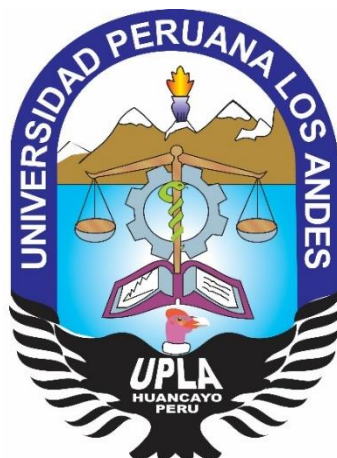


UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS

**MÉTODO DE MONITOREO DE PLACAS PARA VERIFICAR
DESPLAZAMIENTO DE MURO GAVIÓN EN LA URBANIZACIÓN
ÁLAMOS DE MONTERRICO, SURCO- LIMA**

PRESENTADO POR:

Bach. PANEZ AYALA, JENRRY

Línea de Investigación Institucional:

NUEVAS TECNOLOGÍAS Y PROCESOS

Línea de Investigación por Programa de Estudios:

GESTIÓN DE TECNOLOGÍAS EN PROCESOS CONSTRUCTIVOS

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO CIVIL

LIMA- PERÚ

2019

ASESORES

ASESOR METODOLÓGICO

Dr. Gonzalo Catalino Trejo Molina

ASESOR TEMÁTICO

Ing. Ricardo Víctor León Sovero

DEDICATORIA

El presente trabajo dedico y agradezco a Dios, por darme la fuerza y fortaleza para continuar en el desarrollo de este trabajo y obtener uno de mis anhelos.

A mis padres y hermanos (as) por estar siempre presente y acompañarme con el apoyo moral en el desarrollo de este trabajo.

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Peruana Los Andes, por haberme dado la oportunidad y ser parte de ella durante la etapa de mi formación profesional.

A todos los docentes de la Universidad, por compartir sus enseñanzas y conocimientos

Al Ingeniero Henry Machacuay, por su aporte y apoyo para realizar la investigación.

A todos los que fueron parte de este proyecto de investigación

HOJA DE CONFORMIDAD DE LOS JURADOS

PRESIDENTE

DR. CASIO AURELIO TORRES LÓPEZ

ING. IVAN ALONSO ZAPATA ROJAS

JURADO REVISOR

MG. GIAN FRANCO PEREZ GARAVITO

JURADO REVISOR

ING. FERNANDO MANUEL UCHUYPOMA MONTES

JURADO REVISOR

SECRETARIO DOCENTE

MG. MIGUEL ANGEL CARLOS CANALES

ÍNDICE

ASESORES	ii
DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTO.....	iv
HOJA DE CONFORMIDAD DE LOS JURADOS	v
RESUMEN.....	xiii
ABSTRACT	xiv
INTRODUCCIÓN	xv
CAPÍTULO I	1
PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	1
1.1 Planeamiento del problema	1
1.2 Delimitaciones del problema	1
1.2.1 Problema general	1
1.2.2 Problemas específicos	1
1.3 Justificación.....	2
1.3.1 Social o práctica	2
1.3.2 Metodológica.....	2
1.4 Delimitaciones.....	2
1.4.1 Espacial	2
1.4.2 Temporal	3
1.4.3 Económica.....	3
1.5 Limitaciones	3
1.6 Objetivos	4
1.6.1 Objetivo general	4
1.6.2 Objetivos específicos.....	4
CAPÍTULO II.....	5
MARCO TEÓRICO.....	5
2.1 Antecedentes	5
2.1.1 Antecedentes nacionales.....	5
2.1.2 Antecedentes Internacionales	6
2.2 Marco conceptual	7
2.2.1 Revestimientos contra la erosión del muro gavión	7
2.2.2 Muro de gavión	8
2.2.3 Geología	13
2.2.4 Exploraciones geotécnicas.....	14
2.2.5 Evaluación geomecánica del macizo rocoso.....	21
2.2.6 Análisis cinemático en discontinuidades	26

2.2.7	Metodología para definición de parámetros geotécnicos	27
2.2.8	Cálculo de capacidad admisible en macizo rocoso	33
2.2.9	Análisis de estabilidad de taludes	35
2.2.10	Aspectos sísmicos del área	38
2.3	Definición de términos	40
2.4	Hipótesis.....	40
2.4.1	Hipótesis general	40
2.4.2	Hipótesis específicas	40
2.5	Variables	41
2.5.1	Definición conceptual de la variable.....	41
2.5.2	Definición operacional de la variable	41
2.5.3	Operacionalización de la variable.....	42
CAPÍTULO III.....		43
METODOLOGÍA		43
4.1	Método de investigación.....	43
4.2	Tipo de investigación	43
4.3	Nivel de investigación	43
4.4	Diseño de la investigación.....	43
4.5	Población y muestra	43
4.5.1	Población. -	43
4.5.2	Muestra. -	44
4.6	Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	44
4.7	Procesamiento de la información.....	44
4.8	Técnicas y análisis de datos.....	44
4.8.1	Monitoreo geotécnico.....	44
4.8.2	Geología Regional.....	50
4.8.3	Geología Local	52
4.8.4	Exploraciones Geotécnicas.....	57
4.8.5	Evaluación geomecánica del macizo rocoso.....	63
4.8.6	Ensayos de laboratorio	65
4.8.7	Análisis cinemático en discontinuidades	67
4.8.8	Metodología para definición de parámetros geotécnicos	68
4.8.9	Cálculo de capacidad admisible en macizo rocoso	71
4.8.10	Análisis de estabilidad por equilibrio límite	71
CAPÍTULO IV.....		75
RESULTADOS.....		75
4.1	Resultados de monitoreo de puntos de control topográfico	75

4.1.1	Resumen de resultados del monitoreo desplazamiento acumulado de puntos de control topográfico	86
4.2	Propiedades físicas y parámetros de resistencia cortante	86
4.3	Análisis de Estabilidad del muro gavión.....	87
CAPITULO V		93
DISCUSIÓN DE RESULTADOS		93
5.1	Discusión de resultados	93
CONCLUSIONES		95
RECOMENDACIONES		96
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS		97
ANEXOS		98

TABLAS

Tabla 1: Rango de Ripado para Bulldozers modelo D-9 (Caterpillar).....	16
Tabla 2: Tipo de maquinaria según las velocidades V_p	16
Tabla 3: Rango de ripado para tractor pesado* (Weaver, 1975).....	17
Tabla 4: Caracterización sísmica del suelo (código internacional IBC-2009).	19
Tabla 5: Valores representativos de la relación de Poisson (ν). (Suárez Díaz, 1998), (Salem, 2000).....	21
Tabla 6: Calidad del macizo rocoso en relación al índice RMR.	22
Tabla 7: Calidad del macizo rocoso en relación al índice RMR.	23
Tabla 8: Calidad del macizo rocoso en relación al índice RMR.	24
Tabla 9: Calidad del macizo rocoso en relación al índice RMR.	25
Tabla 10. Descripción generalizada del SMR (Romana, 1985).....	26
Tabla 11. Factor que es función del tipo de roca (Nms).	35
Tabla 12. Operacionalización de la variable.....	42
Tabla 13. Resúmenes de las mediciones efectuadas.	48
Tabla 14: Clasificación de desplazamiento de taludes en base a la velocidad	49
Tabla 15: Nivel de Exposición y Peligro de la Reptación de Taludes	50
Tabla 16: Familia de diaclasas encontradas en el área de estudio.....	55
Tabla 17: Fallas encontradas en el área de estudio.	56
Tabla 18: Resumen de ensayo de Refracción Sísmica mayores a 100 m (LS01).....	57
Tabla 19: Resultados de los ensayos de tomografía sísmica TS-01.....	59
Tabla 20: Resumen de ensayos MASW (Profundidad de alcance es 30.0m).....	60
Tabla 21: Velocidades de corte, calculadas a partir del ensayo MASW 01	60
Tabla 22 Velocidades de corte, calculadas a partir del ensayo MASW 02	61
Tabla 23: Velocidades de corte, calculadas a partir del ensayo MASW 03	62
Tabla 24: Ubicación de la Estación Geomecánica.....	64
Tabla 25: Resumen de la Valoración RMR del Macizo Rcoso.....	64
Tabla 26. Valoración SMR.....	65
Tabla 27. Resumen de ensayos de Carga Puntual.....	66
Tabla 28. Clasificación de la Resistencia según ISRM.	66
Tabla 29: Resumen de las Propiedades Físicas de la roca.	67
Tabla 30. Resumen de los principales mecanismos de rotura en la zona de evaluación.	68
Tabla 31. Parámetros de Resistencia Cortante del Macizo Rcoso.	69
Tabla 32. Factor de Adherencia al concreto (Littlejohn y Bruce 1975).	69
Tabla 33. Módulo de Deformación del Macizo Rcoso.	70
Tabla 34. Parámetros de Resistencia en discontinuidades EG-02.....	70
Tabla 35. Capacidad Admisible en Roca (Profundidad $D_f = 1$ m).	71
Tabla 36 Valores mínimos permisibles del factor de seguridad	73
Tabla 37: Monitoreo de puntos de control topográfico – A1.....	75
Tabla 38: Monitoreo de puntos de control topográfico – A2.....	76
Tabla 39: Monitoreo de puntos de control topográfico – A3.....	76
Tabla 40: Monitoreo de puntos de control topográfico – A4.....	77
Tabla 41: Monitoreo de puntos de control topográfico – A5.....	77
Tabla 42: Monitoreo de puntos de control topográfico – A6.....	78
Tabla 43: Monitoreo de puntos de control topográfico – A7.....	78
Tabla 44: Monitoreo de puntos de control topográfico – A8.....	79
Tabla 45: Monitoreo de puntos de control topográfico – A9.....	79
Tabla 46: Monitoreo de puntos de control topográfico – A10.....	80
Tabla 47: Monitoreo de puntos de control topográfico – B1	80
Tabla 48: Monitoreo de puntos de control topográfico – B2.....	81

Tabla 49: Monitoreo de puntos de control topográfico – B3.....	81
Tabla 50: Monitoreo de puntos de control topográfico – B4.....	82
Tabla 51: Monitoreo de puntos de control topográfico – B5.....	82
Tabla 52: Monitoreo de puntos de control topográfico – B6.....	83
Tabla 53: Monitoreo de puntos de control topográfico – B7.....	83
Tabla 54: Monitoreo de puntos de control topográfico – B8.....	84
Tabla 55: Monitoreo de puntos de control topográfico - B9.....	84
Tabla 56: Monitoreo de puntos de control topográfico - B10.....	85
Tabla 57: Resumen monitoreo de puntos de control topográfico	86
Tabla 58: Parámetros de corte para el análisis de estabilidad.	87
Tabla 59: Resumen de resultados de factores de seguridad local	92
Tabla 60: Resumen de resultados de factores de seguridad global	92

FIGURAS

Figura 1. Croquis Ubicación del Proyecto- Fuente: Google Maps -----	2
Figura 2. Muro de gaviones 1. -----	9
Figura 3. Muros de gaviones tipo 2. -----	9
Figura 4. Muros de gaviones tipo 3. -----	10
Figura 5. Muestra un gavión tipo caja. -----	12
Figura 6. Muestra un gavión tipo saco. -----	12
Figura 7. Muestra un gavión tipo colchón.-----	13
Figura 8. Registro de ondas compresionales. -----	17
Figura 9. Perfil geosísmico del terreno según l velocidad de la onda P. -----	18
Figura 10. Distribución de puntos de disparo del ensayo MASW.-----	18
Figura 11. Planos de deslizamiento (Adaptado de Hoek and Bray, 2005)-----	27
Figura 12. Cohesión y fricción a partir del GSI. -----	29
Figura 13. Zonificación sísmica de Perú. -----	39
Figura 14. Curvas de Isoaceleraciones para 10% de excedencia en 50 años (Castillo y Alva, 199).-----	39
Figura 15. Población y muestra de la investigación (Elaboración propia)-----	44
Figura 16. Diseño de la placa de control topográfico. -----	45
Figura 17. Suministro de las placas de control topográfico. -----	45
Figura 18. Área de estudio e instalación de placas de control topográfico.-----	46
Figura 19. Instalación de placas de control topográfico.-----	46
Figura 20. Vista plano en planta de la instalación de las placas de control topográfico. -----	46
Figura 21. Vista plano de perfil longitudinal de la instalación de las placas de control topográfico. -----	47
Figura 22. Lectura de los puntos de control topográfico.-----	47
Figura 23. Columna Estratigráfica Regional de Lima (Fuente INGEMMET). -----	51
Figura 24. Mapa Geológica Regional de la zona evaluada (Lima).-----	52
Figura 25. Muestra de roca obtenida del rocoso ubicado en la excavación del óvalo. -----	53
Figura 26. Diaclasas de la EG.03. -----	54
Figura 27. Dirección Suroeste (SW), se obtiene la presencia de una falla local F1. -----	56
Figura 28. Dirección Suroeste (SW), se observa la presencia de una falla local F1. -----	57
Figura 29. Diseño de la placa de control topográfico. -----	74
Figura 30. Diseño de la placa de control topográfico. -----	74

GRÁFICOS

Grafico 1. Resultados de los ensayos de tomografía sismica TS-01. -----	59
Grafico 2. Velocidad de dorte, calculadas a partir del ensayo MASW 01. -----	61
Grafico 3. Velocidad de corte, calculadas a partir del ensayo MASW 02. -----	62
Grafico 4. Velocidad de corte, calculadas a partir del ensayo MASW 03. -----	63
Grafico 5. Análisis Estático- Falla circular - talud local - Sección de análisis A-A. -----	88
Grafico 6. Análisis Pseudo-estático - Falla circular - Talud local - Sección de Análisis A-A ---	89
Grafico 7. Análisis Pseudo- estático - falla circular - talud global - Sección de Análisis A-A. -	90
Grafico 8. Análisis Estático - Falla circular - talud global - Sección de Análisis A-A-----	91

RESUMEN

La presente investigación respondió al siguiente problema general: ¿De qué manera influye el método de monitoreo de placas para la verificación del desplazamiento de muro gavión en la urbanización Álamos de Monterrico, distrito Surco- Lima?, donde el objetivo general fue: Determinar la influencia del método de monitoreo de placas para verificar el desplazamiento de muro gavión y la hipótesis general: El método de monitoreo de placas mejorara en la verificación de desplazamiento de muro gavión.

El método de investigación fue el método científico, el tipo de investigación fue de tipo aplicada, nivel de investigación fue explicativo, el diseño de investigación fue cuasi-experimental, la población estuvo conformada por 250 metros de muros gavión y el muestreo fue el no probabilístico o dirigido que comprende 50 metros de muros gavión, siendo la muestra los muros de gaviones de la Urbanización Álamos de Monterrico Surco.

La conclusión fundamental de la investigación fue, la aplicación del método de monitoreo de placas efectuados, mejorara mediante control estadístico de desplazamiento horizontal y vertical del muro, se logra verificar la estabilidad del muro en el desarrollo de la construcción y post construcción, de esta manera se disminuye el riesgo de estabilidad que puede ocurrir.

Palabras clave: Método de monitoreo, muro gavión, desplazamiento.

ABSTRACT

The present investigation responded to the following general problem: How does the plaque monitoring method influence the verification of gabion wall displacement in the Álamos de Monterrico urbanization, Surco-Lima district?, where the general objective was: To determine the influence of the plate monitoring method to verify the gabion wall displacement and the general hypothesis: The plate monitoring method will improve in the verification of gabion wall displacement.

The research method was the scientific method, the type of research was applied, the level of research was explanatory, the research design was quasi-experimental, the population consisted of 250 meters of gabion walls and the sampling was non-probabilistic. Or directed that comprises 50 meters of gabion walls, the sample being the gabion walls of the Álamos Urbanization of Monterrico Surco.

The fundamental conclusion of the investigation was, the application of the monitoring method of plates carried out, improved through statistical control of horizontal and vertical displacement of the wall, it is possible to verify the stability of the wall in the development of the construction and post construction, in this way the risk of stability that may occur is decreased.

Keywords: Monitoring method, gabion wall, displacement.

INTRODUCCIÓN

En el Perú, para el inicio y continuidad de un proyecto de muros gaviones, Los ríos son recursos naturales sumamente importantes para el desarrollo de la vida. Este recurso ha sido aprovechado y utilizado desde tiempos remotos, junto a sus márgenes se han fundado ciudades, se los ha aprovechado para desarrollar agricultura, ganadería y otras actividades.

Importantes para el desarrollo del ser humano. Sin embargo, en su relación con las ciudades, los ríos siempre han sido los dominantes, ya que “el río puede vivir sin la ciudad, pero la ciudad no puede vivir sin el río” (Rocha,2011, pp. 5). Debido a esta dependencia de parte de las ciudades hacia los ríos, es necesario defendernos de la ocurrencia de posibles eventos extremos en los que se dañe la integridad de las personas y sus bienes. Para lo cual se utiliza la siguiente definición de una defensa ribereña.

Estructuras construidas para proteger de las crecidas máximas de los ríos las áreas aledañas a estos recursos de agua durante la crecida. El caudal en un recurso de agua aumenta en tales proporciones que el lecho del río puede resultar insuficiente para contenerlo, implica por lo tanto que la protección no es contra un acontecimiento regular sino extraordinario.

En esta investigación los gaviones que son muros a gravedad se están aplicando para la contención de estabilidades de taludes, lo cual va a permitir las construcciones de viviendas post construcción de los muros, en la actualidad se está monitoreando el muro instalando placas de concreto en la cara frontal del muro, estas placas sirven de hitos, el proyecto seleccionado como tema de estudio se denomina: “Método De Monitoreo De Placas Para Verificar Desplazamiento De Muro Gavión En La Urbanización Álamos De Monterrico, Surco- Lima.

A nivel local, la investigación se enfoca en verificar y controlar los desplazamientos horizontales, con el método además existe un compromiso de no alterar el medio ambiente y prevenir la seguridad de las personas, el cual se analizará si el muro es estable físicamente, el propósito de aportar al conocimiento humano; asimismo, servirá como instrumento de evaluación en proyectos similares. Para lograr los objetivos del estudio se empleará procedimiento y métodos establecidos en las normas y reglamentos, tanto para las investigaciones de campo y ensayos de laboratorio.

Se tuvo como objetivo determinar la influencia del método de monitoreo de placas para verificar el desplazamiento de muro gavión y como sus objetivos específicos determinar el análisis de estabilidad y verificar los desplazamientos.

La investigación consta de 5 capítulos.

Capítulo I: El presente trabajo de investigación se desarrolla y aborda el planteamiento problema, la formulación y sistematización del problema, justificación, delimitaciones, limitaciones y objetivos.

Capítulo II: Se da a conocer el marco teórico, su desarrollo del marco teórico, el cual contiene los antecedentes nacionales e internacionales, marco conceptual, definición de términos, hipótesis genera y específico, variables dependientes e independientes.

Capítulo III: Consiste en la metodología de la investigación, el cual contiene los métodos, tipo de investigación, nivel de investigación es explicativo, diseño de la investigación es cuasi – experimental, población y muestra.

Capítulo IV: Contiene los resultados obtenidos durante de la investigación del método de monitoreo de placas para verificar desplazamiento de muro gavión.

Capítulo V: Se dio la discusión de resultados de la investigación.

Terminado, con las conclusiones, las recomendaciones, las referencias bibliográficas y los anexos.

CAPÍTULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1 Planeamiento del problema

En los últimos años, el sector de la construcción ha venido desarrollando un crecimiento muy rápido, en cuanto a números niveles de muros de contención construidos en lugares para estabilizar taludes, en su gran mayoría estas estructuras no cuentan un control de monitoreo, en el proceso constructivo y post construcción, en esta investigación se estudió el plan de monitoreo aplicando placas de concreto, en las laderas del cerro de la Urbanización los Álamos de Monterrico, Surco, se está proyectando habilitar lotes para futuras casas y es por ello se está desarrollando la construcción de muros gaviones y terramesh para la estabilidad del talud

Para continuar con el desarrollo de la construcción de los muros gaviones se viene evaluando las características constructivas del muro gavión, el ambiente geotécnico y otros estudios que se requieren, en la primera etapa dado que los muros se están construyendo de una altura de 7m, a partir de ello nace el segundo tramo de 11.40m de terramesh verde, creando el aspecto ecológico a la zona, teniendo una altura total de muros de 18m.

Dado estas construcciones van a contener material de relleno, estos muros van estar expuestos a empujes horizontales y verticales, es por ello se realizó la implementación del método de monitoreo de placas, para verificar la estabilidad y desplazamientos del muro, bajo ese contexto se está evaluando y considerando la seguridad de las personas y el medio ambiente.

1.2 Delimitaciones del problema

1.2.1 Problema general

¿De qué manera influye el método de monitoreo de placas para la verificación del desplazamiento de muro gavión en la urbanización Álamos de Monterrico, distrito Surco-Lima?

1.2.2 Problemas específicos

- a) ¿En qué medida influye el aspecto geológico con el método de monitoreo de placas para la verificación del desplazamiento de muro gavión?

- b) ¿En qué medida influye las exploraciones geotécnicas en el método de monitoreo de placas para la verificación del desplazamiento de muro gavión?
- c) ¿De qué manera influye el comportamiento sísmico con el método de monitoreo de placas para la verificación del desplazamiento de muro gavión?

1.3 Justificación

1.3.1 Social o práctica

El presente trabajo de investigación de método de monitoreo de placas nos permitirá para verificar el desplazamiento de muro gavión, el cual se enfoca en el control de estabilidad del muro de manera que se brinda la seguridad a la población.

1.3.2 Metodológica

Para lograr el objetivo del estudio, se empleará como metodología de investigación cuantitativa y científica. es decir, se basa en una realidad contextualizada y compara datos de medición numérica, sigue un proceso experimental y los resultados se basan en datos estadísticos medidos en investigaciones.

1.4 Delimitaciones

1.4.1 Espacial

El área del proyecto es relativamente compacta, cubriendo un área de aproximadamente de 4 hectáreas (ha). Mz. C Valle escondido – Santiago de Surco.

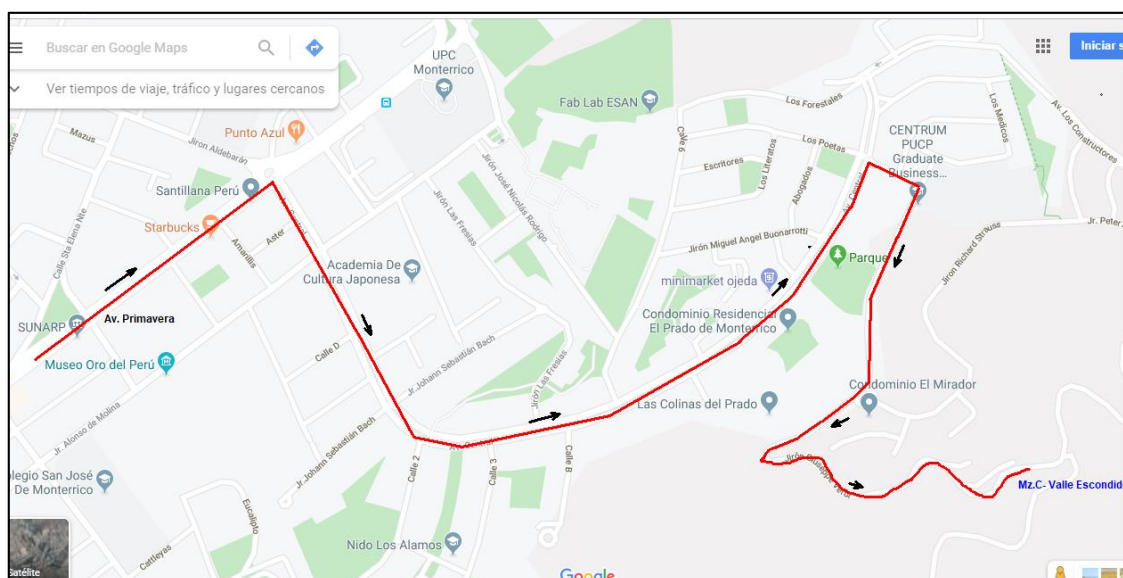


Figura 1. Croquis Ubicación del Proyecto- Fuente: Google Maps

1.4.2 Temporal

Para la investigación se realizó trabajos de campo, laboratorio y gabinete, el cual se ejecutó un periodo de 6 meses, se inició en febrero y culminó en agosto del 2019.

1.4.3 Económica

La presente investigación los recursos económicos invertidos durante la investigación ya contaba con la información tanto de campo, ensayos de laboratorio de estudios anteriores, estos han sido proporcionado por la empresa DPI SAC, a partir de la información básica, los recursos han sido financiado por el tesista, contando con el software necesario, la instrumentación, levantamientos topográficos, planos, aplicación de método, elaboración de los documentos que incluyen al software empleado, y los gastos que implican.

1.5 Limitaciones

1.5.1. Limitaciones de información:

En la presente investigación no se han tenido problemas en recolección de la información, debido a que, la información y los estudios básicos han sido proporcionados por la empresa en que laboro DPI SAC, A partir de estos estudios se realizó la investigación y su aplicación de monitoreo de muros, es decir servirá como un modelo para proyectos similares.

1.5.2. Limitaciones técnicas:

En el desarrollo de la tesis no se han tenido problemas técnicos, debido que se sido utilizado levantamientos topográficos, fabricación de placas y como base de su desarrollo softwares de acceso al público como: AutoCad civil 2019, Slide v.6.0, Microsoft Word, Microsoft Excel.

1.6 Objetivos

1.6.1 Objetivo general

Determinar la influencia del método de monitoreo de placas para verificar el desplazamiento de muro gavión en la urbanización Álamos de Monterrico, Surco - Lima.

1.6.2 Objetivos específicos

- a) Identificar el aspecto geológico con el método de monitoreo de placas para la verificación del desplazamiento de muro gavión.
- b) Determinar la influencia de las exploraciones geotécnicas en el método de monitoreo de placas para la verificación del desplazamiento de muro gavión.
- c) Analizar el comportamiento sísmico con el método de monitoreo de placas para la verificación del desplazamiento de muro gavión.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes

2.1.1 Antecedentes nacionales

Según (CHAVEZ CARMEN, 2015), la presente tesis titulada: “USO DEL INCLINÓMETRO PARA VERIFICACIÓN DE ANCLAJES” de la facultad ingeniería civil, Universidad Ricardo Palma, se apoya en una revisión bibliográfica que ha permitido conocer estudios de deformaciones en estructuras de retención, analizar aspectos generales del comportamiento del muro anclado.

El estudio consiste en un monitoreo de deformaciones con el uso de la instrumentación de inclinómetro instalado a tras del muro de concreto armado con ocho niveles de anclajes en una excavación de 32 metros de profundidad. Estos tienen que estar relacionados a la instrumentación geotécnica específicamente a los inclinómetros mide la inclinación con respecto al horizontal.

La metodología adoptada seguirá un método cuantitativo, asimismo será de nivel descriptivo y también explicativo. Por otro lado, se considera que será de tipo aplicada siguiendo un diseño no experimental.

En conclusión, el tesista ha logrado verificar las deformaciones máximas del muro aplicando la instrumentación y verificando que están dentro de los límites permisibles.

Como indica (Miguel), la presente tesis titulada: “GESTIÓN DE RIESGOS EN LA EJECUCIÓN DE MUROS ANCLADOS” de la facultad de ingeniería civil, Universidad Ricardo Palma, tuvo como objetivo principal elaborar una propuesta de plan de gestión de riesgos aplicable para la ejecución de muros anclados en Proyectos de edificaciones en la ciudad de Lima, como su propio nombre indica muros anclados estos contienen tierras y logran estabilidad a través de tirantes de anclajes, La metodología que se utilizó fue recolectando información por medio de entrevistas sobre los riesgos que más se presentan en la ejecución de muros anclados y sus impactos, su objetivo principal es proponer un plan de gestión de riesgos para la ejecución de muros anclados para edificaciones.

En conclusión, el tesista identificó los riesgos que presentan en la ejecución de muros anclados

Como indica (Aguilar), la presente tesis titulada “COMPARACIÓN TÉCNICA ENTRE EL USO DE GAVIONES Y GEOCELDAS COMO ESTRUCTURAS DE DEFENSA RIVEREÑA”, de la facultad de ingeniería civil, Universidad Pontificia Católica del Perú, compara dos revestimientos contra la erosión ribereña mediante tres variables técnicas. Los revestimientos analizados son los colchones de gaviones y las geoceldas con relleno de concreto, mientras que las variables definidas para la comparación son la resistencia a la erosión y durabilidad, la rugosidad de la superficie y la estabilidad del sistema de protección.

Se ha demostrado que los colchones de gaviones y las geoceldas con relleno de concreto poseen la capacidad de resistir las solicitaciones mínimas del proyecto. Sin embargo, en base al análisis realizado, se ha determinado que las geoceldas con relleno de concreto tienen el mejor desempeño como recubrimiento contra la erosión ribereña. Por último, si bien se concluye que las geoceldas son el recubrimiento más adecuado, se recomienda el uso conjunto de estos recubrimientos como parte de una solución integral.

2.1.2 Antecedentes Internacionales

Como indica (Macarena Paz López, 2014), la presente tesis titulada: “ESTUDIO DE INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO GEOTÉCNICO -ESTRUCTURAL EN PIQUES CIRCULARES DURANTE LA CONSTRUCCIÓN DE LA LÍNEA 3 DEL METRO DE SANTIAGO”, de la facultad de ingeniería civil, Universidad de Chile

Este trabajo estudia el plan de monitoreo geotécnico y estructural implementado durante la construcción de dos piques circulares de la Línea 3 del Metro de Santiago. El plan de monitoreo utiliza instrumentos tales como celdas de presión, strain meters, prismas de medición de convergencia y teodolitos ópticos electrónicos de alta precisión, con los que se obtienen registros de presiones del suelo sobre el manto del pique, tensiones en el hormigón y deformaciones al interior del pique, respectivamente.

En conclusión, el tesista ha obtenido las mediciones unitarias que cumplen con lo propuesto, recomienda incorporar más de un par de strain meters en cada zona aplicada.

Tradicionalmente en nuestro medio se ha considerado al muro gavión como obras artesanales, sin entrar en detalles sobre la alta resistencia a empujes activos que pueden desarrollar los mismos cuando son ejecutados con un sistema constructivo adecuado.

Los gaviones representan una solución válida desde el punto de vista técnico y económico para la construcción de obras de contención, para cualquier ambiente, condición climática y aún en aquellas zonas que son de difícil acceso.

La estructura del gavión está constituida por una cesta de malla metálica rellena de material pétreo. Esta malla posee una elevada resistencia mecánica, gracias a su doble torsión la cual impide que esta se desarme ante el cortado del alambre, asegurando que en cada cruce se tenga un punto fijo manteniendo la flexibilidad de la malla y acotando las posibles deformaciones.

La duración de esta malla se debe principalmente a la fuerte galvanización de los alambres y para el caso de condiciones agresivas para el zinc, se disponen de alambres fuertemente galvanizados revestidos de PVC

2.2 Marco conceptual

2.2.1 Revestimientos contra la erosión del muro gavión

2.2.1.1 El fenómeno de la erosión y los revestimientos

En términos generales se denomina erosión, socavación o degradación a la remoción que efectúa el flujo de agua de las partículas que constituyen el cauce, también conocido desgaste producido por el flujo del caudal, lo cual repercute en la profundización o expansión del lecho (Rocha, 2014). Sin embargo, los factores que determinan este fenómeno son muy complejos y no dependen únicamente de la interacción simple entre el flujo y el lecho, se puede mencionar que las variables generales que participan son las siguientes: Las características geológicas, el tipo de suelo, la hidrología, la topografía de la zona de análisis, las variables hidráulicas, los sedimentos del flujo y las alteraciones de origen antrópico (Suarez, 2011).

Por otra parte, se debe tener en cuenta que las inundaciones no solo implican la crecida del flujo de agua de los ríos, también se produce un aumento en la carga de sedimentos y otros materiales que se transportan por medio del flujo, por lo que debido a estos factores,

se incrementa el potencial y la fuerza de impacto erosivo sobre las márgenes (Chen, 2014).

Se considera que la erosión inicia con el desprendimiento de las partículas en el perímetro del cauce por acción de la fuerza tractiva (t_a) cuando esta es mayor que la fuerza tractiva crítica (t_c) de los sedimentos del lecho (Show, 1994). Mientras que los revestimientos son estructuras de refuerzo que se utilizan para proteger la base, para evitar estos desgastes por erosión se aplican gaviones sobre la que se apoyan, de los esfuerzos tractivos producidos por el fluido circulante. De manera general, se puede definir un revestimiento por la composición de los siguientes elementos: Armadura o manto superficial de protección, filtro o base protectora contra la erosión debajo de la armadura, protección contra la socavación en el pie del talud revestido y protección o anclaje del revestimiento en la cresta del revestimiento (Suarez, 2001).

2.2.2 Muro de gavión

2.2.2.1 Introducción

A finales del siglo XVIII, en Europa y después de un largo proceso de perfeccionamiento de lo que fue la evolución de los gaviones que data de la época de los romanos, se elaboró el primer gavión metálico. Generalmente los gaviones son utilizados para la edificación de muros de contención ya sea para evitar deslizamientos naturales o intervenciones artificiales, esto muros gavión trabajan por gravedad, por ello en la actualidad ya es muy usado para fines de estabilidades, Existe una gran cantidad de tipos de muros que se van adaptando a la función que desempeñarán. Teniendo siempre una gran versatilidad en el momento de adaptarse a las distintas topografías que se pueden encontrar. Solo en los últimos años se ha reconocido las cualidades estéticas que pueden ofrecer los gaviones, dando un aspecto de calidez natural que nos brinda la piedra.

Las estructuras de gaviones trabajan a base de gravedad, tomando en cuenta en el momento de su diseño las uniones entre unas y otras, por ello su valor de importancia en la fase de diseño es muy apreciable, ya que lo que se busca es llegar a generar estructuras monolíticas sin que existan movimientos de unidades aisladas. Otra característica de los gaviones es la gran flexibilidad que poseen, pueden deformarse a causa de esfuerzos sin que exista algún tipo de volcamiento.

2.2.2.2 Tipos de muro gavión

Cuando los gaviones son utilizados para contención de tierras y rellenos podemos encontrar tres tipos principales de muros.

Tipo 1.- Este sistema se edifica separado del terreno natural y con forma de trapecio, para después ser rellenado el espacio con material de mejoramiento el mismo que ayudará a la estabilidad del muro.

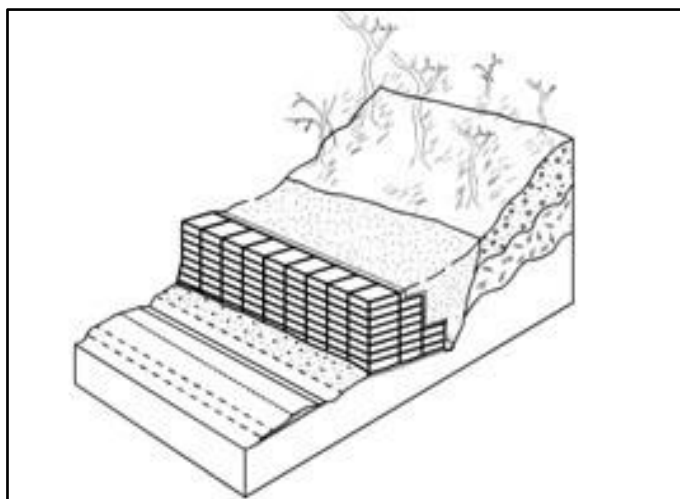


Figura 2. Muro de gaviones 1.

Tipo 2.- Este tipo de muros son utilizados para terrenos inestables, básicamente solo contienen el suelo con su propio peso. Se arman con una base más ancha, la misma que funciona como contrafuerte, usado mayormente en presas hidráulicas y contención de relaves.

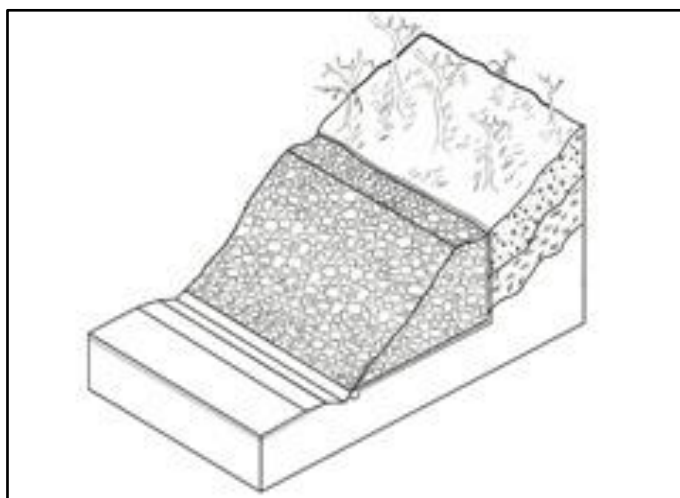


Figura 3. Muros de gaviones tipo 2.

Tipo 3.- Este tipo de gaviones se lo coloca de forma horizontal para cubrir grandes áreas, para de este modo proteger contra la erosión del suelo, generalmente se usan a orillas de ríos o lagos, también se aplican para proteger los pilares de estructuras de puentes que están colocados en medio de los ríos para luego protegerlos las mismas y dejarlos más estables.

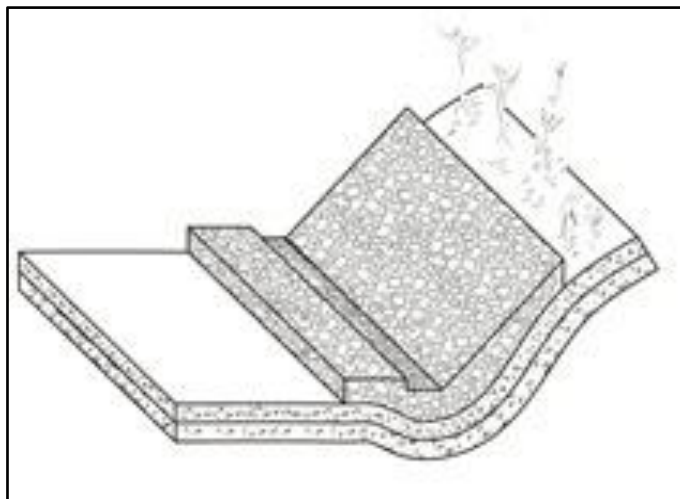


Figura 4. Muros de gaviones tipo 3.

2.2.2.3 Características

En líneas generales “una estructura de gaviones es una combinación de mallas de cable y rocas de relleno” (Neermal, 2012). De este tipo de estructuras existen diversas patentes, es decir, cada fabricante y proveedor puede manejar definiciones y criterios particulares para sus productos. Sin embargo, se pueden generalizar muchas características.

Según (Neermal, 2012), las características de las estructuras de gaviones son las siguientes:

Monolitismo: Debido a la facilidad de unión de los elementos que forman la estructura, esta puede responder a la incidencia de fuerzas en tres dimensiones.

Flexibilidad: La alta resistencia de la malla de cables permite que los elementos se deformen. Dentro de los límites aceptables de deformación, la flexibilidad les otorga a las estructuras de gaviones la capacidad de resistir condiciones en las que estructuras más rígidas colapsarían.

Permeabilidad: Los vacíos presentes en el relleno de la estructura permiten el flujo de líquidos a través de esta. Debido a esto, la presión hidráulica de los fluidos no afecta su comportamiento.

Durabilidad: Las capas de elementos anticorrosivos como GalFan o el recubrimiento de PVC permiten que la malla resista condiciones bastante severas de exposición ante agentes corrosivos. Además, la ruptura de una sección del cable no necesariamente implica el colapso del elemento gracias al efecto de la torsión del mallado.

Versatilidad: Los gaviones pueden ser construidos bajo diversas condiciones ambientales, en temporadas secas o de lluvias y con temperaturas extremas. Además, pueden ser construidos por personal sin gran especialización y se puede utilizar como relleno sacos con arena, bloques de concreto, ladrillos y otros.

Integración con el medio ambiente: La capacidad de permeabilidad y la naturaleza del relleno de piedras permite que las estructuras de gaviones se integren al medio ambiente, mediante la aparición de vegetación y partículas de suelo, con el paso del tiempo o mediante tratamientos especiales. Los gaviones han sido utilizados a lo largo del tiempo en las siguientes aplicaciones: Construcción de diques, espigones, vertederos, encauzamiento de ríos, muros de contención, revestimiento de canales, en diversos tipos de defensas ribereñas y muros ornamentales (Ingeniero, 2015).

El uso de los gaviones tiene mayor impacto en las obras de defensa ribereña.

2.2.2.4 Tipos de gaviones

Tipo caja. - Las cajas forman paralelepípedos que típicamente se caracterizan por tener áreas en la base de 1 m^2 y alturas de 0,50 a 1m hasta 4m, La separación interna de las cajas en elementos se hace mediante diafragmas espaciados cada metro, de esta manera se facilita el montaje, relleno y la flexibilidad de los elementos. Son elementos muy versátiles que utilizan en prácticamente todas las aplicaciones de uso de gaviones mencionadas. Estas se amarran entres si utilizando su propia malla, La malla está conformada por acero de bajo contenido de carbono, revestido con aleación GalFan, además, se puede utilizar un revestimiento plastificado adicional contra exposiciones severas de corrosión (Maccaferri, 2008).

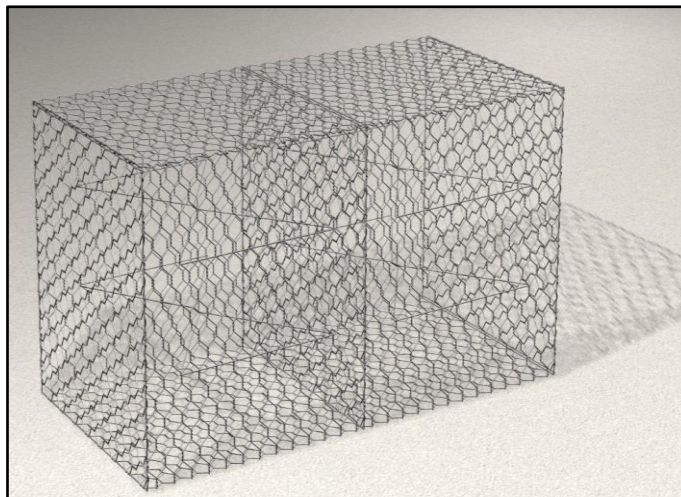


Figura 5. Muestra un gavión tipo caja.

Tipo saco. - Son gaviones constituidos por un solo paño de malla y un alambre grueso que se pasa de manera alternada por la malla para ser sellado. Las dimensiones estandarizadas de este tipo de gavión varían de 2 a 5 metros de largo y el diámetro de alrededor de 0,65 m. Este gavión está diseñado para ser rápidamente llenado e izado con maquinaria para su montaje. Se utiliza para conformar estructuras en obras de emergencia o donde no hay fácil acceso. La malla está conformada por acero de bajo contenido de carbono, revestido con aleación GalFan, además, se puede utilizar un revestimiento plastificado adicional contra exposiciones severas de corrosión (Maccaferri, 2008).

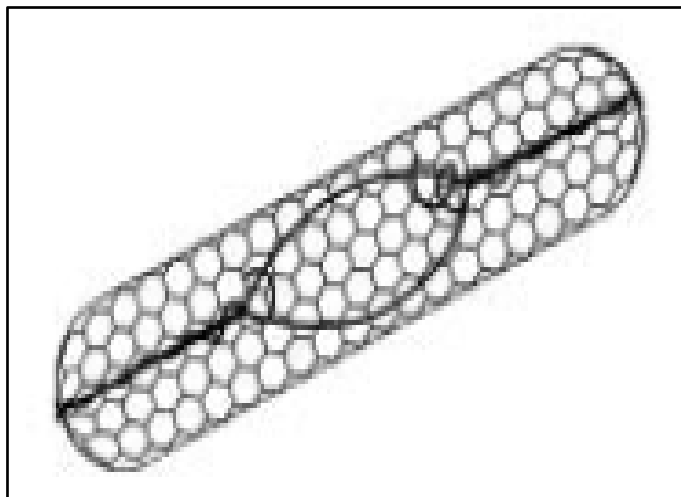


Figura 6. Muestra un gavión tipo saco.

Tipo colchón. - El gavión tipo colchón es el utilizado en estructuras de recubrimiento para protección contra la erosión en ríos y para estructuras de disipación. Este tipo de gavión protege las estructuras de los puentes, se caracterizan por tener espesores de 17 a 30 cm, ancho de 2 metros y largos de 3-6 m. Además, se suele utilizar de 3 a 5 diafragmas dependiendo de las características de la estructura y el proyecto. La malla está conformada por acero de bajo contenido de carbono, revestido con aleación GalFan, además, se puede utilizar un revestimiento plastificado adicional contra exposiciones severas de corrosión (Maccaferri, 2008).

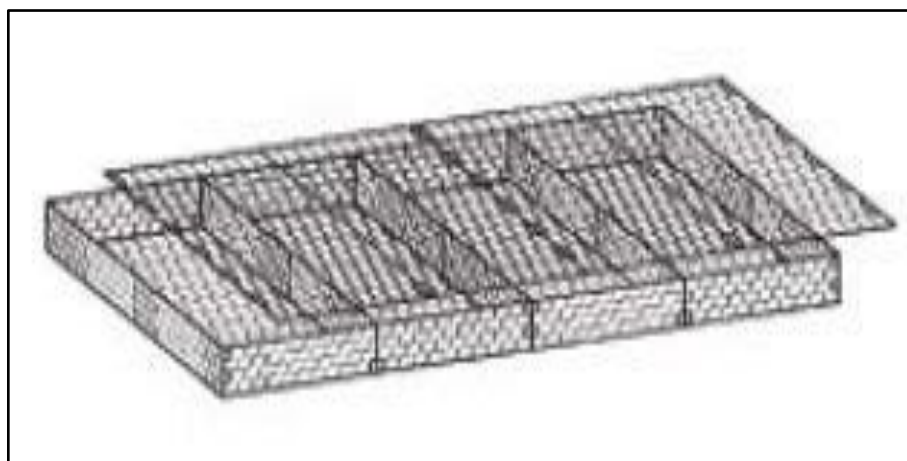


Figura 7. Muestra un gavión tipo colchón.

2.2.3 Geología

La palabra geología deriva del griego "geo" que significa tierra, y "logos" tratado o conocimiento, por lo tanto, se define como la ciencia de la tierra y tiene por objeto entender la evolución del planeta y sus habitantes, desde los tiempos más antiguos hasta la actualidad mediante el análisis de las rocas y sus características.

Es el relieve actual de la tierra o zona de estudio.

Es considerada como una ciencia histórica ya que parte de la premisa de que el relieve actual de la Tierra es el resultado de una larga y variada evolución, por ello analiza este desarrollo espacial y temporal para señalar los factores y fuerzas que actuaron en el proceso y que le han dado la forma que actualmente conocemos, tanto en el exterior como en el interior de nuestro planeta.

Las rocas de la corteza terrestre, los restos petrificados y los rastros de los organismos (fósiles), son elementos que se han utilizado para hacer la historia biológica ya que representan documentos y testimonios que permiten a los geólogos, deducir las condiciones y los acontecimientos de los siglos pasados.

2.2.3.1 Geología regional

Los rasgos de la geomorfología regional desarrollada es el resultado de fenómenos geodinámicos, tectónica, erosión y transporte, etc., los cuales contribuyeron a la actual configuración del relieve. En base a criterios litológicos, estratigráficos, morfológicos y geográficos.

2.2.3.2 Geología local

Los rasgos geomorfológicos que presentan la zona son el resultado de un proceso tectónico y plutónico sobre impuesto por los procesos de geodinámica, que han modelado el rasgo morfoestructural de la región. El área de estudio que comprende la zona del proyecto, se encuentra dentro de la unidad geomorfológica.

2.2.4 Exploraciones geotécnicas

2.2.4.1 Ensayos de refracción sísmica (ASTM D 5777)

El ensayo de refracción sísmica es un método indirecto, con el cual se determina perfiles sísmicos en función de las velocidades de ondas compresionales tipo “P”, este ensayo tiene los siguientes objetivos:

- Determinar los perfiles sísmicos del suelo, en función de sus características dinámicas.
- Determinar las características dinámicas de los estratos en función de las velocidades compresionales de las ondas P.
- Determinar los parámetros de deformación dinámica de los suelos con ayuda de los datos de la onda S obtenidos de los ensayos de MASW.

2.2.4.1.1 Método de ensayo

El ensayo de refracción sísmica consiste en la medición de los tiempos de viaje de las ondas compresionales tipo P generadas por un golpe de impacto producidas por una comba de 25 lb; los impactos son localizados a diferentes distancias a lo largo de un eje sobre la superficie del suelo. La energía fue detectada y registrada de tal manera que puede determinarse el tiempo de arribo en cada punto.

El inicio de la grabación fue dado a partir de un dispositivo o SWITCH que nos da el tiempo cero para evaluar el tiempo de recorrido.

Estos datos, tiempo y distancia, usados para cada caso especial y, además una variación del punto aplicación de la energía, nos permite evaluar las velocidades de propagación de ondas P, a través de los diferentes suelos cuya estructura, geometría, continuidad son investigadas. Se utilizó el método de “Delete Time” que permite calcular la profundidad de los límites estratigráficos debajo de cada geófono con la ayuda de disparos en dirección normal y reversa. Todas las formas de análisis manejan criterios que utilizan la suposición de la Ley de Snell en cuanto a la reflexión y refracción de las ondas P. De los espesores y las velocidades de propagación de ondas P obtenidas, las características geotécnicas pueden ser correlacionadas a la compacidad y densidad.

2.2.4.1.2 Equipo

El equipo sismógrafo utilizado para realizar el ensayo de refracción sísmica posee un sistema de adquisición de datos que son almacenados y procesados por una computadora.

2.2.4.1.3 Trabajo de campo

Excavabilidad - Ripabilidad: El término de ripabilidad se refiere a un criterio cualitativo que mide la aptitud de un macizo rocoso o suelo para ser quebrantado por medio de ripabilidad. Lógicamente, la eficacia del ripado dependerá de la naturaleza de la roca y de la distribución de sus discontinuidades o del grado de rigidez del suelo.

Son varios los criterios que se han venido utilizando para juzgar a priori la ripabilidad de un terreno. A partir del 1950 se empezaron a desarrollar diversos métodos para estimar la excavabilidad basados generalmente en la clasificación del macizo rocoso. El sistema pionero de este tipo de clasificación fue el Discontinue Strength Classification (Franklin B. &, 1972).

Fue seguido por el Rippability Rating Chart (Weaver, 1975), Excavation Index (Kirsten, 1982), Geological Factors Rating Scale (Kearns, 1983), Engineering Classification of Coal Measures (Muftuoglu, 1984), Rippability Chart (Singh, 1986), Excavatability Index Rating Scheme (Scoble, 1990), Diggability Index (Karpuz, 1990), Revised Excavatability Graph (Fookes, 1994) y otros autores (Ghose, 2011).

Sin embargo, las metodologías más significativas en relación al presente estudio están relacionadas a la medición de la velocidad sísmica de propagación de las ondas de compresión (Ondas P) a través del macizo rocoso o suelo, mediante una prospección geofísica de refracción sísmica.

La compañía Caterpillar regularmente publica correlaciones de ripabilidad para sus distintos modelos de tractores. Las posibilidades de ripado se definen para diversos tipos de rocas, por medio de su velocidad sísmica V_p . Para cada roca se definen los márgenes de velocidad sísmica para los que la roca es ripable o no ripable.

Según los fabricantes Caterpillar, la facilidad de ripado para el Bulldozers modelo D-9, se determina en función de las velocidades de ondas sísmicas primarias.

Tabla 1: Rango de Ripado para Bulldozers modelo D-9 (Caterpillar).

Descripción	V_p (m/s)
Materiales Suelos	< 600
Ripado Fácil	600-1300
Ripado Normal	1300-1700
Ripado Duro	1700-1850
No son ripables (voladura)	1850

Según (González, 2010), los materiales se pueden clasificar a partir de las velocidades sísmicas, y considerando unos valores de orientación se utilizarán las máquinas que pueden resumirse en el siguiente cuadro, en una primera aproximación.

Tabla 2: Tipo de maquinaria según las velocidades V_p .

Descripción	V_p (m/s)	Máquina
Tierra	<1000	Tractor hoja frontal, Excavadora Traílla
Transito*	1000 - 2000	Escarificador (Tractor cadenas)
Roca	>2500	Explosivos, Perforadoras

(*) Comprende rocas descompuestas (o blandas), tierras muy compactas para su excavación.

(Weaver, 1975), propuso una tabla de clasificación de ripabilidad utilizando los parámetros geológicos que influyen durante el proceso de ripado y a partir de su experiencia determinó un rango de velocidades de ondas sísmica V_p para proporcionar un indicativo sobre la ripabilidad de los macizos rocosos.

Tabla 3: Rango de ripado para tractor pesado* (Weaver, 1975)

Características de Excavación	Velocidades (Vp) para Perfiles Normalmente Intemperizado	Velocidades (Vp) para Situaciones de Conglomerado
Fácil ripado	450 - 1200	450 - 900
Difícil ripado	1200 - 1500	900 - 1200
Muy Difícil ripado	1500 - 1850	1500 - 1850
Extremadamente Difícil o voladura	1850 - 2150	1850 - 2150
Voladura	>2150	>2150

2.2.4.1.4 Procesamiento

Para realizar el procesamiento de los datos de refracción sísmica, se realizó el análisis para la ubicación de los primeros arribos de las ondas de compresión dando lugar a las dromócronas donde se analiza y se denota la cantidad de estratos que pudiéramos tener.

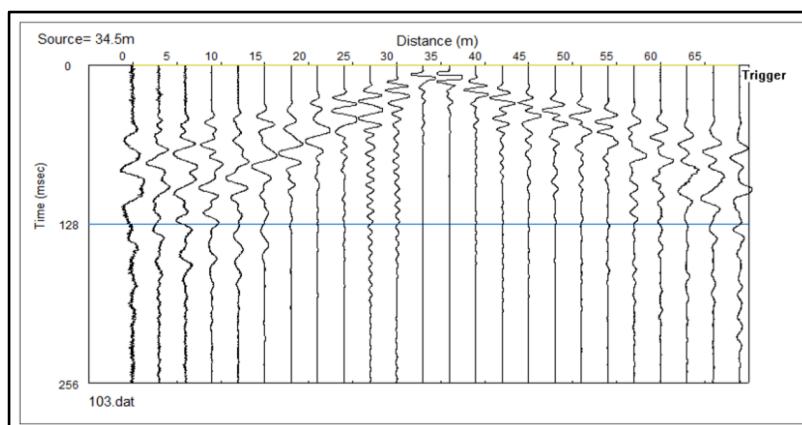


Figura 8. Registro de ondas compresionales.

Luego de delimitar los estratos se pudo crear un perfil geosísmico a través de las ondas de compresión y a su vez se puede obtener la tomografía mediante el proceso de inversión de ondas. Este resultado nos ofrece valores de la velocidad de compresión (ondas P) vs profundidad en rangos más discretizados, en el cual se observa el perfil del suelo de acuerdo al relieve de los estratos.

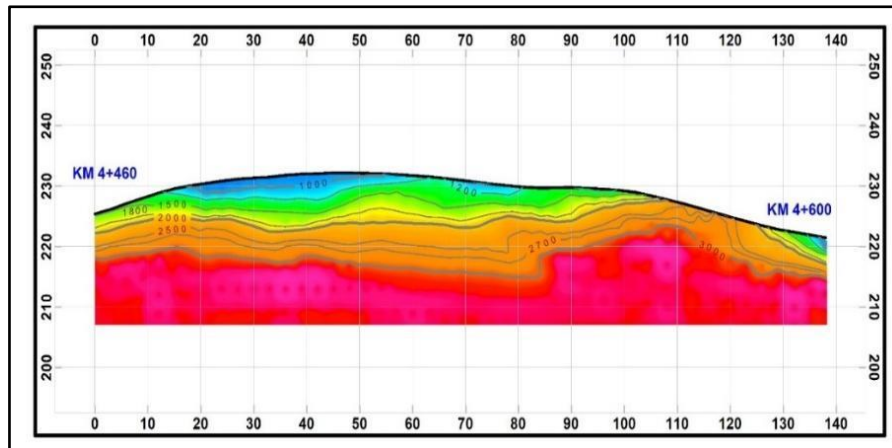


Figura 9. Perfil geosísmico del terreno según la velocidad de la onda P.

2.2.4.2 Ensayos de medición de ondas de superficie en arreglo multicanal - MASW

Los objetivos principales de la utilización de este método son los siguientes:

- Determinar los perfiles sísmicos del suelo en función a las velocidades de ondas de corte V_s .
- Determinar las características dinámicas de los estratos en función a las velocidades de las ondas de corte V_s .
- Determinar los parámetros de deformación dinámica de los suelos como es el módulo de corte (G), módulo elástico dinámico (E).

2.2.4.2.1 Método de ensayo

El ensayo es similar al de refracción sísmica, consiste en la medición de los tiempos de viaje de las ondas de corte (V_s) generadas por un golpe de impacto producidas por una comba. La diferencia principal radica que para este método se emplean geófonos de 4.5 Hz de frecuencia, además los puntos de shot o disparo se ubican a $0,2$ y $0,4$ L a los extremos de la línea, tal y como se muestra en la siguiente figura:

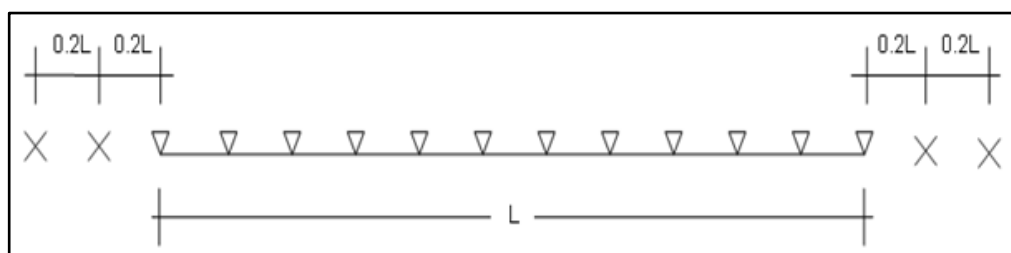


Figura 10. Distribución de puntos de disparo del ensayo MASW.

2.2.4.2.2 Equipo

El equipo para realizar el trabajo de Prospección Sísmica por el ensayo MASW es el mismo que el equipo utilizado para realizar el ensayo de refracción sísmica (sismógrafo GEODE de 24 canales) con la diferencia que los geófonos empleados son de 4.5 Hz de frecuencia.

2.2.4.2.3 Trabajos de campo

En tabla 4 se muestra la caracterización del suelo en función al Vs30 de los ensayos MASW.

Para clasificar sísmicamente el suelo se aplicó el código internacional IBC del 2009 (International Building Code) que define el tipo y nombre de suelo de acuerdo a la velocidad promedio de los 30m más superficiales (Vs 30), tal como se muestra en el siguiente cuadro:

Tabla 4: Caracterización sísmica del suelo (código internacional IBC-2009).

Tipo de suelo	Clasificación del suelo	Propiedades Promedio en los Primeros 30 Metros (Vs30*)		
		Velocidad Vs (M/S)	Resistencia a la Penetración Estándar, NSTP	Resistencia al Corte No Drenado S(psf)
A	Roca muy dura	$V_s > 1500$	N/A	N/A
B	Roca	$760 < V_s \leq 1500$	N/A	N/A
C	Suelo muy denso o roca blanda	$360 < V_s \leq 760$	NSPT >50	$S_u \geq 2000$
D	Suelo Rígido	$180 \leq V_s \leq 360$	$15 \leq \text{NSPT} \leq 50$	$1\ 000 \leq S_u \leq 2000$
E	Suelo blando	$V_s < 180$	NSPT <15	$S_u < 1000$

2.2.4.3 Parámetros de diseño en base a ensayos geofísicos.

Los métodos geofísicos aplicados a la geotecnia en especial los métodos sísmicos son útiles en varios factores una de ellas son los diferentes parámetros que pueden ser calculados a partir de la correlación entre las velocidades de ondas de compresión (Vp) y de ondas de corte (Vs) obtenidos de los estudios de refracción sísmica y de MASW respectivamente para el uso que sea necesario en el análisis de ingeniería.

2.2.4.3.1 Parámetros de deformación

Las técnicas sísmicas permiten obtener la velocidad de propagación de las ondas sísmicas P (primarias) y de las ondas sísmicas S (secundarias). Con estos valores de velocidad de propagación de las ondas P y S (V_p y V_s) a través del terreno y los pesos volumétricos obtenidos se determina la relación de Poisson (ν), el Módulo de Elasticidad Dinámico (E_d), el Módulo de Corte Dinámico (G_d), y el Módulo Volumétrico Dinámico (K_d) de los suelos o macizos rocosos.

Coefficiente de Poisson:

$$\nu = \frac{\left(\frac{V_p}{V_s}\right)^2 - 2}{2\left(\frac{V_p}{V_s}\right)^2 - 2}$$

Módulo de Corte:

$$G_d = \gamma \cdot V_s^2$$

Módulo de Young:

$$E_d = 2 \cdot G_d(1 + \nu)$$

Módulo Volumétrico:

$$K_d = \frac{E_d}{3 \cdot (1 - 2\nu)}$$

Tabla 5: Valores representativos de la relación de Poisson (ν). (Suárez Díaz, 1998), (Salem, 2000).

Tipo de Material	Relación de Poisson, ν
Arcilla	0.40-0.5
Arcilla Blanda	0.15-0.25
Arcilla Media	0.2-0.5
Arena	0.30-0.40
Arena Densa	0.3-0.45
Arena Limosa	0.2-0.4
Arena Media	0.25-0.4
Arena Seca	0.3-0.35
Arena Suelta	0.2-0.4
Materiales en la Superficie con Saturación de Aire o Arenas de Cuarzo Puro	0.1
Roca	0.15-0.25
Rocas muy Blandas	0.45
Rocas muy Duras	0-0.05
Sedimentos no Consolidados y no Saturados	0.31
Suelo; Anisotrópicos	-1.5
Suelos Superficiales con Presencia de Humus	<0.5

2.2.5 Evaluación geomecánica del macizo rocoso

El comportamiento y el aspecto de un macizo rocoso están directamente relacionados con el número de familias de discontinuidades existentes y su distribución espacial. Un macizo rocoso puede abarcar a una masa sólida, continua, o bien llegar al extremo de tener tantas fisuras que en conjunto se comportará como si estuviera compuesto de partículas íntimamente embonadas, sin resistencia alguna en condiciones de no-confinadas. Por ellos es necesario obtener los valores geomecánicos de la roca, Los planos de discontinuidades ofrecen diferentes grados de resistencia según estén cerradas, según la rugosidad que tengan, si estando abiertas posean material de relleno o no, y del tipo de material de relleno, pudiendo variar la capacidad de soporte de la roca y el grado de estabilidad del macizo.

2.2.5.1 Evaluación geomecánica

La evaluación geomecánica, consiste básicamente en la medición detallada de la orientación de los planos (juntas, estratificaciones y fallas) que cortan el macizo rocoso. También se evalúa la alteración/meteorización, estructura, rugosidad, persistencia, espaciamiento de las discontinuidades, para ser incorporadas en la clasificación del macizo rocoso y en la determinación de las familias principales de discontinuidades.

2.2.5.2 Clasificación geomecánica de Bieniawski (Rock Mass Rating - RMR)

El sistema de valoración del macizo rocoso (Rock Mass Rating), también conocido como Clasificación Geomecánica, fue desarrollado por Bieniawski durante los años 1972-1973. Este método es aceptado debido a su inherente facilidad de uso y versatilidad en la práctica de la ingeniería, involucrando túneles, cámaras, minas, taludes y cimentaciones. No obstante, como indican muchos investigadores es importante que el sistema RMR sea usado para el propósito para el cual fue desarrollado y no como respuesta a todos los problemas de diseño.

La evaluación geomecánica de Bieniawski, permite estimar la calidad del macizo rocoso, mediante la cuantificación de parámetros de fácil medición. Los parámetros involucrados en la cuantificación de la calidad del macizo rocoso, son los siguientes:

- Resistencia de la roca intacta (Carga Puntual).
- Razón de calidad de la roca (RQD).
- Espaciamiento de las discontinuidades.
- Condición de las discontinuidades (rugosidad).
- Separación de las discontinuidades (apertura).
- Persistencia.
- Relleno.
- Grado de meteorización o alteración de la roca.

La valoración de la calidad del macizo rocoso en relación al índice RMR viene determinado en la tabla 6 de la siguiente manera:

Tabla 6: Calidad del macizo rocoso en relación al índice RMR.

Valoración	Clase	Descripción
100 - 81	I	Muy Buena
80 - 61	II	Buena
60 - 41	III	Regular
40 - 21	IV	Mala
< 20	V	Muy Mala

A continuación, se describen los parámetros involucrados para la evaluación de la calidad del macizo rocoso:

Resistencia de la roca intacta: Este parámetro mide la resistencia a la rotura de la roca. La resistencia de la matriz rocosa puede ser estimada en el afloramiento mediante índices de campo que permiten una aproximación al valor de la resistencia de la roca. Este ensayo se realiza midiendo el número de golpes necesarios para romper una muestra representativa (resistencia al golpe de martillo de geólogo).

Razón de calidad de la roca (RQD): El fracturamiento del macizo rocoso está ligado al número y condiciones de las fracturas que afectan a los materiales geológicos. Estas condiciones incluyen sobre todo la densidad de fracturas y el espaciado; el tipo de fracturas, su estado y características. El grado de fracturamiento se expresa habitualmente por el valor del índice RQD; y en base a su valor se califica la calidad del macizo rocoso. (Vallejo, 1998).

Tabla 7: Calidad del macizo rocoso en relación al índice RMR.

RQD (%)	Calidad de la Roca
< 25	Muy mala
25 a 50	Mala
50 a 75	Regular
75 a 90	Buena
90 a 100	Excelente

(Fuente: Modificado de Gonzales de Vallejo, 1998).

Espaciamiento de las discontinuidades: El espaciado se define como la distancia entre dos planos de discontinuidad de una misma familia, medida en la dirección perpendicular a dichos planos. El espaciado entre dos planos de discontinuidad condiciona el tamaño de los bloques de matriz rocosa y por tanto, define el papel que esta tendrá en el comportamiento mecánico del macizo rocoso, (Gonzales, 1998).

Tabla 8: Calidad del macizo rocoso en relación al índice RMR.

Espaciado (m)	Descripción
< 0.06	Muy Junto
0.06 a 0.2	Junto
0.2 a 0.6	Moderadamente Junto
0.6 a 2	Separado
> 2	Muy separado

Fuente: Modificado de (Gonzales, 1998).

Condición de las discontinuidades (rugosidad): La rugosidad de la superficie de una discontinuidad es un parámetro importante ya que determina en parte la resistencia al corte de la misma, teniendo en cuenta que a mayor rugosidad mayor es la resistencia de los planos de discontinuidad al deslizamiento. Cabe mencionar que la resistencia decrecerá con el aumento de la apertura, con el espesor del relleno y con el desplazamiento experimentado entre las paredes de los planos de discontinuidad.

Separación de las discontinuidades (apertura): Es la distancia vertical en milímetros (mm), que separa las paredes adyacentes de una discontinuidad. La Apertura de las discontinuidades varía mucho en función de las zonas del macizo rocoso. En superficie puede ser elevada, pero según profundiza suele decrecer hasta cerrarse o reducirse a unas pocas décimas de milímetro. Su influencia en la resistencia al corte es importante incluso en discontinuidades con muy poca apertura, al modificar las tensiones efectivas que actúan sobre las paredes de la discontinuidad.

Persistencia de la discontinuidad: La persistencia o continuidad de un plano de discontinuidad viene definido como su longitud o extensión superficial observada. La continuidad define en gran parte si la matriz rocosa estará involucrada o no en los procesos de rotura del macizo rocoso, y en qué grado va a condicionar los parámetros resistivos globales.

Tabla 9: Calidad del macizo rocoso en relación al índice RMR.

Persistencia	Longitud de Traza (m)
Muy alta	> 20
Alta	10 a 20
Media	3 a 10
Baja	1 a 3
Muy Baja	< 1

Fuente: Modificado (Gonzales, 1998)

Relleno: Material de naturaleza distinta a la roca, que ocupa el espacio entre discontinuidades adyacentes. La presencia de relleno gobierna el comportamiento de la discontinuidad por lo que debe ser descrito y registrados todos los aspectos referentes a sus propiedades y composición mineralógica, si se trata de materiales blandos o alterados.

Grado de meteorización o alteración de la roca: Es el grado de alteración que presenta el macizo rocoso, debido a diversos agentes físicos como el agua, viento, cambios de temperatura, etc. Estas alteraciones pueden reducir drásticamente la competencia (resistencia) de la roca y generar la inestabilidad del macizo rocoso.

2.2.5.3 Valoración Slope Mass Rating (SMR)

La clasificación RMR descrita anteriormente ha sido complementada con factores de reducción que dependen de la interrelación de los elementos de orientación de las discontinuidades con la obra de ingeniería, así como de los métodos de excavación. En función al sistema de valoración propuesto por Bieniawski en 1979, Romana en 1985, propuso un sistema de valoración de aplicación a taludes, este sistema llamado SMR (Slope Mass Rating), considera el efecto de la discontinuidad del macizo rocoso en función al corte del talud, por otro lado, considera, el tipo de falla predominante y método de excavación, el siguiente cuadro resume la valoración propuesta y la que utilizaremos en la evaluación:

Tabla 10. Descripción generalizada del SMR (Romana, 1985)

Clase	V	IV	III	II	I
SMR	0 - 20	21 – 40	41 - 60	61 - 80	81 - 100
Descripción	Muy Mala	Mala	Regular	Buena	Muy Buena
Estabilidad	Muy inestable	Inestable	Parcialmente Estable	Estable	Totalmente Estable
Tipo de Falla	Planar o como suelo	Planar o cuñas grandes	Algunas juntas o muchas cuñas	Algunos bloques	Ninguno
Soporte	Re-excavación	Correctivos Vastos	Sistemático	Ocasional	Ninguno

2.2.6 Análisis cinemático en discontinuidades

El grado de estabilidad de los taludes de corte es determinado a partir resultado de la evaluación geomecánica de los taludes rocosos, pues como es conocido, el comportamiento de un macizo rocoso está directamente relacionado con el número de familias de discontinuidades existentes, su distribución espacial y orientación con respecto al talud en estudio.

Del análisis que se realiza en el macizo rocoso se ha evalúan los siguientes tipos de falla:

- Falla tipo planar
- Falla tipo cuña
- Falla por volteo

a) Falla tipo planar

Se trata del tipo de falla más frecuente que se presenta en un talud, y se produce cuando existe una fractura dominante en la roca, convenientemente orientada respecto al talud. En la salida del programa de cómputo Dips, la zona de ocurrencia de falla planar está limitada por el ángulo de fricción y el buzamiento del talud. Este tipo de falla está asociado a las siguientes condiciones.

El plano de rotura ha de ser más o menos paralelo al del talud (+ o – 20°).

El plano de rotura debe aflorar en la cara del talud (menor buzamiento que este).

El buzamiento del plano de rotura debe ser mayor que su ángulo de fricción.

Necesita de superficies de despegue laterales para permitir la salida del material deslizante.

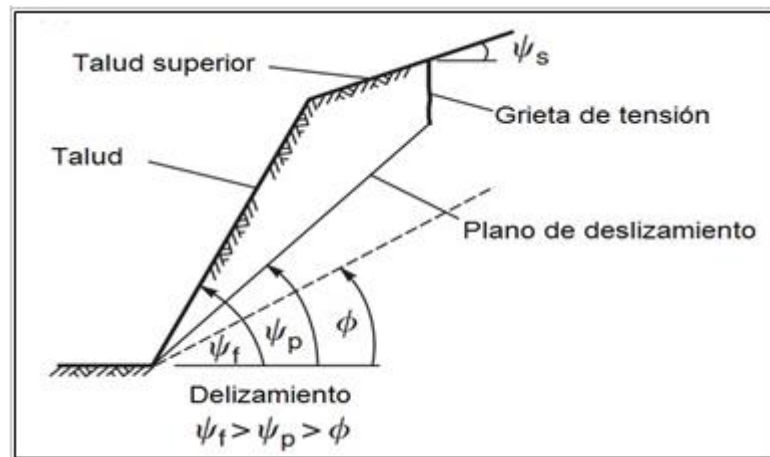


Figura 11. Planos de deslizamiento (Adaptado de Hoek and Bray, 2005)

Dónde:

Ψ_f : Ángulo de inclinación del talud.

Ψ_p : Ángulo de inclinación de la discontinuidad.

Φ : Ángulo de fricción de la roca.

b) Falla tipo cuña

Este tipo de falla se produce a través de dos discontinuidades dispuestas oblicuamente a la superficie del talud con la línea de intersección de ambas, aflorando en la superficie del mismo además del buzamiento desfavorable. La obtención del factor de seguridad es más compleja que en el caso de rotura planar debido a que el cálculo debe hacerse en tres dimensiones, entrando en la caracterización geométrica del problema, lo cual conlleva un número mucho mayor de variables angulares.

c) Falla tipo volteo

La falla por volteo se produce cuando dos familias de discontinuidades ortogonales convenientemente orientadas originan un sistema de bloques. El análisis de estabilidad de taludes se determina para cada talud por la variación de la dirección de las discontinuidades.

2.2.7 Metodología para definición de parámetros geotécnicos

La definición de los parámetros geotécnicos se realiza en base a las exploraciones de campo y ensayos de laboratorio, siendo los parámetros de mayor interés, citados por (Bowles, 1988), los mencionados a continuación:

- Parámetros de resistencia y deformación: ángulo de fricción (ϕ), cohesión (c) y módulo de deformación (E).
- Características físicas: peso específico (γ)

2.2.7.1 Metodología de determinación de los parámetros de resistencia cortante del macizo rocoso.

Criterio de rotura lineal de Mohr-Coulomb: El criterio de rotura de Mohr-Coulomb, introducido por primera vez por Coulomb en el año 1773, inicialmente pensado para el estudio en suelos, es un criterio de rotura lineal. Esto significa, tal y como se ha indicado anteriormente, que la ecuación que define la superficie de fluencia es una ecuación lineal. Aunque el comportamiento de la roca en un ensayo triaxial no concuerda con un modelo lineal, Mohr-Coulomb se sigue utilizando mucho por su sencillez y comodidad. Generalmente para el caso del criterio de Mohr-Coulomb, se define el criterio de rotura en función de la tensión tangencial y la tensión normal en un plano. En este caso la superficie de fluencia es de la forma $\tau = f(\sigma)$. La expresión matemática de dicha ecuación es:

$$\tau = C + \sigma n \tan \phi$$

Dónde:

C : Cohesión, una constante que representa la tensión cortante que puede ser resistida sin que haya ninguna tensión normal aplicada.

ϕ : Ángulo de fricción.

τ : Esfuerzo tangencial que actúa en el plano de rotura.

Σn : Esfuerzo normal que actúa en el plano de rotura.

La cohesión y el ángulo de fricción, para el siguiente proyecto es determinado en función de la valoración GSI obtenido del RMR y utilizando los siguientes gráficos:

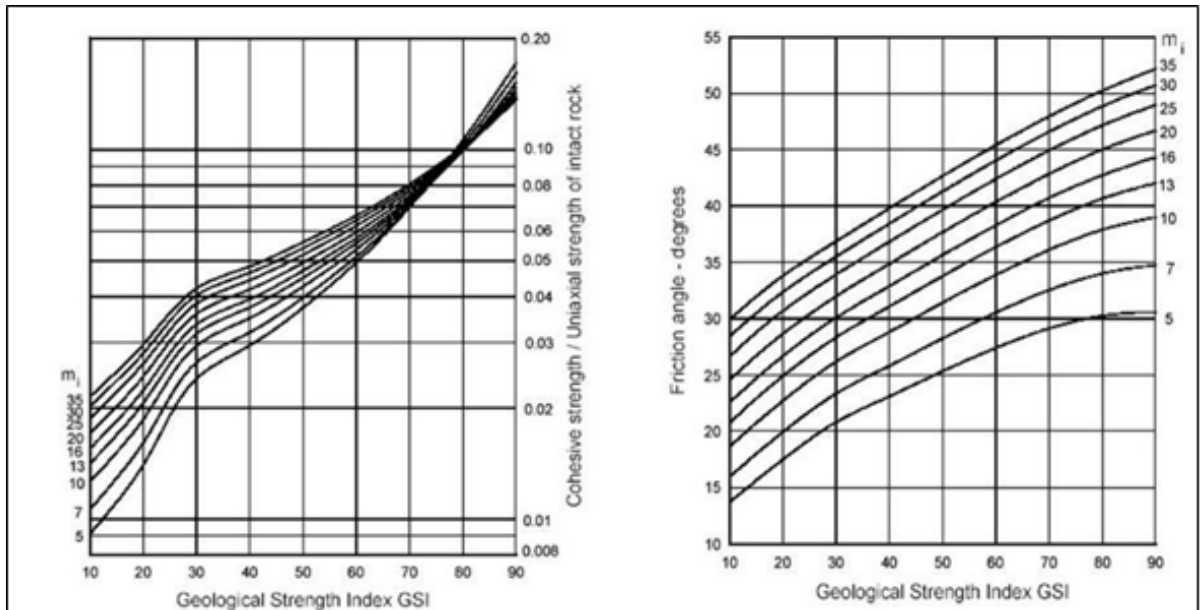


Figura 12. Cohesión y fricción a partir del GSI.

Criterio de rotura no lineal de Hoek y Brown: El criterio de rotura de Hoek & Brown en su versión original, fue introducida en 1980 (Hoek E. , 1985), desde entonces su uso se ha generalizado en el ámbito de la mecánica de rocas. El criterio ha sufrido varias modificaciones, así como la introducción de nuevos parámetros para definir el estado del material, y nuevas propuestas para obtener la caracterización del macizo, la última en 2002 (al, 2002).

Se trata de un criterio no lineal, puramente empírico, que permite valorar, de manera sencilla, la rotura de un medio rocoso mediante la introducción de las principales características geológicas y geotécnicas. En su revisión más moderna, responde a la expresión:

$$\sigma_1 = \sigma_3 + \sigma_c \left(m \cdot \frac{\sigma_3}{\sigma_c} + s \right)^a$$

Dónde:

σ_c : Resistencia a la compresión simple.

M: Parámetro relacionado con la naturaleza friccionante del terreno.

s, a: Constantes que dependen de la naturaleza del terreno.

Los parámetros m , s y a del macizo rocoso han sido determinados mediante las siguientes expresiones:

$$m = m_i e^{\left(\frac{GSI - 100}{28 - 14xD}\right)}$$

$$s = e^{\left(\frac{GSI - 100}{9 - 3 * D}\right)}$$

$$a = 0,65 - \frac{GSI}{200}$$

Dónde:

mi : Es un parámetro dependiente de la litología de la roca. Este valor lo tomamos de los valores propuestos por (al, 1998).

GSI : Valor sustituido del RMR (al, 1998).

RMR : Índice de Bieniawski correspondiente al macizo rocoso.

D : Factor de perturbación del macizo rocoso, (al, 2002).

MR : Relación modular, asumido sobre la base de las sugerencias (Diederichs, 2006).

2.2.7.2 Metodología de determinación del módulo de deformación en roca

Basándose en la clasificación geomecánica, varios autores han propuesto criterios empíricos para estimar el módulo de deformación del macizo rocoso, tales como, (Bieniawski, 1978), (Pereira, 1983), (Goodman, 1980), (Hoek, 1995), (Barton, 1993), (Gokceoglu, 2003), etc.

- (Bieniawski, 1978), (Pereira, 1983)

$$E_m = (2 GSI - 100) \text{ en GPa,} \quad \text{para } GSI > 50$$

$$E_m = (10^{(GSI-10)/40}) \text{ Gpa,} \quad \text{para } GSI < 50$$

- (Goodman, 1980)

$$E_m = E_i e,$$

Dónde:

- E_i : $R \times \sigma_{ci}$
 M_i : Modulo de Elasticidad de la roca intacta
 e : Espaciamiento de discontinuidades

- (Hoek, 1995)

$$E_m = \sqrt{\frac{\sigma_{ci}}{100}} 10^{\frac{GSI-10}{40}} \text{ en Gpa}$$

- (Gokceoglu, 2003)

$$E_m = 145.1 e^{0.0654 GSI}$$

- (Diederichs, 2006)

Recientemente, en base a una revisión de varios criterios, resultados de ensayos in situ en China y Taiwán, (Diederichs, 2006) propusieron una relación para determinar el módulo de deformación del macizo rocoso (E_m) en función del GSI, módulo de elasticidad de la roca intacta (E_i) y el grado de perturbación del macizo (D) por causa de la detonación de las voladuras y alivio de tensiones. La relación se expresa por:

$$E_m = E_i \left[0.02 + \frac{1-0.5 D}{1 + e^{\frac{60+15 D - GSI}{11}}} \right]$$

2.2.7.3 Parámetros de resistencia cortante en discontinuidades

Para evaluar la estabilidad de los macizos rocosos, cuyo comportamiento es gobernado por sus discontinuidades, se empleó el método del equilibrio límite, utilizando el criterio de rotura de Barton y Bandis.

Existen muchos métodos y/o criterios para cuantificar los parámetros de resistencia corte de las discontinuidades, una de ellas es la relación entre el ángulo de fricción total ($\varphi + i$), la resistencia de la roca y la presión normal (Barton, 1993) quien definió la siguiente ecuación empírica:

Dónde:

JRC : Coeficiente de rugosidad de la junta

Σ_j : Resistencia a la compresión de la roca en la superficie de la fractura (JCS)

σ' : Esfuerzo normal efectivo.

El término $JRC \log_{10} (\sigma_j / \sigma')$ equivale al ángulo i . Cuando se tienen altos niveles de esfuerzos normales, este ángulo tiende a cero. La suma de $\phi + i$ no debe exceder 70 grados y el rango de σ_j / σ' generalmente, varía entre 3 y 100.

La ventaja de utilizar el criterio de Barton es la facilidad para determinar los parámetros que controlan la ecuación. Barton consideró que la resistencia a la cortante de las discontinuidades es la suma de tres componentes:

- Un componente de fricción básico dado por ϕ_r .
- Una componente geométrica, controlada por la rugosidad JRC.
- Una componente de la falla de las asperitas, controlada por σ_j / σ' .

El JCS, viene dado por la resistencia a la compresión de las discontinuidades o la resistencia a la compresión simple de la roca " σ_c ", la cual se puede obtener mediante el ensayo de carga puntual y el martillo Schmidt, cuando la discontinuidad se encuentra alterada. En términos numéricos JCS viene definida por la siguiente expresión:

Dónde:

R : Numero de rebote de la roca sana, que puede ser sustituido por " r " que es el rebote en la pared de la discontinuidad.

γ : Densidad de la roca en kN/m^2

σ_c : Resistencia a la compresión simple de la roca en Mpa.

Angulo de fricción residual (ϕ_r): Para su determinación, se utiliza el criterio de (Choubey, 1977) a partir de la resistencia del martillo Schmidt. El ángulo de fricción residual resulta ser menor en la mayoría de los casos menor que ángulo de fricción basal (ϕ_b), el cual se determina mediante el ensayo de Tilt Test y refleja la resistencia al deslizamiento de las discontinuidades sin meteorizar. Su valor viene representado por la siguiente expresión:

Para determinar la cohesión dependerá del relleno de las fracturas considerando los siguientes elementos:

- Mineralogía del material del relleno.
- Gradación y tamaño de las partículas.
- Contenido de agua y permeabilidad
- Movimientos anteriores.
- Rugosidad de las paredes.
- Ancho.
- Fracturación de las paredes.
- Grado de meteorización.
- Potencial de expansión del relleno.

2.2.8 Cálculo de capacidad admisible en macizo rocoso

Para estimar la capacidad admisible del macizo rocoso, se han empleado criterios que llevan en cuenta las características de la matriz rocosa y del macizo rocoso en general. Dichos criterios se describen a continuación:

Criterio de Hoek et al: Según (al, 2002) el inicio de la rotura en el contorno de la excavación se produce cuando los esfuerzos inducidos por la excavación sobrepasan la resistencia del macizo. Esta resistencia es dada por la siguiente expresión:

$$q_u = \sigma'_{cm} = \sigma_{ci} S^a$$

Cuando es necesario evaluar la rotura global del macizo rocoso, antes del inicio de la rotura del mismo, como es el caso de los pilares, entonces la resistencia es dada por:

$$q_u = \sigma'_{cm} = \sigma_{ci} \frac{[m_b + 4s - a(m_b - 8s)](m_b/4 + s)^{a-1}}{2g(1+a)(2+a)}$$

Dónde:

$$m_b = m_i \left[\exp \left(\frac{GSI - 100}{28 - 14D} \right) \right]$$

Siendo GSI (Geological Strength Index) es una clasificación geomecánica (Hoek, 1995); (Hoek K. y., 1995), mi un parámetro que depende del tipo de roca y RMR el parámetro de clasificación s y a son constantes del macizo rocoso dado por las siguientes expresiones:

$$s = \exp\left(\frac{GSI-100}{9-3D}\right) \quad a = \frac{1}{2} + \frac{1}{6}(e^{-GSI/15} - e^{-20/3})$$

D es un factor que depende sobre todo del grado de alteración al que ha sido sometido el macizo rocoso por los efectos de las excavaciones (mecánicas o por voladuras) o por la relajación de esfuerzos. Varía desde 0 para macizos rocosos in situ inalterados hasta 1 para macizos rocosos muy alterados.

Criterio de (OLALLA, 2001): Finalmente se ha considerado una teoría de evaluación más moderna, desarrollada por Serrano y

Olalla donde se define la carga ultima basada en el criterio de rotura no lineal:

$$q_u = \beta(N_\beta - \zeta)$$

Dónde:

$$\beta = \frac{m\sigma_{ci}}{8} = \left(\frac{m_i\sigma_{ci}}{8}\right) e^{(RMR-100)/28} \quad \zeta = \frac{8s}{m^2} = \left(\frac{8}{m_i^2}\right) e^{(RMR-100)/25.2}$$

B : Módulo de resistencia del macizo,

ζ : Coeficiente de tenacidad,

N_β : Coeficiente de carga, es una generalización de los parámetros N_c y N_q de Prandtl, se obtiene a partir de la inclinación del terreno, inclinación de la carga (denominada i_2), y de la denominada sobrecarga externa normalizada actuando alrededor de la cimentación σ_{*01} :

$$\sigma_{*01} = \frac{\sigma_1}{\beta + \zeta}$$

Con σ_1 = sobrecarga en el plano de fundación.

Criterio AASHTO: El fundamento teórico del cálculo se apoya en la normatividad propuesta por la AASHTO (LRFD, 2004), en la medida que se considera el estado límite de servicio a nivel fundación; para el cálculo de la capacidad admisible de carga nos apoyamos en la expresión matemática siguiente:

$$Q_{adm} = \frac{N_{ms} * Co}{FS}$$

Dónde:

Q_{adm} : Capacidad de carga admisible

Co : Resistencia a la Compresión Simple

N_{ms} : Factor que es función del tipo de roca

FS : Factor de Seguridad, se utilizó igual a 3

Tabla 11. Factor que es función del tipo de roca (N_{ms}).

Rocas – (N_{ms})	RQD (%)					
	100 - 95	95 - 90	90 - 75	75 - 50	50 - 25	25 - 0
A (Carbonatadas)	3.8	1.4	0.28	0.049	0.015	
B (Argiláceas)	4.3	1.6	0.32	0.056	0.016	Calcular qult. Para masa de suelo equivalente
C (Arenáceas)	5	1.9	0.38	0.066	0.019	
D (Ígneas de grano Fino)	5.2	2	0.4	0.069	0.02	
E (Ígneas de grano grueso)	6.1	2.3	0.46	0.081	0.024	

2.2.9 Análisis de estabilidad de taludes

2.2.9.1 Generalidades

La variabilidad de cargas actuantes en el talud y la variabilidad de esfuerzos de corte con el tiempo constituyen los cambios de factores de seguridad de taludes, como consecuencia de esta es frecuentemente necesario analizar el talud para diferentes condiciones, reflejando diferentes etapas en la vida del talud.

En el presente capítulo se expone los criterios utilizados para el análisis de la estabilidad física de los muros gaviones, el cual forma parte de uno de los aspectos más importantes

dentro del proyecto, un diseño adecuado va garantizar que los taludes proyectados entreguen suficiente seguridad para mantenerse estable durante un el periodo de operación y vida útil del muro gavión.

Existen una serie de factores que afectan la estabilidad de taludes, como la configuración del muro gavión, pendiente de los taludes, grado de confinamiento, propiedades del material vertido, métodos de construcción, condiciones climatológicas, ritmo de vertido y grado de sismicidad del lugar, variables que han de ser tomadas en cuenta para evitar una posible falla.

En este sentido, cabe destacar que la estabilidad de taludes analizada, normalmente, por los métodos denominados de equilibrio límite a partir de parámetros de resistencia, sin tener en cuenta su comportamiento tensional, a partir de la cual se obtiene un factor de seguridad.

2.2.9.2 Método de Análisis.

Para elegir el método más adecuado para el análisis se necesita comprender el comportamiento del muro gavión, para lo cual es fundamental el conocimiento de las propiedades del material que la compone y las condiciones del cimiento, basándose en estos parámetros es importante determinar la posición de la rotura crítica en la sección analizada, considerando que esta sea en la condición más desfavorable.

En la literatura técnica existen una gran variedad de métodos para el análisis, aunque en principio se dividen en métodos de cálculo por deformaciones y métodos de cálculo por equilibrio límite.

El método del equilibrio límite considera una superficie de falla que puede ser circular, plana o compuesta y divide esta superficie en varias dovelas, donde en cada una de éstas son evaluados con las leyes de la estática, se determinan las fuerzas solicitantes y las fuerzas resistentes para compararlas y obtener un factor de seguridad.

La gran utilización que tiene actualmente el procedimiento de las dovelas se debe a que se pueden aplicar a una gran generalidad de problemas con un grado razonable de exactitud en la gran mayoría de casos, el cual permite considerar la acción de las presiones intersticiales, las cargas externas aplicadas sobre el talud, la existencia de diferentes materiales y en muchos casos son aplicables a superficies de rotura de cualquier forma.

2.2.9.3 Condiciones del Análisis

Las condiciones de diseño establecidos para el presente análisis fueron los siguientes:

Mínimo factor de seguridad estático a largo plazo igual a 1,5; y mínimo factor de seguridad pseudo-estático a largo plazo y para taludes permanentes igual a 1,0.

Un factor de seguridad pseudo-estático mayor que 1,0 no significa que el apilamiento de desmonte no se moverá durante un terremoto. Lo que probablemente ocurrirá es que los desplazamientos serán mínimos y no se producirán daños permanentes en la estructura, asociados al terremoto de diseño.

2.2.9.4 Criterios de Análisis

Una vez determinada los parámetros de resistencia del suelo de los múltiples perfiles y sus sinuosidades, las presiones de poro, la forma geométrica del depósito, y las condiciones de análisis, el cálculo de estabilidad de taludes necesita reconfigurarse para asegurar que las fuerzas resistentes sean suficientemente grandes que las fuerzas actuantes para evitar la falla del talud.

La incertidumbre considerando las condiciones de análisis es menor cuando las disposiciones geológicas son bien entendidas, condiciones de suelo son uniformes y profundas investigaciones geotécnicas proveen una consistente y confiable información de la zona en estudio.

Considerando todas las situaciones en el depósito en estudio se han analizado en su sección más crítica tomada de acuerdo a la evaluación topográfica, ya sea donde la altura sea mayor, o donde haya pendiente más pronunciada. Cada sección de análisis corresponde a diferentes zonas geotécnicas para así asegurar la evaluación para diferentes condiciones como la variabilidad propiedades de materiales.

La fiabilidad de los cálculos de estabilidad depende sin duda de la validez de los parámetros del suelo, la pendiente, geometría del talud y los perfiles estratigráficos.

2.2.9.5 Software Empleado para el Análisis

El programa utilizado para el modelamiento de los taludes del desmonte fue SLIDE V6.0, el cual realiza los análisis de estabilidad según equilibrio límite bidimensional, calculando el factor de seguridad con la interacción de varios estratos, diferentes pendientes, diferentes condiciones de carga, en otras palabras, es capaz de ajustarse a las secciones reales. Sin embargo, trabaja en un esquema un plano de deformación considerando una

sección constante, sin considerarla variabilidad de los parámetros de resistencia a la altura en un perfil asignado.

En este caso se ha realizado el análisis de la estabilidad estática y pseudoestática, por el Método del Equilibrio Límite (MEL), usando los modelos de (Price, 1967) y (Spencer, 2003).

2.2.10 Aspectos sísmicos del área

2.2.10.1 Generalidades

El Perú está considerado como una de las regiones de más alta actividad sísmicas. Forma parte del cinturón circunpacífico, de esta forma es necesario considerar la influencia de los sismos sobre la estabilidad del muro.

2.2.10.2 Zonificación Sísmica

En el territorio peruano se ha establecido 4 zonas sísmicas, las cuales presentan diferentes características de acuerdo a la mayor o menor ocurrencia de los sismos. Según el mapa de zonificación sísmica propuesto por la nueva norma de diseño sismorresistente E-030 del reglamento nacional de construcciones (2018), presentado en la Figura 12, el área de estudio se encuentra comprendida en la zona 4 clasificada como zona de alta sismicidad.

2.2.10.3 Coeficiente sísmico

Para una evaluación de estabilidad por sismo es necesario conocer el coeficiente sísmico del área de estudio. Según (Alva, 1993) publicaron es estudio de Peligro Sísmico del Perú, utilizando una metodología que integra informaciones sismo-tectónicas, parámetros sismológicos y leyes de atenuación regionales para diferentes mecanismos de ruptura. Los resultados fueron expresados en curvas de peligro sísmico (Figura 13), relacionando aceleraciones con su probabilidad de excedencia.

En caso de considerar la influencia del componente vertical, de acuerdo a la norma de diseño sismorresistente E 030 (DS N° 003-2019-Vivienda) del Reglamento Nacional de Edificaciones, ésta deberá estimarse como los $\frac{2}{3}$ del valor de la aceleración horizontal máxima.

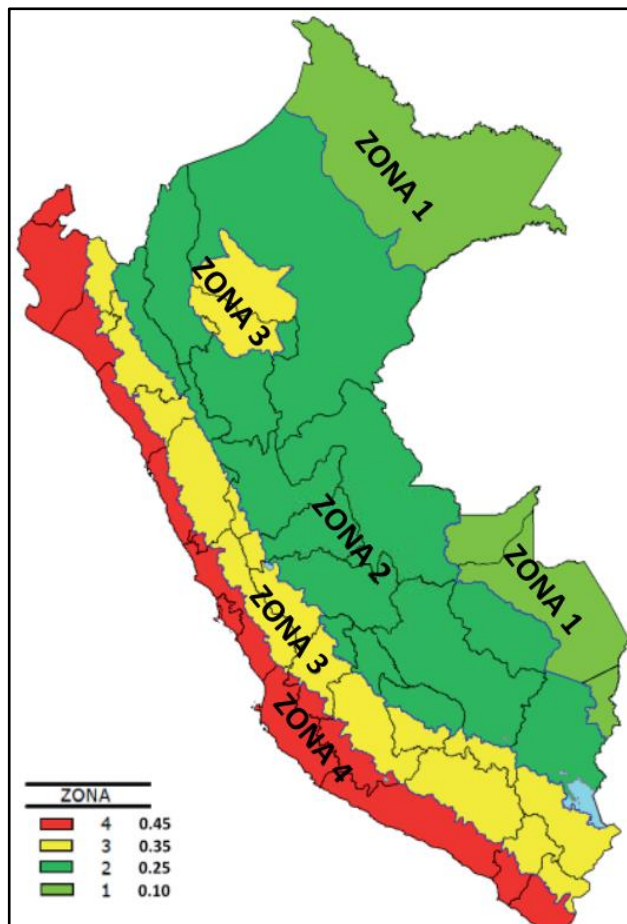


Figura 13. Zonificación sísmica de Perú.

(E.030 RNE 2016)

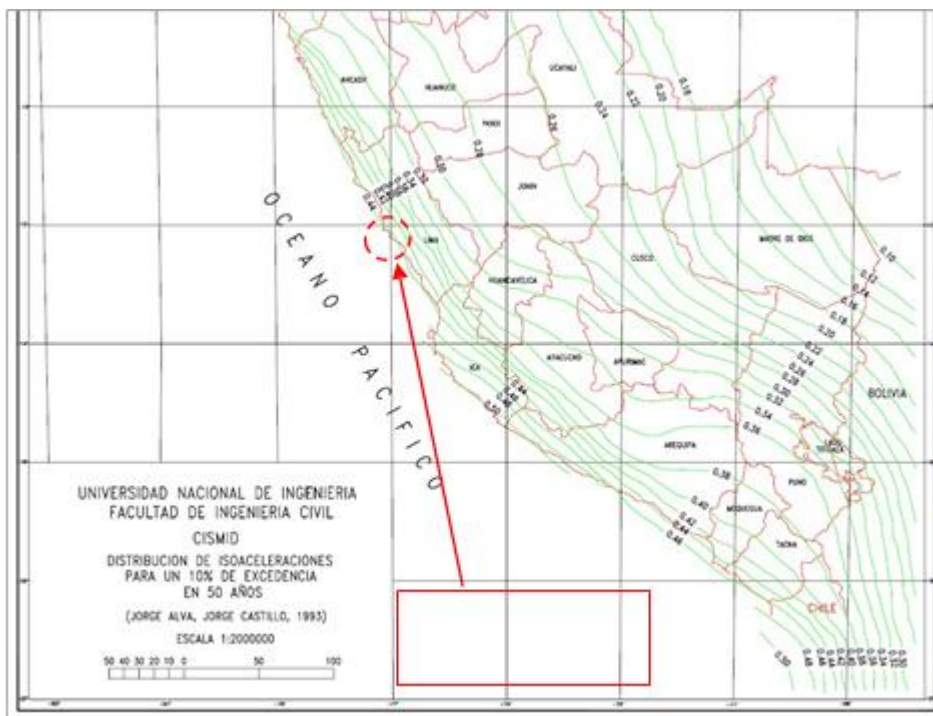


Figura 14. Curvas de Isoaceleraciones para 10% de excedencia en 50 años (Castillo y Alva, 199).

2.3 Definición de términos

Viabilidad.- La viabilidad es el estudio de un proyecto de éxito, lo cual debería ser técnicamente factible, rentable, necesidad de mercado, económicamente justificable y protección al medio ambiente.

Gaviones. Los gaviones consisten en una caja o cesta de forma prismática rectangular, rellena de piedra o tierra, de mimbre o mallas metálicas de acero inoxidable o hierro galvanizado con bajo contenido de carbono (Macaferri, 2002)

Estabilidad De Muros. La estabilidad puede ser entendida como la capacidad de un cuerpo de mantener el equilibrio, es decir de evitar ser desequilibrado. También se ha descrito a la estabilidad como la propiedad de volver a un estado inicial previo a la perturbación. Johansson et al 1991, en (Lephart, 2002).

Geotecnia: Es rama de la geología, recibe aportes de la ingeniería civil que se ocupa del estudio de la interacción entre el terreno y las construcciones.

Muros De Contension Por Gravedad. Son aquellos construidos de concreto ciclópeo o gaviones y su estabilidad está ligada al peso propio de este y al suelo sobre el que se apoya

Monitoreo. Control y seguimiento continuo en un determinado tiempo los registros obtenidos.

2.4 Hipótesis

2.4.1 Hipótesis general

El método de monitoreo de placas influye en la verificación de desplazamiento de muro gavión en la urbanización Álamos de Monterrico, Surco - Lima.

2.4.2 Hipótesis específicas

- a) El aspecto geológico influye en el método de monitoreo de placas para la verificación del desplazamiento de muro.
- b) Las exploraciones geotécnicas influyen en el método de monitoreo de placas para la verificación del desplazamiento de muro gavión.
- c) El comportamiento sísmico influye en el método de monitoreo de placas para la verificación del desplazamiento de muro gavión.

2.5 Variables

2.5.1 Definición conceptual de la variable

Variable Independiente (X):

Método de monitoreo de placas:

El método de monitoreo de placa es la instalación de los puntos de control topográfico con la finalidad de controlar cualquier movimiento o desplazamiento del muro gavión.

Variable Dependiente (Y):

Desplazamiento de muro gavión

Estudia el desplazamiento horizontal y vertical o asentamientos de estructura de muro gavión.

2.5.2 Definición operacional de la variable

Variable Independiente

Método de monitoreo de placas: los puntos de control topográfico intervienen directamente en el desplazamiento horizontal y vertical del muro gavión.

Variable Dependiente

Desplazamiento de muro gavión: El control de desplazamiento interviene directamente en la estabilidad física del muro gavión.

2.5.3 Operacionalización de la variable

Tabla 12. Operacionalización de la variable.

Tipo De Variable	Nombre de la Variable	Dimensiones	Indicadores
Independiente	Método de monitoreo de placas	Control topográfico Análisis de datos	Levantamiento topográfico Procesamiento de data
Dependiente	Verificar desplazamiento de muro gavión en la urbanización Álamos de Monterrico, Surco – Lima.	Aspecto geológico Exploraciones geotécnicas Sismo	Exploración en campo Ensayos de laboratorio Parámetros geotécnicos Análisis de estabilidad

(Elaboración propia)

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

4.1 Método de investigación

En el presente trabajo de investigación se utilizó el método científico.

Científico: Porque se basa en la observación de los desplazamientos del muro gavión y se formuló una hipótesis y se experimentó el método de monitoreo de placas y análisis de los resultados.

4.2 Tipo de investigación

El tipo de investigación fue de tipo aplicada.

Aplicada: Porque se basa en la aplicación de conocimientos teóricos, práctico y es aplicado en el campo de la investigación.

4.3 Nivel de investigación

El nivel de investigación fue el explicativo, porque nos permite obtener datos reales y aceptables para el control topográfico, esto nos lleva a seguir la secuencia de normas, cálculos demostrados y confiables para llevar a cabo el control y estabilidad física del muro gavión.

4.4 Diseño de la investigación

El diseño de investigación fue cuasi - experimental, porque existe una exposición, una respuesta y una hipótesis para contrastar, la investigación no es aleatoria, aunque el factor de exposición es manipulado por el investigador.

4.5 Población y muestra

4.5.1 Población. -

La población está constituida por los muros de gavión construidos en el área de estudio, 250 metros existentes en la urbanización Álamos de Monterrico

4.5.2 Muestra. -

El tipo de muestreo fue no probabilístico o dirigido, y la muestra solo se tomó 50 metros lineales del muro gavión en la urbanización Álamos de Monterrico.



Figura 15. Población y muestra de la investigación (Elaboración propia)

4.6 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

- Suministro e instalación de las placas de control topográfico.
- Levantamiento topográfico de los puntos de control topográfico.
- Sondeos geofísicos.
- Mapeo geológico-geotécnico.
- Estaciones geomecánicas.
- Ensayos de Campo y Muestreo.
- Se empleó la observación in situ a través de registros de observación.

4.7 Procesamiento de la información

- Levantamiento de topográfico con estación total.
- Monitoreo de los puntos de control topográfico.
- Analizar el estudio geológico.
- Determinar los parámetros geotécnicos.
- Analizar y determinar estabilidad del muro.

4.8 Técnicas y análisis de datos

4.8.1 Monitoreo geotécnico

La instrumentación geotécnica en el muro de gavión la lectura de las placas de control topográfico se realizará a través de una estación total, el método de recolección de datos se hará a través de su mismo colector, dichos datos serán transferidos a un ordenador a través de puertos USB para su tratamiento en diferentes softwares.

Se desarrollarán formatos especiales por el Área de geotecnia para el control topográfico, de fácil interpretación y se deberá de realizar informes quincenales y anuales.

Se realizará la instalación de la instrumentación geotécnica se hará cargo de las pruebas en campo, validación de datos, mantenimiento de equipos y calibración de los mismos.

4.8.1.1 Diseño y suministro de placas de control topográfico

Las placas de control topográfico es una estructura de concreto simple $F'c = 175 \text{ Kg/Cm}^2$. La placa tiene un ancho de 5 pulg y largo de 5 pulg y un espesor de 1 pulg.

En el plano 2019-DC-102 y figura se muestra la configuración de la placa

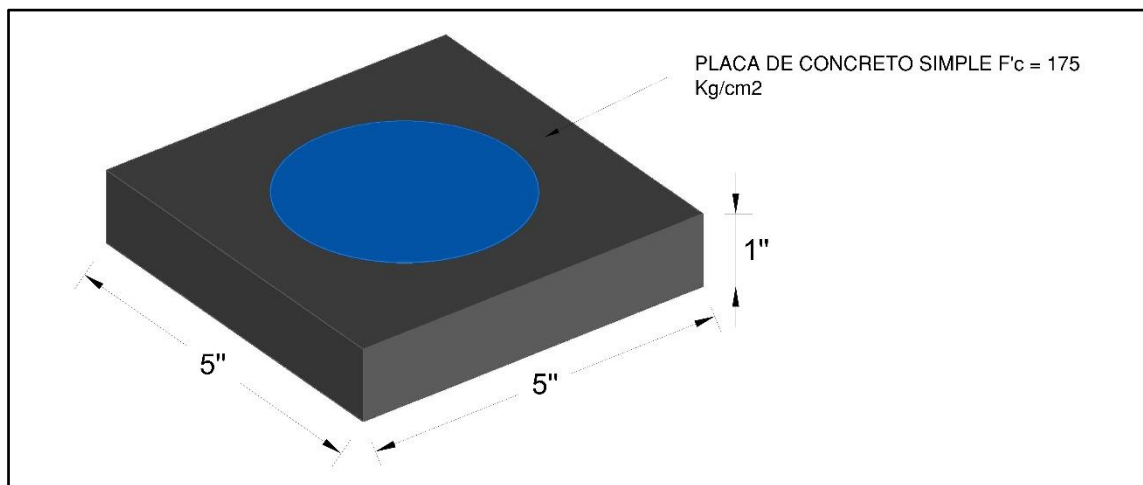


Figura 16. Diseño de la placa de control topográfico.



Figura 17. Suministro de las placas de control topográfico.

4.8.1.2 Instalación de placas de control topográfico

Se ha instalado (20) placas de control topográfico ubicados en las caras del muro de gavión, como se indica en el plano 2019-DC-03. La finalidad de la instalación de los puntos de monitoreo topográfico es controlar cualquier movimiento del muro gavión.



Figura 18. Área de estudio e instalación de placas de control topográfico.



Figura 19. Instalación de placas de control topográfico.

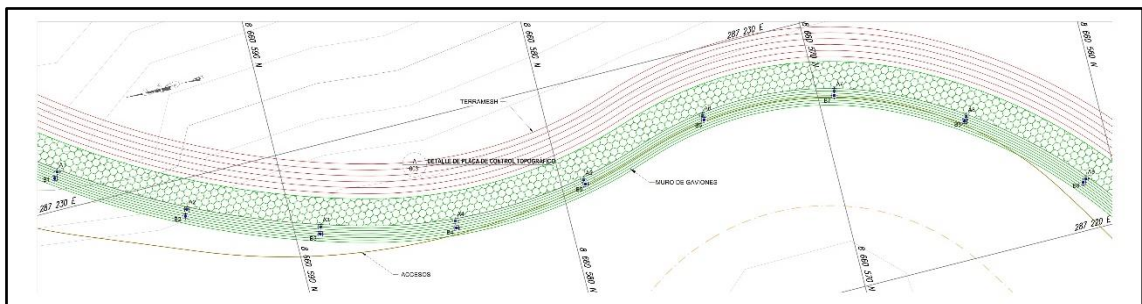


Figura 20. Vista plano en planta de la instalación de las placas de control topográfico.

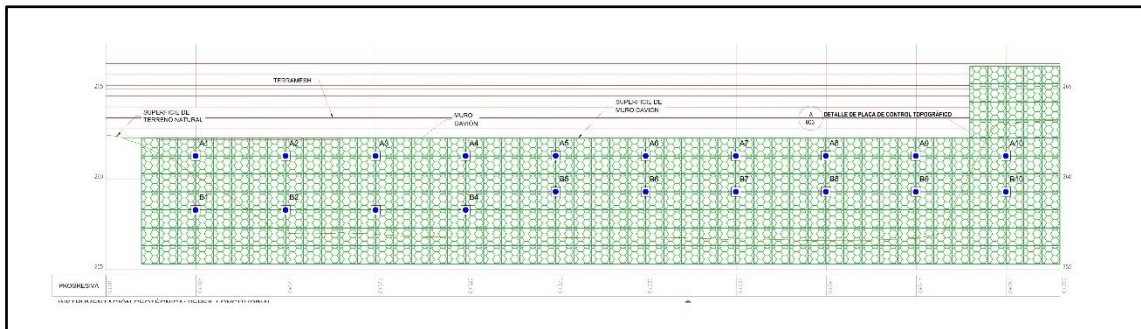


Figura 21. Vista plano de perfil longitudinal de la instalación de las placas de control topográfico.

4.8.1.3 Levantamiento topográfico de los puntos de control topográfico

La instrumentación geotécnica en el muro de gavión la lectura de los puntos de control topográfico se realizará a través de una estación total, el método de recolección de datos se hará a través de su mismo colector, dichos datos serán transferidos a un ordenador a través de puertos USB para su tratamiento en diferentes softwares.

En las Tablas 13 se muestran los resúmenes de las mediciones efectuadas respectivamente.



Figura 22. Lectura de los puntos de control topográfico.

Tabla 13. Resúmenes de las mediciones efectuadas.

Coordenadas de placas de control topográfico			
Placa N°	Norte	Este	Elevación (msnm)
A1	287,231.39	8'660,597.979	262.287
A2	287,228.88	8'660,593.660	262.27
A3	287,227.04	8'660,589.014	262.145
A4	287,226.04	8'660,584.127	262.3
A5	287,226.35	8'660,579.153	261.452
A6	287,227.58	8'660,574.314	261.954
A7	287,227.27	8'660,569.356	261.986
A8	287,225.15	8'660,564.851	261.903
A9	287,221.86	8'660,561.108	261.852
A10	287,217.67	8'660,558.356	262.001
B1	287,231.17	8'660,598.127	259.302
B2	287,228.64	8'660,593.774	259.302
B3	287,226.79	8'660,589.091	259.302
B4	287,225.78	8'660,584.146	259.302
B5	287,226.18	8'660,579.118	260.299
B6	287,227.41	8'660,574.290	260.299
B7	287,227.10	8'660,569.400	260.299
B8	287,225.01	8'660,564.948	260.299
B9	287,221.74	8'660,561.240	260.299
B10	287,217.60	8'660,558.508	260.299

4.8.1.4 Criterios de alerta referenciales

A fin de definir las condiciones de movimiento o desplazamiento de taludes o muro de gaviones son necesarios y contar con registros de lecturas confiables, se establecen los criterios de alerta temprana; se propone criterios o niveles de alerta referenciales, para definir la condición de un talud. Las placas de control topográfico, en monitoreo podrían registrar movimientos que se originan dentro de la misma estructura por nuevos apilamientos o crecimiento de la estructura, lo cual no denota necesariamente una condición de riesgo sino el reacomodo interno que sufren las partículas del material que se va apilando al estar sometido cada vez a mayor carga.

Por otro lado, las placas de control topográficos instalados que registren desplazamientos y velocidades relativas significativas, podrían denotar condiciones de riesgo en la estructura. Por lo tanto, es fundamental contar con un registro de monitoreo geotécnico

constantemente actualizado que permita implementar las medidas correctivas necesarias en caso se detecten anomalías en su estabilidad física.

A fin de determinar si los desplazamientos y/o reptaciones de los taludes antrópicos afectan al muro gavión y/o si están dentro de los desplazamientos permisibles, se tomará en cuenta los criterios de Varnes. D. J, (1978) (1996) en el que se describe el tipo de deslizamiento en relación a su velocidad de movimiento y las acciones a tomar. La opción de usar este criterio de análisis es debido a que es el más adecuado, permite correlacionar el desplazamiento con el tipo de movimiento del talud, en la Tabla tomado de Varnes, D. J., Landslide Types and Processes, Landslides and Engineering Practice, Eckel, E. B., Ed. Highway Research Board Spec. Report No. 29, Washington, DC, 1978 se puede apreciar lo expuesto.

Por otro lado, Varnes, D.J., 1978. Slope movement types and processes. In Landslides, Analysis and Control. Special Report 176, Transportation Research Board, Washington, pp. 11 -33, propone una tabla en base a la velocidad de desplazamiento y las acciones a tomar como media de remediación. Las Tablas 34 y 35 se muestran a continuación y son la base del análisis de desplazamientos de los muros de gavión.

Tabla 14: Clasificación de desplazamiento de taludes en base a la velocidad

Velocidad (m/s)	Movimiento	Radio	Clasificación
10 E+2 10 1	Extremadamente Rápido	3 m/sec	Avalancha y Flujos
10 E - 1 10 E - 2 10 E - 3	Muy Rápido	0.3 m/min	
10 E - 4 10 E - 5	Rápido	1.5 m/día	
10 E - 6 10 E - 7	Moderado	1.5 m/mes	Deslizamiento
10 E - 8	Lento	1.5 m/año	
10 E - 9	Muy Lento	0.3 m/5 años	
	Extremadamente Lento		Creep

Estado Final ↑ Estado Final ↑ Estado Final ↑ Estado Final ↑ Estado Final ↑
 Estado Intermedio ↑ Estado Intermedio ↑ Estado Intermedio ↑ Estado Intermedio ↑ Estado Intermedio ↑
 Estado Inmediato ↑ Estado Inmediato ↑ Estado Inmediato ↑ Estado Inmediato ↑ Estado Inmediato ↑
 Deslizamiento Planar (macizo rocoso)
 Deslizamiento Rotacional

Fuente: Según Varnes. D.J "Landslides and Engineering Practice"

Tabla 15: Nivel de Exposición y Peligro de la Reptación de Taludes

Clase de Velocidad	Movimiento	Velocidad (mm/sec)	Velocidad Típica	Respuesta Humana
7	Extremadamente Rápido	5×10^3	5 mt/sec	-
6	Muy Rápido	5×10^1	3 mt/min	-
5	Rápido	5×10^{-1}	1.8 mt/hor	Evacuación
4	Moderado	5×10^{-3}	13 mt/mes	Evacuación
3	Lento	5×10^{-5}	1.6 mt/año	Mantenimiento
2	Muy Lento	5×10^{-7}	16 mm/año	Mantenimiento
1	Extremadamente Lento	-	-	-

Fuente: Segun Varnes.D.J "Landslides Types and Processes" – 1996

4.8.2 Geología Regional

4.8.2.1 Geomorfología Regional

Se identificó 3 unidades geomorfológicas principales a nivel regional donde se enmarca la zona de estudio y la cual se menciona a continuación:

Planicies costaneras: Esta unidad geomorfológica se desarrolla entre el borde litoral y las estribaciones de la cordillera occidental, constituida por una faja angosta de territorio paralela a la línea de la costa. En la zona de estudio a nivel regional la planicie costanera se enmarca dentro del denominado como aluvial del río Rímac.

Conos Deyectivos: Constituyen amplias superficies conformados por gravas, arenas y material fino, provenientes del transporte y sedimentación del río Rímac. Esta unidad geomorfológica sobre la cual se asienta la ciudad de Lima es conocida como "Cono Deyectivo Aluvial del río Rímac".

Lomas y cerros testigos: Dentro de esta unidad geomorfológica se ha considerado a las colinas que bordean las estribaciones de la cordillera occidental las cuales quedan como cerros testigos. La topografía de esta unidad geomorfológica está ligada íntimamente a las unidades geológicas que las conforman, pudiéndose desarrollar un relieve diferenciado según el tipo de roca que la constituya; rocas ígneas intrusivas, desarrollaran un relieve abrupto; en el caso de rocas volcánicas debido a que presentan diferente resistencia al intemperismo sus pendientes serán más empinadas y en algunos casos regularmente suaves.

4.8.2.2 Estratigrafía Regional

Estratigráficamente a nivel regional la zona de estudio se enmarca dentro del Mesozoico con edades que fluctúan entre el Jurásico superior y el Cuaternario reciente, presentando unidades litológicas conformadas por secuencias volcánicas y sedimentarias; pertenecientes a los Grupos Lima y Casma; que posteriormente fueron intruidas por sub unidades del batolito de la costa, conformados por rocas ígneas, las cuales vienen representadas por el desarrollo de la Super unidad Santa Rosa y Super unidad Patap. Seguido las partes bajas, valles y depresiones fueron cubiertos por materiales cuaternarios los cuales se desarrollan en el pleistoceno y comprenden especialmente los depósitos aluviales que transcurren por la gran Lima como el conglomerado típico de valle y de conos de deyección.

ERATEMA	SISTEMA	SERIE	UNIDADES LITOESTRATIGRÁFICAS	DESCRIPCIÓN	ROCAS INTRUSIVAS	ROCAS SUBVOLCÁNICAS	
CENOZOICA	CUATERNARIO	Holoceno	Depósito eólico Qh-e	Arenas de cuarzo bien seleccionadas			
			Depósito aluvial Qh-alf	Depósitos de conglomerados y gravas ubicados en el valle del río Lurín y quebradas tributarias			
			Depósito aluvial Qh-al	Acumulaciones de conglomerados y gravas provenientes de quebradas y ríos ahora secos y desérticos			
		Pleistoceno	Depósito marino Qh-m	Arenas, limos y cantos retrabajados por la acción erosiva de las olas			
			Depósito aluvial Qpl-al	Conglomerados, gravas y arenas que pertenecen al cono deyección del río Rimac, con grosor de hasta 800 metros		Super Unidad Santa Rosa	
			Depósito eólico Qpl-e	Arenas de cuarzo de borde redondeado y bien seleccionadas que se han preservado en dunas fósiles		Ks-er/lo Tonalita Ks-er/ldi Diorita Ks-er/gd Granodiorita Ks-er/lo,di Tonalita-diorita Ks-er/lo,gd Tonalita-granodiorita Unidad no asignada Ks/lo Tonalita Super Unidad Atocongo Ks-almzgr Monzogranito Super Unidad Jesuan Ks-je/lo,gd Tonalita-granodiorita Ks-je/ldi Diorita Unidad no asignada Ks/mtzgr Monzogranito Super Unidad Patap Ks-pl/ldi Diorita Ks-pl/gb/di Gabro-diorita	
MESOZOICA	CRETÁCEO	Superior					
		Inferior	Grupo Casma	Formación Quilmená Ki-q/av	Lavas andesíticas masivas poco estratificadas de textura porfirica con fenos de plagioclasa en una matriz microcristalina de color gris verdoso, con cierto grado de metamorfismo		
			Grupo Lima	Formación Chilca Ki-chil	Tobas lílicas y vítricas con delgadas intercalaciones de brechas piroclásticas y areniscas volcánicas bien estratificadas		
				Formación Atocongo Ki-at	Calizas masivas bioclasticas y micritas de color gris claro		
Formación Pamplona Ki-pa	Limacuilizas abigarradas finamente estratificadas con intercalaciones de calizas y margas						
Formación Lurín Ki-lu	Calizas micriticas grises separadas por niveles de limolitas rojizas a verdosas con piculitas de yeso y sal interestratificadas						
Grupo Santa Rosa	Formación Marzavilca Ki-ma	Areniscas cuarciosas grises con estratos esporádicos de limolitas arenosas					
	Formación Herradura Ki-he	Unidad esencialmente arenolosa con capas de areniscas y calizas gris oscuras hacia el tope					
JURÁSICO	Superior	Gpo. Puente Piedra Jp-pp	Brechas y aglomerados volcánicos intercaladas con limolitas tobáceas abigarradas y lavas andesíticas		Ki-an Andesita		

Figura 23. Columna Estratigráfica Regional de Lima (Fuente INGEMMET).

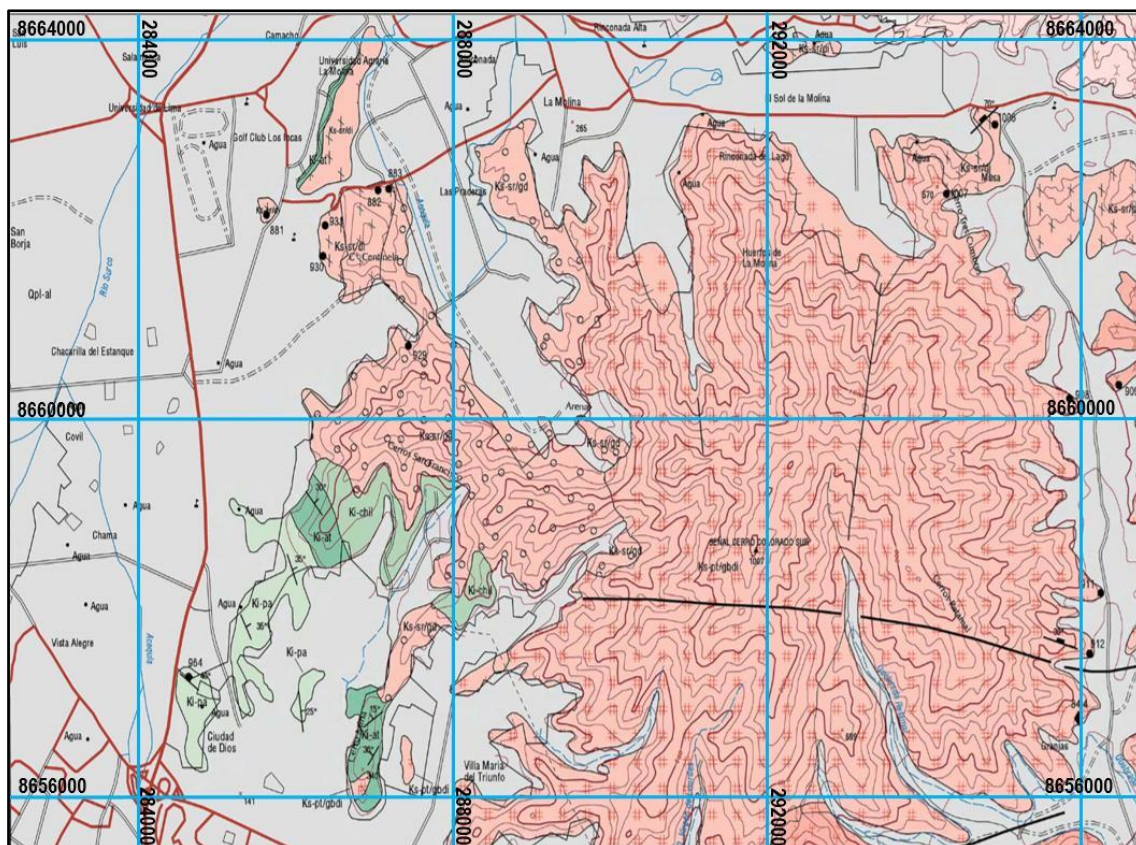


Figura 24. Mapa Geológica Regional de la zona evaluada (Lima).

4.8.2.3 Geología Estructural Regional

El área de estudio, forma parte del cuadro morfo tectónico de la costa y el borde occidental Andino, fue afectado por una tectónica polifásica desarrollada durante la orogénesis andina, la misma que dio lugar a una deformación compresiva acompañado de ruptura. Esta tectónica se dio en fases sucesivas que devienen desde el Cretáceo que se continúan probablemente hasta el Cuaternario.

En este periodo compresional se desarrolla una fase típica de fracturamiento, es decir que a nivel regional se originan micro fracturas de tensión con direcciones N 70° E.

4.8.3 Geología Local

4.8.3.1 Geomorfología Local

El área de estudio que comprende la zona del proyecto, se encuentra dentro de la unidad geomorfológica Menor Ladera de Cerro.

4.8.3.2 Lito Estratigrafía Local

La zona de estudio localmente se enmarca sobre afloramientos ígneos plutónicos granodioríticos de las diferentes etapas de formación del Batolito de la Costa, identificadas en las diferentes estaciones geomecánicas realizadas in situ a través de los cortes de talud en el área de estudio.

Las rocas que conforman los afloramientos son de litología granodiorítica, presentan una textura fanerítica de grano medio, el color varía de gris claro a gris verdoso. Visualmente el macizo rocoso presenta un grado de alteración moderado producto del intemperismo. El fracturamiento presente es moderado a alto. De manera general la roca muestra una resistencia R5 que la caracteriza como una roca muy dura con valores entre 100 MPa a 190 MPa.



Figura 25. Muestra de roca obtenida del rocoso ubicado en la excavación del óvalo.

Depósitos Coluvial Residuales: Estos depósitos se encuentran como material de cobertura de los cerros y las quebradas circundantes en la zona de estudio. Se encuentra compuestos por bloques de roca sueltos de forma sub-angulosos mezclados con material limo arenoso. Los espesores de estos depósitos son variables y se encuentra entre los 0.30 a 0.50 metros.

Material de relleno: Estos depósitos se encuentran hacia la parte SE de la zona de estudio, y han sido depositados sobre las laderas de los cerros y en quebradas, procedente del material excedente de los cortes de talud.

4.8.3.3 Geología Estructural Local

En el presente ítem, expondremos el análisis de las estructuras geológicas encontradas en las exploraciones de campo realizadas, tanto en el mapeo geológico como en la realización de las estaciones geomecánicas en el área de estudio; el análisis se realizará a las fallas geológicas y planos de diaclasamiento que se encuentran en todo el macizo rocoso. El comportamiento y aspecto de un macizo rocoso están directamente relacionados con el número de familias de discontinuidades y su distribución espacial, como también las fallas geológicas locales que intersectan al macizo rocoso.

Diaclasas: Son fracturas a lo largo de las cuales no se ha producido desplazamiento apreciable. Aunque algunas tienen una orientación aleatoria, la mayoría se produce en grupos aproximadamente paralelos. La mayoría de las diaclasas se producen cuando se deforman las rocas de la corteza más externa. En esta zona, los esfuerzos tensionales y de cizalla asociados con los movimientos de la corteza hacen que las rocas se rompan. Un conjunto de diaclasas paralelas se denomina familia de diaclasas; dos o más conjuntos que se cortan, producen un sistema de diaclasas.

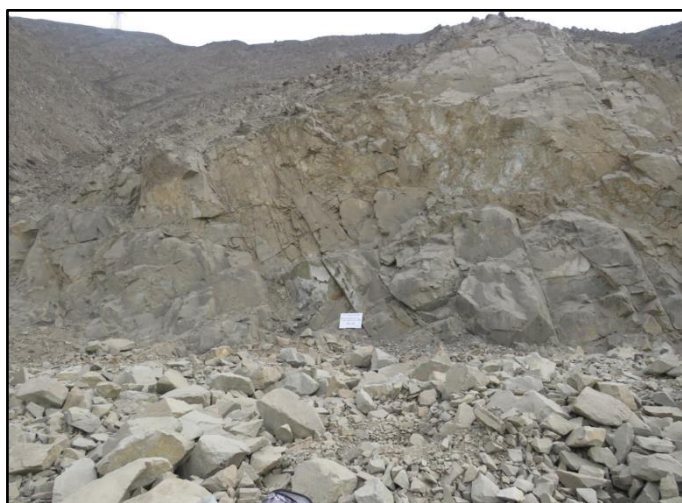


Figura 26. Diaclasas de la EG.03.

Se presentan diferentes familias (planos) de diaclasas como sistemas de diaclasas, las cuales describiremos a continuación por cada estación geomecánica realizada:

Tabla 16: Familia de diaclasas encontradas en el área de estudio.

Ubicación	Estación Geomecánica	Tipo Roca	Familia de Diaclasas	DIP/ DIP DIRECTION	Talud de Corte
Valle Escondido	EG-02	Granodiorita	F1	71°/012° 78°/355° 75°/357° 60°/291°	71°/352°
			F2	57°/275° 50°/272	
			F3	48°/126°	
			F4	81°/241°	
	EG-03	Granodiorita	F1	84°/150° 75°/163° 70°/155° 40°/126°	74°/010°
			F2	30°/132° 43°/137° 75°/275°	
			F3	69°/280° 71°/277°	
	EG-04	Granodiorita	F1	77°/170° 80°/166° 77°/175° 61°/057°	85°/042°
			F2	63°/060° 67°/056° 15°/353°	
			F3	23°/348° 19°/351° 51°/047°	
			F4	41°/070° 38°/062°	
	EG-04	Granodiorita	F1	70°/175° 63°/185° 65°/170°	73°/005°
			F2	60°/068° 68°/050°	
			F3	56°/295°	

Fallas: Fallas son roturas en las rocas o macizo rocoso a lo largo de la cual ha tenido lugar movimiento. Este movimiento se llama desplazamiento. Origen de estos movimientos son fuerzas tectónicas en la corteza terrestre, cuales provocan roturas en la

litosfera. Las fuerzas tectónicas tienen su origen principalmente en el movimiento de los continentes, estas fallas se aprecian en distintas zonas del área de estudio. Se realizó la toma de datos más importantes, y son presentadas a continuación.

Tabla 17: Fallas encontradas en el área de estudio.

Ubicación	Coordenadas UTM en WGS84		Tipo Roca	Fallas	Rumbos y Buzamientos
	Este	Norte			
Valle Escondido	287189	8660501	Granodiorita	F1	N87°/61°S
	287137	8660453	Granodiorita	F2	N85°/69°SE

En la zona de estudio, se observa la presencia de 2 fallas locales, la primera (F1) con rumbo Norte 87° y buzamiento (inclinación) de 61° al Sur, la segunda (F2) con rumbo Norte 85° y buzamiento (inclinación) de 69° al Sureste. Estas fallas se consideran inactivas, ya que en campo no se encontraron indicios de actividad (movimiento), considerando que las probabilidades de problemas a futuro en la zona de estudio por las fallas geológicas, en relación a la construcción de estructuras, son mínimas.



Figura 27. Dirección Suroeste (SW), se obtiene la presencia de una falla local F1.

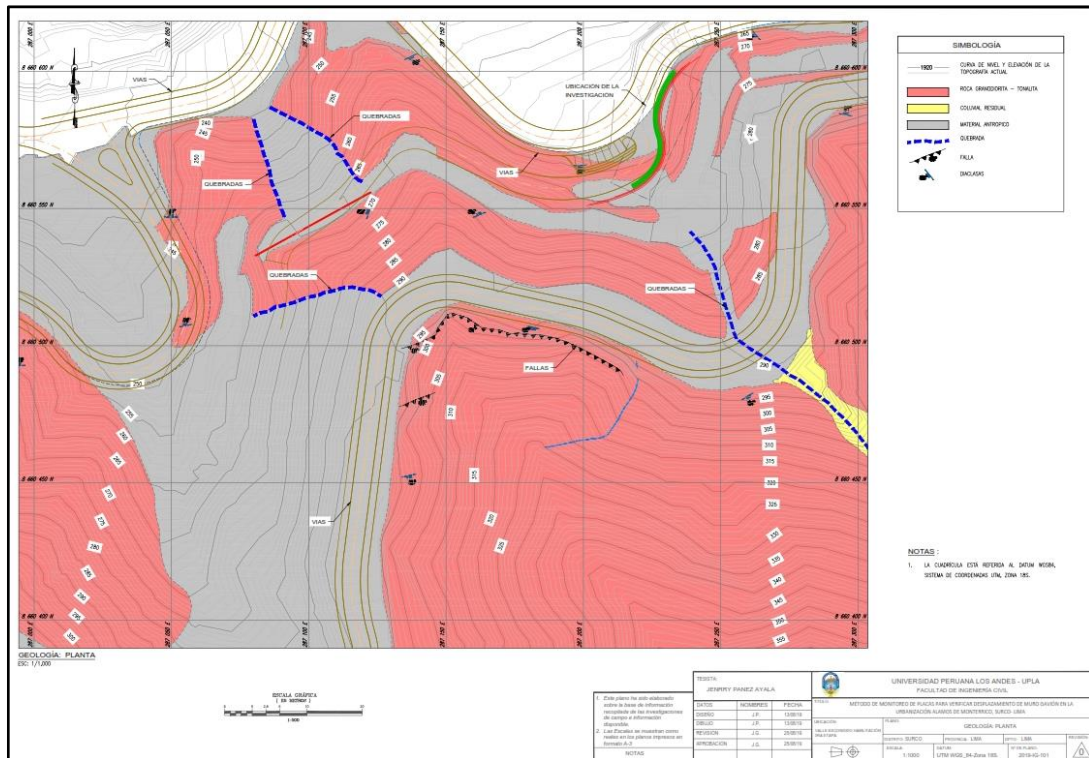


Figura 28. Dirección Suroeste (SW), se observa la presencia de una falla local F1.

4.8.4 Exploraciones Geotécnicas

Se realizaron ensayos de exploración geotécnica con fines de cimentación para evaluar las estructuras de contención. El resultado de las exploraciones geotécnicas se encuentra en el Anexo A “Exploración Geotécnica” y la ubicación en el Anexo E “Planos (2019-IC-102)”.

4.8.4.1 Ensayos de Refracción Sísmica (ASTM D 5777)

Como parte del estudio geofísico se realizaron las siguientes líneas de refracción sísmica

Tabla 18: Resumen de ensayo de Refracción Sísmica mayores a 100 m (LS01).

N°	Ensayo	Longitud (m)	Coordenadas UTM (WGS 84)							
			Inicio		Punto Intermedio 1		Punto Intermedio 2		Final	
			Este	Norte	Este	Norte	Este	Norte	Este	Norte
1	LS 01	120	287274	8660484	287262	8660509	287245	8660538	287214	8660579

4.8.4.1.1 Método de ensayo

El ensayo de refracción sísmica consistió en la medición de los tiempos de viaje de las ondas compresionales tipo P generadas por un golpe de impacto producidas por una comba de 25 lb; los impactos fueron localizados a diferentes distancias a lo largo de un eje sobre la superficie del suelo. La energía fue detectada y registrada de tal manera que puede determinarse el tiempo de arribo en cada punto.

El inicio de la grabación fue dado a partir de un dispositivo o SWITCH que nos da el tiempo cero para evaluar el tiempo de recorrido.

Estos datos, tiempo y distancia, usados para cada caso especial y, además una variación del punto aplicación de la energía, nos permite evaluar las velocidades de propagación de ondas P, a través de los diferentes suelos cuya estructura, geometría, continuidad son investigadas. Se utilizó el método de “Delete Time” que permite calcular la profundidad de los límites estratigráficos debajo de cada geófono con la ayuda de disparos en dirección normal y reversa. Todas las formas de análisis manejan criterios que utilizan la suposición de la Ley de Snell en cuanto a la reflexión y refracción de las ondas P. De los espesores y las velocidades de propagación de ondas P obtenidas, las características geotécnicas pueden ser correlacionadas a la compacidad y densidad.

4.8.4.1.2 Equipo utilizado

El equipo sismógrafo utilizado para realizar el ensayo de refracción sísmica posee un sistema de adquisición de datos que son almacenados y procesados por una computadora.

4.8.4.1.3 Perfiles geofísicos obtenidos

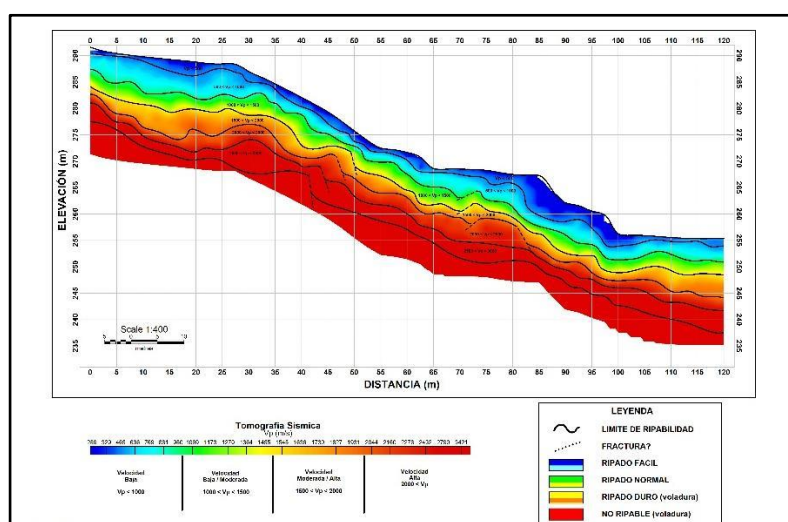
La evaluación de la refracción sísmica ha consistido en graficar líneas de la superficie basándose en la topografía superficial, indicando los puntos de localización de geófonos y los puntos de impacto. Para la línea sísmica se estableció un perfil estratigráfico con valores de velocidad de propagación de ondas longitudinales (ondas P), basándose en las dromocrónicas que son gráficas que relacionan tiempo de llegada con distancias.

A continuación, se presenta la sección de tomografía sísmica realizado en la zona de estudio teniendo en cuenta los rangos de ripabilidad mencionado anteriormente.

Tabla 19: Resultados de los ensayos de tomografía sísmica TS-01.

Observaciones Ensayo	Tipo de Onda	Rango Vp (M/S)	Descripción del Tipo de Suelo Estimado
Tomografía Sísmica TS-01 (LS-01)	P	$V_p < 1000$	Material de ripado fácil a normal
		$1000 < V_p < 1500$	Roca fracturada de ripado normal a duro
		$1500 < V_p < 2000$	Roca medianamente fracturada de ripado duro recomendado para uso de voladura
		$2000 < V_p$	Roca poco fracturada no ripable, uso exclusivo de voladura

Grafico 1. Resultados de los ensayos de tomografía sísmica TS-01.



Las memorias de cálculos de los ensayos geofísicos son presentadas en el Anexo A.1: “Tomografía Sísmica”.

4.8.4.2 Ensayos de Medición de Ondas de Superficie en Arreglo Multicanal – MASW

Se realizaron ensayos MASW en la zona de estudio.

4.8.4.2.1 Equipo utilizado

El equipo utilizado para realizar el trabajo de Prospección Sísmica por el ensayo MASW es el mismo que el equipo utilizado para realizar el ensayo de refracción sísmica (sismógrafo GEODE de 24 canales) con la diferencia que los geófonos empleados son de 4.5 Hz de frecuencia.

4.8.4.2.2 Trabajos de campo

En la tabla 17 se muestra la ubicación y coordenadas de los ensayos MASW ejecutados en campo, de la misma manera se muestra la caracterización del suelo en función al Vs30 de los ensayos MASW realizados en el proyecto.

Tabla 20: Resumen de ensayos MASW (Profundidad de alcance es 30.0m).

N°	MASW	Tipo de Onda	Coordenadas UTM en WGS84		Vs 30 (m/s)	Código Internacional IBC		Periodo Fundamental (Ts)	Norma Técnica E030 Clasificación
			Este	Norte		Tipo	Clasificación		
1	MASW 01	S	287218	8660509	780	B	Roca	0.15	Roca o Suelo muy Rígido (S1)
2	MASW 02	S	287221	8660540	716	C	Suelo muy denso o Roca Blanda	0.17	Roca o Suelo muy Rígido (S1)
3	MASW 03	S	287213	8660577	1179	B	Roca	0.1	Roca o Suelo muy Rígido (S1)

4.8.4.2.3 Perfiles unidimensionales obtenidos

A continuación, se presenta la descripción de los perfiles unidimensionales obtenidos a partir de los ensayos MASW.

Tabla 21: Velocidades de corte, calculadas a partir del ensayo MASW 01

D(m)	Vs(m/s)	Descripción
1.07	385.5	
2.31	419	
3.71	577.75	
5.28	681.25	
7.01	708	
8.9	718.5	
10.96	755.75	
13.19	808.5	
15.58	869.5	
18.13	923	
20.85	966	
23.74	1005.5	
26.79	1038.25	
30	1051.75	

Grafico 2. Velocidad de corte, calculadas a partir del ensayo MASW 01.

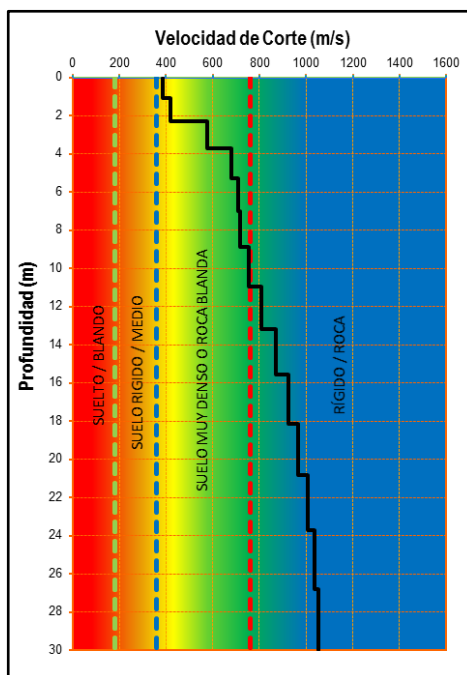


Tabla 22 Velocidades de corte, calculadas a partir del ensayo MASW 02

D(m)	Vs(m/s)	Descripción
1.07	377.25	
2.31	367.50	
3.71	410.00	
5.28	493.25	
7.01	567.25	
8.90	642.75	
10.96	712.75	
13.19	770.00	
15.58	833.75	
18.13	904.50	
20.85	958.00	
23.74	1,010.50	
26.79	1,066.75	
30.00	1,112.50	

Tenemos desde superficie la presencia de material antrópico (relleno de la vía), su velocidad de corte varía desde 377 – 493 m/s, hasta una profundidad aproximada de 5.0 m; por debajo se tiene roca con un grado de fracturamiento alto a medio, con velocidades de corte que varían desde 567 - 770 m/s hasta una profundidad de 13 m aproximadamente. Subyaciendo este material se presenta una roca con un grado de fracturamiento medio, con velocidades de corte que varían desde 833 – 1112 m/s hasta profundidades que superan los 30 metros.

Grafico 3. Velocidad de corte, calculadas a partir del ensayo MASW 02.

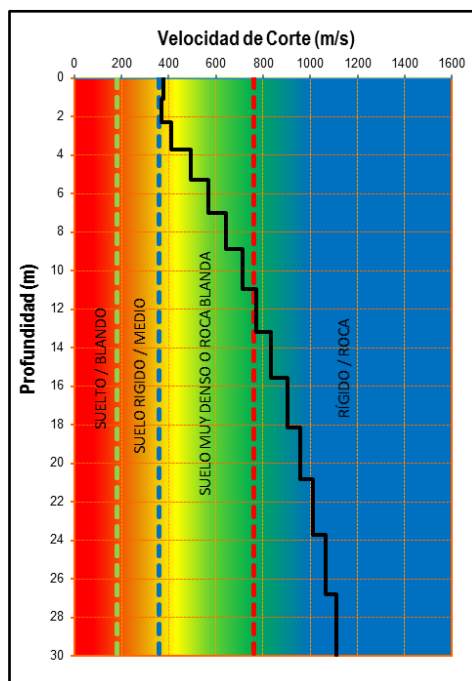
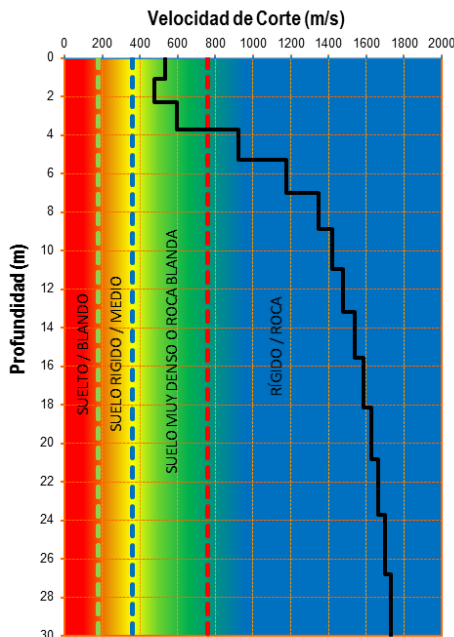


Tabla 23: Velocidades de corte, calculadas a partir del ensayo MASW 03

D(m)	Vs(m/s)	Descripción
1.07	534.25	Tenemos desde la superficie la presencia de material de cobertura, su velocidad de corte varía desde 477 – 534 m/s, hasta una profundidad aproximada de 2.0 m; por debajo se tiene roca con un grado de fracturamiento alto a medio, con velocidades de corte que varían desde 594 - 924 m/s hasta una profundidad de 5.0 m aproximadamente. Subyaciendo este material se presenta una roca con un grado de fracturamiento medio, con velocidades de corte que varían desde 1177 – 1478 m/s hasta profundidad aproximada de 13.0 m. Debajo se encuentra roca sana con velocidades de corte que varían desde 1538 - 1730 m/s hasta profundidades que superan los 30 metros.
2.31	477.50	
3.71	594.50	
5.28	924.00	
7.01	1,177.50	
8.90	1,346.25	
10.96	1,422.00	
13.19	1,478.25	
15.58	1,538.75	
18.13	1,583.75	
20.85	1,625.25	
23.74	1,664.00	
26.79	1,701.00	
30.00	1,730.00	

Grafico 4. Velocidad de corte, calculadas a partir del ensayo MASW 03.



Las memorias de cálculos de los ensayos geofísicos son presentadas en el Anexo A.2: “Ensayos MASW”.

4.8.5 Evaluación geomecánica del macizo rocoso

El comportamiento y el aspecto de un macizo rocoso están directamente relacionados con el número de familias de discontinuidades existentes y su distribución espacial.

4.8.5.1 Evaluación geomecánica

Para evaluar las características y el comportamiento del macizo rocoso en área de estudio, se han realizado 4 estaciones geomecánicas aprovechando los cortes perimetrales (camino), así como también afloramientos rocosos ubicados en las laderas medias y altas. La distribución de las estaciones geomecánicas se realizó teniendo en cuenta la zonificación del proyecto. (Ver Anexo D: Planos 2019-1G-102).

En el siguiente cuadro se muestra la ubicación de las estaciones geomecánicas realizadas en los estribos:

Tabla 24: Ubicación de la Estación Geomecánica

Ubicación	Coordenadas UTM en WGS84		Estación Geomecánica	Tipo Roca
	Este	Norte		
Valle Escondido	287299	8660577	EG-02	Granodiorita
	287268	8660475	EG-03	Granodiorita
	287183	8660569	EG-04	Granodiorita
	287215	8660534	EG-05	Granodiorita

4.8.5.2 Clasificación Geomecánica de Bieniawski (Rock Mass Rating - RMR)

La evaluación geomecánica de Bieniawski, permite estimar la calidad del macizo rocoso, mediante la cuantificación de parámetros de fácil medición. Los parámetros involucrados en la cuantificación de la calidad del macizo rocoso.

Del análisis realizado se ha determinado la valoración RMR para el macizo rocoso que afloran en zona de estudio, según los datos obtenidos en campo a través de las estaciones geomecánicas de línea de detalle. (tabla 25).

Tabla 25: Resumen de la Valoración RMR del Macizo Rcoso.

Ubicación	Estación Geomecánica	Tipo Roca	RMR Básico	RMR Ajustado	RMR 89	Clase de la Roca (RMR Ajustado)	Calidad (RMR Ajustado)
Valle Escondido	EG-02	Granodiorita	55	48	55	III	REGULAR
	EG-03	Granodiorita	52	45	52	III	REGULAR
	EG-04	Granodiorita	48	41	48	III	REGULAR
	EG-05	Granodiorita	49	42	49	III	REGULAR

Se ha realizado una zonificación del área de estudio teniendo en cuenta la valoración del macizo con respecto al para el RMR ajustado, dado que esta valoración incluye condiciones más reales, como son las condiciones de agua y el ajuste por orientación de las discontinuidades. El plano de zonificación se encuentra en el Anexo D: Planos (2019-IG-102).

Asimismo, en el Anexo A.3: “Estación Geomecánica” se encuentran los respectivos registros y resultados de la evaluación geomecánica.

4.8.5.3 Valoración Slope Mass Rating (SMR)

La clasificación RMR descrita anteriormente ha sido complementada con factores de reducción que dependen de la interrelación de los elementos de orientación de las discontinuidades con la obra de ingeniería, así como de los métodos de excavación.

Considerando la evaluación bajo el sistema RMR realizado, se ha estimado la situación de estabilidad actual de los taludes rocosos para los sectores descritos en la tabla 23, los resultados obtenidos son los siguientes:

Tabla 26. Valoración SMR

Estación Geomecánica	RMR89	Valor	Descripción	SMR	
				Grado de Estabilidad	Roturas
EG-02	55	58	Regular	Parcialmente Estable	Algunas juntas o muchas cuñas
EG-04	48	16	Muy Mala	Muy inestable	Planar o como suelo

Del análisis realizado se determina que los taludes de corte en los sectores evaluados son parcialmente estables (EG-02), con probabilidad de formación de algunas juntas o cuñas; y muy inestables (EG-04), con probabilidad de formación de rotura por planos continuos. Por lo tanto, según este análisis se requiere un sostenimiento del tipo sistemático para los sectores parcialmente inestables y re-excavación para los sectores muy inestables; y de esta manera minimizar los riesgos de inestabilidad.

4.8.6 Ensayos de laboratorio

Los ensayos de laboratorio fueron realizados siguiendo los procedimientos recomendados según las versiones actualizadas de los métodos de ensayo de la Sociedad Norteamericana de Ensayos y Materiales (ASTM), los reportes de los ensayos se muestran en el Anexo B “Ensayos de Laboratorio”.

4.8.6.1 Ensayo de Carga Puntual (ASTM D5731)

Basado en la norma ASTM D-5731, este ensayo consiste en comprimir la muestra de roca entre dos puntos situados en generatrices opuestas, generando así la deformación y falla de la roca. Como resultado de este ensayo se obtiene el índice de carga puntual I_s ,

mediante la corrección de éste se obtiene el índice de carga puntual corregido I50 con el cual obtenemos la resistencia a la compresión de la roca intacta.

Tabla 27. Resumen de ensayos de Carga Puntual.

Ubicación	Estación Geomecánica	Tipo de Roca	Valor	
			Promedio de la Resistencia a la Compresión	Dureza de la Roca
Valle Escondido	EG-02	Granodiorita	191	R5
	EG-03	Granodiorita	131.6	R5
	EG-04	Granodiorita	123.5	R5
	EG-05	Granodiorita	143.7	R5

La clasificación de la dureza de la roca está regida por la SOCIEDAD INTERNACIONAL DE MECÁNICA DE ROCAS (ISRM), según en la tabla 28:

Tabla 28. Clasificación de la Resistencia según ISRM.

Descripción	Resistencia a la Compresión (Mpa)	Dureza de la Roca
Roca muy débil	1 a 5	R1
Roca débil	5 a 25	R2
Roca media	25 a 50	R3
Roca dura	50 a 100	R4
Roca muy dura	100 a 250	R5
Roca Extremadamente dura	> 250	R6

De los resultados de laboratorio y observaciones de campo podemos concluir que el macizo rocoso en general presenta una resistencia a la compresión comprendida entre los valores de 100 a 250 MPa, lo que le otorga una dureza R5 y que lo clasifica como una roca muy dura.

Asimismo, en el Anexo B3: “Ensayos de Carga Puntual”, se muestra el certificado del ensayo de Carga Puntual.

4.8.6.2 Determinación de las Propiedades Físicas de la Roca.

Adicionalmente al ensayo de carga puntual, también se realizaron ensayos para determinar las propiedades físicas de las muestras de roca, los cuales han sido ensayadas siguiendo las normas ASTM respectivas.

- Densidad (ASTM D2397)
- Gravedad específica y absorción de la roca (ASTM D6473)

Tabla 29: Resumen de las Propiedades Físicas de la roca.

Ubicación	Estación Geomecánica	Tipo de Roca	Densidad (gr/cm ³)	Absorción (%)	Gravedad Específica Aparente	Porosidad (%)
Valle Escondido	EG-02	Granodiorita	2.55	0.52	2.57	1.32
	EG-03	Granodiorita	2.54	0.52	2.57	1.33
	EG-04	Granodiorita	2.55	0.62	2.59	1.58
	EG-05	Granodiorita	2.57	0.59	2.58	1.52

En el Anexo B2: “Propiedades Físicas de la Roca”, se muestra el certificado de dicho ensayo.

4.8.7 Análisis cinemático en discontinuidades

En tal sentido se ha realizado la evaluación geomecánica de taludes rocosos identificando las principales familias, determinando el RQD, la dirección de buzamiento, espaciamiento entre discontinuidades, persistencia y otros aspectos relevantes. La evaluación geomecánica se realizó utilizando el programa de cómputo Dips para identificar las principales familias de discontinuidades y determinar el tipo de falla más probable de ocurrencia respecto a los cortes de talud proyectados.

En la tabla 27, se presentan el resumen de los principales mecanismos de falla que han sido identificados mediante un análisis de discontinuidades.

Tabla 30. Resumen de los principales mecanismos de rotura en la zona de evaluación.

Estación Geomecánica	Tipo Roca	Familia de Diaclasas	DIP/ DIP Diretcion	Talud de Corte	Falla Tipo Planar	Falla Tipo Cuña	Falla Tipo Volteo
EG-02	GRANODIORITA	F1	71°/012°	79°/345°	F1	F1- F2, F1- F4, F2- F4	-
			78°/355°				
			75°/357°				
			60°/291°				
			57°/275°				
EG-03	GRANODIORITA	F2	50°/272°	74°/010°	-	-	-
			48°/126°				
			81°/241°				
			84°/150°				
EG-04	GRANODIORITA	F3	75°/163°	85°/042°	F2	F1- F2, F1- F4	-
			70°/155°				
			40°/126°				
			30°/132°				
			43°/137°				
EG-05	GRANODIORITA	F4	75°/275°	73°/005°	-	F2- F3	F1
			69°/280°				
			71°/277°				
			77°/170°				
			80°/166°				
EG-04	GRANODIORITA	F1	77°/175°	85°/042°	F2	F1- F2, F1- F4	-
			61°/057°				
			63°/060°				
			67°/056°				
			15°/353°				
EG-04	GRANODIORITA	F2	23°/348°	85°/042°	F2	F1- F2, F1- F4	-
			19°/351°				
			51°/047°				
			41°/070°				
			38°/062°				
EG-05	GRANODIORITA	F1	70°/175°	73°/005°	-	F2- F3	F1
			63°/185°				
			65°/170°				
			60°/068°				
			68°/050°				
EG-05	GRANODIORITA	F2	56°/295°	73°/005°	-	F2- F3	F1

4.8.8 Metodología para definición de parámetros geotécnicos

4.8.8.1 Metodología de determinación de los parámetros de resistencia cortante del macizo rocoso.

En la siguiente tabla 28 se muestra el resumen de los parámetros de resistencia cortante como son la cohesión (C) y la fricción (ϕ) del macizo rocoso, donde se proyectarán las

cimentaciones de las estructuras civiles, según los criterios de Mohr Coulomb y Hoek Brown:

Tabla 31. Parámetros de Resistencia Cortante del Macizo Rocoso.

Ubicación	Estación Geomecánica	Tipo de Roca	σ_c (MPa)	Parámetros de Resistencia Cortante				
				Hoek & Brown			Morh Coulomb Cortante	
				mb	s	a	Cm (Kg/cm ²)	f (°)
Valle Escondido	EG-02	Granodiorita	191.00	0.84	0.00	0.51	2.30	71.40
	EG-03	Granodiorita	131.60	0.68	0.00	0.51	1.20	70.70
	EG-04	Granodiorita	123.50	0.51	0.00	0.51	0.80	70.10
	EG-05	Granodiorita	143.70	0.55	0.00	0.51	1.00	70.50

Factor de adherencia al concreto: La interacción acero-concreto (o “adherencia”) es un fenómeno de vital importancia para las estructuras de concreto reforzado, al ser clave en la transferencia de esfuerzos entre las varillas de acero y el concreto circundante. En la tabla 32 se presenta los valores obtenidos para el factor de adherencia al concreto.

Tabla 32. Factor de Adherencia al concreto (Littlejohn y Bruce 1975).

Ubicación	Estación Geomecánica	Tipo de Roca	Factor de Adherencia al Concreto (Kg/Cm ²)	Ángulo de Arrancamiento (Λ)
Valle Escondido	EG-02	Granodiorita	31.8	40°
	EG-03	Granodiorita	21.9	40°
	EG-04	Granodiorita	20.6	40°
	EG-05	Granodiorita	24	40°

4.8.8.2 Metodología de determinación del módulo de deformación en roca.

En la siguiente tabla 33 muestra los valores de módulo de deformación del macizo rocoso, calculado con diferentes metodologías:

Tabla 33. Módulo de Deformación del Macizo Rocoso.

Ubicación	Estación Geomecánica	Tipo de Roca	Módulo de Deformación (Mpa)				
			Bieniawski (1978), Serafim y Pereira (1983)	Kulhawy y Godman (1980)	Hoek- (1995)	Gokceoglu et Al (2003)	Hoek y Diederichs (2006)
Valle Escondido	EG-02	Granodiorita	10000	16808	13820	3818	5096
	EG-03	Granodiorita	8414	11580.8	9652	3138	2967
	EG-04	Granodiorita	6683	10868	7427	2415	2265
	EG-05	Granodiorita	7079	9196.8	8486	2579	2769

Para el caso del módulo de deformación se deberá tomar como valor referencial, los criterios más conservadores (los que presenten menor valor de módulo de deformación).

4.8.8.3 Parámetros de resistencia cortante en discontinuidades

Para evaluar la estabilidad de los macizos rocosos, cuyo comportamiento es gobernado por sus discontinuidades, se empleó el método del equilibrio límite, utilizando el criterio de rotura de Barton y Bandis.

El efecto del relleno sobre la resistencia de corte depende de la resistencia y del espesor del material del relleno. De las exploraciones de campo se observa que las discontinuidades no presentan relleno.

Para efecto de nuestros análisis tomaremos como referente a la EG-02, obteniendo sus parámetros a partir de las mediciones en campo (Tabla 34). Los resultados se muestran en el Anexo C.3

Parámetros de resistencia de las discontinuidades.

Tabla 34. Parámetros de Resistencia en discontinuidades EG-02.

Discontinuidad	Espaciado (cm)	Persistencia (m)	Rugosidad JRCn	Resistencia JCSn (MPa)	Angulo de Friccion Residual (f)
F1	23.8	4	7	94.4	40

4.8.9 Cálculo de capacidad admisible en macizo rocoso

Para estimar la capacidad admisible del macizo rocoso, se han empleado criterios que llevan en cuenta las características de la matriz rocosa y del macizo rocoso en general.

Dichos criterios se describen a continuación:

En la tabla 35 se resumen los resultados obtenidos para el cálculo de capacidad admisible

Tabla 35. Capacidad Admisible en Roca (Profundidad $D_f = 1$ m).

Ubicación	Estación Geomecánica	Tipo de Roca	Capacidad Admisible Kg/Cm ²			
			Hoek et al (2002)	Serrano Y Olalla (2001)	AASHTO (1996)	Criterio de Comprobación
Valle Escondido	EG-02	Granodiorita	74.8	35.1	83.9	23.1
	EG-03	Granodiorita	45.9	19.6	46.2	23.1
	EG-04	Granodiorita	36.8	13.8	32.2	23.1
	EG-05	Granodiorita	44.6	17.3	40.3	23.1

Del análisis y cálculos realizados se obtienen los valores de capacidad admisible para cada punto de evaluación, debido a las diferentes metodologías aplicadas y por ende a los diferentes valores encontrados en cada punto de evaluación, se considera como criterio de evaluación la metodología planteada por (OLALLA, 2001), dado que es criterio más conservador e involucra parámetros más reales que se obtienen directamente en las mediciones de campo (In Situ). Asimismo, para la capacidad admisible se considera como valor recomendado para el diseño de las cimentaciones en obra el valor de $q_a = 11.3$ Kg/cm².

Los cálculos de cada criterio de determinación se muestran en el Anexo C.1. “Parámetros de Resistencia del Macizo Rocosó”.

4.8.10 Análisis de estabilidad por equilibrio límite

4.8.10.1 Metodología

Para el análisis de estabilidad de taludes, se utilizó el programa de cómputo SLIDE (Rocscience, versión 6.0), el cual permite desarrollar la geometría del talud interactivamente y la definición de los tipos y propiedades de los materiales. Las características de este programa son las siguientes:

El análisis para calcular el factor de seguridad se lleva a cabo de manera bidimensional usando el concepto de equilibrio límite, aproximadamente el problema a un estado de deformación plana. El programa tiene la opción de utilizar diferentes métodos de análisis de estabilidad de manera simultánea (Bishop, Spencer, Morgenstern-Price, etc.); sin embargo, para el presente análisis se ha utilizado el Método de Spencer, el cual asume que la inclinación de las fuerzas laterales son las mismas para cada tajada. Rigurosamente satisface el equilibrio estático asumiendo que la fuerza resultante entre tajadas (dovelas) tiene una inclinación constante pero desconocida. La superficie de falla crítica es definida como aquella que proporciona el menor factor de seguridad, y fue encontrada en forma interactiva modificando las condiciones de búsqueda de la misma evaluándose superficies de falla circulares.

Como hipótesis del análisis se considera que las propiedades de los materiales que conforman la estructura analizada, son homogéneas e isotrópicas y que el colapso se produciría como resultado de fallas simultáneas a lo largo de la superficie de deslizamiento. Cada material tiene sus propiedades y características físicas y mecánicas.

El análisis pseudo-estático somete una masa deslizable de dos dimensiones a una aceleración horizontal igual al coeficiente de un sismo multiplicado por la aceleración de la gravedad.

El método usado para los análisis pseudo-estáticos es el indicado (Franklin p. H.-G., 1984), el cual requiere la reducción de los parámetros de resistencia cortante en un 20% para aquellos materiales sujetos a un incremento de la presión de poros durante condiciones cíclicas (terremotos).

4.8.10.2 Coeficiente sísmico horizontal

El coeficiente sísmico horizontal a utilizar en el análisis de estabilidad pseudo-estático de los taludes del muro gavion se estableció en 0.22 g, valor que es aproximadamente 1/2 de la máxima aceleración esperada en el terreno para un periodo de retorno de 475 años, según el estudio de peligro sísmico indicado.

4.8.10.3 Factores de seguridad mínimos

En la Tabla 33 se muestra los factores de seguridad mínimos considerados para el diseño geotécnico, estos factores son los recomendados por el Cuerpo de Ingenieros del Ejército de los Estados Unidos (U.S. Army Corps of Engineers).

Tabla 36 Valores mínimos permisibles del factor de seguridad

Caso	Factor de seguridad mínimo permisible
Análisis estático para Cierre	1.5
Análisis pseudo-estático	1.0
Análisis estático para Operación	1.3

Se debe resaltar que un factor de seguridad pseudo-estático mayor a 1.0 no significa que los taludes de los cortes no se moverán durante un evento sísmico; lo que probablemente ocurrirá es que los desplazamientos serán pequeños y no producirán daños permanentes en los taludes.

4.8.10.4 Sección de análisis

La sección de análisis para el análisis de estabilidad de taludes del dique se tomó en cuenta los siguientes factores: geometría del talud, parámetros geológicos-geotécnicos, entre otros. Aunque no todos estos factores se pueden cuantificar en un modelo matemático; el factor de seguridad calculado se ha obtenido asumiendo superficies probables de falla, el cual permite tener una idea del comportamiento real del talud, cómo se indica en el plano

2019-DC-03

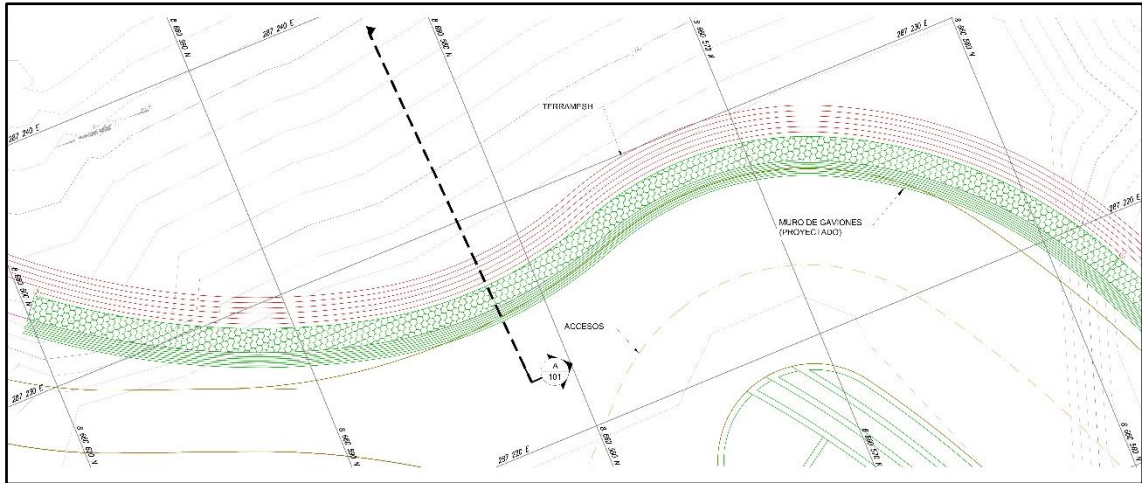


Figura 29. Diseño de la placa de control topográfico.

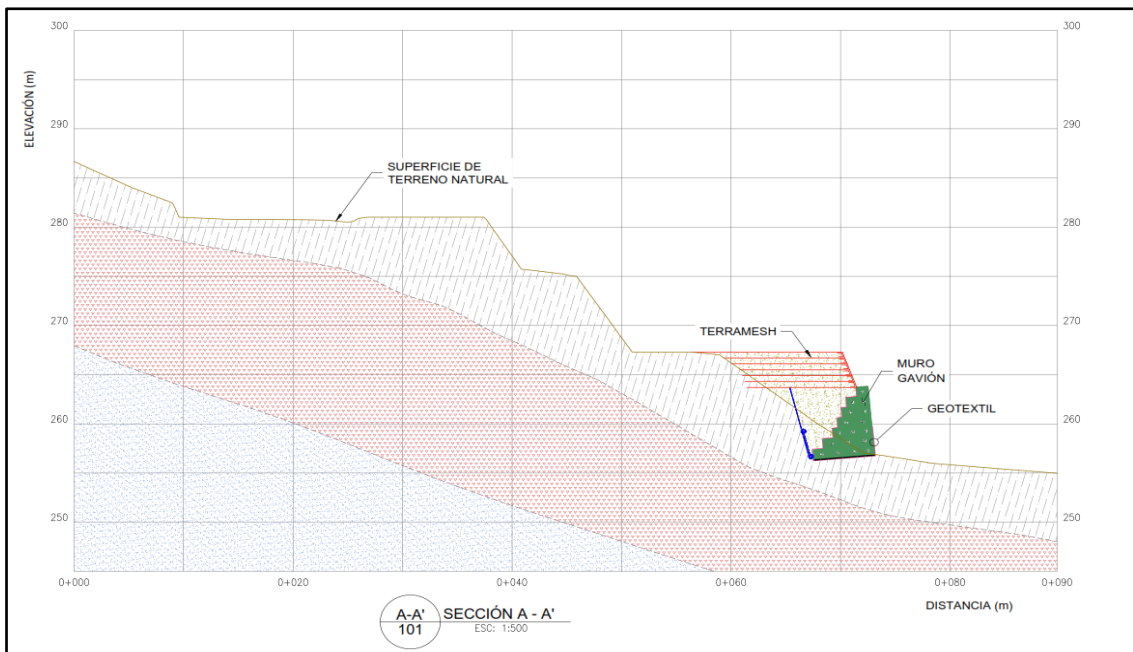


Figura 30. Diseño de la placa de control topográfico.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

4.1 Resultados de monitoreo de puntos de control topográfico

De acuerdo a los monitoreos efectuados entre los meses de febrero y agosto de 2019, se ha tenido un desplazamiento acumulado en dirección Este (X) de 0.076 m, en dirección Norte (Y) de 0.307 m y asentamientos de hasta 0.224 m. Entre los meses de enero y marzo de 2019, se ha tenido un desplazamiento acumulado en dirección Este (X) de 0.334 m, en dirección Norte (Y) de 0.236 m y asentamientos de hasta 0.365 m.

Tabla 37: Monitoreo de puntos de control topográfico – A1

Monitoreo de puntos de control topográfico – A1							
deslizamiento de muro gavión							
Pts.	Fecha	Norte	Este	Cota	Desp. N	Desp. E	Desp. C
MES DE FEBRERO - AGOSTO 2019							
A1	23/02/2019	8,660,597.979	287,231.385	262.287			
A1	9/03/2019	8,660,597.982	287,231.377	262.282	-0.003	0.008	0.005
A1	23/03/2019	8,660,597.980	287,231.379	262.275	0.002	-0.002	0.007
A1	6/04/2019	8,660,597.990	287,231.375	262.225	-0.010	0.003	0.050
A1	20/04/2019	8,660,597.988	287,231.378	262.125	0.002	-0.003	0.100
A1	4/05/2019	8,660,597.987	287,231.376	262.254	0.001	0.001	-0.129
A1	18/05/2019	8,660,598.011	287,231.374	262.225	-0.024	0.003	0.029
A1	1/06/2019	8,660,597.991	287,231.384	262.195	0.020	-0.010	0.030
A1	15/06/2019	8,660,598.041	287,231.379	262.099	-0.050	0.005	0.096
A1	29/06/2019	8,660,597.809	287,231.376	262.087	0.232	0.002	0.012
A1	13/07/2019	8,660,597.817	287,231.392	262.075	-0.008	-0.015	0.012
A1	27/07/2019	8,660,597.838	287,231.379	262.075	-0.021	0.013	0.000
A1	10/08/2019	8,660,597.928	287,231.378	262.085	-0.090	0.001	-0.010
A1	24/08/2019	8,660,597.953	287,231.372	262.002	-0.025	0.006	0.083
A1		DESPLAZAMIENTO ACUMULADO			0.026	0.013	0.285

Tabla 38: Monitoreo de puntos de control topográfico – A2

Monitoreo de puntos de control topográfico – A2							
deslizamiento de muro gavión							
Pts.	Fecha	Norte	Este	Cota	Desp. N	Desp. E	Desp. C
MES DE FEBRERO - AGOSTO 2019							
A2	23/02/2019	8,660,593.660	287,228.876	262.270			
A2	9/03/2019	8,660,593.674	287,228.863	262.243	-0.014	0.014	0.027
A2	23/03/2019	8,660,593.680	287,228.860	262.238	-0.006	0.003	0.005
A2	6/04/2019	8,660,593.690	287,228.865	262.248	-0.010	-0.005	-0.010
A2	20/04/2019	8,660,593.688	287,228.864	262.245	0.002	0.001	0.003
A2	4/05/2019	8,660,593.687	287,228.863	262.243	0.001	0.001	0.002
A2	18/05/2019	8,660,592.698	287,228.857	262.233	0.989	0.005	0.010
A2	1/06/2019	8,660,593.698	287,228.862	262.243	-1.000	-0.005	-0.010
A2	15/06/2019	8,660,592.699	287,228.855	262.229	0.999	0.007	0.014
A2	29/06/2019	8,660,592.709	287,228.856	262.231	-0.010	-0.001	-0.002
A2	13/07/2019	8,660,592.702	287,228.858	262.233	0.007	-0.001	-0.002
A2	27/07/2019	8,660,592.698	287,228.858	262.233	0.004	0.000	0.000
A2	10/08/2019	8,660,593.710	287,228.862	262.241	-1.012	-0.004	-0.008
A2	24/08/2019	8,660,593.702	287,228.857	262.233	0.008	0.004	0.008
A2		DESPLAZAMIENTO ACUMULADO			-0.042	0.019	0.037

Tabla 39: Monitoreo de puntos de control topográfico – A3

Monitoreo de puntos de control topográfico – A3							
deslizamiento de muro gavión							
Pts.	Fecha	Norte	Este	Cota	Desp. N	Desp. E	Desp. C
MES DE FEBRERO - AGOSTO 2019							
A3	23/02/2019	8,660,589.014	287,227.041	262.145			
A3	9/03/2019	8,660,588.951	287,227.002	262.111	0.063	0.040	0.034
A3	23/03/2019	8,660,588.962	287,226.999	262.111	-0.011	0.003	0.000
A3	6/04/2019	8,660,588.988	287,227.017	262.121	-0.026	-0.018	-0.010
A3	20/04/2019	8,660,588.982	287,226.883	262.116	0.005	0.133	0.006
A3	4/05/2019	8,660,588.989	287,226.986	262.128	-0.007	-0.103	-0.012
A3	18/05/2019	8,660,588.962	287,226.983	262.107	0.027	0.003	0.021
A3	1/06/2019	8,660,588.989	287,227.051	262.123	-0.027	-0.068	-0.016
A3	15/06/2019	8,660,588.962	287,227.038	262.109	0.028	0.014	0.014
A3	29/06/2019	8,660,588.957	287,227.034	262.103	0.004	0.003	0.007
A3	13/07/2019	8,660,588.967	287,227.046	262.107	-0.010	-0.012	-0.005
A3	27/07/2019	8,660,588.966	287,227.000	262.107	0.002	0.045	0.000
A3	10/08/2019	8,660,588.990	287,227.023	262.123	-0.025	-0.022	-0.017
A3	24/08/2019	8,660,588.967	287,227.010	262.107	0.023	0.013	0.017
A3		DESPLAZAMIENTO ACUMULADO			0.047	0.031	0.038

Tabla 40: Monitoreo de puntos de control topográfico – A4

Monitoreo de puntos de control topográfico – A4 deslizamiento de muro gavión							
Pts.	Fecha	Norte	Este	Cota	Desp. N	Desp. E	Desp. C
MES DE FEBRERO - AGOSTO 2019							
A4	23/02/2019	8,660,584.127	287,226.038	262.300			
A4	9/03/2019	8,660,584.046	287,225.957	262.233	0.081	0.081	0.068
A4	23/03/2019	8,660,584.061	287,225.972	262.245	-0.015	-0.015	-0.012
A4	6/04/2019	8,660,584.080	287,225.994	262.262	-0.019	-0.022	-0.017
A4	20/04/2019	8,660,584.071	287,225.985	262.255	0.009	0.009	0.007
A4	4/05/2019	8,660,584.101	287,226.015	262.280	-0.030	-0.030	-0.025
A4	18/05/2019	8,660,584.082	287,225.993	262.263	0.019	0.022	0.017
A4	1/06/2019	8,660,584.112	287,226.023	262.288	-0.030	-0.030	-0.025
A4	15/06/2019	8,660,584.091	287,225.996	262.269	0.020	0.026	0.019
A4	29/06/2019	8,660,584.099	287,226.004	262.275	-0.007	-0.007	-0.006
A4	13/07/2019	8,660,584.106	287,226.011	262.281	-0.007	-0.007	-0.006
A4	27/07/2019	8,660,584.105	287,226.010	262.280	0.001	0.001	0.001
A4	10/08/2019	8,660,584.097	287,226.010	262.276	0.008	0.000	0.004
A4	24/08/2019	8,660,584.072	287,225.985	262.255	0.025	0.025	0.021
A4		DESPLAZAMIENTO ACUMULADO			0.055	0.053	0.045

Tabla 41: Monitoreo de puntos de control topográfico – A5

Monitoreo de puntos de control topográfico – A5 deslizamiento de muro gavión							
Pts.	Fecha	Norte	Este	Cota	Desp. N	Desp. E	Desp. C
MES DE FEBRERO - AGOSTO 2019							
A5	23/02/2019	8,660,579.153	287,226.348	261.452			
A5	9/03/2019	8,660,579.072	287,226.260	261.407	0.081	0.088	0.045
A5	23/03/2019	8,660,579.128	287,226.324	261.400	-0.056	-0.063	0.007
A5	6/04/2019	8,660,579.133	287,226.329	261.410	-0.005	-0.005	-0.010
A5	20/04/2019	8,660,579.118	287,226.312	261.403	0.015	0.017	0.007
A5	4/05/2019	8,660,579.152	287,226.350	261.427	-0.034	-0.038	-0.024
A5	18/05/2019	8,660,579.124	287,226.318	261.417	0.028	0.032	0.010
A5	1/06/2019	8,660,579.160	287,226.358	261.440	-0.037	-0.040	-0.024
A5	15/06/2019	8,660,579.137	287,226.331	261.434	0.023	0.027	0.007
A5	29/06/2019	8,660,579.148	287,226.344	261.439	-0.011	-0.013	-0.006
A5	13/07/2019	8,660,579.152	287,226.349	261.445	-0.004	-0.005	-0.006
A5	27/07/2019	8,660,579.148	287,226.343	261.444	0.004	0.006	0.001
A5	10/08/2019	8,660,579.123	287,226.312	261.425	0.025	0.030	0.020
A5	24/08/2019	8,660,579.110	287,226.300	261.405	0.013	0.013	0.020
A5		DESPLAZAMIENTO ACUMULADO			0.043	0.048	0.047

Tabla 42: Monitoreo de puntos de control topográfico – A6

Monitoreo de puntos de control topográfico – A6							
deslizamiento de muro gavión							
Pts.	Fecha	Norte	Este	Cota	Desp. N	Desp. E	Desp. C
MES DE FEBRERO - AGOSTO 2019							
A6	23/02/2019	8,660,574.314	287,227.580	261.954			
A6	9/03/2019	8,660,574.247	287,227.509	261.897	0.067	0.071	0.058
A6	23/03/2019	8,660,574.295	287,227.561	261.909	-0.048	-0.052	-0.013
A6	6/04/2019	8,660,574.330	287,227.596	261.971	-0.035	-0.035	-0.061
A6	20/04/2019	8,660,574.305	287,227.570	261.913	0.025	0.026	0.058
A6	4/05/2019	8,660,574.307	287,227.574	261.954	-0.002	-0.003	-0.041
A6	18/05/2019	8,660,574.333	287,227.598	261.922	-0.026	-0.024	0.032
A6	1/06/2019	8,660,574.278	287,227.545	261.933	0.055	0.053	-0.011
A6	15/06/2019	8,660,574.359	287,227.625	261.938	-0.081	-0.080	-0.005
A6	29/06/2019	8,660,574.264	287,227.530	261.905	0.096	0.095	0.033
A6	13/07/2019	8,660,574.362	287,227.628	261.941	-0.098	-0.098	-0.036
A6	27/07/2019	8,660,574.268	287,227.534	261.937	0.094	0.095	0.004
A6	10/08/2019	8,660,574.373	287,227.638	261.954	-0.105	-0.104	-0.017
A6	24/08/2019	8,660,574.264	287,227.529	261.907	0.109	0.109	0.047
A6		DESPLAZAMIENTO ACUMULADO			0.050	0.051	0.048

Tabla 43: Monitoreo de puntos de control topográfico – A7

Monitoreo de puntos de control topográfico – A7							
deslizamiento de muro gavión							
Pts.	Fecha	Norte	Este	Cota	Desp. N	Desp. E	Desp. C
MES DE FEBRERO - AGOSTO 2019							
A7	23/02/2019	8,660,569.356	287,227.268	261.986			
A7	9/03/2019	8,660,569.344	287,227.217	261.971	0.012	0.051	0.015
A7	23/03/2019	8,660,569.357	287,227.262	261.981	-0.013	-0.045	-0.011
A7	6/04/2019	8,660,569.367	287,227.274	261.994	-0.011	-0.012	-0.012
A7	20/04/2019	8,660,569.360	287,227.259	261.988	0.007	0.015	0.006
A7	4/05/2019	8,660,569.385	287,227.301	262.013	-0.025	-0.042	-0.025
A7	18/05/2019	8,660,569.374	287,227.274	261.994	0.011	0.027	0.019
A7	1/06/2019	8,660,569.399	287,227.318	262.026	-0.025	-0.043	-0.031
A7	15/06/2019	8,660,569.392	287,227.298	262.017	0.007	0.020	0.009
A7	29/06/2019	8,660,569.398	287,227.310	262.024	-0.006	-0.012	-0.008
A7	13/07/2019	8,660,569.404	287,227.317	262.032	-0.006	-0.007	-0.008
A7	27/07/2019	8,660,569.404	287,227.314	262.031	0.001	0.003	0.001
A7	10/08/2019	8,660,569.383	287,227.281	262.005	0.021	0.032	0.026
A7	24/08/2019	8,660,569.362	287,227.256	261.979	0.021	0.025	0.026
A7		DESPLAZAMIENTO ACUMULADO			-0.006	0.012	0.007

Tabla 44: Monitoreo de puntos de control topográfico – A8

Monitoreo de puntos de control topográfico – A8							
deslizamiento de muro gavión							
Pts.	Fecha	Norte	Este	Cota	Desp. N	Desp. E	Desp. C
MES DE FEBRERO - AGOSTO 2019							
A8	23/02/2019	8,660,564.851	287,225.150	261.903			
A8	9/03/2019	8,660,564.828	287,225.117	261.872	0.023	0.033	0.031
A8	23/03/2019	8,660,564.819	287,225.107	261.862	0.009	0.009	0.010
A8	6/04/2019	8,660,564.812	287,225.099	261.853	0.007	0.008	0.008
A8	20/04/2019	8,660,564.792	287,225.091	261.844	0.019	0.008	0.009
A8	4/05/2019	8,660,564.803	287,225.102	261.854	-0.011	-0.012	-0.010
A8	18/05/2019	8,660,564.789	287,225.087	261.841	0.015	0.015	0.013
A8	1/06/2019	8,660,564.822	287,225.122	261.871	-0.034	-0.035	-0.030
A8	15/06/2019	8,660,564.811	287,225.109	261.863	0.012	0.012	0.008
A8	29/06/2019	8,660,564.819	287,225.118	261.870	-0.009	-0.009	-0.007
A8	13/07/2019	8,660,564.826	287,225.125	261.877	-0.007	-0.007	-0.007
A8	27/07/2019	8,660,564.825	287,225.124	261.876	0.001	0.002	0.001
A8	10/08/2019	8,660,564.798	287,225.096	261.852	0.027	0.027	0.025
A8	24/08/2019	8,660,564.783	287,225.071	261.826	0.015	0.025	0.025
A8		DESPLAZAMIENTO ACUMULADO			0.068	0.079	0.076

Tabla 45: Monitoreo de puntos de control topográfico – A9

Monitoreo de puntos de control topográfico – A9							
deslizamiento de muro gavión							
Pts.	Fecha	Norte	Este	Cota	Desp. N	Desp. E	Desp. C
MES DE FEBRERO - AGOSTO 2019							
A9	23/02/2019	8,660,561.108	287,221.858	261.852			
A9	9/03/2019	8,660,561.040	287,221.814	261.809	0.068	0.044	0.044
A9	23/03/2019	8,660,561.177	287,221.885	261.873	-0.137	-0.071	-0.065
A9	6/04/2019	8,660,561.039	287,221.809	261.810	0.138	0.076	0.063
A9	20/04/2019	8,660,561.168	287,221.883	261.864	-0.129	-0.074	-0.055
A9	4/05/2019	8,660,561.047	287,221.808	261.808	0.120	0.076	0.056
A9	18/05/2019	8,660,561.156	287,221.889	261.855	-0.108	-0.081	-0.047
A9	1/06/2019	8,660,561.053	287,221.802	261.800	0.102	0.086	0.055
A9	15/06/2019	8,660,561.154	287,221.903	261.862	-0.100	-0.101	-0.063
A9	29/06/2019	8,660,561.059	287,221.803	261.800	0.094	0.100	0.062
A9	13/07/2019	8,660,561.161	287,221.913	261.849	-0.102	-0.110	-0.049
A9	27/07/2019	8,660,561.053	287,221.800	261.796	0.108	0.113	0.053
A9	10/08/2019	8,660,561.141	287,221.897	261.851	-0.088	-0.097	-0.055
A9	24/08/2019	8,660,561.056	287,221.795	261.802	0.085	0.101	0.049
A9		DESPLAZAMIENTO ACUMULADO			0.052	0.063	0.050

Tabla 46: Monitoreo de puntos de control topográfico – A10

Monitoreo de puntos de control topográfico – A10							
deslizamiento de muro gavión							
Pts.	Fecha	Norte	Este	Cota	Desp. N	Desp. E	Desp. C
MES DE FEBRERO - AGOSTO 2019							
A10	23/02/2019	8,660,558.356	287,217.674	262.001			
A10	9/03/2019	8,660,558.328	287,217.601	261.945	0.028	0.073	0.056
A10	23/03/2019	8,660,558.366	287,217.654	261.964	-0.038	-0.053	-0.019
A10	6/04/2019	8,660,558.369	287,217.664	261.979	-0.004	-0.010	-0.016
A10	20/04/2019	8,660,558.338	287,217.633	261.958	0.031	0.031	0.021
A10	4/05/2019	8,660,558.402	287,217.703	262.000	-0.063	-0.070	-0.042
A10	18/05/2019	8,660,558.341	287,217.645	261.982	0.061	0.058	0.019
A10	1/06/2019	8,660,558.410	287,217.720	262.024	-0.069	-0.075	-0.042
A10	15/06/2019	8,660,558.358	287,217.683	262.023	0.052	0.037	0.001
A10	29/06/2019	8,660,558.381	287,217.698	262.022	-0.023	-0.015	0.000
A10	13/07/2019	8,660,558.384	287,217.704	262.033	-0.004	-0.006	-0.010
A10	27/07/2019	8,660,558.374	287,217.695	262.032	0.010	0.009	0.001
A10	10/08/2019	8,660,558.331	287,217.649	262.002	0.043	0.046	0.029
A10	24/08/2019	8,660,558.318	287,217.628	261.971	0.013	0.021	0.031
A10		DESPLAZAMIENTO ACUMULADO			0.038	0.046	0.030

Tabla 47: Monitoreo de puntos de control topográfico – B1

Monitoreo de puntos de control topográfico - B1							
deslizamiento de muro gavión							
Pts.	Fecha	Norte	Este	Cota	Desp. N	Desp. E	Desp. C
MES DE FEBRERO - AGOSTO 2019							
B1	23/02/2019	8,660,598.127	287,231.172	259.302			
B1	9/03/2019	8,660,598.124	287,231.168	259.298	0.003	0.004	0.004
B1	23/03/2019	8,660,598.118	287,231.161	259.291	0.006	0.007	0.007
B1	6/04/2019	8,660,598.114	287,231.156	259.286	0.004	0.005	0.005
B1	20/04/2019	8,660,598.108	287,231.150	259.279	0.005	0.006	0.007
B1	4/05/2019	8,660,598.101	287,231.145	259.274	0.007	0.005	0.006
B1	18/05/2019	8,660,598.093	287,231.141	259.265	0.008	0.004	0.008
B1	1/06/2019	8,660,598.092	287,231.140	259.262	0.001	0.001	0.004
B1	15/06/2019	8,660,598.086	287,231.139	259.263	0.006	0.001	-0.001
B1	29/06/2019	8,660,598.082	287,231.142	259.263	0.004	-0.003	-0.001
B1	13/07/2019	8,660,598.087	287,231.150	259.269	-0.005	-0.007	-0.006
B1	27/07/2019	8,660,598.092	287,231.151	259.268	-0.005	-0.001	0.001
B1	10/08/2019	8,660,598.086	287,231.148	259.272	0.006	0.002	-0.004
B1	24/08/2019	8,660,598.079	287,231.140	259.262	0.007	0.009	0.010
B1		DESPLAZAMIENTO ACUMULADO			0.048	0.032	0.040

Tabla 48: Monitoreo de puntos de control topográfico – B2

Monitoreo de puntos de control topográfico - B2							
deslizamiento de muro gavión							
Pts.	Fecha	Norte	Este	Cota	Desp. N	Desp. E	Desp. C
MES DE FEBRERO - AGOSTO 2019							
B2	23/02/2019	8,660,593.774	287,228.641	259.302			
B2	9/03/2019	8,660,593.771	287,228.638	259.299	0.003	0.003	0.003
B2	23/03/2019	8,660,593.765	287,228.632	259.293	0.006	0.006	0.006
B2	6/04/2019	8,660,593.761	287,228.628	259.289	0.004	0.004	0.004
B2	20/04/2019	8,660,593.755	287,228.622	259.283	0.005	0.005	0.005
B2	4/05/2019	8,660,593.750	287,228.615	259.276	0.006	0.007	0.007
B2	18/05/2019	8,660,593.743	287,228.605	259.266	0.006	0.010	0.010
B2	1/06/2019	8,660,593.741	287,228.601	259.262	0.003	0.005	0.005
B2	15/06/2019	8,660,593.737	287,228.595	259.256	0.003	0.006	0.006
B2	29/06/2019	8,660,593.735	287,228.590	259.251	0.003	0.005	0.005
B2	13/07/2019	8,660,593.736	287,228.588	259.251	-0.002	0.002	0.000
B2	27/07/2019	8,660,593.739	287,228.588	259.254	-0.003	0.001	-0.002
B2	10/08/2019	8,660,593.735	287,228.582	259.250	0.004	0.006	0.004
B2	24/08/2019	8,660,593.728	287,228.573	259.243	0.008	0.009	0.007
B2		DESPLAZAMIENTO ACUMULADO			0.046	0.068	0.059

Tabla 49: Monitoreo de puntos de control topográfico – B3

Monitoreo de puntos de control topográfico - B3							
deslizamiento de muro gavión							
Pts.	Fecha	Norte	Este	Cota	Desp. N	Desp. E	Desp. C
MES DE FEBRERO - AGOSTO 2019							
B3	23/02/2019	8,660,589.091	287,226.793	259.302			
B3	9/03/2019	8,660,589.088	287,226.789	259.297	0.003	0.004	0.005
B3	23/03/2019	8,660,589.082	287,226.782	259.289	0.006	0.007	0.008
B3	6/04/2019	8,660,589.078	287,226.777	259.285	0.004	0.005	0.004
B3	20/04/2019	8,660,589.072	287,226.775	259.279	0.005	0.002	0.007
B3	4/05/2019	8,660,589.065	287,226.773	259.274	0.007	0.002	0.005
B3	18/05/2019	8,660,589.055	287,226.766	259.269	0.010	0.007	0.005
B3	1/06/2019	8,660,589.053	287,226.767	259.269	0.003	-0.001	0.000
B3	15/06/2019	8,660,589.053	287,226.769	259.268	-0.001	-0.002	0.001
B3	29/06/2019	8,660,589.055	287,226.775	259.272	-0.002	-0.006	-0.003
B3	13/07/2019	8,660,589.055	287,226.776	259.279	0.000	-0.001	-0.007
B3	27/07/2019	8,660,589.058	287,226.779	259.280	-0.003	-0.003	-0.001
B3	10/08/2019	8,660,589.060	287,226.775	259.277	-0.002	0.004	0.003
B3	24/08/2019	8,660,589.056	287,226.765	259.268	0.004	0.010	0.010
B3		DESPLAZAMIENTO ACUMULADO			0.035	0.028	0.034

Tabla 50: Monitoreo de puntos de control topográfico – B4

Monitoreo de puntos de control topográfico – B4							
deslizamiento de muro gavión							
Pts.	Fecha	Norte	Este	Cota	Desp. N	Desp. E	Desp. C
MES DE FEBRERO - AGOSTO 2019							
B4	23/02/2019	8,660,584.146	287,225.779	259.302			
B4	9/03/2019	8,660,584.150	287,225.763	259.288	-0.003	0.016	0.014
B4	23/03/2019	8,660,584.156	287,225.750	259.278	-0.006	0.013	0.010
B4	6/04/2019	8,660,584.159	287,225.759	259.286	-0.004	-0.008	-0.008
B4	20/04/2019	8,660,584.165	287,225.753	259.281	-0.005	0.005	0.006
B4	4/05/2019	8,660,584.172	287,225.743	259.273	-0.007	0.010	0.008
B4	18/05/2019	8,660,584.178	287,225.732	259.264	-0.006	0.011	0.009
B4	1/06/2019	8,660,584.177	287,225.754	259.284	0.001	-0.021	-0.020
B4	15/06/2019	8,660,584.179	287,225.750	259.278	-0.002	0.004	0.006
B4	29/06/2019	8,660,584.178	287,225.755	259.283	0.001	-0.005	-0.005
B4	13/07/2019	8,660,584.174	287,225.761	259.288	0.004	-0.006	-0.005
B4	27/07/2019	8,660,584.168	287,225.761	259.287	0.006	0.000	0.000
B4	10/08/2019	8,660,584.172	287,225.742	259.271	-0.003	0.019	0.017
B4	24/08/2019	8,660,584.178	287,225.721	259.254	-0.006	0.021	0.017
B4		DESPLAZAMIENTO ACUMULADO			-0.032	0.058	0.048

Tabla 51: Monitoreo de puntos de control topográfico – B5

Monitoreo de puntos de control topográfico – B5							
deslizamiento de muro gavión							
Pts.	Fecha	Norte	Este	Cota	Desp. N	Desp. E	Desp. C
MES DE FEBRERO - AGOSTO 2019							
B5	23/02/2019	8,660,579.118	287,226.178	260.299			
B5	9/03/2019	8,660,579.122	287,226.182	260.280	-0.003	-0.004	0.019
B5	23/03/2019	8,660,579.128	287,226.189	260.267	-0.006	-0.007	0.013
B5	6/04/2019	8,660,579.131	287,226.190	260.278	-0.004	0.000	-0.011
B5	20/04/2019	8,660,579.137	287,226.189	260.270	-0.005	0.001	0.008
B5	4/05/2019	8,660,579.144	287,226.193	260.259	-0.007	-0.004	0.011
B5	18/05/2019	8,660,579.154	287,226.198	260.248	-0.010	-0.005	0.012
B5	1/06/2019	8,660,579.158	287,226.195	260.275	-0.005	0.003	-0.027
B5	15/06/2019	8,660,579.161	287,226.191	260.267	-0.002	0.004	0.008
B5	29/06/2019	8,660,579.159	287,226.191	260.274	0.001	0.000	-0.007
B5	13/07/2019	8,660,579.159	287,226.188	260.280	0.000	0.003	-0.006
B5	27/07/2019	8,660,579.157	287,226.187	260.279	0.002	0.001	0.001
B5	10/08/2019	8,660,579.158	287,226.192	260.257	0.000	-0.005	0.022
B5	24/08/2019	8,660,579.160	287,226.202	260.234	-0.002	-0.010	0.023
B5		DESPLAZAMIENTO ACUMULADO			-0.042	-0.024	0.065

Tabla 52: Monitoreo de puntos de control topográfico – B6

Monitoreo de puntos de control topográfico – B6 deslizamiento de muro gavión							
Pts.	Fecha	Norte	Este	Cota	Desp. N	Desp. E	Desp. C
MES DE FEBRERO - AGOSTO 2019							
B6	23/02/2019	8,660,574.290	287,227.410	260.299			
B6	9/03/2019	8,660,574.294	287,227.396	260.289	-0.003	0.014	0.010
B6	23/03/2019	8,660,574.300	287,227.389	260.281	-0.006	0.008	0.007
B6	6/04/2019	8,660,574.303	287,227.395	260.287	-0.004	-0.006	-0.006
B6	20/04/2019	8,660,574.309	287,227.391	260.283	-0.005	0.004	0.004
B6	4/05/2019	8,660,574.316	287,227.385	260.277	-0.007	0.006	0.006
B6	18/05/2019	8,660,574.326	287,227.378	260.270	-0.010	0.007	0.007
B6	1/06/2019	8,660,574.330	287,227.393	260.285	-0.005	-0.015	-0.015
B6	15/06/2019	8,660,574.336	287,227.389	260.281	-0.006	0.004	0.004
B6	29/06/2019	8,660,574.341	287,227.392	260.285	-0.005	-0.004	-0.004
B6	13/07/2019	8,660,574.343	287,227.396	260.288	-0.002	-0.004	-0.004
B6	27/07/2019	8,660,574.343	287,227.396	260.288	-0.001	0.000	0.000
B6	10/08/2019	8,660,574.347	287,227.383	260.276	-0.004	0.012	0.012
B6	24/08/2019	8,660,574.354	287,227.370	260.263	-0.006	0.013	0.013
B6		DESPLAZAMIENTO ACUMULADO			-0.064	0.040	0.036

Tabla 53: Monitoreo de puntos de control topográfico – B7

Monitoreo de puntos de control topográfico – B7 deslizamiento de muro gavión							
Pts.	Fecha	Norte	Este	Cota	Desp. N	Desp. E	Desp. C
MES DE FEBRERO - AGOSTO 2019							
B7	23/02/2019	8,660,569.400	287,227.101	260.298			
B7	9/03/2019	8,660,569.404	287,227.084	260.285	-0.003	0.017	0.013
B7	23/03/2019	8,660,569.410	287,227.076	260.275	-0.006	0.008	0.009
B7	6/04/2019	8,660,569.413	287,227.090	260.283	-0.004	-0.013	-0.008
B7	20/04/2019	8,660,569.419	287,227.080	260.278	-0.005	0.010	0.006
B7	4/05/2019	8,660,569.426	287,227.072	260.270	-0.007	0.008	0.008
B7	18/05/2019	8,660,569.436	287,227.064	260.262	-0.010	0.008	0.008
B7	1/06/2019	8,660,569.440	287,227.091	260.281	-0.005	-0.027	-0.019
B7	15/06/2019	8,660,569.446	287,227.078	260.275	-0.006	0.013	0.005
B7	29/06/2019	8,660,569.451	287,227.085	260.280	-0.005	-0.007	-0.005
B7	13/07/2019	8,660,569.451	287,227.090	260.285	0.000	-0.004	-0.005
B7	27/07/2019	8,660,569.448	287,227.088	260.284	0.002	0.002	0.000
B7	10/08/2019	8,660,569.452	287,227.068	260.268	-0.004	0.020	0.016
B7	24/08/2019	8,660,569.459	287,227.053	260.252	-0.007	0.015	0.016
B7		DESPLAZAMIENTO ACUMULADO			-0.059	0.048	0.046

Tabla 54: Monitoreo de puntos de control topográfico – B8

Monitoreo de puntos de control topográfico – B8							
deslizamiento de muro gavión							
Pts.	Fecha	Norte	Este	Cota	Desp. N	Desp. E	Desp. C
MES DE FEBRERO - AGOSTO 2019							
B8	23/02/2019	8,660,564.948	287,225.005	260.298			
B8	9/03/2019	8,660,564.934	287,225.005	260.283	0.014	0.000	0.015
B8	23/03/2019	8,660,564.921	287,224.988	260.272	0.014	0.018	0.010
B8	6/04/2019	8,660,564.926	287,224.975	260.281	-0.006	0.012	-0.009
B8	20/04/2019	8,660,564.923	287,224.986	260.275	0.003	-0.011	0.006
B8	4/05/2019	8,660,564.914	287,224.978	260.267	0.009	0.007	0.008
B8	18/05/2019	8,660,564.903	287,224.968	260.257	0.011	0.010	0.009
B8	1/06/2019	8,660,564.920	287,224.957	260.278	-0.017	0.011	-0.021
B8	15/06/2019	8,660,564.920	287,224.982	260.273	0.000	-0.025	0.006
B8	29/06/2019	8,660,564.923	287,224.975	260.278	-0.003	0.007	-0.005
B8	13/07/2019	8,660,564.929	287,224.981	260.283	-0.006	-0.006	-0.005
B8	27/07/2019	8,660,564.930	287,224.987	260.282	-0.001	-0.006	0.001
B8	10/08/2019	8,660,564.914	287,224.987	260.265	0.016	0.001	0.017
B8	24/08/2019	8,660,564.893	287,224.966	260.247	0.021	0.021	0.018
B8		DESPLAZAMIENTO ACUMULADO			0.055	0.039	0.050

Tabla 55: Monitoreo de puntos de control topográfico - B9

Monitoreo de puntos de control topográfico – B9							
deslizamiento de muro gavión							
Pts.	Fecha	Norte	Este	Cota	Desp. N	Desp. E	Desp. C
MES DE FEBRERO - AGOSTO 2019							
B9	23/02/2019	8,660,561.240	287,221.743	260.289			
B9	9/03/2019	8,660,561.232	287,221.736	260.277	0.008	0.007	0.012
B9	23/03/2019	8,660,561.217	287,221.721	260.268	0.015	0.016	0.008
B9	6/04/2019	8,660,561.215	287,221.717	260.276	0.002	0.003	-0.007
B9	20/04/2019	8,660,561.217	287,221.721	260.271	-0.002	-0.003	0.005
B9	4/05/2019	8,660,561.209	287,221.712	260.264	0.009	0.008	0.007
B9	18/05/2019	8,660,561.198	287,221.702	260.256	0.010	0.010	0.007
B9	1/06/2019	8,660,561.204	287,221.705	260.273	-0.006	-0.003	-0.017
B9	15/06/2019	8,660,561.214	287,221.718	260.269	-0.010	-0.012	0.005
B9	29/06/2019	8,660,561.213	287,221.716	260.273	0.001	0.002	-0.004
B9	13/07/2019	8,660,561.219	287,221.722	260.277	-0.006	-0.006	-0.004
B9	27/07/2019	8,660,561.222	287,221.725	260.276	-0.003	-0.003	0.000
B9	10/08/2019	8,660,561.212	287,221.717	260.262	0.010	0.009	0.014
B9	24/08/2019	8,660,561.191	287,221.696	260.248	0.021	0.021	0.014
B9		DESPLAZAMIENTO ACUMULADO			0.049	0.047	0.041

Tabla 56: Monitoreo de puntos de control topográfico - B10

Monitoreo de puntos de control topográfico – B10 deslizamiento de muro gavión							
Pts.	Fecha	Norte	Este	Cota	Desp. N	Desp. E	Desp. C
Mes De Febrero - agosto 2019							
B10	23/02/2019	8,660,558.508	287,217.601	260.289			
B10	9/03/2019	8,660,558.512	287,217.598	260.276	-0.003	0.003	0.012
B10	23/03/2019	8,660,558.518	287,217.590	260.268	-0.006	0.009	0.009
B10	6/04/2019	8,660,558.521	287,217.591	260.275	-0.004	-0.002	-0.007
B10	20/04/2019	8,660,558.527	287,217.591	260.270	-0.005	0.001	0.005
B10	4/05/2019	8,660,558.534	287,217.585	260.263	-0.007	0.005	0.007
B10	18/05/2019	8,660,558.540	287,217.579	260.255	-0.006	0.006	0.008
B10	1/06/2019	8,660,558.539	287,217.587	260.273	0.001	-0.008	-0.018
B10	15/06/2019	8,660,558.541	287,217.589	260.268	-0.002	-0.002	0.005
B10	29/06/2019	8,660,558.540	287,217.590	260.272	0.001	-0.001	-0.004
B10	13/07/2019	8,660,558.536	287,217.593	260.276	0.004	-0.004	-0.004
B10	27/07/2019	8,660,558.530	287,217.594	260.276	0.006	-0.001	0.000
B10	10/08/2019	8,660,558.534	287,217.586	260.261	-0.003	0.008	0.015
B10	24/08/2019	8,660,558.540	287,217.573	260.247	-0.006	0.013	0.015
Desplazamiento Acumulado					-0.032	0.028	0.042

4.1.1 Resumen de resultados del monitoreo desplazamiento acumulado de puntos de control topográfico

Tabla 57: Resumen monitoreo de puntos de control topográfico

Resumen de coordenadas de placas de control topográfico									
PLACA N°	Monitoreo 23 – febrero (inicial)			Monitoreo 24 – Agosto (final)			Monitoreo de Desplazamientos (Acumulado)		
	ESTE	NORTE	ELEV. (msnm)	NORTE	ESTE	ELEV. (msnm)			
A1	287231.39	8660597.98	262.29	8660597.95	287231.37	262.00	0.03	0.01	0.28
A2	287228.88	8660593.66	262.27	8660593.70	287228.86	262.23	-0.04	0.02	0.04
A3	287227.04	8660589.01	262.15	8660588.97	287227.01	262.11	0.05	0.03	0.04
A4	287226.04	8660584.13	262.30	8660584.07	287225.98	262.25	0.06	0.05	0.05
A5	287226.35	8660579.15	261.45	8660579.11	287226.30	261.40	0.04	0.05	0.05
A6	287227.58	8660574.31	261.95	8660574.26	287227.53	261.91	0.05	0.05	0.05
A7	287227.27	8660569.36	261.99	8660569.36	287227.26	261.98	-0.01	0.01	0.01
A8	287225.15	8660564.85	261.90	8660564.78	287225.07	261.83	0.07	0.08	0.08
A9	287221.86	8660561.11	261.85	8660561.06	287221.80	261.80	0.05	0.06	0.05
A10	287217.67	8660558.36	262.00	8660558.32	287217.63	261.97	0.04	0.05	0.03
B1	287231.17	8660598.13	259.30	8660598.08	287231.14	259.26	0.05	0.03	0.04
B2	287228.64	8660593.77	259.30	8660593.73	287228.57	259.24	0.05	0.07	0.06
B3	287226.79	8660589.09	259.30	8660589.06	287226.76	259.27	0.03	0.03	0.03
B4	287225.78	8660584.15	259.30	8660584.18	287225.72	259.25	-0.03	0.06	0.05
B5	287226.18	8660579.12	260.30	8660579.16	287226.20	260.23	-0.04	-0.02	0.06
B6	287227.41	8660574.29	260.30	8660574.35	287227.37	260.26	-0.06	0.04	0.04
B7	287227.10	8660569.40	260.30	8660569.46	287227.05	260.25	-0.06	0.05	0.05
B8	287225.01	8660564.95	260.30	8660564.89	287224.97	260.25	0.06	0.04	0.05
B9	287221.74	8660561.24	260.30	8660561.19	287221.70	260.25	0.05	0.05	0.04
B10	287217.60	8660558.51	260.30	8660558.54	287217.57	260.25	-0.03	0.03	0.04

4.2 Propiedades físicas y parámetros de resistencia cortante

Teniendo en cuenta las investigaciones geotécnicas de campo, los resultados de ensayos de laboratorio reciente, ejecutado en PTN consultoría se presentan en el Anexo B, ensayos de laboratorio existentes, literatura disponible.

Los parámetros de resistencia al corte de los materiales son mostrados en la tabla 58. Estos parámetros fueron obtenidos a partir de la evaluación geotécnica y geológica del área de estudio.

Los parámetros de los suelos para el análisis de estabilidad del talud son:

Tabla 58: Parámetros de corte para el análisis de estabilidad.

	Descripción	Peso Específico (kN/m ³)	Ángulo de Fricción Interna (grados)	Cohesión (kPa)
1	Macizo Rocoso moderadamente fracturado **	26	70.3	88.26
2	Macizo Rocoso sano a poco fracturado	26	74.4	310
3	Material de relleno antrópico	19	38.0*	19.61
4	Relleno controlado	19	35	5
5	Muro Gavión	18.5	38	40

(Elaboración propia)

* Ángulo de reposo medido en campo con la brújula de geólogo

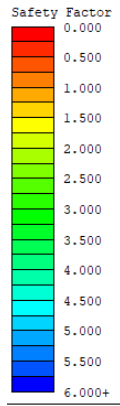
** Para el análisis del macizo rocoso fracturado se consideró el método Hoek & Brown

4.3 Análisis de Estabilidad del muro gavión.

Los factores de seguridad obtenidos para los taludes del muro gavión, son mayores que los mínimos recomendados para el análisis de la estabilidad global y local en las condiciones estáticas y pseudo-estáticas analizadas.

Los resultados del análisis de estabilidad de taludes del muro gavión, se muestran en los siguientes gráficos y un resumen de los mismos se presenta en la Tabla

Grafico 5. Análisis Estático- Falla circular - talud local - Sección de análisis A-A.



Material Name	Color	Unit Weight (kN/m ³)	Strength Type	Cohesion (kPa)	Phi (deg)
Macizo Rocoso moderadamente	Orange	26	Mohr-Coulomb	88.26	70.3
Macizo Rocoso sano a poco fracturado	Purple	26	Mohr-Coulomb	310	74.4
Material de relleno antrópico	Grey	19	Mohr-Coulomb	19.61	38
Relleno controlado	Yellow	19	Mohr-Coulomb	5	35
Muro gavión	Green	18.5	Mohr-Coulomb	40	38

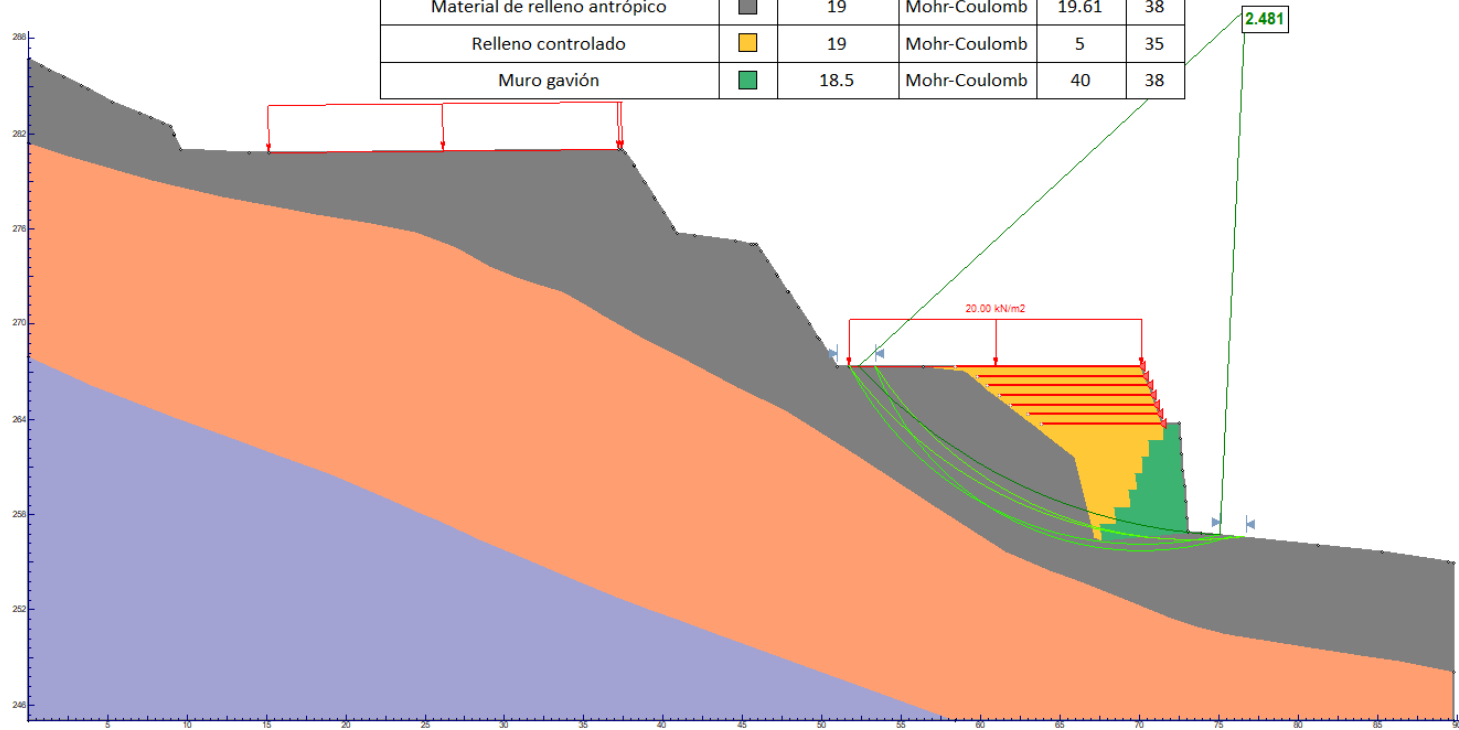
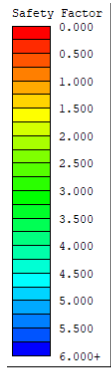


Grafico 6. Análisis Pseudo-estático - Falla circular - Talud local - Sección de Análisis A-A



Material Name	Color	Unit Weight (kN/m ³)	Strength Type	Cohesion (kPa)	Phi (deg)
Macizo Rocoso moderadamente	Orange	26	Mohr-Coulomb	88.26	70.3
Macizo Rocoso sano a poco fracturado	Purple	26	Mohr-Coulomb	310	74.4
Material de relleno antrópico	Grey	19	Mohr-Coulomb	19.61	38
Relleno controlado	Yellow	19	Mohr-Coulomb	5	35
Muro gavión	Green	18.5	Mohr-Coulomb	40	38

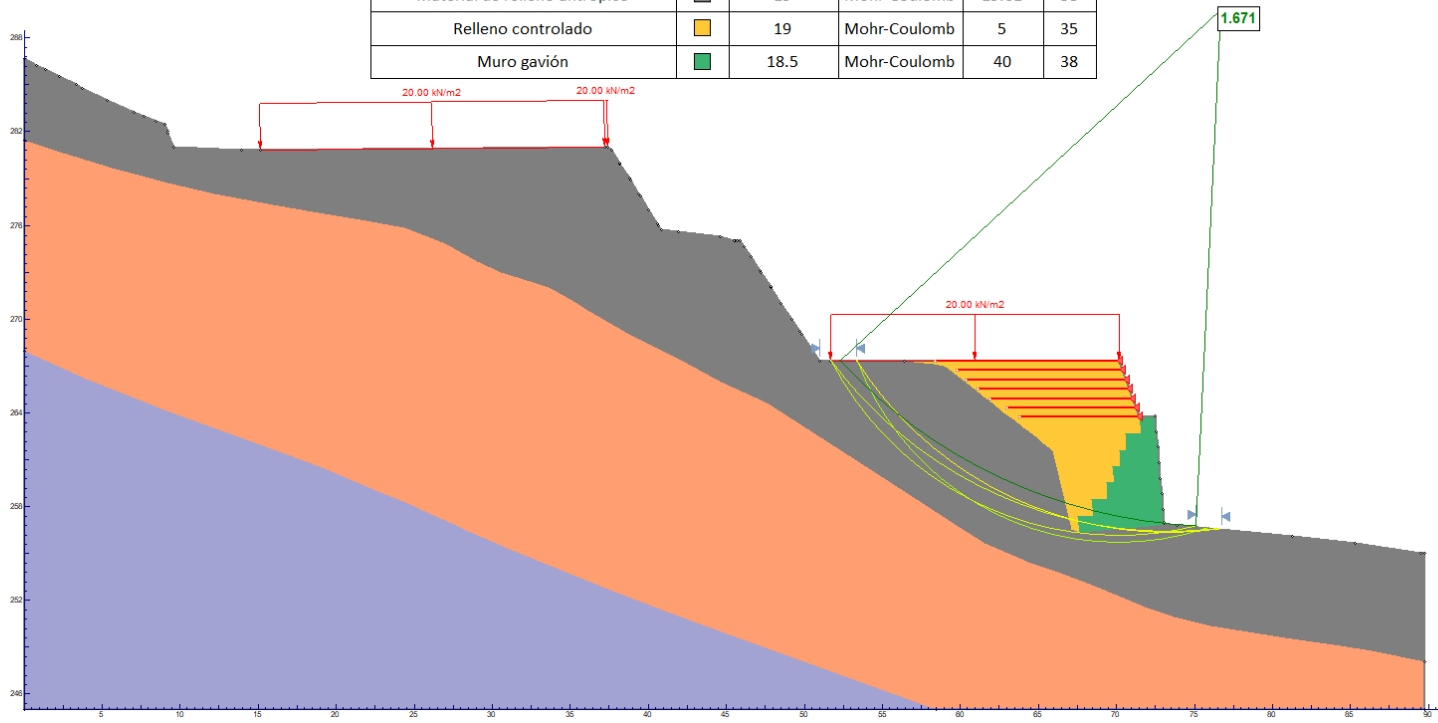
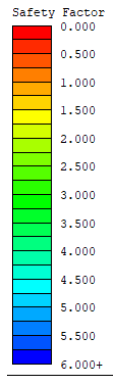


Grafico 7. Análisis Pseudo- estático - falla circular - talud global - Sección de Análisis A-A.



Material Name	Color	Unit Weight (kN/m ³)	Strength Type	Cohesion (kPa)	Phi (deg)
Macizo Rocoso moderadamente	Orange	26	Mohr-Coulomb	88.26	70.3
Macizo Rocoso sano a poco fracturado	Light Blue	26	Mohr-Coulomb	310	74.4
Material de relleno antrópico	Grey	19	Mohr-Coulomb	19.61	38
Relleno controlado	Yellow	19	Mohr-Coulomb	5	35
Muro gavión	Green	18.5	Mohr-Coulomb	40	38

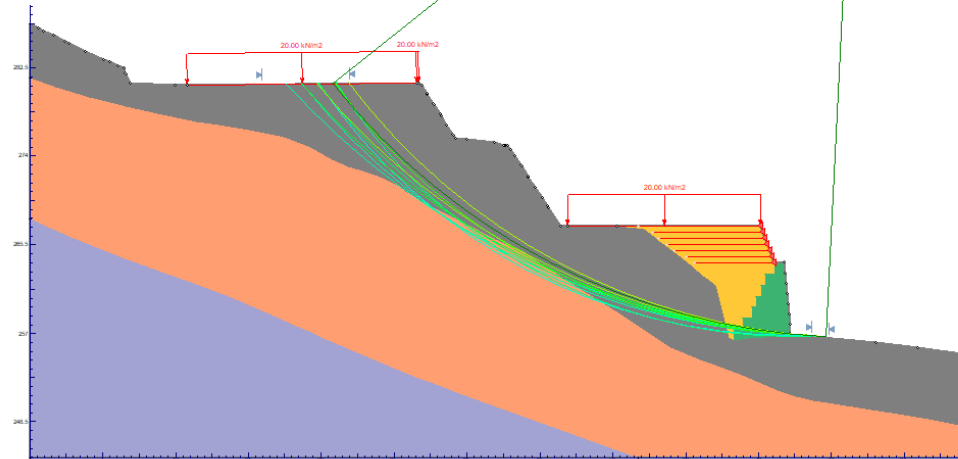
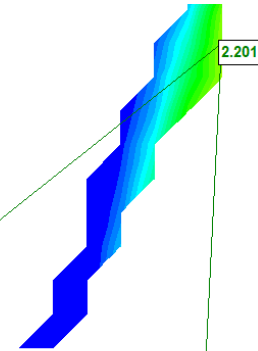
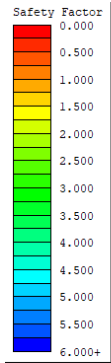


Grafico 8. Análisis Estático - Falla circular - talud global - Sección de Análisis A-A



Material Name	Color	Unit Weight (kN/m ³)	Strength Type	Cohesion (kPa)	Phi (deg)
Macizo Rocoso moderadamente	Orange	26	Mohr-Coulomb	88.26	70.3
Macizo Rocoso sano a poco fracturado	Light Blue	26	Mohr-Coulomb	310	74.4
Material de relleno antrópico	Grey	19	Mohr-Coulomb	19.61	38
Relleno controlado	Yellow	19	Mohr-Coulomb	5	35
Muro gavión	Green	18.5	Mohr-Coulomb	40	38

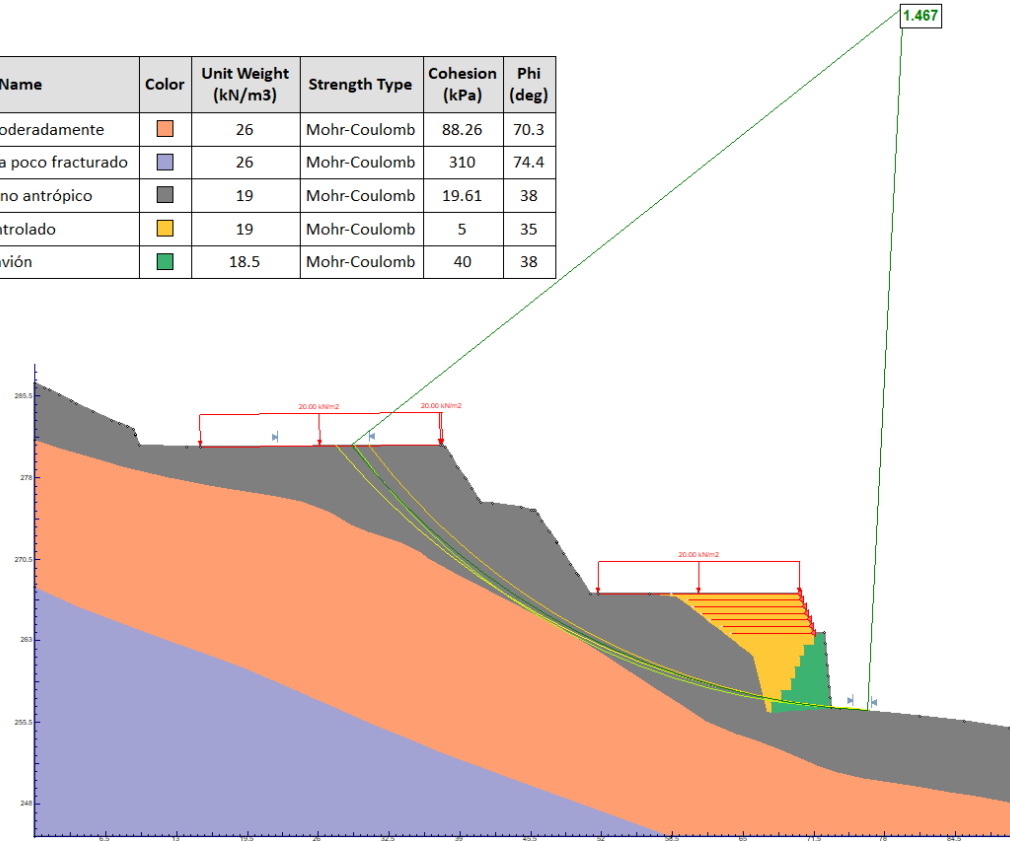


Tabla 59: Resumen de resultados de factores de seguridad local

Factores de Seguridad Local		
Sección	Estático	Pseudo – Estático
A-A'	2.481	1.671

(Elaboración propia)

Tabla 60: Resumen de resultados de factores de seguridad global

Factores de Seguridad Global		
Sección	Estático	Pseudo – Estático
A-A'	2.201	1.467

(Elaboración propia)

CAPITULO V

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

5.1 Discusión de resultados

De acuerdo al método de monitoreo por placas efectuados entre los meses de febrero a agosto de 2019, se ha tenido un desplazamiento promedio acumulado en dirección Este (X) de 0.07 m, un desplazamiento acumulado en dirección Norte (Y) de 0.08 m y asentamientos de hasta 0.28 m.

Tabla 61: Resumen monitoreo de puntos de control topográfico

Resumen de coordenadas de placas de control topográfico									
PLACA N°	Monitoreo 23 – febrero (inicial)			Monitoreo 24 – Agosto (final)			Monitoreo de Desplazamientos (Acumulado)		
	ESTE	NORTE	ELEV. (msnm)	NORTE	ESTE	ELEV. (msnm)			
A1	287231.39	8660597.98	262.29	8660597.95	287231.37	262.00	0.03	0.01	0.28
A2	287228.88	8660593.66	262.27	8660593.70	287228.86	262.23	-0.04	0.02	0.04
A3	287227.04	8660589.01	262.15	8660588.97	287227.01	262.11	0.05	0.03	0.04
A4	287226.04	8660584.13	262.30	8660584.07	287225.98	262.25	0.06	0.05	0.05
A5	287226.35	8660579.15	261.45	8660579.11	287226.30	261.40	0.04	0.05	0.05
A6	287227.58	8660574.31	261.95	8660574.26	287227.53	261.91	0.05	0.05	0.05
A7	287227.27	8660569.36	261.99	8660569.36	287227.26	261.98	-0.01	0.01	0.01
A8	287225.15	8660564.85	261.90	8660564.78	287225.07	261.83	0.07	0.08	0.08
A9	287221.86	8660561.11	261.85	8660561.06	287221.80	261.80	0.05	0.06	0.05
A10	287217.67	8660558.36	262.00	8660558.32	287217.63	261.97	0.04	0.05	0.03
B1	287231.17	8660598.13	259.30	8660598.08	287231.14	259.26	0.05	0.03	0.04
B2	287228.64	8660593.77	259.30	8660593.73	287228.57	259.24	0.05	0.07	0.06
B3	287226.79	8660589.09	259.30	8660589.06	287226.76	259.27	0.03	0.03	0.03
B4	287225.78	8660584.15	259.30	8660584.18	287225.72	259.25	-0.03	0.06	0.05
B5	287226.18	8660579.12	260.30	8660579.16	287226.20	260.23	-0.04	-0.02	0.06
B6	287227.41	8660574.29	260.30	8660574.35	287227.37	260.26	-0.06	0.04	0.04
B7	287227.10	8660569.40	260.30	8660569.46	287227.05	260.25	-0.06	0.05	0.05
B8	287225.01	8660564.95	260.30	8660564.89	287224.97	260.25	0.06	0.04	0.05
B9	287221.74	8660561.24	260.30	8660561.19	287221.70	260.25	0.05	0.05	0.04
B10	287217.60	8660558.51	260.30	8660558.54	287217.57	260.25	-0.03	0.03	0.04

Litológicamente la zona de estudio presenta afloramientos de roca ígnea plutónica de composición granodiorítica. Estas rocas a pesar de presentar una alta resistencia a la compresión (dureza) se encuentran afectadas por un grado de fracturamiento y alteración moderado a alto que influye directamente disminuyendo su calidad como macizo rocoso.

De acuerdo a las evaluaciones de campo y el análisis de evaluación RMR, se puede concluir que el macizo rocoso circundante a la zona de estudio (perímetro), presenta una clasificación con respecto a la calidad de la roca de “Regular”, con algunos sectores de calidad “Mala”, debido a la presencia de discontinuidades desfavorables a los taludes de corte.

Los resultados que los valores de factores de seguridad en condiciones estáticas son mayores a 1.5. Por otro lado, para condiciones pseudoestáticas se obtiene valores mayores a 1.00. Se concluye que los factores de seguridad son mayores a los solicitados por las normas peruanas y extranjeras.

CONCLUSIONES

1. En el estudio realizado se concluye que el método de monitoreo por placas efectuados, es viable para el control estadístico, lo cual el método verifica en un periodo el análisis de desplazamiento horizontal y vertical del muro; se logra verificar la estabilidad del muro en el desarrollo de la construcción y post construcción, de esta manera se disminuye el riesgo de estabilidad que puede ocurrir.
2. Los resultados identificados en la zona de estudio se concluyen que presentan afloramientos de roca ígnea plutónica de composición granodiorítica. Estas rocas a pesar de presentar una alta resistencia a la compresión (dureza) se encuentran afectadas por un grado de fracturamiento y alteración moderado a alto que influye directamente disminuyendo su calidad como macizo rocoso.
3. Los resultados obtenidos de acuerdo al estudio geotécnico se concluyen, que las evaluaciones de campo se pueden concluir que los parámetros geotécnicos circundante a la zona de estudio (perímetro), presenta una clasificación con respecto a la calidad de la roca de “Regular”, con algunos sectores de calidad “Mala”, debido a la presencia de discontinuidades desfavorables a los taludes de corte.
4. El comportamiento sísmico analizado en el muro gavión, el cual comprendió en efectuar el análisis de la estabilidad física de seguridad obtenido cumple con los mínimos recomendados.

RECOMENDACIONES

1. Con la finalidad de mantener informado sobre el comportamiento del muro gavión, se recomienda tener una frecuencia de monitoreo cada 15 días; asimismo, se debe efectuar un control del registro de datos y su respectiva interpretación.
2. La realización de mediciones en proyectos de gran envergadura es recomendable, no solo para confirmar las deformaciones que se han estimado en el diseño, sino para alertar en caso de producirse deformaciones mayores a los estimados y así tomar medidas correctivas apropiadas.
3. De acuerdo al estudio geotécnico se recomienda controlar los parámetros geotécnicos de la zona de estudio con la finalidad puede ocurrir cambios durante la operación; con obras de derivación de aguas superficiales (canales y/o cunetas), deberán contar con un plan de mantenimiento y de inspección continua durante su operación.
4. Verificar la estabilidad de las estructuras a través de análisis adicionales de acuerdo con las condiciones de cimentación contrastadas durante la operación, los cuales deberán ser realizados por un ingeniero geotécnico calificado como parte del Aseguramiento de Calidad (CQA).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Aguilar, D. (s.f.). Comparación técnica entre el uso de gaviones y geo celdas como estructuras de defensa riberena. Lima, Lima, Perú: Universidad Pontificia Católica del Perú.
2. Bieniawski, Z. (1978). *Engineering Rock Mass Classifications*. EE.UU.: Wiley.
3. CHAVEZ CARMEN, C. I. (2015). *Uso de inclinómetros para monitoreo de las deformaciones en un muro anclado para un proyecto en el conglomerado de lima*. LIMA.
4. Choubey, B. y. (1977). *Quantitative Parameterization and 3D*. Germany: Springer.
5. E.030 RNE 2016. (s.f.). *LA norma tecnica E.030 Diseño sismorresistente* .
6. Franklin, B. &. (1972). *Engineering Rock Mass Classification*. India: Tunnelling, Foundations and Landslides.
7. González, J. C. (2010). *Movimiento de tierra*.
8. Hoek, E. (1985). *Excavaciones subterráneas en roca*. McGraw-Hill.
9. Maccaferri. (2002). Evaluation of the Maccaferri Terramesh System Retaining Wall. *Technical Evaluación Report*, 19.
10. Miguel, A. (s.f.). gestión de riesgos en la ejecución de muros anclados. Lima, Lima, Perú: Universidad Ricardo Palma.
11. Price, M. (1967). *Estabilidad de taludes*. etseccpb.
12. Serio, L. M. (1998). Arcadis Geotécnica.
13. Spencer. (2003). *Análisis de estabilidad de taludes en suelo*. zaragoza: Ilustre colegio oficial de geólogos.
14. Suárez Díaz, J. (1998). *Instrumentación y Monitoreo*. Instituto De Investigación.
15. Weaver. (1975). *Geological significant in the assessment of rippabilit*.

ANEXOS

ANEXO N° 01: MATRIZ DE CONSISTENCIA

ANEXO N° 02: EXPLORACIONES DE CAMPO

ANEXO N° 03: ENSAYOS DE LABORATORIO

ANEXO N° 04: ANÁLISIS DE INGENIERÍA

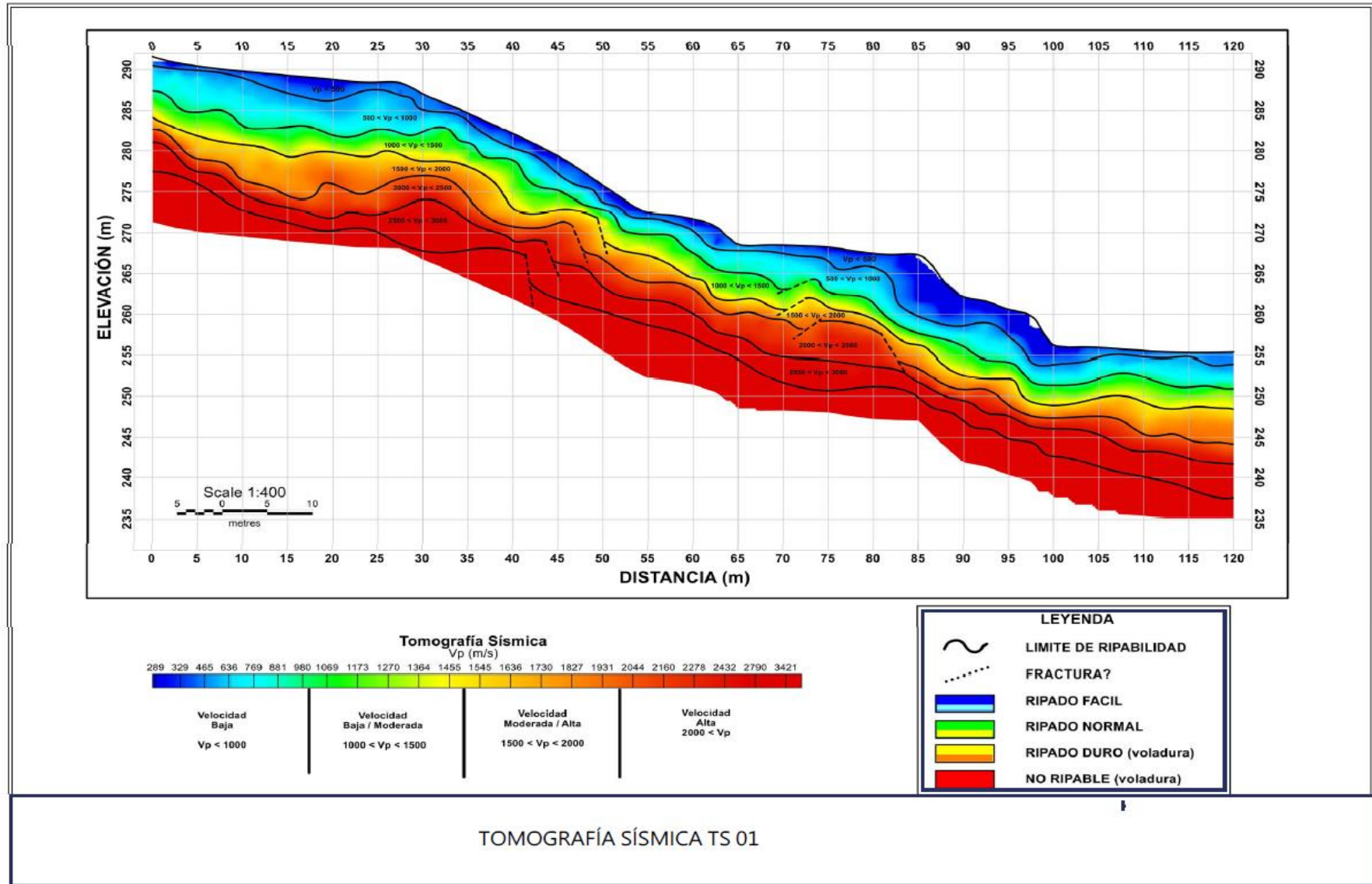
ANEXO N° 05: PANEL FOTOGRÁFICO

ANEXO N° 06: PLANOS

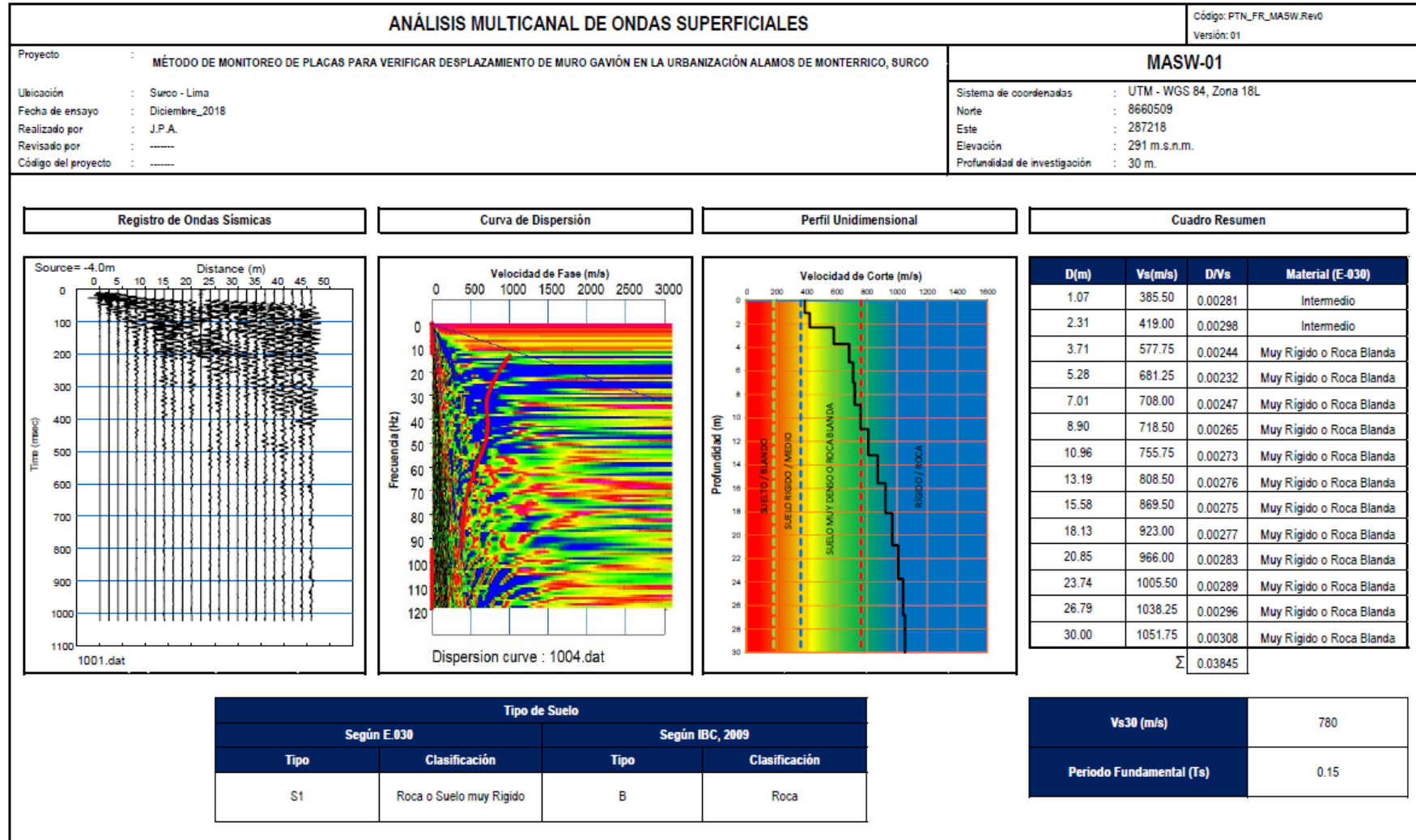
ANEXO N° 01: MATRIZ DE CONSISTENCIA

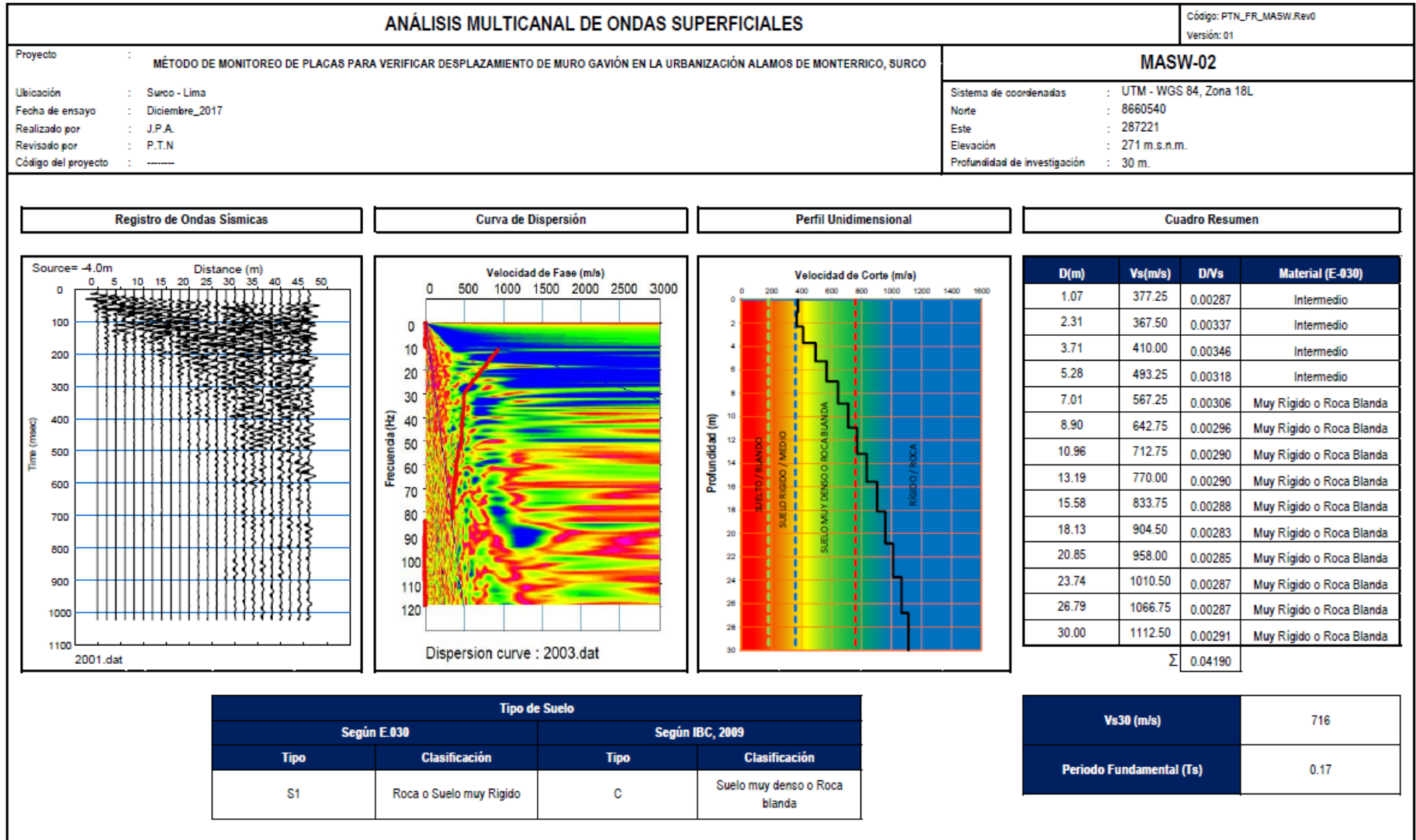
METODO DE MONITOREO DE PLACAS PARA VERIFICAR DESPLAZAMIENTO DE MURO GAVION EN LA URBANIZACION ALAMOS DE MONTERRICO, SURCO- LIMA						
PROBLEMÁTICA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	METODOLOGIA
PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPOTESIS GENERAL				
¿De qué manera influye el método de monitoreo de placas para la verificación del desplazamiento de muro gavión en la urbanización Álamos de Monterrico, distrito Surco- Lima?	Determinar la influencia del método de monitoreo de placas para verificar el desplazamiento de muro gavión en la urbanización Álamos de Monterrico, Surco - Lima.	El método de monitoreo de placas influye en la verificación de desplazamiento de muro gavión en la urbanización Álamos de Monterrico, Surco - Lima.	V1: Método de monitoreo de placas	D1=CONTROL TOPOGRAFICO	I1=LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO	Método: Científico Tipo de investigación: Aplicada Nivel: Explicativo Diseño: Cuasi-experimental Población: La población está constituida por los muros de gavión construidos en el área de estudio 250 metros existentes en la urbanización álamos de Monterrico. Muestra: El tipo de muestreo fue no probabilístico o dirigido, y la muestra se tomó 50 metros de muro gavión
				D2=ANALISIS DE DATOS	I1=PROCESAMIENTO DE DATA	
PROBLEMAS ESPECÍFICOS	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	HIPOTESIS ESPECIFICO	V2: Desplazamiento de muro gavión	D1= ASPECTO GEOLOGICO	I1= EXPLORACIONES EN CAMPO	
a) ¿En qué medida influye el aspecto geológico con el método de monitoreo de placas para la verificación del desplazamiento de muro gavión	a) Determinar la influencia del aspecto geológico con el método de monitoreo de placas para la verificación del desplazamiento de muro gavión	a) Identificar el aspecto geológico influye en el método de monitoreo de placas para la verificación del desplazamiento de muro.				
b) ¿En qué medida influye las exploraciones geotécnicas en el método de monitoreo de placas para la verificación del desplazamiento de muro gavión?	b) Determinar la influencia de las exploraciones geotécnicas en el método de monitoreo de placas para la verificación del desplazamiento de muro gavión	b) Las exploraciones geotécnicas influyen en el método de monitoreo de placas para la verificación del desplazamiento de muro gavión..		D2= EXPLORACIONES GEOTECNICAS	I1= ENSAYOS DE LABORATORIO	
					I2= PARAMETROS GEOTECNICOS	
c) ¿De qué manera influye el comportamiento sísmico con el método de monitoreo de placas para la verificación del desplazamiento de muro gavión?	c) Analizar la influencia del comportamiento sísmico con el método de monitoreo de placas para la verificación del desplazamiento de muro gavión.	c) El comportamiento sísmico influye en el método de monitoreo de placas para la verificación del desplazamiento de muro gavión.	D3=SISMO	I1= ANALISIS DE ESTABILIDAD		

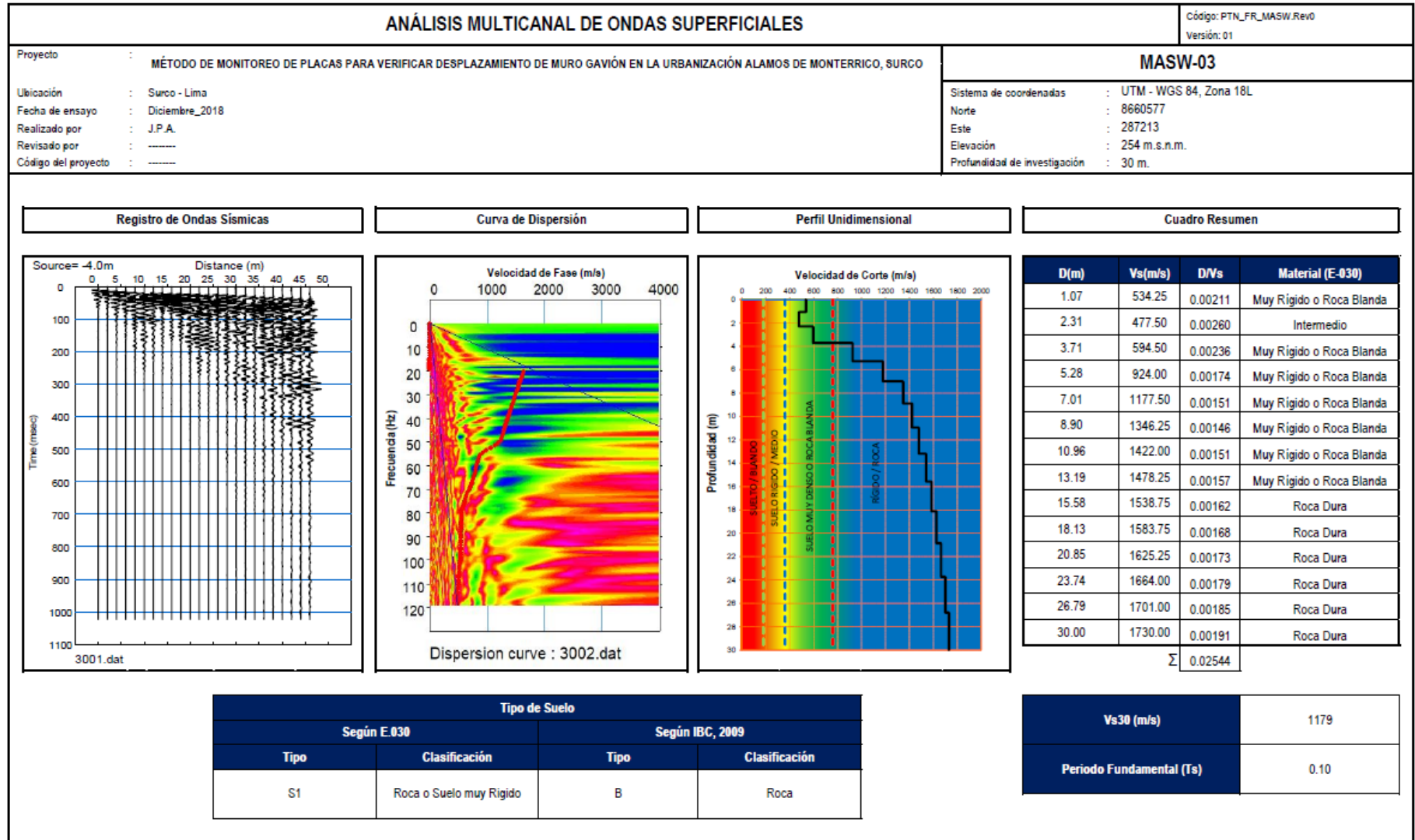
ANEXO:02 EXPLORACIONES DE CAMPO – TOMOGRAFIA SISMICA



ENSAYOS DE ANÁLISIS DE MULTICANAL DE ONDAS SUPERFICIALES (MASW)







ESTACIONES GEOMECAICAS:

DEPARTAMENTO. GEOLOGÍA-GEOTÉCNICA

Versión 1.0

VALORACION DEL MACIZO ROCOSO	
CLASIFICACION GEOMECAICA DE BIENIAWSKI - RMR	
PROYECTO :	MÉTODO DE MONITOREO DE PLACAS PARA VERIFICAR DESPLAZAMIENTO DE MURO GAMIÓN EN LA URBANIZACIÓN ALAMOS DE MONTEERRICO, SURCO-LIMA
ANÁLISIS :	RMR
ESTACIÓN :	EG-02
UBICACIÓN :	28729 E; 8660577 N
LITOLOGÍA :	GRANODIORITA
FECHA	12/09/2018
REALIZADO :	J.P.

DETERMINACIÓN DEL VALOR DE RMR (ROCK MASS RATING)

1.- RESISTENCIA DE LA ROCA INTACTA (Ensayo de Carga Puntual)						191.0 Mpa	
Rango de valores	> 250	100 - 250	50 - 100	25 - 50	5 - 25	1 - 5	< 1
Puntaje	15	12	7	4	2	1	0
Valoración :						10	
2.- VALOR DE RQD (Rock Quality Index)						41 %	
Rango de valores	90 - 100	75 - 90	50 - 75	25 - 50	< 25		
Puntaje	20	17	13	8	2		
Valoración :						8	
3.- ESPACIADO DE LAS DISCONTINUIDADES						0.22 m	
Rango de valores	> 2	0.8 - 2	0.2 - 0.8	0.06 - 0.2	< 0.06		
Puntaje	20	15	10	8	5		
Valoración :						8	
4.- CONDICION DE LAS DISCONTINUIDADES							
Persistencia de las discontinuidades						4 m	
Rango de valores	< 1	1 - 3	3 - 10	10 - 20	> 20		
Puntaje	0	4	2	1	0		
Valoración :						2	
Separación (apertura)						22 mm	
Rango de valores	Ninguno	< 0.1	0.1 - 1.0	1 - 5	> 5		
Puntaje	0	5	4	1	0		
Valoración :						0	
Rugosidad						R	
Condición	Muy rugosa VR	Rugosa R	Ligeramente rugosa SR	Lisa L	Superficie pulida SK		
Puntaje	6	5	3	1	0		
Valoración :						5	
Relleno						0 mm	
Rango de valores	Ninguno	Duro < 5	Duro > 5	Blando < 5	Blando > 5		
Puntaje	0	4	2	2	0		
Marque con 'x' el tipo de relleno : Blando : Blando ; Duro : x						Valoración :	6
Metasorización						MW	
Condición	No interpertrada LW	Ligeramente interpertrada SLW	Moderadamente interpertrada MLW	Abundante interpertrada HWW	Completamente interpertrada CWW		
Puntaje	0	5	3	1	0		
Valoración :						3	
5.- CONDICIONES GENERALES DEL AGUA SUBTERRANEA						CD	
Condición	Completamente seca CD	Húmeda DM	Mojada MT	Goteo DP	Flujo FW		
Puntaje	15	10	7	4	0		
Valoración :						15	
6.- AJUSTE POR ORIENTACION DE LAS DISCONTINUIDADES						UF	
Orientaciones del rumbo y buzamiento							
		Muy Favorable VF	Favorable FV	Regular FR	Desfavorable DF	Muy desfavorable VU	
Puntaje según el tipo de trabajo	Túneles y minas (T)	0	-2	-5	-10	-12	
	Cimentaciones (C)	0	-2	-7	-15	-25	
	Taludes (S)	0	-5	-25	-50	-80	
Indique el tipo de trabajo : F						Valoración :	-15

VALOR DE RMR	
RMR Básico	2
RMR Ajustado	40
RMR89 (condiciones secas y muy favorables)	55
Cohesión (c)	275 KPa
Angulo de fricción Interna (φ)	33°

0.1

Versión 1.1

ESTABILIDAD DE TALUDES ROCOSOS

METEOROLOGÍA DEL SMR

PROYECTO : MÉTODO DE MONITOREO DE PLACAS PARA VERIFICAR DESPLAZAMIENTO DE MURO GAVIÓN EN LA URBANIZACIÓN ALAMOS DE MONTERRICO, SURCO- LIMA

FECHA 12/06/2018

ANÁLISIS : SMR

REALIZADO : J.P.

ESTACIÓN : EG-02

UBICACIÓN : 287298 E; 9660677 N

DETERMINACIÓN DEL VALOR DE SMR (SLOPE MASS RATING)

$$SMR = RMR_{90} + F_1 \cdot F_2 \cdot F_3 + F_4$$

1.- DATOS DE LA DISCONTINUIDAD						
Dirección de buzamiento (a _j) :		1	Buzamiento (b _j) :		75	
2.- DATOS DEL TALUD						
Dirección de buzamiento (a _s) :		345	Buzamiento (b _s) :		70	
3.- TIPO DE FALLA PREDOMINANTE - Planar (P) - Volteo (V)						
P						
4.- FACTORES POR AJUSTE DE JUNTAS						
Determinación de factor de ajuste F1						
Caso		Muy favorable	Favorable	Regular	Desfavorable	Muy desfavorable
Planar	a _j - a _s	> 30	30 - 20	20 - 10	10 - 5	< 5
Volteo	b _j - a _j - 15					
Valores de F1		0.15	0.40	0.70	0.85	1.00
Valor de F1 :						0.15
Determinación de factor de ajuste F2						
Caso		Muy favorable	Favorable	Regular	Desfavorable	Muy desfavorable
Planar	b _j	< 20	20 - 30	30 - 35	35 - 45	> 45
Valores de F2		0.15	0.40	0.70	0.85	1.00
Nota: Para el caso de falla por volteo considerar F2 = 1						Valor de F2 :
						1.00
Determinación de factor de ajuste F3						
Caso		Muy favorable	Favorable	Regular	Desfavorable	Muy desfavorable
Planar	b _j - a _s	> 10	10 - 0	0	0 - (-10)	< -10
Volteo	b _j + a _s	< 110	110 - 120	> 120		
Valores de F3		0	-0	-05	-50	-60
Valor de F3 :						-50
5.- FACTOR DE AJUSTE SEGÚN EL METODO DE EXCAVACION						
Determinación de factor de ajuste F4						
Método	Talud Natural NS	Pre-Corte P2	Voladum controlado SB	Voladum regular RB	Voladum deficiente DB	PS
Valores de F4		15	10	0	0	-0
Valor de F4 :						10

VALOR DE SMR

SMR	:	58
Descripción	:	Regular
Estabilidad	:	Parcialmente estable
Roturas	:	Algunas juntas o muchos cuñas
Tratamiento	:	Sistemático

Versión 1.0

VALORACION DEL MACIZO ROCOSO

CLASIFICACION GEOMECANICA DE BIENIAWSKI - RMR

PROYECTO : MÉTODO DE MONITOREO DE PLACAS PARA VERIFICAR DESPLAZAMIENTO DE MURO GAVIÓN EN LA URBANIZACIÓN ALAMOS DE MONTECERRICO, SURCO- LIMA

FECHA 17/01/2018

ANÁLISIS : RMR

REALIZADO : J.P.

ESTACIÓN : EG-03

UBICACIÓN : 287288 E; 9660475 N

LITOLOGÍA : GRANODIORITA

DETERMINACION DEL VALOR DE RMR (ROCK MASS RATING)

1.- RESISTENCIA DE LA ROCA INTACTA (Ensayo de Carga Puntual)						131.6 Mpa	
Rango de valores	> 250	100 - 250	50 - 100	25 - 50	5 - 25	1 - 5	< 1
Puntaje	15	12	7	4	2	1	0
Valoración :							8

2.- VALOR DE RQD (Rock Quality Index)						41 %	
Rango de valores	90 - 100	75 - 90	50 - 75	25 - 50	< 25		
Puntaje	20	17	13	8	3		
Valoración :							8

3.- ESPACIADO DE LAS DISCONTINUIDADES						0.24 m	
Rango de valores	> 2	0.6 - 2	0.2 - 0.6	0.06 - 0.2	< 0.06		
Puntaje	20	10	10	8	5		
Valoración :							8

4.- CONDICION DE LAS DISCONTINUIDADES						8 m	
Persistencia de las discontinuidades						8 m	
Rango de valores	< 1	1 - 3	3 - 10	10 - 20	> 20		
Puntaje	0	4	2	1	0		
Valoración :							1

Separación (apertura)						22 mm	
Rango de valores	Ninguno	< 0.1	0.1 - 1.0	1 - 5	> 5		
Puntaje	0	5	4	1	0		
Valoración :							0

Rugosidad						R	
Condición	Muy rugosa VR	Rugosa R	Ligeramente rugosa SR	Lisa L	Superficie pulida SK		
Puntaje	0	5	3	1	0		
Valoración :							5

Relleno						0 mm	
Rango de valores	Ninguno	Duro > 5	Duro < 5	Blando < 5	Blando > 5		
Puntaje	0	4	2	2	0		
Margen con 'X' al tipo de relleno : Blando : x Duro : Valoración :							8

Meteorización						MW	
Condición	No interperada LW	Ligeramente interperada SW	Mediamente interperada MW	Alboreada interperada HW	Completamente interperada CW		
Puntaje	0	5	3	1	0		
Valoración :							3

5.- CONDICIONES GENERALES DEL AGUA SUBTERRANEA						CD	
Condición	Completamente seca CD	Húmeda DM	Mojada HT	Golosa DP	Flujo FW		
Puntaje	15	10	7	4	0		
Valoración :							15

6.- AJUSTE POR ORIENTACION DE LAS DISCONTINUIDADES						FR				
Orientaciones del rumbo y buzamiento						Muy favorable VF	Favorable FV	Regular FR	Desfavorable DF	Muy desfavorable VU
Puntaje según el tipo de trabajo	Trazado y mallas (T)	0	-2	-5	-10	-12				
	Orientaciones (O)	0	-2	-7	-15	-25				
	Taludes (S)	0	-5	-25	-50	-60				
Indique el tipo de trabajo : F Valoración :							-7			

VALOR DE RMR	
RMR Básico	52
RMR Ajustado	45
RMR89 (condiciones secas y muy favorables)	52
Cohesión (c)	260 KPa
Angulo de fricción interna (φ)	31°

Versión 1.1

VALORACION DEL MACIZO ROCOSO

CLASIFICACION GEOMECANICA DE BIENIAWSKI - RMR

PROYECTO : MÉTODO DE MONITOREO DE PLACAS PARA VERIFICAR DESPLAZAMIENTO DE MURO GAVIÓN EN LA URBANIZACIÓN ALAMOS DE MONTERRICO, SURCO-LIMA

FECHA 12/09/2018

ANÁLISIS : RMR

REALIZADO : J.P.

ESTACIÓN : EG-04

UBICACIÓN : 287 183 E; 8660569 N

LITOLOGÍA : GRANODIORITA

DETERMINACION DEL VALOR DE RMR (ROCK MASS RATING)

1.- RESISTENCIA DE LA ROCA INTACTA (Ensayo de Carga Puntual)							123.5 Mpa
Rango de valores	> 250	100 - 250	50 - 100	25 - 50	5 - 25	1 - 5	< 1
Puntaje	15	12	7	4	2	1	0
Valoración :							8

2.- VALOR DE RQD (Rock Quality Index)							23 %
Rango de valores	90 - 100	75 - 90	50 - 75	25 - 50			< 25
Puntaje	20	17	13	8			3
Valoración :							3

3.- ESPACIADO DE LAS DISCONTINUIDADES							0.22 m
Rango de valores	> 2	0.5 - 2	0.2 - 0.5	0.05 - 0.2			< 0.05
Puntaje	20	15	10	5			0
Valoración :							8

4.- CONDICION DE LAS DISCONTINUIDADES							
Persistencia de las discontinuidades							4 m
Rango de valores	< 1	1 - 3	3 - 10	10 - 20			> 20
Puntaje	0	4	2	1			0
Valoración :							2
Separación (apertura)							20 mm
Rango de valores	Ninguno	< 0.1	0.1 - 1.0	1 - 5			> 5
Puntaje	0	5	4	1			0
Valoración :							0
Rugosidad							R
Condición	Muy rugosa VR	Rugosa R	Ligeramente rugosa SR	Lisa L			Superficie pulida SL
Puntaje	0	5	3	1			0
Valoración :							5
Relleno							0 mm
Rango de valores	Ninguno	Duro < 5	Duro > 5	Blando < 5			Blando > 5
Puntaje	0	4	2	2			0
Marque con 'x' el tipo de relleno : Blando : Blando : Duro : x Valoración :							0
Meteorización							HW
Condición	No interpertrada LW	Ligeramente interpertrada SW	Modestamente interpertrada MW	Abundante interpertrada HW			Completamente interpertrada CW
Puntaje	0	5	3	1			0
Valoración :							1

5.- CONDICIONES GENERALES DEL AGUA SUBTERRANEA							CD
Condición	Completamente seca CD	Húmeda DM	Mojada WT	Goteo GP			Flujo FW
Puntaje	15	10	7	4			0
Valoración :							15

6.- AJUSTE POR ORIENTACION DE LAS DISCONTINUIDADES							UF
Orientaciones del rumbo y buzamiento							
	Muy Favorable VF	Favorable FV	Regular FR	Desfavorable DF			Muy desfavorable VU
Puntaje según el tipo de trabajo	Tanques y cajas (T)	0	-2	-5	-10	-12	
	Orientaciones (O)	0	-2	-7	-15	-25	
	Taludes (S)	0	-5	-25	-50	-80	
Indique el tipo de trabajo : F Valoración :							-15

VALOR DE RMR	
RMR Básico	48
RMR Ajustado	33
RMR89 (condiciones secas y muy favorables)	48
Cohesión (c)	240 KPa
Angulo de fricción Interna (φ)	29°

0.1

Versión 1.1

ESTABILIDAD DE TALUDES ROCOSOS

METODOLOGÍA DEL SMR

PROYECTO : MÉTODO DE MONITOREO DE PLACAS PARA VERIFICAR DESPLAZAMIENTO DE MURO GAVIÓN EN LA URBANIZACIÓN ALAMOS DE MONTEERRICO, SURCO-LIMA

FECHA 12/09/2018

ANÁLISIS : SMR

REALIZADO : J.P.

ESTACIÓN : EG-04

UBICACIÓN : 287 183 E; 8660569 N

DETERMINACIÓN DEL VALOR DE SMR (SLOPE MASS RATING)

$$SMR = RMR_{89} + F_1 \cdot F_2 \cdot F_3 + F_4$$

1.- DATOS DE LA DISCONTINUIDAD						
Dirección de buzamiento (α_j) :		58	Buzamiento (β_j) :		64	
2.- DATOS DEL TALUD						
Dirección de buzamiento (α_s) :		42	Buzamiento (β_s) :		85	
3.- TIPO DE FALLA PREDOMINANTE - Planar (P) - Volteo (V)						
P						
4.- FACTORES POR AJUSTE DE JUNTAS						
Delimitación de factor de ajuste F1						
Caso		Muy Inestable	Favorable	Regular	Destrotable	Muy destrotable
Planar	$\alpha_j - \alpha_s$	> 30	30 - 20	20 - 10	10 - 5	< 5
Volteo	$\beta_s - \alpha_j - \beta_j$					
Valores de F1		0.15	0.40	0.70	0.85	1.00
Valor de F1 :						0.70
Delimitación de factor de ajuste F2						
Caso		Muy Inestable	Favorable	Regular	Destrotable	Muy destrotable
Planar	β_j	< 20	20 - 30	30 - 35	35 - 45	> 45
Valores de F2		0.15	0.40	0.70	0.85	1.00
Nota: Para el caso de falla por volteo considere F2 = 1						
Valor de F2 :						1.00
Delimitación de factor de ajuste F3						
Caso		Muy Inestable	Favorable	Regular	Destrotable	Muy destrotable
Planar	$D_j - \alpha_s$	> 10	10 - 0	0	0 - (-) 10	< -10
Volteo	$D_j + \alpha_s$	< 110	110 - 120	> 120	---	---
Valores de F3		0	-0	-05	-50	-80
Valor de F3 :						-80
5.- FACTOR DE AJUSTE SEGÚN EL METODO DE EXCAVACION						
Delimitación de factor de ajuste F4						
Método	Talud Natural NS	Pre-Code PS	Voladura controlada SB	Voladura regular RB	Voladura deficiente DB	PS
Valores de F4		15	10	8	0	-8
Valor de F4 :						10

VALOR DE SMR		
SMR	:	16
Descripción	:	Muy mala
Estabilidad	:	Muy inestable
Roturas	:	Grandes roturas por plenas continuas
Tratamiento	:	Re-Excavación

Versión 1.1

VALORACION DEL MACIZO ROCOSO

CLASIFICACION GEOMECANICA DE BIENIAWSKI - RMR

PROYECTO : MÉTODO DE MONITOREO DE PLACAS PARA VERIFICAR DESPLAZAMIENTO DE MURO GAVIÓN EN LA URBANIZACIÓN ALAMOS DE MONTERRICO, SURCO- LIMA

FECHA 17/01/2018

ANÁLISIS : RMR

REALIZADO : J.P.

ESTACIÓN : EG-05

UBICACIÓN : 287216 E; 8660534 N

LITOLOGÍA : GRANODIORITA

DETERMINACION DEL VALOR DE RMR (ROCK MASS RATING)

1.- RESISTENCIA DE LA ROCA INTACTA (Ensayo de Carga Puntual)							143.7 Mpa
Rango de valores	> 250	150 - 250	50 - 150	25 - 50	5 - 25	1 - 5	< 1
Puntaje	15	12	7	4	2	1	0
Valoración :							8

2.- VALOR DE RQD (Rock Quality Index)							25 %
Rango de valores	90 - 100	75 - 90	50 - 75	25 - 50			< 25
Puntaje	20	17	12	8			3
Valoración :							3

3.- ESPACIADO DE LAS DISCONTINUIDADES							0,16 m
Rango de valores	> 2	0,6 - 2	0,2 - 0,6	0,06 - 0,2			< 0,06
Puntaje	20	15	10	8			5
Valoración :							7

4.- CONDICION DE LAS DISCONTINUIDADES							
Persistencia de las discontinuidades							4 m
Rango de valores	< 1	1 - 3	3 - 10	10 - 20			> 20
Puntaje	6	4	2	1			0
Valoración :							2
Separación (apertura)							20 mm
Rango de valores	Ninguno	< 0,1	0,1 - 1,0	1 - 5			> 5
Puntaje	6	5	4	1			0
Valoración :							8
Rugosidad							R
Condición	Muy rugosa VR	Rugosa R	Ligeramente rugosa SR	Lisa L			Superficie pulida SV
Puntaje	6	5	3	1			0
Valoración :							5
Relleno							0 mm
Rango de valores	Ninguno	Duro < 5	Duro > 5	Blando < 5			Blando > 5
Puntaje	6	4	2	2			0
Marque con 'X' el tipo de relleno : Blando : <input type="checkbox"/> Duro : <input checked="" type="checkbox"/>							6
Meteorización							MW
Condición	No interpertrada UW	Ligeramente interpertrada SW	Modestamente interpertrada MW	Abundante interpertrada HW			Completamente interpertrada CW
Puntaje	6	5	3	1			0
Valoración :							3

5.- CONDICIONES GENERALES DEL AGUA SUBTERRANEA							CD
Condición	Completamente seca CD	Húmeda DM	Mojada MT	Goteo GP			Flujo FW
Puntaje	15	10	7	4			0
Valoración :							15

6.- AJUSTE POR ORIENTACION DE LAS DISCONTINUIDADES							FR	
Orientaciones del rumbo y buzamiento								
		Muy favorable VF	Favorable FV	Regular FR	Desfavorable DF	Muy desfavorable VU		
Puntaje según el tipo de trabajo	Trazado y cables (T)	0	-2	-5	-10	-12		
	Cimentaciones (C)	0	-2	-7	-15	-25		
	Taludes (S)	0	-5	-25	-50	-80		
Indique el tipo de trabajo : <input checked="" type="checkbox"/> F							Valoración :	-7

VALOR DE RMR	
RMR Básico	40
RMR Ajustado	42
RMR89 (condiciones secas y muy favorables)	40
Cohesión (c)	245 KPa
Angulo de fricción interna (φ)	30°

ANEXO N° 03: ENSAYOS DE LABORATORIO

DENSIDAD DE ROCA.



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

DENSIDAD DE LA ROCA
 NTP 339.139 SUELOS. Determinación del peso volumetrico de suelo cohesivo)

IDENTIFICACION DE LA MUESTRA

PROYECTO : MÉTODO DE MONITOREO DE PLACAS PARA VERIFICAR DESPLAZAMIENTO DE MURO GAVIÓN EN LA URBANIZACIÓN ALAMOS DE MONTERRICO, SURCO- LIMA

UBICACIÓN : URBANIZACIÓN VALLE ESCONDIDO - SANTIAGO DE SURCO - LIMA

SONDAJE : EG-02

SECTOR : CONDOMINIO C

MUESTRA : M-01

CANTERA :

PROFUNDIDAD : SUPERFICIAL

PROGRESIVA :

DATOS DE LA MUESTRA

CODIGO MUESTRA : EG-02M-01	TIPO : ROCA	CONDICION : ALTERADA	FECHA DE ENSAYO : 02/01/2018
----------------------------	-------------	----------------------	------------------------------

DATOS DEL ENSAYO

TIPO DE ROCA : GRANODIORITA

MÉTODO DE LA INMERSIÓN EN AGUA

DATOS	1	2	3	
Peso de la roca (g)	429.20	419.30	591.30	
Peso roca + parafina (g)	441.60	434.50	606.10	
Vroca + parafina (cm ³)	181.00	182.00	249.20	
Peso de la parafina (g)	12.40	15.20	14.80	
Densidad parafina (g/cm ³)	0.91	0.91	0.91	
Volumen de la parafina (cm ³)	13.63	16.70	16.26	
Volumen de la roca (cm ³)	167.37	165.30	232.94	Promedio
Densidad de la roca (g/cm ³)	2.56	2.54	2.54	2.55
Densidad de la roca (KN/m ³)	25.13	24.86	24.88	24.96
Contenido de humedad natural (%)	0.00	0.00	0.00	0.00
Densidad roca seca corregida (g/cm ³)	2.56	2.54	2.54	2.55
Densidad roca seca corregida (KN/m ³)	25.1	24.9	24.9	24.96

Observaciones :

- El ensayo de Peso Volumétrico se realizó en roca seca


 GASPAR SALGADO PARRA
 TÉCNICO ESPECIALISTA EN SUELOS
 Realizado por:


 GASPAR SALGADO PARRA
 TÉCNICO ESPECIALISTA EN SUELOS
 Revisado por:



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

DENSIDAD DE LA ROCA NTP 339.139 SUELOS. Determinación del peso volumétrico de suelo cohesivo)

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA

PROYECTO : MÉTODO DE MONITOREO DE PLACAS PARA VERIFICAR DESPLAZAMIENTO DE MURO GAVIÓN EN LA URBANIZACIÓN ALAMOS DE MONTEERRICO, SURCO- LIMA

UBICACIÓN : URBANIZACIÓN VALLE ESCONDIDO - SANTIAGO DE SURCO - LIMA

SONDAJE : EG-04

SECTOR : CONDOMINIOS A-B

MUESTRA : M-01

CANTERA :

PROFUNDIDAD : SUPERFICIAL

PROGRESIVA :

DATOS DE LA MUESTRA

CODIGO MUESTRA : EG-04M-01	TIPO : ROCA	CONDICION : ALTERADA	FECHA DE ENSAYO : 02/01/2018
----------------------------	-------------	----------------------	------------------------------

DATOS DEL ENSAYO

TIPO DE ROCA : GRANODIORITA

MÉTODO DE LA INMERSIÓN EN AGUA

DATOS	1	2	3	
Peso de la roca (g)	1172.20	1182.90	1028.30	
Peso roca + parafina (g)	1192.80	1205.20	1045.30	
Vroca + parafina (cm ³)	483.20	487.20	421.30	
Peso de la parafina (g)	20.60	22.30	17.00	
Densidad parafina (g/cm ³)	0.91	0.91	0.91	
Volumen de la parafina (cm ³)	22.64	24.51	18.68	
Volumen de la roca (cm ³)	460.56	462.69	402.62	Promedio
Densidad de la roca (g/cm ³)	2.55	2.56	2.55	2.55
Densidad de la roca (KN/m ³)	24.94	25.05	25.03	25.01
Contenido de humedad natural (%)	0.00	0.00	0.00	0.00
Densidad roca seca corregida (g/cm ³)	2.55	2.56	2.55	2.55
Densidad roca seca corregida (KN/m ³)	24.9	25.1	25.0	25.01

Observaciones :

- El ensayo de Peso Volumétrico se realizó en roca seca


GIUSEPPE CALLEGOS PAPARI
TÉCNICO ESPECIALISTA EN SUELOS

Realizado por:


INGENIERO EN SUELOS
REG. C.O.P. 180040

Revisado por:



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

DENSIDAD DE LA ROCA NTP 339.139 SUELOS. Determinación del peso volumétrico de suelo cohesivo)

IDENTIFICACION DE LA MUESTRA

PROYECTO : MÉTODO DE MONITOREO DE PLACAS PARA VERIFICAR DESPLAZAMIENTO DE MURO GAVIÓN EN LA URBANIZACIÓN ALAMOS DE MONTEERRICO, SURCO-LIMA

UBICACIÓN : URBANIZACIÓN VALLE ESCONDIDO - SANTIAGO DE SURCO - LIMA

SONDAJE : EG-05

SECTOR : CONDOMINIOS A-B

MUESTRA : M-01

CANTERA :

PROFUNDIDAD : SUPERFICIAL

PROGRESIVA :

DATOS DE LA MUESTRA

CODIGO MUESTRA : EG-05M-01	TIPO : ROCA	CONDICION : ALTERADA	FECHA DE ENSAYO : 02/01/2018
----------------------------	-------------	----------------------	------------------------------

DATOS DEL ENSAYO

TIPO DE ROCA : GRANODIORITA

MÉTODO DE LA INMERSIÓN EN AGUA

DATOS	1	2	3	
Peso de la roca (g)	707.80	1194.30	900.40	
Peso roca + parafina (g)	716.30	1207.80	914.80	
Vroca + parafina (cm ³)	285.00	482.30	365.00	
Peso de la parafina (g)	8.50	13.50	14.40	
Densidad parafina (g/cm ³)	0.91	0.91	0.91	
Volumen de la parafina (cm ³)	9.34	14.84	15.82	
Volumen de la roca (cm ³)	275.66	467.46	349.18	Promedio
Densidad de la roca (g/cm ³)	2.57	2.55	2.58	2.57
Densidad de la roca (KN/m ³)	25.16	25.04	25.27	25.16
Contenido de humedad natural (%)	0.00	0.00	0.00	0.00
Densidad roca seca corregida (g/cm ³)	2.57	2.55	2.58	2.57
Densidad roca seca corregida (KN/m ³)	25.2	25.0	25.3	25.16

Observaciones :

- El ensayo de Peso Volumétrico se realizó en roca seca


GIUSEPPE GALLEGOS PIZARRO
INGENIERO ESPECIALISTA EN SUELOS

Realizado por:


INGENIERO ESPECIALISTA EN SUELOS
Módulo: CDR Nº 000000

Revisado por:

GRAVEDAD ESPECÍFICA, ABSORCIÓN Y POROSIDAD DE ROCA.



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

GRAVEDAD ESPECIFICA, ABSORCION Y POROSIDAD EN LA ROCA
ASTM D-6473 Standard Test Method for Specific Gravity and Absorption of Rock For Erosion Control

PROYECTO : MÉTODO DE MONITOREO DE PLACAS PARA VERIFICAR DESPLAZAMIENTO DE MURO GAVIÓN EN LA URBANIZACIÓN ALAMOS DE MONTEERRICO, SURCO- LIMA

UBICACIÓN : URBANIZACIÓN VALLE ESCONDIDO - SANTIAGO DE SURCO - LIMA

SONDAJE : EG-02

SECTOR : CONDOMINIO C

MUESTRA : M-01

CANTERA :

PROFUNDIDAD : SUPERFICIAL

PROGRESIVA :

DATOS DE LA MUESTRA

CODIGO MUESTRA : EG-02M-01	TIPO : ROCA	CONDICION : ALTERADA	FECHA DE ENSAYO : 02/12/2018
----------------------------	-------------	----------------------	------------------------------

DATOS DEL ENSAYO


TIPO DE ROCA: : GRANODIORITA

DATOS		1	2	3	
Peso de la roca seca (g)		439.20	419.30	591.30	
Peso de la roca saturada superficialmente seca (s.s.s.) (g)		441.30	421.20	595.00	
Peso de la roca sumergida (g)		269.60	257.20	363.80	Promedio
Absorción (%)		0.48	0.45	0.63	0.52
Gravedad específica nominal		2.56	2.56	2.56	2.56
Gravedad específica nominal (s.s.s.)		2.57	2.57	2.57	2.57
Gravedad específica aparente		2.59	2.59	2.60	2.59
Porosidad (%)		1.22	1.15	1.59	1.32

Observaciones :

-
-


 GIUSEPPE CALLEGARI PAPPANI
 TÉCNICO ESPECIALISTA EN SUELOS
 Realizado por:


 Revisado por:



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

GRAVEDAD ESPECIFICA, ABSORCION Y POROSIDAD EN LA ROCA ASTM D-6473 Standard Test Method for Specific Gravity and Absorption of Rock For Erosion Control

IDENTIFICACION DE LA MUESTRA

PROYECTO : MÉTODO DE MONITOREO DE PLACAS PARA VERIFICAR DESPLAZAMIENTO DE MURO GAVIÓN EN LA URBANIZACIÓN ALAMOS DE MONTEERRICO, SURCO- LIMA

UBICACIÓN : URBANIZACIÓN VALLE ESCONDIDO - SANTIAGO DE SURCO - LIMA

SONDAJE : EG-03

SECTOR : CONDOMINIO C

MUESTRA : M-01

CANTERA :

PROFUNDIDAD : SUPERFICIAL

PROGRESIVA :

DATOS DE LA MUESTRA

CODIGO MUESTRA : EG-03/M-01	TIPO : ROCA	CONDICION : ALTERADA	FECHA DE ENSAYO : 02/12/2018
-----------------------------	-------------	----------------------	------------------------------

DATOS DEL ENSAYO

TIPO DE ROCA: : GRANODIORITA

DATOS	1	2	3	
Peso de la roca seca (g)	708.50	871.10	928.60	
Peso de la roca saturada superficialmente seca (s.s.s.) (g)	712.40	875.60	933.20	
Peso de la roca sumergida (g)	435.20	534.20	571.30	Promedio
Absorción (%)	0.55	0.52	0.50	0.52
Gravedad especifica nominal	2.56	2.55	2.57	2.56
Gravedad especifica nominal (s.s.s.)	2.57	2.56	2.58	2.57
Gravedad especifica aparente	2.59	2.59	2.60	2.59
Porosidad (%)	1.40	1.31	1.26	1.33

Observaciones :

-
-


 GIUSEPPE GALLEGOS PIZARRO
 TÉCNICO ESPECIALISTA EN SUELOS

 Realizada por:



 Revisado por:



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

GRAVEDAD ESPECIFICA, ABSORCION Y POROSIDAD EN LA ROCA ASTM D-6473 Standard Test Method for Specific Gravity and Absorption of Rock For Erosion Control

IDENTIFICACION DE LA MUESTRA

PROYECTO : MÉTODO DE MONITOREO DE PLACAS PARA VERIFICAR DESPLAZAMIENTO DE MURO GAVIÓN EN LA URBANIZACIÓN ALAMOS DE MONTEERRICO, SURCO- LIMA

UBICACIÓN : URBANIZACIÓN VALLE ESCONDIDO - SANTIAGO DE SURCO - LIMA

SONDAJE : EG-04

SECTOR : CONDOMINIOS A-B

MUESTRA : M-01

CANTERA :

PROFUNDIDAD : SUPERFICIAL

PROGRESIVA :

DATOS DE LA MUESTRA

CODIGO MUESTRA : EG-04/M-01	TIPO : ROCA	CONDICION : ALTERADA	FECHA DE ENSAYO : 02/12/2018
-----------------------------	-------------	----------------------	------------------------------

DATOS DEL ENSAYO

TIPO DE ROCA: : GRANODIORITA

DATOS	1	2	3	
Peso de la roca seca (g)	1172.20	1182.90	1028.30	
Peso de la roca saturada superficialmente seca (s.s.s.) (g)	1178.30	1190.80	1035.10	
Peso de la roca sumergida (g)	727.00	730.00	633.50	Promedio
Absorción (%)	0.52	0.57	0.66	0.62
Gravedad especifica nominal	2.60	2.57	2.56	2.57
Gravedad especifica nominal (s.s.s.)	2.61	2.58	2.58	2.59
Gravedad especifica aparente	2.63	2.61	2.60	2.62
Porosidad (%)	1.34	1.70	1.68	1.58

Observaciones :

-
-


 JOSEPHE GALLEJOS PIZARRO
 TÉCNICO ESPECIALISTA EN SUELOS

 Realizada por:


 UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN
 INSTITUTO TECNOLÓGICO DE SUELOS Y FUNDACIONES
 Calle 1000 N° 1000
 Tarma, Perú. Tel: 052 22 100040

 Revisado por:



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

GRAVEDAD ESPECIFICA, ABSORCION Y POROSIDAD EN LA ROCA ASTM D-6473 Standard Test Method for Specific Gravity and Absorption of Rock For Erosion Control

IDENTIFICACION DE LA MUESTRA

PROYECTO : MÉTODO DE MONITOREO DE PLACAS PARA VERIFICAR DESPLAZAMIENTO DE MURO GAVIÓN EN LA URBANIZACIÓN ALAMOS DE MONTEERRICO, SURCO- LIMA

UBICACIÓN : URBANIZACIÓN VALLE ESCONDIDO - SANTIAGO DE SURCO - LIMA

SONDAJE : EG-05

SECTOR : CONDOMINIOS A-B

MUESTRA : M-01

CANTERA :

PROFUNDIDAD : SUPERFICIAL

PROGRESIVA :

DATOS DE LA MUESTRA

CODIGO MUESTRA : EG-05M-01	TIPO : ROCA	CONDICION : ALTERADA	FECHA DE ENSAYO : 02/12/2018
----------------------------	-------------	----------------------	------------------------------

DATOS DEL ENSAYO

TIPO DE ROCA: : GRANODIORITA

DATOS	1	2	3	
Peso de la roca seca (g)	707.80	1194.30	900.40	
Peso de la roca saturada superficialmente seca (s.s.s.) (g)	711.80	1199.30	907.60	
Peso de la roca sumergida (g)	435.80	736.00	556.60	Promedio
Absorción (%)	0.57	0.42	0.80	0.59
Gravedad específica nominal	2.56	2.58	2.57	2.57
Gravedad específica nominal (s.s.s.)	2.58	2.59	2.59	2.58
Gravedad específica aparente	2.60	2.61	2.62	2.61
Porosidad (%)	1.44	1.07	2.04	1.52

Observaciones :

-
-



JOSEPHE VALLEJOS FARIARI
TECNICO ESPECIALISTA EN SUELOS

Realizado por:



REVISADO POR
INGENIERO EN SUELOS
REG. CIP 148846

Revisado por:

CARGA PUNTUAL EN ROCA:



LABORATORIO GEOTÉCNICO

**ENSAYOS DE CARGA PUNTUAL EN ROCA
(ASTM - D 5731)**

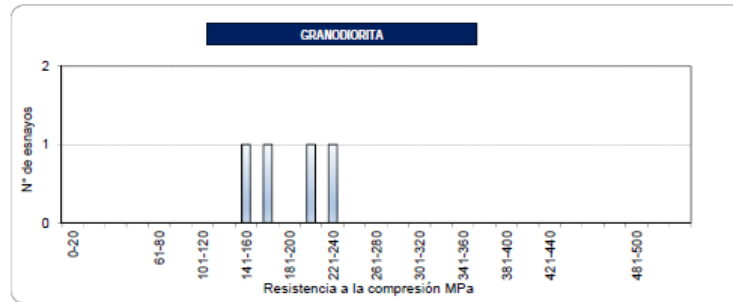
PROYECTO : MÉTODO DE MONITOREO DE PLACAS PARA VERIFICAR DESPLAZAMIENTO DE MURO GAVIÓN EN LA URBANIZACIÓN ALAMOS DE MONTECERRICO, SURCO- LIMA
 CÓDIGO PROY. :
 UBICACIÓN : URBANIZACIÓN VALLE ESCONDIDO - SANTIAGO DE SURCO - LIMA
 SOLICITANTE :
 SONDAJE : EG-02
 MUESTRA : M-01
 PROFUNDIDAD : SUPERFICIAL

F. Ejecución : 02/12/2018

PRENSA HIDRAULICA UTILIZADA:	5 KN
	50 KN

N° de Prueba	Tipo de Roca	Dureza de la Roca	GEOMETRIA DE LA MUESTRA			D _s ²	Presión Hidráulica P _{hid} (kN)	Presión Corregida P _{cor} (kN)	I _s Calculado (N/mm2)	I _s Calculado (Mpa)	I _{sp} Corregido (Mpa)	S _{c1} Calculado (Mpa)	S _{c2} Calculado (Mpa)	Forma de rotura
			Ancho (mm)	Largo (mm)	Altura (mm)									
1	GRANDIORITA	R5	75.00	78.00	57.00	5443.10	30.25	30.42	5.59	5.59	6.66	159.8	150.4	
2	GRANDIORITA	R5	52.00	77.00	47.50	3144.90	30.38	30.56	9.72	9.72	10.23	245.5	231.4	
3	GRANDIORITA	R5	68.00	76.00	50.00	4329.01	30.28	30.45	7.03	7.03	7.96	191.0	179.5	
4	GRANDIORITA	R5	60.00	70.00	47.00	3590.54	30.05	30.22	8.42	8.42	9.13	219.1	206.1	
5														
6														
7														
8														

- R1 : Roca muy débil (1,0 -5,0 MPa)
- R2 : Roca débil (5,0 - 25,0 MPa)
- R3 : Roca media (25,0 - 50,0 MPa)
- R4 : Roca dura (50,0 - 100,0 MPa)
- R5 : Roca muy dura (100,0 - 250,0 MPa)
- R6 : Roca extremadamente dura (> 250 MPa)



Indice de Carga Puntual [I_s] (MPa)
 I_s(max) = 10.2
 I_s(min) = 6.7
 I_s(prom) = 8.5

Resistencia a la Compresion (MPa)
 S_c (max) = 231.4
 S_c (min) = 150.4
 S_c (prom) = 191.8

GIUSEPPE GALLEGOS FARFÁN
 TÉCNICO ESPECIALISTA EN SUELOS

Realizado por

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE VALPARAÍSO
 VICERRECTORÍA DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO TECNOLÓGICO
 FOMENTO, CALIFICACIÓN Y VALIDACIÓN

Revisado por



**ENSAYOS DE CARGA PUNTUAL EN ROCA
(ASTM - D 5731)**

PROYECTO : MÉTODO DE MONITOREO DE PLACAS PARA VERIFICAR DESPLAZAMIENTO DE MURO GAVIÓN EN LA URBANIZACIÓN ALAMOS DE MONTEERRICO, SURCO- LIMA
 CÓDIGO PROY. :
 UBICACIÓN : URBANIZACIÓN VALLE ESCONDIDO - SANTIAGO DE SURCO - LIMA
 SOLICITANTE :
 SONDAJE : EG-03
 MUESTRA : M-01
 PROFUNDIDAD : SUPERFICIAL

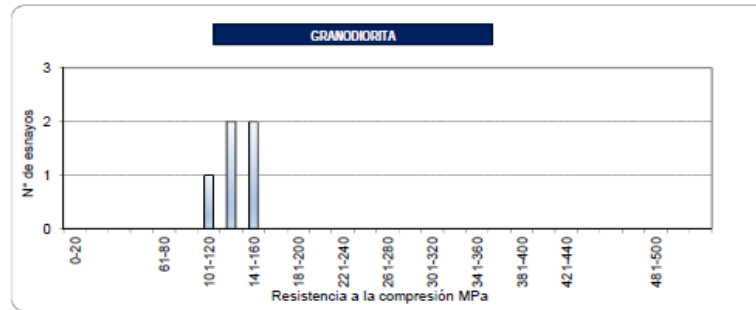
F. Ejecución : 02/12/2018

PRENSA HIDRAULICA UTILIZADA:

	5 KN
x	50 KN

N° de Prueba	Tipo de Roca	Dureza de la Roca	GEOMETRIA DE LA MUESTRA			D _s ²	Presión Hidráulica P _{hid} (kN)	Presión Corregida P _{cc} (kN)	I _s Calculado (N/mm2)	I _s Calculado (Mpa)	I _{sp} Corregido (Mpa)	S _{c1} Calculado (Mpa)	S _{c2} Calculado (Mpa)	Forma de rotura
			Ancho (mm)	Largo (mm)	Altura (mm)									
1	GRANODIORITA	R5	71.00	110.00	57.00	5152.80	30.73	30.91	6.00	6.00	7.06	169.4	159.3	
2	GRANODIORITA	R5	95.00	110.00	71.00	8588.00	30.54	30.72	3.58	3.58	4.72	113.3	108.1	
3	GRANODIORITA	R5	64.00	98.00	70.00	5704.11	30.19	30.19	5.29	5.29	6.37	152.9	144.1	
4	GRANODIORITA	R5	101.00	111.00	56.50	7265.74	30.42	30.60	4.21	4.21	5.35	128.5	121.8	
5	GRANODIORITA	R5	87.00	102.00	63.00	6978.63	30.20	30.37	4.35	4.35	5.48	131.6	124.6	
6														
7														
8														

- R1 : Roca muy débil (1,0 - 5,0 MPa)
- R2 : Roca débil (5,0 - 25,0 MPa)
- R3 : Roca media (25,0 - 50,0 MPa)
- R4 : Roca dura (50,0 - 100,0 MPa)
- R5 : Roca muy dura (100,0 - 250,0 MPa)
- R6 : Roca extremadamente dura (> 250 MPa)



Índice de Carga Puntual [I_s] (MPa)

I_s(máx) = 7.1
 I_s(mín) = 4.7
 I_s(prom) = 5.8

Resistencia a la Compresión (MPa)

S_c (máx) = 159.3
 S_c (mín) = 108.1
 S_c (prom) = 131.6

Gaspar Callejos Farfán
 GASPAR CALLEJOS FARFÁN
 TÉCNICO ESPECIALISTA EN SUELOS

Realizado por

[Firma]
 LABORATORIO GEOTÉCNICO
 INSTITUTO TECNOLÓGICO DE SURCO
 SURCO - LIMA

Revisado por



**ENSAYOS DE CARGA PUNTUAL EN ROCA
(ASTM - D 5731)**

PROYECTO : MÉTODO DE MONITOREO DE PLACAS PARA VERIFICAR DESPLAZAMIENTO DE MURO GAVIÓN EN LA URBANIZACIÓN ALAMOS DE MONTECERRICO, SURCO- LIMA
 CÓDIGO PROY. :
 UBICACIÓN : URBANIZACIÓN VALLE ESCONDIDO - SANTIAGO DE SURCO - LIMA
 SOLICITANTE :
 SONDAJE : EG-04
 MUESTRA : M-01
 PROFUNDIDAD : SUPERFICIAL

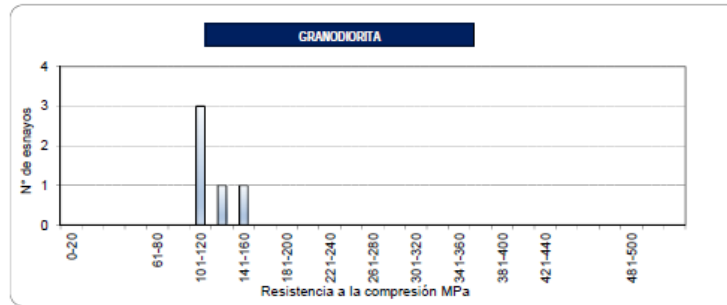
F. Ejecución : 02/12/2018

PRENSA HIDRAULICA UTILIZADA:

x	50 KN
---	-------

N° de Prueba	Tipo de Roca	Dureza de la Roca	GEOMETRIA DE LA MUESTRA			D ₅₀	Presión Hidráulica P _{H2O} (kN)	Presión Corregida P _{HR} (kN)	I _s Calculado (N/mm ²)	I _s Calculado (Mpa)	I _{spq} Corregido (Mpa)	S _{c1} Calculado (Mpa)	S _{c2} Calculado (Mpa)	Forma de rotura
			Ancho (mm)	Largo (mm)	Altura (mm)									
1	GRANODIORITA	R5	70.00	116.00	61.00	5436.73	30.55	30.73	5.65	5.65	6.73	161.6	152.1	
2	GRANODIORITA	R5	105.00	115.00	53.00	7065.58	30.28	30.45	4.30	4.30	5.43	130.4	123.5	
3	GRANODIORITA	R5	110.00	114.00	57.00	7963.21	30.01	30.18	3.78	3.78	4.91	117.8	112.0	
4	GRANODIORITA	R5	83.00	135.00	74.00	7820.24	30.29	30.46	3.90	3.90	5.04	120.8	114.8	
5	GRANODIORITA	R5	109.00	114.00	57.00	7910.64	30.61	30.79	3.89	3.89	5.04	121.1	115.1	
6														
7														
8														

- R1 : Roca muy débil (1,0 -5,0 MPa)
- R2 : Roca débil (5,0 - 25,0 MPa)
- R3 : Roca media (25,0 - 50,0 MPa)
- R4 : Roca dura (50,0 - 100,0 MPa)
- R5 : Roca muy dura (100,0 - 250,0 MPa)
- R6 : Roca extremadamente dura (> 250 MPa)



Indice de Carga Puntual [I_s] (MPa)

I_s(max) = 6.7
 I_s(min) = 4.9
 I_s(prom) = 5.4

Resistencia a la Compresión (MPa)

S_c (max) = 152.1
 S_c (min) = 112.0
 S_c (prom) = 123.5

OSORIO CALLEJOS PARRAN
 TÉCNICO ESPECIALISTA EN SUELOS

Realizado por

LABORATORIO GEOTÉCNICO
 SANTIAGO DE SURCO - LIMA

Revisado por



**ENSAYOS DE CARGA PUNTUAL EN ROCA
(ASTM - D 5731)**

PROYECTO : MÉTODO DE MONITOREO DE PLACAS PARA VERIFICAR DESPLAZAMIENTO DE MURO GAVIÓN EN LA URBANIZACIÓN ALAMOS DE MONTEERRICO, SURCO- LIMA
 CÓDIGO PROY. :
 UBICACIÓN : URBANIZACIÓN VALLE ESCONDIDO - SANTIAGO DE SURCO - LIMA
 SOLICITANTE :
 SONDAJE : EG-05
 MUESTRA : M-01
 PROFUNDIDAD : SUPERFICIAL

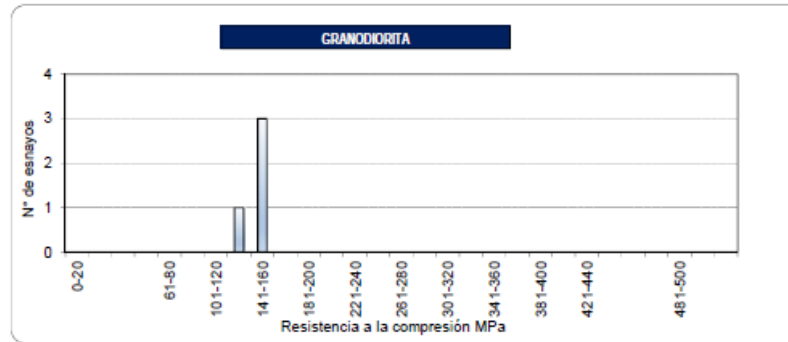
F. Ejecución : 02/12/2018

PRENSA HIDRAULICA UTILIZADA:

	5 KN
x	50 KN

N° de Prueba	Tipo de Roca	Dureza de la Roca	GEOMETRIA DE LA MUESTRA			D ₅₀ ²	Presión Hidráulica P _{hid} (kN)	Presión Corregida P _{hid} (kN)	I _s Calculado (N/mm ²)	I _s Calculado (Mpa)	I _{sp} Corregido (Mpa)	S _{c1} Calculado (Mpa)	S _{c2} Calculado (Mpa)	Forma de rotura
			Ancho (mm)	Largo (mm)	Altura (mm)									
1	GRANODIORITA	R5	80.00	87.00	51.00	5194.82	30.24	30.41	5.85	5.85	6.90	165.6	155.8	
2	GRANODIORITA	R5	90.00	113.00	51.50	5901.47	30.36	30.54	5.17	5.17	6.28	150.7	142.0	
3	GRANODIORITA	R5	80.00	135.00	68.00	6926.42	30.08	30.25	4.37	4.37	5.49	131.8	124.8	
4	GRANODIORITA	R5	88.00	137.00	49.50	5546.23	31.05	31.24	5.63	5.63	6.74	161.7	152.3	
5	GRANODIORITA													
6														
7														
8														

- R1 : Roca muy débil (1,0 -5,0 MPa)
- R2 : Roca débil (5,0 - 25,0 MPa)
- R3 : Roca media (25,0 - 50,0 MPa)
- R4 : Roca dura (50,0 - 100,0 MPa)
- R5 : Roca muy dura (100,0 - 250,0 MPa)
- R6 : Roca extremadamente dura (> 250 MPa)



Indice de Carga Puntual [I_s] (MPa)

I_s (máx) = 6.9
 I_s (mín) = 5.5
 I_s (prom) = 6.4

Resistencia a la Compresión (MPa)

S_c (máx) = 155.8
 S_c (mín) = 124.8
 S_c (prom) = 143.7

GIUSEPPE CALLEJOS FARIÁN
 TÉCNICO ESPECIALISTA EN SUELOS

Realizado por

LABORATORIO GEOTÉCNICO
 INSTITUTO TECNOLÓGICO DE SURCO
 AV. SURCO 1000
 SURCO, Dpto. METZ (LIMA)

Revisado por

ANEXO N° 04: ANÁLISIS DE INGENIERÍA

PARÁMETROS DE RESISTENCIA Y DEFORMACIÓN DE MACIZOS ROCOSOS

RESISTENCIA Y DEFORMACION DE LOS MACIZOS ROCOSOS

ESTACIÓN	:EG-02
COORDENADAS	:287299 E; 8660577 N
LITOLOGÍA	: GRANODIORITA

1. Roca intacta

Peso específico	γ_i	: 0.0255 (MN/m ³)
Resistencia a la compresión uniaxial	S_{ci}	: 191 (MPa)
Constante de la roca intacta	m_i	: 30
Relación modular	MR	: 400
Cohesión	C_i	: 20 (MPa)
Angulo de fricción interna	ϕ	: 67 (°)
Módulo de elasticidad	E_i	: 76400 (MPa)
Relación de Poisson	ν_i	: 0.2

2. Macizo Rocoso

Valoración de la masa rocosa, RMR_{89} (Bieniawski, 1989)	: 55
Índice Geológico de Resistencia, GSI (Hoek et al, 1995)	: 50
Índice, Q (Barton, 1974)	: 3.4
Espaciamiento de discontinuidades (m)	: 0.22
Factor de perturbación de la roca, D	: 1

2.1 Proyecto de ingeniería

Profundidad de Cimentación	$D_f =$	1 m
----------------------------	---------	-----

2.2 Estimación de las propiedades de resistencia

a) Criterio de resistencia Mohr Coulomb

Bieniawski (1976)	$C'_m =$	2.7 Kg/cm ²
	$\phi'_m =$	28.2 °
Con criterio de falla de Hoek-Brown	$C'_m =$	2.3 Kg/cm ²
	$\phi'_m =$	71.4 °

b) Criterio de Falla Generalizado de Hoek-Brown

$m_b =$	0.843
$s =$	0.00024
$\sigma =$	0.51

Resistencia a la tracción (σ'_{tm})

$$\sigma'_{tm} = -s \sigma_{ci} / m_b$$

	$\sigma'_{tm} =$	-0.5 Kg/cm ²
Resistencia a la compresión del macizo rocoso (σ'_{cm})		
	$\sigma'_{cm} =$	$\sigma_{ci} S^a$
(Inicio de ruptura)	$\sigma'_{cm} =$	27.7 Kg/cm ²
(Ruptura global del macizo)	$\sigma'_{cm} =$	224.3 Kg/cm ²

2.3 Estimación de las propiedades de deformación

a) Criterios de deformación de macizos rocosos (Modulo de deformabilidad, E_m)

- Bieniawski (1978), Serafim y Pereira (1983)	$E_m = 10000$ MPa
- Kulhawy y Goodman (1980)	$E_m = 16808$ MPa
- Hoek (1995)	$E_m = 13820$ MPa
- Grimstad y Barton (1993)	$E_m = 13270$ MPa
- Gokceoghlu et al (2003)	$E_m = 3818$ MPa
- Hoek y Diederichs (2006)	$E_m = 5096$ MPa
Valor asumido	$E_m = 3818$ MPa

2.4 Esfuerzos in situ

k =	1.00	En rocas fracturadas en superficie
k =	1.50	En rocas no alteradas en superficie
k =	0.25	En medios homogéneos e isotrópicos en función de m
k =	1.0	Valor asumido
Esfuerzo vertical	$\sigma_v = 0.03$ MPa	
Esfuerzo horizontal	$\sigma_h = 0.03$ MPa	
Esfuerzo principal mayor	$\sigma'_{1max} = 0.03$ MPa	
Esfuerzo principal menor	$\sigma'_{3max} = 0.03$ MPa	

2.5 Carga admisible del macizo rocoso

Capacidad admisible (q_{ad})

Hoek et al (2002)	$q_{ult} =$	224.3 Kg/cm ²
Serrano y Olalla (2001)	$q_{ult} =$	$\beta(N_\beta - \zeta)$
	$\beta =$	20.1 MPa
	$\zeta =$	0.003
	$\sigma^*_{01} =$	0.004
	$N_\beta =$	5.2
	$q_{ult} =$	105.2 Kg/cm ²
AASHTO (1996)	$q_{ult} =$	$N_{ms} * U_c$
	$N_{ms} =$	0.1316
	$U_c =$	1910 Kg/cm ²

Criterio de comprobación	$q_{ult} =$	251.314 Kg/cm ²
	$q_{ad} <$	0.2 * U_c
	$U_c =$	1910 Kg/cm ²
	$q_{ad} <$	382.0 Kg/cm ²
	$q_{ad} <$	0.33 * f_c
	$f_c =$	210.0 Kg/cm ²
	$q_{ad} <$	69.3 Kg/cm ²

3. Parámetros para el diseño en ingeniería

Coordenadas: 287299 E; 8660577 N

Litología: GRANODIORITA

Criterio de resistencia Mohr Coulomb	$C'_m =$	2.3 Kg/cm ²
	$\phi'_m =$	71.4 °
Criterio de Falla Generalizado de Hoek-Brown	$m_b =$	0.843
	$s =$	0.000
	$\sigma =$	0.506
Angulo de arrancamiento	$\lambda =$	40.0 °
Parámetros de deformación	$E_m =$	3818 MPa
Capacidad de soporte última	$q_{ult} =$	69.3 Kg/cm ²
Capacidad admisible del macizo rocoso	$q_{ad} =$	23.1 Kg/cm ²
Adherencia con el concreto (Littlejohn y Bruce 1975)	$\tau =$	31.8 Kg/cm ²

ESTACIÓN	:EG-03
COORDENADAS	:287268 E; 8660475 N
LITOLOGÍA	: GRANODIORITA

4. Roca intacta

Peso específico	γ_i	: 0.0254 (MN/m ³)
Resistencia a la compresión uniaxial	S_{ci}	: 131.6 (MPa)
Constante de la roca intacta	m_i	: 30
Relación modular	MR	: 400
Cohesión	C_i	: 14 (MPa)
Angulo de fricción interna	ϕ	: 67 (°)
Módulo de elasticidad	E_i	: 52640 (MPa)
Relación de Poisson	ν_i	: 0.2

5. Macizo Rocoso

Valoración de la masa rocosa, RMR_{90} (Bieniawski, 1989)	: 52
Índice Geológico de Resistencia, GSI (Hoek et al., 1995)	: 47
Índice, Q (Barton, 1974)	: 2.4
Espaciamiento de discontinuidades (m)	: 0.22
Factor de perturbación de la roca, D	: 1

2.1 Proyecto de ingeniería

Profundidad de Cimentación	$D_f =$	1 m
----------------------------	---------	-----

2.2 Estimación de las propiedades de resistencia

a) Criterio de resistencia Mohr Coulomb

Bieniawski (1976)	$C'_m =$	2.6 Kg/cm ²
	$\phi'_m =$	26.6 °
Con criterio de falla de Hoek-Brown	$C'_m =$	1.2 Kg/cm ²
	$\phi'_m =$	70.7 °

b) Criterio de Falla Generalizado de Hoek-Brown

$m_b =$	0.681
$s =$	0.00015
$\phi =$	0.51

Resistencia a la tracción (σ'_{tm})

$\sigma'_{tm} =$	$-s \sigma_{ci} / m_b$
$\sigma'_{tm} =$	-0.3 Kg/cm ²

Resistencia a la compresión del macizo rocoso (σ'_{cm})

	$\sigma'_{cm} =$	$\sigma_{ci} S^a$
(Inicio de ruptura)	$\sigma'_{cm} =$	14.6 Kg/cm ²
(Ruptura global del macizo)	$\sigma'_{cm} =$	137.7 Kg/cm ²

2.3 Estimación de las propiedades de deformación

a) Criterios de deformación de macizos rocosos (Modulo de deformabilidad, E_m)

- Bieniawski (1978), Serafim y Pereira (1983)	$E_m = 8414$ MPa
- Kulhawy y Goodman (1980)	$E_m = 11580.8$ MPa
- Hoek (1995)	$E_m = 9652$ MPa
- Grimstad y Barton (1993)	$E_m = 9651$ MPa
- Gokceoglu et al (2003)	$E_m = 3138$ MPa
- Hoek y Diederichs (2006)	$E_m = 2967$ MPa
Valor asumido	$E_m = 2967$ MPa

2.4 Esfuerzos in situ

k =	1.00	En rocas fracturadas en superficie
k =	1.50	En rocas no alteradas en superficie
k =	0.25	En medios homogéneos e isotrópicos en función de m
k =	1.0	Valor asumido
	Esfuerzo vertical	$\sigma_v = 0.03$ MPa
	Esfuerzo horizontal	$\sigma_h = 0.03$ MPa
	Esfuerzo principal mayor	$\sigma'_{1max} = 0.03$ MPa
	Esfuerzo principal menor	$\sigma'_{3max} = 0.03$ MPa

2.5 Carga admisible del macizo rocoso

Capacidad admisible (q_{ad})

Hoek et al (2002)	$q_{ult} =$	137.7 Kg/cm ²
Serrano y Olalla (2001)	$q_{ult} =$	$\beta(N_\beta - \zeta)$
	$\beta =$	11.2 MPa
	$\zeta =$	0.003
	$\sigma^*_{01} =$	0.004
	$N_\beta =$	5.2
	$q_{ult} =$	58.7 Kg/cm ²
AASHTO (1996)	$q_{ult} =$	$N_{ms} * U_c$
	$N_{ms} =$	0.1053
	$U_c =$	1316 Kg/cm ²
	$q_{ult} =$	138.544 Kg/cm ²
Criterio de comprobación	$q_{ad} <$	$0.2 * U_c$

$U_c =$	1316 Kg/cm ²
$q_{ad} <$	263.2 Kg/cm ²
$q_{ad} <$	$0.33 * f_c$
$f_c =$	210.0 Kg/cm ²
$q_{ad} <$	69.3 Kg/cm ²

6. Parámetros para el diseño en ingeniería

Coordenadas :287268 E; 8660475 N

Litología: GRANODIORITA

Criterio de resistencia Mohr Coulomb	$C'_m =$	1.2 Kg/cm ²
	$\phi'_m =$	70.7 °
Criterio de Falla Generalizado de Hoek-Brown	$m_b =$	0.681
	$s =$	0.000
	$a =$	0.507
Angulo de arrancamiento	$\delta =$	40.0 °
Parámetros de deformación	$E_m =$	2967 MPa
Capacidad de soporte última	$q_{ult} =$	58.7 Kg/cm ²
Capacidad admisible del macizo rocoso	$q_{ad} =$	19.6 Kg/cm ²
Adherencia con el concreto (Littlejohn y Bruce 1975)	$\tau =$	21.9 Kg/cm ²

ESTACIÓN	:EG-04
COORDENADAS	: 287183 E; 8660569 N
LITOLOGÍA	: GRANODIORITA

7. Roca intacta

Peso específico	γ_i	: 0.0255 (MN/m ³)
Resistencia a la compresión uniaxial	S_{ci}	: 123.5 (MPa)
Constante de la roca intacta	m_i	: 30
Relación modular	MR	: 400
Cohesión	C_i	: 13 (MPa)
Angulo de fricción interna	σ	: 67 (°)
Módulo de elasticidad	E_i	: 49400 (MPa)
Relación de Poisson	ν_i	: 0.2

8. Macizo Rocoso

Valoración de la masa rocosa, RMR_{99} (Bieniawski, 1989)	: 48
Índice Geológico de Resistencia, GSI (Hoek et al, 1995)	: 43
Índice, Q (Barton, 1974)	: 1.6
Espaciamiento de discontinuidades (m)	: 0.22
Factor de perturbación de la roca, D	: 1

2.1 Proyecto de ingeniería

Profundidad de Cimentación	$D_f =$	1 m
----------------------------	---------	-----

2.2 Estimación de las propiedades de resistencia

a) Criterio de resistencia Mohr Coulomb

Bieniawski (1976)	$C'_m =$	2.4 Kg/cm ²
	$\sigma'_m =$	24.4 °
Con criterio de falla de Hoek-Brown	$C'_m =$	0.8 Kg/cm ²
	$\sigma'_m =$	70.1 °

b) Criterio de Falla Generalizado de Hoek-Brown

	$m_b =$	0.512
	$s =$	0.00007
	$\sigma =$	0.51
Resistencia a la tracción (σ'_{tm})	$\sigma'_{tm} =$	$-s \sigma_{ci} / m_b$
	$\sigma'_{tm} =$	-0.2 Kg/cm ²

Resistencia a la compresión del macizo rocoso (σ'_{cm})

	$\sigma'_{cm} =$	$\sigma_{ct} s^2$
(Inicio de ruptura)	$\sigma'_{cm} =$	9.6 Kg/cm ²
(Ruptura global del macizo)	$\sigma'_{cm} =$	110.4 Kg/cm ²

2.3 Estimación de las propiedades de deformación

a) Criterios de deformación de macizos rocosos (Modulo de deformabilidad, E_m)

- Bieniawski (1978), Serafim y Pereira (1983)	$E_m = 6683$ MPa
- Kulhawy y Goodman (1980)	$E_m = 10868$ MPa
- Hoek (1995)	$E_m = 7427$ MPa
- Grimstad y Barton (1993)	$E_m = -$ MPa
- Gokceoglu et al (2003)	$E_m = 2415$ MPa
- Hoek y Diederichs (2006)	$E_m = 2265$ MPa
Valor asumido	$E_m = 2265$ MPa

2.4 Esfuerzos in situ

k =	1.00	En rocas fracturadas en superficie
k =	1.50	En rocas no alteradas en superficie
k =	0.25	En medios homogéneos e isotrópicos en función de m
k =	1.0	Valor asumido
	Esfuerzo vertical	$\sigma_v = 0.03$ MPa
	Esfuerzo horizontal	$\sigma_h = 0.03$ MPa
	Esfuerzo principal mayor	$\sigma'_{1max} = 0.03$ MPa
	Esfuerzo principal menor	$\sigma'_{3max} = 0.03$ MPa

2.5 Carga admisible del macizo rocoso

Capacidad admisible (q_{ad})

Hoek et al (2002)	$q_{ult} =$	110.4 Kg/cm ²
Serrano y Olalla (2001)	$q_{ult} =$	$\beta(N_\beta - \zeta)$
	$\beta =$	7.9 MPa
	$\zeta =$	0.002
	$\sigma^*_{01} =$	0.006
	$N_\beta =$	5.3
	$q_{ult} =$	41.5 Kg/cm ²
AASHTO (1996)	$q_{ult} =$	$N_{ms} * U_c$
	$N_{ms} =$	0.0782
	$U_c =$	1235 Kg/cm ²
	$q_{ult} =$	96.574 Kg/cm ²
Criterio de comprobación	$q_{ad} <$	$0.2 * U_c$

$U_c =$	1235 Kg/cm ²
$q_{ad} <$	247.0 Kg/cm ²
$q_{ad} <$	$0.33 * f_c$
$f_c =$	210.0 Kg/cm ²
$q_{ad} <$	69.3 Kg/cm ²

9. Parámetros para el diseño en ingeniería

Coordenadas: 287183 E; 8660569 N

Litología: GRANODIORITA

Criterio de resistencia Mohr Coulomb	$C'_m =$	0.8 Kg/cm ²
	$\phi'_m =$	70.1 °
Criterio de Falla Generalizado de Hoek-Brown	$m_b =$	0.512
	$s =$	0.000
	$a =$	0.509
Angulo de arrancamiento	$\lambda =$	40.0 °
Parámetros de deformación	$E_m =$	2265 MPa
Capacidad de soporte última	$q_{ult} =$	41.5 Kg/cm ²
Capacidad admisible del macizo rocoso	$q_{ad} =$	13.8 Kg/cm ²
Adherencia con el concreto (Littlejohn y Bruce 1975)	$\tau =$	20.6 Kg/cm ²

ESTACIÓN	:EG-05
COORDENADAS	:287299 E; 8660577 N
LITOLOGÍA	: GRANODIORITA

10. Roca intacta

Peso específico	γ_i	: 0.0257 (MN/m ³)
Resistencia a la compresión uniaxial	S_{ci}	: 143.7 (MPa)
Constante de la roca intacta	m_i	: 30
Relación modular	MR	: 400
Cohesión	C_i	: 15 (MPa)
Angulo de fricción interna	σ	: 67 (°)
Módulo de elasticidad	E_i	: 57480 (MPa)
Relación de Poisson	ν_i	: 0.2

11. Macizo Rocoso

Valoración de la masa rocosa, RMR_{99} (Bieniawski, 1989)	: 49
Índice Geológico de Resistencia, GSI (Hoek et al., 1995)	: 44
Índice, Q (Barton, 1974)	: 1.7
Espaciamiento de discontinuidades (m)	: 0.16
Factor de perturbación de la roca, D	: 1

2.1 Proyecto de ingeniería

Profundidad de Cimentación	$D_f =$	1 m
----------------------------	---------	-----

2.2 Estimación de las propiedades de resistencia

a) Criterio de resistencia Mohr Coulomb

Bieniawski (1976)	$C'_m =$	2.4 Kg/cm ²
	$\sigma'_m =$	24.9 °
Con criterio de falla de Hoek-Brown	$C'_m =$	1.0 Kg/cm ²
	$\sigma'_m =$	70.5 °

b) Criterio de Falla Generalizado de Hoek-Brown

	$m_b =$	0.594
	$s =$	0.00009
	$\sigma =$	0.51

Resistencia a la tracción (σ'_{tm})

	$\sigma'_{tm} =$	$-s \sigma_{ci} / m_b$
	$\sigma'_{tm} =$	-0.2 Kg/cm ²

Resistencia a la compresión del macizo rocoso (σ'_{cm})

	$\sigma'_{cm} =$	$\sigma_{ci} S^a$
(Inicio de ruptura)	$\sigma'_{cm} =$	12.2 Kg/cm ²
(Ruptura global del macizo)	$\sigma'_{cm} =$	133.7 Kg/cm ²

2.3 Estimación de las propiedades de deformación

a) Criterios de deformación de macizos rocosos (Modulo de deformabilidad, E_m)

- Bieniawski (1978), Serafim y Pereira (1983)	$E_m = 7079$ MPa
- Kulhawy y Goodman (1980)	$E_m = 9196.8$ MPa
- Hoek (1995)	$E_m = 8486$ MPa
- Grimstad y Barton (1993)	$E_m = -$ MPa
- Gokceoglu et al (2003)	$E_m = 2579$ MPa
- Hoek y Diederichs (2006)	$E_m = 2769$ MPa
Valor asumido	$E_m = 2579$ MPa

2.4 Esfuerzos in situ

k =	1.00	En rocas fracturadas en superficie
k =	1.50	En rocas no alteradas en superficie
k =	0.25	En medios homogéneos e isotrópicos en función de m
k =	1.0	Valor asumido
Esfuerzo vertical	$\sigma_v = 0.03$ MPa	
Esfuerzo horizontal	$\sigma_h = 0.03$ MPa	
Esfuerzo principal mayor	$\sigma'_{1max} = 0.03$ MPa	
Esfuerzo principal menor	$\sigma'_{3max} = 0.03$ MPa	

2.5 Carga admisible del macizo rocoso

Capacidad admisible (q_{ad})

Hoek et al (2002)	$q_{ult} =$	133.7 Kg/cm ²
Serrano y Olalla (2001)	$q_{ult} =$	$\beta(N_\beta - \zeta)$
	$\beta =$	9.9 MPa
	$\zeta =$	0.002
	$\sigma^*_{01} =$	0.005
	$N_\beta =$	5.2
	$q_{ult} =$	51.8 Kg/cm ²
AASHTO (1996)	$q_{ult} =$	$N_{ms} * U_c$
	$N_{ms} =$	0.0842
	$U_c =$	1437 Kg/cm ²
	$q_{ult} =$	121.041 Kg/cm ²

Criterio de comprobación	$q_{ad} <$	$0.2 * U_c$
	$U_c =$	1437 Kg/cm ²
	$q_{ad} <$	287.4 Kg/cm ²
	$q_{ad} <$	$0.33 * f_c$
	$f_c =$	210.0 Kg/cm ²
	$q_{ad} <$	69.3 Kg/cm ²

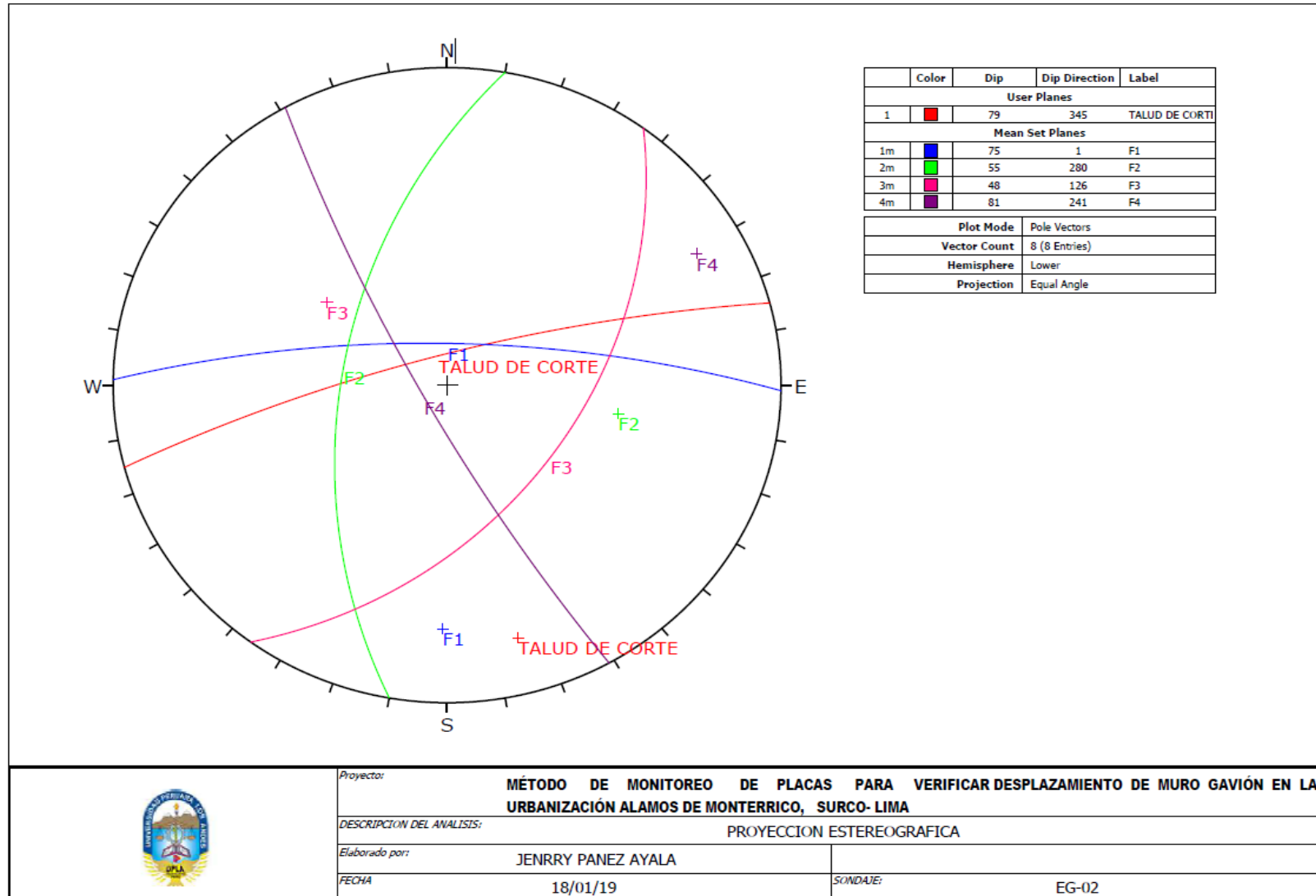
12. Parámetros para el diseño en ingeniería

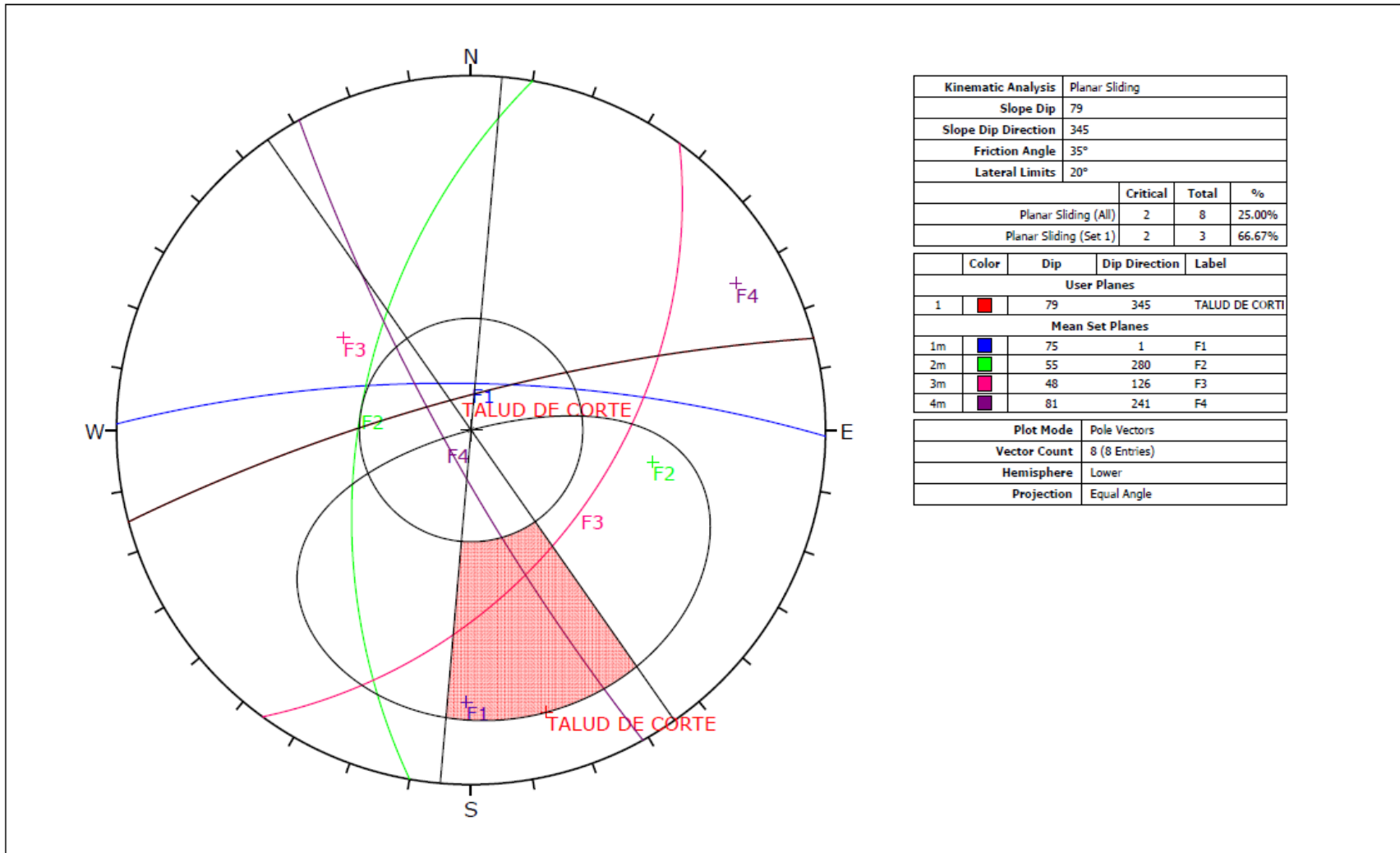
Coordenadas: 287299 E; 8660577 N

Litología: GRANODIORITA

Criterio de resistencia Mohr Coulomb	$C'_m =$	1.0 Kg/cm ²
	$\phi'_m =$	70.5 °
Criterio de Falla Generalizado de Hoek-Brown	$m_b =$	0.549
	$s =$	0.000
	$\sigma =$	0.506
Angulo de arrancamiento	$\delta =$	40.0 °
Parámetros de deformación	$E_m =$	2579 MPa
Capacidad de soporte última	$q_{ult} =$	51.8 Kg/cm ²
Capacidad admisible del macizo rocoso	$q_{ad} =$	17.3 Kg/cm ²
Adherencia con el concreto (Littlejohn y Bruce 1975)	$\tau =$	24.0 Kg/cm ²

PROYECCIONES ESTEREOGRÁFICOS



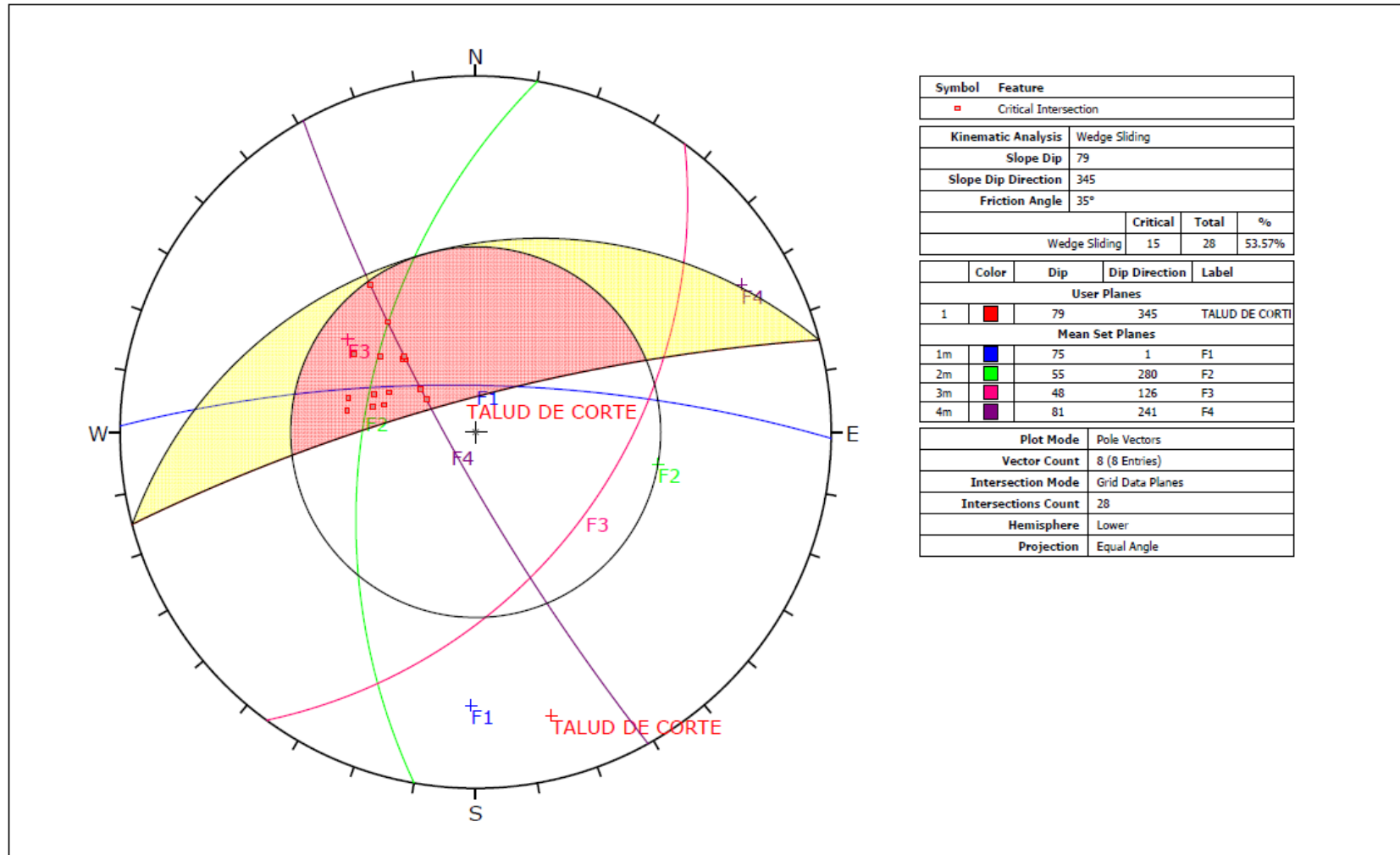


Kinematic Analysis	Planar Sliding		
Slope Dip	79		
Slope Dip Direction	345		
Friction Angle	35°		
Lateral Limits	20°		
	Critical	Total	%
Planar Sliding (All)	2	8	25.00%
Planar Sliding (Set 1)	2	3	66.67%

	Color	Dip	Dip Direction	Label
User Planes				
1	Red	79	345	TALUD DE CORTE
Mean Set Planes				
1m	Blue	75	1	F1
2m	Green	55	280	F2
3m	Magenta	48	126	F3
4m	Purple	81	241	F4

Plot Mode	Pole Vectors
Vector Count	8 (8 Entries)
Hemisphere	Lower
Projection	Equal Angle

	<i>Proyecto:</i>	MÉTODO DE MONITOREO DE PLACAS PARA VERIFICAR DESPLAZAMIENTO DE MURO GAVIÓN EN LA URBANIZACIÓN ALAMOS DE MONTERRICO, SURCO- LIMA	
	<i>DESCRIPCION DEL ANALISIS:</i>	ANALISIS DE FALLA TIPO PLANAR	
	<i>Elaborado por:</i>	JENRRY PANEZ AYALA	<i>EMPRESA:</i> PTN CONSULTORES S.A.C
	<i>FECHA:</i>	18/01/19	<i>SONDAJE:</i> EG-02



Symbol	Feature
■	Critical Intersection

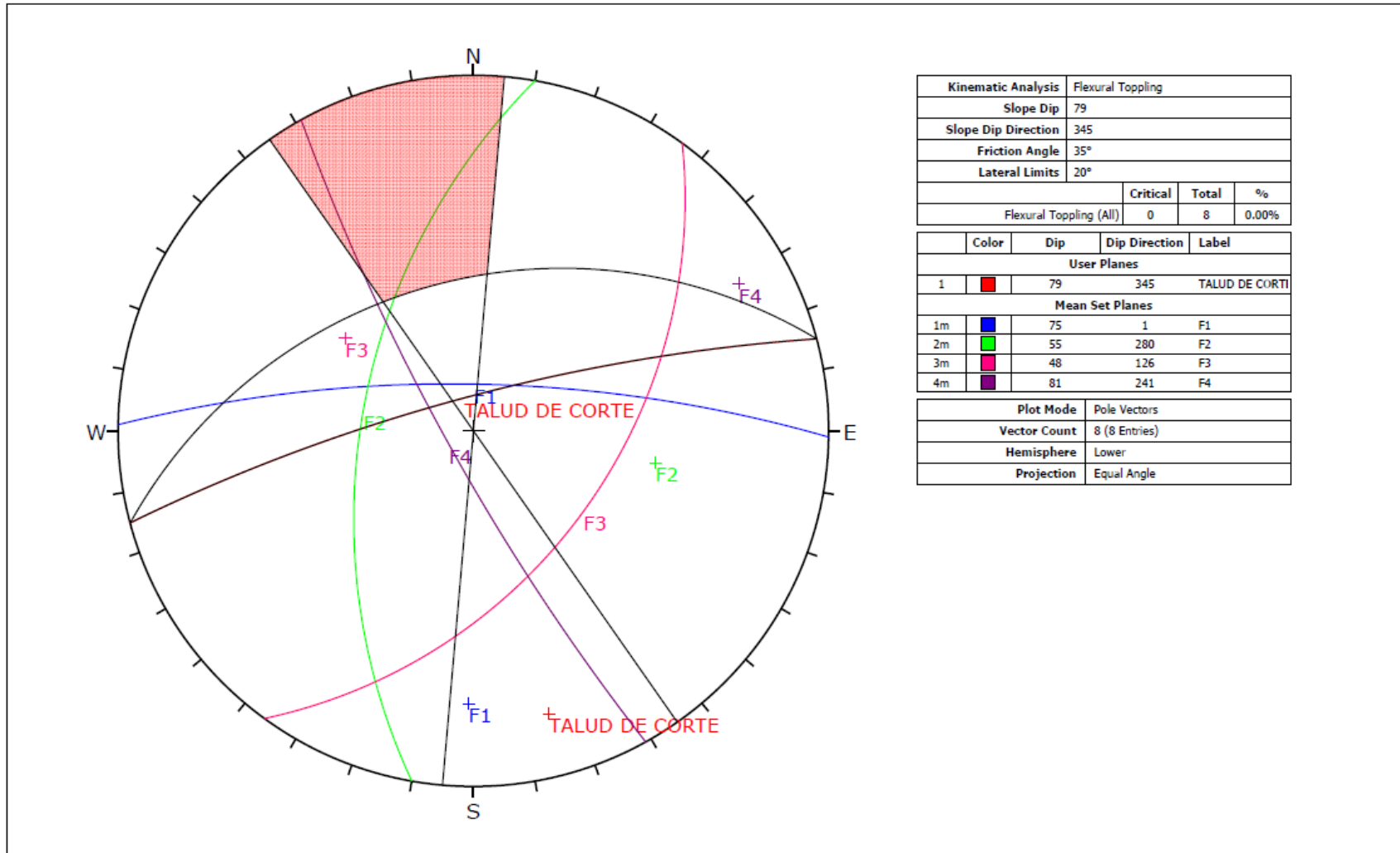
Kinematic Analysis	Wedge Sliding
Slope Dip	79
Slope Dip Direction	345
Friction Angle	35°


	Critical	Total	%
Wedge Sliding	15	28	53.57%

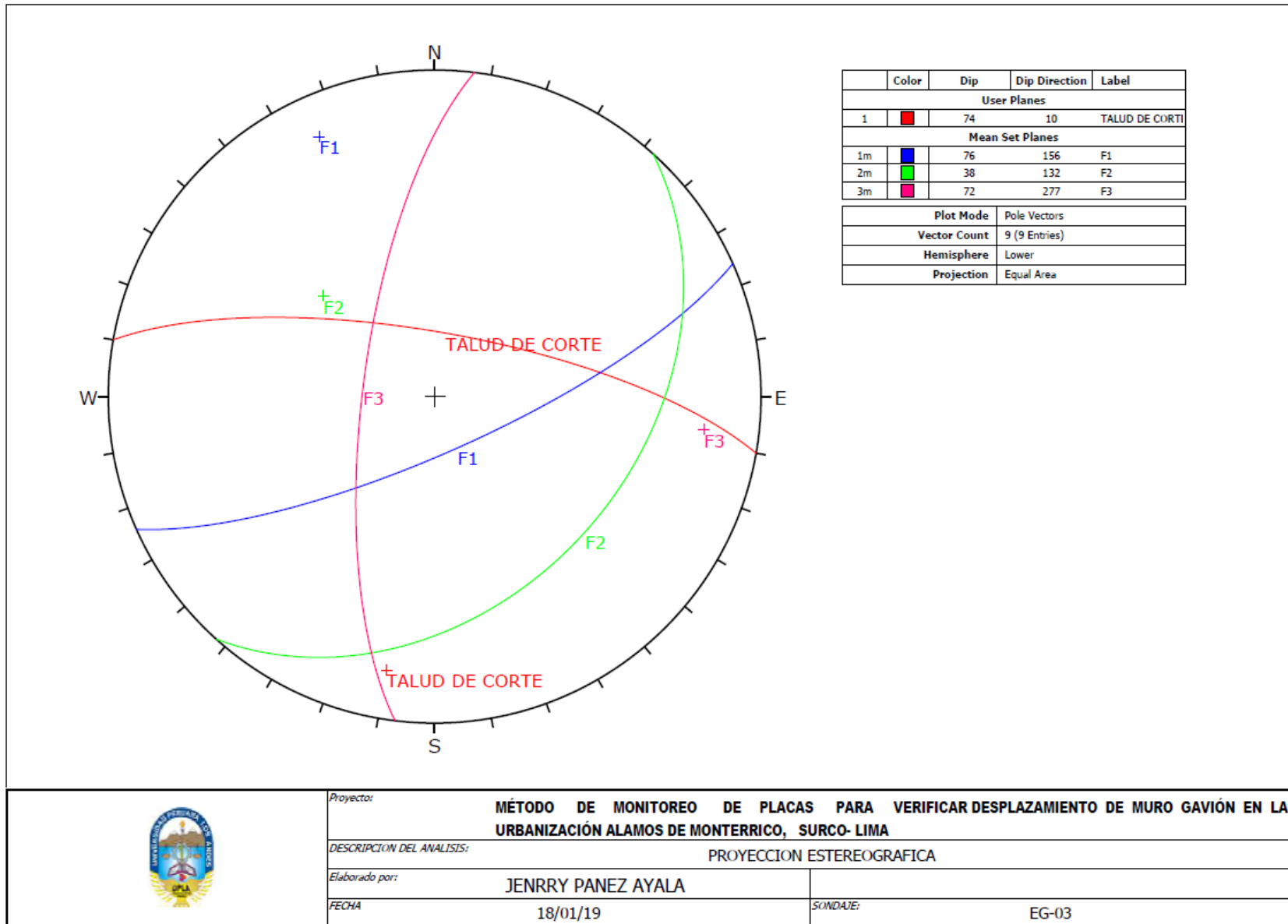
	Color	Dip	Dip Direction	Label
User Planes				
1	■	79	345	TALUD DE CORTI
Mean Set Planes				
1m	■	75	1	F1
2m	■	55	280	F2
3m	■	48	126	F3
4m	■	81	241	F4

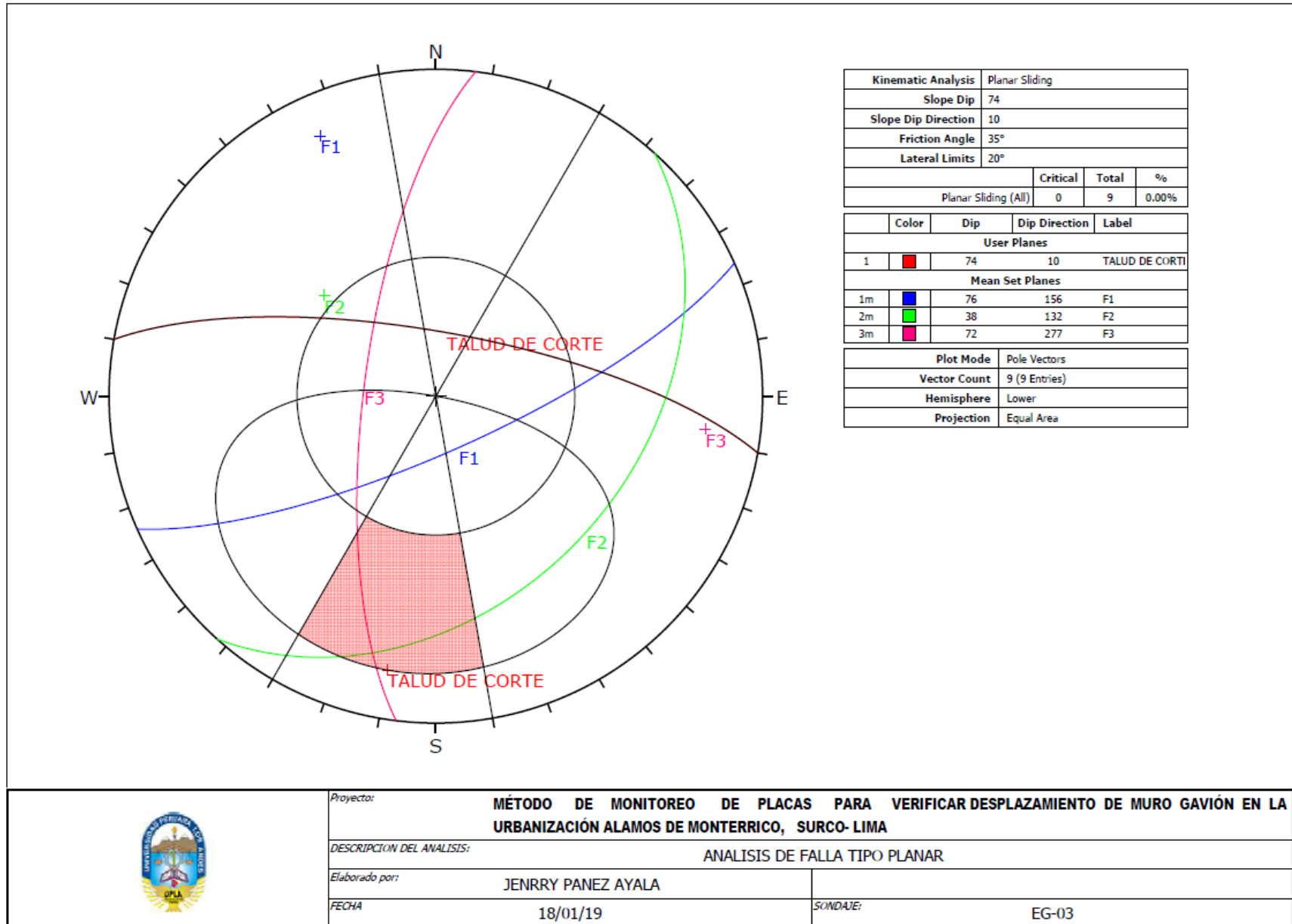
Plot Mode	Pole Vectors
Vector Count	8 (8 Entries)
Intersection Mode	Grid Data Planes
Intersections Count	28
Hemisphere	Lower
Projection	Equal Angle

	<i>Proyecto:</i> MÉTODO DE MONITOREO DE PLACAS PARA VERIFICAR DESPLAZAMIENTO DE MURO GAVIÓN EN LA URBANIZACIÓN ALAMOS DE MONTERRICO, SURCO- LIMA	
	<i>DESCRIPCION DEL ANALISIS:</i> ANALISIS DE FALLA TIPO CUNA	
	<i>Elaborado por:</i>	JENRRY PANEZ AYALA
	<i>FECHA</i>	18/01/19
	<i>SONDAJE:</i>	EG-02

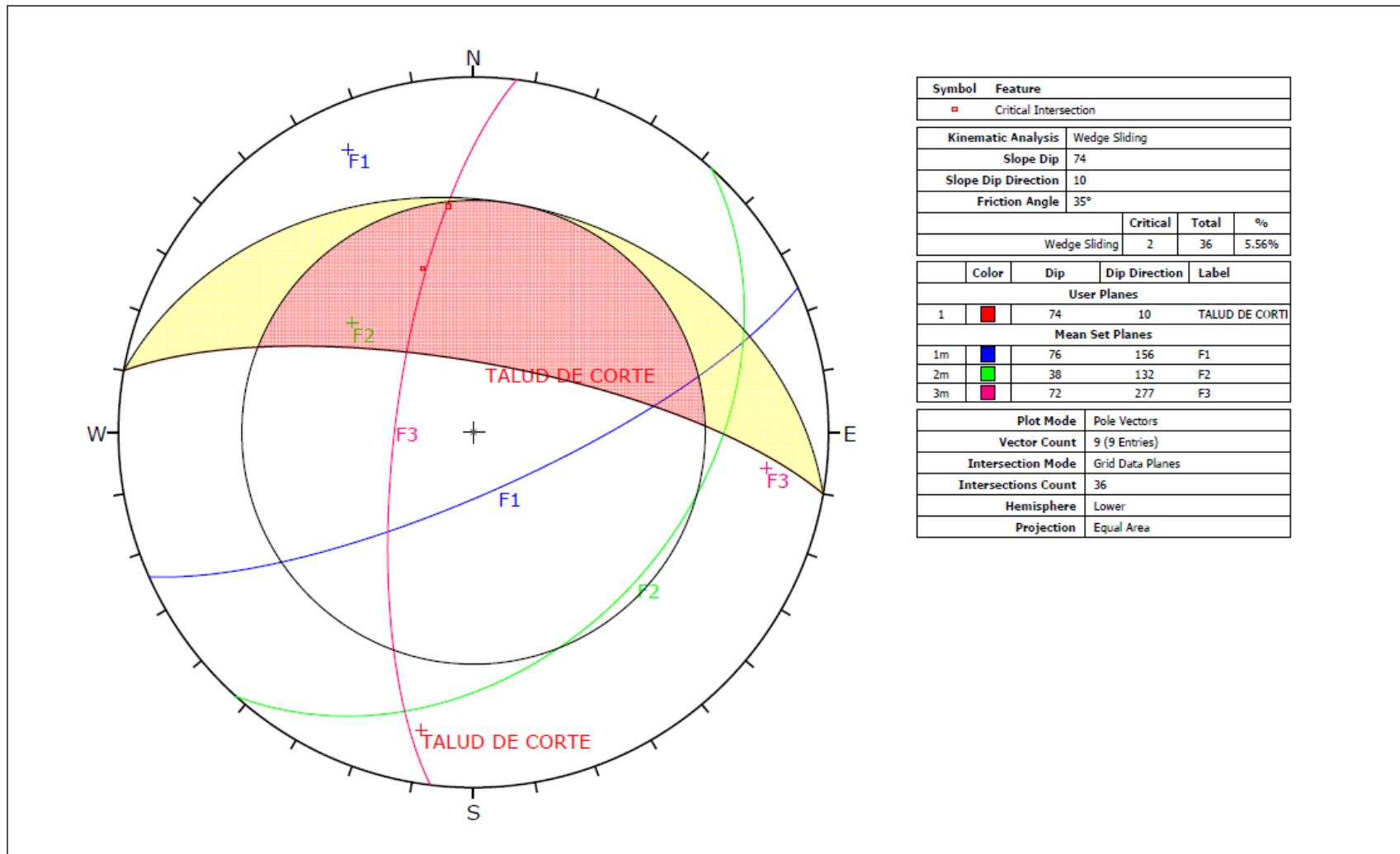


	Proyecto: MÉTODO DE MONITOREO DE PLACAS PARA VERIFICAR DESPLAZAMIENTO DE MURO GAVIÓN EN LA URBANIZACIÓN ALAMOS DE MONTERRICO, SURCO- LIMA	
	DESCRIPCION DEL ANALISIS: ANALISIS DE FALLA TIPO VOLTEO	
	Elaborado por: JENRRY PANEZ AYALA	
	FECHA: 18/01/19	SONDAJE: EG-02





Proyecto: **MÉTODO DE MONITOREO DE PLACAS PARA VERIFICAR DESPLAZAMIENTO DE MURO GAVIÓN EN LA URBANIZACIÓN ALAMOS DE MONTEERRICO, SURCO-LIMA**
 DESCRIPCIÓN DEL ANALISIS: **ANÁLISIS DE FALLA TIPO PLANAR**
 Elaborado por: **JENRRY PANEZ AYALA**
 FECHA: **18/01/19** SONDAJE: **EG-03**



Symbol	Feature
■	Critical Intersection

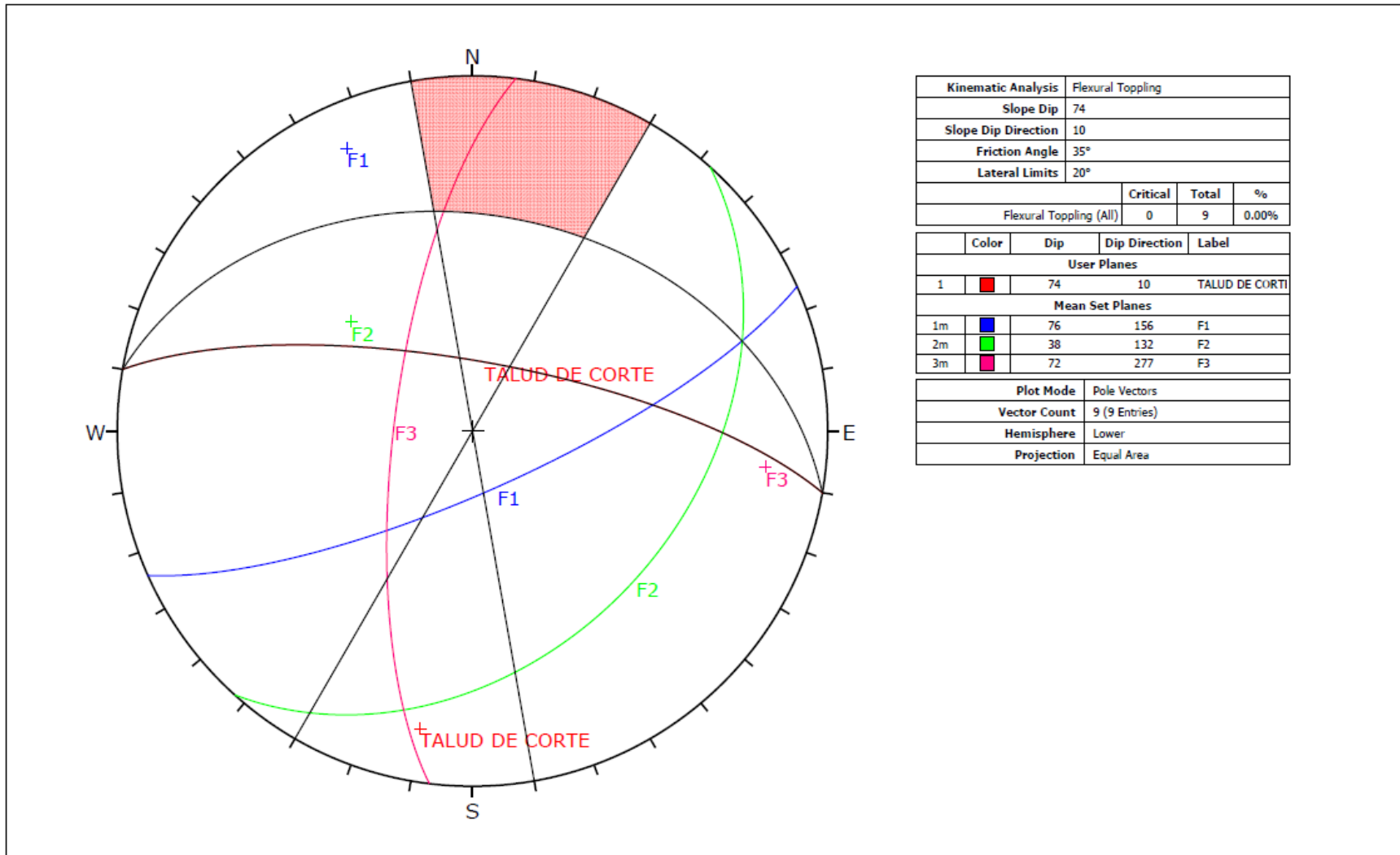
Kinematic Analysis		Wedge Sliding		
Slope Dip		74		
Slope Dip Direction		10		
Friction Angle		35°		
		Critical	Total	%
Wedge Sliding		2	36	5.56%

	Color	Dip	Dip Direction	Label
User Planes				
1	■	74	10	TALUD DE CORTE
Mean Set Planes				
1m	■	76	156	F1
2m	■	38	132	F2
3m	■	72	277	F3

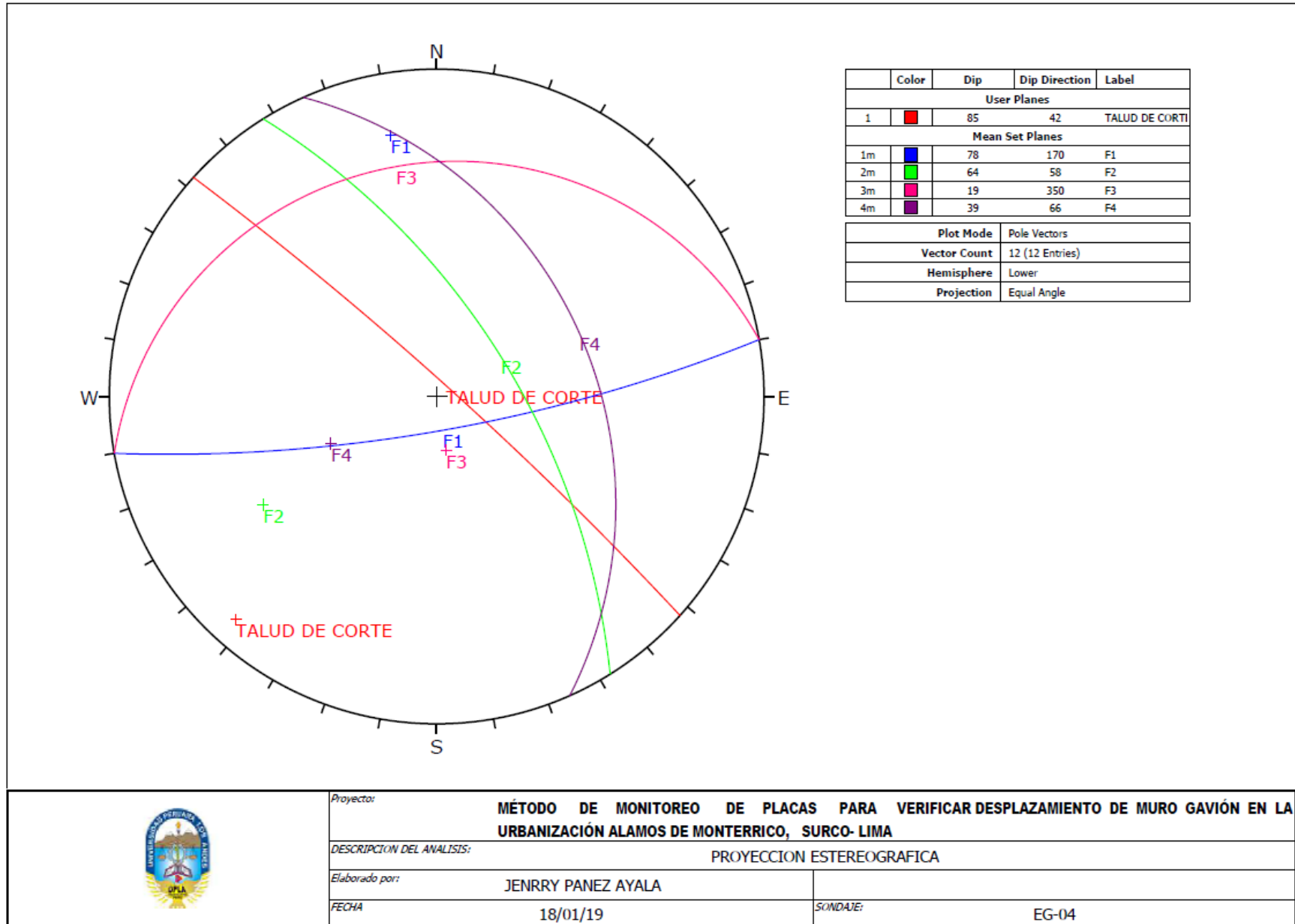
Plot Mode	Pole Vectors
Vector Count	9 (9 Entries)
Intersection Mode	Grid Data Planes
Intersections Count	36
Hemisphere	Lower
Projection	Equal Area



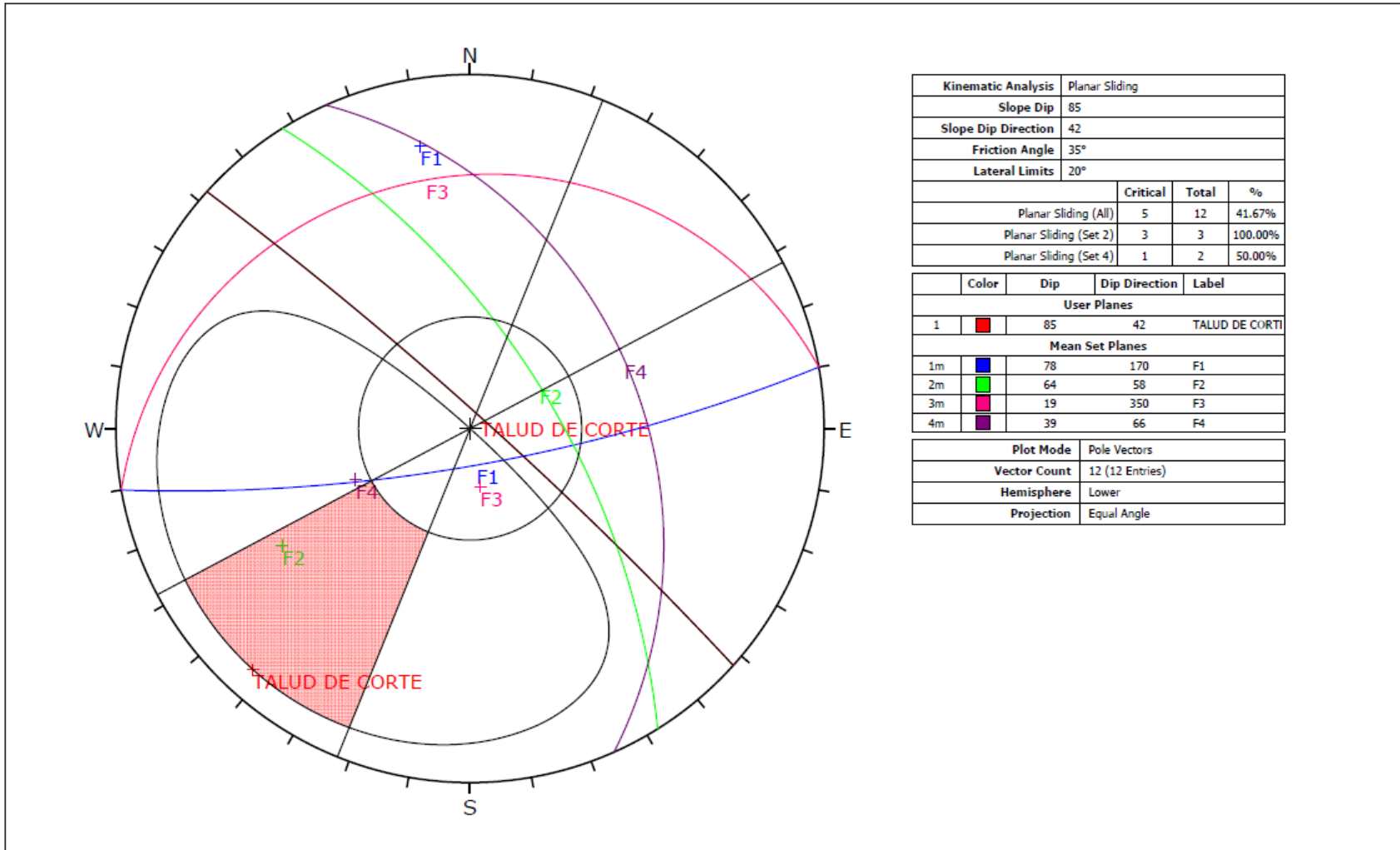
Proyecto:	MÉTODO DE MONITOREO DE PLACAS PARA VERIFICAR DESPLAZAMIENTO DE MURO GAVIÓN EN LA URBANIZACIÓN ALAMOS DE MONTEERRICO, SURCO- LIMA		
DESCRIPCION DEL ANALISIS:	ANALISIS DE FALLA TIPO CUNA		
Elaborado por:	JENRRY PANEZ AYALA		
FECHA	18/01/19	SONDAJE:	EG-03



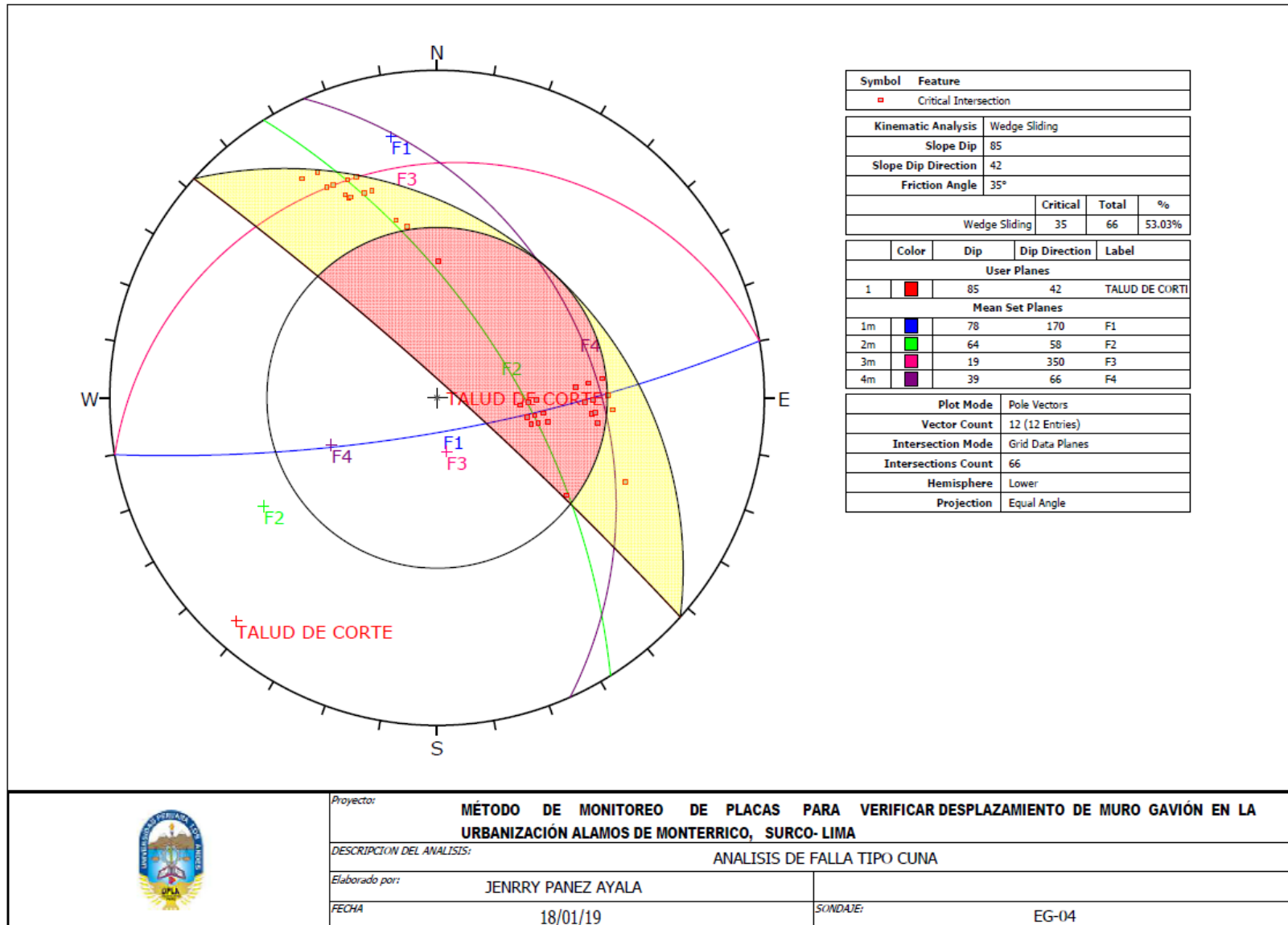
<i>Proyector:</i>	MÉTODO DE MONITOREO DE PLACAS PARA VERIFICAR DESPLAZAMIENTO DE MURO GAVIÓN EN LA URBANIZACIÓN ALAMOS DE MONTERRICO, SURCO- LIMA		
<i>DESCRIPCION DEL ANALISIS:</i>	ANALISIS DE FALLA TIPO VOLTEO		
<i>Elaborado por:</i>	JENRRY PANEZ AYALA		
<i>FECHA</i>	18/01/19	<i>SONDAJE:</i>	EG-03



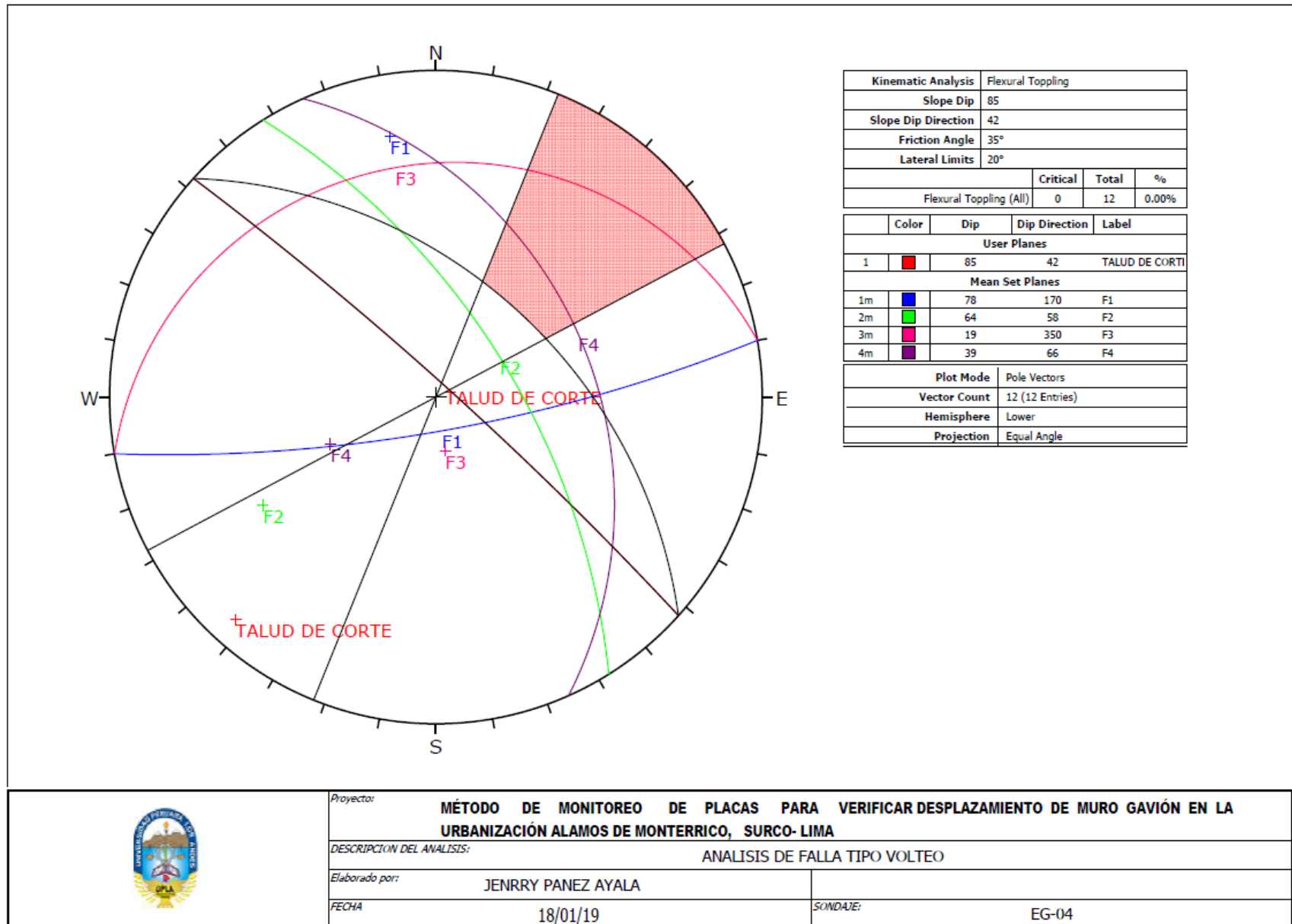
<i>Proyecto:</i>	MÉTODO DE MONITOREO DE PLACAS PARA VERIFICAR DESPLAZAMIENTO DE MURO GAVIÓN EN LA URBANIZACIÓN ALAMOS DE MONTEERRICO, SURCO- LIMA		
<i>DESCRIPCIÓN DEL ANALISIS:</i>	PROYECCION ESTEREOGRAFICA		
<i>Elaborado por:</i>	JENRRY PANEZ AYALA		
<i>FECHA</i>	18/01/19	<i>SONDAJE:</i>	EG-04



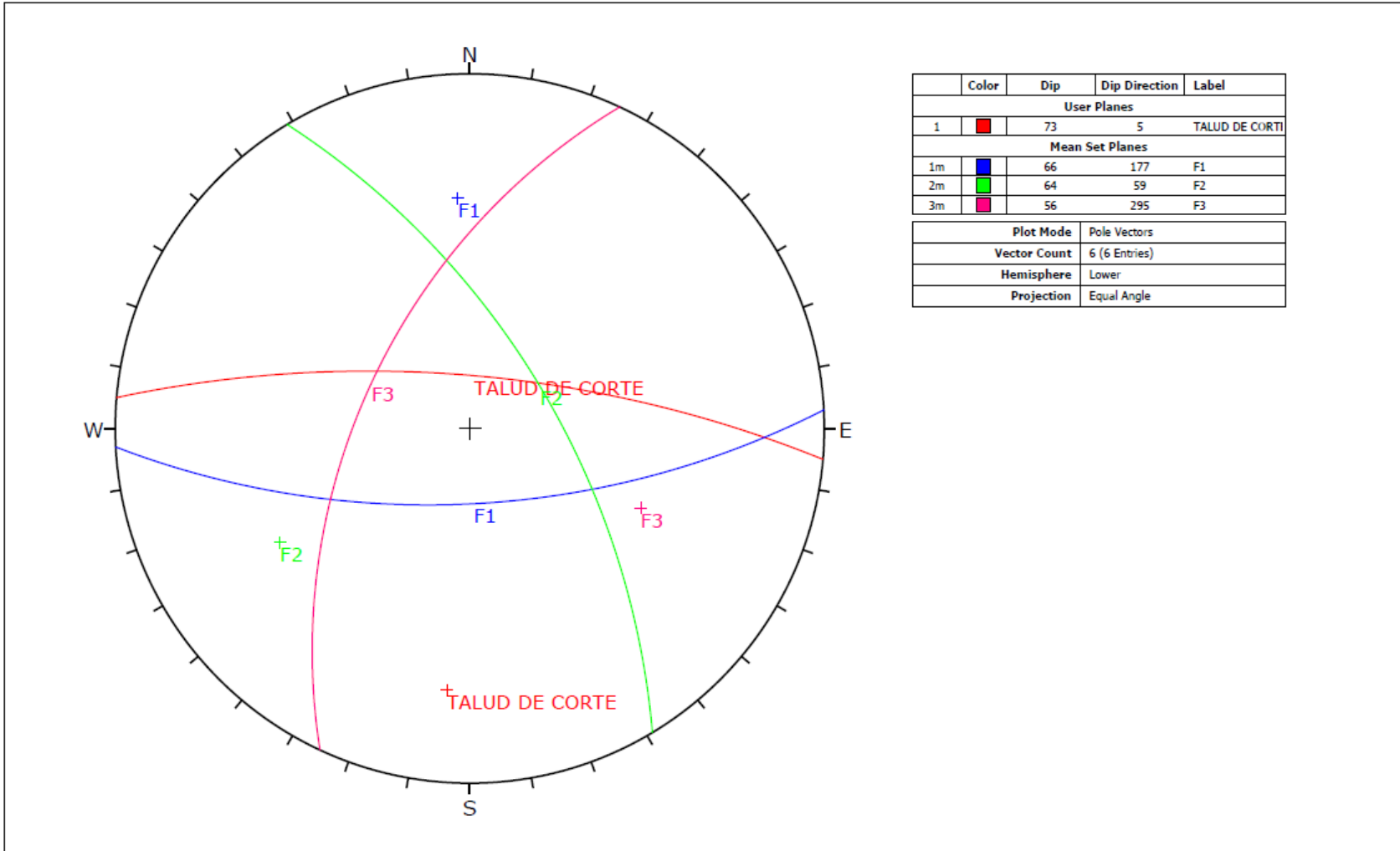
<i>Proyecto:</i>	MÉTODO DE MONITOREO DE PLACAS PARA VERIFICAR DESPLAZAMIENTO DE MURO GAVIÓN EN LA URBANIZACIÓN ALAMOS DE MONTERRICO, SURCO- LIMA		
<i>DESCRIPCION DEL ANALISIS:</i>	ANALISIS DE FALLA TIPO PLANAR		
<i>Elaborado por:</i>	JENRRY PANEZ AYALA		
<i>FECHA</i>	18/01/19	<i>SONDAJE:</i>	EG-04



Proyector:	MÉTODO DE MONITOREO DE PLACAS PARA VERIFICAR DESPLAZAMIENTO DE MURO GAVIÓN EN LA URBANIZACIÓN ALAMOS DE MONTEERRICO, SURCO- LIMA		
DESCRIPCION DEL ANALISIS:	ANALISIS DE FALLA TIPO CUNA		
Elaborado por:	JENRRY PANEZ AYALA		
FECHA	18/01/19	SONDAGE:	EG-04

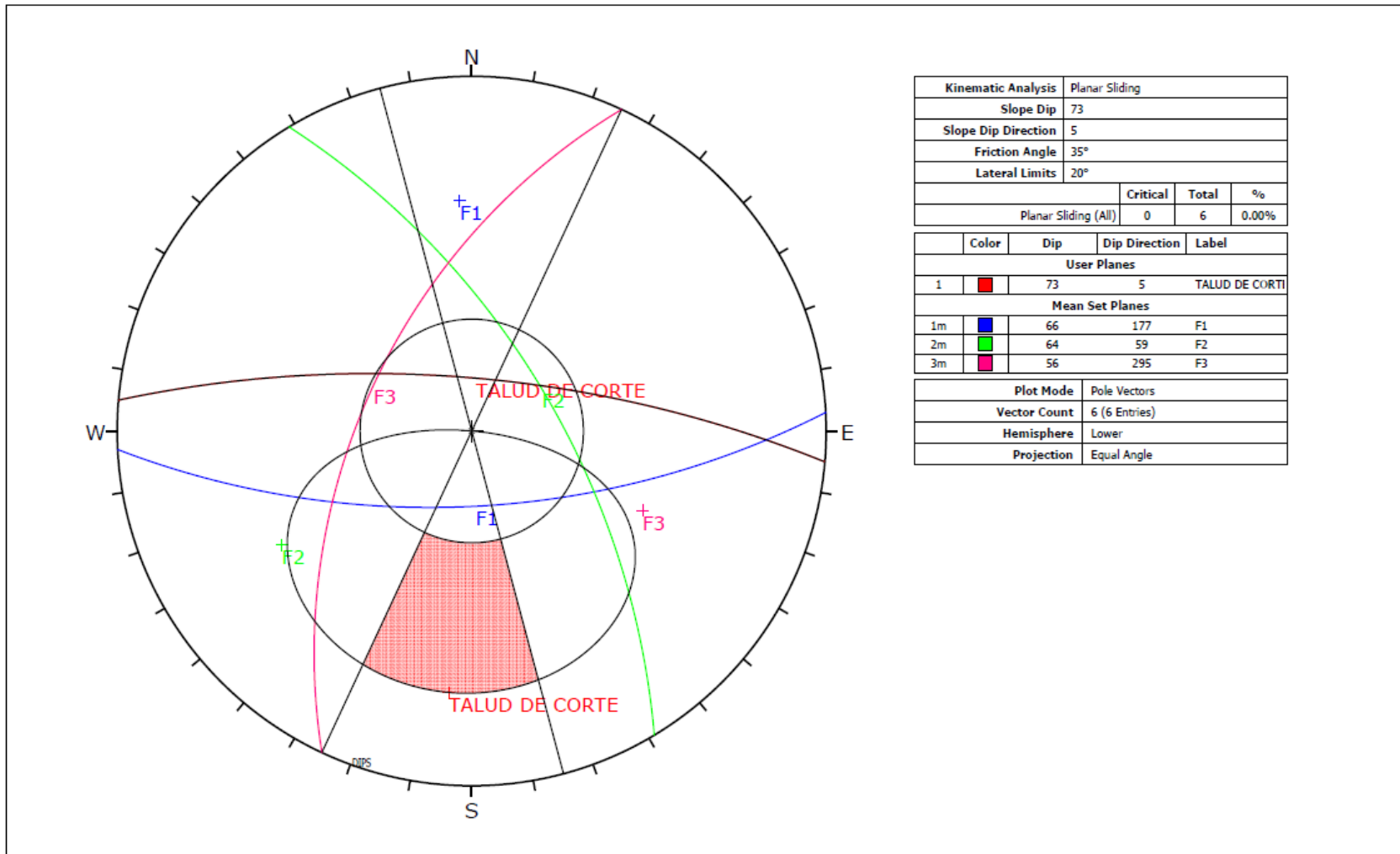


Proyector: MÉTODO DE MONITOREO DE PLACAS PARA VERIFICAR DESPLAZAMIENTO DE MURO GAVIÓN EN LA URBANIZACIÓN ALAMOS DE MONTEERRICO, SURCO- LIMA
DESCRIPCION DEL ANALISIS: ANALISIS DE FALLA TIPO VOLTEO
Elaborado por: JENRRY PANEZ AYALA
FECHA: 18/01/19 **SONDAJE:** EG-04



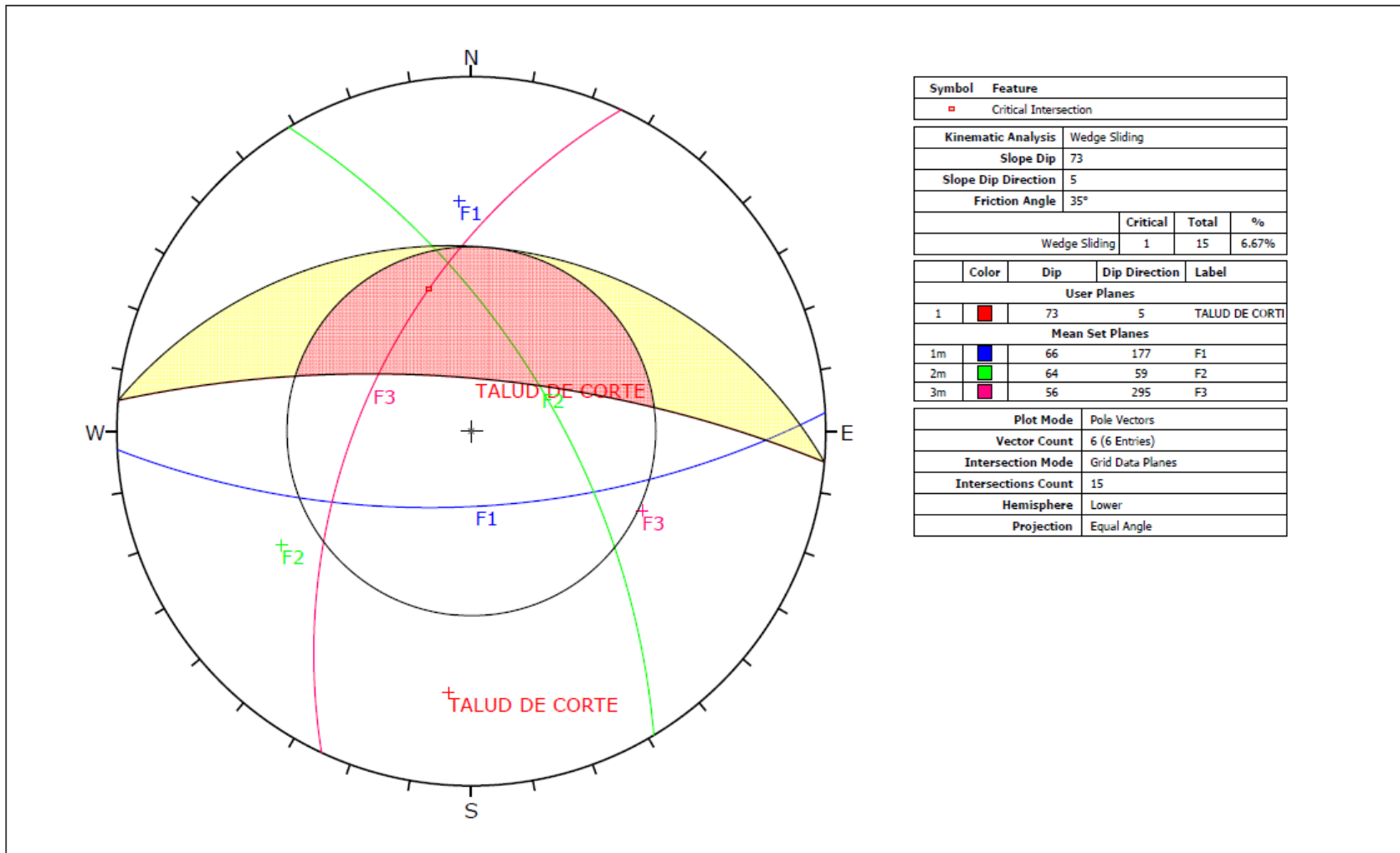
	Color	Dip	Dip Direction	Label
User Planes				
1		73	5	TALUD DE CORTE
Mean Set Planes				
1m		66	177	F1
2m		64	59	F2
3m		56	295	F3
Plot Mode		Pole Vectors		
Vector Count		6 (6 Entries)		
Hemisphere		Lower		
Projection		Equal Angle		

	<i>Proyecto:</i> MÉTODO DE MONITOREO DE PLACAS PARA VERIFICAR DESPLAZAMIENTO DE MURO GAVIÓN EN LA URBANIZACIÓN ALAMOS DE MONTEERRICO, SURCO- LIMA		
	<i>DESCRIPCIÓN DEL ANALISIS:</i> PROYECCION ESTEREOGRAFICA		
	<i>Elaborado por:</i> JENRRY PANEZ AYALA		
	<i>FECHA</i>	18/01/19	<i>SONDAJE:</i>



Kinematic Analysis		Planar Sliding		
Slope Dip		73		
Slope Dip Direction		5		
Friction Angle		35°		
Lateral Limits		20°		
		Critical	Total	%
Planar Sliding (All)		0	6	0.00%
Color	Dip	Dip Direction	Label	
User Planes				
1	■	73	5	TALUD DE CORTI
Mean Set Planes				
1m	■	66	177	F1
2m	■	64	59	F2
3m	■	56	295	F3
Plot Mode		Pole Vectors		
Vector Count		6 (6 Entries)		
Hemisphere		Lower		
Projection		Equal Angle		

	Proyecto: MÉTODO DE MONITOREO DE PLACAS PARA VERIFICAR DESPLAZAMIENTO DE MURO GAVIÓN EN LA URBANIZACIÓN ALAMOS DE MONTE RICO, SURCO- LIMA
	DESCRIPCIÓN DEL ANALISIS: ANÁLISIS DE FALLA TIPO PLANAR
	Elaborado por: JENRRY PANEZ AYALA
	FECHA: 18/01/19 SONDAJE: EG-05



Symbol	Feature
■	Critical Intersection

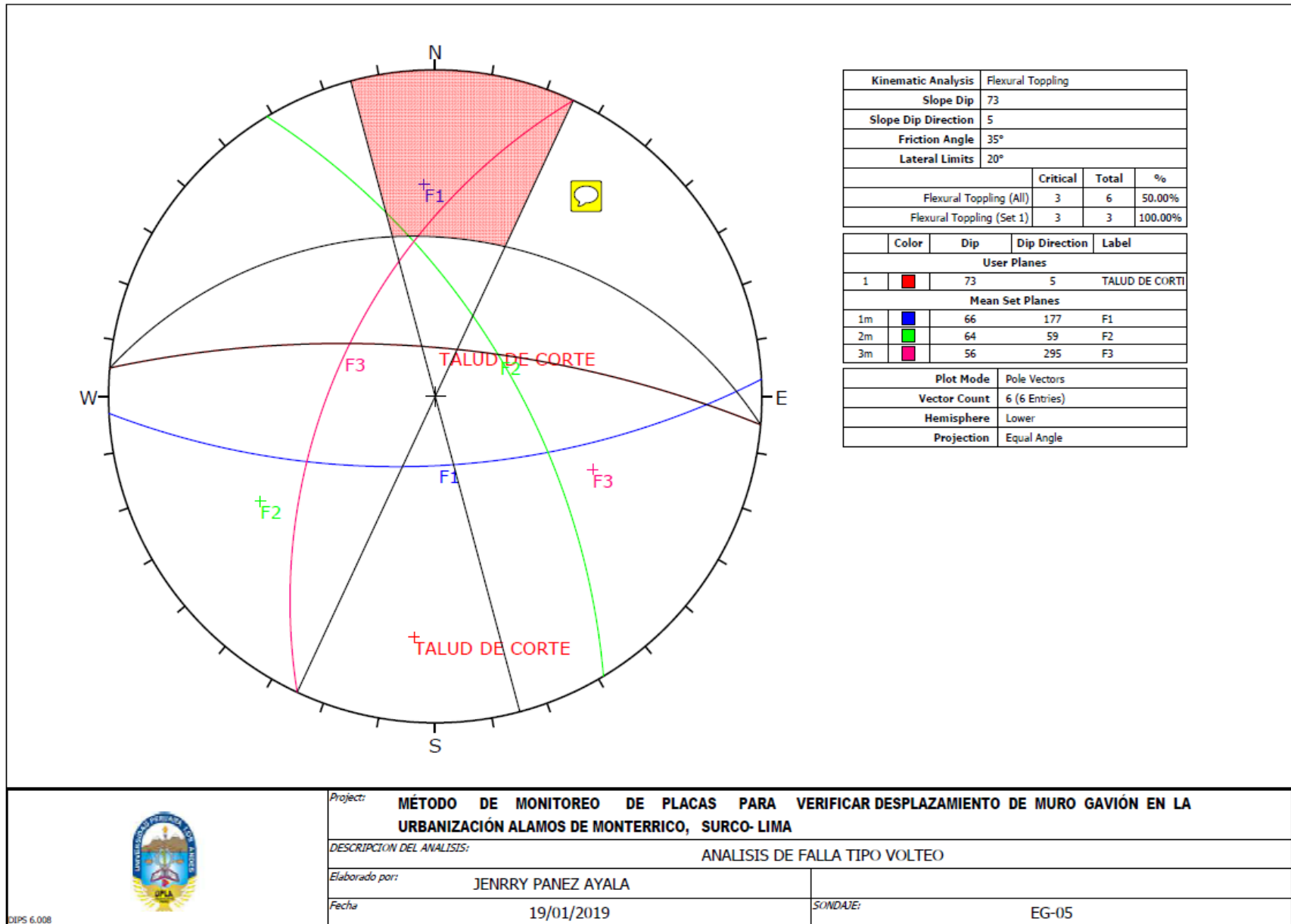
Kinematic Analysis	Wedge Sliding
Slope Dip	73
Slope Dip Direction	5
Friction Angle	35°

	Critical	Total	%
Wedge Sliding	1	15	6.67%

	Color	Dip	Dip Direction	Label
User Planes				
1	■	73	5	TALUD DE CORTI
Mean Set Planes				
1m	■	66	177	F1
2m	■	64	59	F2
3m	■	56	295	F3

Plot Mode	Pole Vectors
Vector Count	6 (6 Entries)
Intersection Mode	Grid Data Planes
Intersections Count	15
Hemisphere	Lower
Projection	Equal Angle

	<i>Proyecto:</i>	MÉTODO DE MONITOREO DE PLACAS PARA VERIFICAR DESPLAZAMIENTO DE MURO GAVIÓN EN LA URBANIZACIÓN ALAMOS DE MONTEERRICO, SURCO- LIMA
	<i>DESCRIPCION DEL ANALISIS:</i>	ANALISIS DE FALLA TIPO CUNA
	<i>Elaborado por:</i>	JENRRY PANEZ AYALA
	<i>FECHA</i>	18/01/19
	<i>SONDAJE:</i>	EG-05



PARAMETROS DE RESISTENCIA

PARÁMETROS DE RESISTENCIA DE DISCONTINUIDADES

Estación: EG-02
 Coordenadas UTM: 287299 E;8660577 N
 Litología: GRANODIRITA

DISCONTINUIDAD	ESPACIADO (cm)	PERSISTENCIA (m)	RUGOSIDAD JRCn	RESISTENCIA JCSn (MPa)	ANGULO DE FRICCIÓN RESIDUAL (φ)	CRITERIO DE ROTURA BARTON CHOUBEY									
						5 m		10 m		15 m		20 m		25 m	
						c (t/m ²)	φ (°)	c (t/m ²)	φ (°)	c (t/m ²)	φ (°)	c (t/m ²)	φ (°)	c (t/m ²)	φ (°)
F1	23.8	4.0	7.0	94.4	40.0	2.6	56.9	4.6	54.8	6.4	53.6	8.1	52.8	9.8	52.1

ANEXO N° 05: PANEL FOTOGRÁFICO



Fotografía N°1: Refracción Sísmica LS-01.



Fotografía N°2: Ensayo MASW-01.



Fotografía N°3: Ensayo MASW-02.



Fotografía N°4: Ensayo MASW-03.



Fotografía N°5: Estación geomecánica EG-02.



Fotografía N°6: Estación geomecánica EG-03.



Fotografía N°7: Estación geomecánica EG-04



Fotografía N°8: Estación geomecánica EG-05



Fotografía N°9: Muestra de roca granodiorita, roca ígnea plutónica, textura, holocristalina, fanerítica de grano medio, leucocrática (color gris claro), compuesta por minerales de cuarzo y plagioclasas en mayor proporción, presencia en menor cantidad de minerales máficos u oscuros (biotitas y hornblendas).



Fotografía N°10: Muestra de roca granodiorita, roca ígnea plutónica, textura, holocristalina, fanerítica de grano medio, leucocrática (color gris claro), compuesta por minerales de cuarzo y plagioclasas en mayor proporción, presencia en menor cantidad de minerales máficos u oscuros (biotitas y hornblendas).

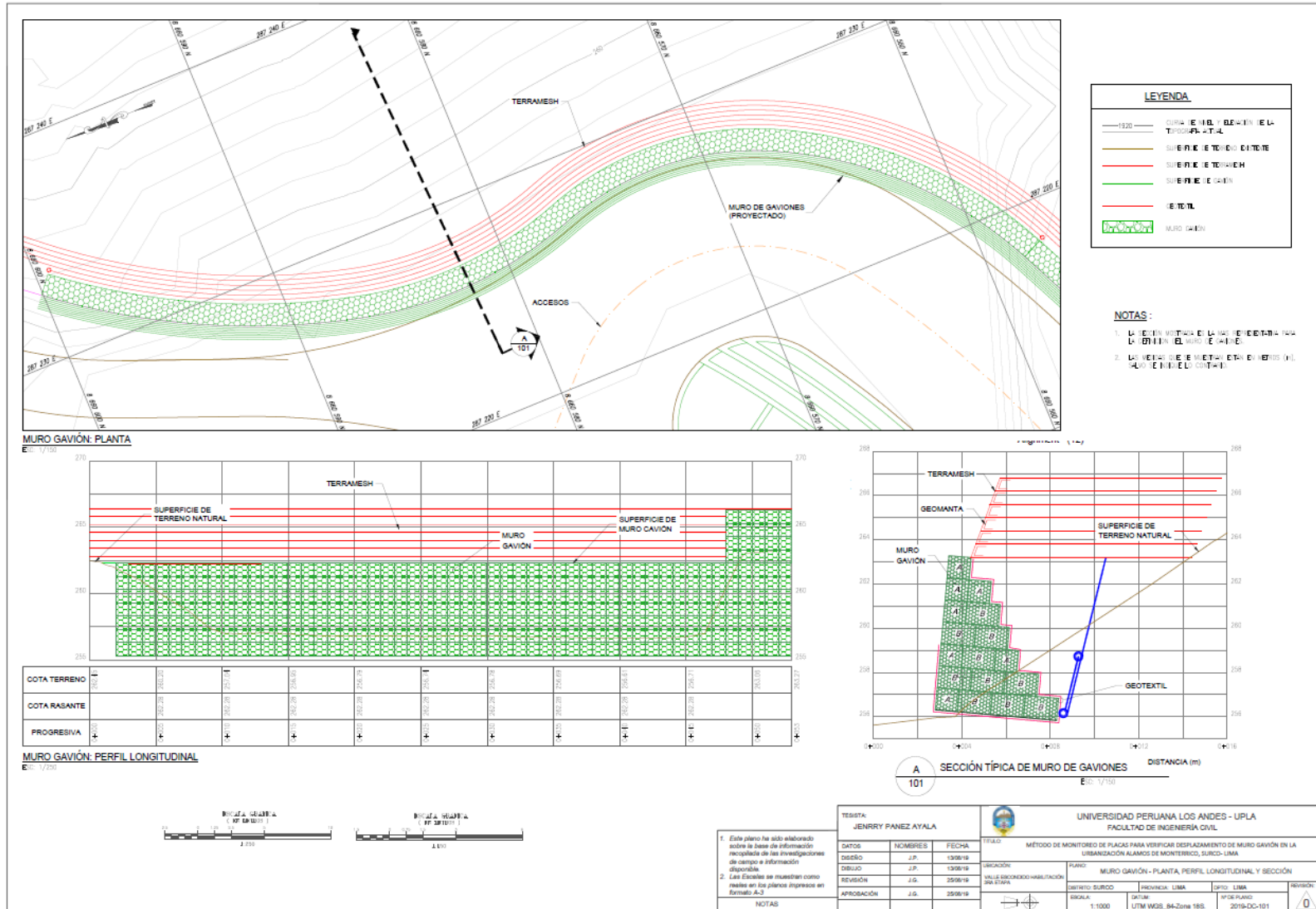


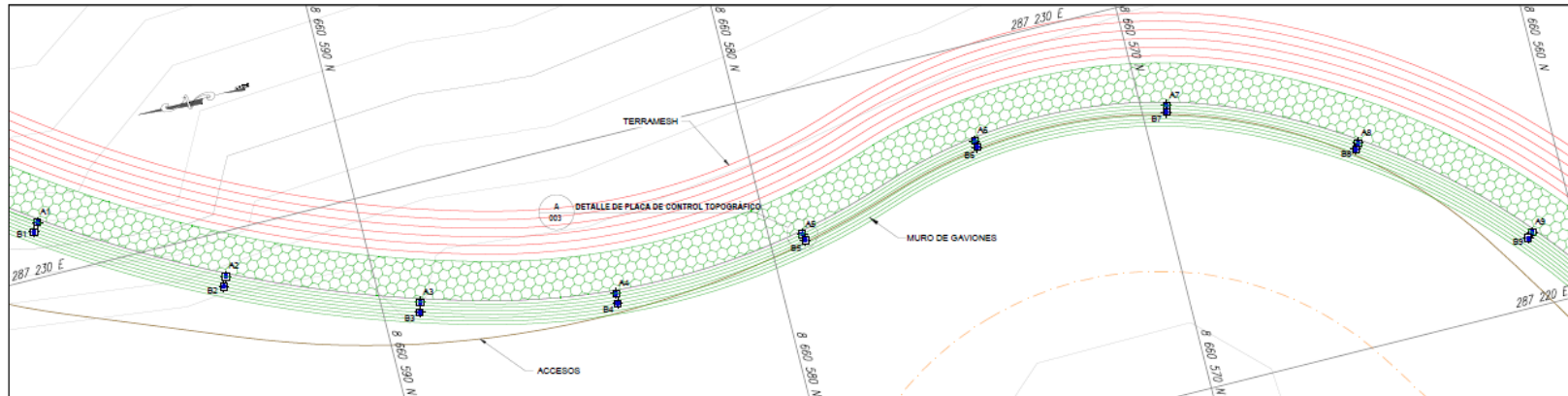
Fotografía N°11: Muestra de roca granodiorita, roca ígnea plutónica, textura, holocristalina, fanerítica de grano medio, leucocrática (color gris claro), compuesta por minerales de cuarzo y plagioclasas en mayor proporción, presencia en menor cantidad de minerales máficos u oscuros (biotitas y hornblendas).



Fotografía N°12: Muestra de roca granodiorita, roca ígnea plutónica, textura, holocristalina, fanerítica de grano medio, leucocrática (color gris claro), compuesta por minerales de cuarzo y plagioclasas en mayor proporción, presencia en menor cantidad de minerales máficos u oscuros (biotitas y hornblendas).

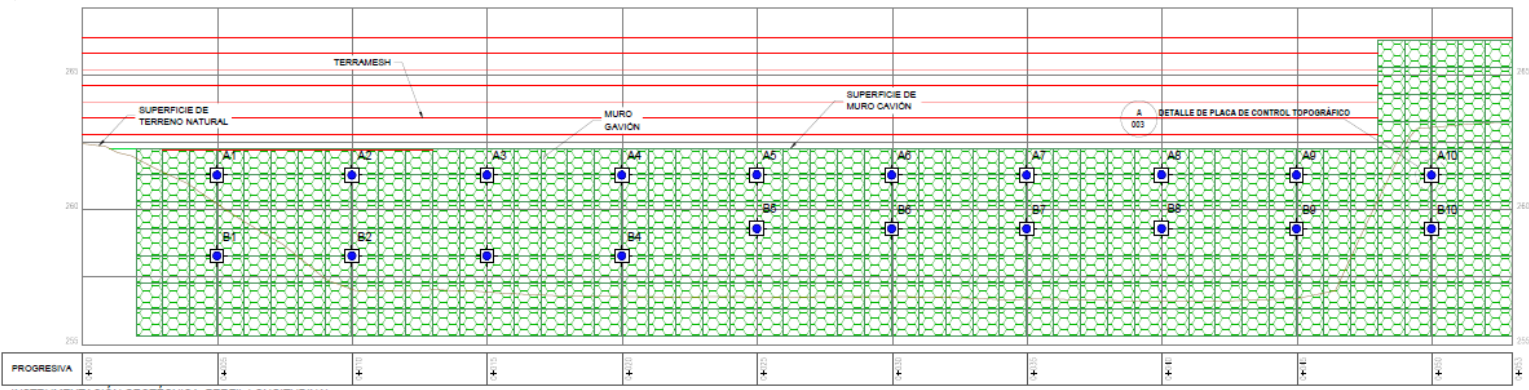
ANEXO N° 06: PLANOS





INSTRUMENTACIÓN GEOTÉCNICA: PLANTA

E: 1/150



INSTRUMENTACIÓN GEOTÉCNICA: PERFIL LONGITUDINAL

E: 1/150

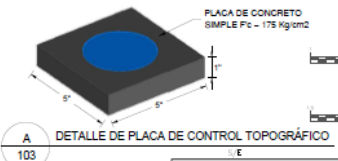
LEYENDA

- 1800 — CURVA DE NIVEL DE 1800 M DEL TERRENO NATURAL
- 1800 — SUPERFICIE DE TERRENO NATURAL
- 1800 — SUPERFICIE DE TERRENO NATURAL
- 1800 — SUPERFICIE DE TERRENO NATURAL
- MURO GAVION
- 1800 — CURVA DE NIVEL DE 1800 M DEL TERRENO NATURAL

TABLA N° 01

COORDENADAS DE PLACAS DE CONTROL TOPOGRÁFICO

PLACA N°	NORTE	ESTE	ELEVACIÓN (msnm)	PLACA N°	NORTE	ESTE	ELEVACIÓN (msnm)
A1	287,221,366	8°960,587,879	287,287	B1	287,221,172	8°960,588,127	289,302
A2	287,228,876	8°960,587,880	287,270	B2	287,228,841	8°960,587,771	289,302
A3	287,232,114	8°960,588,011	287,111	B3	287,226,763	8°960,589,091	289,302
A4	287,228,038	8°960,588,127	287,300	B4	287,225,779	8°960,588,111	289,302
A5	287,228,118	8°960,578,153	281,482	B5	287,226,178	8°960,578,118	289,299
A6	287,227,350	8°960,571,111	281,581	B6	287,227,110	8°960,571,100	289,299
A7	287,227,228	8°960,569,358	281,588	B7	287,227,120	8°960,569,410	289,299
A8	287,227,120	8°960,584,861	281,863	B8	287,225,320	8°960,584,141	289,299
A9	287,221,808	8°960,581,158	281,852	B9	287,221,848	8°960,581,141	289,299
A10	287,217,674	8°960,588,358	282,001	B10	287,217,805	8°960,588,508	289,299

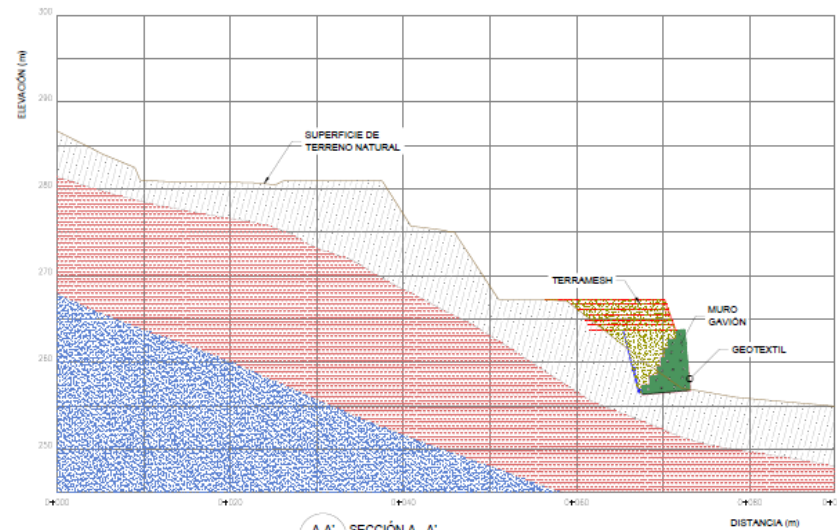


- NOTAS:**
1. Las Escalas de las Placas de Control Topográfico son de 1:100.
 2. Las Escalas de los planos impresos en formato A-3.

A DETALLE DE PLACA DE CONTROL TOPOGRÁFICO

103

TITULO: JENYRY PANEZ AYALA UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES - UPLA FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL			TITULO: MÉTODO DE MONITOREO DE PLACAS PARA VERIFICAR DESPLAZAMIENTO DE MURO GAVION EN LA URBANIZACION ALAMOS DE MONTECRISTO - LIMA		
DATOS	NOMBRES	FECHA	SECCION	FUNDO	INSTRUMENTACIÓN GEOTÉCNICA
DISEÑO	J.P.	13/06/19	VALLE SECONDO HABILITACION 39A STARA		
DIBUJO	J.P.	13/06/19			
REVISIÓN	J.G.	25/06/19			
APROBACIÓN	J.G.	25/06/19			
NOTAS:			DEPARTAMENTO: LIMA ESCALA: 1:1000 DATUM: UTM WGS_84-Zona 18S	OFICINA: LIMA FECHA DE PLANO: 2019-05-102	REVISIÓN: 0



SIMBOLOGÍA	
	Muro: Rocas individualmente
	Muro: Rocas con a paja/meshado
	Muro: Malla celular/terrapleno
	Refraso compactado

LEYENDA	
	SUPERFICIE DE TERRENO EXISTENTE
	GEOTEXTIL
	TERRAMESH
	MURO GAVIÓN

A-A' SECCIÓN A - A'
101



1. Este plano ha sido elaborado sobre la base de información recopilada de las investigaciones de campo e información disponible. 2. Las Escalas se muestran como reales en los planos impresos en formato A-3.	TESISISTA: JENRRY PANEZ AYALA			UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES - UPLA FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL																																							
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>DATOS</th> <th>NOMBRES</th> <th>FECHA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>DISEÑO</td> <td>J.P.</td> <td>13/06/19</td> </tr> <tr> <td>REVISIÓN</td> <td>J.G.</td> <td>25/06/19</td> </tr> <tr> <td>APROBACIÓN</td> <td>J.G.</td> <td>25/06/19</td> </tr> </tbody> </table>	DATOS	NOMBRES	FECHA	DISEÑO	J.P.	13/06/19	REVISIÓN	J.G.	25/06/19	APROBACIÓN	J.G.	25/06/19	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">TÍTULO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="2">MÉTODO DE MONITOREO DE PLACAS PARA VERIFICAR DESPLAZAMIENTO DE MURO GAVIÓN EN LA URBANIZACIÓN ALAMOS DE MONTERREICO, SURCO-LIMA</td> </tr> </tbody> </table>			TÍTULO		MÉTODO DE MONITOREO DE PLACAS PARA VERIFICAR DESPLAZAMIENTO DE MURO GAVIÓN EN LA URBANIZACIÓN ALAMOS DE MONTERREICO, SURCO-LIMA		<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="4">UBICACIÓN</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="2">MALLA SECCIONADO HABITACION 20A-20AA</td> <td colspan="2">PLANO</td> </tr> <tr> <td colspan="2">SECCIÓN DE ANÁLISIS</td> <td colspan="2">REVISIÓN</td> </tr> <tr> <td>DEPARTO: SURCO</td> <td>PROVINCIA: LIMA</td> <td>DISTrito: LIMA</td> <td></td> </tr> <tr> <td>ESCALA: 1:1000</td> <td>SITIO: UTM WGS_84-Zona 18S</td> <td>NO. PLANO: 2019-DC-103</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>				UBICACIÓN				MALLA SECCIONADO HABITACION 20A-20AA		PLANO		SECCIÓN DE ANÁLISIS		REVISIÓN		DEPARTO: SURCO	PROVINCIA: LIMA	DISTrito: LIMA		ESCALA: 1:1000	SITIO: UTM WGS_84-Zona 18S	NO. PLANO: 2019-DC-103
DATOS	NOMBRES	FECHA																																									
DISEÑO	J.P.	13/06/19																																									
REVISIÓN	J.G.	25/06/19																																									
APROBACIÓN	J.G.	25/06/19																																									
TÍTULO																																											
MÉTODO DE MONITOREO DE PLACAS PARA VERIFICAR DESPLAZAMIENTO DE MURO GAVIÓN EN LA URBANIZACIÓN ALAMOS DE MONTERREICO, SURCO-LIMA																																											
UBICACIÓN																																											
MALLA SECCIONADO HABITACION 20A-20AA		PLANO																																									
SECCIÓN DE ANÁLISIS		REVISIÓN																																									
DEPARTO: SURCO	PROVINCIA: LIMA	DISTrito: LIMA																																									
ESCALA: 1:1000	SITIO: UTM WGS_84-Zona 18S	NO. PLANO: 2019-DC-103																																									
NOTAS																																											

