698					
Cálculos							
Ws		50,00					
Ws + Wbw		716,8					
Ws + Wbw - Wbws		18,8					
Factor de corrección K		0,99597					
$Ws * k / (Ws + Wbw - Wbws)$		2,649					
Observaciones:							
REALIZADO Y CALCULADO POR:	VERIFICADO	FECHA DE ENSAYO:					
SUÁREZ LUIS Y BERNANDINO ANGEL	Ing. Lucrecia Moreno Alcivar. Mg	24/09/2021					

Anexo 32

Zona 3 Ensayo de gravedad específica

	UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA ESCUELA DE LA INGENIERÍA CIVIL																						
DETERMINACIÓN DE LA GRAVEDAD ESPECÍFICA DE LOS SUELOS (ASTM D - 854)																							
TESIS: MODELACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LOS DESLIZAMIENTOS DEL MACIZO ROCOSO DE ANCONCITO DEL CANTÓN SALINAS DE LA PROVINCIA DE SANTA ELENA ECUADOR.																							
TUTOR: ING. LUCRECIA MORENO ALCIVAR, Mg.		TESISTAS: SUÁREZ LUIS Y BERNANDINO ANGEL.																					
<p>Zona : ZONA 3 Muestra: LIMOLITA</p>																							
		<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 10%; text-align: center; vertical-align: middle;">COORD.</td> <td style="width: 10%; text-align: center;">NORTE:</td> <td style="text-align: right;">9743158</td> </tr> <tr> <td></td> <td style="text-align: center;">ESTE:</td> <td style="text-align: right;">512931</td> </tr> </table>	COORD.	NORTE:	9743158		ESTE:	512931															
COORD.	NORTE:	9743158																					
	ESTE:	512931																					
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin: 10px auto;"> <thead> <tr style="background-color: #ADD8E6;"> <th colspan="3" style="padding: 5px;">Datos del ensayo</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="width: 60%;">Recipiente N°.</td> <td colspan="2" style="text-align: right;">1</td> </tr> <tr> <td>Temperatura °C</td> <td colspan="2" style="text-align: right;">28</td> </tr> <tr> <td>Peso Recipiente</td> <td colspan="2" style="text-align: right;">148,7</td> </tr> <tr> <td>Recipiente + Ws</td> <td colspan="2" style="text-align: right;">198,7</td> </tr> <tr> <td>Frasco + agua</td> <td style="width: 10%; text-align: center;">Wbw</td> <td style="text-align: right;">667</td> </tr> <tr> <td>Frasco + agua + suelo</td> <td style="text-align: center;">Wbws</td> <td style="text-align: right;">698,29</td> </tr> </tbody> </table>			Datos del ensayo			Recipiente N°.	1		Temperatura °C	28		Peso Recipiente	148,7		Recipiente + Ws	198,7		Frasco + agua	Wbw	667	Frasco + agua + suelo	Wbws	698,29
Datos del ensayo																							
Recipiente N°.	1																						
Temperatura °C	28																						
Peso Recipiente	148,7																						
Recipiente + Ws	198,7																						
Frasco + agua	Wbw	667																					
Frasco + agua + suelo	Wbws	698,29																					
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin: 10px auto;"> <thead> <tr style="background-color: #ADD8E6;"> <th colspan="2" style="padding: 5px;">Cálculos</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="width: 60%;">Ws</td> <td style="text-align: right;">50,00</td> </tr> <tr> <td>Ws + Wbw</td> <td style="text-align: right;">717,0</td> </tr> <tr> <td>Ws + Wbw - Wbws</td> <td style="text-align: right;">18,7</td> </tr> <tr> <td>Factor de corrección K</td> <td style="text-align: right;">0,99626</td> </tr> <tr style="background-color: #D3D3D3;"> <td>Ws * k / (Ws + Wbw - Wbws)</td> <td style="text-align: right;">2,662</td> </tr> </tbody> </table>			Cálculos		Ws	50,00	Ws + Wbw	717,0	Ws + Wbw - Wbws	18,7	Factor de corrección K	0,99626	Ws * k / (Ws + Wbw - Wbws)	2,662									
Cálculos																							
Ws	50,00																						
Ws + Wbw	717,0																						
Ws + Wbw - Wbws	18,7																						
Factor de corrección K	0,99626																						
Ws * k / (Ws + Wbw - Wbws)	2,662																						
<p><u>Observaciones:</u></p>																							
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%; text-align: center;">REALIZADO Y CALCULADO POR:</td> <td style="width: 20%; text-align: center;">VERIFICADO</td> <td style="width: 30%; text-align: center;">FECHA DE ENSAYO:</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">SUÁREZ LUIS Y BERNANDINO ANGEL</td> <td style="text-align: center;">Ing. Lucrecia Moreno Alcívar. Mg</td> <td style="text-align: center;">24/09/2021</td> </tr> </table>			REALIZADO Y CALCULADO POR:	VERIFICADO	FECHA DE ENSAYO:	SUÁREZ LUIS Y BERNANDINO ANGEL	Ing. Lucrecia Moreno Alcívar. Mg	24/09/2021															
REALIZADO Y CALCULADO POR:	VERIFICADO	FECHA DE ENSAYO:																					
SUÁREZ LUIS Y BERNANDINO ANGEL	Ing. Lucrecia Moreno Alcívar. Mg	24/09/2021																					

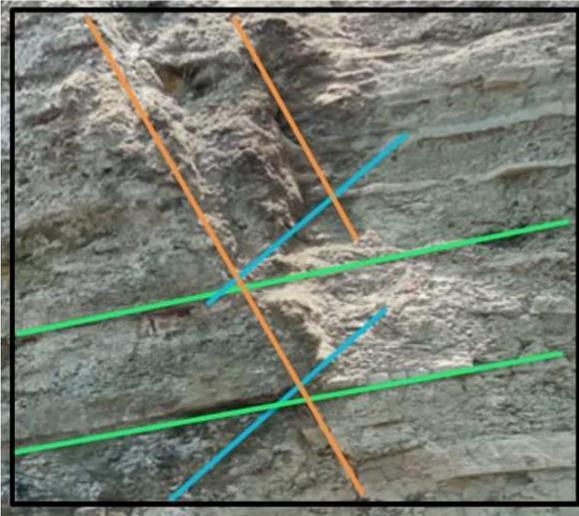
Anexo 33

Zona 4 Ensayo de gravedad específica

	UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA ESCUELA DE LA INGENIERÍA CIVIL																	
DETERMINACIÓN DE LA GRAVEDAD ESPECÍFICA DE LOS SUELOS (ASTM D - 854)																		
TESIS: MODELACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LOS DESLIZAMIENTOS DEL MACIZO ROCOSO DE ANCONCITO DEL CANTÓN SALINAS DE LA PROVINCIA DE SANTA ELENA ECUADOR.																		
TUTOR: ING. LUCRECIA MORENO ALCIVAR. Mg.		TESISISTAS: SUÁREZ LUIS Y BERNANDINO ANGEL.																
Zona : ZONA 4 Muestra: LIMOLITA _____																		
		<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center; width: 5%;">COORD.</td> <td style="width: 15%;">NORTE:</td> <td style="width: 80%;">9743254</td> </tr> <tr> <td></td> <td>ESTE:</td> <td>514040</td> </tr> </table>	COORD.	NORTE:	9743254		ESTE:	514040										
COORD.	NORTE:	9743254																
	ESTE:	514040																
Datos del ensayo																		
<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 60%;">Recipiente N°.</td> <td style="width: 40%; text-align: center;">1</td> </tr> <tr> <td>Temperatura °C</td> <td style="text-align: center;">28</td> </tr> <tr> <td>Peso Recipiente</td> <td style="text-align: center;">138,0</td> </tr> <tr> <td>Recipiente + Ws</td> <td style="text-align: center;">181,2</td> </tr> <tr> <td>Frasco + agua</td> <td style="text-align: center;">Wbw</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">671</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Frasco + agua + suelo</td> <td style="text-align: center;">Wbws</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">697,96</td> <td></td> </tr> </table>			Recipiente N°.	1	Temperatura °C	28	Peso Recipiente	138,0	Recipiente + Ws	181,2	Frasco + agua	Wbw	671		Frasco + agua + suelo	Wbws	697,96	
Recipiente N°.	1																	
Temperatura °C	28																	
Peso Recipiente	138,0																	
Recipiente + Ws	181,2																	
Frasco + agua	Wbw																	
671																		
Frasco + agua + suelo	Wbws																	
697,96																		
Cálculos																		
<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 60%;">Ws</td> <td style="width: 40%; text-align: center;">43,20</td> </tr> <tr> <td>Ws + Wbw</td> <td style="text-align: center;">714,2</td> </tr> <tr> <td>Ws + Wbw - Wbws</td> <td style="text-align: center;">16,2</td> </tr> <tr> <td>Factor de corrección K</td> <td style="text-align: center;">0,99626</td> </tr> <tr style="background-color: #D3D3D3;"> <td>$Ws * k / (Ws + Wbw - Wbws)$</td> <td style="text-align: center;">2,650</td> </tr> </table>			Ws	43,20	Ws + Wbw	714,2	Ws + Wbw - Wbws	16,2	Factor de corrección K	0,99626	$Ws * k / (Ws + Wbw - Wbws)$	2,650						
Ws	43,20																	
Ws + Wbw	714,2																	
Ws + Wbw - Wbws	16,2																	
Factor de corrección K	0,99626																	
$Ws * k / (Ws + Wbw - Wbws)$	2,650																	
<u>Observaciones:</u>																		
REALIZADO Y CALCULADO POR: SUÁREZ LUIS Y BERNANDINO ANGEL.	VERIFICADO Ing. Lucrecia Moreno Alcivar. Mg	FECHA DE ENSAYO: 24/09/2021																

Anexo 34

Caracterización 1 - Método de Bieniawski

 UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA DE SANTA ELENA			
MÉTODO DE CLASIFICACIÓN GEOMECÁNICA RMR (Bieniawski)			
TESIS: MODELACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LOS DESLIZAMIENTOS DEL MACIZO ROCOSO DE ANCONCITO DEL CANTÓN SALINAS DE LA PROVINCIA DE SANTA ELENA ECUADOR			
AUTORES: LUIS SUAREZ T - ANGEL BERNARDINO V.		TUTORA: ING LUCRECIA MORENO	
Coord.: Norte: 9742889 Este: 512458 TALUD 1			
CARACTERIZACIÓN 1			
INFOGRAMA Jv		ESQUEMA DE UBICACIÓN	
			
		CROQUIS / IMAGEN TALUD	
			
PÁRAMETROS DE CLASIFICACIÓN			
1.- RESISTENCIA A LA MATRIZ ROCOSA	CLASIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN	PUNTUACIÓN
Clasificación por resistencia (Mpa)	25 - 50	Mod. dura	4
2.-ÍNDICE RQD DE LA ROCA			
RQD (%)	50 - 75	Regular	13
3.- SEPARACIÓN ENTRE DIACLASAS			
Espaciado (cm) (ISRM)	20 - 60	Moderadamente Junto	10
4.-ESTADO DE LAS DISCONTINUIDADES			
Continuidad Long. (m) (ISRM)	1 - 3	Baja Continuidad	4
Abertura (mm) (ISRM, 1981)	0.1 - 0.25	Cerrada	5
Rugosidad (ISRM) Jr	Rugosa, Plana		1
Relleno (mm)	Ninguno		6
Grado de meteorización	Med. Meteorizado	Menos de la mitad descompuesto	3
5.- AGUA FREÁTICA			
Caudal por 10 m de tunel	10 - 25 litros/min		7
Presión agua/Tensión principal mayor	0,1 - 0,2		7
Estado general	Húmedo		7
Puntuación Total			53
CLASIFICACIÓN RMR			
CALIDAD	CLASE	ÁNGULO DE ROZAMIENTO	TIEMPO DE MANTENIMIENTO Y LONG.
Media	Tipo III	25° - 35°	1 semana con 5 m de vano

Anexo 35

Caracterización 1- Método de Barton

	UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA DE SANTA ELENA MÉTODO DE CLASIFICACIÓN GEOMECÁNICA Q. DE BARTON																																					
TESIS: MODELACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LOS DESLIZAMIENTOS DEL MACIZO ROCOSO DE ANCONCITO DEL CANTÓN SALINAS DE LA PROVINCIA DE SANTA ELENA ECUADOR																																						
AUTORES: LUIS SUAREZ T - ANGEL BERNARDINO V		TUTORA: ING LUCRECIA MORENO																																				
CARACTERIZACIÓN 1																																						
TALUD 1																																						
Coord.:	Norte:	9742889																																				
	Este:	512458																																				
LITOLOGÍA DE AFLORAMIENTO ROCOSO ROCAS SEDIMENTARIAS CLÁSTICAS Limolitas Areniscas Lutita																																						
CROQUIS/ IMAGEN DE TALUD		ESQUEMA DE UBICACIÓN																																				
																																						
	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 5%;"></td> <td style="width: 55%;"> 1.- CALIDAD DEL TESTIGO RQD </td> <td style="width: 40%;"></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">C</td> <td>REGULAR</td> <td style="text-align: center;"> RQD% 59 </td> </tr> <tr> <td></td> <td> 2.- ÍNDICE DE DIACLASADO </td> <td style="text-align: center;"> Jn 6 </td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">E</td> <td>Dos familias y algunas diaclasas alcatorias</td> <td style="text-align: center;"> Jr 1,5 </td> </tr> <tr> <td></td> <td> 3.- ÍNDICE DE RUGOSIDAD DE LAS DISCONTINUIDADES </td> <td style="text-align: center;"> Ja 1,00 </td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">E</td> <td>Diaclasas planas, rugosas o irregulares</td> <td style="text-align: center;"> Jw 1,00 </td> </tr> <tr> <td></td> <td> 4.- ÍNDICE DE ALTERACIÓN DE LAS DISCONTINUIDADES </td> <td style="text-align: center;"> SRF 2,5 </td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">B</td> <td>Planos de discontinuidad inalterados, superficies ligeramente manchadas.</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td> 5.- FACTOR DE REDUCCIÓN POR LA PRESENCIA DE AGUA </td> <td style="text-align: center;"> Q 5,900 </td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">A</td> <td>Excavaciones secas o pequeñas afluencias, inferiores a 5 l/min, de forma localizada</td> <td style="text-align: center;"> Presión de agua (kg/cm2) <1 </td> </tr> <tr> <td></td> <td> 6.- CONDICIONES TENSIONALES DE LA ROCA </td> <td></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">C</td> <td>Zonas débiles aisladas, conteniendo arcilla o roca desintegrada químicamente (profundidad de la excavación > 50m)</td> <td></td> </tr> </table>		1.- CALIDAD DEL TESTIGO RQD		C	REGULAR	RQD% 59		2.- ÍNDICE DE DIACLASADO	Jn 6	E	Dos familias y algunas diaclasas alcatorias	Jr 1,5		3.- ÍNDICE DE RUGOSIDAD DE LAS DISCONTINUIDADES	Ja 1,00	E	Diaclasas planas, rugosas o irregulares	Jw 1,00		4.- ÍNDICE DE ALTERACIÓN DE LAS DISCONTINUIDADES	SRF 2,5	B	Planos de discontinuidad inalterados, superficies ligeramente manchadas.			5.- FACTOR DE REDUCCIÓN POR LA PRESENCIA DE AGUA	Q 5,900	A	Excavaciones secas o pequeñas afluencias, inferiores a 5 l/min, de forma localizada	Presión de agua (kg/cm2) <1		6.- CONDICIONES TENSIONALES DE LA ROCA		C	Zonas débiles aisladas, conteniendo arcilla o roca desintegrada químicamente (profundidad de la excavación > 50m)		
	1.- CALIDAD DEL TESTIGO RQD																																					
C	REGULAR	RQD% 59																																				
	2.- ÍNDICE DE DIACLASADO	Jn 6																																				
E	Dos familias y algunas diaclasas alcatorias	Jr 1,5																																				
	3.- ÍNDICE DE RUGOSIDAD DE LAS DISCONTINUIDADES	Ja 1,00																																				
E	Diaclasas planas, rugosas o irregulares	Jw 1,00																																				
	4.- ÍNDICE DE ALTERACIÓN DE LAS DISCONTINUIDADES	SRF 2,5																																				
B	Planos de discontinuidad inalterados, superficies ligeramente manchadas.																																					
	5.- FACTOR DE REDUCCIÓN POR LA PRESENCIA DE AGUA	Q 5,900																																				
A	Excavaciones secas o pequeñas afluencias, inferiores a 5 l/min, de forma localizada	Presión de agua (kg/cm2) <1																																				
	6.- CONDICIONES TENSIONALES DE LA ROCA																																					
C	Zonas débiles aisladas, conteniendo arcilla o roca desintegrada químicamente (profundidad de la excavación > 50m)																																					
$Q = \left(\frac{RQD}{J_n}\right) * \left(\frac{J_r}{J_a}\right) * \left(\frac{J_w}{SRF}\right)$																																						
CLASIFICACIÓN Q BARTON REGULAR		Q 5,900																																				

Anexo 36

Caracterización 2 - Método de Bieniawski

	UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA DE SANTA ELENA MÉTODO DE CLASIFICACIÓN GEOMECÁNICA RMR (Bieniawski)		
TESIS: MODELACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LOS DESLIZAMIENTOS DEL MACIZO ROCOSO DE ANCONCITO DEL CANTÓN SALINAS DE LA PROVINCIA DE SANTA ELENA ECUADOR			
AUTORES: LUIS SUAREZ T - ANGEL BERNARDINO V.		TUTORA: ING LUCRECIA MORENO	
<i>Coord.:</i>	<i>Norte:</i> 9743137	<i>Este:</i> 512899	
TALUD 2			
CARACTERIZACIÓN 2			
INFOGRAMA Jv		ESQUEMA DE UBICACIÓN	
			
CROQUIS / IMAGEN TALUD			
			
PÁRAMETROS DE CLASIFICACIÓN			
1.- RESISTENCIA A LA MATRIZ ROCOSA			
Clasificación por resistencia (Mpa)	25 - 50	Mod. dura	4
2.-ÍNDICE RQD DE LA ROCA			
RQD (%)	50 - 75	Regular	13
3.- SEPARACIÓN ENTRE DIACLASAS			
Espaciado (cm) (ISRM)	20 - 60	Moderadamente Junto	10
4.-ESTADO DE LAS DISCONTINUIDADES			
Continuidad Long. (m) (ISRM)	1 - 3	Baja Continuidad	4
Abertura (mm) (ISRM, 1981)	0.1 - 0.25	Cerrada	5
Rugosidad (ISRM) Jr	Rugosa, Ondulado		3
Relleno (mm)	Ninguno		6
Grado de meteorización	Muy Meteorizado	Mitad descompuesto	1
5.- AGUA FREÁTICA			
Caudal por 10 m de tunel	< 10 litros/min		10
Presión agua/Tensión principal mayor	0 - 0,1		10
Estado general	Ligeramente humedo		10
Puntuación Total			56
CLASIFICACIÓN RMR			
CALIDAD	CLASE	ÁNGULO DE ROZAMIENTO	TIEMPO DE MANTENIMIENTO Y LONG.
Media	Tipo III	25° - 35°	1 semana con 5 m de vano

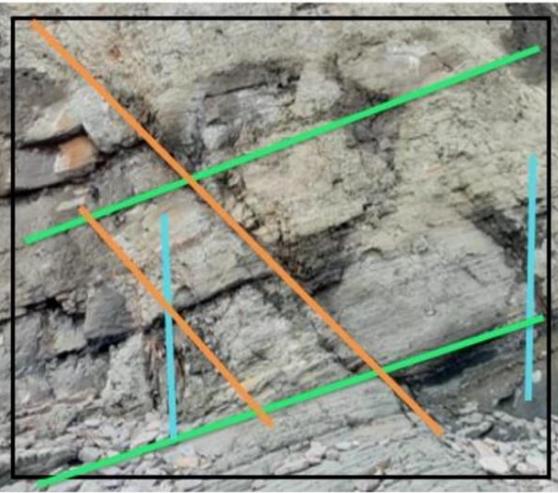
Anexo 37

Caracterización 2- Método de Barton

	UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA DE SANTA ELENA MÉTODO DE CLASIFICACIÓN GEOMECÁNICA Q. DE BARTON																			
TESIS: MODELACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LOS DESLIZAMIENTOS DEL MACIZO ROCOSO DE ANCONCITO DEL CANTÓN SALINAS DE LA PROVINCIA DE SANTA ELENA ECUADOR																				
AUTORES: LUIS SUAREZ T - ANGEL BERNARDINO V		TUTORA: ING LUCRECIA MORENO																		
CARACTERIZACION 2																				
TALUD 2																				
Coord.:	Norte:	Este:																		
	9743137	512899																		
LITOLOGIA DE AFLORAMIENTO ROCOSO <u>ROCAS SEDIMENTARIAS CLÁSTICAS</u> Limolitas Areniscas Lutita																				
CROQUIS/ IMAGEN DE TALUD		ESQUEMA DE UBICACIÓN																		
																				
	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 5%;"></td> <td style="width: 55%;"> 1.- CALIDAD DEL TESTIGO RQD C REGULAR </td> <td style="width: 40%; text-align: right;"> RQD% 59 </td> </tr> <tr> <td></td> <td> 2.- INDICE DE DIACLASADO E Dos familias y algunas diaclasas aleatorias </td> <td style="text-align: right;"> Jn 6 </td> </tr> <tr> <td></td> <td> 3.- INDICE DE RUGOSIDAD DE LAS DISCONTINUIDADES B Diaclasas onduladas, rugosas o irregulares </td> <td style="text-align: right;"> Jr 3 </td> </tr> <tr> <td></td> <td> 4.- INDICE DE ALTERACION DE LAS DISCONTINUIDADES A Discontinuidad cerrada, dura, sin reblandecimientos, impermeable, cuarzo </td> <td style="text-align: right;"> Ja 0,75 </td> </tr> <tr> <td></td> <td> 5.- FACTOR DE REDUCCION POR LA PRESENCIA DE AGUA Presión de agua (kg/cm2) A Excavaciones secas o pequeñas afluencias, inferiores a 5 l/min, de forma localizada <1 </td> <td style="text-align: right;"> Jw 1,00 </td> </tr> <tr> <td></td> <td> 6.- CONDICIONES TENSIONALES DE LA ROCA G Terreno suelto, diaclasas abiertas, fuertemente fracturado, en terrones, etc. (a cualquier profundidad) </td> <td style="text-align: right;"> SRF 5,0 </td> </tr> </table>		1.- CALIDAD DEL TESTIGO RQD C REGULAR	RQD% 59		2.- INDICE DE DIACLASADO E Dos familias y algunas diaclasas aleatorias	Jn 6		3.- INDICE DE RUGOSIDAD DE LAS DISCONTINUIDADES B Diaclasas onduladas, rugosas o irregulares	Jr 3		4.- INDICE DE ALTERACION DE LAS DISCONTINUIDADES A Discontinuidad cerrada, dura, sin reblandecimientos, impermeable, cuarzo	Ja 0,75		5.- FACTOR DE REDUCCION POR LA PRESENCIA DE AGUA Presión de agua (kg/cm2) A Excavaciones secas o pequeñas afluencias, inferiores a 5 l/min, de forma localizada <1	Jw 1,00		6.- CONDICIONES TENSIONALES DE LA ROCA G Terreno suelto, diaclasas abiertas, fuertemente fracturado, en terrones, etc. (a cualquier profundidad)	SRF 5,0	Q = 7,867
	1.- CALIDAD DEL TESTIGO RQD C REGULAR	RQD% 59																		
	2.- INDICE DE DIACLASADO E Dos familias y algunas diaclasas aleatorias	Jn 6																		
	3.- INDICE DE RUGOSIDAD DE LAS DISCONTINUIDADES B Diaclasas onduladas, rugosas o irregulares	Jr 3																		
	4.- INDICE DE ALTERACION DE LAS DISCONTINUIDADES A Discontinuidad cerrada, dura, sin reblandecimientos, impermeable, cuarzo	Ja 0,75																		
	5.- FACTOR DE REDUCCION POR LA PRESENCIA DE AGUA Presión de agua (kg/cm2) A Excavaciones secas o pequeñas afluencias, inferiores a 5 l/min, de forma localizada <1	Jw 1,00																		
	6.- CONDICIONES TENSIONALES DE LA ROCA G Terreno suelto, diaclasas abiertas, fuertemente fracturado, en terrones, etc. (a cualquier profundidad)	SRF 5,0																		
$Q = \left(\frac{RQD}{J_n}\right) * \left(\frac{J_r}{J_a}\right) * \left(\frac{J_w}{SRF}\right)$		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 60%; text-align: center;"> CLASIFICACIÓN Q BARTON REGULAR </td> <td style="width: 40%; text-align: center;"> Q 7,867 </td> </tr> </table>	CLASIFICACIÓN Q BARTON REGULAR	Q 7,867																
CLASIFICACIÓN Q BARTON REGULAR	Q 7,867																			

Anexo 38

Caracterización 3 - Método de Bieniawski

	UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA DE SANTA ELENA MÉTODO DE CLASIFICACIÓN GEOMECÁNICA RMR (Bieniawski)		
TESIS: MODELACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LOS DESLIZAMIENTOS DEL MACIZO ROCOSO DE ANCONCITO DEL CANTÓN SALINAS DE LA PROVINCIA DE SANTA ELENA ECUADOR			
AUTORES: LUIS SUAREZ T - ANGEL BERNARDINO V.		TUTORA: ING LUCRECIA MORENO	
Coord.: Norte: 9743158 Este: 512931		TALUD 3	
CARACTERIZACION 3			
			
CROQUIS / IMAGEN TALUD			
			
PÁRAMETROS DE CLASIFICACIÓN			
1.- RESISTENCIA A LA MATRIZ ROCOSA	CLASIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN	PUNTUACIÓN
Clasificación por resistencia (Mpa)	25 - 50	Mod. dura	4
2.-ÍNDICE RQD DE LA ROCA			
RQD (%)	50 - 75	Regular	13
3.- SEPARACIÓN ENTRE DIACLASAS			
Espaciado (cm) (ISRM)	2 - 6	Muy Junto	5
4.-ESTADO DE LAS DISCONTINUIDADES			
Continuidad Long. (m) (ISRM)	1 - 3	Baja Continuidad	4
Abertura (mm) (ISRM, 1981)	0.1 - 0.25	Cerrada	5
Rugosidad (ISRM) Jr	Rugosa, Plana		1
Relleno (mm)	Ninguno		6
Grado de meteorización	Med. Meteorizado	Menos de la mitad descompuesto	3
5.- AGÜA FREATICA			
Caudal por 10 m de tunel	< 10 litros/min		10
Presión agua/Tensión principal mayor	0 - 0,1		10
Estado general	Ligeramente humedo		10
Puntuación Total			51
CLASIFICACIÓN RMR			
CALIDAD	CLASE	ÁNGULO DE ROZAMIENTO	TIEMPO DE MANTENIMIENTO Y LONG.
Media	Tipo III	25° - 35°	1 semana con 5 m de vano

Anexo 39

Caracterización 3- Método de Barton

	UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA DE SANTA ELENA																																								
MÉTODO DE CLASIFICACIÓN GEOMECÁNICA Q. DE BARTON																																									
TESIS: MODELACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LOS DESLIZAMIENTOS DEL MACIZO ROCOSO DE ANCONCITO DEL CANTÓN SALINAS DE LA PROVINCIA DE SANTA ELENA ECUADOR																																									
AUTORES: LUIS SUÁREZ T - ANGEL BERNARDINO V		TUTORA: ING. LUCRECIA MORENO																																							
CARACTERIZACIÓN 3																																									
TALUD 3																																									
<i>Coord.:</i>	<i>Norte:</i> 9743158	<i>Este:</i> 512931																																							
ROCAS SEDIMENTARIAS CLÁSTICAS																																									
Limolitas Areniscas Lutita																																									
CROQUIS/ IMAGEN DE TALUD		ESQUEMA DE UBICACIÓN																																							
																																									
	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 5%;"></td> <td style="width: 55%;">1.- CALIDAD DEL TESTIGO ROD</td> <td style="width: 40%;"></td> </tr> <tr> <td style="background-color: #e0e0e0;">C</td> <td>REGULAR</td> <td style="text-align: right;">RQD%</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td style="text-align: right;">59</td> </tr> <tr> <td></td> <td>2.- ÍNDICE DE DIACLASADO</td> <td style="text-align: right;">Jn</td> </tr> <tr> <td style="background-color: #e0e0e0;">F</td> <td>Tres familias de diaclasas</td> <td style="text-align: right;">9</td> </tr> <tr> <td></td> <td>3.- ÍNDICE DE RUGOSIDAD DE LAS DISCONTINUIDADES</td> <td style="text-align: right;">Jr</td> </tr> <tr> <td style="background-color: #e0e0e0;">E</td> <td>Diaclasas planas, rugosas o irregulares</td> <td style="text-align: right;">1,5</td> </tr> <tr> <td></td> <td>4.- ÍNDICE DE ALTERACIÓN DE LAS DISCONTINUIDADES</td> <td style="text-align: right;">Ja</td> </tr> <tr> <td style="background-color: #e0e0e0;">A</td> <td>Discontinuidad cerrada, dura, sin reblandecimientos, impermeable, cuarzo</td> <td style="text-align: right;">0,75</td> </tr> <tr> <td></td> <td>5.- FACTOR DE REDUCCIÓN POR LA PRESENCIA DE AGUA</td> <td style="text-align: right;">Jw</td> </tr> <tr> <td style="background-color: #e0e0e0;">A</td> <td>Excavaciones secas o pequeñas afluencias, inferiores a 5 l/min, de forma localizada</td> <td style="text-align: right;">1,00</td> </tr> <tr> <td></td> <td>6.- CONDICIONES TENSIONALES DE LA ROCA</td> <td style="text-align: right;">SRF</td> </tr> <tr> <td style="background-color: #e0e0e0;">C</td> <td>Zonas débiles aisladas, conteniendo arcilla o roca desintegrada químicamente (profundidad de la excavación > 50m)</td> <td style="text-align: right;">2,5</td> </tr> </table>		1.- CALIDAD DEL TESTIGO ROD		C	REGULAR	RQD%			59		2.- ÍNDICE DE DIACLASADO	Jn	F	Tres familias de diaclasas	9		3.- ÍNDICE DE RUGOSIDAD DE LAS DISCONTINUIDADES	Jr	E	Diaclasas planas, rugosas o irregulares	1,5		4.- ÍNDICE DE ALTERACIÓN DE LAS DISCONTINUIDADES	Ja	A	Discontinuidad cerrada, dura, sin reblandecimientos, impermeable, cuarzo	0,75		5.- FACTOR DE REDUCCIÓN POR LA PRESENCIA DE AGUA	Jw	A	Excavaciones secas o pequeñas afluencias, inferiores a 5 l/min, de forma localizada	1,00		6.- CONDICIONES TENSIONALES DE LA ROCA	SRF	C	Zonas débiles aisladas, conteniendo arcilla o roca desintegrada químicamente (profundidad de la excavación > 50m)	2,5	
	1.- CALIDAD DEL TESTIGO ROD																																								
C	REGULAR	RQD%																																							
		59																																							
	2.- ÍNDICE DE DIACLASADO	Jn																																							
F	Tres familias de diaclasas	9																																							
	3.- ÍNDICE DE RUGOSIDAD DE LAS DISCONTINUIDADES	Jr																																							
E	Diaclasas planas, rugosas o irregulares	1,5																																							
	4.- ÍNDICE DE ALTERACIÓN DE LAS DISCONTINUIDADES	Ja																																							
A	Discontinuidad cerrada, dura, sin reblandecimientos, impermeable, cuarzo	0,75																																							
	5.- FACTOR DE REDUCCIÓN POR LA PRESENCIA DE AGUA	Jw																																							
A	Excavaciones secas o pequeñas afluencias, inferiores a 5 l/min, de forma localizada	1,00																																							
	6.- CONDICIONES TENSIONALES DE LA ROCA	SRF																																							
C	Zonas débiles aisladas, conteniendo arcilla o roca desintegrada químicamente (profundidad de la excavación > 50m)	2,5																																							
		Q = 5,244																																							
$Q = \left(\frac{RQD}{Jn}\right) * \left(\frac{Jr}{Ja}\right) * \left(\frac{Jw}{SRF}\right)$		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 60%; text-align: center;"> CLASIFICACIÓN Q BARTON </td> <td style="width: 40%; text-align: center;"> Q </td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;"> REGULAR </td> <td style="text-align: center;"> 5,244 </td> </tr> </table>	CLASIFICACIÓN Q BARTON	Q	REGULAR	5,244																																			
CLASIFICACIÓN Q BARTON	Q																																								
REGULAR	5,244																																								

Anexo 40

Caracterización 4 - Método de Bieniawski

	UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA DE SANTA ELENA MÉTODO DE CLASIFICACIÓN GEOMECÁNICA RMR (Bieniawski)		
TESIS: MODELACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LOS DESLIZAMIENTOS DEL MACIZO ROCOSO DE ANCONCITO DEL CANTÓN SALINAS DE LA PROVINCIA DE SANTA ELENA ECUADOR			
AUTORES: LUIS SUAREZ T - ANGEL BERNARDINO V.		TUTORA: ING LUCRECIA MORENO	
Coord.: Norte: 9743254 Este: 514040		TALUD 4	
CARACTERIZACIÓN 4			
			
CROQUIS / IMAGEN TALUD			
			
PÁRAMETROS DE CLASIFICACIÓN			
1.- RESISTENCIA A LA MATRIZ ROCOSA	CLASIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN	PUNTUACIÓN
Clasificación por resistencia (Mpa)	25 - 50	Mod. dura	4
2.-ÍNDICE RQD DE LA ROCA			
RQD (%)	50 - 75	Regular	13
3.- SEPARACIÓN ENTRE DIACLASAS			
Espaciado (cm) (ISRM)	2 - 6	Muy Junto	5
4.-ESTADO DE LAS DISCONTINUIDADES			
Continuidad Long. (m) (ISRM)	1 - 3	Baja Continuidad	4
Abertura (mm) (ISRM, 1981)	0.1 - 0.25	Cerrada	5
Rugosidad (ISRM) Jr	Rugosa, Plana		1
Relleno (mm)	Ninguno		6
Grado de meteorización	Med. Meteorizado	Menos de la mitad descompuesto	3
5.- AGUA FREÁTICA			
Caudal por 10 m de tunel	< 10 litros/min		10
Presión agua/Tensión principal mayor	0 - 0,1		10
Estado general	Ligeramente humedo		10
Puntuación Total			51
CLASIFICACIÓN RMR			
CALIDAD	CLASE	ÁNGULO DE ROZAMIENTO	TIEMPO DE MANTENIMIENTO Y LONG.
Media	Tipo III	25° - 35°	1 semana con 5 m de vano

Anexo 41

Caracterización 4- Método de Barton

	UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA DE SANTA ELENA																																					
MÉTODO DE CLASIFICACIÓN GEOMECÁNICA Q. DE BARTON																																						
TESIS: MODELACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LOS DESLIZAMIENTOS DEL MACIZO ROCOSO DE ANCONCITO DEL CANTÓN SALINAS DE LA PROVINCIA DE SANTA ELENA ECUADOR																																						
AUTORES: LUIS SUAREZ T - ANGEL BERNARDINO V		TUTORA: ING LUCRECIA MORENO																																				
CARACTERIZACIÓN 4																																						
TALUD 4																																						
Coord.:	Norte: 9743254	Este: 514040																																				
LITOLOGÍA DE AFLORAMIENTO ROCOSO ROCAS SEDIMENTARIAS CLÁSICAS Limolitas Areniscas Lutita																																						
CROQUIS/ IMAGEN DE TALUD		ESQUEMA DE UBICACIÓN																																				
																																						
	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 15%;">1.- CALIDAD DEL TESTIGO RQD</td> <td style="width: 55%;"></td> <td style="width: 15%; text-align: right;">RQD%</td> </tr> <tr> <td>C</td> <td>REGULAR</td> <td style="text-align: right;">59</td> </tr> <tr> <td>2.- ÍNDICE DE DIACLASADO</td> <td></td> <td style="text-align: right;">Jn</td> </tr> <tr> <td>E</td> <td>Dos familias y algunas diaclasas aleatorias</td> <td style="text-align: right;">6</td> </tr> <tr> <td>3.- ÍNDICE DE RUGOSIDAD DE LAS DISCONTINUIDADES</td> <td></td> <td style="text-align: right;">Jr</td> </tr> <tr> <td>E</td> <td>Diaclasas planas, rugosas o irregulares</td> <td style="text-align: right;">1,5</td> </tr> <tr> <td>4.- ÍNDICE DE ALTERACIÓN DE LAS DISCONTINUIDADES</td> <td></td> <td style="text-align: right;">Ja</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>Discontinuidad cerrada, dura, sin reblandecimientos, impermeable, cuarzo</td> <td style="text-align: right;">0,75</td> </tr> <tr> <td>5.- FACTOR DE REDUCCIÓN POR LA PRESENCIA DE AGUA</td> <td style="text-align: center;">Presión de agua (kg/cm²)</td> <td style="text-align: right;">Jw</td> </tr> <tr> <td>B</td> <td>Afluencia a presión media, con lavado ocasional de los rellenos de las discontinuidades.</td> <td style="text-align: right;">1 - 2,5 0,66</td> </tr> <tr> <td>6.- CONDICIONES TENSIONALES DE LA ROCA</td> <td></td> <td style="text-align: right;">SRF</td> </tr> <tr> <td>C</td> <td>Zonas débiles aisladas, conteniendo arcilla o roca desintegrada químicamente (profundidad de la excavación > 50m)</td> <td style="text-align: right;">2,5</td> </tr> </table>	1.- CALIDAD DEL TESTIGO RQD		RQD%	C	REGULAR	59	2.- ÍNDICE DE DIACLASADO		Jn	E	Dos familias y algunas diaclasas aleatorias	6	3.- ÍNDICE DE RUGOSIDAD DE LAS DISCONTINUIDADES		Jr	E	Diaclasas planas, rugosas o irregulares	1,5	4.- ÍNDICE DE ALTERACIÓN DE LAS DISCONTINUIDADES		Ja	A	Discontinuidad cerrada, dura, sin reblandecimientos, impermeable, cuarzo	0,75	5.- FACTOR DE REDUCCIÓN POR LA PRESENCIA DE AGUA	Presión de agua (kg/cm ²)	Jw	B	Afluencia a presión media, con lavado ocasional de los rellenos de las discontinuidades.	1 - 2,5 0,66	6.- CONDICIONES TENSIONALES DE LA ROCA		SRF	C	Zonas débiles aisladas, conteniendo arcilla o roca desintegrada químicamente (profundidad de la excavación > 50m)	2,5	
1.- CALIDAD DEL TESTIGO RQD		RQD%																																				
C	REGULAR	59																																				
2.- ÍNDICE DE DIACLASADO		Jn																																				
E	Dos familias y algunas diaclasas aleatorias	6																																				
3.- ÍNDICE DE RUGOSIDAD DE LAS DISCONTINUIDADES		Jr																																				
E	Diaclasas planas, rugosas o irregulares	1,5																																				
4.- ÍNDICE DE ALTERACIÓN DE LAS DISCONTINUIDADES		Ja																																				
A	Discontinuidad cerrada, dura, sin reblandecimientos, impermeable, cuarzo	0,75																																				
5.- FACTOR DE REDUCCIÓN POR LA PRESENCIA DE AGUA	Presión de agua (kg/cm ²)	Jw																																				
B	Afluencia a presión media, con lavado ocasional de los rellenos de las discontinuidades.	1 - 2,5 0,66																																				
6.- CONDICIONES TENSIONALES DE LA ROCA		SRF																																				
C	Zonas débiles aisladas, conteniendo arcilla o roca desintegrada químicamente (profundidad de la excavación > 50m)	2,5																																				
		Q = 5,192																																				
$Q = \left(\frac{RQD}{J_n}\right) * \left(\frac{J_r}{J_a}\right) * \left(\frac{J_w}{SRF}\right)$		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 60%; text-align: center;">CLASIFICACIÓN Q BARTON</td> <td style="width: 40%; text-align: center;">Q</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">REGULAR</td> <td style="text-align: center;">5,192</td> </tr> </table>	CLASIFICACIÓN Q BARTON	Q	REGULAR	5,192																																
CLASIFICACIÓN Q BARTON	Q																																					
REGULAR	5,192																																					