



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

“Propuesta de estabilización de talud incorporando el sistema Terramesh  
en la zona Mayhuaccacca Huancavelica 2021”

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL**

**AUTOR:**

Br. Sierralta Enrique, Ayerton German  
<https://orcid.org/0000-0001-8042-4900>

**ASESOR:**

Mg. Benites Zúñiga, José Luis  
<https://orcid.org/0000-0003-4459-494X>

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño De Infraestructura Vial

**LIMA - PERÚ**

**2021**

## **DEDICATORIA**

Este trabajo está dedicado en primer lugar a Dios, a mis padres Jorge Sierralta Ccasani y Ana María Enrique Quispe, por su apoyo incondicional durante mi etapa de preparación y formación, a mi familia que siempre han estado dando su apoyo incondicional y también a todas las personas que me apoyaron para lograr.

## **AGRADECIMIENTOS**

A Jesús Huanca Falcon por abrir las puertas de su empresa para mi desarrollo profesional.

A los ingenieros Cesar Huamán Quispe, Wilfredo Cárdenas Leyva, José Carlos Riveros Zorrilla, por inculcarme valores y apoyarme en el inicio de mi vida profesional con sus conocimientos y consejos.

## Índice de contenidos

Carátula.....	i
DEDICATORIA .....	II
Índice de contenidos .....	IV
Índice de tablas.....	V
Índice de gráficos y figuras.....	VI
RESUMEN.....	VIII
ABSTRACT.....	IX
I. INTRODUCCIÓN.....	10
II. MARCO TEÓRICO .....	14
III. METODOLOGÍA.....	29
3.1. Tipo y diseño de investigación .....	29
3.2. Variables y operacionalización .....	30
3.3. Población, muestra y muestreo .....	30
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	33
3.5. Procedimientos .....	33
3.6. Método de análisis de datos.....	34
3.7. Aspectos éticos .....	35
IV. RESULTADOS .....	36
V. DISCUSIÓN.....	61
VI. CONCLUSIONES.....	65
VII. RECOMENDACIONES.....	66
Referencias.....	67
ANEXOS.....	71

## Índice de tablas

Tabla 1. Resumen de resultados de los ensayos estándares.....	27
Tabla 2. Datos de las Calicatas de la zona de Estudio .....	36
Tabla 3. Coordenadas de calicatas y exploraciones tipo tajo realizadas en campo...42	
Tabla 4. Resumen de resultados de los ensayos estándares.....	48
Tabla 5. Resumen de resultados de los ensayos especiales. ....	49
Tabla 6. Parámetros geotécnicos del material préstamo para relleno. ....	52
Tabla 7. Resultados de los factores de seguridad del análisis estático – Muro Terramesh. ....	55
Tabla 8. Resultados de los factores de seguridad del análisis estático – Muro de concreto armado. ....	56
Tabla 9. Resultados de los factores de seguridad del análisis pseudo estático – Muro de suelo reforzado Terramesh. ....	57
Tabla 10. Resultados de los factores de seguridad del análisis pseudo estático – Muro de suelo reforzado Terramesh. ....	58
Tabla 11. Resumen de los resultados de los factores de seguridad del análisis estático. ....	59
Tabla 12. Resumen de los resultados de los factores de seguridad del análisis pseudo estático.....	60

## Índice de gráficos y figuras

Figura 1. Vista panorámica de la inestabilidad de talud – Mayhuaccacca. ....	11
Figura 2. Vista panorámica del talud - Mayhuaccacca Huancavelica. ....	22
Figura 3. Caída o desprendimiento. ....	24
Figura 4. Tipos de deslizamientos (a) rotacionales; (b) traslacionales; (c) combinado .....	25
Figura 5. Ubicación de calicatas y exploraciones en la zona de estudio. ....	32
Figura 6. Mapa de rutas. ....	37
Figura 7. Mapa de accesibilidad al área de influencia ....	38
Figura 8. Ubicación Geográfica .....	39
Figura 9. Ubicación del proyecto – Sector Mayhuaccacca. ....	40
Figura 10. Ubicación del proyecto Vista 3D – Sector Mayhuaccacca. ....	40
Figura 11. Vista Panorámica – Sector Mayhuaccacca. ....	41
Figura 12. Ubicación de las calicatas por vía satelital .....	43
Figura 13. (a), (b), (c), (d), Puntos de calicatas exploraciones geotécnicas en la zona de estudio. ....	44
Figura 14. Análisis de estabilidad de talud en el Km 33+740 - Factor De Seguridad: 1.059. ....	46
Figura 15. Análisis de estabilidad de talud en el Km 33+800 - Factor De Seguridad: 0.955. ....	47
Figura 16. Ubicación de cantera (Material Granular para relleno) .....	53
Gráfico 1. Resultados de los factores de seguridad en condiciones iniciales. ....	48
Gráfico 2. Resultados obtenidos del ensayo de densidad de campo. ....	50
Gráfico 3. Resultados obtenidos del ensayo de corte directo. ....	51
Gráfico 4. Resultados obtenidos de la cohesión. ....	51
Gráfico 5. Resultados obtenidos del ensayo de corte directo. ....	52
Gráfico 6. Resultados obtenidos de la verificación a la estabilidad global – análisis estático. ....	55
Gráfico 7. Resultados obtenidos de la verificación del muro – análisis estático. ....	56

Gráfico 8. Resultados obtenidos de la verificación a la estabilidad global – análisis pseudo estático.....	58
Gráfico 9. Resultados obtenidos de la verificación del muro – análisis pseudo estático. ....	59

## RESUMEN

El presente trabajo de investigación tiene como objetivo general estabilizar los taludes de un terraplén mediante la incorporación de muro de suelo reforzado tipo terramesh en la zona de Mayhuaccacca, la investigación es de tipo no experimental y enfoque cuantitativo, tras un análisis de estabilidad de talud se tiene como resultado que la condición inicial del talud en la zona Mayhuaccacca es inestable, se plantea una alternativa de remediación geotécnica mediante el reforzamiento del talud con la construcción de una plataforma usando el sistema terramesh, las cuales tras la verificación estática (factor de seguridad mínima 1.5) y pseudo estática (factor de seguridad mínima 1.25) con el software MacStars cumplen con los factores mínimos establecidos en la norma CE.020 Estabilización de suelos y taludes. Como conclusión tenemos que existen varias formas y/o métodos de estabilidad de taludes, se optó por introducir fuerzas resistentes, se eligió el Sistema Terramesh debido que el sistema es recomendado para alturas considerables, teniendo ventajas en el proceso constructivo frente a otros sistemas de estabilización, demostrando que cumple con todos los factores de seguridad en el análisis estático y pseudo estático.

Palabras Claves:

Muro de contención, Diseño, Factor de Seguridad, Estabilidad, Talud.



## **ABSTRACT**

The present research work has the general objective of stabilizing the slopes of an embankment by incorporating a reinforced soil wall type terramesh in the Mayhuaccacca area, the research is of a non-experimental type and quantitative approach, after a slope stability analysis is As a result, the initial condition of the slope in the Mayhuaccacca area is unstable, a geotechnical remediation alternative is proposed by reinforcing the slope with the construction of a platform using the terramesh system, which after static verification (minimum safety factor 1.5) and pseudo-static (minimum safety factor 1.25) with MacStars software comply with the minimum factors established in standard CE.020 Soil and slope stabilization. As a conclusion we have that there are several forms and / or methods of slope stability, it was decided to introduce resistant forces, the Terramesh System was chosen because the system is recommended for considerable heights, having advantages in the construction process compared to other stabilization systems. , proving that it complies with all safety factors in static and pseudo-static analysis.

Keywords:

Retaining wall, Design, Safety Factor, Stability, Slope.

## I. INTRODUCCIÓN

En la ejecución de la obra “Mejoramiento de la carretera Pallalla - repartición Ampuruhuay – Añancusi – Mayunmarca – Andabamba - Rosario – Virgen de Lourdes (Acobamba) - Huancavelica”, se identificó el tramo crítico denominada por los pobladores “Mayhuaccacca”, consta de una longitud de 320m comprendido desde el Km 33+600 al Km 33+920 donde el talud es inestable el cual impide la conformación de la calzada de la carretera. Las estructuras de contención son elementos que sirven para la estabilización de taludes y retención de suelos, que durante muchos años han sido exclusivamente de concreto armado y diseñados como muros de gravedad; en esencia, estas estructuras son tan rígidas que no permiten asentamientos diferenciales y si a ello se le agrega el hecho que a mayor desnivel de terreno a salvar y las malas condiciones del suelo de fundación. Existe varias técnicas de estabilización algunas son más eficientes en términos de diseño, para dar propuestas de soluciones se evalúa las causas y la amenaza que esta significaría, las estructuras de estabilización buscan minimizar el riesgo de accidentes en carreteras, se revisa bibliografía y estudios de posgrado afines al tema.

El objetivo principal es estabilizar los taludes de un terraplén mediante la incorporación de muro de suelo reforzado tipo Terramesh en la zona de Mayhuaccacca mediante el método de límite de equilibrio, incorporando fuerzas resistentes mediante estructuras de contención verificando el factor de seguridad de las secciones en la superficie de falla del análisis, dicho análisis se realizará con el apoyo de softwares para obtener mejores resultados y así lograr el diseño de la estructura para la estabilización del talud.

Asimismo, a nivel internacional, existen muchos casos de deslizamientos provocadas por la inestabilidad de talud, en muchas ocasiones generan pérdidas materiales, económicos y humanas, la Asociación de carreteras del Japón en 1972 Publicó el Manual de Protección de Taludes donde introduce la tecnología de construcción de carreteras del Japón y también los trabajos de protección de talud.

A nivel nacional, En el Perú y específicamente en la sierra y selva ocurren frecuentemente derrumbes y deslizamientos en los taludes de las carreteras, ocasionando interrupciones en el tránsito vehicular, el cual influye a gran escala en el desarrollo social y económica. En el tramo Huancayo – Huancavelica se estudió las estructuras de estabilización, analizando los costos en el tramo km 90+000 al 10+000 en la construcción de la carretera Huancayo – Huancavelica, donde se concluyó que la estabilización de muros por gaviones entra en uso inmediatamente después del término de la construcción en comparación a la estabilización por muros de concreto que están sujetas al tiempo de fraguado del concreto.<sup>1</sup>

En la zona de Mayhuaccacca – Andabamba – Acobamba – Huancavelica, el terreno natural es inestable, según el resultado descrito en el informe de mecánica de suelos. Es decir, la construcción de la carretera no será posible sin construir una obra de remediación geotécnica, lo que actualmente genera que los pueblos de Mayhuaccacca y Andabamba no pueden intercomunicarse debido a la inexistencia de plataforma de carretera en la zona, interfiriendo el desarrollo socioeconómico del distrito de Andabamba.



*Figura 1. Vista panorámica de la inestabilidad de talud – Mayhuaccacca.*

---

<sup>1</sup> (Roland, 2018)

El problema general en la investigación fue ¿cómo estabilizar el talud incorporando muro de suelo reforzado tipo terramesh en la zona de Mayhuaccacca – Andabamba – Acobamba – Huancavelica 2021? y los problemas específicos son: ¿cuál es la condición de estabilidad inicial en la zona de Mayhuaccacca – Andabamba – Acobamba – Huancavelica 2021?, ¿cuáles son las características geotécnicas y geológicas para plantear el sistema Terramesh en el control de estabilidad de talud en la zona de Mayhuaccacca – Andabamba – Acobamba – Huancavelica 2021?, ¿los datos obtenidos con el software MacStar2000 determinan los factores de seguridad?, ¿los datos obtenidos con el software MacStar2000 determinan la superficies de falla? y ¿será el sistema terramesh el más idóneo para lograr controlar la estabilidad de talud en la zona de Mayhuaccacca – Andabamba – Acobamba – Huancavelica 2021?.

La investigación tiene justificación teórica, ya que los resultados han llevado a más investigaciones en esta área, quizás porque podrían estudiarse otras variables que no se enumeran aquí, se presentara el desarrollo completo de una alternativa de remediación geotécnica aplicando las bases teóricas de diseño de muro y estabilidad de talud, el cual permitirá solucionar el problema de recomponer la plataforma de la carretera para el proyecto mejoramiento de la carretera Pallalla - repartición Ampurhuay – Añancusi – Mayunmarca – Andabamba - Rosario – virgen de Lourdes (Acobamba) - Huancavelica.

En cuanto la justificación metodológica la presente investigación está respaldada metodológicamente, debido a que acata los reglamentos, lineamientos, esquemas metodológicos brindados por la sección de investigación de la universidad cesar vallejo. Las herramientas metodológicas que nos permiten indagar situaciones que pueden ser estudiadas y que una vez sean demostradas su utilidad y confiabilidad podrán ser usadas en diversos trabajos de investigación.

Igualmente presenta una justificación social ya que por la zona Mayhuaccacca se proyectó una carretera tipo III el cual se encuentra en ejecución y hasta la fecha paralizada, en razón de la ejecución de la remediación geotécnica planteada y/u otra

alternativa se logrará intercomunicar a los pueblos de Andabamba y Mayunmarca permitiendo la integración económica, social y cultural, posibilitando el desarrollo económico equitativo e integrando a las comunidades aledañas con los mejores canales de civilización y lograr mejores condiciones de vida, frente al encasillamiento y letargo cultural en que se encuentran. La investigación tiene una justificación económica ya que coopera con la optimización de los recursos económicos al proponer una remediación geotécnica acorde a las características de la zona.

Se tuvo como objetivo general estabilizar los taludes de un terraplén mediante la incorporación de muro de suelo reforzado tipo terramesh en la zona de Mayhuaccacca 2021, así como los objetivos específicos fueron: determinar la condición de estabilidad inicial del talud en la zona de Mayhuaccacca 2021, determinar las características geotécnicas y geológicas para plantear el sistema Terramesh en el control de estabilidad de talud en la zona de Mayhuaccacca 2021, mostrar el uso del software MacStars 2000 para la obtención de los factores de seguridad, mostrar el uso del software MacStars 2000 para la obtención de las superficies de falla, comparar y demostrar que el sistema terramesh es la mejor propuesta para lograr controlar la estabilidad de talud en la zona de Mayhuaccacca – Andabamba – Acobamba – Huancavelica 2021.

Asimismo, la hipótesis general en la investigación fue: se estabilizará los taludes incorporando fuerzas resistentes mediante la aplicación de un muro de suelo reforzado tipo terramesh en la zona de Mayhuaccacca 2021, así como las hipótesis específicas fueron: la condición de estabilidad inicial del talud necesita medidas de contención en la zona de Mayhuaccacca 2021, las características geotécnicas y geológicas favorecen para plantear el sistema Terramesh en el control de estabilidad de talud en la zona de Mayhuaccacca – Andabamba – Acobamba – Huancavelica 2021, mediante el uso del software MacStars 2000 se obtendrán los factores de seguridad, mediante el uso del software MacStars 2000 se obtendrán las superficies de falla, el sistema Terramesh es la mejor alternativa de solución para lograr controlar la estabilidad de talud en la zona de Mayhuaccacca – Andabamba – Acobamba – Huancavelica 2021.

## II. MARCO TEÓRICO

Los antecedentes referidos al estudio de investigación, los investigadores que comenzaron el estudio pretendían identificar un centro o investigación que realizara estudios sobre preservación de taludes mediante la construcción de muros de contención, muros de suelos reforzados, quienes de alguna manera contribuirán a su desarrollo, es importante obtener información de investigaciones extranjeras ya que nos dio una perspectiva más profunda sobre este tema. A continuación, las investigaciones realizadas a nivel internacional:

Adán A. Prado, Juan R. Aguilar y Rinath J. Cruz (2020), teniendo como objetivo: analizar la estabilidad del talud de la carretera Nic.7, en el Km 176 del departamento de Chontales. Metodología: diseño descriptivo. Resultados: Este trabajo investigativo geológico-geotécnico, se realizó en base a pruebas de campo y de laboratorio adecuados a la geomecánica en el caso de estabilidad de taludes. Obteniendo datos importantes para la correcta ejecución de dicha investigación. El análisis geotécnico planteó una alusión al conjunto de reconocimientos, ensayos y pruebas realizadas en laboratorio y en terreno, esto permitió caracterizar las diversas propiedades presentes en la zona de estudio. Conclusión: los resultados dieron un factor de seguridad extremadamente bajo (0.338) con una alta cantidad de masa por desprender. Usando distintos modelos se llegó a un promedio de un factor de seguridad mínimo de 0.4, considerando 1.5 para ser estable.

Lizbeth Alexandra Quelal Carrera (2019), teniendo como objetivo: “Analizar la estabilidad de taludes al noroccidente de Quito en el tramo Tulipe – El Porvenir a Escala 1:2000.” Metodología: Diseño descriptivo. Resultados: “El perfil A A y el perfil C - C en condiciones estáticas se considera inestable con “Factor de seguridad” menor a 1.5 y con un “factor de seguridad” de menor a 1.05 en condiciones pseudo estáticas. Se aplicó una carga sísmica de  $K_h=0.24$  y  $K_v=0.16$ , según la NEC, 2015, dicha carga modifica el estado tensional del suelo generando cambios en la estabilidad de los taludes, estos cambios podrían ser despreciables, ya que en condiciones estáticas los taludes son inestables,

pero incrementan las fuerzas desestabilizadoras sobre la superficie de falla. Los factores detonantes en los deslizamientos de tipo rotacional son la erosión del suelo, influencia del agua y actividad antrópica, en estos sectores, el perfil B-B' es influenciado considerablemente por las propiedades geomecánicas de los materiales que lo componen, cuyos sitios de pendiente suave y en condiciones pseudo estáticas, presentan un estado de inestabilidad es decir, la inestabilidad estaría marcada por hundimientos y agrietamientos visibles en la zona, mas no por deslizamientos .

Conclusión: Por las condiciones de los deslizamientos presentes en el tramo de estudio, son de magnitudes moderadas, de estado activo y latente en época de invierno, se realizó métodos de control y auscultación, que están basados en la medición de la deformación del terreno y control de nivel freático mediante técnicas sencillas como estacas y tubos ranurados [...].

Alejandra San Juan Quintero, (2017), teniendo como objetivo: “Apoyar técnicamente en el análisis de estabilidad geotécnica de laderas, taludes, terrazas y estructuras de contención en proyectos de desarrollo habitacional, en Tijuana, Baja California, México.”

Metodología: Diseño descriptivo. Resultados: Las actividades desarrolladas durante la pasantía, dan como resultado el procedimiento que el grupo Iteico Euroamericano hace para obtener el análisis de estabilidad geotécnico y que se EXP.one a continuación. Se asignan dos proyectos cuyos nombres son: Análisis de la estabilidad de laderas, taludes, terrazas y estructuras de contención del proyecto “Privada del Bosque” y análisis de estabilidad geotécnica de taludes y del terreno de cimentación en el Fraccionamiento Acueducto”; que para fines de redacción de este documento se llamarán “Privada del bosque” y “Acueducto” respectivamente. Conclusión: Se logró la delimitación de las áreas de los proyectos de desarrollo habitacional, así como su caracterización mediante los estudios geotécnicos y procesos de levantamiento topográfico y fotogramétrico. Se utilizó los métodos de cálculo basados en el equilibrio límite de la masa de terreno potencialmente inestable, de donde se obtuvieron los factores de seguridad ante el deslizamiento y las superficies de falla. En conclusión, con los trabajos realizados se alcanzó a definir todos los factores desencadenantes de la inestabilidad, en taludes y laderas dentro de los proyectos de desarrollo habitacional, brindando recomendaciones

sobre aspectos constructivos y de evaluación de estabilidad y así reducir el impacto negativo que puede ocasionar el in98 debido manejo de movimiento de tierras.

A nivel nacional, Cerna y Villena (2020), teniendo como objetivo: Lograr la estabilidad de los taludes usando Geomallas Uniaxiales, y así generar con la utilización de estas un impacto directo a la transitabilidad, volviéndola más eficiente y segura tanto vehicular como también para las personas que harán disposición de está. Metodología: Diseño descriptivo. Resultados: De los resultados del estudio topográfico, los taludes críticos se clasifican como terrenos de tipo ondulado y accidentado, con pendientes mayores al 40%. Los taludes estudiados se caracterizaron de acuerdo a su tipo, geometría y atributos peculiares identificadas en campo, observándose que poseen deslizamientos comunes entre sí, contando con presencia de vegetación y suelos similares. Conclusión: Los taludes poseen una inestabilidad por deslizamiento superficial producto del desprendimiento y transición lenta del material en la superficie de la ladera. Los factores de seguridad globales obtenidos mediante el método de Equilibrio Limite según Fellenius, Bishop, Janbú, Spencer y Morgenstern-Price de los 7 taludes críticos oscilan entre valores de 1.003, 0.866, 1.012, 0.867, 0.964, 0.932, 0.732 para un análisis estático sin refuerzo y 0.749, 0.649, 0.763, 0.650, 0.738, 0.713, 0.550 para un análisis pseudoestático sin refuerzo. El reforzamiento con geomallas y anclajes en los 7 taludes críticos generaron un incremento porcentual en los factores de seguridad globales en un 97%, 138%, 109%, 131%, 110%, 115% y 166% ante sollicitaciones estáticas, y del mismo modo ante sollicitaciones pseudoestáticas incrementaron en un valor porcentual del 87%, 123%, 90%, 129%, 99%, 105% y 161% en comparación a los FS globales sin refuerzo.

Torres Ríos, Lincoln (2019), teniendo como objetivo: Diseñar el sistema de estabilización del talud con mayor índice de inestabilidad en los tramos críticos de la carretera Monteseco. Metodología: Diseño descriptivo no experimental. Resultados: “Los resultados obtenidos en la topografía, los taludes se clasifican como terrenos escarpados y accidentados, con pendientes mayores al 100% y que presentan erosión en la corona, ya que no cuentan con estructuras de drenaje superficial, teniendo un riesgo de deslizamiento, se identificó que el tipo de falla del talud en el sector más crítico presenta



grietas de tracción, siendo indicios del desencadenamiento de movimientos en masa, particularmente en el caso de deslizamiento rotacional. Conclusión: Se realizó el análisis de estabilidad del talud más crítico, usando el software GEO5, se obtuvo el factor de seguridad (FS) mediante el método Equilibrio Límite, resultando menor a 1.50 en condiciones estáticas y 1.25 en condiciones dinámicas, según lo establecido en el Reglamento Nacional de Edificaciones, CE 0.20 “Estabilización de suelos y taludes”. Se diseñó muro de gaviones para dar solución a la inestabilidad del talud más crítico, se realizó el análisis en el software en conjunto con el talud, cuyos resultados fueron aceptables, el sistema propuesto es el más idóneo para la zona, ya que se encuentra próximo el río Zaña donde el abastecimiento de la piedra de canto es factible [...].”

Ruben Louredes Salazar Izquierdo (2019), teniendo como objetivo: Realizar un análisis técnico - económico de la construcción de un muro de suelo reforzado que nos permita elegir a éste como la mejor alternativa para la instalación de una chancadora primaria, a su vez se realizará una comparación con diferentes alternativas como la construcción de muros de concreto armado para la instalación de una chancadora primaria subterránea y el montaje de una estructura de acero pre - dimensionado.” Metodología: Diseño descriptivo – explicativo. Resultados: “Existen muchas alternativas de solución como estructuras de concreto armado, estructuras de acero pre - dimensionado, muros pantalla de concreto armado con anclas pasivas y los muros de suelo reforzado; estas alternativas de solución se plantearon considerando la topografía de la zona, proceso constructivo, tiempo de ejecución, riesgos por la zona de trabajo y el tipo de chancadora a ser instalada. Se descartó las alternativas teniendo en cuenta las siguientes razones: la primera fue por temas económicos ya que era imposible la construcción tanto de la cimentación del muro como de la superestructura de concreto armado, debido a los costos de construcción bastante elevados, además que este tipo de muro tiene muchas desventajas en comparación con las otras tres alternativas analizadas. La segunda es que durante la etapa de operación la chancadora semimóvil no podría ser desplazada con facilidad ya que la estructura de concreto no se lo permitiría, restringiendo así su ubicación a un área determinada. La tercera razón es que en la etapa de cierre se generarían altos costos ya que sería la necesaria demolición de la estructura para su

cierre final. Finalmente se realizó el análisis técnico – económico de la construcción del muro de suelo reforzado como base de instalación de su chancadora primaria y se realizó la comparación económica frente a otros métodos alternativos como la construcción de un muro de contención de concreto armado y el montaje de una estructura metálica. Como resultado, se obtuvo que el muro de suelo reforzado fue la mejor alternativa analizada debido a sus mayores ventajas en términos técnicos favorables y a su vez ofreció un mejor VANC (US\$ 1'379,428.42) en comparación a la estructura de concreto (US\$ -3'751,615.66) y la estructura de acero (US\$ -2'481,571.62). Escenario que se repite al analizar el CAE de las tres alternativas [...].”

En otros idiomas tenemos; Peng Xu, Kianoosh Hatami, Guanlu Jiang (2020), los muros de contención de suelo reforzado se han construido ampliamente en todo el mundo. Aunque el método de equilibrio límite (LE) es una práctica común en el diseño, un creciente cuerpo de evidencia experimental y analítica ha demostrado que podría conducir a un diseño excesivamente conservador (y, por lo tanto, antieconómico). En este artículo, se desarrolla un método de análisis de límite cinemático, combinado con un método de análisis pseudo - dinámico, para el análisis de estabilidad rotacional de muros de contención de suelo reforzado basado en el mecanismo de falla en espiral logarítmica. El método de análisis propuesto se valida con los resultados de diferentes métodos pseudo estáticos. Sin embargo, se muestra que la estabilidad rotacional y los coeficientes de aceleración del rendimiento correspondientes del método propuesto varían con el tiempo y con factores como el módulo de cizallamiento de relleno y la frecuencia del movimiento del terreno. También se realizan análisis paramétricos para estudiar las influencias que los parámetros de análisis pseudo dinámicos, las propiedades de refuerzo, la altura del muro y la resistencia del suelo tienen sobre la estabilidad rotacional y la geometría de falla de los muros de contención de suelo reforzado. Los resultados indican que el valor óptimo de la resistencia de refuerzo final es mayor cuando el refuerzo está más espaciado. Además, en la sección transversal el área de la masa de falla rotacional fue más pequeña para paredes con refuerzo de menor resistencia y mayor espacio vertical. Los resultados indican que el valor óptimo de la resistencia de refuerzo final es mayor cuando el refuerzo está más espaciado.

He Wang, Guangqing Yang, Zhijie Wang, Weichao Liu (2019), Comprender el comportamiento estructural de los muros de contención de suelo reforzado con geomalla (GRSW) con una deformación buff en la zona (DBZ) bajo cargas estáticas, se realizaron las pruebas del modelo y las simulaciones numéricas para obtener el desplazamiento horizontal de la cara de la pared, las presiones verticales y horizontales del suelo y las deformaciones de geomallas. Los resultados mostraron que, en comparación con el GRSW común, el desplazamiento horizontal de GRSW con DBZ disminuyó y la presión horizontal del suelo que actúa sobre el panel frontal de GRSW con DBZ aumentó. Las presiones de suelo vertical y horizontal mostraron una distribución no lineal a lo largo de la longitud del refuerzo, y el valor fue menor cerca del panel frontal. La presión horizontal del suelo que actúa sobre el panel frontal de GRSW con DBZ fue mayor que la del GRSW común en la porción media. La deformación acumulativa de la geomalla tenía una distribución de un solo pico a lo largo de su longitud; la deformación máxima de la geomalla fue del 0,45%, la tensión máxima fue de aproximadamente 29.

Cheng Fan, Huabei Liu, Jianzhou Cao, Azada I. Ling (2019), La aceleración vertical del terreno es un componente en la carga de un terremoto, y en algunos casos, la relación de aceleración vertical a horizontal (relación V / H) puede ser muy grande. Sin embargo, las influencias de la carga sísmica vertical en las respuestas de los muros de contención de suelo reforzado aún no están claras. En este estudio, un procedimiento de elementos finitos fue validado por una prueba de mesa de sacudidas a gran escala sometida a cargas sísmicas horizontales y verticales. Luego se empleó para investigar las respuestas sísmicas de dos modelos considerando una amplia gama de escenarios de carga sísmica. Los resultados mostraron que la aceleración vertical del suelo podría alterar la propagación de la onda de corte en el suelo reforzado, pero la intensidad de Arias en la parte superior del suelo reforzado se correlacionó bien con la carga máxima de refuerzo. La carga sísmica vertical mayormente aumentó la carga de refuerzo, pero redujo el desplazamiento residual de la cara. La reducción del desplazamiento lateral hacia la cara puede deberse al aumento de la presión de confinamiento y al cambio en

el desplazamiento lateral del campo lejano debido a la carga sísmica vertical. También se discuten algunas limitaciones del presente estudio.

Respecto a los artículos científicos tenemos; Mucuta-Lito, Helder Vemba, Cartaya-Pires, Maday, Watson-Quesada, Roberto L. (2020), “el objetivo de este estudio fue determinar el factor de seguridad en tres escenarios representados por tres taludes (frentes I, II y III) y bajo dos condiciones: estática y pseudo estática. Se utilizó para la modelación y cálculo el software Slide v.6.0. Según los valores calculados del factor de seguridad los tres escenarios analizados del yacimiento Castellano son inestables bajo ambas situaciones. Los valores del factor de seguridad obtenidos, entre 0,281 y 0,444 están muy por debajo de 1,3 que es el valor límite de estabilidad. Ello indica la necesidad de implementar medidas de estabilización [...]”

Hernández Sánchez, Jazmín María de los Dolores, Fernández Reynoso, Demetrio S., Martínez Menez, Mario R., Figueroa Sandoval, Benjamín, Rubio Granados, Erasmo, García Rodríguez, José Luis (2019), en el ejido de Santo Domingo, Huasca de Ocampo, Hidalgo, debido a los cambios en el uso de los suelos, teniendo en cuenta la topografía y geomorfología, debido al aumento en el escurrimientos que influye en el aumento de formación de cárcavas sobre los terrenos agrícolas, como consecuencia se tiene la pérdida de fertilidad del suelo y reducción del espesor del terreno agrícola. El objetivo de esta investigación, fue identificar características topográficas y propiedades físico-mecánicas del suelo que inciden en el avance lateral de las cárcavas (AV), mediante análisis de componentes principales (ACP) y regresión lineal múltiple (RLM). El AV está relacionado por la presencia de limos y arcillas en el regolito y en la superficie del suelo (cresta), que, ya que estos son susceptibles ante procesos de humedecimiento y secado, lo cual genera la formación de grietas y la disgregación del material de talud, ocasionando la disminución de su resistencia a la erosión y causando erosión remontante e inestabilidad en los taludes de las cárcavas [...]”

Hernández Atencia, Yelena, Ramírez Arcila, Hildebrando (2016), Este artículo de investigación evalúa las vulnerabilidades físicas asociadas con pendientes pronunciadas

con base en la investigación basada en casos y el análisis de riesgo de múltiples provocados por los fenómenos de remoción en masa de la microcuenca en Cay (Ibagué, Tolima, Colombia). Se presentó un análisis relacionado con los principales factores de riesgo y factores de exposición asociados con la vulnerabilidad física. Se categorizará los factores y elementos. Teniendo en cuenta la fórmula donde el producto de la vulnerabilidad física, amenaza y la probabilidad de ocurrencia da parámetros de FVR (riesgo asociado a vulnerabilidad físicas) estos se miden mediante indicadores desde bajo a muy alto, según la relación de los efectos del evento amenazante sobre los elementos físicos de estudio. Se descubrió que el riesgo asociado con la vulnerabilidad físicas era la mayor incidencia de inestabilidad en la microcuenca de Kay. Se puede utilizar para regular las actividades de ingeniería civil para prevenir y controlar los daños causados por los equipos físicos en la microcuenca Cay. La equidad propuesta es una herramienta importante para que los tomadores de decisiones prioricen la inversión inmobiliaria pública. Además, se formulan todos los principios relacionados con el tema de estudio y se explican las variables a cada parte en una estrategia de entendimiento. En esta sección: estabilización de suelos, transitabilidad, seguridad y los factores relacionados con el suelo y las condiciones del suelo, factor de seguridad, superficie de falla.

A continuación, se especificarán todas las teorías relacionadas al tema de investigación, que se definirán las variables con un enfoque conceptual hacia sus respectivas dimensiones, en este aspecto son; estabilización de suelos, transitabilidad y seguridad; características geotécnicas y geológicas, factores de seguridad, superficie de falla.

Se entiende por estabilidad a la condición de seguridad entre la masa de tierra frente a una probable falla o deslizamiento. Primero es necesario concretar criterios de estabilidad de taludes, siendo algo tan simple como el determinar la inclinación apropiada de un talud a fin de que el riesgo de colapso sea inferior, tras el análisis y estudio se tiene que un terreno escarpado se sostiene durante un largo periodo sin sufrir deslizamiento.<sup>2</sup>

---

<sup>2</sup> (Matteis, 2003 pág. 3)

El análisis de estabilidad de talud es el desarrollo de procesos sistematizados en el cual se evalúan cuantitativamente la relación entre las fuerzas estabilizante o resistentes y las fuerzas desestabilizantes o movilizantes que actúan sobre un talud. La estabilización de taludes se entiende como el planteamiento de solución geotécnica integral que se implementa en un talud, sea de terraplén, de excavación, de corte, natural u otros, en este método se incorpora equilibrio suficiente y sostenible, las cuales satisfacen los criterios gravitatorios y sísmicos, estos son cuantificados mediante los factores de seguridad, en lo posible estas alternativas tienen un impacto positivo en su entorno.<sup>3</sup>

“Talud o Pedrero es el término que se utiliza para nombrar a la acumulación de depósitos de material en la base o paredes de la superficie de rocas, acantilados de montañas, o cuencas de valles. Estos depósitos por lo general poseen una forma curva que tiende para arriba, mientras que la relación de inclinación de los depósitos corresponde al ángulo de reposo, esto varía según el tamaño promedio de las rocas que lo componen. Asimismo, se entiende por talud a cualquier superficie inclinada en base al eje de la horizontal, teniendo el relieve del terreno la cual está sometida a cargas tanto propias como externas; a continuación, se muestra una foto panorámica de la zona de estudio [...]”



*Figura 2. Vista panorámica del talud - Mayhuaccacca Huancavelica.*

---

<sup>3</sup> (CE020,REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES,Lima, Perú, 9 de noviembre del 2012)

“Bajo el nombre genérico de talud se hace referencia a la superficie inclinada, con respecto a la horizontal, que las estructuras de tierra adoptan esa forma permanentemente o provisionalmente. Los taludes pueden ser artificiales, cuando están contruidos por el hombre en sus obras de ingeniería (terraplén o desmonte), o naturales (laderas). Asimismo, pueden ser de suelos, rocas o mixtos, variando a su vez la metodología de estudio [...].<sup>4</sup>

“La cara de la pendiente puede deformarse y esto puede provocar deslizamientos de tierra, especialmente durante la excavación en obra de taludes naturales. El deslizamiento de tierra es causado por una combinación de factores climáticos, geológicos y factores geomorfológicos en respuesta a los mecanismos desencadenantes (con mayor frecuencia son lluvias intensas, sismicidad, o actividad humana). Los deslizamientos de tierra también causan enormes pérdidas socioeconómicas debido a degradación. Afectan directamente a la construcción, lo que requiere el uso de las mejores prácticas a largo plazo, mitigación y reducción del riesgo de deslizamientos de tierra. En este contexto, el conocimiento de la geología y las condiciones geomorfológicas y la modelización numérica proporcionan una protección eficaz contra los deslizamientos de tierra [...].”<sup>5</sup>

Debido a que la superficie del terreno no es horizontal, la gravedad ocasionará que el suelo se deslice. Si la diferencia respecto al plano horizontal es considerable existirá una gran probabilidad de falla del talud, ocasionando el movimiento de masa. La estabilidad del talud está relacionada con los parámetros geotécnicos del material como la resistencia al cortante del suelo (esta es función de la fricción y de la cohesión del material), para la determinar la condición del talud basta con determinar de cómo se encuentra el talud, para esto consideremos tres criterios; inspección visual del talud, observando en que zonas se localizan las fallas o cortes notorios se podrá saber en qué condición se encuentra el talud; cuando ya colapso o fallo el talud, nos indica que el talud era inestable ya que se observa notoriamente donde se produjeron las fallas o

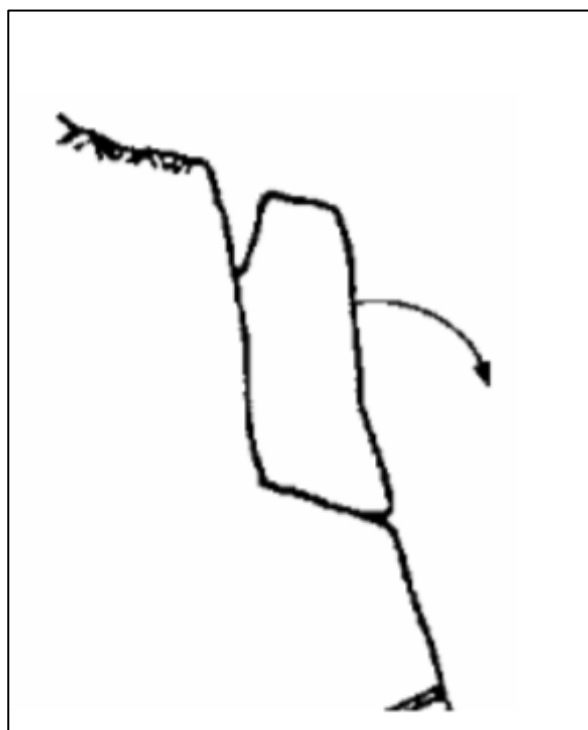
---

<sup>4</sup> (Estabilidad de Taludes: Conceptos Básicos, parámetros de Diseño y Métodos de Cálculo., 2015 pág. 50)

<sup>5</sup> (ANALYSIS OF SLOPE STABILITY , 2021)

cortes del talud; cuando no existe el talud, al no existir el talud, se podrá reemplazar en este colocando un terraplén, defensas ribereñas, etc. Dependiendo de la composición del material será necesario tener información de los parámetros geotécnicos característicos del macizo de rocas o del depósito de suelos. Se trabaja con parámetros medios ( $c$ ,  $\phi$ ,  $c'$ ,  $\phi'$ ,  $\gamma$ ) de cada suelo, de cada camada, vía ensayos in situ, ensayos de laboratorio, o por retro análisis. Para la recopilación de información geotécnica se deberá extraer muestras para el posterior análisis en un laboratorio, obteniendo los parámetros geotécnicos necesarios para el diseño de los muros de contención.

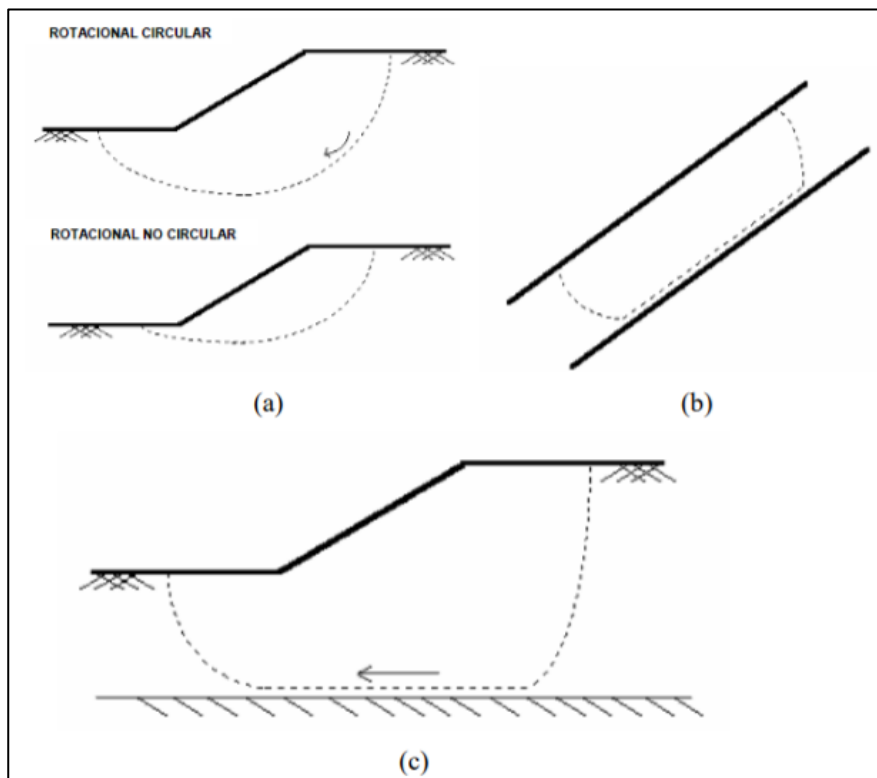
Sobre los muros de contención, se denominan muros de contención a toda obra civil cuya construcción tiene como finalidad garantizar la estabilidad de la superficie sobre la cual ha sido construido, debido a que esta se encuentra sometida a diversas fuerzas entre las cuales se encuentran: las naturales y las artificiales (participación humana) que originan que porciones de suelo de la superficie se deslicen y caigan. Entre las fallas más comunes podemos encontrar; Caída o desprendimiento, este tipo de falla generalmente ocurre en taludes muy verticales y cuya fuerza generadora es la gravedad, trayendo como consecuencia que el desprendimiento alcance grandes velocidades.



*Figura 3. Caída o desprendimiento.*



Los volcamientos son tipos de fallas que se da cuando el material que cae reproduce un movimiento de rotación, el cual es generado por la fuerza de la gravedad y/o por el efecto que puede generar las infiltraciones a través de la presión de poros. Los deslizamientos, este tipo de fallas indican todas las superficies de corte que se encuentran bien definidas dentro del macizo; estas pueden ser rotacionales cuando presentan una forma de arco, traslacionales cuando presentan una forma plana o una combinación de ambas. Esto se podrá apreciar mejor en la siguiente figura:



*Figura 4.* Tipos de deslizamientos (a) rotacionales; (b) traslacionales; (c) combinado

Fuente: Estructuras en suelo reforzado con el Sistema Terramesh®, MACCAFERRI, 2005.

Los Muros de suelo reforzados (MSR), es un término genérico adoptado para nombrar a los muros de contención cuyas propiedades mecánicas son mejoradas a través del uso de distintos materiales que, como su nombre indica, ayudarán a estabilizar la estructura y hacerla más segura, aprovechando de esta manera ventajas estructurales, económicas y estéticas. A nivel internacional muchas marcas comerciales, describen este sistema (MSR) como un conjunto que incluye el diseño, especificaciones y todos los materiales

de construcción prefabricados que conforman el total de la estructura y su funcionamiento.

Las ventajas del sistema Terramesh son: permeabilidad del frontis del muro, el cual garantiza el drenaje del relleno, la flexibilidad, es una de sus características el cual le permite al muro el asentamiento diferencial del terreno sin comprometer la integridad estructural, simplicidad en el proceso de construcción. Otra ventaja es la seguridad estructural que proporciona en caso de incendio, es amigable con la naturaleza el cual reduce el impacto ambiental mediante la implantación de manto vegetal en el frontis del muro, la facilidad en la instalación de los gaviones permite la trabajabilidad de una estructura con la cara frontal vertical, en batería o en escalones según requerimiento técnico.

El suelo de fundación, es aquel sobre el cual va a ir apoyada o cimentada la estructura total del proyecto. Debido a ello, este suelo cumple una importante labor en el correcto funcionamiento del muro. La experiencia en este tipo de proyectos ha determinado que un estudio inadecuado del suelo de fundación o suelo de cimentación puede traer consigo el colapso total de las estructuras. Esto ha originado que los suelos de fundación sean sometidos a todas las pruebas mecánicas necesarias para poder determinar sus propiedades mecánicas: cohesión, ángulo de fricción interna, peso específico, etc. Estas propiedades deben ser utilizadas, principalmente, para llevar a cabo los análisis de estabilidad global, interna y el cálculo de asentamientos.

“La transitabilidad, se refiere al nivel de servicio de vía que asegura un estado tal de la misma que permite un flujo vehicular regular durante un determinado periodo [...]”<sup>6</sup> “La seguridad vial, es el conjunto de medidas orientadas a incrementar la seguridad y la calidad de protección de las redes viales, en beneficio de los usuarios de las vías [...]”<sup>7</sup>

---

<sup>6</sup> (MTC, 2018 pág. 26)

<sup>7</sup> (MTC, 2018 pág. 24)

“Actualmente se están aplicando varios métodos para calcular los problemas de estabilidad de taludes basados en suposiciones que la superficie de deslizamiento desarrollada es circular.<sup>8</sup> Si el suelo está formado por roca, se sabe que es apropiado el método de generar la superficie de deslizamiento poligonal [...]”<sup>9</sup>

Para determinar la estabilidad de una masa de suelo se debe determinar su coeficiente de seguridad al deslizamiento, esto se logra comparando los esfuerzos que tienden a cavar el arrastre con aquellos que tienden a evitarlo. En el cálculo de estructuras, el análisis de la seguridad se realiza mediante el método de los coeficientes de seguridad parciales, mayorando las acciones y minorando las resistencias.

“El factor de seguridad global o único engloba la imprecisión tanto en las acciones como en las resistencias, los modelos de cálculo y la incertidumbre del error humano. La fuerza desestabilizadora más importante será el peso de la masa deslizante, a la cual se le suman otras fuerzas, como las sobrecargas de estructuras o el empuje del agua en las grietas. La principal fuerza estabilizadora será la resistencia de corte del terreno en la superficie de deslizamiento. Actualmente, existen varias normativas nacionales e internacionales con creces aceptadas en Perú, en las que se regula el coeficiente de seguridad a emplear. La elección de dicho coeficiente debe realizarse considerando la temporalidad de la obra (provisional o definitiva) y la situación de cálculo (estática o sísmica) [...]”<sup>10</sup>

En la siguiente tabla puede consultarse una recopilación de los factores según las diferentes normativas.

**Tabla 1.** *Resumen de resultados de los ensayos estándares.*

NORMATIVA	TALUD TEMPORAL		TALUD PERMANENTE	
	ESTATICA	SISMICA	ESTATICA	SISMICA

<sup>8</sup> (A Review of Current Methods for Slope Stability Evaluation. Electronic Journal of Geotechnical Engineering, 2011 págs. 1245 - 1254)

<sup>9</sup> (Stability analysis of embankments and slopes, 1979 págs. 1511 - 1524)

<sup>10</sup> (Estabilidad de Taludes: Conceptos Básicos, parámetros de Diseño y Métodos de Cálculo., 2015 pág. 52)

<b>AASHTO LRFD<sup>11</sup></b>	1.33 – 1.53	1.1	1.33 – 1.53	1.1
<b>NAVFAC-DM7</b>	1.3 – 1.25	1.2 – 1.15	1.5	1.2 – 1.15
<b>FHWA-NHI-11-032<sup>12</sup></b>	-	1.1	-	1.1
<b>CE.020</b>	-	-	1.5	1.25

Fuente: Elaboración propia

“Respecto al macizo rocoso, la calificación de estabilidad de taludes (SSR) es un sistema de clasificación en el análisis de estabilidad de taludes, que consiste en cinco parámetros adicionales utilizados para la estabilidad de la pendiente de roca agrietada siguiendo los datos recopilados de cualquier ubicación de pendiente rocosa, un macizo rocoso completo obtenido del cálculo de la calificación de todos los parámetros. En Este método, los datos recopilados de diferentes pendientes es obtener información sobre el peso unitario seco, GSI, Intacto roca (módulo de Young, UCS) y diseño de geometría de pendiente (factor de daño de elevación de pendiente y pendiente ángulo) [...]”<sup>13</sup>

Respecto a estabilidad cuantitativa de pendientes de roca en evaluación, hay muchos métodos para estimar la pendiente estabilidad, La elección del método<sup>14</sup> y criterios de fuerza<sup>15</sup> depende del tipo de procesos de deslizamiento y posible desplazamiento mecanismo de masa de deslizamiento de tierra.<sup>16</sup>

---

<sup>11</sup> (AASHTO-LRFD, 2014)

<sup>12</sup> (FHWA-NHI-11-032, 2011)

<sup>13</sup> (Rock slope stability analysis using Slope Stability Rating (SSR) method, 2020)

<sup>14</sup> (Pandin, 2015 pág. 320)

<sup>15</sup> (Duncan, 2005 pág. 309)

<sup>16</sup> (The influence of fracture model on rock slopes stability assessment , 2020)

### III. METODOLOGÍA

#### 3.1. Tipo y diseño de investigación

Por su finalidad de exploración, la investigación de acuerdo a las variables planteadas, el objetivo general y objetivos específicos del estudio es de segmento aplicativo, debido a que se hará uso en la investigación de teorías ya conocidas no pretendiendo realizar modificaciones de alguna de ellas, asimismo cada norma que se consultará será debidamente reputada.

Es descriptivo, por el motivo que la investigación procederá a describir un diseño para poder lograr estabilizar los taludes del sector estudiado<sup>17</sup> y Explicativo, se refiere cuando se pretende establecer las causas de los sucesos o acontecimientos que se estudian<sup>18</sup>.

“El diseño de esta investigación no experimental, es cuando se realiza sin la treta de las variables dependientes ni independientes, por lo que únicamente se observan los fenómenos en su naturalidad para después llevar a cabo la exploración. Teniendo en cuenta estas consideraciones demostradas, la investigación será no experimental no experimental, de tipo transversal descriptiva simple[...]”<sup>19</sup>, por tal forma que es no experimental por el hecho de que no se realizará cambios en la variable es decir la estabilidad del talud no se manipulará no obstante se dará una solución a ello y transversal por lo mencionado anteriormente, además es descriptivo simple por el hecho de que se hará un estudio puramente descriptivo de la variable para poder brindar una solución al problema.

X-----Y

Dónde:

X: Sitio donde se realiza el estudio de investigación.

Y: Planteamiento de solución.

---

<sup>17</sup> (Hernández Sampieri, y otros, 2014 pág. 92)

<sup>18</sup> (Hernández Sampieri, y otros, 2014 pág. 95)

<sup>19</sup> (Hernández Sampieri, y otros, 2014 pág. 152)

El enfoque de la investigación es cuantitativo, por lo que se realiza la recolección y análisis de datos a través de cálculos matemáticos, para así determinar el comportamiento de la población, dado que los datos de la investigación son cuantificables y medibles.<sup>20</sup>

### **3.2. Variables y operacionalización**

“La operacionalización, es la secuencia de una variable teórica, de tal modo se sustenta en la definición conceptual y operacional de las variables e indicadores empíricos verificables y medibles o semejantes que se le denomina operacionalización [...]”.<sup>21</sup>

En esta investigación se toma en consideración de dos variables correspondiente, en la definición conceptual, definición operacional, dimensiones, indicadores e instrumentos/parámetros y escala de medición que son los siguiente: “La variable, se suelen nombrar constructor o construcciones hipotéticas, por medio que alcanzan precio para la indagación científica cuando presenta a vincular con diferentes variables, así también se organiza lugar de una teoría o una hipótesis. Este es un dominio que puede variar y cuya variación es apto a observarse o medirse [...]”.<sup>22</sup>

Por lo tanto, nuestras variables de esta investigación son:

- Variable independiente (Cuantitativo): Estabilidad de talud
- Variables dependientes (Cuantitativo): Transitabilidad y Seguridad

### **3.3. Población, muestra y muestreo**

La población es el conglomerado total de individuos que poseen particularidades usuales observables en un lugar y momento establecido. La población se encuentra representada por los taludes con riesgo de deslizamiento delimitado por una longitud de 320 m comprendido desde el Km 33+600 al Km 33+920 en la zona denominada Mayhuaccacca – Andabamba – Acobamba – Huancavelica.

---

<sup>20</sup> (Hernández Sampieri, y otros, 2014 pág. 19)

<sup>21</sup> (Hernández Sampieri, y otros, 2014 pág. 211)

<sup>22</sup> (Hernández Sampieri, y otros, 2014 pág. 174)

“La muestra se debe puntualizar cual será la unidad de medida de muestreo/análisis y cuáles son las propiedades de la población. Esta acotación quiere decir los ejemplos de muestra, con el propósito de poder escoger lo más eficaz para un estudio”.<sup>23</sup>

La muestra es la parte de mi población, que con la limitación de que determine las probabilidades de obtener su estudio para lograr una validez para toda tu población. En la presente investigación se tomarán como muestras de estudios los taludes inestables en la zona denominada Mayhuaccacca – Andabamba – Acobamba – Huancavelica.

En el tamaño de la muestra, se coge la delimitación del territorio, para esta cuestión las estimaciones adecuadas de las pruebas o ensayos serán aprobadas según la Norma de Suelos y Cimentaciones E-050 (2006), Reglamento Nacional de Edificaciones. Asimismo, donde se especifica el número de ejecución de calicatas, donde se debe elaborar de acuerdo a la línea de exploración tomando en cuenta para el área del sector Mayhuaccacca se realizó cinco calicatas y cuatro exploraciones. En la investigación se observó in situ un mismo tipo de material, tomando en cuenta la inspección visual se localizó los puntos de calicatas y exploraciones con la finalidad de realizar los ensayos a las muestras obtenidas y así obtener los parámetros geotécnicos para dirigir una buena investigación.

---

<sup>23</sup> (Hernández Sampieri, y otros, 2014 pág. 175)

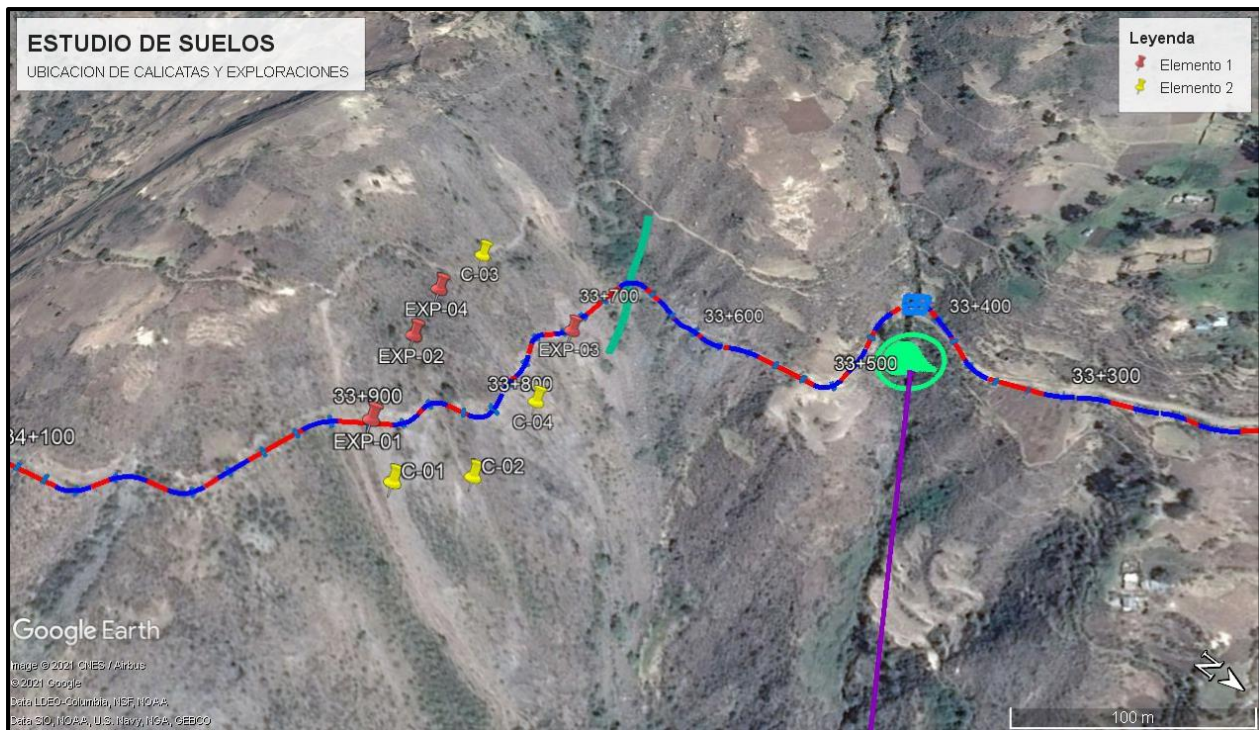


Figura 5. Ubicación de calicatas y exploraciones en la zona de estudio.

Fuente: Propia

“El muestreo no probabilístico, se considera un método de una elección encaminado por las propiedades de la indagación, aunque el principio descriptivo de propagación. Para la ventaja desde la visión cuantitativa, es la productividad para precisos proyectos de análisis que solicitan no tanto a los específicos componentes de una población [...]”<sup>24</sup>

El muestreo en la investigación, es de tipo no probabilístico intencional, ya que no se utilizan los métodos estadísticos y la muestra no fue designada al azar de tal modo se ha realizado la elección de muestra buscando el tramo más crítico.

“La unidad de análisis es la utilidad o muestreo que se basa en “que o quiénes”, afirmando en los integrantes, elementos, acontecimientos o colectividades de aprendizaje, lo cual necesita de la formulación y los seguimientos de la investigación [...]”<sup>25</sup>

<sup>24</sup> (Hernández Sampieri, y otros, 2014 pág. 189)

<sup>25</sup> (Hernández Sampieri, y otros, 2014 pág. 172)



La unidad de análisis es este plan de estudio son los taludes inestables en la zona denominada Mayhuaccacca – Andabamba – Acobamba – Huancavelica.

### **3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

Para la recolección de datos se utilizó:

- Técnica de recolección de datos topográficos.
- Técnica de análisis de resistencia de materiales.
- Técnica para obtener parámetros geotécnicos.
- Técnica de análisis de documentos de consulta.
- Técnica de proceso de datos en gabinete.
- Instrumentos Ficha de Observación.
- Instrumentos de topografía.
- Instrumentos para mecánica de suelos.
- Instrumentos de digitales-computación.
- Uso y aplicación de Software.

### **3.5. Procedimientos**

Para este caso del proyecto se desplego un conjunto de actividades planificadas, organizadas, secuenciadas y dosificadas racionalmente en el tiempo, que a continuación se resume:

Primero, se realizó una visita técnica al lugar estudiado para identificar la zona, los taludes inestables y las fallas presentes mediante una ficha técnica.

Segundo, se hizo el levantamiento topográfico del tramo estudiado teniendo en cuenta los puntos topográficos del replanteo del proyecto, seguidamente se procedió a dibujar los planos para así identificar la geometría del talud y el tipo de orografía de acuerdo al MTC DG-2018.

Tercero, se procedió a realizar las exploraciones y calicatas con la finalidad de extraer las muestras de suelo para posteriormente llevarlas al laboratorio de suelos.

Cuarto, se obtuvo los resultados a través de las pruebas o ensayos de las características físicas y mecánicas por medio del laboratorio de suelos para saber las características geotécnicas.

Quinto, nos comunicamos con la empresa Maccaferri para que nos brinde alcances sobre el programa MacStars 2000 para así lograr diseñar nuestro modelo de solución y calcular factores de seguridad y ver si cumple con los factores de seguridad de estabilidad de talud estipulados en la norma CE-020 del Reglamento Nacional de Edificaciones.

Sexto, se desarrolló los distintos análisis y diseños de los muros para lograr la estabilidad de talud, se tomó en cuenta la condición estática y pseudo estática.

### **3.6. Método de análisis de datos**

“El método de análisis de datos, es decir que el investigador resulta a estudiar los datos que se han recopilado, trasladado en una matriz, guardando en un registro y limpiando las confusiones. Hoy en día el estudio de cantidades o proporciones de los documentos que se realiza por un procesador debido que aproximadamente ninguno hace de modo manejable ni siquiera superponiendo formulas [...]”.<sup>26</sup>

“En este estudio se calcula el factor de seguridad utilizando dos principios básicos. El primer principio es un el supuesto de que la superficie de deslizamiento desarrollada es poligonal (método Sarma y Spencer)<sup>27</sup> y la segunda el principio es que la superficie de deslizamiento es circular (métodos Petterson y Bishop) [...]”.<sup>28</sup>

Los datos recolectados y debidamente organizados fueron analizados mediante el método de Equilibrio Límite con ayuda del software MacStars 2000, verificando la estabilidad ante solicitaciones estáticas y dinámicas de los tramos tanto reforzados y no reforzados, con el fin de verificar el estado en que se encuentran los taludes a través de gráficos y tablas, los cuales proporcionaron la información si estos tramos estudiados

---

<sup>26</sup> (Hernández Sampieri, y otros, 2014 pág. 272)

<sup>27</sup> (Modelling of ensuring slope stability, 2020)

<sup>28</sup> (Cut slope protection using reinforcing elements, 2020)

son estables con y sin los elementos de refuerzo. Para el análisis de los datos se emplearon diferentes softwares como: Excel, AutoCAD, AutoCAD Civil 3D.

### **3.7. Aspectos éticos**

Los aspectos éticos serán considerados mediante la recopilación y análisis de datos, estos se basarán bajo las normas vigentes y parámetros dados en el Reglamento Nacional de Edificaciones, asimismo conceder los derechos de autoría de cada fuente citada con referentes a los datos que se ha realizado sobre los ensayos de suelos, los que son fundamentales para determinar la estratigrafía del suelo y los parámetros para el análisis respectivo, se han aludido como referencia en los documentos adjuntos en el contiguo las que presentan la potencia de los estudios realizados, así mismo la presente investigación se ha desarrollado en base a los principios y normas que brinda la Universidad César Vallejo.

#### IV. RESULTADOS

##### Descripción de la zona de estudio

##### Nombre de tesis:

Propuesta de estabilización de talud incorporando el sistema Terramesh en la zona Mayhuaccacca Huancavelica 2021.

##### Acceso de la zona de trabajo:

El ingreso y salida del área de influencia del proyecto se realiza por las rutas descritas a continuación en el cuadro siguiente:

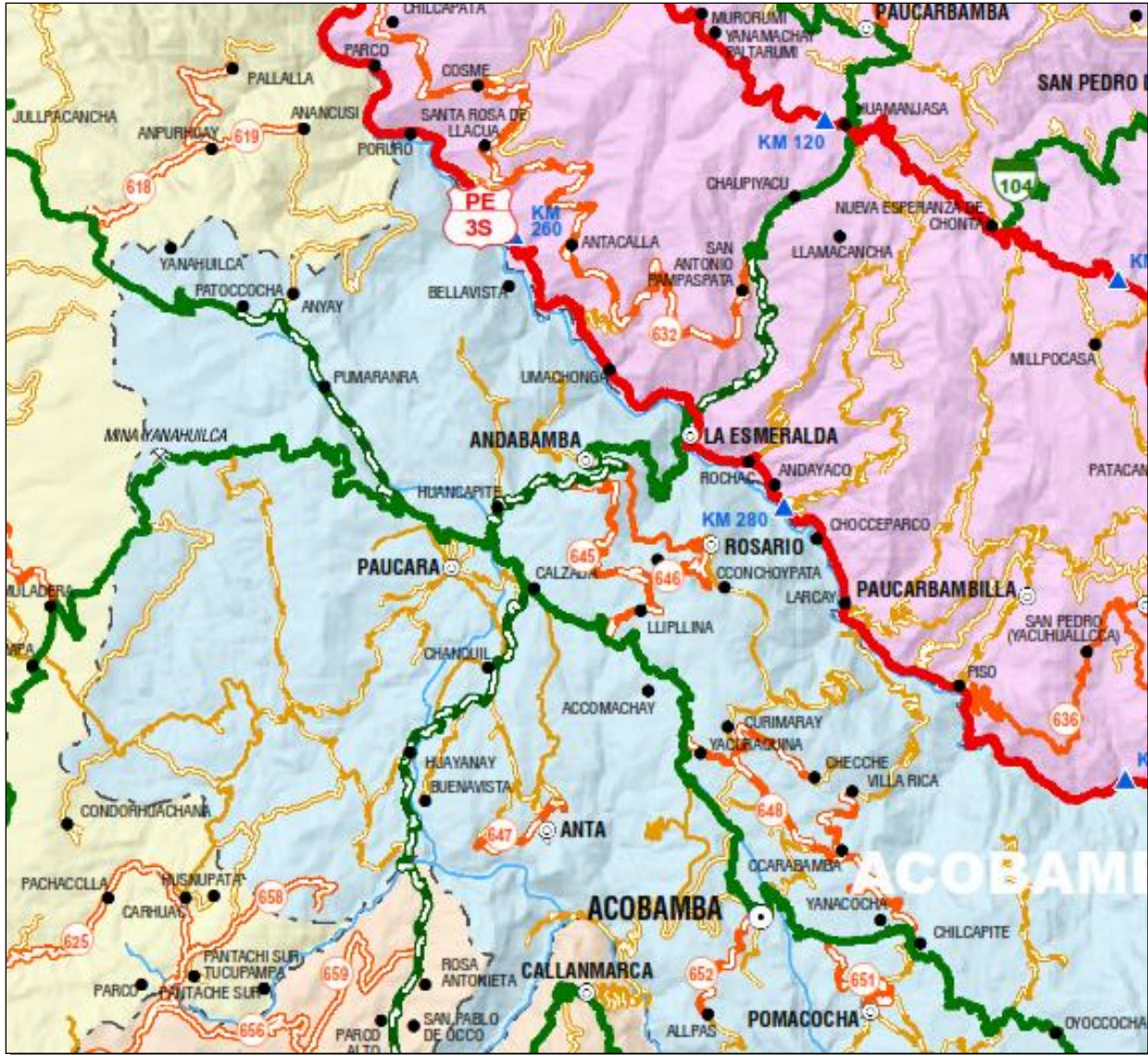
**Tabla 2.** Datos de las Calicatas de la zona de Estudio

<b>RUTA</b>	<b>TRAYECTORIA</b>
PE-3S y PE 26B	<b>CON LA CIUDAD DE HUANCAYO</b> Huancayo - Huayucachi - Izcuchaca - La Mejorada - Emp HV-116 (Dv. La Mejorada) - Ampurhuay.
PE - 22 PE - 3S PE - 26B	<b>CON LA CIUDAD DE LIMA</b> Emp. PE-1N (Pte. Santa Anita) - Sta. Clara - Pte. Stuart - Dv. Jauja - Concepción - Huancayo - Huayucachi - Izcuchaca - La Mejorada - Emp HV-116 (Dv. La Mejorada) - Ampurhuay.
PE - 3S PE - 26	<b>CON LA CIUDAD DE HUANCVELICA</b> Emp PE-3S (La Mejorada) - Emp. PE - 26 (Izcuchaca) Huancavelica - Palca - Huando - Emp. PE-3S (Izcuchaca).
PE-26B	<b>CON LA CIUDAD DE HUANCVELICA</b> Emp HV-116 (Virgen de Lourdes) - Dv. Andabamba (HV-119) - Emp. PE - 26B Lircay - Cunyacc - Huancavelica.

Fuente: Elaboración propia

Interconectando principalmente con la Capital de la región (Huancavelica), la capital de la Provincia de Acobamba, con la provincia de Huancayo y otros de importancia, para ello utilizan las siguientes Rutas:

- Ruta Nacional PE-3SD (superficie de rodadura afirmada), PE-3S (superficie de rodadura asfaltada).
- Ruta Vecinal HV-501 (superficie de rodadura afirmada).
- Ruta Departamental HV-101 (superficie de rodadura sin afirmar).



*Figura 6.* Mapa de rutas.

FUENTE: Elaboración Propia en base a Mapa Vial Departamental de Huancavelica

Estos accesos en consideración, su interconexión con los mercados, donde se realiza el intercambio comercial y las áreas potencialmente productivas son las que garantizan y potencializan el área de influencia, como se puede visualizar en el siguiente mapa.

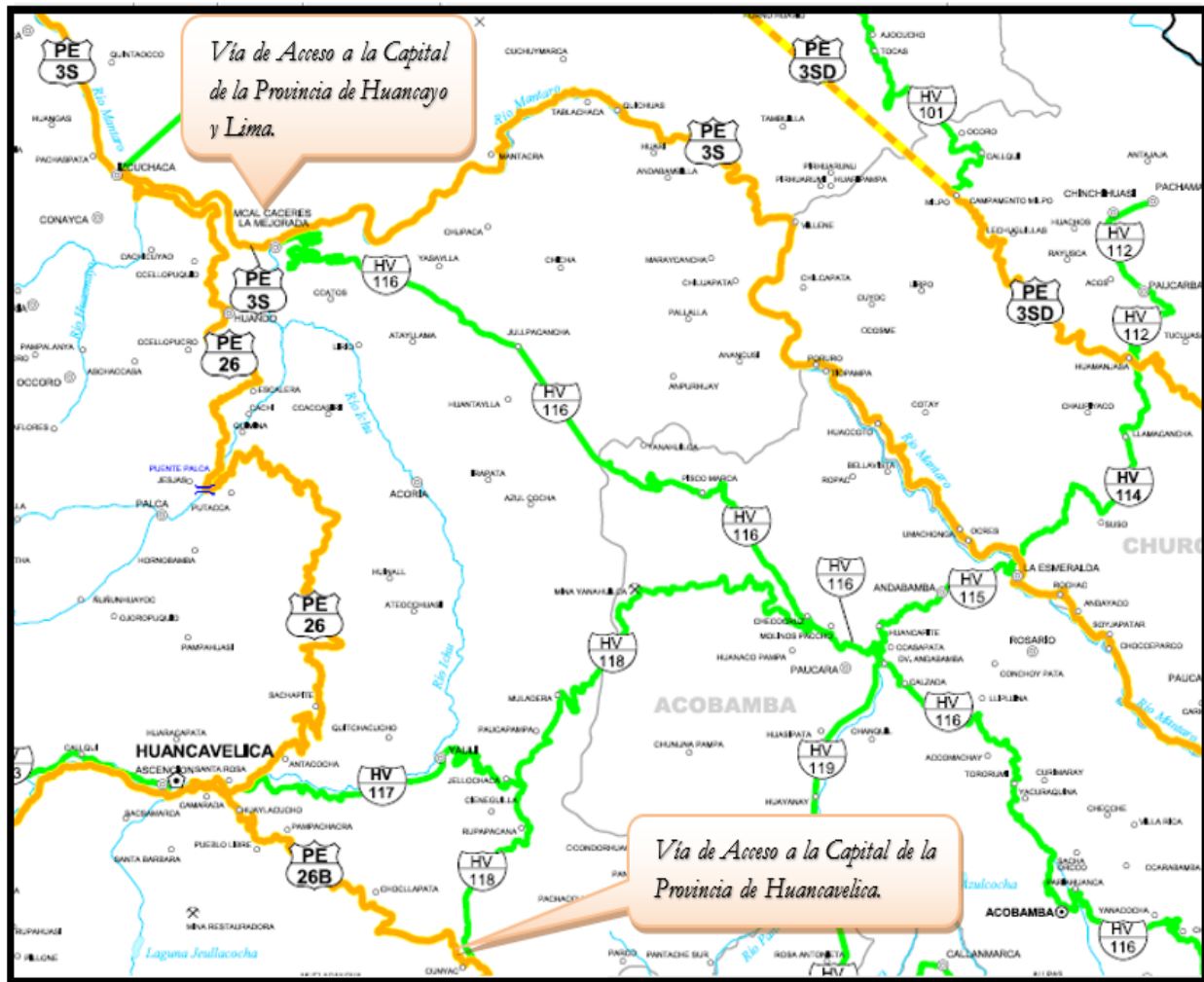


Figura 7. Mapa de accesibilidad al área de influencia  
 FUENTE: Mapa vial de la Provincia de Huancavelica – MTC.

**Ubicación Política:**

- Departamento : Huancavelica
- Provincia : Huancavelica y Acobamba
- Distrito : Acoria, Mayunmarca, Andabamba, Rosario y Acobamba
- Localidades : Varios

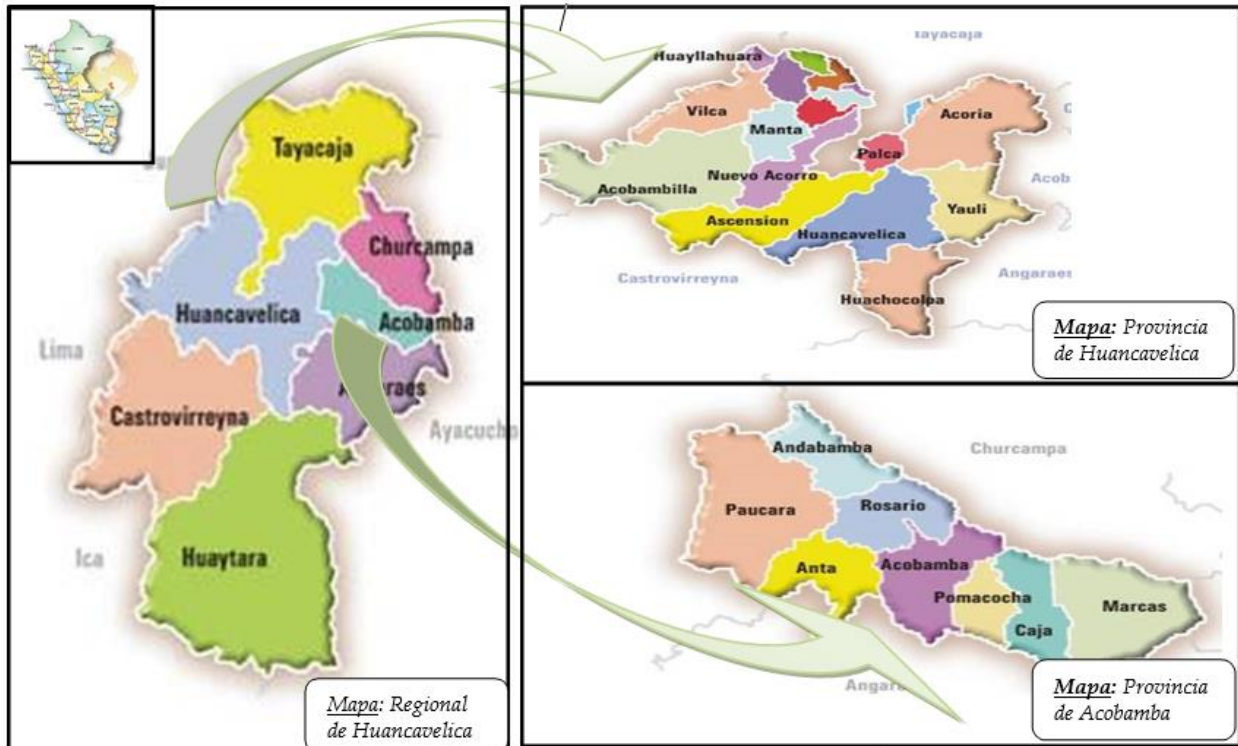


Figura 8. Ubicación Geográfica

### Ubicación del Proyecto:

La carretera, materia de estudio es una vía vecinal de significativa importancia que comunica a los centros poblados de los distritos de Acoria, Andabamba, Rosario y Acobamba con las principales ciudades (Acobamba, Paucara, Huancayo, Huancavelica, Lima, Ayacucho y demás ciudades colindantes) que se interrelacionan frecuentemente por múltiples necesidades tales como transporte de pasajeros, carga y otras actividades socioeconómicas. La población de la zona afectada del proyecto, corresponde a la población de la parte baja del distrito de Acoria y a los poblados de la parte alta y media de los distritos de Andabamba y Rosario, que se ven limitadas para poder desplazarse y trasladar sus productos a los mercados de consumo.

Esta zona de estudio se encuentra en el km 33+800 entre los pueblos de Andabamba y Mayunmarca, debido a la inestabilidad de talud en la zona Mayhuaccacca los pueblos no se pueden interconectar debido a la inexistencia de plataforma de carretera en el sector

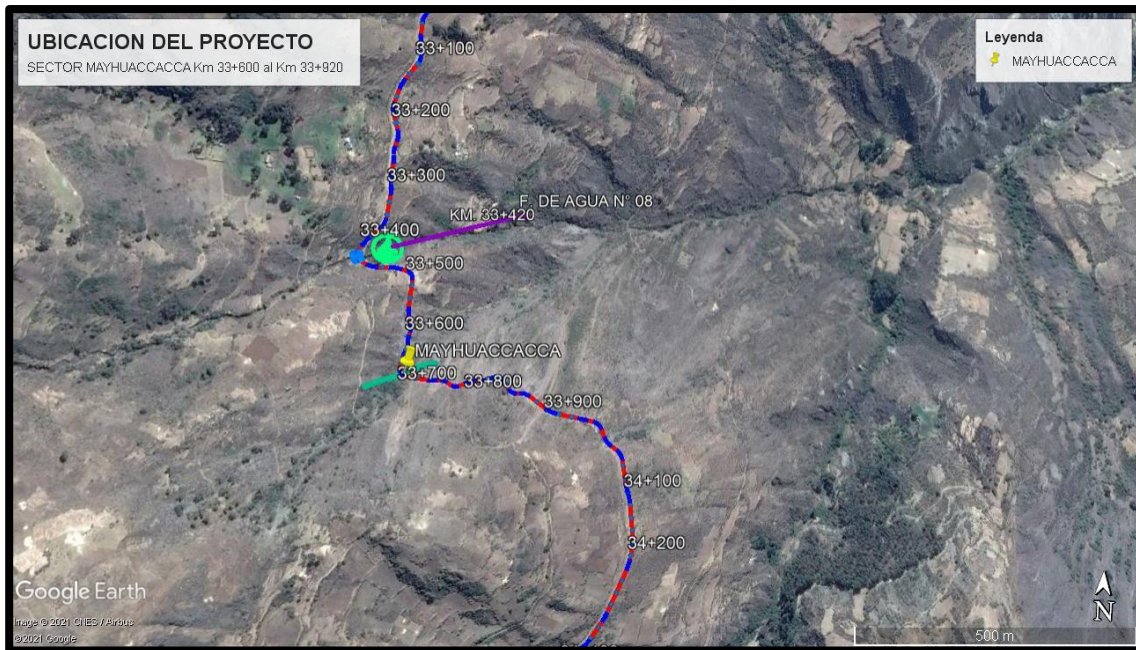


Figura 9. Ubicación del proyecto – Sector Mayhuaccacca.  
FUENTE: Google Earth.

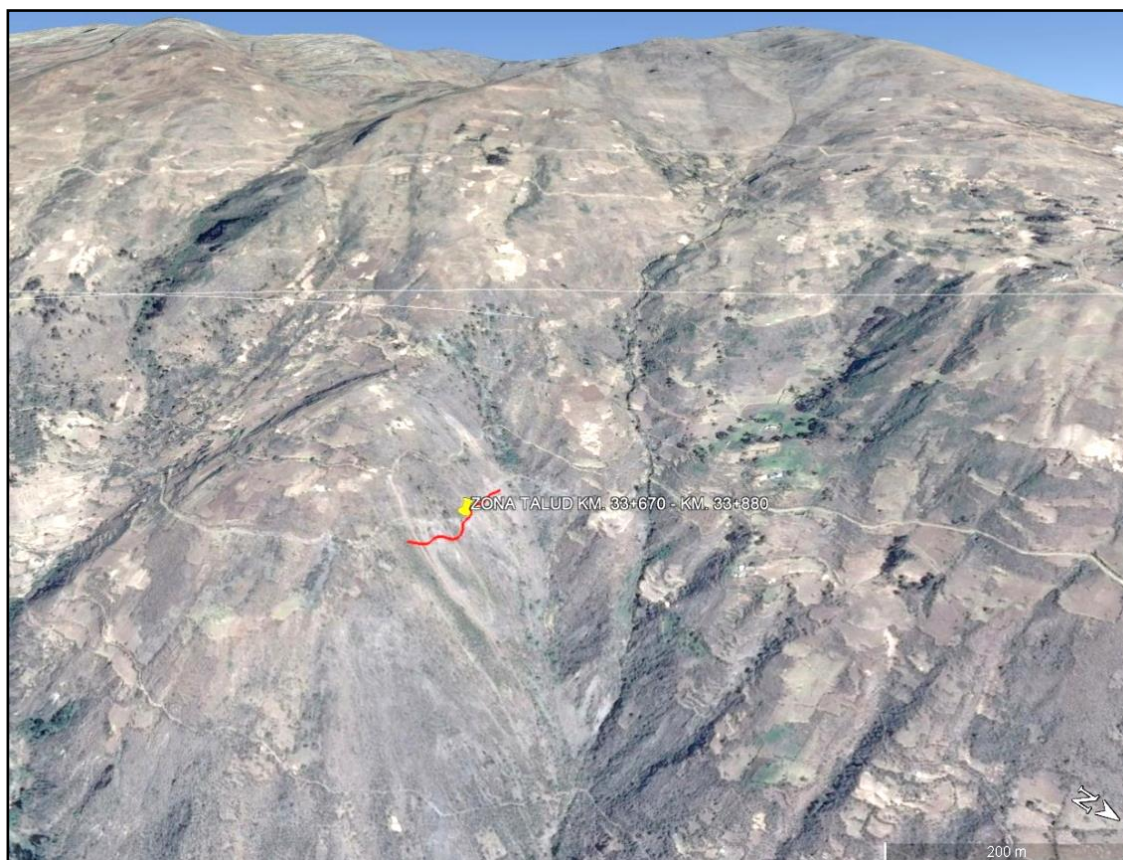


Figura 10. Ubicación del proyecto Vista 3D – Sector Mayhuaccacca.  
FUENTE: Google Earth.





*Figura 11. Vista Panorámica – Sector Mayhuaccacca.*  
FUENTE: Elaboración Propia

### **Clima:**

La zona en estudio presenta variadas condiciones climáticas como resultado de las notables diferencias de altitudes que existen, así como de la posición geográfica que ocupa. Por la variación de altitudes se pueden tener un clima cálido y árido, en las partes más bajas del valle del río Mantaro, o frío y húmedo en las zonas más altas, como por ejemplo en Paucará. El clima es uno de los factores condicionantes de la variabilidad de la fauna y vegetación, así como también en el uso de tierras. Según la distribución climática de Koppen (en IGN, 1989) el área comprende tres tipos de climas.

### **Clima Frio (Dwb)**

Se presenta principalmente en el sector Oriental. y en menor grado sobre el lado Occidental del cuadrángulo siguiendo las ramificaciones orográficas. Entre sus localidades más representativa a sr tiene a Rosario, Andabamba y Paucará.

### **Clima de Alta Montana (Efh)**

En el Cuadrángulo de Huanta este clima está únicamente presente en los alrededores de las alturas de Huancavelica, donde el clima es frio, con temperaturas medias inferiores a 0°C. La temperatura está en función inversa a la altura, de manera que a mayor altura la temperatura es menor. Según esto, se tendrán temperaturas muy bajas, menores de 0°C, a lo largo de las partes altas de la Cordillera Oriental; mientras que, en las zonas más bajas, se registrarán temperaturas superiores a los 25°C. Las precipitaciones por lo general se presentan en forma de lluvias sobre gran parte del área; mientras que, en las zonas más elevadas, las precipitaciones son esporádicas precipitaciones pluviales se registran de octubre a diciembre, intensificándose de enero a marzo (verano), y en forma irregular en los meses de abril a octubre.

### **Localidad para la compra de materiales:**

Los materiales a usarse serán usualmente alcanzados cerca en la zona de estudio, excepto algunos materiales como la cinta de seguridad de precaución, debido que no se pudo encontrar el material, asimismo se compró en una ferretería lejana de mi área de investigación.

### **Procedimientos:**

Se realizo la excavación de 04 calicatas y 04 Tajos de exploración a cielo abierto de tal manera que se cubriera el área de influencia del emplazamiento del proyecto (de las estructuras para proyectar). Se extrajo las muestras en cantidad suficiente las cuales nos ha permitido obtener características del terreno. Se ha encontrado al terreno húmedo sin presencia visible de agua, se indica que la visita de campo fue realizada en la fecha de mes de febrero de 2021.

**Tabla 3.** *Coordenadas de calicatas y exploraciones tipo tajo realizadas en campo.*

ITEM	ESTE	NORTE	DESCRIPCION
1	537644.70	8600379.03	C-01
2	537604.69	8600401.11	C-02
3	537505.58	8600319.66	C-03
4	537543.06	8600396.14	C-04
5	537633.07	8600352.55	EXP. -01
6	537582.57	8600335.81	EXP. -02
7	537489.64	8600380.73	EXP. -03
8	537550.93	8600325.21	EXP. -04

Fuente: Elaboración propia

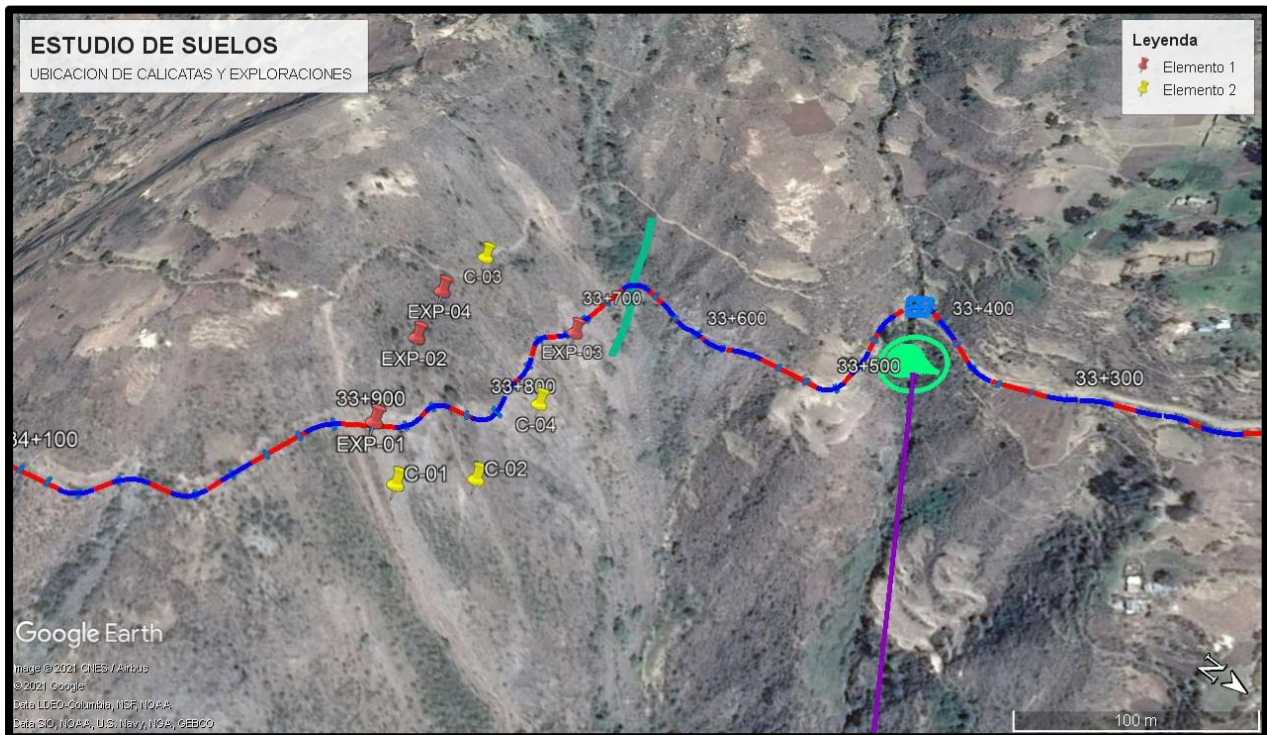


Figura 12. Ubicación de las calicatas por vía satelital  
FUENTE: Elaboración Propia – Google Earth Pro

De las excavaciones se obtuvo las muestras de los estratos más desfavorables y representativas de la zona de estudio, según la observación in situ, se obtuvo muestras alteradas de las calicatas para los ensayos estándares, así como muestras para el contenido de humedad en recipientes herméticamente cerrados.



Figura 13. (a), (b), (c), (d), Puntos de calicatas exploraciones geotécnicas en la zona de estudio.

Las muestras obtenidas en la cantidad suficiente son alteradas del tipo Mab (Muestra alterada en bolsa de polietileno) y del tipo Mah (Muestra alterada en recipientes

herméticamente cerrados), los cuales fueron identificadas convenientemente y debidamente protegidas para ser remitidas al laboratorio para la realización de los ensayos estándares y especiales.

Se efectuaron los siguientes ensayos estándar de Laboratorio.

- Obtención de muestras representativas cuarteo (ASTM C 702, MTC E 105)
- Análisis Granulométrico por Tamizado (ASTM D 422, MTC E 107)
- Limite Liquido de los suelos (ASTM D 4318, MTC E 110)
- Limite Plástico de los suelos (ASTM D 4318, MTC E 111)
- Identificación de tipo de roca (ASTM C-294)
- Propiedades físicas de la roca (ASTM C-97-02)

Se efectuaron ensayos especiales de Laboratorio, para poder determinar las propiedades resistentes, siguiendo las Normas establecidas por la American Society for Testing Materials (ASTM) de los Estados Unidos de Norte América y las Normas del MTC - Ensayo de Materiales del Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

Siendo estos:

- Corte directo en Suelo (ASTM D 3080, MTC E 123)
- Corte Directo en Roca (ASTM D-5607)
- Resistencia a la compresión uniaxial de la Roca (ASTM D-3148)

### **Procesamiento de datos: Resultados**

“Los análisis de estabilidad de los taludes pueden ser abordados con diferentes enfoques”,<sup>30</sup> “el problema consiste en determinar las pendientes máximas que permitan construirlos de una manera estable y segura, evitando las fallas por deslizamientos, vuelco, desprendimientos, etc.”<sup>31</sup>

---

<sup>30</sup> ("Inestabilidad de laderas. Influencia de la actividad humana", 2011 págs. 39 - 46)

<sup>31</sup> (EVALUACIÓN DEL FACTOR DE SEGURIDAD EN TALUDES DE TERRAPLENES CARRETEROS ALTOS ANTE CARGA SÍSMICA, 2020 págs. 1-17)

## Talud en Condiciones Iniciales

Situación inicial (sin refuerzo) por cargas de gravedad, se realiza a las secciones críticas en el tramo de análisis:

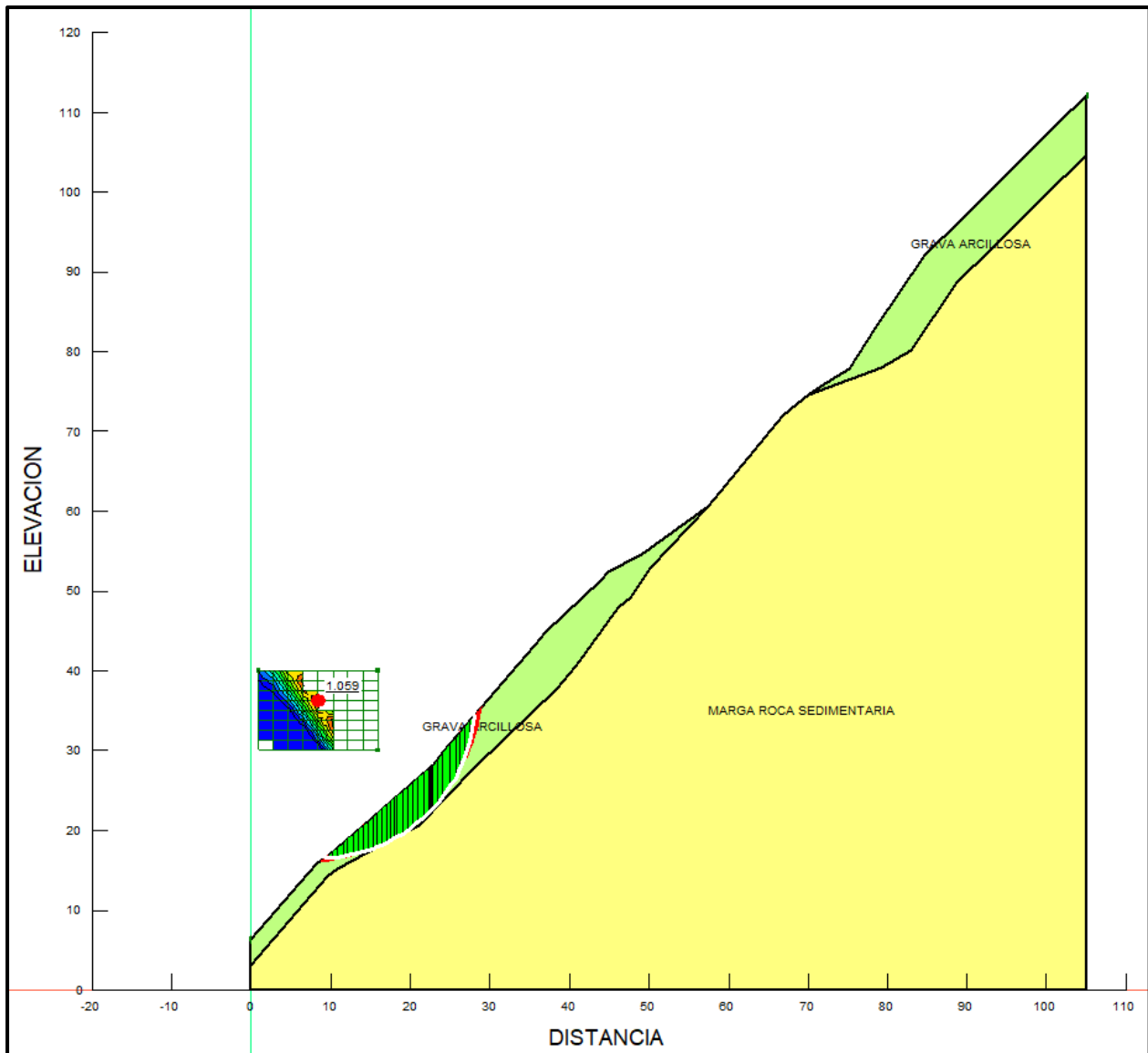


Figura 14. Análisis de estabilidad de talud en el Km 33+740 - Factor De Seguridad: 1.059.

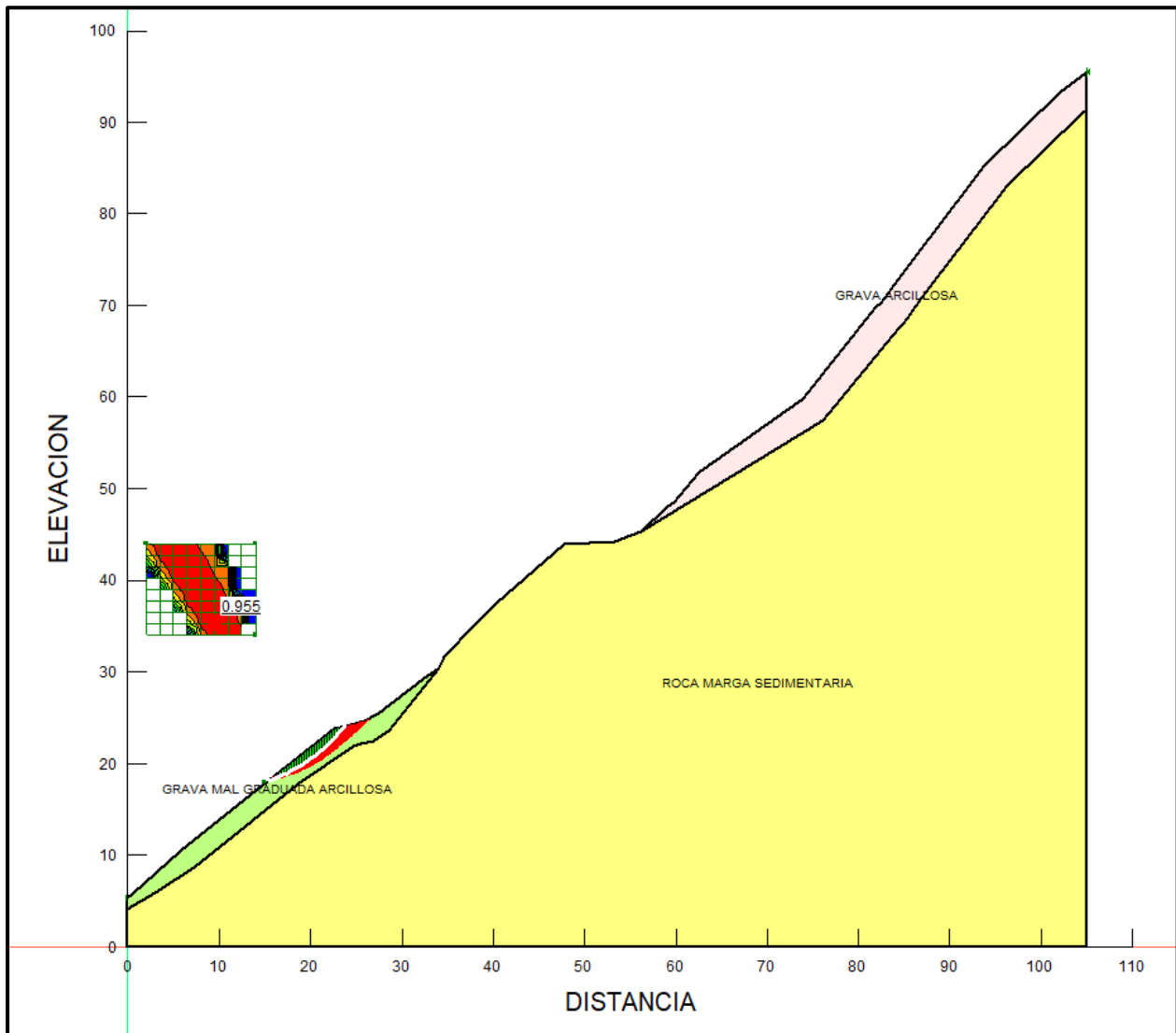
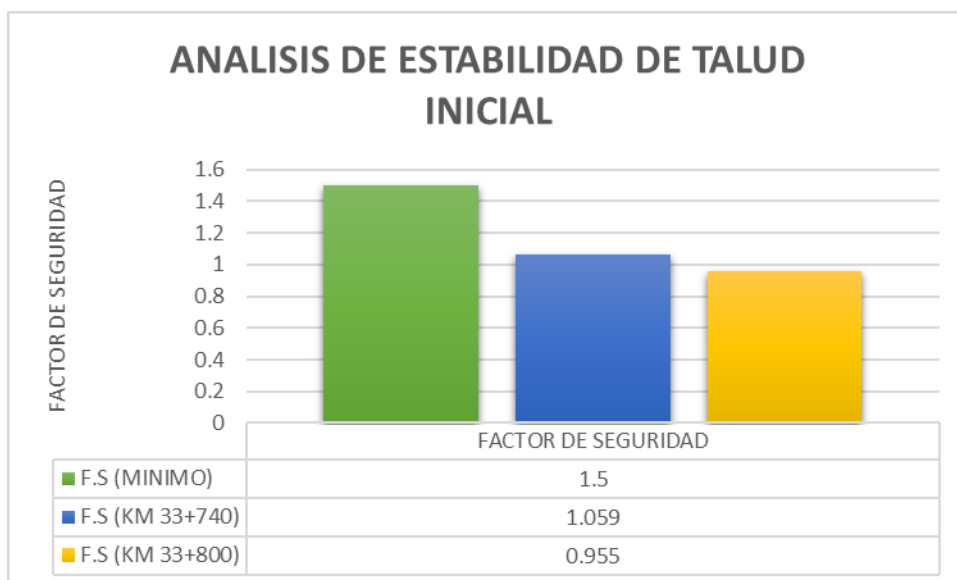


Figura 15. Análisis de estabilidad de talud en el Km 33+800 - Factor De Seguridad: 0.955.



*Gráfico 1.* Resultados de los factores de seguridad en condiciones iniciales.

En el grafico 1 se observa que los factores de seguridad son menores a 1.5, se considera un talud inestable, por lo tanto, requiere un método de estabilización de talud.

### Ensayos Estándares.

A las muestras traídas a laboratorio se obtuvo la densidad natural representativa tanto de los suelos como rocas.

**Tabla 4.** Resumen de resultados de los ensayos estándares.

NRO	SECTOR	EXP.	ESTRATO /MUESTRA	PROFUNDIDAD (m)			ESPESOR	Nombre de Grupo (ASTM 2000) D-2487
1	MAYHUACCACCA	C - 01 KM 33+850	E1/M1	0.00	-	0.40	0.40	
			E2/M2	0.40	-	2.60	2.20	GRAVA ARCILLOSA
			E2/M2	2.60	-	3.50	0.90	MARGA (ROCA SEDIMENTARIA)
2		C - 02 KM 33+800	E1/M1	0.00	-	0.50	0.50	
			E2/M2	0.50	-	2.20	1.70	GRAVA MAL GRADUADA CON ARCILLA
			E3/M3	2.20	-	3.00	0.80	MARGA (ROCA SEDIMENTARIA)
3		C - 03 KM 33+700	E1/M1	0.00	-	0.40	0.40	
			E2/M2	0.40	-	3.00	2.60	GRAVA ARCILLOSA
4		C - 04 KM 33+750	E1/M1	0.00	-	0.40	0.40	



			E2/M2	0.40	-	1.50	1.10	MARGA (ROCA SEDIMENTARIA)
8		EXP. - 01 KM 33+850	E1/M1	0.00	-	0.30	0.30	
			E2/M2	0.30	-	0.60	0.30	
			E3/M3	0.60	-	3.00	2.40	TRAQUITA (ROCA IGNEA)
6		EXP. - 02 KM 33+800	E1/M1	0.00	-	0.50	0.50	
			E2/M2	0.50	-	2.80	2.30	
			E3/M3	2.80	-	3.50	0.70	MARGA (ROCA SEDIMENTARIA)
7		EXP. - 03 KM 33+690	E1/M1	0.00	-	0.50	0.50	
			E2/M2	0.50	-	4.40	3.90	
			E3/M3	4.40	-	7.00	2.60	MARGA (ROCA SEDIMENTARIA)
8		EXP. - 04 KM 33+750	E1/M1	0.00	-	0.50	0.50	
			E2/M2	0.50	-	5.30	4.80	
			E3/M3	5.30	-	7.00	1.70	MARGA (ROCA SEDIMENTARIA)

Fuente: Elaboración propia

## Ensayos Especiales

Del Ensayo de Corte Directo se pudo obtener los coeficientes geotécnicos que representan el criterio de rotura de Mohr - Coulomb como son la Cohesión efectiva del suelo ( $C'$ ) y el ángulo de fricción efectiva del suelo ( $\phi'$ ).

**Tabla 5.** Resumen de resultados de los ensayos especiales.

NRO	SECTOR	EXP.L.	ESTRATO/ MUESTRA	Densidad natural (gr/cm3)	Angulo de fricción $\phi'$ (°)	Cohesión $C'$ (Kg/cm2)	Resistencia a la compresión simple (Kg/cm2)
1	MAYHUACCACCA	C - 01 KM 33+850	E1/M1				
			E2/M2	1.570	28.0	0.02	
			E2/M2	2.650	23.2	0.88	91.2
2		C - 02 KM 33+800	E1/M1				
			E2/M2	1.593	29.1	0.01	
			E3/M3	2.670	23.4	0.93	128.2
3		C - 03 KM 33+700	E1/M1				
			E2/M2	1.466	28.4	0.02	

4	C - 04 KM 33+750	"E1. / M1"				
		"E2. / M2"	2.650	23.0	0.87	83.9
8	EXP. - 01 KM 33+850	"E1. / M1"				
		"E2. / M2"				
		"E3. / M3"	2.680	30.0	2.23	1463.0
6	EXP. - 02 KM 33+800	"E1. / M1"				
		"E2. / M2"				
		"E3. / M3"	2.530	23.8	1.00	199.3
7	EXP. - 03 KM 33+690	"E1. / M1"				
		"E2. / M2"				
		"E3. / M3"	2.640	24.7	1.17	362.4
8	EXP. - 04 KM 33+750	"E1. / M1"				
		"E2. / M2"				
		"E3. / M3"	2.620	23.5	0.95	143.2

Fuente: Elaboración propia

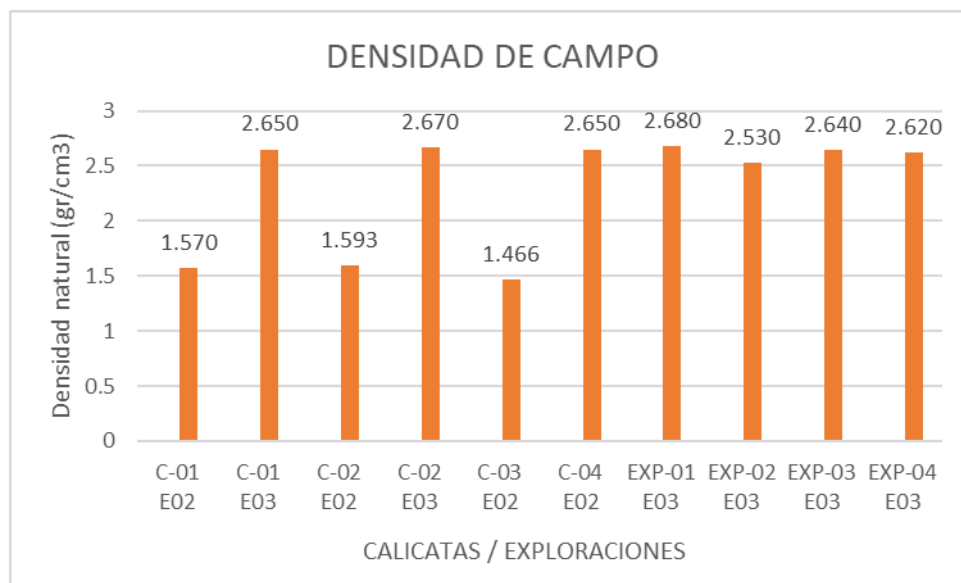


Gráfico 2. Resultados obtenidos del ensayo de densidad de campo.

En el gráfico 2, se observa los valores de las densidades de las distintas muestras extraídas de las exploraciones y calicatas las cuales serán usadas para el diseño de la estructura de estabilización.

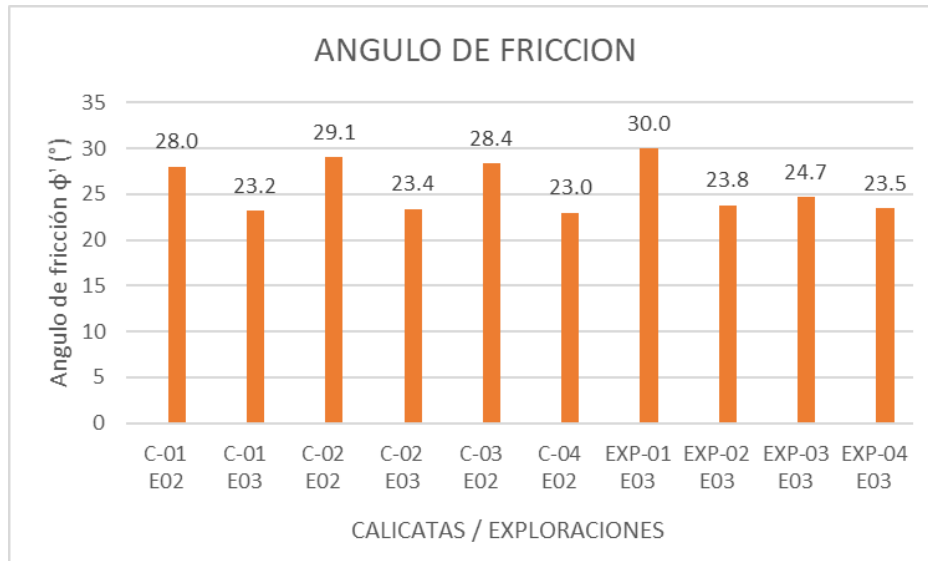


Gráfico 3. Resultados obtenidos del ensayo de corte directo.

En el gráfico 3, se observa los valores obtenidos del ángulo de fricción interna de las distintas muestras extraídas de las exploraciones y calicatas, las cuales fueron obtenidas a través del ensayo de corte directo, estos resultados serán usados para el diseño de la estructura de estabilización.

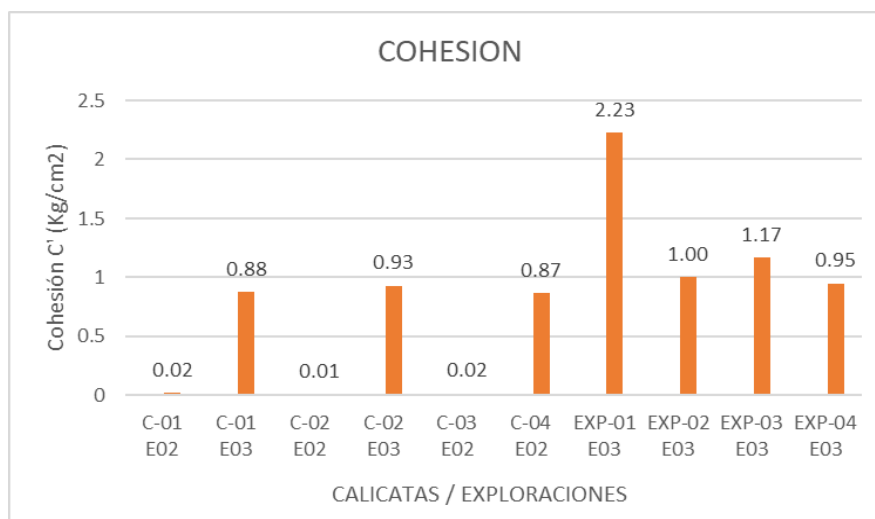


Gráfico 4. Resultados obtenidos de la cohesión.

En el grafico 4, se observa los valores obtenidos de la cohesión de las distintas muestras extraídas de las exploraciones y calicatas, las cuales fueron obtenidas a través del ensayo de corte directo, estos resultados serán usados para el diseño de la estructura de estabilización.

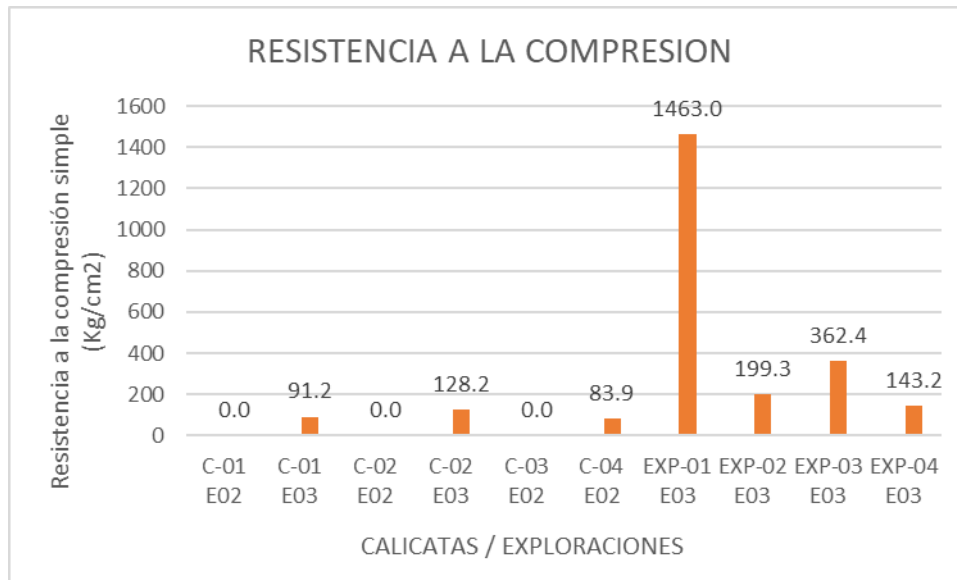


Gráfico 5. Resultados obtenidos del ensayo de corte directo.

En el grafico 5, se observa los valores de la resistencia a la compresión de las distintas muestras extraídas de las exploraciones y calicatas, las cuales fueron obtenidas a través del ensayo de corte directo, estos resultados serán usados para el diseño de la estructura de estabilización.

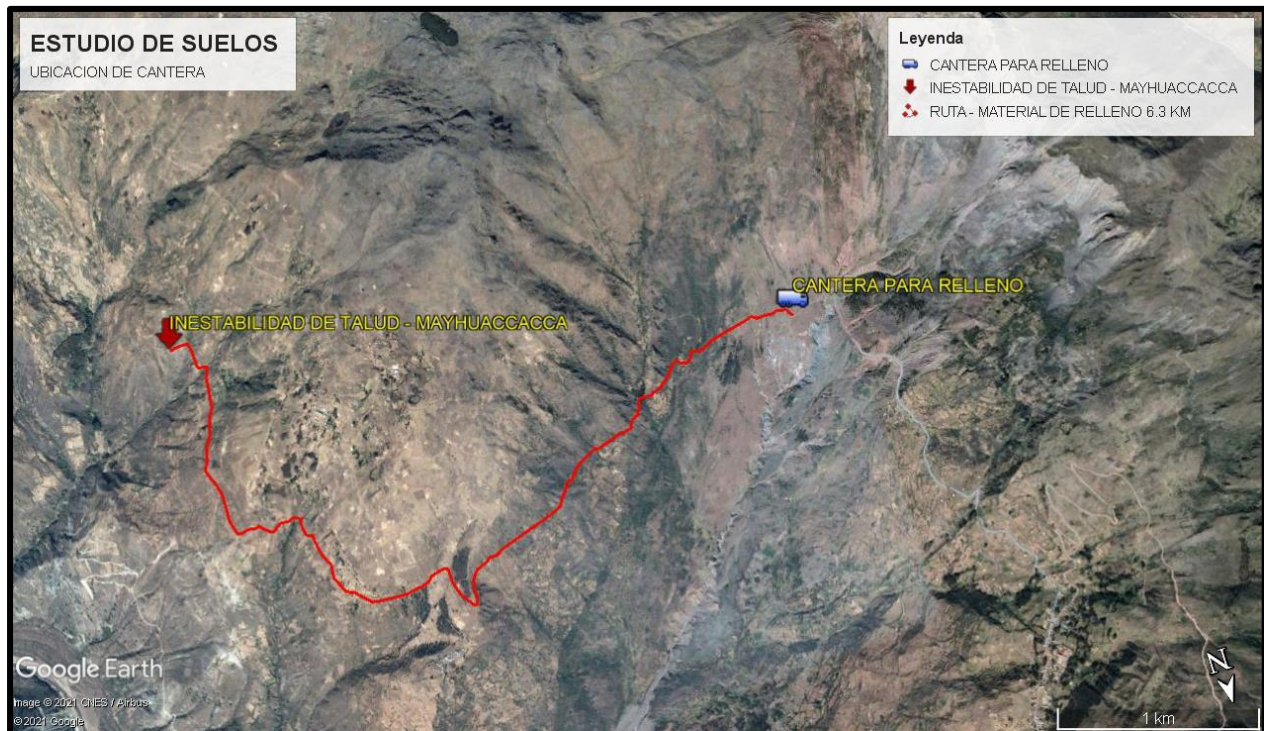
Para el cálculo de empujes de tierra en las paredes de los muros, se considerarán los siguientes parámetros en función a los ensayos realizados al material de préstamo correspondiente a la cantera Km. 27+520.

Tabla 6. Parámetros geotécnicos del material préstamo para relleno.

Ubicación	Estrato	Material	Angulo de fricción Interno (°)	Cohesión (Kg/cm <sup>2</sup> )	Peso Específico (Tn/m <sup>3</sup> )
CANTERA KM.27+520	Relleno de préstamo	SC (Arena Arcillosa con Grava)	33.2	0.04	1.93

Fuente: Elaboración propia

La cantera analizada para material de préstamo (Material Granular para relleno), es la cantera de KM. 27+520 ubicada en las coordenadas UTM WGS84 huso L zona 18 Este = 533836.34 m Norte = 8601302.48 m, que se encuentra a 6.30 Km aproximadamente del muro de suelo reforzado.



*Figura 16.* Ubicación de cantera (Material Granular para relleno)  
FUENTE: Elaboración Propia – Google Earth Pro

Respecto a la Napa freática, en la fecha de inspección, en todas las calicatas excavadas, no se encontró la capa freática.

### **Metodología de cálculo en el diseño de muro de suelo reforzado (Sistema Terramesh)**

Se adjudicarán todas las fórmulas y métodos con antelación explicados para ejemplificar su tenacidad; al mismo lapso, servirá de base para el proyecto que se va a desarrollar en la presente investigación.

### Datos técnicos - Terramesh:

- Cohesión [kN/m<sup>2</sup>] : 17.50
- Ángulo de Fricción [°] : 40.00
- Peso unitario – Natural [kN/m<sup>3</sup>] : 18.00
- Peso unitario – Saturado [kN/m<sup>3</sup>] : 18.00

### Datos técnicos - Relleno:

- Cohesión [kN/m<sup>2</sup>] : 4.00
- Ángulo de Fricción [°] : 33.20
- Peso unitario – Natural [kN/m<sup>3</sup>] : 19.30
- Peso unitario – Saturado [kN/m<sup>3</sup>] : 19.30

### Carga actuante:

- Carga actuante asumida sobre el terraplén:  $q = 2.0 \text{ tn/m}^2$

### Metodología de análisis

Para el análisis y diseño del muro de suelo reforzado con el sistema Terramesh se utilizó el programa MacStars® 2000, para el diseño de los muros de contención de concreto armado y contrafuerte se usaron los softwares Geo5 y CypeCad. Estos softwares nos permiten realizar los siguientes cálculos:

- Comprobación al deslizamiento
- Comprobación al volteo
- Comprobación de la capacidad portante
- Comprobación de estabilidad interna
- Comprobación de la estabilidad global

## Análisis Estático.

### Talud Reforzado con Muro Terramesh

Tabla 7. Resultados de los factores de seguridad del análisis estático – Muro Terramesh.

ANALISIS ESTATICO			
ABALISIS DEL FACTOR DE SEGURIDAD	MURO KM 33+740 H=10.00 m	MURO KM 33+800 H=10.00 m	MURO KM 33+860 H=7.50 m
<b>Verificación a la estabilidad global</b>	2.487	2.205	1.96
<b>Verificación a la estabilidad como muro a gravedad (inferior)</b>			
Verificación contra el vuelco	11.029	13.636	14.202
Verificación contra el deslizamiento	12.316	14.596	12.56
“Verificación de las presiones aplicadas en la fundación”	3.375	3.688	3.313
<b>Verificación a la estabilidad como muro a gravedad (superior)</b>			
Verificación contra el vuelco	15.997	16.008	19.253
Verificación contra el deslizamiento	45.245	45.281	47.802
“Verificación de las presiones aplicadas en la fundación”	4.688	4.438	4.313
<b>Verificación de estabilidad interna (Muro inferior)</b>	2.197	2.087	3.219
<b>Verificación de estabilidad interna (Muro superior)</b>	27.72	3.138	7.55

Fuente: Elaboración propia

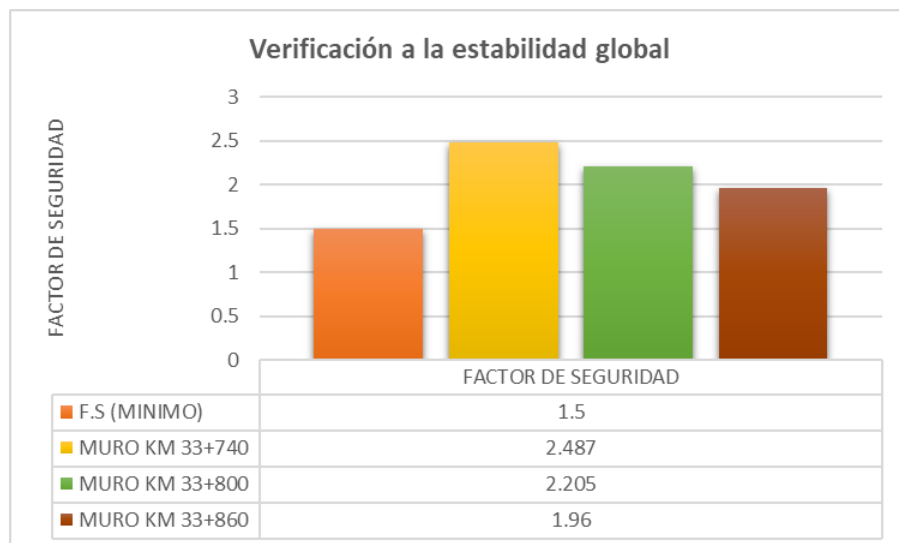


Gráfico 6. Resultados obtenidos de la verificación a la estabilidad global – análisis estático.

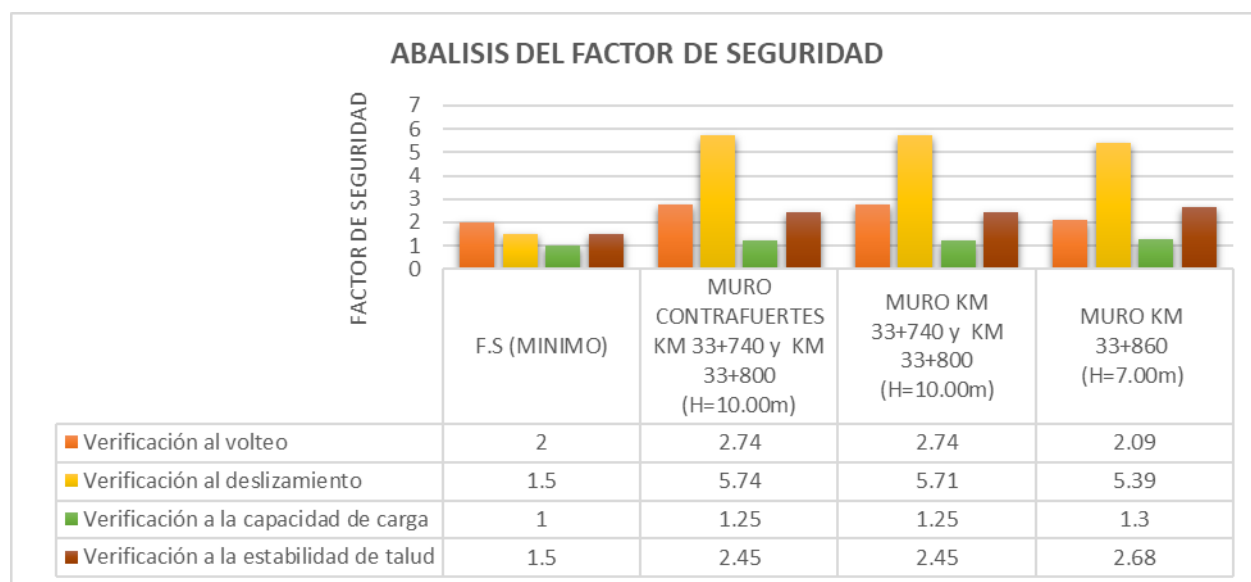
En el gráfico 6, se observa los valores del factor de seguridad para cada muro de suelo reforzado – Terramesh diseñado, superando el factor de seguridad mínima establecida en la norma CE.020 ESTABILIZACION DE SUELOS Y TALUDES.

### Muro De Concreto Armado

**Tabla 8.** Resultados de los factores de seguridad del análisis estático – Muro de concreto armado.

ANALISIS ESTATICO				
ABALISIS DEL FACTOR DE SEGURIDAD	F.S (MINIMO)	MURO CONTRAFUER TES KM 33+740 y KM 33+800 (H=10.00m)	MURO KM 33+740 y KM 33+800 (H=10.00 m)	MURO KM 33+860 (H=7.00 m)
Verificación al volteo	2	2.74	2.74	2.09
Verificación al deslizamiento	1.5	5.74	5.71	5.39
Verificación a la capacidad de carga	1	1.25	1.25	1.3
Verificación a la estabilidad de talud	1.5	2.45	2.45	2.68

Fuente: Elaboración propia



**Gráfico 7.** Resultados obtenidos de la verificación del muro – análisis estático.



En el grafico 7, se observa los valores del factor de seguridad para las distintas verificaciones de cada muro diseñado, superando el factor de seguridad mínima establecida en la norma CE.020 ESTABILIZACION DE SUELOS Y TALUDES.

### **Análisis Pseudo- Estático.**

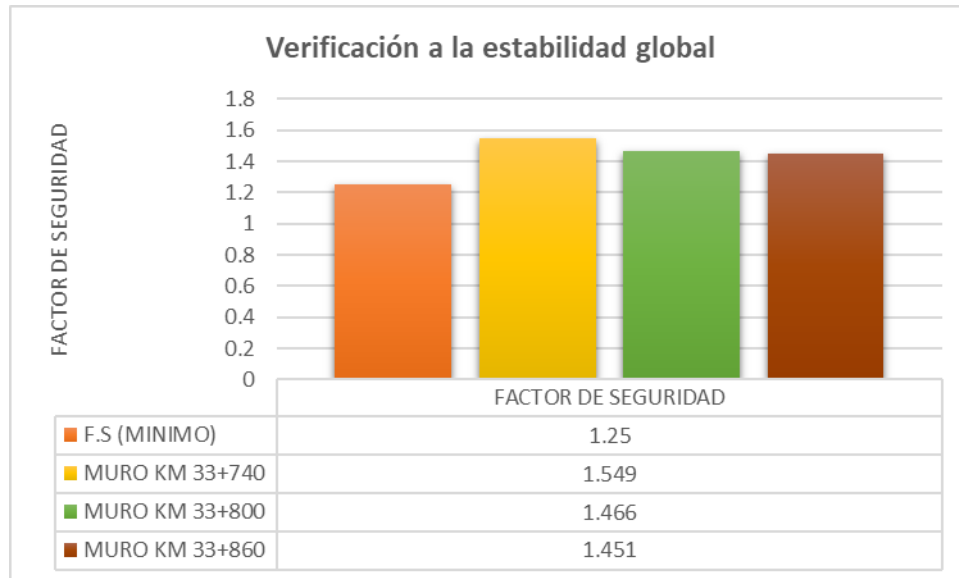
#### **Talud Reforzado con Muro Terramesh**

Para la prospección en condición pseudo - estática se considera que la masa involucrada en el defecto está sometida a una energía horizontal igual al peso de dicha masa multiplicado por un coeficiente sísmico, de tal forma que se toma en cuenta la huella de las fuerzas inerciales producidas por la casualidad sísmica de diseño. Para nuestro diseño se utilizó un coeficiente sísmico de 0,35 de acuerdo con la sismicidad de la zona.

**Tabla 9.** Resultados de los factores de seguridad del análisis pseudo estático – Muro de suelo reforzado Terramesh.

<b>ANALISIS PSEUDO ESTATICO</b>			
<b>ABALISIS DEL FACTOR DE SEGURIDAD</b>	<b>MURO KM 33+740 H=10.00 m</b>	<b>MURO KM 33+800 H=10.00 m</b>	<b>MURO KM 33+860 H=7.50 m</b>
<b>Verificación a la estabilidad global</b>	1.549	1.466	1.451
<b>Verificación a la estabilidad como muro a gravedad</b>			
Verificación contra el vuelco	1.813	1.835	2.157
Verificación contra el deslizamiento	4.028	4.146	5.328
“Verificación de las presiones aplicadas en la fundación”	0.309	0.371	0.625
<b>Verificación de estabilidad interna (Muro inferior)</b>	1.308	1.182	1.903
<b>Verificación de estabilidad interna (Muro superior)</b>	5.123	1.524	2.534

Fuente: Elaboración propia



*Gráfico 8.* Resultados obtenidos de la verificación a la estabilidad global – análisis pseudo estático.

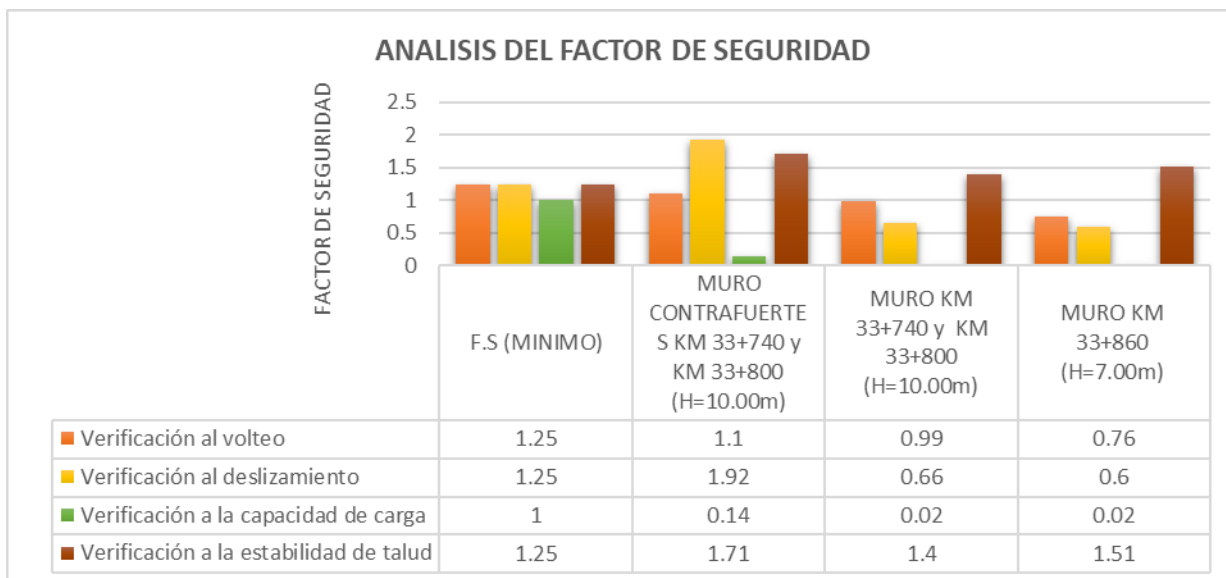
En el gráfico 8, se observa los valores del factor de seguridad para cada muro de suelo reforzado – Terramesh diseñado, superando el factor de seguridad mínima establecida en la norma CE.020 ESTABILIZACION DE SUELOS Y TALUDES.

### Muro De Concreto Armado

**Tabla 10.** Resultados de los factores de seguridad del análisis pseudo estático – Muro de suelo reforzado Terramesh.

ANALISIS PSEUDO ESTATICO				
ABALISIS DEL FACTOR DE SEGURIDAD	F.S (MINIMO)	MURO CONTRAFUERTE KM 33+740 y KM 33+800 (H=10.00m)	MURO KM 33+740 y KM 33+800 (H=10.00m)	MURO KM 33+860 (H=7.00m)
Verificación al volteo	1.25	1.1	0.99	0.76
Verificación al deslizamiento	1.25	1.92	0.66	0.6
Verificación a la capacidad de carga	1	0.14	0.02	0.02
Verificación a la estabilidad de talud	1.25	1.71	1.4	1.51

Fuente: Elaboración propia



*Gráfico 9.* Resultados obtenidos de la verificación del muro – análisis pseudo estático.

En el gráfico 9, se observa los valores del factor de seguridad para las distintas verificaciones de cada muro diseñado, los resultados están por debajo del factor de seguridad mínima establecida en la norma CE.020 ESTABILIZACION DE SUELOS Y TALUDES, por lo tanto, no cumplen con la filosofía de diseño.

A continuación, se presenta el resumen de los resultados obtenidos tras el diseño y verificación de la obra de estabilización:

**Tabla 11.** Resumen de los resultados de los factores de seguridad del análisis estático.

ANALISIS ESTATICO							
ANALISIS DEL FACTOR DE SEGURIDAD	F.S (MIN )	MURO EN VOLADIZO			MURO DE SUELOS REFORZADO - TERRAMESH		
		MURO CONTRAFUERTE KM 33+740 y KM 33+800 (H=10.00m )	MURO KM 33+740 y KM 33+800 (H=10.00 m)	MURO KM 33+860 (H=7.00m )	MURO KM 33+740 (H=10.00 m)	MURO KM 33+800 (H=10.00 m)	MURO KM 33+860 (H=7.00 m)
Verificación al volteo	2	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
Verificación al deslizamiento	1.5	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
Verificación a la capacidad de carga	1	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE

Verificación a la estabilidad de talud	1.5	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
--	-----	--------	--------	--------	--------	--------	--------

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 12.** Resumen de los resultados de los factores de seguridad del análisis pseudo estático.

ANÁLISIS PSEUDO ESTÁTICO							
ANÁLISIS DEL FACTOR DE SEGURIDAD	F. S (MIN)	MURO EN VOLADIZO			MURO DE SUELOS REFORZADO - TERRAMESH		
		MURO CONTRAFUERTE KM 33+740 y KM 33+800 (H=10.00m)	MURO KM 33+740 y KM 33+800 (H=10.00m)	MURO KM 33+860 (H=7.00m)	MURO KM 33+740 (H=10.00m)	MURO KM 33+800 (H=10.00m)	MURO KM 33+860 (H=7.00m)
Verificación al volteo	1.25	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
Verificación al deslizamiento	1.25	CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
Verificación a la capacidad de carga	1	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
Verificación a la estabilidad de talud	1.25	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE

Fuente: Elaboración propia

## V. DISCUSIÓN

En la discusión de este proyecto de investigación, hacemos hincapié a los resultados de los ensayos de investigaciones realizadas en el análisis de estabilidad de talud, se efectuará una comparación con los resultados de los ensayos, es para brindar un breve debate o comentario entre las comparaciones de ambos resultados de tesis.

Para determinar la condición de estabilidad inicial del talud, se realizó en análisis en base a los planos obtenidos del levantamiento topográfico, determinando los factores de seguridad en condiciones iniciales con el apoyo del software GEOSTUDIO-SLOPE/W, tomando las secciones más críticas, se analizó la sección en el km 33+740 donde el factor seguridad dio como resultado 1.059, en el km 33+800 el factor de seguridad resulto 0.955. Según Adán A. Prado, Juan R. Aguilar y Rinath J. Cruz (2020) obtuvieron factores de seguridad de 0.338 considerado extremadamente bajo, la diferencia entre los valores de seguridad depende de la topografía, características geotécnicas, nivel freático, ambos resultados están por debajo de lo estipulado en la norma CE.020 ESTABILIZACIÓN DE SUELOS. Y TALUDES donde nos indica que el valor mínimo será de 1.5, por lo cual se considera a los taludes como inestables, con riesgo a derrumbes, será necesario la construcción de obras de contención para lograr la estabilidad de talud y así lograr seguridad vial y serviciabilidad en el tramo de la carretera que se analiza.

Se Determino las características geotécnicas y geológicas para plantear el sistema Terramesh en el control de estabilidad de talud, se realizó las exploraciones geotécnicas y calicatas necesarias (04 calicatas y 04 exploraciones), para la obtención de muestras las cuales abarcaron el área de influencia directa de la zona de análisis, teniendo en cuenta los resultados del laboratorio de suelos y las recomendaciones del especialista, se obtuvieron los parámetros geotécnicos para el diseño de los muros, en el diseño del muro de suelo reforzado Terramesh de altura 10.00 m ubicada en el km 33+740 para el terreno de fundación del muro se tiene una cohesión de 85.32 KN/m<sup>2</sup>, Angulo de fricción de 23.00°, peso unitario de 25.99 KN/m<sup>3</sup>; para el material granular de relleno se tiene una cohesión de 4.00 KN/m<sup>2</sup>, Angulo de fricción de 33.20°, peso unitario de 19.30

KN/m<sup>3</sup>; para el material de relleno en la malla terramesh se tiene una cohesión de 17.50 KN/m<sup>2</sup>, Angulo de fricción de 40.00°, peso unitario de 18.00 KN/m<sup>3</sup>; para el diseño del muro de suelo reforzado Terramesh de altura 10.00 m ubicada en el km 33+800 para el terreno de fundación del muro se tiene una cohesión de 91.20 KN/m<sup>2</sup>, Angulo de fricción de 23.40°, peso unitario de 26.18 KN/m<sup>3</sup>; para el material granular de relleno se tiene una cohesión de 4.00 KN/m<sup>2</sup>, Angulo de fricción de 33.20°, peso unitario de 19.30 KN/m<sup>3</sup>; para el material de relleno en la malla terramesh se tiene una cohesión de 17.50 KN/m<sup>2</sup>, Angulo de fricción de 40.00°, peso unitario de 18.00 KN/m<sup>3</sup>; para el diseño del muro de suelo reforzado Terramesh de altura 7.50 m ubicada en el km 33+860 para el terreno de fundación del muro se tiene una cohesión de 86.30 KN/m<sup>2</sup>, Angulo de fricción de 23.20°, peso unitario de 25.98 KN/m<sup>3</sup>; para el material granular de relleno se tiene una cohesión de 4.00 KN/m<sup>2</sup>, Angulo de fricción de 33.20°, peso unitario de 19.30 KN/m<sup>3</sup>; para el material de relleno en la malla terramesh se tiene una cohesión de 17.50 KN/m<sup>2</sup>, Angulo de fricción de 40.00°, peso unitario de 18.00 KN/m<sup>3</sup>; se tiene una capa de grava mal graduada con arcilla en la cual los parámetros geotécnicos no favorecen para la cimentación del muro, Hernández Sánchez, Jazmín María de los Dolores, Fernández Reynoso, Demetrio S., Martínez Menez, Mario R., Figueroa Sandoval, Benjamín, Rubio Granados, Erasmo, García Rodríguez, José Luis (2019) demostraron que debido a los cambios en el uso de los suelos, teniendo en cuenta la topografía y geomorfología, debido al aumento en el escurrimientos que influye en el aumento de formación de cárcavas sobre los terrenos agrícolas, como consecuencia se tiene la pérdida de fertilidad del suelo y reducción del espesor del terreno agrícola. “Se identifico las características topográficas y propiedades físico-mecánicas del suelo que inciden en el avance lateral de las cárcavas (AV), mediante análisis de componentes principales (ACP) y regresión lineal múltiple (RLM).” El AV está relacionado por la presencia de limos y arcillas en la superficie del suelo (cresta), que, ya que estos son susceptibles ante procesos de humedecimiento y secado, lo cual genera la formación de grietas y la disgregación del material de talud, ocasionando la disminución de su resistencia a la erosión y causando erosión remontante e inestabilidad en los taludes de las cárcavas, por lo cual el material de grava en el sector de análisis en la presente investigación se asemeja a las características del suelo que sufre daños de erosión, esto se evidencia in

situ, el cual sería un factor en la inestabilidad de talud de la zona.

Con el uso del software Macstar2000 se obtuvo de los factores de seguridad y las superficies de falla mediante el método bishop, se realizó en análisis estático dando como resultado lo siguiente, para el muro de suelo reforzado terramesh de altura 10.00 m ubicada en el km 33+740 , se obtuvo en la verificación de la estabilidad global un factor de seguridad de 2.487, para la verificación contra el vuelco un factor de seguridad de 11.029, para la verificación contra el deslizamiento un factor de seguridad de 12.316, para la verificación de las presiones aplicadas en la fundación un factor de seguridad de 3.375, para la verificación de estabilidad interna un factor de seguridad de 2.197; para el muro de suelo reforzado terramesh de altura 10.00 m ubicada en el km 33+800 , se obtuvo en la verificación de la estabilidad global un factor de seguridad de 2.205, para la verificación contra el vuelco un factor de seguridad de 13.636, para la verificación contra el deslizamiento un factor de seguridad de 14.596, para la verificación de las presiones aplicadas en la fundación un factor de seguridad de 3.688, para la verificación de estabilidad interna un factor de seguridad de 2.087; para el muro de suelo reforzado terramesh de altura 7.50 m ubicada en el km 33+860 , se obtuvo en la verificación de la estabilidad global un factor de seguridad de 1.96, para la verificación contra el vuelco un factor de seguridad de 14.202, para la verificación contra el deslizamiento un factor de seguridad de 12.560, para la verificación de las presiones aplicadas en la fundación un factor de seguridad de 3.313, para la verificación de estabilidad interna un factor de seguridad de 3.219; para el análisis pseudo estático se obtuvo los siguientes resultados, para el muro de suelo reforzado terramesh de altura 10.00 m ubicada en el km 33+740 , se obtuvo en la verificación de la estabilidad global un factor de seguridad de 1.549, para la verificación contra el vuelco un factor de seguridad de 1.813, para la verificación contra el deslizamiento un factor de seguridad de 4.028, para la verificación de las presiones aplicadas en la fundación un factor de seguridad de 0.309, para la verificación de estabilidad interna un factor de seguridad de 1.308; para el muro de suelo reforzado terramesh de altura 10.00 m ubicada en el km 33+800 , se obtuvo en la verificación de la estabilidad global un factor de seguridad de 1.466, para la verificación contra el vuelco un factor de seguridad de 1.835, para la verificación contra el deslizamiento un factor de

seguridad de 4.146, para la verificación de las presiones aplicadas en la fundación un factor de seguridad de 0.371, para la verificación de estabilidad interna un factor de seguridad de 1.182; para el muro de suelo reforzado terramesh de altura 7.50 m ubicada en el km 33+860 , se obtuvo en la verificación de la estabilidad global un factor de seguridad de 1.451, para la verificación contra el vuelco un factor de seguridad de 2.157, para la verificación contra el deslizamiento un factor de seguridad de 5.328, para la verificación de las presiones aplicadas en la fundación un factor de seguridad de 0.625, para la verificación de estabilidad interna un factor de seguridad de 1.903; logrando alcanzar y superar el valor mínimo de 1.5 para un análisis estático y 1.25 para un pseudo - estático, de acuerdo a lo especificado por la norma técnica CE.020 del RNE, estos resultados son similares a los obtenidos Cerna y Villena (2020) realizaron la estabilidad de los taludes usando Geomallas Uniaxiales, donde El reforzamiento con geomallas y anclajes en los taludes inestables analizados tanto estática como pseudo estáticamente, generaron un factor de seguridad de 1.976; 2.060; 2.115; 2.001; 2.021; 2.005; 1.946 y de 1.401; 1.445; 1.446; 1.490; 1.470; 1.463; 1.435 respectivamente.

se realizó en diseño de muros de contención de concreto armado donde se obtuvo los factores de seguridad en los distintos escenarios, se demostró que para el análisis pseudo estático no cumplen con los factores mínimos, por lo cual el diseño de muro de concreto armado en voladizo y con contrafuertes es descartada como una alternativa de solución para lograr controlar la estabilidad de talud en la zona de Mayhuaccacca, Ruben Louredes Salazar Izquierdo (2019), realizó una comparación con diferentes alternativas como la construcción de muros de concreto armado para la instalación de una chancadora primaria subterránea y el montaje de una estructura de acero” pre – dimensionado, existen muchas alternativas de solución como estructuras de concreto armado, estructuras de acero pre - dimensionado, muros pantalla de concreto armado con anclas pasivas y los muros de suelo reforzado, para la presente investigación no se realizó una comparación técnico económico debido a que las otras estructuras propuestas no cumplen con los requisitos mínimo estipulados en la norma CE.020 Estabilización De Suelos Y Taludes.



## VI. CONCLUSIONES

1. Concluimos que el talud en el sector Mayhuaccacca es inestable ya que los factores de seguridad obtenidos en el análisis están por debajo de lo establecido en la norma, se concluye que la causa de inestabilidad de talud es por la estratificación del suelo en la zona de estudio, así como por la pendiente topográfica accidentada que presenta.
2. En vista de ello se presenta la propuesta de estabilizar el talud, con el sistema terramesh que garantizara el reforzamiento del suelo mediante incorporación de fuerzas resistentes.
3. También llegamos a la conclusión que las características geotécnicas y geológicas tras un análisis de los estratos de suelos correspondientes a las 9 calicatas distribuidas parcialmente por la superficie del sector de estudio son compatibles y/o idóneos para plantear el sistema Terramesh en el control de estabilidad de talud en la zona de Mayhuaccacca – Andabamba – Acobamba – Huancavelica 2021.
4. Mediante el uso del software Macstar2000 se obtuvo los factores de seguridad y las superficies de falla en el análisis estático y pseudo estático, se concluye que es un programa potente y versátil para el análisis de estabilidad de talud en los distintos escenarios.
5. Existen varias formas y/o métodos de estabilidad de taludes, optamos por introducir fuerzas resistentes, elegimos el Sistema Terramesh debido que el sistema es recomendado para alturas considerables, teniendo ventajas en el proceso constructivo frente a otros sistemas de estabilización, demostrando que cumple con todos los factores de seguridad en el análisis estático y pseudo estático a diferencia de otras alternativas analizadas.

## **VII. RECOMENDACIONES**

Es recomendable que se uniformice los diseños de los muros Terramesh en función a las alturas, ya que en un análisis y diseño se tendrá más de una sección crítica, esto facilitara el proceso constructivo evitando errores y confusiones durante la etapa de ejecución.

Cuan existe inestabilidad de talud por lo general se evalúa varias secciones dentro de la zona de estudio, las cuales pueden tener variaciones considerables respecto a su geometría o composición del material del terreno de fundación, tras la realización de un análisis con el software MacStars 2000 se podrá obtener los diseños de los muros de suelos reforzados, los cuales podrían tener variaciones considerables en cuanto a la altura y/o base del muro, se recomienda que los diseños sean uniformes en caso de que la variación no sea considerable para facilitar el proceso constructivo.

Se recomienda realizar la verificación los parámetros de los suelos proporcionados en la etapa de diseño, para evitar posibles errores durante el proceso constructivo y comprometer el análisis de estabilidad global debido a variaciones en los parámetros geotécnicos de los suelos o presencia de nivel freático.

Para tener un mejor análisis y toma de decisiones respecto al planteamiento de una estructura de contención respecto al aspecto económico, es recomendable realizar un análisis comparativo de costos entre varias propuestas, en caso de variación considerable en la altura del muro.

Finalmente se recomienda estudiar profundamente el Norma CE 020 Estabilización De Suelos Y Taludes, el Manual de Ensayo de Materiales (2016) y Manual de Carreteras Suelo, Geología, Geotecnia y Pavimentos para evaluar y realizar el correcto procedimiento con los ensayos de Estudios de Suelos de las Propiedades Físicas, Mecánicas y Capacidad portante del suelo.

## Referencias

**MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES – DIRECCIÓN GENERAL DE CAMINOS. 2013.** *Especificaciones Técnicas Generales para Construcción de Carreteras*. Perú : MTC, 2013. 1282.

*"Inestabilidad de laderas. Influencia de la actividad humana"*. **Cuanalo, O A, A O Oliva y R Gallardo. 2011.** s.l. : Elementos, 2011, Vol. 84.

*A Review of Current Methods for Slope Stability Evaluation. Electronic Journal of Geotechnical Engineering.* **POURKHOSRAVANI y A. - KALANTARI, B. 2011.** 2011, Vol. 16.

**AASHTO-LRFD. 2014.** American association of state highway and transportation officials - Load and Resistance Factor Desing. En: SPECIFICATIONS. Washington : Ed. Washington, 2014.

*ANALYSIS OF SLOPE STABILITY . HARABINOVÁ, Slávka, y otros. 2021.* 1, s.l. : Civil and Environmental Engineering , 2021, Vol. 0. 10.2478/cee-2021-0020 .

**BUILDING., ASOCIACIÓN DE CARRETERAS DEL JAPÓN - MASONIC 39 MORI. 1984.** *Manual de Protección de Taludes*. Japón : s.n., 1984.

**Carrera, Lizbeth Alexandra Quelal. 2019.** *Análisis de estabilidad de taludes al noroccidente de Quito en el tramo Tulipe – El Porvenir. E:1: 2000. - Trabajo de titulación, modalidad Proyecto de Investigación para la obtención del Título de Ingeniera en Geología .* ECUADOR : UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR, 2019.

**Cerna de la Cruz, Alex Elvis y Villena Diaz, José Bernardo. 2020.** *Análisis de la estabilidad de taludes reforzados con geosintéticos entre el tramo Curgos - Yanazara, distrito de Curgos – La Libertad - TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL.* TRUJILLO, PERU : UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO, 2020.

**COMUNICACIONES, MINISTERIO DE TRANSPORTES Y. 2016.** *Manual de Ensayos de Materiales. .* Perú : MTC, 2016.

*Cut slope protection using reinforcing elements.* **HARABINOVÁ, S., y otros. 2020.** s.l. : AIP Conference Proceedings of ICNAAM 2020 (in print), 2020.

**DAS, Braha M. 2014.** *Fundamento de ingeniería geotécnica.* Santa Fe : Cengage Learning Editores, S. A., 2014. 9786075193724.

*Dirección de Geotecnia. Geodinámica e Ingeniería Geológica, mapas de Zonificación de Riesgos Fisiográficos y Climatológicos del Perú. 1997.* **INSTITUTO GEOLÓGICO, MINERO Y METALÚRGICO (INGEMMET). 2018.** 17, s.l. : INGEMMET, 2018.

**Duncan, J.M., Wright, S.G. 2005.** *Soil Strength and Slope Stability*. s.l. : John Wiley & Sons, 2005.

*Estabilidad de Taludes: Conceptos Básicos, parámetros de Diseño y Métodos de Cálculo.* **Sanz, Ricardo Valiente, Martí, Salvador Sobrecases y Orrego., Aníbal Díaz. 2015.** Nº 7, s.l. : Revista CIVILIZATE, 2015.

*Evaluación de estabilidad en taludes del yacimiento Castellano mediante el cálculo del factor de seguridad.* **Mucuta-Lito, Helder Vemba, Cartaya-Pires, Maday y Watson-Quesada, Roberto L. 2020.** 4, s.l. : Minería y Geología - Instituto Superior Minero Metalúrgico de Moa 'Dr Antonio Nuñez Jiménez', Cuba, 2020, Vol. 36. ISSN: 1993-8012.

*Evaluación de la estabilidad de taludes en cárcavas, Huasca de Ocampo, Hidalgo, México.* **Hernández Sánchez, Jazmín María de los Dolores, y otros. 2019.** 3, MEXICO : Terra Latinoamericana, 2019, Vol. 37. 10.28940/terra.v37i3.468.

*EVALUACIÓN DEL FACTOR DE SEGURIDAD EN TALUDES DE TERRAPLENES CARRETEROS ALTOS ANTE CARGA SÍSMICA.* **Milena Mesa Lavista, José Álvarez Pérez, y Jorge H. Chávez Gómez. 2020.** 1 -17, s.l. : Revista de Ingeniería Sísmica, 2020, Vol. 103. ISSN-e 2395-8251 .

*EVALUACIÓN DEL RIESGO ASOCIADO A VULNERABILIDAD FÍSICA POR TALUDES Y LADERAS INESTABLES EN LA MICROCUENCA CAY, IBAGUÉ, TOLIMA, COLOMBIA.* **Hernández Atencia, Yelena y Ramírez Arcila, Hildebrando. 2016.** 2, Bogotá, Colombia : Ciencia e Ingeniería Neogranadina, , 2016, Vol. 26. ISSN: 0124-8170.

**FHWA-NHI-11-032. 2011.** Federal highway administration. . *LRFD Seismic analysis and design of transportation geotechnical features and structural foundations.* Washington : s.n., 2011.

**González, Adan Alberto Prado, Guevara, Juan Ramón Aguilar y Talavera, Rinath José Cruz. 2020.** *ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DE TALUD DE LA CARRETERA NIC.7 EN EL KM 176, MUNICIPIO DE SANTO TOMAS, DEL DEPARTAMENTO DE CHONTALES. - SEMINARIO DE GRADUACIÓN PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERO GEÓLOGO.* NICARAGUA : UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMAS DE NICARAGUA, 2020.

**Hernández Sampieri, Roberto, Fernández Collado, Carlos y Baptista Lucio, Pilar. 2014.** *METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION.* sexta . México : McGRAW-HILL / INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V., 2014.

—. **2014.** *METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION.* México : McGRAW-HILL / INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V., 2014.

**IZQUIERDO, RUBÉN LOUREDES SALAZAR. 2019.** *ANÁLISIS ECONÓMICO DEL DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE MUROS DE SUELO REFORZADO COMO BASE DE INSTALACIÓN DE UNA CHANCADORA PRIMARIA SEMI – MÓVIL* - Trabajo de investigación para optar el grado académico de Magíster en Regulación, Gestión y Economía Minera. LIMA, PERÚ : PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ - ESCUELA DE POSGRADO, 2019.

**LÓPEZ, Francisco. 2005.** *Fundamentos de polímeros*. Mérida : Smart Service C.A., 2005.

**LTDA, MACCAFERRI DO BRASIL. 2004.** *COMO COLOCAR TERRAMESH SYSTEM*. BRASIL : MACCAFERRI, 2004. F004 E - 06/04.

**Matteis, Alvaro F. de. 2003.** *Geología y Geotecnia*. Rosario : Universidad Nacional De Rosario - Facultad De Cs. Exactas, Ingeniería y Agrimensura, 2003. Pág. 03.

**MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES. 2014.** *Manual de Carreteras – Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos*. Perú : MTC, 2014.

*Modelling of ensuring slope stability*. S., **HARABINOVÁ y PANULINOVÁ, E. 2020.** s.l. : MATEC Web, 2020.

**MTC. 2018.** *Glosario de Términos de uso frecuente en proyectos de infraestructura vial. Glosario de Términos*. Lima - Perú : Diario Oficial El Peruano, 2018.

**Pendin, V. V., Fomenko, I. K. 2015.** *Methodology of andslide Hazard Estimation and Prediction*. RUSIA : Moscow: Leonand, 2015.

**QUINTERO, ALEJANDRA SANJUAN. 2017.** *APOYO TÉCNICO EN EL ANÁLISIS DE ESTABILIDAD GEOTÉCNICA DE LADERAS, TALUDES, TERRAZAS Y ESTRUCTURAS DE CONTENCIÓN EN PROYECTOS DE DESARROLLO HABITACIONAL, EN TIJUANA, BAJA CALIFORNIA, MÉXICO* - Trabajo de Grado para Optar el Título de Ingeniero Civil. OCAÑA, COLOMBIA : UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA , 2017. 172145 .

**REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES. 2015.** *CE 0.20 ESTABILIDAD DE SUELOS Y TALUD*. Perú : MACRO, 2015.

*Responses of reinforced soil retaining walls subjected to horizontal and vertical seismic loadings* . **Cheng Fan, Huabei Liu, Jianzhou Cao, Azada I. Ling. 2019.** s.l. : Soil Dynamics and Earthquake Engineering , 2019, Vol. 129. 105969.

**RNE NORMA TÉCNICA E.030. 2016.** *“Diseño Sismorresistente”*. PERÚ : Reglamento Nacional de Edificaciones, 2016.

*Rock slope stability analysis using Slope Stability Rating (SSR) method.* **M U Botjing, N R Janat, T Hilmansyah, Asrafil, and Z Saing. 2020.** s.l. : Journal of Physics: Conference Series, 2020, Vol. 1517. 10.1088/1742-6596/1517/1/012040.

**Roland, Espinoza Sánchez. 2018.** *Sistemas de estabilización de talud y análisis de costos del km 90+000 al 100+000 de la carretera Huancayo - Huancavelica, 2018.* Lima : Repositorio UCV, 2018.

*Seismic rotational stability analysis of reinforced soil retaining walls.* **Peng Xu, Kianoosh Hatami, Guanlu Jiang. 2020.** s.l. : Computers and Geotechnics, 2020, Vol. 118. DOI/103297.

*Stability analysis of embankments and slopes.* **SARMA, S. K. 1979.** s.l. : Journal of the Geotechnical Engineering Division ASCE, 1979, Vol. 105.

*Static structural behavior of geogrid reinforced soil retaining walls with a deformation buffer zone.* **He Wang, Guangqing Yang, Zhijie Wang, Weichao Liu. 2019.** Pages 374-379, s.l. : Geotextiles and Geomembranes, 2019, Vol. 48.

*The influence of fracture model on rock slopes stability assessment .* **Oleg Zerkal, Igor Fomenko, Daria Shubina, Denis Gorobtsov. 2020.** COLOMBIA : INTERNATIONAL SOCIETY FOR SOIL MECHANICS AND GEOTECHNICAL ENGINEERING, 2020, Vol. 13.

**Torres Ríos, Lincoln. 2019.** *Estabilidad de Taludes para mejorar la transitabilidad y seguridad en los tramos críticos de la carretera Montesecco, Distrito Catache. .* CHICLAYO – PERÚ : UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO, 2019.

# **ANEXOS**

**ANEXO 1: MATRIZ DE CONSISTENCIA**

Título: PROPUESTA DE ESTABILIZACION DE TALUD INCORPORANDO EL SISTEMA TERRAMESH EN LA ZONA MAYHUACCACCA HUANCVELICA 2021							
Autor: Br. SIERRALTA ENRIQUE, AYERTON GERMAN							
Problema	Objetivos	Hipótesis	VARIABLES		Dimensiones	Indicadores	Instrumentos
Problema General	Objetivo General	Hipótesis General	VARIABLES		Dimensiones	Indicadores	Instrumentos
¿Cómo estabilizar el talud incorporando muro de suelo reforzado tipo terramesh en la zona de Mayhuaccacca – Andabamba – Acobamba – Huancavelica 2021?	Estabilizar los taludes de un terraplén mediante la incorporación de muro de suelo reforzado tipo terramesh en la zona de Mayhuaccacca 2021.	Se estabilizará los taludes incorporando fuerzas resistentes mediante la aplicación de un muro de suelo reforzado tipo terramesh en la zona de Mayhuaccacca 2021.	INDEPENDIENTE	ESTABILIDAD DE TALUD	Estabilidad de talud	Parámetros geotécnicos	Recopilación de información geotécnica
					Muro de suelo reforzado	Criterios de Calculo y Diseño	Aplicación y uso de Software MACSTAR
Problemas Específicos:	Objetivos específicos:	Hipótesis específicas:	VARIABLES		Dimensiones	Indicadores	Instrumentos
¿Cuál es la condición de estabilidad inicial en la zona de Mayhuaccacca – Andabamba – Acobamba – Huancavelica 2021?	Determinar la condición de estabilidad inicial del talud en la zona de Mayhuaccacca 2021.	La condición de estabilidad inicial del talud necesita medidas de contención en la zona de Mayhuaccacca 2021.	DEPENDIENTE	TRANSITABILIDAD Y SEGURIDAD	Análisis de estabilidad de talud	Factor de seguridad	Uso de Software



			DEPENDIENTE	TRANSITABILIDAD Y SEGURIDAD			
¿Cuáles son las características geotécnicas y geológicas para plantear el sistema Terramesh en el control de estabilidad de talud en la zona de Mayhuaccacca – Andabamba – Acobamba – Huancavelica 2021?	Determinar las características geotécnicas y geológicas para plantear el sistema Terramesh en el control de estabilidad de talud en la zona de Mayhuaccacca 2021.	Las características geotécnicas y geológicas favorecen para plantear el sistema Terramesh en el control de estabilidad de talud en la zona de Mayhuaccacca – Andabamba – Acobamba – Huancavelica 2021			características geotécnicas y geológicas	Ensayos de Suelos	Instrumentos para EMS.
¿Los datos obtenidos con el software MacStar2000 determinan los factores de seguridad?	Mostrar el uso del software Macstar2000 para la obtención de los factores de seguridad	Mediante el uso del software MacStars 2000 se obtendrán los factores de seguridad			factores de seguridad	Diseño de Muro	Uso de Software Macstar200
¿Los datos obtenidos con el software MacStar2000 determinan la superficie de falla?	Mostrar el uso del software Macstar2000 para la obtención de las superficies de falla	Mediante el uso del software MacStars 2000 se obtendrán las superficies de falla			superficie de falla	Diseño de Muro	Uso de Software Macstar200

<p>¿Será el sistema terramesh el más idóneo para lograr controlar la estabilidad de talud en la zona de Mayhuaccacca – Andabamba – Acobamba – Huancavelica 2021?</p>	<p>Comparar y demostrar que el sistema terramesh es la mejor propuesta para lograr controlar la estabilidad de talud en la zona de Mayhuaccacca – Andabamba – Acobamba – Huancavelica 2021</p>	<p>El sistema Terramesh es la mejor alternativa de solución para lograr controlar la estabilidad de talud en la zona de Mayhuaccacca – Andabamba – Acobamba – Huancavelica 2021</p>			<p>Verificación de los factores de seguridad por tipo Sistemas de estabilidad de talud</p>	<p>Muro de concreto armado contrafuerte - Muro de concreto armado - Muro de suelo estabilizado</p>	<p>Uso de Software para el diseño</p>
--	--	---	--	--	--	--	---------------------------------------

**ANEXO 2: MATRIZ DE OPERACIONALIZACION DE LA VARIABLE**

Título: PROPUESTA DE ESTABILIZACION DE TALUD INCORPORANDO EL SISTEMA TERRAMESH EN LA ZONA MAYHUACCACCA HUANCVELICA 2021

Autor: Br. SIERRALTA ENRIQUE, AYERTON GERMAN

VARIABLE	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA	METODOLOGIA
ESTABILIDAD DE TALUDES	CIVILIZATE (2015 PAG1) Se califica el estudio de la Estabilidad de taludes donde se abordan fenómenos de esta último o de rotura de masas de suelo. El agente externo responsable de la inestabilidad es una fuerza de masa, el peso y eventualmente, los efectos de filtración, a los cuales hay que añadir otros factores como las sobrecargas (estáticas/dinámicas).	En la estabilidad de taludes se tomará en cuenta los estudios preliminares e identificar los tipos de falla que se podrían producir en los taludes y realizar el cálculo de estabilidad de taludes mediante el método de equilibrio limite, siendo este un proceso importante para verificar la estabilidad y el comportamiento de un talud	Estudios preliminares	Topografía	Nominal	La investigación es de método Cualitativa. El tipo de La investigación es aplicada. Tiene un nivel de investigación descriptiva y explicativa, el diseño de la investigación es no experimental
				Hidrología		
				Mecánica de suelos		
			Tipos de falla	Falla por deslizamiento superficial		
				Falla por deslizamiento rotacional		
				Falla local		
				Falla por flujo		
				Falla por licuación		
			Cálculo de factor de seguridad	Fallas múltiples		
				Equilibrio limite (FS)		

VARIABLE	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA	METODOLOGIA
TRANSITABILIDAD Y SEGURIDAD	Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2013, pág. 48) define transitabilidad como el nivel de servicio de la infraestructura vial que asegura un estado tal que la misma permite un flujo vehicular regular durante un determinado periodo y seguridad como un conjunto de acciones orientadas a prevenir o evitar los riesgos de accidentes de los usuarios de las vías y reducir los impactos sociales negativos por causa de la accidentalidad.	El termino transitabilidad y seguridad en carreteras acompañadas de taludes, se entiende como la importancia de mejorar la serviciabilidad vial a través de sistemas de estabilización de taludes por lo tanto se realizará el diseño del sistema de estabilización complementarios para garantizar la seguridad vial y así mejorar el acceso a los servicios de educación, salud y promover el comercio.	características geotécnicas y geológicas	Ensayos de Suelos	Nominal	La investigación es de método Cualitativa. El tipo de La investigación es aplicada. Tiene un nivel de investigación descriptiva y explicativa, el diseño de la investigación es no experimental
			factores de seguridad	Diseño del sistema de estabilización		
			superficie de falla	Diseño del sistema de estabilización		
			Verificación de los factores de seguridad por tipo Sistemas de estabilidad de talud	Diseño del sistema de estabilización: • Muro de suelo reforzado • Muro de concreto armado • Muro de concreto armado con contrafuerte		
				Abatimiento de la pendiente del talud		
				Construcción de banquetas		
				Drenaje		

ANEXO 3: INSTRUMENTO DE RECOLECCION DE DATOS

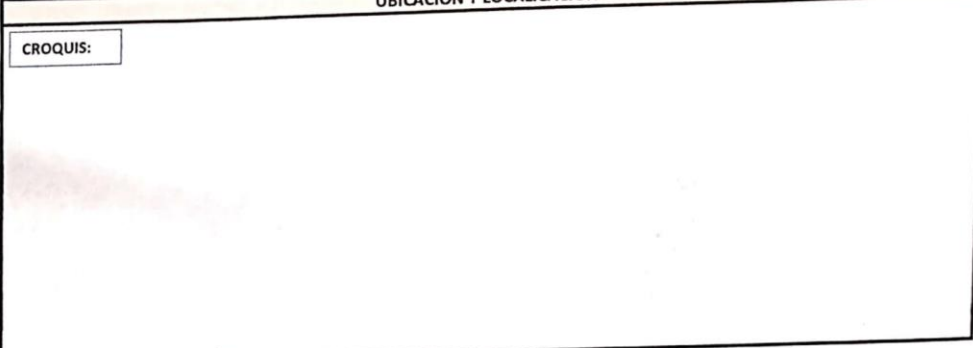
**FICHA DE INVENTARIO DE TALUDES**

TESIS : Propuesta de estabilización de talud incorporando el sistema Terramesh en la zona Mayhuaccacca  
Huancavelica 2021.

FECHA : \_\_\_\_\_ Nº: \_\_\_\_\_  
RESPONSABLE: \_\_\_\_\_ CODIGO: \_\_\_\_\_

**UBICACIÓN Y LOCALICACION**

CROQUIS:



ITINERARIO: \_\_\_\_\_ TIPO DE TALUD:  NATURAL  
TRAMO: \_\_\_\_\_  ARTIFICIAL  
P.L. PROXIMO: \_\_\_\_\_

**CARACTERISTICAS GEOMETRICAS**

UBICACIÓN: MARGEN DERECHA  MARGEN IZQUIERDA

LONGITUD : \_\_\_\_\_

ALTURA : \_\_\_\_\_

PENDIENTE : \_\_\_\_\_

ESTADO : \_\_\_\_\_

**CARACTERISTICAS DEL TALUD**

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**OBSERVACIONES, RECOMENDACIONES Y/O COMENTARIOS**

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

VALIDEZ:

\_\_\_\_\_

WILFREDO CARDENAS LEYVA  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. 64362

BALBUENA GARRON  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP N° 143138

MAXIMILIANO MICROTTE ARIAS  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP. N° 132454

Escaneado con CamScanner

# FICHA PARA LA CLASIFICACION DE SUELOS

Proyecto \_\_\_\_\_  
 Solicitante \_\_\_\_\_  
 Calicata \_\_\_\_\_  
 Estrato \_\_\_\_\_  
 Fecha \_\_\_\_\_

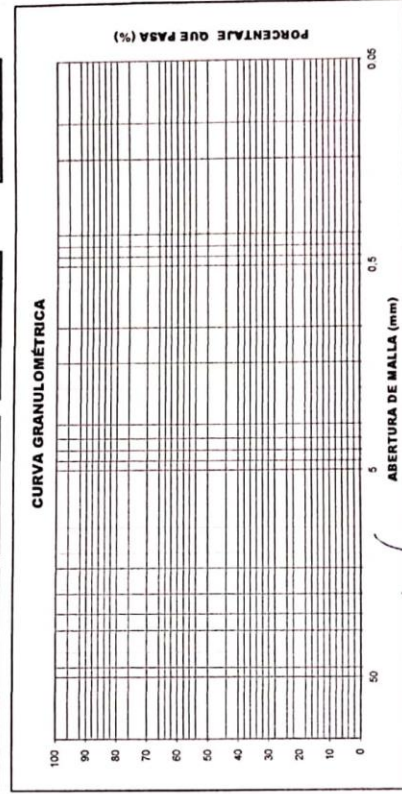
Region \_\_\_\_\_  
 Provincia \_\_\_\_\_  
 Distrito \_\_\_\_\_  
 Lugar \_\_\_\_\_

## ENSAYO ESTANDAR DE CLASIFICACION DE SUELOS (ASTM DE 422, D 4318, D 2487, D 2216, D 4254, D 854, DE 1557)


TAMICES ASTM	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (gr)	RETENIDO PARCIAL (%)	RETENIDO ACUMULADO (%)	% QUE PASA
3"	76,200				
2 1/2"	63,500				
2"	50,800				
1 1/2"	38,100				
1"	25,400				
3/4"	19,050				
1/2"	12,700				
3/8"	9,525				
1/4"	6,350				
Nº 4	4,750				
Nº 8	2,380				
Nº 10	2,000				
Nº 16	1,190				
Nº 20	840				
Nº 30	590				
Nº 40	425				
Nº 50	297				
Nº 60	250				
Nº 80	177				
Nº 100	149				
Nº 200	0,775				
FONDO LAVADO					
TOTAL					

COEFICIENTES DE UNIFORMIDAD Y CURVATURA			
D10 (mm)	D30 (mm)	D60 (mm)	Cu =
D15 (mm)	D50 (mm)	D85 (mm)	
Cu =			Cc =

DATOS DEL ANALISIS GRANULOMETRICO		ENSAYO ESTANDAR	
Peso seco inicial (gr)		% Grava	
Peso seco lavado (gr)		% Arena	
Pérdida por lavado (gr)		% Finos	



CLASIFICACION DE SUELOS	
AASHTO	
SUCS	

  
 MANUEL ANTONIO MONTENEGROS  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP. N° 132454

  
 WILFREDO CARRERAS LETYA  
 INGENIERO C./IL  
 C.I.P. 64352

  
 CARLOS TAMAYO BARRON  
 INGENIERO CIVIL  
 REG. CIP. N° 143134

# FICHA PARA LA DETERMINACION DE HUSO GRANULOMETRICO PARA FILTRO

Proyecto \_\_\_\_\_

Solicitante \_\_\_\_\_

Calicata \_\_\_\_\_

Estado \_\_\_\_\_

Fecha \_\_\_\_\_

Region \_\_\_\_\_

Provincia \_\_\_\_\_

Distrito \_\_\_\_\_

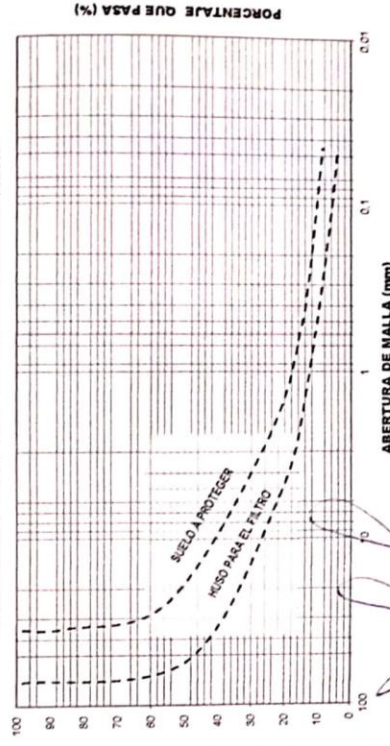
Lugar \_\_\_\_\_

## DETERMINACION DE HUSO GRANULOMETRICO PARA FILTRO

DEFINICION: Dos factores principales influyen al seleccionar el material de un filtro, la granulometria para el material del filtro debe ser tal que, al El suelo a proteger no sea lavado por el filtro b) que no se genere una carga de presion hidrostatica excesiva en el suelo con un coeficiente inferior de permeabilidad.

RESUMEN ENSAYOS ESTANDAR		MATERIAL DE FILTRO	
DATOS DEL ANALISIS GRANULOMETRICO		Segun Terzaghi y Peck 1967	
SUELO A PROTEGER		Segun Terzaghi y Peck 1967	
ANALISIS GRANULOMETRICO		Segun Terzaghi y Peck 1967	
% Grava		$D_{75} > 0.075 \text{ mm} =$	
% Arena		$D_{75} > 0.075 \text{ mm} > 4.75 \text{ mm} =$	
% de Fines		Adecuadamente Segun el Departamento de Manua de los Estados Unidos 1971	
COEFICIENTES DE UNIFORMIDAD Y CURVATURA		Adecuadamente Segun el Departamento de Manua de los Estados Unidos 1971	
$D_{60} / D_{30} =$		$D_{75} > 0.075 \text{ mm} < 20 D_{75} =$	
$D_{30} / D_{15} =$		$D_{75} > 0.075 \text{ mm} < 20 D_{75} =$	
$D_{15} / D_{7.5} =$		CLASIFICACION DE SUELOS	
Cu =		Clasificación SUCS	
Cc =		Clasificación AASHTO	
$D_{30} / D_{7.5} =$			
$D_{75} / D_{30} =$			

### CURVA GRANULOMETRICA DEL SUELO Y HUSO DEL FILTRO



WILFREDO GARCERAN LETIA  
INGENIERO C./TL  
C.I.P. 54352

MAXIMILIANO MORETEARIAS  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP. N° 132454

**FICHA PARA LA DETERMINACION DEL PESO UNITARIO DE LOS SUELOS**

**PESO UNITARIO EN SUELOS**  
**NORMA ASTM C-29, MTC E 203 - 2016**

Proyecto \_\_\_\_\_

Solicitante \_\_\_\_\_

Calicata \_\_\_\_\_

Estrato \_\_\_\_\_

Fecha \_\_\_\_\_

Región \_\_\_\_\_

Provincia \_\_\_\_\_

Distrito \_\_\_\_\_

Lugar \_\_\_\_\_

**SUELO DE NIVEL DE CIMENTACION**

PESO UNITARIO SUELTO (PUS)			
Nº DE ENSAYO	Ensayo Nº 01	Ensayo Nº 02	Ensayo Nº 03
A	PESO DEL MOLDE (gr)		
B	PESO DEL SUELO + MOLDE (gr)		
C	PESO DEL SUELO SUELTO (gr) = (B)-(A)		
D	VOLUMEN DEL MOLDE (cm <sup>3</sup> )		
E	PESO UNITARIO SUELTO (Kg/m <sup>3</sup> ) = (C)/(D)		
PROMEDIO PUS (Kg/m <sup>3</sup> )			
PESO UNITARIO COMPACTADO (PUC) METODO DEL APISONADO			
Nº DE ENSAYO	Ensayo Nº 01	Ensayo Nº 02	Ensayo Nº 03
A	PESO DEL MOLDE (gr)		
B	PESO DEL SUELO + MOLDE (gr)		
C	PESO DEL SUELO APISONADO (gr) = (B)-(A)		
D	VOLUMEN DEL MOLDE (cm <sup>3</sup> )		
E	PESO UNITARIO APISONADO (Kg/m <sup>3</sup> ) = (C)/(D)		
PROMEDIO PUC (Kg/m <sup>3</sup> )			

DETERMINACION DE LA HUMEDAD			
RECIPiente	EXPLORACION	Nº	
1	PESO SUELO HUMEDO+RECIPiente DE LA MUESTRA	gr	
2	PESO SUELO SECO+RECIPiente DE LA MUESTRA	gr	
3	PESO RECIPiente	gr	
4	PESO AGUA EN LA MUESTRA	gr	
5	PESO SECO DE LA MUESTRA	gr	
6	HUMEDAD	%	
CONTENIDO DE HUMEDAD			0.00

DETERMINACION DEL PESO UNITARIO REPRESENTATIVO	
PESO UNITARIO SUELTO PUS (Kg/m <sup>3</sup> )	
PESO UNITARIO COMPACTO PUC (Kg/m <sup>3</sup> )	
PESO UNITARIO REPRESENTATIVO DEL SUELO (Kg/m <sup>3</sup> )	

*Wilfredo Cardenas Leyva*  
**WILFREDO CARDENAS LEYVA**  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P. 64352

*Maxwil Anthony Morote Arias*  
**MAXWIL ANTHONY MOROTE ARIAS**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. C.I.P. N° 152454



FICHA PARA LA REALIZACION DEL CORTE DIRECTO

ENSAYO DE CORTE DIRECTO  
(ASTM D 3080, AASHTO T 236, MTC E 123)

Proyecto

Solicitante \_\_\_\_\_ Región \_\_\_\_\_  
Calicata \_\_\_\_\_ Provincia \_\_\_\_\_  
Estrato \_\_\_\_\_ Distrito \_\_\_\_\_  
Fecha \_\_\_\_\_ Lugar \_\_\_\_\_

DATOS

Especimen

Profundidad

Tipo de Celda

Lado o Diametro Celda: mm      Espesor de muestra en celda: mm

Tipo de ensayo: CONSOLIDADO DRENADO

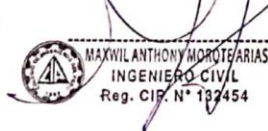
Especimen N°
Lado o Diametro de la muestra (mm):
Altura inicial de la muestra (mm):
Densidad Humeda Inicial (tn/m3):
Contenido de Humedad (%):
Densidad Seca Inicial (tn/m3):
Deformacion vertical despues de la consolidacion (mm):
Altura de la muestra antes de aplicar el esfuerzo de corte (mm):
Esfuerzo Normal (kg/cm2):
Esfuerzo de Corte Maximo (Kpa):
Esfuerzo de Corte Maximo (kg/cm2):

Angulo de fricion interna  $\phi$  (°):

Cohesion C' (kg/cm2):


  
WILFREDO CARDENAS LEYVA  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. 54352

  
JUAN TAMBO BARRON  
INGENIERO CIVIL  
REG. C.I.P. N° 143138

  
MAXVIL ANTHONY MOROTE ARIAS  
INGENIERO CIVIL  
Reg. C.I.P. N° 132454

FICHA DE EXPLORACIONES Y CALICATAS

NRO	SECTOR	EXPLORACIÓN	ESTRATO / MUESTRA	PROFUNDIDAD (m)	ESPESOR	TIPO DE SUELO O ROCA

  
WILFREDO CARDENAS LEIVA  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. 64362

  
RENZO TAMAYO BARRÓN  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP. N° 143138

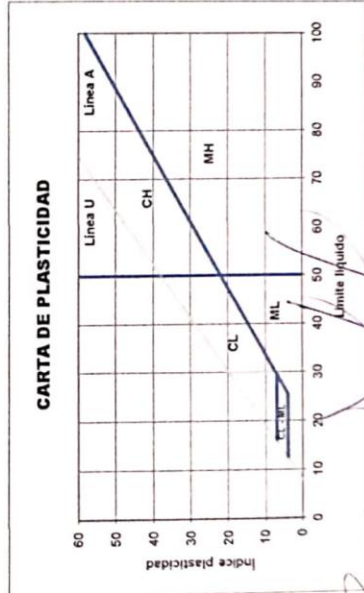
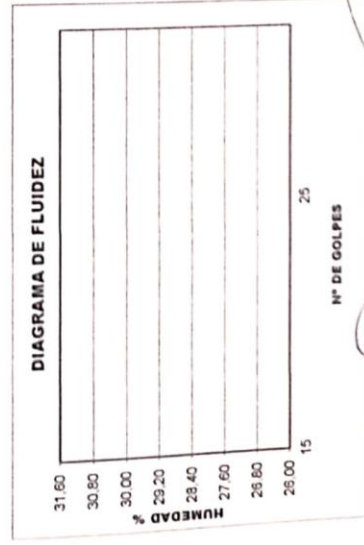
  
MAXWIL ANTHONY MOROTE ARIAS  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP. N° 132454

## FICHA PARA LA DETERMINACION DE LIMITES DE CONSISTENCIA

Proyecto \_\_\_\_\_  
 Solicitante \_\_\_\_\_  
 Calicata \_\_\_\_\_  
 Estrato \_\_\_\_\_  
 Fecha \_\_\_\_\_

Region \_\_\_\_\_  
 Provincia \_\_\_\_\_  
 Distrito \_\_\_\_\_  
 Lugar \_\_\_\_\_

LÍMITES DE CONSISTENCIA		LÍMITE LÍQUIDO (ASTM D-4319, MTC E 111-2016)	LÍMITE PLÁSTICO (ASTM D-4319, MTC E 111-2016)	LÍMITES DE CONSISTENCIA
Tara Número	Unidades			
Peso Recipiente + Suelo Húmedo	gr			LL (%) =
Peso Recipiente + Suelo Seco	gr			LP (%) =
Peso del Recipiente	gr			LL - LP = IP (%) =
Peso del Suelo Seco	gr			
Peso del Agua	gr			
Contenido de Humedad	%			
Numero de Golpes				



**WILFREDO CARDENAS JIRVA**  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P. 64362

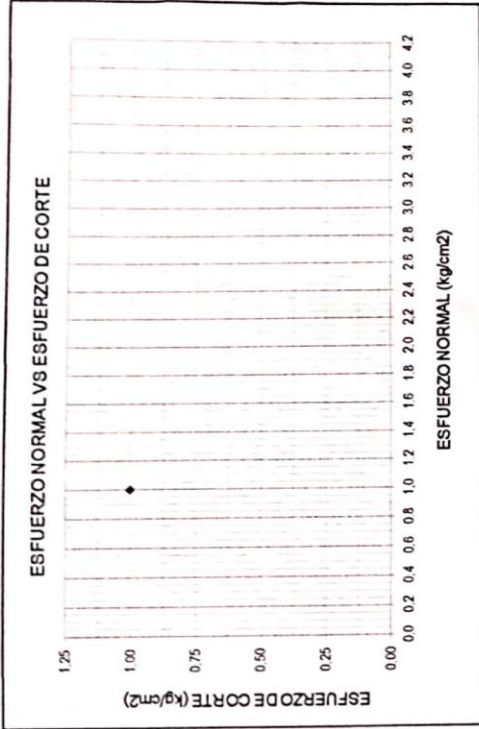
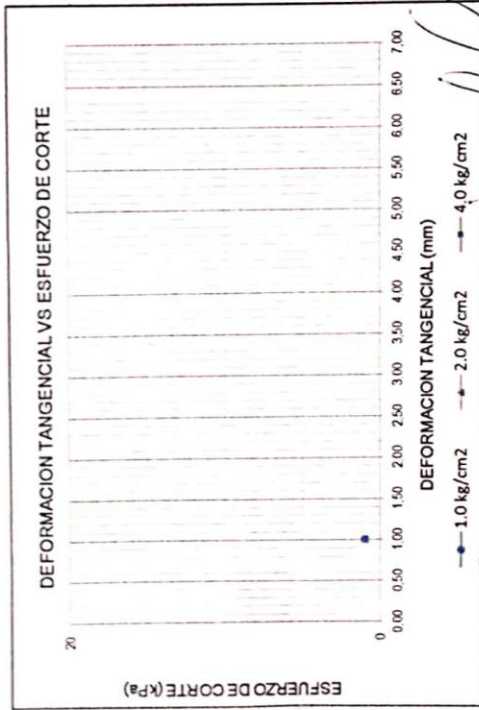
**MAXIMO ANTONIO ACOSTA ARIAS**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. C.I.P. N° 132454

# FICHA PARA LA REALIZACION DEL CORTE DIRECTO

**ENSAYO DE CORTE DIRECTO**  
(ASTM D 3080, AASHTO T 236, MTC E 123)

Proyecto \_\_\_\_\_  
Solicitante \_\_\_\_\_  
Calicata \_\_\_\_\_  
Estrato \_\_\_\_\_  
Fecha \_\_\_\_\_

Región \_\_\_\_\_  
Provincia \_\_\_\_\_  
Distrito \_\_\_\_\_  
Lugar \_\_\_\_\_




**WILFREDO CARRERAS LEYVA**  
 INGENIERO C.I.L  
 C.I.P. 54352


**MAX WIL ANTHONY BORDEAS**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP. N° 132454

Ángulo de fricción interna  $\phi$  (°) : \_\_\_\_\_  
 Cohesión C (kg/cm2) : \_\_\_\_\_

**FICHA PARA EL CALCULO DE RMR**

PROYECTO \_\_\_\_\_

CALICATA \_\_\_\_\_

ESTRATO \_\_\_\_\_

LUGAR \_\_\_\_\_

**CALCULO DE RMR**  
**(RESISTENCIA DEL MACIZO ROCOZO) Bienlowski 1989**

Parámetros de Clasificación								
1	Resistencia de la roca sana	Ensayo de carga puntual	>100 kp/cm <sup>2</sup>	40-50 kp/cm <sup>2</sup>	20-40 kp/cm <sup>2</sup>	10-20 kp/cm <sup>2</sup>	Compresión simple (kp/cm <sup>2</sup> )	
		C simple	>2 500 kp/cm <sup>2</sup>	1 000-2 500 kp/cm <sup>2</sup>	500-1 000 kp/cm <sup>2</sup>	250-500 kp/cm <sup>2</sup>	50-250	10 - 50
	Valoración		15	12	7	4	2	1 0
2	ROD		90%-100%	75%-90%	50%-75%	25%-50%	<25%	
		Valoración	20	17	13	6	3	
3	Separación entre diaclasas		>2m	0.6 - 2 m	0.2 - 0.6 m	0.06 - 0.2m	<0.06m	
		Valoración	20	15	10	8	5	
4	Estado de las diaclasas		Muy rugosas Discontinuas Sin separaciones Bordes sanos y duros	Ligeramente rugosas Abertura <1mm Bordes duros	Ligeramente rugosas Abertura <1mm Bordes blandos	Espejos de falla o con relleno <5mm o abiertas 1-5mm Diaclasas continuas	Relleno blando > 5mm o abertura > 5mm Diaclasas continuas	
		Valoración	30	25	20	10	0	
5	Agua freática	Caudal por 10m de túnel	Nulo	<10 litros/min	10-25 litros/min	25-125 litros/min	>125 litros/min	
		Relación Presión agua-Tensión princ. Mayor	0	0.0-0.1	0.1-0.2	0.2-0.5	>0.5	
		Estado general	Seco	Ligeramente húmedo	Húmedo	Goteando	Fluyendo	
		Valoración	15	10	7	4	0	

Corrección por la Orientación de las Diaclasas

Dirección y Buzamiento		Muy Favorables	Favorables	Medias	Desfavorables	Muy Desfavorables
Valoración para	Túneles	0	-2	-5	-10	-12
	Cimentaciones	0	-2	-7	-15	-25
	Taludes	0	-5	-25	-50	-60

Clasificación

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

Características

Clase	I	II	III	IV	V
Tiempo de mantenimiento y longitud	10 años con 5m de vano	6 meses con 8m de vano	1 semana con 5m de vano	10 horas con 2,5m de vano	30 min. Con 1m de vano
Cohesión	> 4 kp/cm <sup>2</sup>	3-4 kp/cm <sup>2</sup>	2-3 kp/cm <sup>2</sup>	1-2 kp/cm <sup>2</sup>	< 1 kp/cm <sup>2</sup>
Ángulo de rozamiento	>45°	35°-45°	25°-35°	15°-25°	15°

Orientación de las Diaclasas

Dirección Perpendicular al eje del túnel				Dirección paralela al eje del túnel		Buzamiento 0°-20° cualquier dirección
Excav. Con buzamiento		Excav. Contra buzamiento				
Buz 45 - 90	Buz 20 - 45	Buz 45 - 90	Buz 20 - 45	Buz 45 - 90	Buz 20 - 45	Desfavorable
Muy favorable	Favorable	Media	Desfavorable	Muy Desfavorable	Media	

*WILFREDO CARDENAS ESTIVA*  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. 64362

*INGENIERO TAMBO BARRON*  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP. N° 143138

*MAXWIL ANTHONY MOROTE ARIAS*  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP. N° 732454

## ANEXO 4: DISEÑO DE MUROS TERRAMESH – CONCRETO ARMADO

**MACCAFERRI**

### MacStARS W – Rel. 4.0

Maccaferri Stability Analysis of Reinforced Slopes and Walls  
Officine Maccaferri S.p.A. - Via Kennedy 10 - 40069 Zola Predosa (Bologna)  
Tel. 051.6436000 - Fax 051.236507

Proyecto.....: Propuesta de estabilización de talud incorporando el sistema Terramesh en la zona Mayhuaccacca Huancavelica 2021.

Sección Transversal....: KM 33+740

Localización....:MAYHUACCACCA

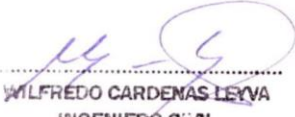
Carpeta.....:ESTABILIDAD

Archivo.....:KM 33+740 OK-OK.mac

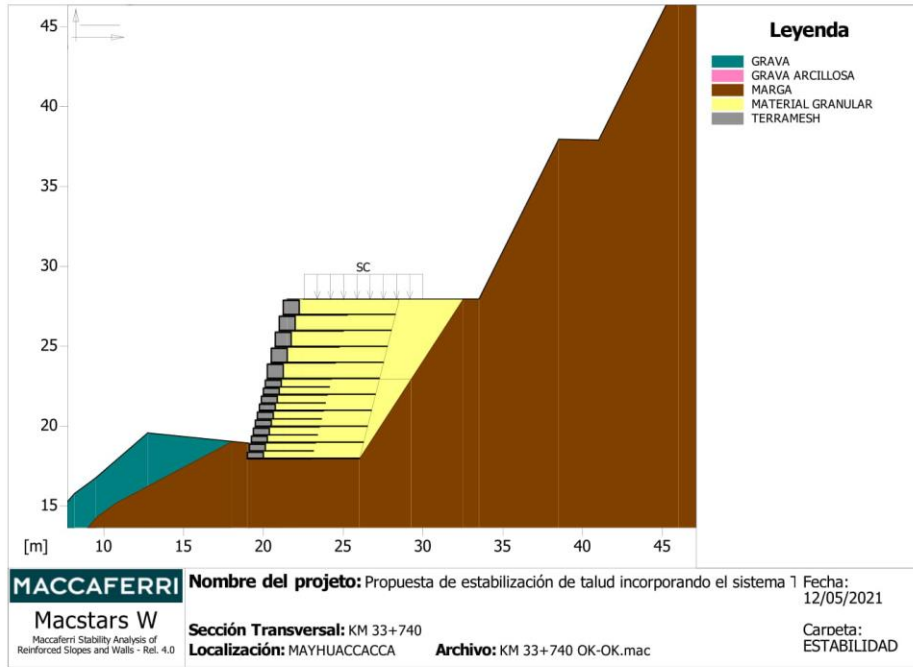
Fecha.....: 12/05/2021

#### RESUMEN

PROPIEDADES DEL SUELO .....	2
PERFIL DE LA CAMADA .....	3
BLOQUES REFORZADOS.....	3
Bloque: TERRAMESH 0.5 X 1.00 X 3.00.....	4
Bloque: TERRAMESH 1.00 X 1.00 X 3.00.....	4
SOBRECARGAS .....	4
PROPIEDADES DE LOS REFUERZOS UTILIZADOS.....	5
VERIFICACIÓN DE LOS RESULTADOS.....	7
Estabilidad Interna:.....	7
Verificación de la estabilidad Global:.....	9
Verificación como muro a gravedad:.....	10
Verificación como muro a gravedad:.....	11
Estabilidad Interna:.....	12

  
WILFRÉDO CARDEMAS LEYVA  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. 64362

**PROPIEDADES DEL SUELO**



**Suelo: GRAVA** Descripción: GRAVA MAL GRADUADA CON ARCILLA

Cohesión..... [kN/m<sup>2</sup>]..... : 0.98  
 Ángulo de Fricción..... [°]..... : 29.10  
 Valor de Ru..... : 0.00  
 Peso unitario – Natural..... [kN/m<sup>3</sup>]..... : 15.62  
 Peso unitario – Saturado..... [kN/m<sup>3</sup>]..... : 15.62

Módulo Elástico..... [kN/m<sup>2</sup>]..... : 0.00  
 Módulo de Poisson..... : 0.30

**Suelo: GRAVA ARCILLOSA** Descripción:

Cohesión..... [kN/m<sup>2</sup>]..... : 1.96  
 Ángulo de Fricción..... [°]..... : 28.40  
 Valor de Ru..... : 0.00  
 Peso unitario – Natural..... [kN/m<sup>3</sup>]..... : 14.38  
 Peso unitario – Saturado..... [kN/m<sup>3</sup>]..... : 14.38

Módulo Elástico..... [kN/m<sup>2</sup>]..... : 0.00  
 Módulo de Poisson..... : 0.30

**Suelo: MARGA** Descripción: ROCA SEDIMENTARIA

Cohesión..... [kN/m<sup>2</sup>]..... : 85.32  
 Ángulo de Fricción..... [°]..... : 23.00  
 Valor de Ru..... : 0.00  
 Peso unitario – Natural..... [kN/m<sup>3</sup>]..... : 25.99  
 Peso unitario – Saturado..... [kN/m<sup>3</sup>]..... : 25.99

*W. Cardenas Leyva*  
**WILFREDO CARDENAS LEYVA**  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P. 64362

## MACCAFERRI

Módulo Elástico..... [kN/m<sup>2</sup>] : 0.00  
Módulo de Poisson..... : 0.30

**Suelo: MATERIAL GRANULAR** Descripción: MATERIAL DE PRESTAMO  
Cohesión..... [kN/m<sup>2</sup>] : 4.00  
Ángulo de Fricción..... [°] : 33.20  
Valor de Ru..... : 0.00  
Peso unitario – Natural..... [kN/m<sup>3</sup>] : 19.30  
Peso unitario – Saturado..... [kN/m<sup>3</sup>] : 19.30

Módulo Elástico..... [kN/m<sup>2</sup>] : 0.00  
Módulo de Poisson..... : 0.30

**Suelo: TERRAMESH** Descripción:  
Cohesión..... [kN/m<sup>2</sup>] : 17.50  
Ángulo de Fricción..... [°] : 40.00  
Valor de Ru..... : 0.00  
Peso unitario – Natural..... [kN/m<sup>3</sup>] : 18.00  
Peso unitario – Saturado..... [kN/m<sup>3</sup>] : 18.00

Módulo Elástico..... [kN/m<sup>2</sup>] : 0.00  
Módulo de Poisson..... : 0.30

### PERFIL DE LA CAMADA

**Camada: GRAVA ARCILLOSA** Descripción del Suelo:

Suelo: GRAVA ARCILLOSA

X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
70.00	74.56	71.62	75.71	75.19	77.87	78.49	83.08
84.66	92.18	89.13	96.51	95.70	103.03	101.17	108.38
105.00	112.17						

**Camada: GRAVA MAL GRADUADA** Descripción del Suelo:

Suelo: GRAVA

X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
0.00	6.36	8.19	15.77	9.51	16.74	12.78	19.56
18.04	19.03						

**Camada: MARGA** Descripción del Suelo: ROCA SEDIMENTARIA

Suelo: MARGA

X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
0.00	3.00	9.55	14.29	10.75	15.17	18.04	19.03
19.02	18.93	26.02	17.94	32.53	27.94	33.53	27.94
38.53	37.94	41.03	37.89	46.03	47.89	48.53	47.84
53.49	57.77	57.49	60.64	66.82	72.02	69.52	74.23
70.00	74.56	79.31	78.00	82.92	80.17	88.74	88.75
92.84	92.73	99.42	99.26	104.88	104.60		

### BLOQUES REFORZADOS

  
WILFREDO CARDENAS LEYVA  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. 64362



## MACCAFERRI

### Bloque: TERRAMESH 0.5 X 1.00 X 3.00

Dimensiones del bloque [m] : Ancho de la Base = 7.00    Altura = 5.00  
Origen del Bloque [m] : Abscisa = 19.02    Ordenada = 17.93  
Berma Inclinación Paramento [°] : 14.00

Material de relleno para el Gavión : TERRAMESH  
Tipo de relleno estructural : Verificaciones como muro en gaviones  
Relleno estructural : MATERIAL GRANULAR  
Suelo de relleno : MATERIAL GRANULAR  
Suelo del talud arriba de la estructura : MATERIAL GRANULAR  
Suelo de Fundación : MARGA

Parámetros para el cálculo de la capacidad portante según Brinch Hansen, Vesic o Meyerhof

Profundidad de fundación [m] : 1.00  
Inclinación del talud al pie del muro [°] : 6.00

### Patrón de los refuerzos:

Maccaferri - Terramesh System Polimac - 80 - 3.7 - 0.5x1.0 Polimac 120 anos

Largo [m] = 4.00  
Gavión [m]: Altura = 0.50    Ancho = 1.00

Linear Composites - ParaGrid - 80

Largo [m] = 7.00  
Espaciamiento Vertical [m] = 1.00  
Offset [m] = 0.00

### Bloque: TERRAMESH 1.00 X 1.00 X 3.00

Dimensiones del bloque [m] : Ancho de la Base = 7.00    Altura = 5.00  
[m] = 0.00 por TERRAMESH 0.5 X 1.00 X 3.00  
Inclinación Paramento [°] : 14.00

Material de relleno para el Gavión : TERRAMESH  
Tipo de relleno estructural : Verificaciones como muro en gaviones  
Relleno estructural : MATERIAL GRANULAR  
Suelo de relleno : MATERIAL GRANULAR  
Suelo del talud arriba de la estructura : MATERIAL GRANULAR  
Suelo de Fundación : MARGA

Parámetros para el cálculo de la capacidad portante según Brinch Hansen, Vesic o Meyerhof

Profundidad de fundación [m] : 0.00  
Inclinación del talud al pie del muro [°] : 0.00

### Patrón de los refuerzos:

Maccaferri - Terramesh System Polimac - 80 - 3.7 - 1.0x1.0 Polimac 120 anos

Largo [m] = 4.00  
Gavión [m]: Altura = 1.00    Ancho = 1.00

Linear Composites - ParaGrid - 80

Largo [m] = 7.00  
Espaciamiento Vertical [m] = 1.00  
Offset [m] = 0.00

## SOBRECARGAS

**Cargas Distribuidas: SC**    Descripción : CARGA VEHICULAR

Intensidad [kN/m<sup>2</sup>] = 20.00    Inclinación [°] = 0.00  
Abscisa [m] : de = 22.55 hasta = 30.00

  
ALFREDO CARDENAS LEYVA  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. 64362

**PROPIEDADES DE LOS REFUERZOS UTILIZADOS**

Linear Composites - ParaGrid - 80		
Resistencia a la Tracción.....	[kN/m].....	80.00
Tasa de deformación plástica.....		0.00
Coefficiente de deformación elástica.....	[m <sup>3</sup> /kN].....	1.10e-04
Rigidez del refuerzo.....	[kN/m].....	665.00
Largo de anclaje Mínimo.....	[m].....	0.15
Factor de seg. contra la rotura (grava).....		1.67
Factor de seg. contra el arrancamiento (Pull-out).....		1.00
Factor de seg. contra la rotura (arena).....		1.54
Factor de seg. contra el arrancamiento (Pull-out).....		1.00
Factor de seg. contra la rotura (arena limosa).....		1.54
Factor de seg. contra el arrancamiento (Pull-out).....		1.00
Factor de seg. contra la rotura (arcilla arenosa).....		1.54
Factor de seg. contra el arrancamiento (Pull-out).....		1.00
Factor de interacción refuerzo/refuerzo.....		0.16
Coefficiente de interacción refuerzo-grava.....		0.90
Coefficiente de interacción refuerzo-arena.....		0.90
Coefficiente de interacción refuerzo-limo.....		0.70
Coefficiente de interacción refuerzo-arcilla.....		0.40
Maccaferri - Terramesh System Polimac - 80 - 3.7 - 0.5x1.0 Polimac 120 anos		
Resistencia a la Tracción.....	[kN/m].....	50.00
Tasa de deformación plástica.....		2.00
Coefficiente de deformación elástica.....	[m <sup>3</sup> /kN].....	1.10e-04
Rigidez del refuerzo.....	[kN/m].....	500.00
Largo de anclaje Mínimo.....	[m].....	0.15
Factor de seg. contra la rotura (grava).....		1.43
Factor de seg. contra el arrancamiento (Pull-out).....		1.00
Factor de seg. contra la rotura (arena).....		1.24
Factor de seg. contra el arrancamiento (Pull-out).....		1.00
Factor de seg. contra la rotura (arena limosa).....		1.24
Factor de seg. contra el arrancamiento (Pull-out).....		1.00
Factor de seg. contra la rotura (arcilla arenosa).....		1.24
Factor de seg. contra el arrancamiento (Pull-out).....		1.00
Factor de interacción refuerzo/refuerzo.....		0.30
Coefficiente de interacción refuerzo-grava.....		0.90
Coefficiente de interacción refuerzo-arena.....		0.65
Coefficiente de interacción refuerzo-limo.....		0.50
Coefficiente de interacción refuerzo-arcilla.....		0.30
Maccaferri - Terramesh System Polimac - 80 - 3.7 - 1.0x1.0 Polimac 120 anos		
Resistencia a la Tracción.....	[kN/m].....	50.00
Tasa de deformación plástica.....		2.00
Coefficiente de deformación elástica.....	[m <sup>3</sup> /kN].....	1.10e-04
Rigidez del refuerzo.....	[kN/m].....	500.00
Largo de anclaje Mínimo.....	[m].....	0.15
Factor de seg. contra la rotura (grava).....		1.43
Factor de seg. contra el arrancamiento (Pull-out).....		1.00
Factor de seg. contra la rotura (arena).....		1.24
Factor de seg. contra el arrancamiento (Pull-out).....		1.00
Factor de seg. contra la rotura (arena limosa).....		1.24
Factor de seg. contra el arrancamiento (Pull-out).....		1.00
Factor de seg. contra la rotura (arcilla arenosa).....		1.24
Factor de seg. contra el arrancamiento (Pull-out).....		1.00
Factor de interacción refuerzo/refuerzo.....		0.30

  
**WILFREDO CARDENAS LEYVA**  
**INGENIERO CIVIL**  
**C.I.P. 64362**

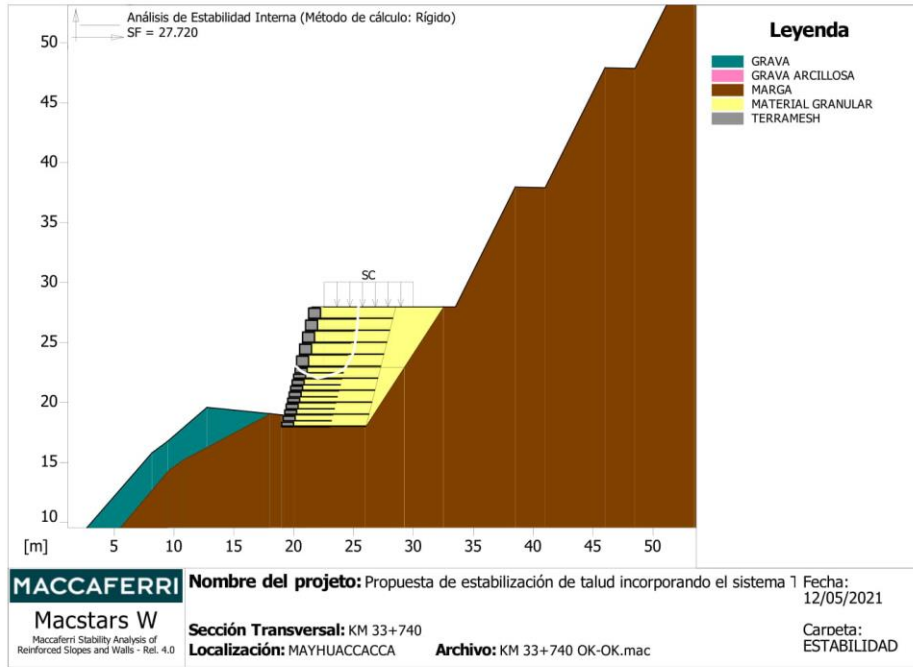
**MACCAFERRI**

---

Coeficiente de interacción refuerzo-grava.....:	0.90
Coeficiente de interacción refuerzo-arena.....:	0.65
Coeficiente de interacción refuerzo-limo.....:	0.50
Coeficiente de interacción refuerzo-arcilla.....:	0.30

  
WILFREDO CARDENAS LEYVA  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. 64362

**VERIFICACIÓN DE LOS RESULTADOS**



**Estabilidad Interna:**

Fuerza actuante en los Refuerzos de acuerdo con el Método Rígido  
 Análisis de estabilidad con superficies poligonales de acuerdo con el Método de Janbu  
 Factor de Seguridad Calculado..... : 27.720

	Límites de búsqueda para las superficies de ruptura	
Bloque	Limite inicial, abscisas [m]	
TERRAMESH 1.00 X 1.00 X 3.00	Primer punto	Segundo punto
	21.00	29.00
Número de puntos de inicio en el primer segmento..... :	1	
Número total de superficies verificadas..... :	100	
Largo mínimo de la base de las láminas..... [m]..... :	0.50	
Ángulo límite superior para la búsqueda..... [°]..... :	0.00	
Ángulo límite inferior para la búsqueda..... [°]..... :	0.00	

Bloque: TERRAMESH 0.5 X 1.00 X 3.00  
 Maccaferri - Terramesh System Polimac - 80 - 3.7 - 0.5x1.0 Polimac 120 anos

Y	Tb	Tp	Td	Tb/Td	Tp/Td
[m]	rotura	arrancamiento	agente	1/Fmax	
	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]		
4.500	50.0	26.6	26.6	1.88	1.00

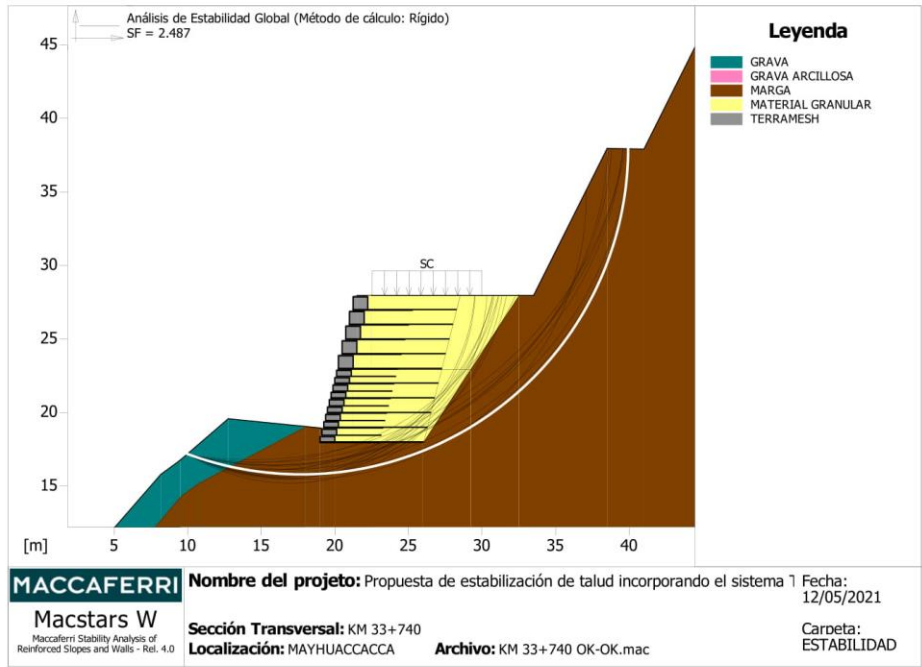
  
**WILFREDO CARDENAS LEYVA**  
**INGENIERO CIVIL**  
**C.I.P. 64362**

Bloque: TERRAMESH 1.00 X 1.00 X 3.00  
Linear Composites - ParaGrid - 80

Y	Tb rotura	Tp arrancamiento	Td agente	Tb/Td 1/Fmax	Tp/Td
[m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]		
0.000	80.0	151.7	52.0	1.54	2.92
1.000	80.0	132.3	52.0	1.54	2.54
2.000	80.0	106.6	52.0	1.54	2.05
3.000	80.0	83.7	52.0	1.54	1.61
4.000	80.0	54.4	52.0	1.54	1.05



WILFREDO CARDENAS LEYVA  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. 64362

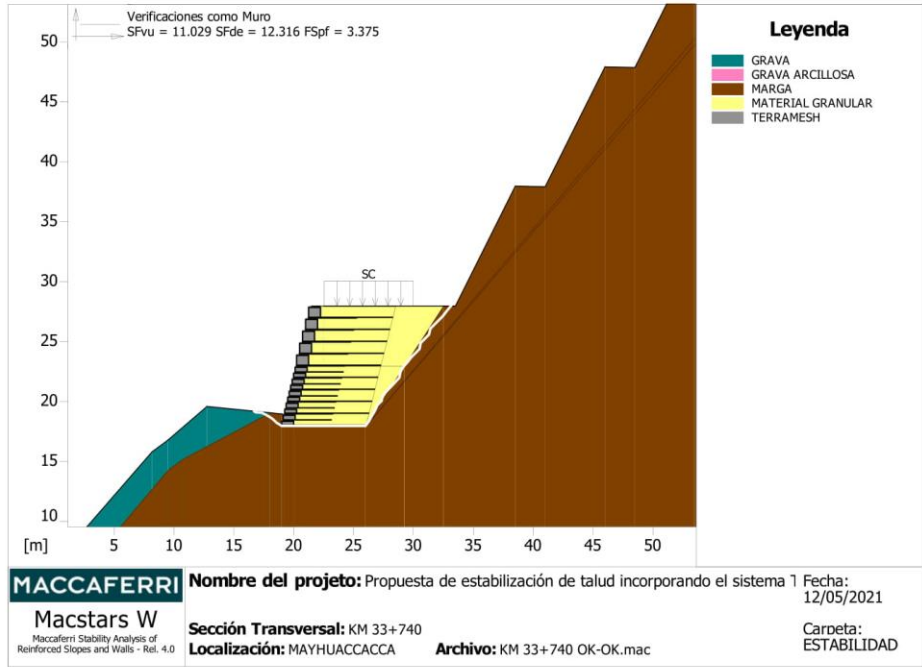


**Verificación de la estabilidad Global:**

Fuerza actuante en los Refuerzos de acuerdo con el Método Rígido  
 Análisis de estabilidad con superficies circulares de acuerdo con el Método de Bishop  
 Factor de Seguridad Calculado.....: 2.487

Límites de búsqueda para las superficies de ruptura			
Limite inicial, abscisas [m]		Limite final, abscisas [m]	
Primer punto	Segundo punto	Primer punto	Segundo punto
10.00	19.30	20.30	40.00
Número de puntos de inicio en el Primer segmento.....:			1
Número total de superficies verificadas.....:			101
Largo mínimo de la base de las láminas..... [m].....:			0.50
Ángulo límite superior para la búsqueda..... [°].....:			0.00
Ángulo límite inferior para la búsqueda..... [°].....:			0.00

*W. Cardenas Leyva*  
 WILFREDO CARDENAS LEYVA  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P. 64362



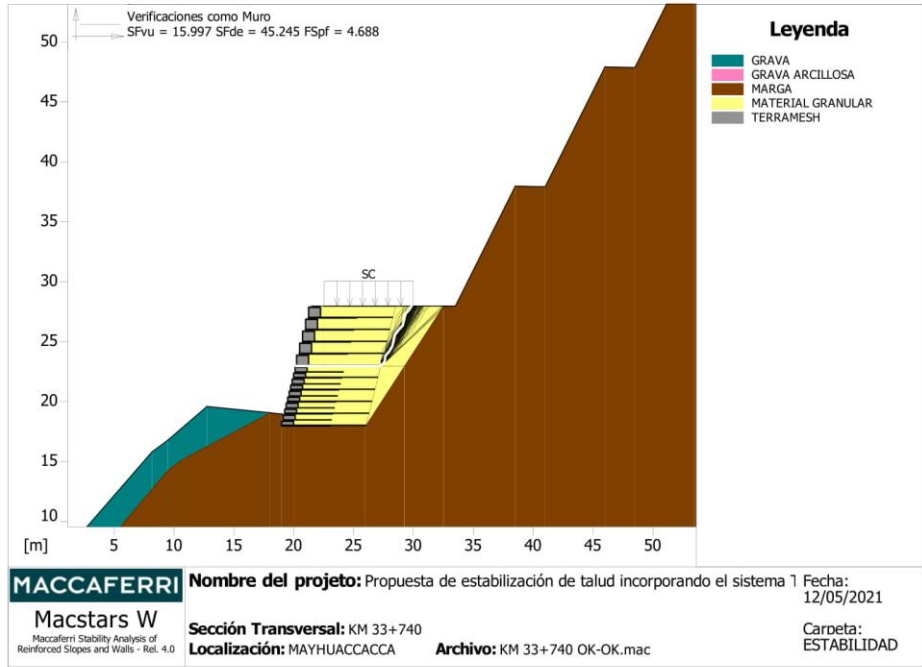
**Verificación como muro a gravedad:**

Bloque Considerado: TERRAMESH 0.5 X 1.00 X 3.00

Fuerza Estabilizante ..... [kN/m] ..... : 1214.90  
 Fuerza Solicitante ..... [kN/m] ..... : 110.16  
 Factor de Seguridad contra el Deslizamiento ..... : 11.029  
 Momento Estabilizante ..... [kN\*m/m] ..... : 6832.70  
 Momento Solicitante ..... [kN\*m/m] ..... : 554.77  
 Factor de Seguridad contra el Vuelco ..... : 12.316  
 Capacidad portante de acuerdo con el método del Equilibrio Limite.

Capacidad portante ..... [kN/m<sup>2</sup>] ..... : 703.64  
 Presión media ..... [kN/m<sup>2</sup>] ..... : 208.49  
 Factor de seguridad de la capacidad portante del suelo de apoyo: 3.375  
 Fundación equivalente ..... [m] ..... : 7.00  
 Excentricidad fuerza normal ..... [m] ..... : -0.81  
 Brazo del momento ..... [m] ..... : 5.04  
 Fuerza normal ..... [kN] ..... : 1455.20  
 Tensión normal (Máxima) en el borde externo ..... [kN/m<sup>2</sup>] ..... : 24.60  
 Tensión normal (Mínima) en el borde interno ..... [kN/m<sup>2</sup>] ..... : 517.18

  
 WILFREDO CARDENAS LEYVA  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P. 64362



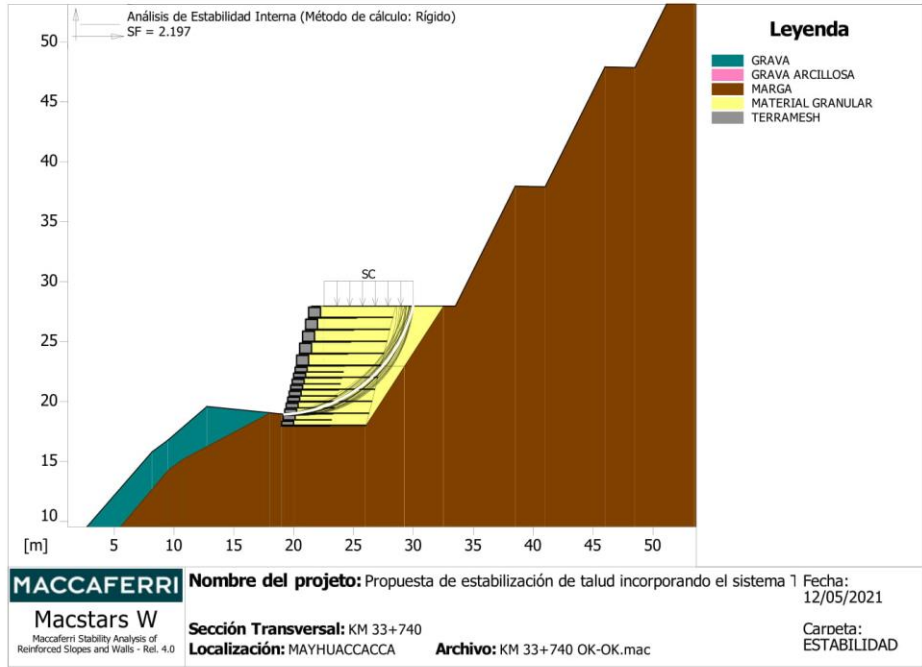
**Verificación como muro a gravedad:**

Bloque Considerado: TERRAMESH 1.00 X 1.00 X 3.00

Fuerza Estabilizante.....	[kN/m].....	576.66
Fuerza Solicitante.....	[kN/m].....	36.05
Factor de Seguridad contra el Deslizamiento.....		15.997
Momento Estabilizante.....	[kN*m/m].....	3412.00
Momento Solicitante.....	[kN*m/m].....	75.41
Factor de Seguridad contra el Vuelco.....		45.245
Capacidad portante de acuerdo con el método del Equilibrio Limite.		
Capacidad portante.....	[kN/m <sup>2</sup> ].....	528.44
Presión media.....	[kN/m <sup>2</sup> ].....	112.73
Factor de seguridad de la capacidad portante del suelo de apoyo:		4.688
Fundación equivalente.....	[m].....	7.00
Excentricidad fuerza normal.....	[m].....	-0.73
Brazo del momento.....	[m].....	2.09
Fuerza normal.....	[kN].....	788.31
Tensión normal (Máxima) en el borde externo.....	[kN/m <sup>2</sup> ].....	29.32
Tensión normal (Mínima) en el borde interno.....	[kN/m <sup>2</sup> ].....	255.53

*W. Cardenas Leyva*  
 WILFREDO CARDENAS LEYVA  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P. 64362





**Estabilidad Interna:**

Fuerza actuante en los Refuerzos de acuerdo con el Método Rígido  
 Análisis de estabilidad con superficies circulares de acuerdo con el Método de Bishop  
 Factor de Seguridad Calculado: 2.197

Límites de búsqueda para las superficies de ruptura

Bloque	Limite inicial, abscisas [m]	Segundo punto
TERRAMESH 0.5 X 1.00 X 3.00	Primer punto 20.00	30.00
Número de puntos de inicio en el primer segmento:		1
Número total de superficies verificadas:		100
Largo mínimo de la base de las láminas [m]:		0.50
Ángulo límite superior para la búsqueda [°]:		0.00
Ángulo límite inferior para la búsqueda [°]:		0.00

Bloque: TERRAMESH 0.5 X 1.00 X 3.00  
 Maccaferri - Terramesh System Polimac - 80 - 3.7 - 0.5x1.0 Polimac 120 anos

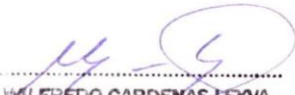
Y	Tb	Tp	Td	Tb/Td	Tp/Td
[m]	rotura [kN/m]	arrancamiento [kN/m]	agente [kN/m]	1/Fmax	
1.000	50.0	175.9	40.3	1.24	4.36
1.500	50.0	84.8	40.3	1.24	2.10

*(Signature)*  
**WILFREDO CARDENAS LEIVA**  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P. 64362

Bloque: TERRAMESH 0.5 X 1.00 X 3.00  
Linear Composites - ParaGrid - 80

Y	Tb rotura	Tp arrancamiento	Td agente	Tb/Td 1/Fmax	Tp/Td
[m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]		
1.000	80.0	2.8	2.8	28.57	1.00
2.000	80.0	192.0	52.0	1.54	3.69
3.000	80.0	124.6	52.0	1.54	2.40
4.000	80.0	37.1	37.1	2.16	1.00

-----  
*Officine Maccaferri no assume ninguna responsabilidad sobre los planos y cálculos presentados. Estos tienen únicamente carácter informativo y de sugerencia, buscando optimizar el uso de nuestros productos.*  
-----

  
WILFREDO CARDENAS LEYVA  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. 64362

## MacStARS W – Rel. 4.0

Maccaferri Stability Analysis of Reinforced Slopes and Walls  
Officine Maccaferri S.p.A. - Via Kennedy 10 - 40069 Zola Predosa (Bologna)  
Tel. 051.6436000 - Fax 051.236507

Proyecto.....: Propuesta de estabilización de talud incorporando el sistema Terramesh en la zona  
Mayhuaccacca Huanavelica 2021.

Sección Transversal....: KM 33+740

Localización...:MAYHUACCACCA


Carpeta.....:ESTABILIDAD

Archivo.....:KM 33+740 PSEUDOESTATICO.mac

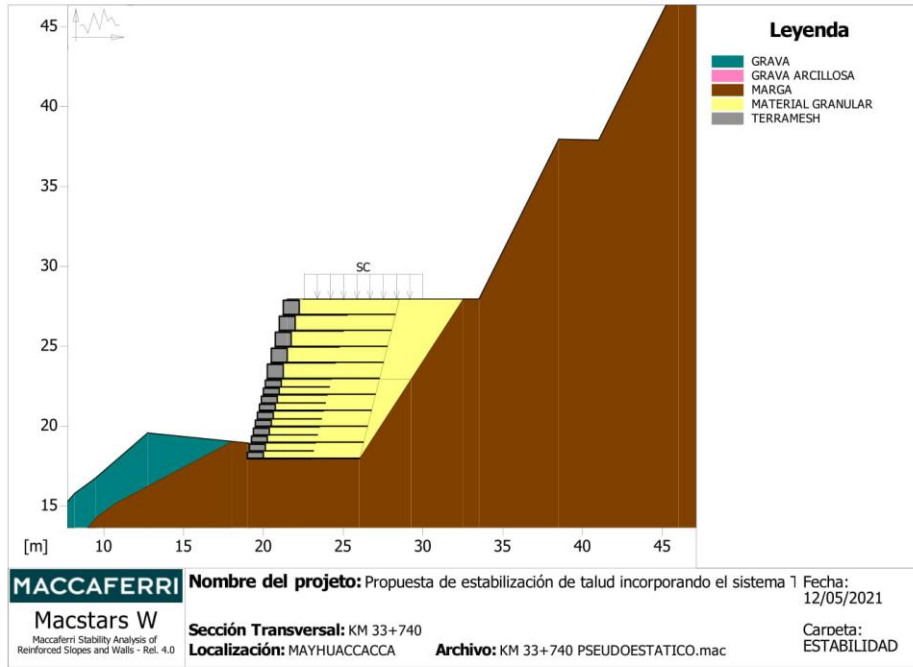
Fecha.....: 12/05/2021

### RESUMEN

PROPIEDADES DEL SUELO .....	2
PERFIL DE LA CAMADA .....	3
BLOQUES REFORZADOS.....	3
Bloque: TERRAMESH 0.5 X 1.00 X 3.00 .....	4
Bloque: TERRAMESH 1.00 X 1.00 X 3.00 .....	4
SOBRECARGAS .....	4
PROPIEDADES DE LOS REFUERZOS UTILIZADOS.....	5
VERIFICACIÓN DE LOS RESULTADOS .....	7
Estabilidad Interna:.....	7
Verificación de la estabilidad Global:.....	9
Verificación como muro a gravedad:.....	11
Verificación como muro a gravedad:.....	12
Estabilidad Interna:.....	13

  
WILFREDO CARDENAS LEVA  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. 64362

**PROPIEDADES DEL SUELO**



**Suelo: GRAVA** Descripción: GRAVA MAL GRADUADA CON ARCILLA

Cohesión..... [kN/m<sup>2</sup>]..... : 0.98  
 Ángulo de Fricción..... [°]..... : 29.10  
 Valor de Ru..... : 0.00  
 Peso unitario – Natural..... [kN/m<sup>3</sup>]..... : 15.62  
 Peso unitario – Saturado..... [kN/m<sup>3</sup>]..... : 15.62

Módulo Elástico..... [kN/m<sup>2</sup>]..... : 0.00  
 Módulo de Poisson..... : 0.30

**Suelo: GRAVA ARCILLOSA** Descripción:

Cohesión..... [kN/m<sup>2</sup>]..... : 1.96  
 Ángulo de Fricción..... [°]..... : 28.40  
 Valor de Ru..... : 0.00  
 Peso unitario – Natural..... [kN/m<sup>3</sup>]..... : 14.38  
 Peso unitario – Saturado..... [kN/m<sup>3</sup>]..... : 14.38

Módulo Elástico..... [kN/m<sup>2</sup>]..... : 0.00  
 Módulo de Poisson..... : 0.30

**Suelo: MARGA** Descripción: ROCA SEDIMENTARIA

Cohesión..... [kN/m<sup>2</sup>]..... : 85.32  
 Ángulo de Fricción..... [°]..... : 23.00  
 Valor de Ru..... : 0.00  
 Peso unitario – Natural..... [kN/m<sup>3</sup>]..... : 25.99  
 Peso unitario – Saturado..... [kN/m<sup>3</sup>]..... : 25.99

*WLF*  
**WILFREDO CARDENAS LEVA**  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P. 64362

## MACCAFERRI

Módulo Elástico..... [kN/m<sup>2</sup>] : 0.00  
Módulo de Poisson..... : 0.30

**Suelo: MATERIAL GRANULAR** Descripción: MATERIAL DE PRESTAMO  
Cohesión..... [kN/m<sup>2</sup>] : 4.00  
Ángulo de Fricción..... [°] : 33.20  
Valor de Ru..... : 0.00  
Peso unitario – Natural..... [kN/m<sup>3</sup>] : 19.30  
Peso unitario – Saturado..... [kN/m<sup>3</sup>] : 19.30

Módulo Elástico..... [kN/m<sup>2</sup>] : 0.00  
Módulo de Poisson..... : 0.30

**Suelo: TERRAMESH** Descripción:  
Cohesión..... [kN/m<sup>2</sup>] : 17.50  
Ángulo de Fricción..... [°] : 40.00  
Valor de Ru..... : 0.00  
Peso unitario – Natural..... [kN/m<sup>3</sup>] : 18.00  
Peso unitario – Saturado..... [kN/m<sup>3</sup>] : 18.00

Módulo Elástico..... [kN/m<sup>2</sup>] : 0.00  
Módulo de Poisson..... : 0.30

### PERFIL DE LA CAMADA

**Camada: GRAVA ARCILLOSA** Descripción del Suelo:

Suelo: GRAVA ARCILLOSA

X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
70.00	74.56	71.62	75.71	75.19	77.87	78.49	83.08
84.66	92.18	89.13	96.51	95.70	103.03	101.17	108.38
105.00	112.17						

**Camada: GRAVA MAL GRADUADA** Descripción del Suelo:

Suelo: GRAVA

X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
0.00	6.36	8.19	15.77	9.51	16.74	12.78	19.56
18.04	19.03						

**Camada: MARGA** Descripción del Suelo: ROCA SEDIMENTARIA

Suelo: MARGA

X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
0.00	3.00	9.55	14.29	10.75	15.17	18.04	19.03
19.02	18.93	26.02	17.94	32.53	27.94	33.53	27.94
38.53	37.94	41.03	37.89	46.03	47.89	48.53	47.84
53.49	57.77	57.49	60.64	66.82	72.02	69.52	74.23
70.00	74.56	79.31	78.00	82.92	80.17	88.74	88.75
92.84	92.73	99.42	99.26	104.88	104.60		

### BLOQUES REFORZADOS

  
WILFREDO CARDENAS LEVA  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. 64362

## MACCAFERRI

### Bloque: TERRAMESH 0.5 X 1.00 X 3.00

Dimensiones del bloque [m] : Ancho de la Base = 7.00 Altura = 5.00  
Origen del Bloque [m] : Abscisa = 19.02 Ordenada = 17.93  
Berma Inclinación Paramento [°] : 14.00

Material de relleno para el Gavión : TERRAMESH  
Tipo de relleno estructural : Verificaciones como muro en gaviones  
Relleno estructural : MATERIAL GRANULAR  
Suelo de relleno : MATERIAL GRANULAR  
Suelo del talud arriba de la estructura : MATERIAL GRANULAR  
Suelo de Fundación : MARGA

Parámetros para el cálculo de la capacidad portante según Brinch Hansen, Vesic o Meyerhof

Profundidad de fundación [m] : 1.00  
Inclinación del talud al pie del muro [°] : 6.00

### Patrón de los refuerzos:

Maccaferri - Terramesh System Polimac - 80 - 3.7 - 0.5x1.0 Polimac 120 anos

Largo [m] = 4.00  
Gavión [m]: Altura = 0.50 Ancho = 1.00

Linear Composites - ParaGrid - 80

Largo [m] = 7.00  
Espaciamiento Vertical [m] = 1.00  
Offset [m] = 0.00

### Bloque: TERRAMESH 1.00 X 1.00 X 3.00

Dimensiones del bloque [m] : Ancho de la Base = 7.00 Altura = 5.00  
[m] = 0.00 por TERRAMESH 0.5 X 1.00 X 3.00  
Inclinación Paramento [°] : 14.00

Material de relleno para el Gavión : TERRAMESH  
Tipo de relleno estructural : Verificaciones como muro en gaviones  
Relleno estructural : MATERIAL GRANULAR  
Suelo de relleno : MATERIAL GRANULAR  
Suelo del talud arriba de la estructura : MATERIAL GRANULAR  
Suelo de Fundación : MARGA

Parámetros para el cálculo de la capacidad portante según Brinch Hansen, Vesic o Meyerhof

Profundidad de fundación [m] : 0.00  
Inclinación del talud al pie del muro [°] : 0.00

### Patrón de los refuerzos:

Maccaferri - Terramesh System Polimac - 80 - 3.7 - 1.0x1.0 Polimac 120 anos

Largo [m] = 4.00  
Gavión [m]: Altura = 1.00 Ancho = 1.00

Linear Composites - ParaGrid - 80

Largo [m] = 7.00  
Espaciamiento Vertical [m] = 1.00  
Offset [m] = 0.00

## SOBRECARGAS

**Cargas Distribuidas: SC** Descripción : CARGA VEHICULAR

Intensidad [kN/m<sup>2</sup>] = 20.00 Inclinación [°] = 0.00  
Abscisa [m] : de = 22.55 hasta = 30.00

  
ALFREDO CARDENAS LEIVA  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. 64362

**Efectos Sísmicos:**

Aceleración.....[m/s<sup>2</sup>] : Horizontal..... = 3.43 Vertical..... = 0.00

**PROPIEDADES DE LOS REFUERZOS UTILIZADOS**

Linear Composites - ParaGrid - 80

Resistencia a la Tracción.....	[kN/m].....	80.00
Tasa de deformación plástica.....		0.00
Coefficiente de deformación elástica.....	[m <sup>3</sup> /kN].....	1.10e-04
Rigidez del refuerzo.....	[kN/m].....	665.00
Largo de anclaje Mínimo.....	[m].....	0.15
Factor de seg. contra la rotura (grava).....		1.67
Factor de seg. contra el arrancamiento (Pull-out).....		1.00
Factor de seg. contra la rotura (arena).....		1.54
Factor de seg. contra el arrancamiento (Pull-out).....		1.00
Factor de seg. contra la rotura (arena limosa).....		1.54
Factor de seg. contra el arrancamiento (Pull-out).....		1.00
Factor de seg. contra la rotura (arcilla arenosa).....		1.54
Factor de seg. contra el arrancamiento (Pull-out).....		1.00
Factor de interacción refuerzo/refuerzo.....		0.16
Coefficiente de interacción refuerzo-grava.....		0.90
Coefficiente de interacción refuerzo-arena.....		0.90
Coefficiente de interacción refuerzo-limo.....		0.70
Coefficiente de interacción refuerzo-arcilla.....		0.40

Maccaferri - Terramesh System Polimac - 80 - 3.7 - 0.5x1.0 Polimac 120 anos

Resistencia a la Tracción.....	[kN/m].....	50.00
Tasa de deformación plástica.....		2.00
Coefficiente de deformación elástica.....	[m <sup>3</sup> /kN].....	1.10e-04
Rigidez del refuerzo.....	[kN/m].....	500.00
Largo de anclaje Mínimo.....	[m].....	0.15
Factor de seg. contra la rotura (grava).....		1.43
Factor de seg. contra el arrancamiento (Pull-out).....		1.00
Factor de seg. contra la rotura (arena).....		1.24
Factor de seg. contra el arrancamiento (Pull-out).....		1.00
Factor de seg. contra la rotura (arena limosa).....		1.24
Factor de seg. contra el arrancamiento (Pull-out).....		1.00
Factor de seg. contra la rotura (arcilla arenosa).....		1.24
Factor de seg. contra el arrancamiento (Pull-out).....		1.00
Factor de interacción refuerzo/refuerzo.....		0.30
Coefficiente de interacción refuerzo-grava.....		0.90
Coefficiente de interacción refuerzo-arena.....		0.65
Coefficiente de interacción refuerzo-limo.....		0.50
Coefficiente de interacción refuerzo-arcilla.....		0.30

Maccaferri - Terramesh System Polimac - 80 - 3.7 - 1.0x1.0 Polimac 120 anos

Resistencia a la Tracción.....	[kN/m].....	50.00
Tasa de deformación plástica.....		2.00
Coefficiente de deformación elástica.....	[m <sup>3</sup> /kN].....	1.10e-04
Rigidez del refuerzo.....	[kN/m].....	500.00
Largo de anclaje Mínimo.....	[m].....	0.15
Factor de seg. contra la rotura (grava).....		1.43
Factor de seg. contra el arrancamiento (Pull-out).....		1.00
Factor de seg. contra la rotura (arena).....		1.24
Factor de seg. contra el arrancamiento (Pull-out).....		1.00
Factor de seg. contra la rotura (arena limosa).....		1.24
Factor de seg. contra el arrancamiento (Pull-out).....		1.00
Factor de seg. contra la rotura (arcilla arenosa).....		1.24

  
**WILFREDO CARDENAS LEIVA**  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P. 64362

## MACCAFERRI

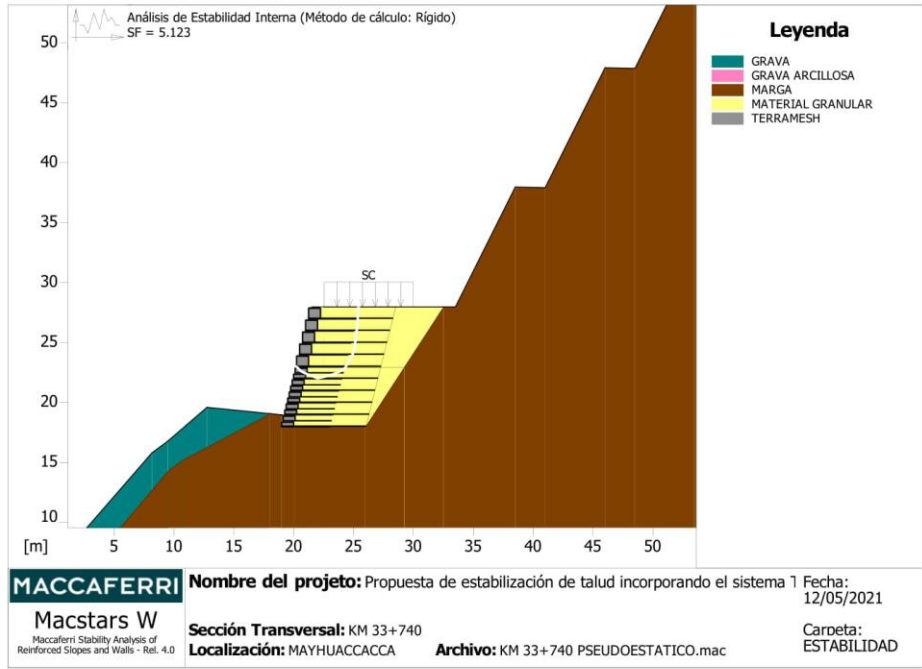
---

Factor de seg. contra el arrancamiento (Pull-out).....:	1.00
Factor de interacción refuerzo/refuerzo.....:	0.30
Coefficiente de interacción refuerzo-grava.....:	0.90
Coefficiente de interacción refuerzo-arena.....:	0.65
Coefficiente de interacción refuerzo-limo.....:	0.50
Coefficiente de interacción refuerzo-arcilla.....:	0.30

  
WILFREDO CARDENAS LEVA  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. 64362



**VERIFICACIÓN DE LOS RESULTADOS**



**Estabilidad Interna:**

Fuerza actuante en los Refuerzos de acuerdo con el Método Rígido  
 Análisis de estabilidad con superficies poligonales de acuerdo con el Método de Janbu  
 Factor de Seguridad Calculado.....: 5.123


	Límites de búsqueda para las superficies de ruptura	
Bloque	Limite inicial, abscisas [m]	
TERRAMESH 1.00 X 1.00 X 3.00	Primer punto	Segundo punto
	21.00	29.00
Número de puntos de inicio en el primer segmento.....:	1	
Número total de superficies verificadas.....:	100	
Largo mínimo de la base de las lámelas..... [m].....:	0.50	
Ángulo límite superior para la búsqueda..... [°].....:	0.00	
Ángulo límite inferior para la búsqueda..... [°].....:	0.00	

Bloque: TERRAMESH 0.5 X 1.00 X 3.00					
Maccaferri - Terramesh System Polimac - 80 - 3.7 - 0.5x1.0 Polimac 120 anos					
Y	Tb	Tp	Td	Tb/Td	Tp/Td
	rotura	arrancamiento	agente	1/Fmax	
[m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]		
4.500	50.0	26.6	26.6	1.88	1.00

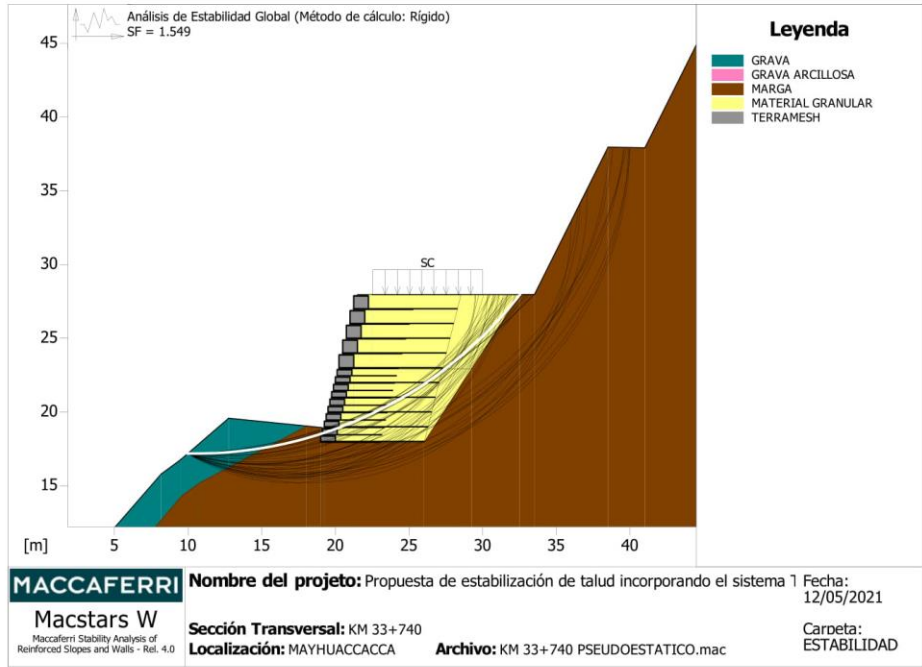
  
**WILFREDO CARDENAS LEVA**  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P. 64362

Bloque: TERRAMESH 1.00 X 1.00 X 3.00  
Linear Composites - ParaGrid - 80

Y	Tb	Tp	Td	Tb/Td	Tp/Td
[m]	rotura	arrancamiento	agente	1/Fmax	
	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]		
0.000	80.0	151.7	52.0	1.54	2.92
1.000	80.0	132.3	52.0	1.54	2.54
2.000	80.0	106.6	52.0	1.54	2.05
3.000	80.0	83.7	52.0	1.54	1.61
4.000	80.0	54.4	52.0	1.54	1.05



WILFREDO CARDENAS LEIVA  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. 64362



**Verificación de la estabilidad Global:**

Fuerza actuante en los Refuerzos de acuerdo con el Método Rígido  
 Análisis de estabilidad con superficies circulares de acuerdo con el Método de Bishop  
 Factor de Seguridad Calculado.....: 1.549

Límites de búsqueda para las superficies de ruptura

	Limite inicial, abscisas [m]		Limite final, abscisas [m]
Primer punto	Segundo punto	Primer punto	Segundo punto
10.00	19.30	20.30	40.00

Número de puntos de inicio en el Primer segmento.....: 1  
 Número total de superficies verificadas.....: 101  
 Largo mínimo de la base de las lámelas..... [m].....: 0.50  
 Ángulo límite superior para la búsqueda..... [°].....: 0.00  
 Ángulo límite inferior para la búsqueda..... [°].....: 0.00


Bloque: TERRAMESH 0.5 X 1.00 X 3.00  
 Maccaferri - Terramesh System Polimac - 80 - 3.7 - 0.5x1.0 Polimac 120 anos

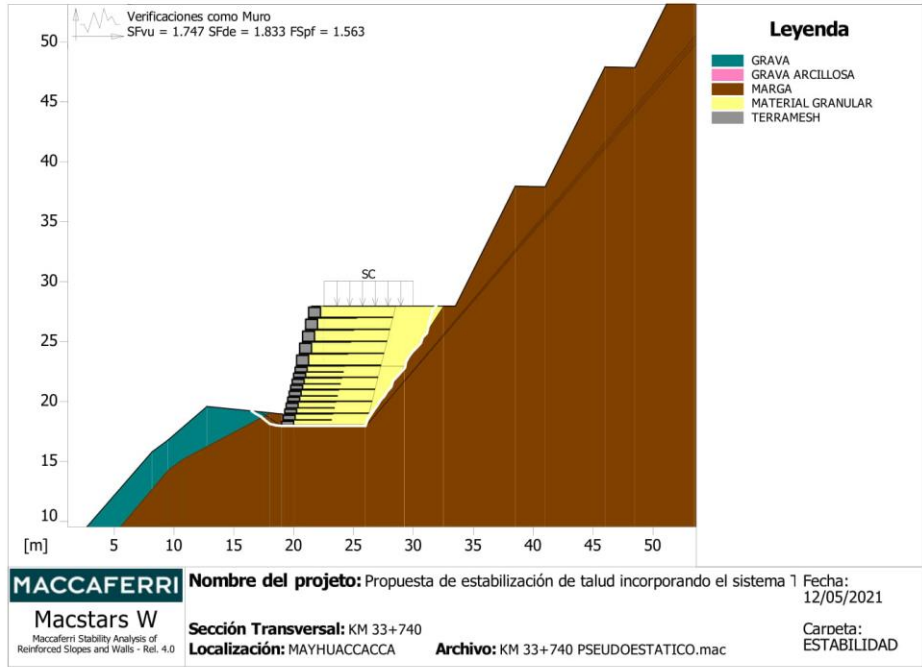
Y	Tb	Tp	Td	Tb/Td	Tp/Td
[m]	rotura [kN/m]	arrancamiento [kN/m]	agente [kN/m]	1/Fmax	
1.000	50.0	165.6	40.3	1.24	4.11
1.500	50.0	125.0	40.3	1.24	3.10
2.000	50.0	54.7	40.3	1.24	1.36

*[Signature]*  
**WILFREDO CARDENAS LEVA**  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P. 64362

Bloque: TERRAMESH 0.5 X 1.00 X 3.00  
Linear Composites - ParaGrid - 80

Y	Tb rotura	Tp arrancamiento	Td agente	Tb/Td 1/Fmax	Tp/Td
[m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]		
1.000	80.0	12.5	12.5	6.40	1.00
2.000	80.0	131.0	52.0	1.54	2.52
3.000	80.0	182.4	52.0	1.54	3.51
4.000	80.0	63.9	52.0	1.54	1.23

  
WILFREDO CARDENAS LEIVA  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. 64362

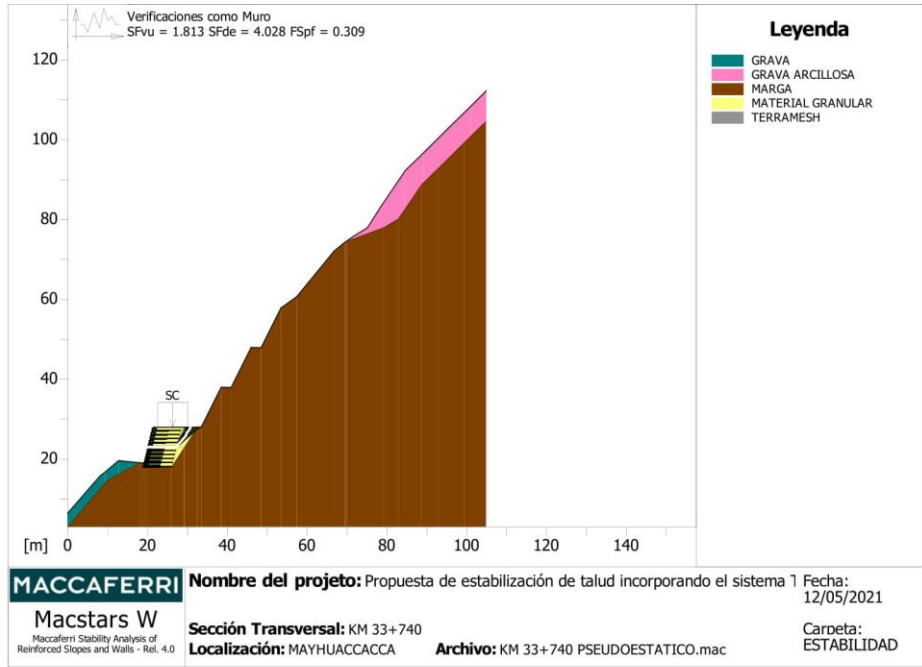


**Verificación como muro a gravedad:**

Bloque Considerado: TERRAMESH 0.5 X 1.00 X 3.00

Fuerza Estabilizante.....	[kN/m].....	1214.90
Fuerza Solicitante.....	[kN/m].....	695.46
Factor de Seguridad contra el Deslizamiento.....		1.747
Momento Estabilizante.....	[kN*m/m].....	6832.70
Momento Solicitante.....	[kN*m/m].....	3727.10
Factor de Seguridad contra el Vuelco.....		1.833
Capacidad portante de acuerdo con el método del Equilibrio Limite.		
Capacidad portante.....	[kN/m <sup>2</sup> ].....	590.45
Presión media.....	[kN/m <sup>2</sup> ].....	377.89
Factor de seguridad de la capacidad portante del suelo de apoyo:		1.563
Fundación equivalente.....	[m].....	4.27
Excentricidad fuerza normal.....	[m].....	1.37
Brazo del momento.....	[m].....	5.36
Fuerza normal.....	[kN].....	1455.20
Tensión normal (Máxima) en el borde externo.....	[kN/m <sup>2</sup> ].....	454.60
Tensión normal (Mínima) en el borde interno.....	[kN/m <sup>2</sup> ].....	0.00

  
**WILFREDO CARDENAS LEIVA**  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P. 64362



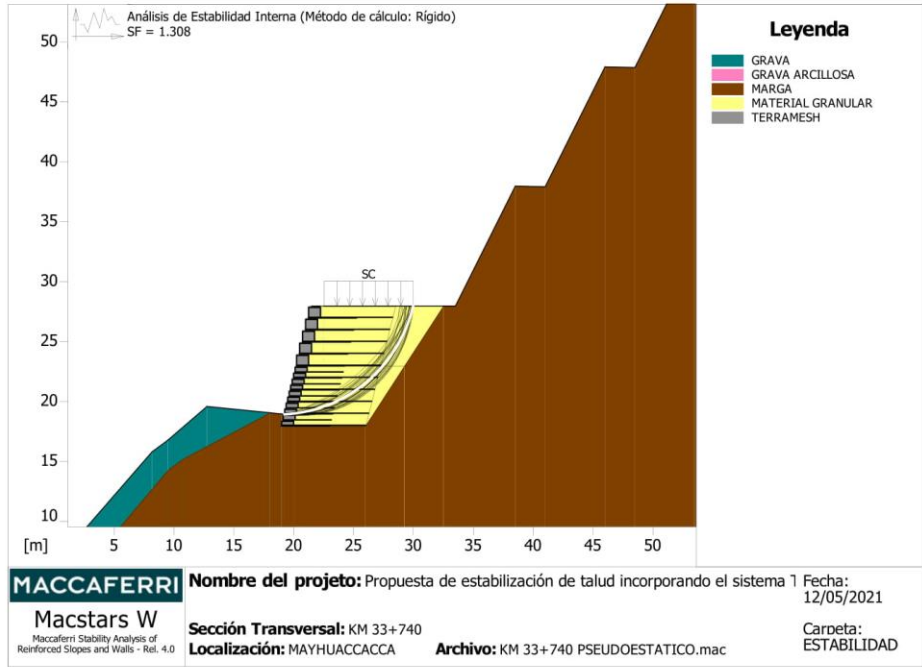
**Verificación como muro a gravedad:**

Bloque Considerado: TERRAMESH 1.00 X 1.00 X 3.00

Fuerza Estabilizante ..... [kN/m] ..... : 576.66  
 Fuerza Solicitante ..... [kN/m] ..... : 318.05  
 Factor de Seguridad contra el Deslizamiento ..... : 1.813  
 Momento Estabilizante ..... [kN\*m/m] ..... : 3412.00  
 Momento Solicitante ..... [kN\*m/m] ..... : 846.99  
 Factor de Seguridad contra el Vuelco ..... : 4.028  
 Capacidad portante de acuerdo con el método del Equilibrio Limite.

Capacidad portante ..... [kN/m<sup>2</sup>] ..... : 40.31  
 Presión media ..... [kN/m<sup>2</sup>] ..... : 130.63  
 Factor de seguridad de la capacidad portante del suelo de apoyo: 0.309  
 Fundación equivalente ..... [m] ..... : 6.51  
 Excentricidad fuerza normal ..... [m] ..... : 0.25  
 Brazo del momento ..... [m] ..... : 2.66  
 Fuerza normal ..... [kN] ..... : 788.31  
 Tensión normal (Máxima) en el borde externo ..... [kN/m<sup>2</sup>] ..... : 136.38  
 Tensión normal (Mínima) en el borde interno ..... [kN/m<sup>2</sup>] ..... : 88.85

  
**WILFREDO CARDENAS LEVA**  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P. 64362



**MACCAFERRI** Nombre del proyecto: Propuesta de estabilización de talud incorporando el sistema 1 Fecha: 12/05/2021  
 Macstars W Sección Transversal: KM 33+740 Localización: MAYHUACACCA Archivo: KM 33+740 PSEUDOESTATICO.mac Carpeta: ESTABILIDAD

**Estabilidad Interna:**

Fuerza actuante en los Refuerzos de acuerdo con el Método Rígido  
 Análisis de estabilidad con superficies circulares de acuerdo con el Método de Bishop  
 Factor de Seguridad Calculado: 1.308

Límites de búsqueda para las superficies de ruptura

Bloque	TERRAMESH 0.5 X 1.00 X 3.00	
	Primer punto	Segundo punto
	20.00	30.00
Número de puntos de inicio en el primer segmento:	1	
Número total de superficies verificadas:	100	
Largo mínimo de la base de las lámelas [m]:	0.50	
Ángulo límite superior para la búsqueda [°]:	0.00	
Ángulo límite inferior para la búsqueda [°]:	0.00	

Bloque: TERRAMESH 0.5 X 1.00 X 3.00  
 Maccaferri - Terramesh System Polimac - 80 - 3.7 - 0.5x1.0 Polimac 120 anos


Y	Tb	Tp	Td	Tb/Td	Tp/Td
[m]	rotura [kN/m]	arrancamiento [kN/m]	agente [kN/m]	1/Fmax	
1.000	50.0	175.9	40.3	1.24	4.36
1.500	50.0	84.8	40.3	1.24	2.10

*[Handwritten Signature]*  
**WILFREDO CARDENAS LEVA**  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P. 64362

Bloque: TERRAMESH 0.5 X 1.00 X 3.00  
Linear Composites - ParaGrid - 80

Y	Tb rotura	Tp arrancamiento	Td agente	Tb/Td 1/Fmax	Tp/Td
[m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]		
1.000	80.0	2.8	2.8	28.57	1.00
2.000	80.0	192.0	52.0	1.54	3.69
3.000	80.0	124.6	52.0	1.54	2.40
4.000	80.0	37.1	37.1	2.16	1.00

-----  
*Officine Maccaferri no assume ninguna responsabilidad sobre los planos y cálculos presentados. Estos tienen únicamente carácter informativo y de sugerencia, buscando optimizar el uso de nuestros productos.*  
-----

  
WILFREDO CARDENAS LEVA  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. 64362



## MacStARS W – Rel. 4.0

Maccaferri Stability Analysis of Reinforced Slopes and Walls  
Officine Maccaferri S.p.A. - Via Kennedy 10 - 40069 Zola Predosa (Bologna)  
Tel. 051.6436000 - Fax 051.236507

Proyecto.....: Propuesta de estabilización de talud incorporando el sistema Terramesh en la zona  
Mayhuaccacca Huanavelica 2021.

Sección Transversal....: 33+800

Localización...:MAYHUACCACCA

Carpeta.....:

Archivo.....:KM 33+800 OKOK.mac

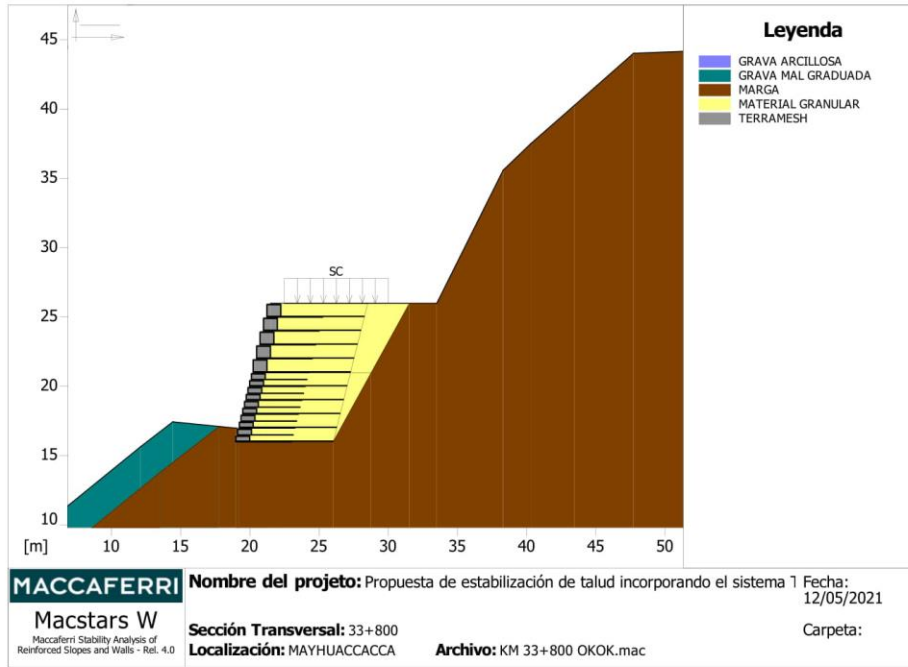
Fecha.....: 12/05/2021

### RESUMEN

PROPIEDADES DEL SUELO .....	2
PERFIL DE LA CAMADA .....	3
BLOQUES REFORZADOS.....	3
Bloque: TERRAMESH 0.50 X 1.00 X 3.00.....	4
Bloque: TERRAMESH 1.00 X 1.00 X 3.00.....	4
SOBRECARGAS .....	4
PROPIEDADES DE LOS REFUERZOS UTILIZADOS.....	5
VERIFICACIÓN DE LOS RESULTADOS.....	7
Verificación de la estabilidad Global:.....	7
Estabilidad Interna:.....	8
Estabilidad Interna:.....	9
Verificación como muro a gravedad:.....	11
Verificación como muro a gravedad:.....	12

  
WILFREDO CARDENAS LEYVA  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. 64362

**PROPIEDADES DEL SUELO**



**Suelo: GRAVA ARCILLOSA** Descripción:

Cohesión.....	[kN/m <sup>2</sup> ]	:	1.96
Ángulo de Fricción.....	[°]	:	28.40
Valor de Ru.....		:	0.00
Peso unitario – Natural.....	[kN/m <sup>3</sup> ]	:	14.38
Peso unitario – Saturado.....	[kN/m <sup>3</sup> ]	:	14.38
Módulo Elástico.....	[kN/m <sup>2</sup> ]	:	0.00
Módulo de Poisson.....		:	0.30

**Suelo: GRAVA MAL GRADUADA** Descripción: GRAVA MAL GRADUADA CON ARCILLA

Cohesión.....	[kN/m <sup>2</sup> ]	:	0.98
Ángulo de Fricción.....	[°]	:	29.10
Valor de Ru.....		:	0.00
Peso unitario – Natural.....	[kN/m <sup>3</sup> ]	:	15.62
Peso unitario – Saturado.....	[kN/m <sup>3</sup> ]	:	15.62
Módulo Elástico.....	[kN/m <sup>2</sup> ]	:	0.00
Módulo de Poisson.....		:	0.30

**Suelo: MARGA** Descripción: ROCA SEDIMENTARIA

Cohesión.....	[kN/m <sup>2</sup> ]	:	91.20
Ángulo de Fricción.....	[°]	:	23.40
Valor de Ru.....		:	0.00
Peso unitario – Natural.....	[kN/m <sup>3</sup> ]	:	26.18
Peso unitario – Saturado.....	[kN/m <sup>3</sup> ]	:	26.18

  
**WILFREDO CARDENAS LEYVA**  
**INGENIERO CIVIL**  
**C.I.P. 64362**

## MACCAFERRI

Módulo Elástico..... [kN/m<sup>2</sup>] : 0.00  
Módulo de Poisson..... : 0.30

### Suelo: MATERIAL GRANULAR

Descripción:

Cohesión..... [kN/m<sup>2</sup>] : 4.00  
Ángulo de Fricción..... [°] : 33.20  
Valor de Ru..... : 0.00  
Peso unitario – Natural..... [kN/m<sup>3</sup>] : 19.30  
Peso unitario – Saturado..... [kN/m<sup>3</sup>] : 19.30

Módulo Elástico..... [kN/m<sup>2</sup>] : 0.00  
Módulo de Poisson..... : 0.30

### Suelo: TERRAMESH

Descripción:

Cohesión..... [kN/m<sup>2</sup>] : 17.50  
Ángulo de Fricción..... [°] : 40.00  
Valor de Ru..... : 0.00  
Peso unitario – Natural..... [kN/m<sup>3</sup>] : 18.00  
Peso unitario – Saturado..... [kN/m<sup>3</sup>] : 18.00

Módulo Elástico..... [kN/m<sup>2</sup>] : 0.00  
Módulo de Poisson..... : 0.30

## PERFIL DE LA CAMADA

### Camada: GRAVA ARCILLOSA Descripción del Suelo:

Suelo: GRAVA ARCILLOSA

X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
56.22	45.30	58.94	48.03	59.78	48.52	62.53	51.76
73.90	59.91	81.93	69.80	82.40	70.29	84.65	73.35
93.84	85.28	102.10	93.37	104.87	95.38	105.00	95.55

### Camada: GRAVA MAL GRADUADA Descripción del Suelo:

Suelo: GRAVA MAL GRADUADA

X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
0.00	5.36	0.48	5.80	5.70	10.38	12.13	15.60
14.46	17.40	17.78	17.07				


### Camada: MARGA

Descripción del Suelo:

Suelo: MARGA

X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
0.00	4.14	3.01	5.95	7.24	8.67	13.56	13.80
17.78	17.07	19.02	16.95	26.02	15.96	31.53	25.95
33.53	25.95	38.32	35.55	40.33	37.48	43.48	40.24
47.74	43.99	53.30	44.21	56.22	45.30	76.18	57.48
84.41	67.62	84.94	68.17	87.29	71.36	96.31	83.08
104.24	90.85	105.00	91.40				

## BLOQUES REFORZADOS

  
WILFREDO CARDENAS LEYVA  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. 64362

## MACCAFERRI

### Bloque: TERRAMESH 0.50 X 1.00 X 3.00

Dimensiones del bloque [m] : Ancho de la Base = 7.00    Altura = 5.00  
Origen del Bloque [m] : Abscisa = 19.02    Ordenada = 15.96  
Berma Inclinación Paramento [°] : 14.00

Material de relleno para el Gavión : TERRAMESH  
Tipo de relleno estructural : Verificaciones como muro en gaviones  
Relleno estructural : MATERIAL GRANULAR  
Suelo de relleno : MATERIAL GRANULAR  
Suelo del talud arriba de la estructura : MATERIAL GRANULAR  
Suelo de Fundación : MARGA

Parámetros para el cálculo de la capacidad portante según Brinch Hansen, Vesic o Meyerhof

Profundidad de fundación [m] : 1.00  
Inclinación del talud al pie del muro [°] : 6.00

#### Patrón de los refuerzos:

Maccaferri - Terramesh System Polimac - 80 - 3.7 - 0.5x1.0 Polimac 120 anos

Largo [m] = 4.00  
Gavión [m]: Altura = 0.50    Ancho = 1.00

Linear Composites - ParaGrid - 80

Largo [m] = 7.00  
Espaciamiento Vertical [m] = 1.00  
Offset [m] = 0.00

### Bloque: TERRAMESH 1.00 X 1.00 X 3.00

Dimensiones del bloque [m] : Ancho de la Base = 7.00    Altura = 5.00  
[m] = 0.00 por TERRAMESH 0.50 X 1.00 X 3.00  
Inclinación Paramento [°] : 14.00

Material de relleno para el Gavión : TERRAMESH  
Tipo de relleno estructural : Verificaciones como muro en gaviones  
Relleno estructural : MATERIAL GRANULAR  
Suelo de relleno : MATERIAL GRANULAR  
Suelo del talud arriba de la estructura : MATERIAL GRANULAR  
Suelo de Fundación : MARGA

Parámetros para el cálculo de la capacidad portante según Brinch Hansen, Vesic o Meyerhof

Profundidad de fundación [m] : 0.00  
Inclinación del talud al pie del muro [°] : 0.00

#### Patrón de los refuerzos:

Maccaferri - Terramesh System Polimac - 80 - 3.7 - 1.0x1.0 Polimac 120 anos

Largo [m] = 4.00  
Gavión [m]: Altura = 1.00    Ancho = 1.00

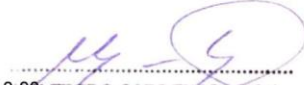
Linear Composites - ParaGrid - 80

Largo [m] = 7.00  
Espaciamiento Vertical [m] = 1.00  
Offset [m] = 0.00

## SOBRECARGAS

**Cargas Distribuidas: SC**    Descripción : CARGA VEHICULAR

Intensidad [kN/m<sup>2</sup>] = 20.00    Inclinación [°] = 0.00  
Abscisa [m] : de = 22.50 hasta = 30.00

  
ALFREDO CARDENAS LEYVA  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. 64362

**PROPIEDADES DE LOS REFUERZOS UTILIZADOS**

Linear Composites - ParaGrid - 80

Resistencia a la Tracción.....	[kN/m].....	80.00
Tasa de deformación plástica.....		0.00
Coefficiente de deformación elástica.....	[m <sup>3</sup> /kN].....	1.10e-04
Rigidez del refuerzo.....	[kN/m].....	665.00
Largo de anclaje Mínimo.....	[m].....	0.15
Factor de seg. contra la rotura (grava).....		1.67
Factor de seg. contra el arrancamiento (Pull-out).....		1.00
Factor de seg. contra la rotura (arena).....		1.54
Factor de seg. contra el arrancamiento (Pull-out).....		1.00
Factor de seg. contra la rotura (arena limosa).....		1.54
Factor de seg. contra el arrancamiento (Pull-out).....		1.00
Factor de seg. contra la rotura (arcilla arenosa).....		1.54
Factor de seg. contra el arrancamiento (Pull-out).....		1.00
Factor de interacción refuerzo/refuerzo.....		0.16
Coefficiente de interacción refuerzo-grava.....		0.90
Coefficiente de interacción refuerzo-arena.....		0.90
Coefficiente de interacción refuerzo-limo.....		0.70
Coefficiente de interacción refuerzo-arcilla.....		0.40

Maccaferri - Terramesh System Polimac - 80 - 3.7 - 0.5x1.0 Polimac 120 anos

Resistencia a la Tracción.....	[kN/m].....	50.00
Tasa de deformación plástica.....		2.00
Coefficiente de deformación elástica.....	[m <sup>3</sup> /kN].....	1.10e-04
Rigidez del refuerzo.....	[kN/m].....	500.00
Largo de anclaje Mínimo.....	[m].....	0.15
Factor de seg. contra la rotura (grava).....		1.43
Factor de seg. contra el arrancamiento (Pull-out).....		1.00
Factor de seg. contra la rotura (arena).....		1.24
Factor de seg. contra el arrancamiento (Pull-out).....		1.00
Factor de seg. contra la rotura (arena limosa).....		1.24
Factor de seg. contra el arrancamiento (Pull-out).....		1.00
Factor de seg. contra la rotura (arcilla arenosa).....		1.24
Factor de seg. contra el arrancamiento (Pull-out).....		1.00
Factor de interacción refuerzo/refuerzo.....		0.30
Coefficiente de interacción refuerzo-grava.....		0.90
Coefficiente de interacción refuerzo-arena.....		0.65
Coefficiente de interacción refuerzo-limo.....		0.50
Coefficiente de interacción refuerzo-arcilla.....		0.30

Maccaferri - Terramesh System Polimac - 80 - 3.7 - 1.0x1.0 Polimac 120 anos

Resistencia a la Tracción.....	[kN/m].....	50.00
Tasa de deformación plástica.....		2.00
Coefficiente de deformación elástica.....	[m <sup>3</sup> /kN].....	1.10e-04
Rigidez del refuerzo.....	[kN/m].....	500.00
Largo de anclaje Mínimo.....	[m].....	0.15
Factor de seg. contra la rotura (grava).....		1.43
Factor de seg. contra el arrancamiento (Pull-out).....		1.00
Factor de seg. contra la rotura (arena).....		1.24
Factor de seg. contra el arrancamiento (Pull-out).....		1.00
Factor de seg. contra la rotura (arena limosa).....		1.24
Factor de seg. contra el arrancamiento (Pull-out).....		1.00
Factor de seg. contra la rotura (arcilla arenosa).....		1.24
Factor de seg. contra el arrancamiento (Pull-out).....		1.00
Factor de interacción refuerzo/refuerzo.....		0.30

  
**WILFREDO CARDENAS LEYVA**  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P. 64362

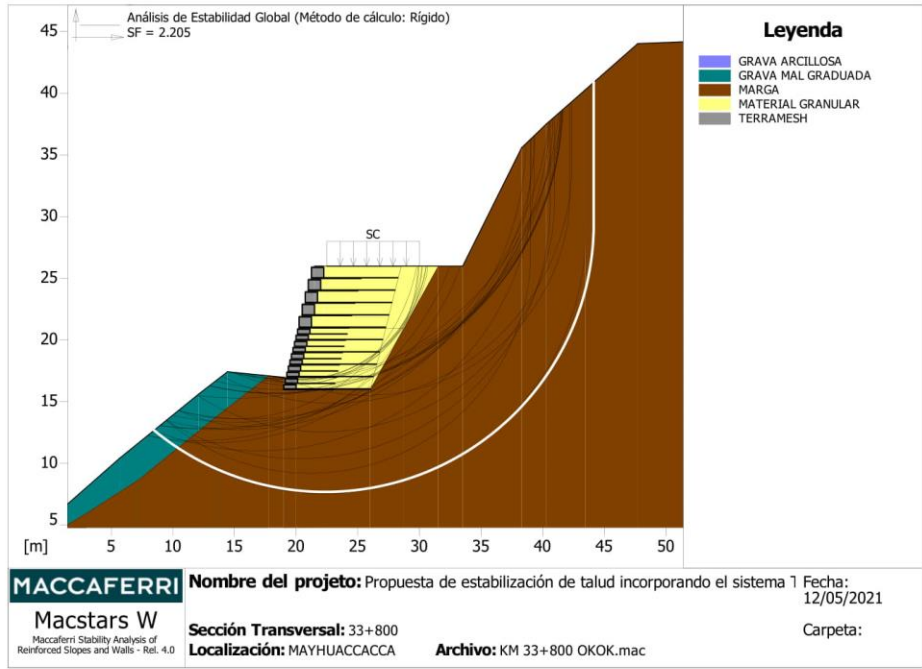
## MACCAFERRI

---

Coeficiente de interacción refuerzo-grava.....:	0.90
Coeficiente de interacción refuerzo-arena.....:	0.65
Coeficiente de interacción refuerzo-limo.....:	0.50
Coeficiente de interacción refuerzo-arcilla.....:	0.30

  
WILFREDO CARDENAS LEYVA  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. 64362

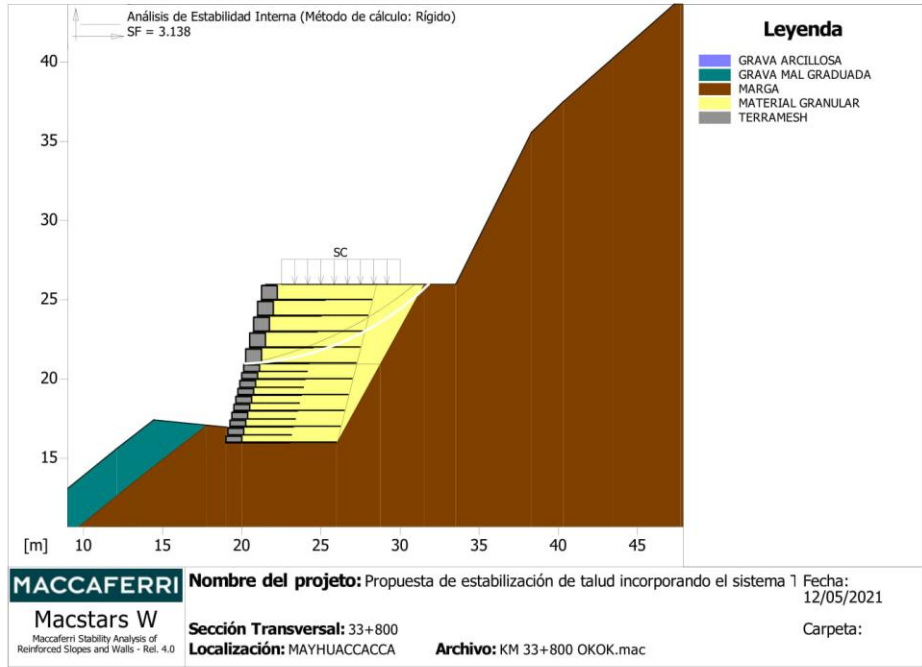
**VERIFICACIÓN DE LOS RESULTADOS**



**Verificación de la estabilidad Global:**  
 Fuerza actuante en los Refuerzos de acuerdo con el Método Rígido  
 Análisis de estabilidad con superficies circulares de acuerdo con el Método de Bishop  
 Factor de Seguridad Calculado.....: 2.205

	Límites de búsqueda para las superficies de ruptura			
	Limite inicial, abscisas [m]		Limite final, abscisas [m]	
Primer punto	Segundo punto	Primer punto	Segundo punto	
8.00	19.02	21.53	42.00	
Número de puntos de inicio en el Primer segmento.....:				23
Número total de superficies verificadas.....:				230
Largo mínimo de la base de las láminas..... [m].....:				0.50
Ángulo límite superior para la búsqueda..... [°].....:				0.00
Ángulo límite inferior para la búsqueda..... [°].....:				0.00

*WLF*  
**WILFREDO CARDENAS LEIVA**  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P. 64362



**Estabilidad Interna:**

Fuerza actuante en los Refuerzos de acuerdo con el Método Rígido  
 Análisis de estabilidad con superficies circulares de acuerdo con el Método de Bishop  
 Factor de Seguridad Calculado..... : 3.138

Límites de búsqueda para las superficies de ruptura

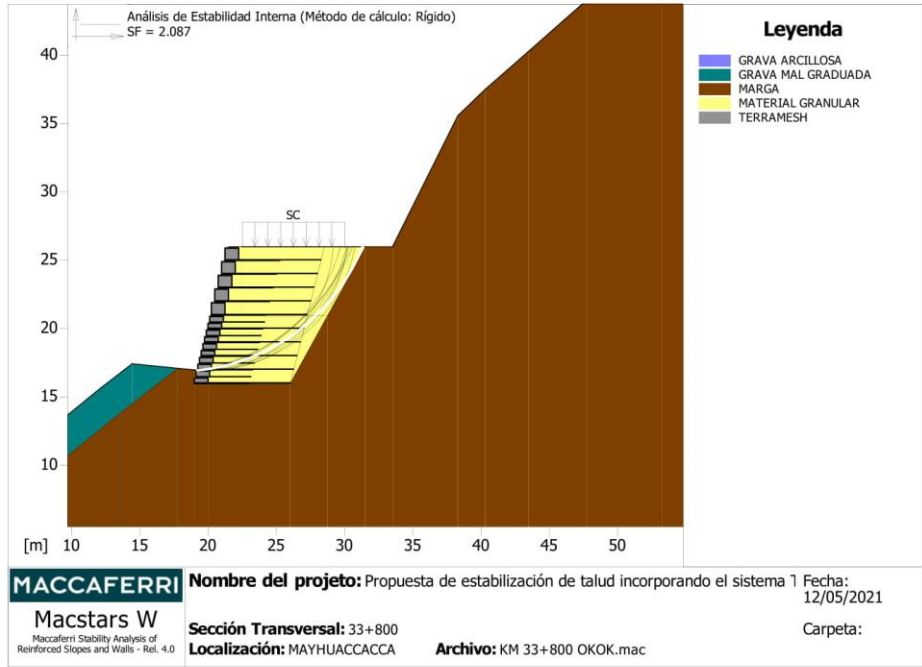
Bloque	TERRAMESH 1.00 X 1.00 X 3.00	
	Primer punto	Segundo punto
	21.00	34.00
Número de puntos de inicio en el primer segmento.....	:	1
Número total de superficies verificadas.....	:	100
Largo mínimo de la base de las láminas..... [m].....	:	0.50
Ángulo límite superior para la búsqueda..... [°].....	:	0.00
Ángulo límite inferior para la búsqueda..... [°].....	:	0.00

Bloque: TERRAMESH 1.00 X 1.00 X 3.00  
 Linear Composites - ParaGrid - 80

Y	Tb	Tp	Td	Tb/Td	Tp/Td
[m]	rotura	arrancamiento	agente	1/Fmax	
	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]		
1.000	80.0	105.7	52.0	1.54	2.03

*WLF*  
 WILFREDO CARDENAS LEIVA  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P. 64362





**Estabilidad Interna:**

Fuerza actuante en los Refuerzos de acuerdo con el Método Rígido  
 Análisis de estabilidad con superficies circulares de acuerdo con el Método de Bishop  
 Factor de Seguridad Calculado: 2.087

Límites de búsqueda para las superficies de ruptura

Bloque	TERRAMESH 0.50 X 1.00 X 3.00	
	Primer punto	Segundo punto
	21.00	35.00
Número de puntos de inicio en el primer segmento:	1	
Número total de superficies verificadas:	100	
Largo mínimo de la base de las láminas [m]:	0.50	
Ángulo límite superior para la búsqueda [°]:	0.00	
Ángulo límite inferior para la búsqueda [°]:	0.00	


Bloque: TERRAMESH 0.50 X 1.00 X 3.00  
 Maccaferri - Terramesh System Polimac - 80 - 3.7 - 0.5x1.0 Polimac 120 anos

Y	Tb	Tp	Td	Tb/Td	Tp/Td
[m]	rotura [kN/m]	arrancamiento [kN/m]	agente [kN/m]	1/Fmax	
1.000	50.0	178.1	40.3	1.24	4.42
1.500	50.0	98.1	40.3	1.24	2.43

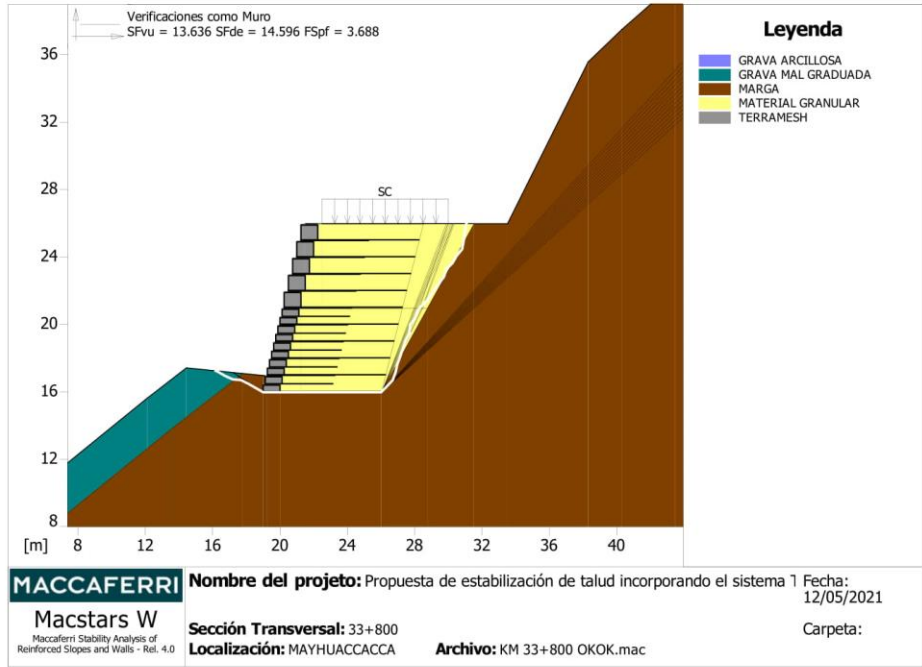
*WLF*  
**WILFREDO CARDENAS LEIVA**  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P. 64362

Bloque: TERRAMESH 0.50 X 1.00 X 3.00  
Linear Composites - ParaGrid - 80

Y	Tb rotura	Tp arrancamiento	Td agente	Tb/Td 1/Fmax	Tp/Td
[m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]		
1.000	80.0	1.2	1.2	66.67	1.00
2.000	80.0	186.4	52.0	1.54	3.58
3.000	80.0	113.9	52.0	1.54	2.19
4.000	80.0	14.7	14.7	5.44	1.00



WILFREDO CARDENAS LEYVA  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. 64362



**Verificación como muro a gravedad:**

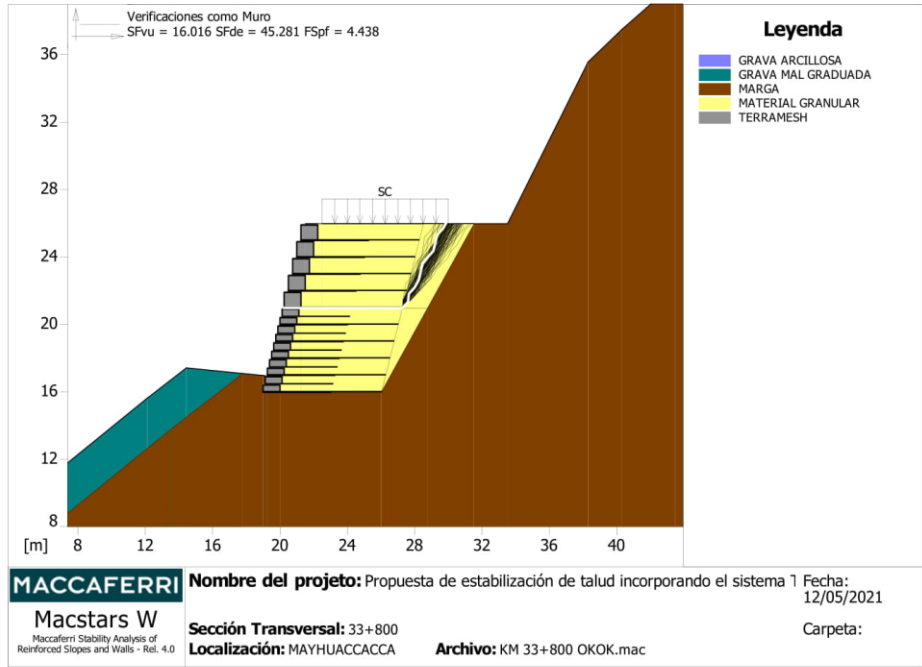
Bloque Considerado: TERRAMESH 0.50 X 1.00 X 3.00

Fuerza Estabilizante.....	[kN/m]	: 1270.80
Fuerza Solicitante.....	[kN/m]	: 93.20
Factor de Seguridad contra el Deslizamiento.....		: 13.636
Momento Estabilizante.....	[kN*m/m]	: 7185.80
Momento Solicitante.....	[kN*m/m]	: 492.31
Factor de Seguridad contra el Vuelco.....		: 14.596
Capacidad portante de acuerdo con el método del Equilibrio Limite.		

Capacidad portante.....	[kN/m <sup>2</sup> ]	: 771.42
Presión media.....	[kN/m <sup>2</sup> ]	: 209.20
Factor de seguridad de la capacidad portante del suelo de apoyo:		3.688
Fundación equivalente.....	[m]	: 7.00
Excentricidad fuerza normal.....	[m]	: -1.08
Brazo del momento.....	[m]	: 5.28
Fuerza normal.....	[kN]	: 1461.40
Tensión normal (Máxima) en el borde externo.....	[kN/m <sup>2</sup> ]	: -102.37
Tensión normal (Mínima) en el borde interno.....	[kN/m <sup>2</sup> ]	: 706.28

*WLF*

**WILFREDO CARDENAS LEIVA**  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P. 64362



**Verificación como muro a gravedad:**

Bloque Considerado: TERRAMESH 1.00 X 1.00 X 3.00

Fuerza Estabilizante.....	[kN/m].....	577.34
Fuerza Solicitante.....	[kN/m].....	36.05
Factor de Seguridad contra el Deslizamiento.....		16.016
Momento Estabilizante.....	[kN*m/m].....	3414.20
Momento Solicitante.....	[kN*m/m].....	75.40
Factor de Seguridad contra el Vuelco.....		45.281
Capacidad portante de acuerdo con el método del Equilibrio Limite.		

Capacidad portante.....	[kN/m <sup>2</sup> ].....	500.89
Presión media.....	[kN/m <sup>2</sup> ].....	112.88
Factor de seguridad de la capacidad portante del suelo de apoyo:		4.438
Fundación equivalente.....	[m].....	7.00
Excentricidad fuerza normal.....	[m].....	-0.73
Brazo del momento.....	[m].....	2.09
Fuerza normal.....	[kN].....	789.31
Tensión normal (Máxima) en el borde externo.....	[kN/m <sup>2</sup> ].....	29.82
Tensión normal (Mínima) en el borde interno.....	[kN/m <sup>2</sup> ].....	255.14

**Officine Maccaferri no assume ninguna responsabilidad sobre los planos y cálculos presentados. Estos tienen únicamente carácter informativo y de sugerencia, buscando optimizar el uso de nuestros productos.**

*(Handwritten signature)*  
 WILFREDO CARDENAS LEIVA  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P. 64362

## MacStARS W – Rel. 4.0

Maccaferri Stability Analysis of Reinforced Slopes and Walls  
Officine Maccaferri S.p.A. - Via Kennedy 10 - 40069 Zola Predosa (Bologna)  
Tel. 051.6436000 - Fax 051.236507

Proyecto.....: Propuesta de estabilización de talud incorporando el sistema Terramesh en la zona  
Mayhuaccacca Huancaavelica 2021.

Sección Transversal....: 33+800

Localización...:MAYHUACCACCA

Carpeta.....:

Archivo.....:KM 33+800 PSEUDOESTATICO.mac

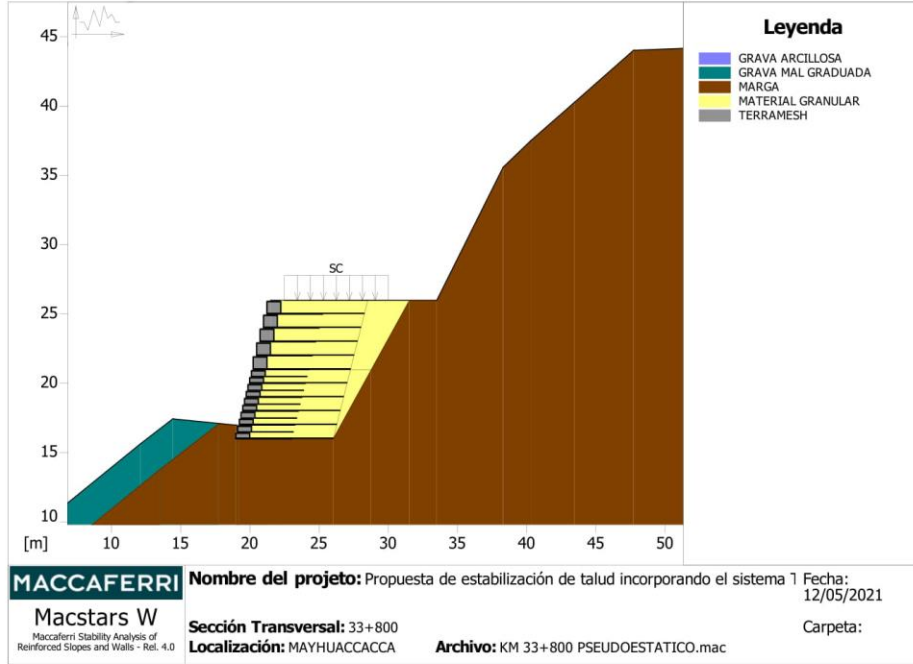
Fecha.....: 12/05/2021

### RESUMEN

PROPIEDADES DEL SUELO .....	2
PERFIL DE LA CAMADA .....	3
BLOQUES REFORZADOS.....	3
Bloque: TERRAMESH 0.50 X 1.00 X 3.00.....	4
Bloque: TERRAMESH 1.00 X 1.00 X 3.00.....	4
SOBRECARGAS .....	4
PROPIEDADES DE LOS REFUERZOS UTILIZADOS.....	5
VERIFICACIÓN DE LOS RESULTADOS .....	7
Verificación de la estabilidad Global:.....	7
Estabilidad Interna:.....	8
Estabilidad Interna:.....	9
Verificación como muro a gravedad:.....	11
Verificación como muro a gravedad:.....	12

  
WILFREDO CARDENAS LEYVA  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. 64362

**PROPIEDADES DEL SUELO**



**Suelo: GRAVA ARCILLOSA** Descripción:

Cohesión.....	[kN/m <sup>2</sup> ]	:	1.96
Ángulo de Fricción.....	[°]	:	28.40
Valor de Ru.....		:	0.00
Peso unitario – Natural.....	[kN/m <sup>3</sup> ]	:	14.38
Peso unitario – Saturado.....	[kN/m <sup>3</sup> ]	:	14.38
Módulo Elástico.....	[kN/m <sup>2</sup> ]	:	0.00
Módulo de Poisson.....		:	0.30

**Suelo: GRAVA MAL GRADUADA** Descripción: GRAVA MAL GRADUADA CON ARCILLA

Cohesión.....	[kN/m <sup>2</sup> ]	:	0.98
Ángulo de Fricción.....	[°]	:	29.10
Valor de Ru.....		:	0.00
Peso unitario – Natural.....	[kN/m <sup>3</sup> ]	:	15.62
Peso unitario – Saturado.....	[kN/m <sup>3</sup> ]	:	15.62
Módulo Elástico.....	[kN/m <sup>2</sup> ]	:	0.00
Módulo de Poisson.....		:	0.30

**Suelo: MARGA** Descripción: ROCA SEDIMENTARIA

Cohesión.....	[kN/m <sup>2</sup> ]	:	91.20
Ángulo de Fricción.....	[°]	:	23.40
Valor de Ru.....		:	0.00
Peso unitario – Natural.....	[kN/m <sup>3</sup> ]	:	26.18
Peso unitario – Saturado.....	[kN/m <sup>3</sup> ]	:	26.18

*WLF*

**WILFREDO CARDENAS LEIVA**  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. 64362

## MACCAFERRI

Módulo Elástico..... [kN/m<sup>2</sup>] : 0.00  
Módulo de Poisson..... : 0.30

### Suelo: MATERIAL GRANULAR

Descripción:

Cohesión..... [kN/m<sup>2</sup>] : 4.00  
Ángulo de Fricción..... [°] : 33.20  
Valor de Ru..... : 0.00  
Peso unitario – Natural..... [kN/m<sup>3</sup>] : 19.30  
Peso unitario – Saturado..... [kN/m<sup>3</sup>] : 19.30

Módulo Elástico..... [kN/m<sup>2</sup>] : 0.00  
Módulo de Poisson..... : 0.30

### Suelo: TERRAMESH

Descripción:

Cohesión..... [kN/m<sup>2</sup>] : 17.50  
Ángulo de Fricción..... [°] : 40.00  
Valor de Ru..... : 0.00  
Peso unitario – Natural..... [kN/m<sup>3</sup>] : 18.00  
Peso unitario – Saturado..... [kN/m<sup>3</sup>] : 18.00

Módulo Elástico..... [kN/m<sup>2</sup>] : 0.00  
Módulo de Poisson..... : 0.30

## PERFIL DE LA CAMADA

### Camada: GRAVA ARCILLOSA Descripción del Suelo:

Suelo: GRAVA ARCILLOSA

X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
56.22	45.30	58.94	48.03	59.78	48.52	62.53	51.76
73.90	59.91	81.93	69.80	82.40	70.29	84.65	73.35
93.84	85.28	102.10	93.37	104.87	95.38	105.00	95.55

### Camada: GRAVA MAL GRADUADA Descripción del Suelo:

Suelo: GRAVA MAL GRADUADA

X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
0.00	5.36	0.48	5.80	5.70	10.38	12.13	15.60
14.46	17.40	17.78	17.07				


### Camada: MARGA

Descripción del Suelo:

Suelo: MARGA

X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
0.00	4.14	3.01	5.95	7.24	8.67	13.56	13.80
17.78	17.07	19.02	16.95	26.02	15.96	31.53	25.95
33.53	25.95	38.32	35.55	40.33	37.48	43.48	40.24
47.74	43.99	53.30	44.21	56.22	45.30	76.18	57.48
84.41	67.62	84.94	68.17	87.29	71.36	96.31	83.08
104.24	90.85	105.00	91.40				

## BLOQUES REFORZADOS

  
WILFREDO CARDENAS LEYVA  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. 64362

## MACCAFERRI

### Bloque: TERRAMESH 0.50 X 1.00 X 3.00

Dimensiones del bloque [m] : Ancho de la Base = 7.00    Altura = 5.00  
Origen del Bloque [m] : Abscisa = 19.02    Ordenada = 15.96  
Berma Inclinación Paramento [°] : 14.00

Material de relleno para el Gavión : TERRAMESH  
Tipo de relleno estructural : Verificaciones como muro en gaviones  
Relleno estructural : MATERIAL GRANULAR  
Suelo de relleno : MATERIAL GRANULAR  
Suelo del talud arriba de la estructura : MATERIAL GRANULAR  
Suelo de Fundación : MARGA

Parámetros para el cálculo de la capacidad portante según Brinch Hansen, Vesic o Meyerhof

Profundidad de fundación [m] : 1.00  
Inclinación del talud al pie del muro [°] : 6.00

### Patrón de los refuerzos:

Maccaferri - Terramesh System Polimac - 80 - 3.7 - 0.5x1.0 Polimac 120 anos

Largo [m] = 4.00  
Gavión [m]: Altura = 0.50    Ancho = 1.00

Linear Composites - ParaGrid - 80

Largo [m] = 7.00  
Espaciamiento Vertical [m] = 1.00  
Offset [m] = 0.00

### Bloque: TERRAMESH 1.00 X 1.00 X 3.00

Dimensiones del bloque [m] : Ancho de la Base = 7.00    Altura = 5.00  
[m] = 0.00 por TERRAMESH 0.50 X 1.00 X 3.00  
Inclinación Paramento [°] : 14.00

Material de relleno para el Gavión : TERRAMESH  
Tipo de relleno estructural : Verificaciones como muro en gaviones  
Relleno estructural : MATERIAL GRANULAR  
Suelo de relleno : MATERIAL GRANULAR  
Suelo del talud arriba de la estructura : MATERIAL GRANULAR  
Suelo de Fundación : MARGA

Parámetros para el cálculo de la capacidad portante según Brinch Hansen, Vesic o Meyerhof

Profundidad de fundación [m] : 0.00  
Inclinación del talud al pie del muro [°] : 0.00

### Patrón de los refuerzos:

Maccaferri - Terramesh System Polimac - 80 - 3.7 - 1.0x1.0 Polimac 120 anos

Largo [m] = 4.00  
Gavión [m]: Altura = 1.00    Ancho = 1.00

Linear Composites - ParaGrid - 80

Largo [m] = 7.00  
Espaciamiento Vertical [m] = 1.00  
Offset [m] = 0.00

## SOBRECARGAS

**Cargas Distribuidas: SC**    Descripción : CARGA VEHICULAR

Intensidad [kN/m<sup>2</sup>] = 20.00    Inclinación [°] = 0.00  
Abscisa [m] : de = 22.50 hasta = 30.00

  
FREDO CARDENAS LEYVA  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. 64362



**Efectos Sísmicos:**

Aceleración.....[m/s<sup>2</sup>] : Horizontal..... = 3.43 Vertical..... = 0.00

**PROPIEDADES DE LOS REFUERZOS UTILIZADOS**

Linear Composites - ParaGrid - 80

Resistencia a la Tracción.....	[kN/m].....	80.00
Tasa de deformación plástica.....		0.00
Coefficiente de deformación elástica.....	[m <sup>3</sup> /kN].....	1.10e-04
Rigidez del refuerzo.....	[kN/m].....	665.00
Largo de anclaje Mínimo.....	[m].....	0.15
Factor de seg. contra la rotura (grava).....		1.67
Factor de seg. contra el arrancamiento (Pull-out).....		1.00
Factor de seg. contra la rotura (arena).....		1.54
Factor de seg. contra el arrancamiento (Pull-out).....		1.00
Factor de seg. contra la rotura (arena limosa).....		1.54
Factor de seg. contra el arrancamiento (Pull-out).....		1.00
Factor de seg. contra la rotura (arcilla arenosa).....		1.54
Factor de seg. contra el arrancamiento (Pull-out).....		1.00
Factor de interacción refuerzo/refuerzo.....		0.16
Coefficiente de interacción refuerzo-grava.....		0.90
Coefficiente de interacción refuerzo-arena.....		0.90
Coefficiente de interacción refuerzo-limo.....		0.70
Coefficiente de interacción refuerzo-arcilla.....		0.40

Maccaferri - Terramesh System Polimac - 80 - 3.7 - 0.5x1.0 Polimac 120 anos

Resistencia a la Tracción.....	[kN/m].....	50.00
Tasa de deformación plástica.....		2.00
Coefficiente de deformación elástica.....	[m <sup>3</sup> /kN].....	1.10e-04
Rigidez del refuerzo.....	[kN/m].....	500.00
Largo de anclaje Mínimo.....	[m].....	0.15
Factor de seg. contra la rotura (grava).....		1.43
Factor de seg. contra el arrancamiento (Pull-out).....		1.00
Factor de seg. contra la rotura (arena).....		1.24
Factor de seg. contra el arrancamiento (Pull-out).....		1.00
Factor de seg. contra la rotura (arena limosa).....		1.24
Factor de seg. contra el arrancamiento (Pull-out).....		1.00
Factor de seg. contra la rotura (arcilla arenosa).....		1.24
Factor de seg. contra el arrancamiento (Pull-out).....		1.00
Factor de interacción refuerzo/refuerzo.....		0.30
Coefficiente de interacción refuerzo-grava.....		0.90
Coefficiente de interacción refuerzo-arena.....		0.65
Coefficiente de interacción refuerzo-limo.....		0.50
Coefficiente de interacción refuerzo-arcilla.....		0.30

Maccaferri - Terramesh System Polimac - 80 - 3.7 - 1.0x1.0 Polimac 120 anos

Resistencia a la Tracción.....	[kN/m].....	50.00
Tasa de deformación plástica.....		2.00
Coefficiente de deformación elástica.....	[m <sup>3</sup> /kN].....	1.10e-04
Rigidez del refuerzo.....	[kN/m].....	500.00
Largo de anclaje Mínimo.....	[m].....	0.15
Factor de seg. contra la rotura (grava).....		1.43
Factor de seg. contra el arrancamiento (Pull-out).....		1.00
Factor de seg. contra la rotura (arena).....		1.24
Factor de seg. contra el arrancamiento (Pull-out).....		1.00
Factor de seg. contra la rotura (arena limosa).....		1.24
Factor de seg. contra el arrancamiento (Pull-out).....		1.00
Factor de seg. contra la rotura (arcilla arenosa).....		1.24

  
**WILFREDO CARDENAS LEYVA**  
**INGENIERO CIVIL**  
**C.I.P. 64362**

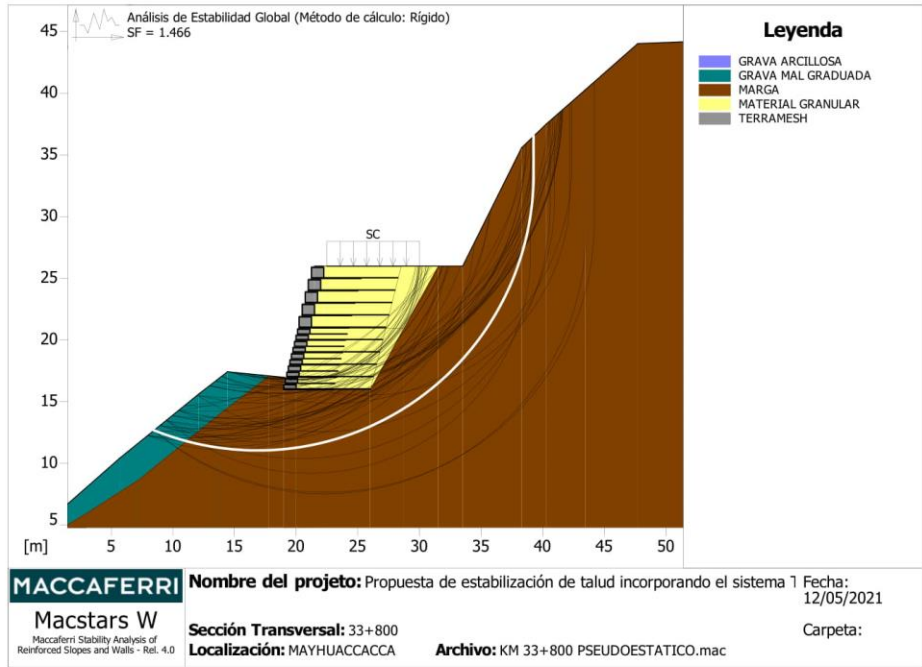
## MACCAFERRI

---

Factor de seg. contra el arrancamiento (Pull-out).....:	1.00
Factor de interacción refuerzo/refuerzo.....:	0.30
Coefficiente de interacción refuerzo-grava.....:	0.90
Coefficiente de interacción refuerzo-arena.....:	0.65
Coefficiente de interacción refuerzo-limo.....:	0.50
Coefficiente de interacción refuerzo-arcilla.....:	0.30

  
WILFREDO CARDENAS LEYVA  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. 64362

**VERIFICACIÓN DE LOS RESULTADOS**

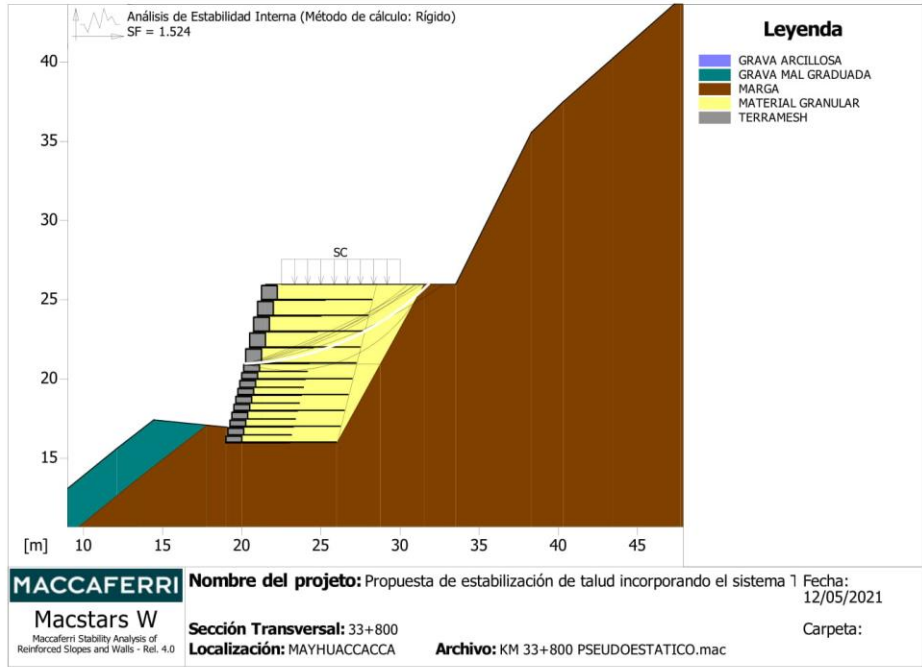


**Verificación de la estabilidad Global:**

Fuerza actuante en los Refuerzos de acuerdo con el Método Rígido  
 Análisis de estabilidad con superficies circulares de acuerdo con el Método de Bishop  
 Factor de Seguridad Calculado.....: 1.466

Límites de búsqueda para las superficies de ruptura		Límite final, abscisas [m]	
Primer punto	Segundo punto	Primer punto	Segundo punto
8.00	19.02	21.53	42.00
Número de puntos de inicio en el Primer segmento.....:		23	
Número total de superficies verificadas.....:		230	
Largo mínimo de la base de las láminas..... [m].....:		0.50	
Ángulo límite superior para la búsqueda..... [°].....:		0.00	
Ángulo límite inferior para la búsqueda..... [°].....:		0.00	

*WLF*  
 WILFREDO CARDENAS LEIVA  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P. 64362



**Estabilidad Interna:**

Fuerza actuante en los Refuerzos de acuerdo con el Método Rígido  
 Análisis de estabilidad con superficies circulares de acuerdo con el Método de Bishop  
 Factor de Seguridad Calculado.....: 1.524

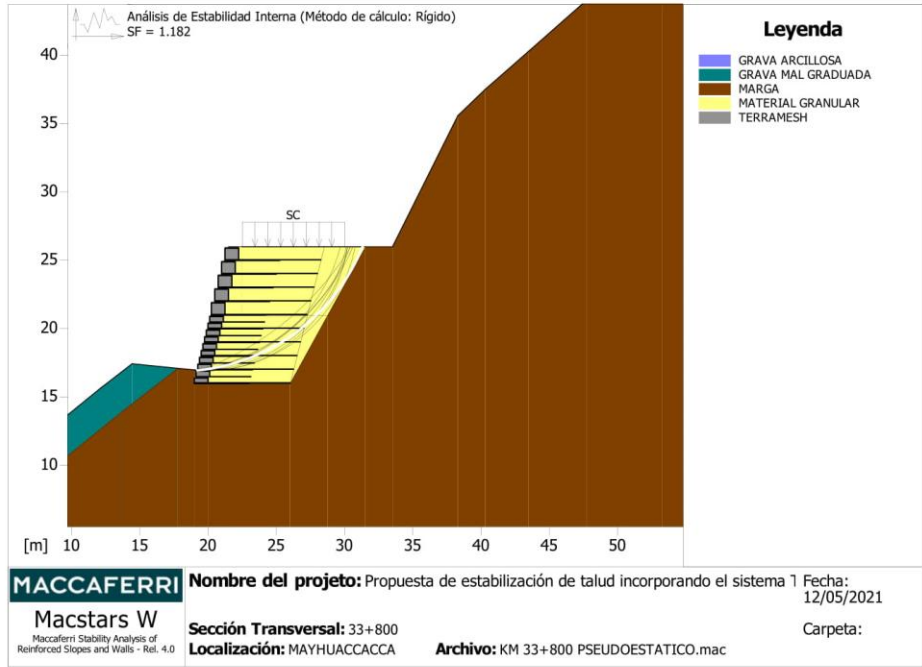
Límites de búsqueda para las superficies de ruptura

Bloque	TERRAMESH 1.00 X 1.00 X 3.00	
	Primer punto	Segundo punto
	21.00	34.00
Número de puntos de inicio en el primer segmento.....:	1	
Número total de superficies verificadas.....:	100	
Largo mínimo de la base de las láminas..... [m].....:	0.50	
Ángulo límite superior para la búsqueda..... [°].....:	0.00	
Ángulo límite inferior para la búsqueda..... [°].....:	0.00	

Bloque: TERRAMESH 1.00 X 1.00 X 3.00  
 Linear Composites - ParaGrid - 80

Y	Tb	Tp	Td	Tb/Td	Tp/Td
[m]	rotura	arrancamiento	agente	1/Fmax	
	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]		
1.000	80.0	105.7	52.0	1.54	2.03

*(Handwritten signature)*  
**WILFREDO CARDENAS LEIVA**  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P. 64362



**Estabilidad Interna:**

Fuerza actuante en los Refuerzos de acuerdo con el Método Rígido  
 Análisis de estabilidad con superficies circulares de acuerdo con el Método de Bishop  
 Factor de Seguridad Calculado.....: 1.182

Límites de búsqueda para las superficies de ruptura

Bloque	TERRAMESH 0.50 X 1.00 X 3.00	
	Primer punto	Segundo punto
	21.00	35.00
Número de puntos de inicio en el primer segmento.....:	1	
Número total de superficies verificadas.....:	100	
Largo mínimo de la base de las láminas..... [m].....:	0.50	
Ángulo límite superior para la búsqueda..... [°].....:	0.00	
Ángulo límite inferior para la búsqueda..... [°].....:	0.00	

Bloque: TERRAMESH 0.50 X 1.00 X 3.00  
 Maccaferri - Terramesh System Polimac - 80 - 3.7 - 0.5x1.0 Polimac 120 anos

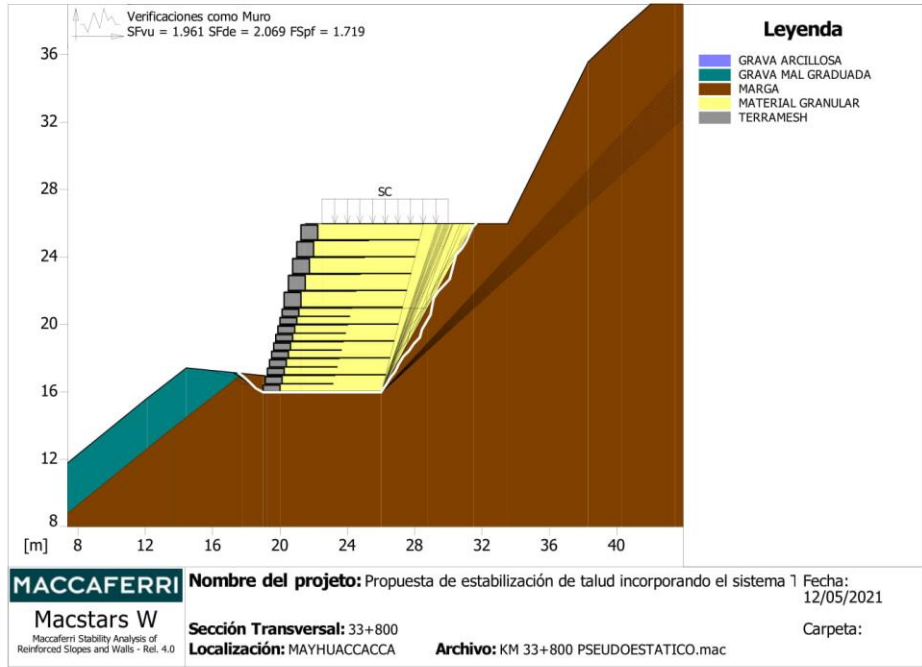
Y	Tb	Tp	Td	Tb/Td	Tp/Td
[m]	rotura	arrancamiento	agente	1/Fmax	
	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]		
1.000	50.0	178.1	40.3	1.24	4.42
1.500	50.0	98.1	40.3	1.24	2.43

*WLF*  
**WILFREDO CARDENAS LEIVA**  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P. 64362

Bloque: TERRAMESH 0.50 X 1.00 X 3.00  
Linear Composites - ParaGrid - 80

Y	Tb rotura	Tp arrancamiento	Td agente	Tb/Td 1/Fmax	Tp/Td
[m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]		
1.000	80.0	1.2	1.2	66.67	1.00
2.000	80.0	186.4	52.0	1.54	3.58
3.000	80.0	113.9	52.0	1.54	2.19
4.000	80.0	14.7	14.7	5.44	1.00

  
WILFREDO CARDENAS LEYVA  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. 64362



**Verificación como muro a gravedad:**

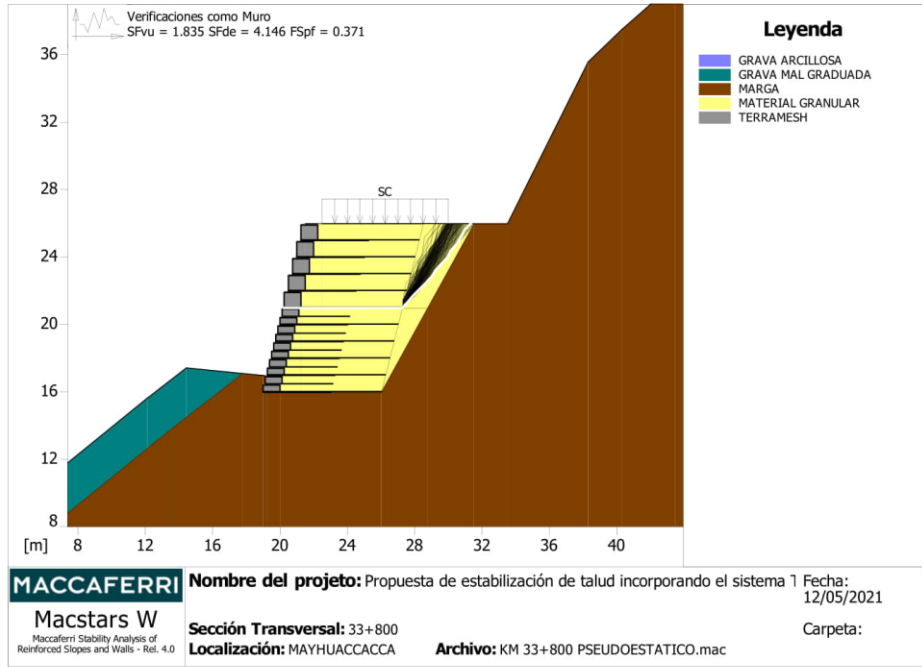
Bloque Considerado: TERRAMESH 0.50 X 1.00 X 3.00

Fuerza Estabilizante.....	[kN/m]	: 1270.80
Fuerza Solicitante.....	[kN/m]	: 648.19
Factor de Seguridad contra el Deslizamiento.....		: 1.961
Momento Estabilizante.....	[kN*m/m]	: 7185.80
Momento Solicitante.....	[kN*m/m]	: 3473.90
Factor de Seguridad contra el Vuelco.....		: 2.069
Capacidad portante de acuerdo con el método del Equilibrio Limite.		

Capacidad portante.....	[kN/m <sup>2</sup> ]	: 540.93
Presión media.....	[kN/m <sup>2</sup> ]	: 314.72
Factor de seguridad de la capacidad portante del suelo de apoyo:		1.719
Fundación equivalente.....	[m]	: 5.08
Excentricidad fuerza normal.....	[m]	: 0.96
Brazo del momento.....	[m]	: 5.36
Fuerza normal.....	[kN]	: 1461.40
Tensión normal (Máxima) en el borde externo.....	[kN/m <sup>2</sup> ]	: 380.58
Tensión normal (Mínima) en el borde interno.....	[kN/m <sup>2</sup> ]	: 36.96

*WLF*

WILFREDO CARDENAS LEIVA  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. 64362



**Verificación como muro a gravedad:**

Bloque Considerado: TERRAMESH 1.00 X 1.00 X 3.00

Fuerza Estabilizante.....	[kN/m].....	577.34
Fuerza Solicitante.....	[kN/m].....	314.55
Factor de Seguridad contra el Deslizamiento.....		1.835
Momento Estabilizante.....	[kN*m/m].....	3414.20
Momento Solicitante.....	[kN*m/m].....	823.59
Factor de Seguridad contra el Vuelco.....		4.146
Capacidad portante de acuerdo con el método del Equilibrio Limite.		

Capacidad portante.....	[kN/m <sup>2</sup> ].....	48.03
Presión media.....	[kN/m <sup>2</sup> ].....	129.44
Factor de seguridad de la capacidad portante del suelo de apoyo:		0.371
Fundación equivalente.....	[m].....	6.56
Excentricidad fuerza normal.....	[m].....	0.22
Brazo del momento.....	[m].....	2.62
Fuerza normal.....	[kN].....	789.31
Tensión normal (Máxima) en el borde externo.....	[kN/m <sup>2</sup> ].....	133.81
Tensión normal (Mínima) en el borde interno.....	[kN/m <sup>2</sup> ].....	91.71

**Officine Maccaferri no asume ninguna responsabilidad sobre los planos y cálculos presentados. Estos tienen únicamente carácter informativo y de sugerencia, buscando optimizar el uso de nuestros productos.**

WILFREDO CARDENAS LEIVA  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P. 64362



## MacStARS W – Rel. 4.0

Maccaferri Stability Analysis of Reinforced Slopes and Walls  
Officine Maccaferri S.p.A. - Via Kennedy 10 - 40069 Zola Predosa (Bologna)  
Tel. 051.6436000 - Fax 051.236507

Proyecto.....: Propuesta de estabilización de talud incorporando el sistema Terramesh en la zona  
Mayhuaccacca Huanavelica 2021.

Sección Transversal....: 33+860

Localización...:MAYHUACCACCA


Carpeta.....:

Archivo.....:KM 33+860 OKOK.mac

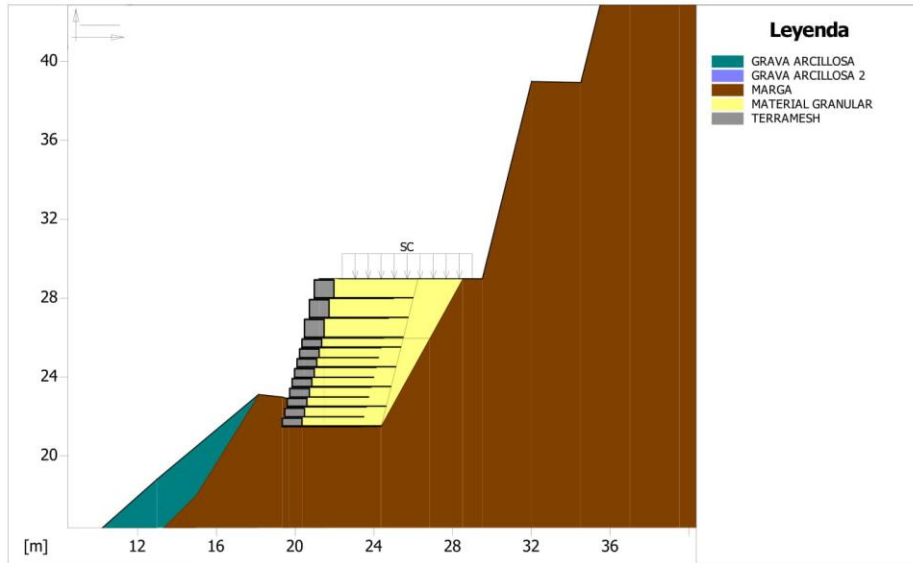
Fecha.....: 12/05/2021

### RESUMEN

PROPIEDADES DEL SUELO .....	2
PERFIL DE LA CAMADA .....	3
BLOQUES REFORZADOS.....	3
Bloque: TERRAMESH 0.5 X 1.00 X 3.00.....	4
Bloque: TERRAMESH 1.00 X 1.00 X 3.00 .....	4
SOBRECARGAS .....	4
PROPIEDADES DE LOS REFUERZOS UTILIZADOS.....	5
VERIFICACIÓN DE LOS RESULTADOS .....	7
Estabilidad Interna:.....	7
Verificación de la estabilidad Global:.....	9
Verificación como muro a gravedad:.....	10
Verificación como muro a gravedad:.....	11
Estabilidad Interna:.....	12

  
WILFREDO CARDENAS LEIVA  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. 64362

**PROPIEDADES DEL SUELO**



**MACCAFERRI** Nombre del proyecto: Propuesta de estabilización de talud incorporando el sistema 1 Fecha: 12/05/2021  
 Macstars W Maccaferri Stability Analysis of Reinforced Slopes and Walls - Rel. 4.0 Sección Transversal: 33+860 Localización: MAYHUACACCA Archivo: KM 33+860 OKOK.mac Carpeta:

**Suelo: GRAVA ARCILLOSA** Descripción:

Cohesión.....	[kN/m <sup>2</sup> ]	:	1.96
Ángulo de Fricción.....	[°]	:	28.00
Valor de Ru.....		:	0.00
Peso unitario – Natural.....	[kN/m <sup>3</sup> ]	:	15.40
Peso unitario – Saturado.....	[kN/m <sup>3</sup> ]	:	15.40
Módulo Elástico.....	[kN/m <sup>2</sup> ]	:	0.00
Módulo de Poisson.....		:	0.30

**Suelo: GRAVA ARCILLOSA 2** Descripción:

Cohesión.....	[kN/m <sup>2</sup> ]	:	1.96
Ángulo de Fricción.....	[°]	:	28.40
Valor de Ru.....		:	0.00
Peso unitario – Natural.....	[kN/m <sup>3</sup> ]	:	14.37
Peso unitario – Saturado.....	[kN/m <sup>3</sup> ]	:	14.37
Módulo Elástico.....	[kN/m <sup>2</sup> ]	:	0.00
Módulo de Poisson.....		:	0.30

**Suelo: MARGA** Descripción: ROCA SEDIMENTARIA

Cohesión.....	[kN/m <sup>2</sup> ]	:	86.30
Ángulo de Fricción.....	[°]	:	23.20
Valor de Ru.....		:	0.00
Peso unitario – Natural.....	[kN/m <sup>3</sup> ]	:	25.98
Peso unitario – Saturado.....	[kN/m <sup>3</sup> ]	:	25.98

*WLF*  
**WILFREDO CARDENAS LEIVA**  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P. 64362

## MACCAFERRI

Módulo Elástico..... [kN/m<sup>2</sup>] : 0.00  
Módulo de Poisson..... : 0.30

### Suelo: MATERIAL GRANULAR

Descripción:

Cohesión..... [kN/m<sup>2</sup>] : 4.00  
Ángulo de Fricción..... [°] : 33.20  
Valor de Ru..... : 0.00  
Peso unitario – Natural..... [kN/m<sup>3</sup>] : 19.30  
Peso unitario – Saturado..... [kN/m<sup>3</sup>] : 19.30

Módulo Elástico..... [kN/m<sup>2</sup>] : 0.00  
Módulo de Poisson..... : 0.30

### Suelo: TERRAMESH

Descripción:

Cohesión..... [kN/m<sup>2</sup>] : 17.50  
Ángulo de Fricción..... [°] : 40.00  
Valor de Ru..... : 0.00  
Peso unitario – Natural..... [kN/m<sup>3</sup>] : 18.00  
Peso unitario – Saturado..... [kN/m<sup>3</sup>] : 18.00

Módulo Elástico..... [kN/m<sup>2</sup>] : 0.00  
Módulo de Poisson..... : 0.30

## PERFIL DE LA CAMADA

### Camada: GRAVA ARCILLOSA Descripción del Suelo:

Suelo: GRAVA ARCILLOSA

X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
0.00	7.26	13.01	18.79	18.17	23.10		

### Camada: GRAVA ARCILLOSA 2

Descripción del Suelo:

Suelo: GRAVA ARCILLOSA 2

X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
40.51	52.82	43.56	56.88	44.07	57.25	48.56	63.08
50.28	64.45	53.71	69.57	58.45	75.76	60.40	77.38
61.09	77.58	67.18	80.99	79.09	87.51	81.42	88.96
87.83	94.28	92.46	98.35	93.09	98.93	105.00	109.63


### Camada: MARGA

Descripción del Suelo:

Suelo: MARGA

X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
0.00	3.03	15.00	18.00	18.17	23.10	19.37	22.96
24.37	21.46	28.53	28.96	29.53	28.96	32.03	38.96
34.53	38.91	37.03	48.91	39.53	48.86	40.51	52.82
44.31	56.06	44.85	56.46	49.35	62.30	51.10	63.70
54.61	68.93	59.25	74.99	60.93	76.39	61.52	76.56
67.71	80.03	79.64	86.56	82.06	88.06	88.55	93.44
93.19	97.53	93.83	98.11	105.00	108.15		

## BLOQUES REFORZADOS

  
WILFREDO CARDENAS LEYVA  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. 64362

## MACCAFERRI

### Bloque: TERRAMESH 0.5 X 1.00 X 3.00

Dimensiones del bloque [m] : Ancho de la Base = 5.00    Altura = 4.50  
Origen del Bloque [m] : Abscisa = 19.37    Ordenada = 21.46  
Berma Inclinación Paramento [°] : 14.00

Material de relleno para el Gavión : TERRAMESH  
Tipo de relleno estructural : Verificaciones como muro en gaviones  
Relleno estructural : MATERIAL GRANULAR  
Suelo de relleno : MATERIAL GRANULAR  
Suelo del talud arriba de la estructura : MATERIAL GRANULAR  
Suelo de Fundación : MARGA

Parámetros para el cálculo de la capacidad portante según Brinch Hansen, Vesic o Meyerhof

Profundidad de fundación [m] : 1.00  
Inclinación del talud al pie del muro [°] : 6.00

#### Patrón de los refuerzos:

Maccaferri - Terramesh System Polimac - 80 - 3.7 - 0.5x1.0 Polimac 120 anos

Largo [m] = 4.00  
Gavión [m]: Altura = 0.50    Ancho = 1.00

Linear Composites - ParaGrid - 80

Largo [m] = 5.00  
Espaciamiento Vertical [m] = 1.00  
Offset [m] = 0.00

### Bloque: TERRAMESH 1.00 X 1.00 X 3.00

Dimensiones del bloque [m] : Ancho de la Base = 5.00    Altura = 3.00  
[m] = 0.00 por TERRAMESH 0.5 X 1.00 X 3.00  
Inclinación Paramento [°] : 14.00

Material de relleno para el Gavión : TERRAMESH  
Tipo de relleno estructural : Verificaciones como muro en gaviones  
Relleno estructural : MATERIAL GRANULAR  
Suelo de relleno : MATERIAL GRANULAR  
Suelo del talud arriba de la estructura : MATERIAL GRANULAR  
Suelo de Fundación : MARGA

Parámetros para el cálculo de la capacidad portante según Brinch Hansen, Vesic o Meyerhof

Profundidad de fundación [m] : 1.00  
Inclinación del talud al pie del muro [°] : 6.00

#### Patrón de los refuerzos:

Maccaferri - Terramesh System Polimac - 80 - 3.7 - 1.0x1.0 Polimac 120 anos

Largo [m] = 4.00  
Gavión [m]: Altura = 1.00    Ancho = 1.00

Linear Composites - ParaGrid - 80


Largo [m] = 5.00  
Espaciamiento Vertical [m] = 1.00  
Offset [m] = 0.00

## SOBRECARGAS

### Cargas Distribuidas: SC

Descripción :

Intensidad [kN/m<sup>2</sup>] = 20.00    Inclinación [°] = 0.00  
Abscisa [m] : de = 22.40 hasta = 29.00

  
ALFREDO CARDENAS LEYVA  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. 64362

**PROPIEDADES DE LOS REFUERZOS UTILIZADOS**

Linear Composites - ParaGrid - 80


Resistencia a la Tracción.....	[kN/m].....	80.00
Tasa de deformación plástica.....		0.00
Coefficiente de deformación elástica.....	[m <sup>3</sup> /kN].....	1.10e-04
Rigidez del refuerzo.....	[kN/m].....	665.00
Largo de anclaje Mínimo.....	[m].....	0.15
Factor de seg. contra la rotura (grava).....		1.67
Factor de seg. contra el arrancamiento (Pull-out).....		1.00
Factor de seg. contra la rotura (arena).....		1.54
Factor de seg. contra el arrancamiento (Pull-out).....		1.00
Factor de seg. contra la rotura (arena limosa).....		1.54
Factor de seg. contra el arrancamiento (Pull-out).....		1.00
Factor de seg. contra la rotura (arcilla arenosa).....		1.54
Factor de seg. contra el arrancamiento (Pull-out).....		1.00
Factor de interacción refuerzo/refuerzo.....		0.16
Coefficiente de interacción refuerzo-grava.....		0.90
Coefficiente de interacción refuerzo-arena.....		0.90
Coefficiente de interacción refuerzo-limo.....		0.70
Coefficiente de interacción refuerzo-arcilla.....		0.40

Maccaferri - Terramesh System Polimac - 80 - 3.7 - 0.5x1.0 Polimac 120 anos

Resistencia a la Tracción.....	[kN/m].....	50.00
Tasa de deformación plástica.....		2.00
Coefficiente de deformación elástica.....	[m <sup>3</sup> /kN].....	1.10e-04
Rigidez del refuerzo.....	[kN/m].....	500.00
Largo de anclaje Mínimo.....	[m].....	0.15
Factor de seg. contra la rotura (grava).....		1.43
Factor de seg. contra el arrancamiento (Pull-out).....		1.00
Factor de seg. contra la rotura (arena).....		1.24
Factor de seg. contra el arrancamiento (Pull-out).....		1.00
Factor de seg. contra la rotura (arena limosa).....		1.24
Factor de seg. contra el arrancamiento (Pull-out).....		1.00
Factor de seg. contra la rotura (arcilla arenosa).....		1.24
Factor de seg. contra el arrancamiento (Pull-out).....		1.00
Factor de interacción refuerzo/refuerzo.....		0.30
Coefficiente de interacción refuerzo-grava.....		0.90
Coefficiente de interacción refuerzo-arena.....		0.65
Coefficiente de interacción refuerzo-limo.....		0.50
Coefficiente de interacción refuerzo-arcilla.....		0.30

Maccaferri - Terramesh System Polimac - 80 - 3.7 - 1.0x1.0 Polimac 120 anos

Resistencia a la Tracción.....	[kN/m].....	50.00
Tasa de deformación plástica.....		2.00
Coefficiente de deformación elástica.....	[m <sup>3</sup> /kN].....	1.10e-04
Rigidez del refuerzo.....	[kN/m].....	500.00
Largo de anclaje Mínimo.....	[m].....	0.15
Factor de seg. contra la rotura (grava).....		1.43
Factor de seg. contra el arrancamiento (Pull-out).....		1.00
Factor de seg. contra la rotura (arena).....		1.24
Factor de seg. contra el arrancamiento (Pull-out).....		1.00
Factor de seg. contra la rotura (arena limosa).....		1.24
Factor de seg. contra el arrancamiento (Pull-out).....		1.00
Factor de seg. contra la rotura (arcilla arenosa).....		1.24
Factor de seg. contra el arrancamiento (Pull-out).....		1.00
Factor de interacción refuerzo/refuerzo.....		0.30

  
**ALFREDO CARDENAS LEYVA**  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P. 64362

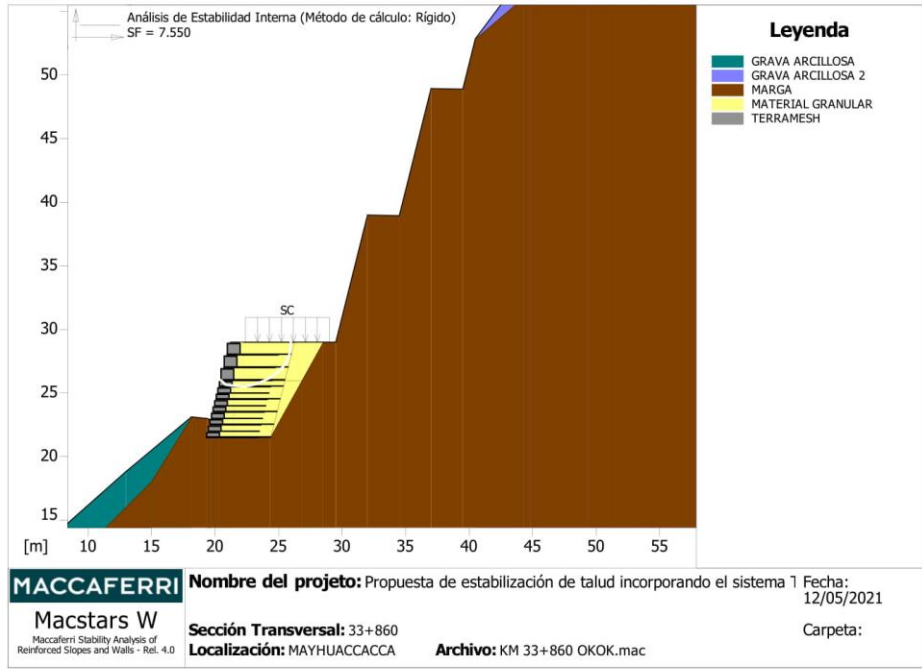
**MACCAFERRI**

---

Coeficiente de interacción refuerzo-grava.....:	0.90
Coeficiente de interacción refuerzo-arena.....:	0.65
Coeficiente de interacción refuerzo-limo.....:	0.50
Coeficiente de interacción refuerzo-arcilla.....:	0.30

  
.....  
**WILFREDO CARDENAS LEIVA**  
**INGENIERO CIVIL**  
**C.I.P. 64362**

**VERIFICACIÓN DE LOS RESULTADOS**



**Estabilidad Interna:**

Fuerza actuante en los Refuerzos de acuerdo con el Método Rígido  
 Análisis de estabilidad con superficies poligonales de acuerdo con el Método de Janbu  
 Factor de Seguridad Calculado.....: 7.550

	Límites de búsqueda para las superficies de ruptura	
Bloque	Limite inicial, abscisas [m]	
TERRAMESH 1.00 X 1.00 X 3.00	Primer punto	Segundo punto
	22.00	28.00
Número de puntos de inicio en el primer segmento.....:	1	
Número total de superficies verificadas.....:	100	
Largo mínimo de la base de las lámelas..... [m].....:	0.50	
Ángulo límite superior para la búsqueda..... [°].....:	0.00	
Ángulo límite inferior para la búsqueda..... [°].....:	0.00	


Bloque: TERRAMESH 1.00 X 1.00 X 3.00  
 Maccaferri - Terramesh System Polimac - 80 - 3.7 - 1.0x1.0 Polimac 120 anos

Y	Tb	Tp	Td	Tb/Td	Tp/Td
[m]	rotura	arrancamiento	agente	1/Fmax	
	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]		
0.000	50.0	15.7	15.7	3.18	1.00

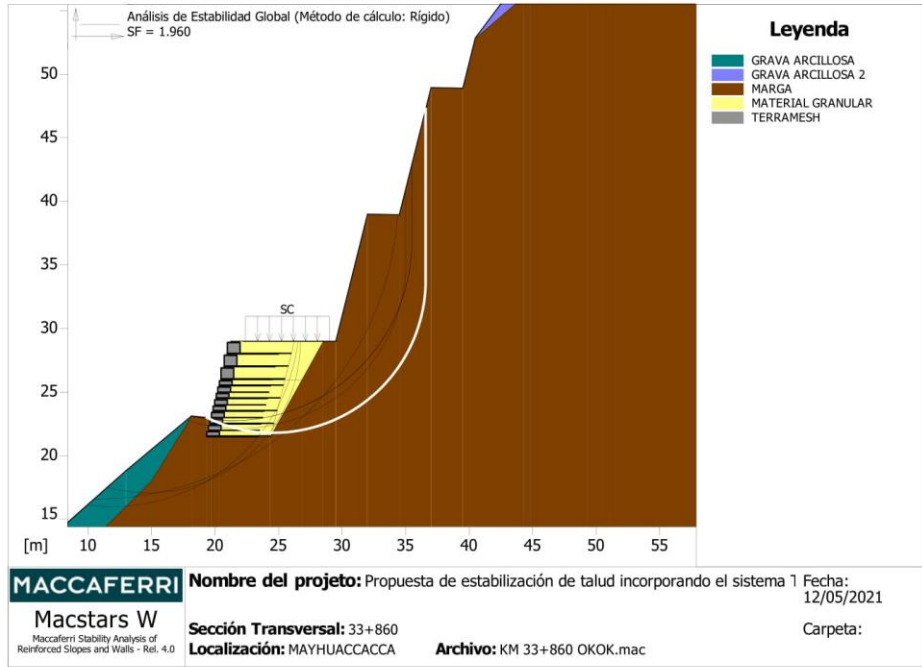
  
**WILFREDO CARDENAS LEIVA**  
**INGENIERO CIVIL**  
**C.I.P. 64362**

Bloque: TERRAMESH 1.00 X 1.00 X 3.00  
Linear Composites - ParaGrid - 80

Y	Tb rotura [kN/m]	Tp arrancamiento [kN/m]	Td agente [kN/m]	Tb/Td 1/Fmax	Tp/Td
[m]					
0.000	80.0	59.5	52.0	1.54	1.14
1.000	80.0	13.3	13.3	6.02	1.00

  
WILFREDO CARDENAS LEIVA  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. 64362



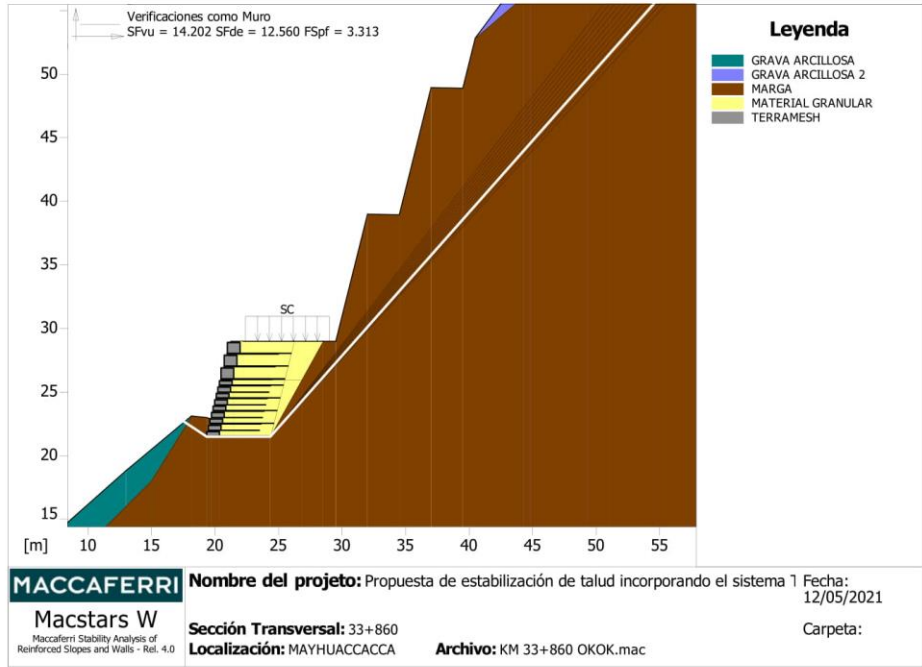


**Verificación de la estabilidad Global:**

Fuerza actuante en los Refuerzos de acuerdo con el Método Rígido  
 Análisis de estabilidad con superficies circulares de acuerdo con el Método de Bishop  
 Factor de Seguridad Calculado..... : 1.960

Límites de búsqueda para las superficies de ruptura			
Limite inicial, abscisas [m]		Limite final, abscisas [m]	
Primer punto	Segundo punto	Primer punto	Segundo punto
10.00	19.37	22.50	35.00
Número de puntos de inicio en el Primer segmento.....	:	19	
Número total de superficies verificadas.....	:	190	
Largo mínimo de la base de las láminas.....	[m].....	0.50	
Ángulo límite superior para la búsqueda.....	[°].....	0.00	
Ángulo límite inferior para la búsqueda.....	[°].....	0.00	

*WLF*  
 WILFREDO CARDENAS LEIVA  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P. 64362

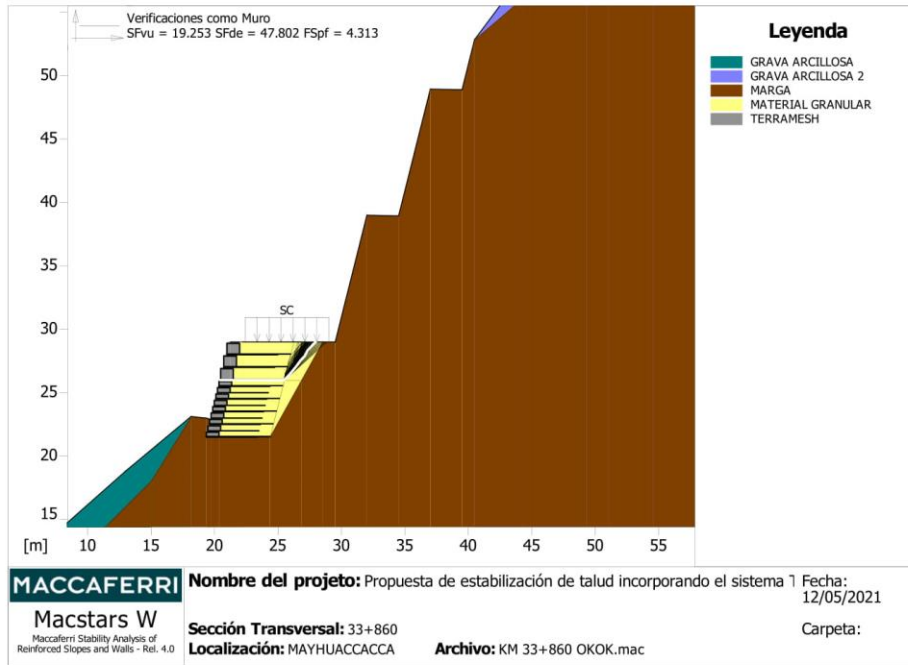


**Verificación como muro a gravedad:**

Bloque Considerado: TERRAMESH 0.5 X 1.00 X 3.00

Fuerza Estabilizante.....	[kN/m].....	772.65
Fuerza Solicitante.....	[kN/m].....	54.40
Factor de Seguridad contra el Deslizamiento.....		14.202
Momento Estabilizante.....	[kN*m/m].....	2860.60
Momento Solicitante.....	[kN*m/m].....	227.76
Factor de Seguridad contra el Vuelco.....		12.560
Capacidad portante de acuerdo con el método del Equilibrio Limite.		
Capacidad portante.....	[kN/m <sup>2</sup> ].....	530.55
Presión media.....	[kN/m <sup>2</sup> ].....	160.17
Factor de seguridad de la capacidad portante del suelo de apoyo:		3.313
Fundación equivalente.....	[m].....	4.99
Excentricidad fuerza normal.....	[m].....	-0.80
Brazo del momento.....	[m].....	4.19
Fuerza normal.....	[kN].....	797.65
Tensión normal (Máxima) en el borde externo.....	[kN/m <sup>2</sup> ].....	-100.98
Tensión normal (Mínima) en el borde interno.....	[kN/m <sup>2</sup> ].....	572.72

  
**WILFREDO CARDENAS LEIVA**  
**INGENIERO CIVIL**  
**C.I.P. 64362**



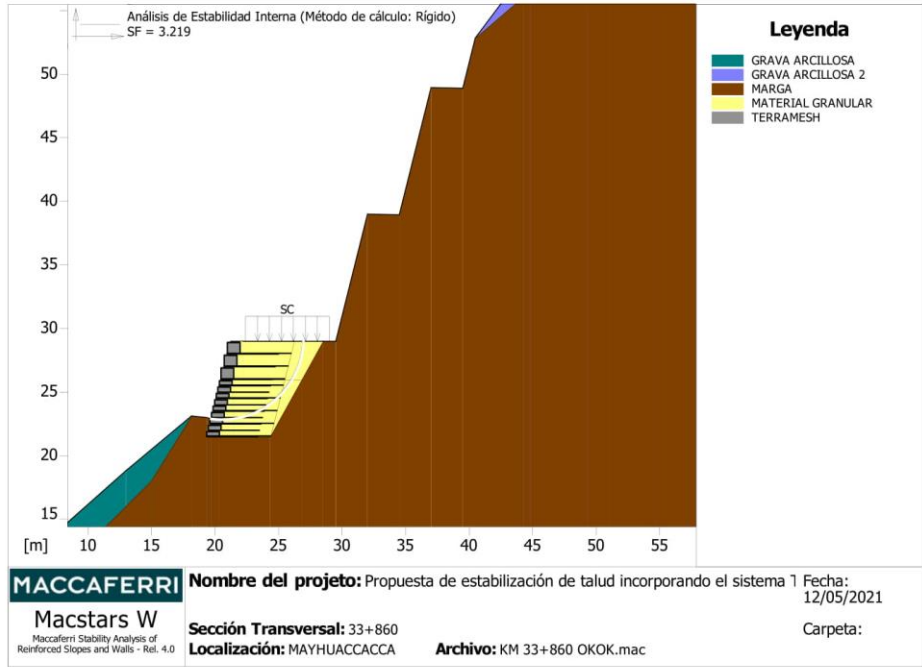
**Verificación como muro a gravedad:**

Bloque Considerado: TERRAMESH 1.00 X 1.00 X 3.00

Fuerza Estabilizante.....[kN/m].....: 283.18  
 Fuerza Solicitante.....[kN/m].....: 14.71  
 Factor de Seguridad contra el Deslizamiento.....: 19.253  
 Momento Estabilizante.....[kN\*m/m].....: 1122.70  
 Momento Solicitante.....[kN\*m/m].....: 23.49  
 Factor de Seguridad contra el Vuelco.....: 47.802  
 Capacidad portante de acuerdo con el método del Equilibrio Limite.

Capacidad portante.....[kN/m<sup>2</sup>].....: 312.89  
 Presión media.....[kN/m<sup>2</sup>].....: 72.55  
 Factor de seguridad de la capacidad portante del suelo de apoyo: 4.313  
 Fundación equivalente.....[m].....: 5.00  
 Excentricidad fuerza normal.....[m].....: -0.53  
 Brazo del momento.....[m].....: 1.60  
 Fuerza normal.....[kN].....: 362.47  
 Tensión normal (Máxima) en el borde externo.....[kN/m<sup>2</sup>].....: 17.30  
 Tensión normal (Mínima) en el borde interno.....[kN/m<sup>2</sup>].....: 166.95

  
**WILFREDO CARDENAS LEIVA**  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P. 64362



**Estabilidad Interna:**

Fuerza actuante en los Refuerzos de acuerdo con el Método Rígido  
 Análisis de estabilidad con superficies circulares de acuerdo con el Método de Bishop  
 Factor de Seguridad Calculado..... : 3.219

Límites de búsqueda para las superficies de ruptura

Bloque	Límite inicial, abscisas [m]	
TERRAMESH 0.5 X 1.00 X 3.00	Primer punto	Segundo punto
	21.00	27.00
Número de puntos de inicio en el primer segmento..... :	1	
Número total de superficies verificadas..... :	100	
Largo mínimo de la base de las láminas..... [m]..... :	0.50	
Ángulo límite superior para la búsqueda..... [°]..... :	0.00	
Ángulo límite inferior para la búsqueda..... [°]..... :	0.00	

Bloque: TERRAMESH 0.5 X 1.00 X 3.00  
 Maccaferri - Terramesh System Polimac - 80 - 3.7 - 0.5x1.0 Polimac 120 anos


Y	Tb	Tp	Td	Tb/Td	Tp/Td
[m]	rotura	arrancamiento	agente	1/Fmax	
	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]		
1.500	50.0	89.8	40.3	1.24	2.23
2.000	50.0	20.5	20.5	2.44	1.00

*WLF*  
**WILFREDO CARDENAS LEIVA**  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P. 64362

Bloque: TERRAMESH 0.5 X 1.00 X 3.00  
Linear Composites - ParaGrid - 80

Y	Tb rotura	Tp arrancamiento	Td agente	Tb/Td 1/Fmax	Tp/Td
[m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]		
2.000	80.0	90.4	52.0	1.54	1.74
3.000	80.0	12.8	12.8	6.25	1.00

-----  
***Officine Maccaferri no asume ninguna responsabilidad sobre los planos y cálculos presentados. Estos tienen únicamente carácter informativo y de sugerencia, buscando optimizar el uso de nuestros productos.***  
-----

  
-----  
WILFREDO CARDENAS LEIVA  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. 64362

## MacStARS W – Rel. 4.0

Maccaferri Stability Analysis of Reinforced Slopes and Walls  
Officine Maccaferri S.p.A. - Via Kennedy 10 - 40069 Zola Predosa (Bologna)  
Tel. 051.6436000 - Fax 051.236507

Proyecto.....: Propuesta de estabilización de talud incorporando el sistema Terramesh en la zona  
Mayhuaccacca Huanavelica 2021.

Sección Transversal....: 33+860

Localización...:MAYHUACCACCA


Carpeta.....:

Archivo.....:KM 33+860 PSEUDOESTATICO.mac

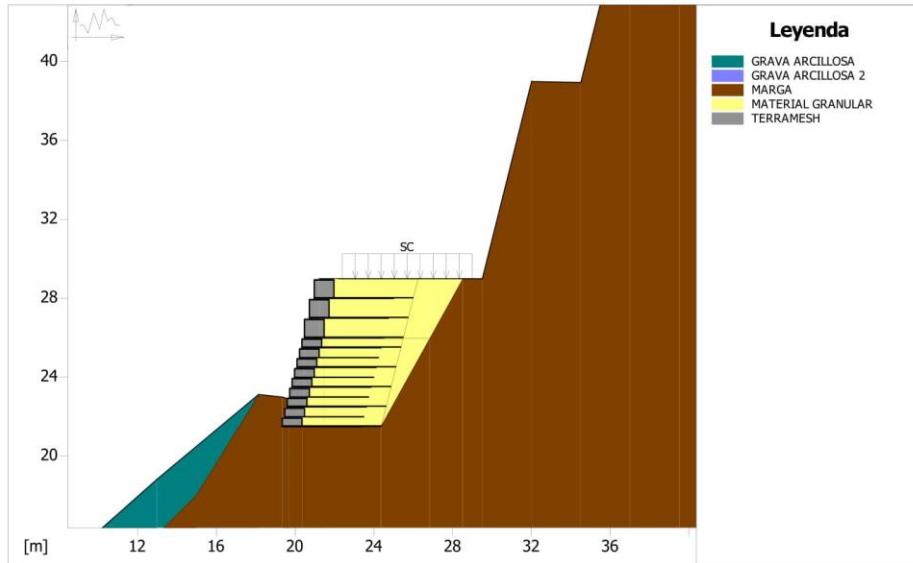
Fecha.....: 12/05/2021

### RESUMEN

PROPIEDADES DEL SUELO .....	2
PERFIL DE LA CAMADA .....	3
BLOQUES REFORZADOS.....	3
Bloque: TERRAMESH 0.5 X 1.00 X 3.00.....	4
Bloque: TERRAMESH 1.00 X 1.00 X 3.00 .....	4
SOBRECARGAS .....	4
PROPIEDADES DE LOS REFUERZOS UTILIZADOS.....	5
VERIFICACIÓN DE LOS RESULTADOS .....	7
Estabilidad Interna:.....	7
Verificación de la estabilidad Global:.....	9
Verificación como muro a gravedad:.....	10
Estabilidad Interna:.....	11

  
WILFREDO CARDENAS LEVA  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. 64362

**PROPIEDADES DEL SUELO**



**MACCAFERRI** Nombre del proyecto: Propuesta de estabilización de talud incorporando el sistema 1 Fecha: 12/05/2021  
 Macstars W Maccaferri Stability Analysis of Reinforced Slopes and Walls - Rel. 4.0 Sección Transversal: 33+860 Localización: MAYHUACACCA Archivo: KM 33+860 PSEUDOESTATICO.mac Carpeta:

<b>Suelo: GRAVA ARCILLOSA</b> Descripción:	
Cohesión.....	[kN/m <sup>2</sup> ] : 1.96
Ángulo de Fricción.....	[°] : 28.00
Valor de Ru.....	: 0.00
Peso unitario – Natural.....	[kN/m <sup>3</sup> ] : 15.40
Peso unitario – Saturado.....	[kN/m <sup>3</sup> ] : 15.40
Módulo Elástico.....	[kN/m <sup>2</sup> ] : 0.00
Módulo de Poisson.....	: 0.30
<b>Suelo: GRAVA ARCILLOSA 2</b> Descripción:	
Cohesión.....	[kN/m <sup>2</sup> ] : 1.96
Ángulo de Fricción.....	[°] : 28.40
Valor de Ru.....	: 0.00
Peso unitario – Natural.....	[kN/m <sup>3</sup> ] : 14.37
Peso unitario – Saturado.....	[kN/m <sup>3</sup> ] : 14.37
Módulo Elástico.....	[kN/m <sup>2</sup> ] : 0.00
Módulo de Poisson.....	: 0.30

<b>Suelo: MARGA</b> Descripción: ROCA SEDIMENTARIA	
Cohesión.....	[kN/m <sup>2</sup> ] : 86.30
Ángulo de Fricción.....	[°] : 23.20
Valor de Ru.....	: 0.00
Peso unitario – Natural.....	[kN/m <sup>3</sup> ] : 25.98
Peso unitario – Saturado.....	[kN/m <sup>3</sup> ] : 25.98

*WLF*  
**WILFREDO CARDEMAS LEVA**  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P. 64362

## MACCAFERRI

Módulo Elástico..... [kN/m<sup>2</sup>] : 0.00  
Módulo de Poisson..... : 0.30

### Suelo: MATERIAL GRANULAR

Descripción:

Cohesión..... [kN/m<sup>2</sup>] : 4.00  
Ángulo de Fricción..... [°] : 33.20  
Valor de Ru..... : 0.00  
Peso unitario – Natural..... [kN/m<sup>3</sup>] : 19.30  
Peso unitario – Saturado..... [kN/m<sup>3</sup>] : 19.30

Módulo Elástico..... [kN/m<sup>2</sup>] : 0.00  
Módulo de Poisson..... : 0.30

### Suelo: TERRAMESH

Descripción:

Cohesión..... [kN/m<sup>2</sup>] : 17.50  
Ángulo de Fricción..... [°] : 40.00  
Valor de Ru..... : 0.00  
Peso unitario – Natural..... [kN/m<sup>3</sup>] : 18.00  
Peso unitario – Saturado..... [kN/m<sup>3</sup>] : 18.00

Módulo Elástico..... [kN/m<sup>2</sup>] : 0.00  
Módulo de Poisson..... : 0.30

## PERFIL DE LA CAMADA

### Camada: GRAVA ARCILLOSA Descripción del Suelo:

Suelo: GRAVA ARCILLOSA

X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
0.00	7.26	13.01	18.79	18.17	23.10		

### Camada: GRAVA ARCILLOSA 2

Descripción del Suelo:

Suelo: GRAVA ARCILLOSA 2

X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
40.51	52.82	43.56	56.88	44.07	57.25	48.56	63.08
50.28	64.45	53.71	69.57	58.45	75.76	60.40	77.38
61.09	77.58	67.18	80.99	79.09	87.51	81.42	88.96
87.83	94.28	92.46	98.35	93.09	98.93	105.00	109.63


### Camada: MARGA

Descripción del Suelo:

Suelo: MARGA

X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
0.00	3.03	15.00	18.00	18.17	23.10	19.37	22.96
24.37	21.46	28.53	28.96	29.53	28.96	32.03	38.96
34.53	38.91	37.03	48.91	39.53	48.86	40.51	52.82
44.31	56.06	44.85	56.46	49.35	62.30	51.10	63.70
54.61	68.93	59.25	74.99	60.93	76.39	61.52	76.56
67.71	80.03	79.64	86.56	82.06	88.06	88.55	93.44
93.19	97.53	93.83	98.11	105.00	108.15		

## BLOQUES REFORZADOS

  
WILFREDO CARDENAS LEIVA  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. 64352



## MACCAFERRI

### Bloque: TERRAMESH 0.5 X 1.00 X 3.00

Dimensiones del bloque [m] : Ancho de la Base = 5.00    Altura = 4.50  
Origen del Bloque [m] : Abscisa = 19.37    Ordenada = 21.46  
Berma Inclinación Paramento [°] : 14.00

Material de relleno para el Gavión : TERRAMESH  
Tipo de relleno estructural : Verificaciones como muro en gaviones  
Relleno estructural : MATERIAL GRANULAR  
Suelo de relleno : MATERIAL GRANULAR  
Suelo del talud arriba de la estructura : MATERIAL GRANULAR  
Suelo de Fundación : MARGA

Parámetros para el cálculo de la capacidad portante según Brinch Hansen, Vesic o Meyerhof

Profundidad de fundación [m] : 1.00  
Inclinación del talud al pie del muro [°] : 6.00

### Patrón de los refuerzos:

Maccaferri - Terramesh System Polimac - 80 - 3.7 - 0.5x1.0 Polimac 120 anos

Largo [m] = 4.00  
Gavión [m]: Altura = 0.50    Ancho = 1.00

Linear Composites - ParaGrid - 80

Largo [m] = 5.00  
Espaciamiento Vertical [m] = 1.00  
Offset [m] = 0.00

### Bloque: TERRAMESH 1.00 X 1.00 X 3.00

Dimensiones del bloque [m] : Ancho de la Base = 5.00    Altura = 3.00  
[m] = 0.00 por TERRAMESH 0.5 X 1.00 X 3.00  
Inclinación Paramento [°] : 14.00

Material de relleno para el Gavión : TERRAMESH  
Tipo de relleno estructural : Verificaciones como muro en gaviones  
Relleno estructural : MATERIAL GRANULAR  
Suelo de relleno : MATERIAL GRANULAR  
Suelo del talud arriba de la estructura : MATERIAL GRANULAR  
Suelo de Fundación : MARGA

Parámetros para el cálculo de la capacidad portante según Brinch Hansen, Vesic o Meyerhof

Profundidad de fundación [m] : 1.00  
Inclinación del talud al pie del muro [°] : 6.00

### Patrón de los refuerzos:

Maccaferri - Terramesh System Polimac - 80 - 3.7 - 1.0x1.0 Polimac 120 anos

Largo [m] = 4.00  
Gavión [m]: Altura = 1.00    Ancho = 1.00

Linear Composites - ParaGrid - 80


Largo [m] = 5.00  
Espaciamiento Vertical [m] = 1.00  
Offset [m] = 0.00

## SOBRECARGAS

### Cargas Distribuidas: SC

Descripción :

Intensidad [kN/m<sup>2</sup>] = 20.00    Inclinación [°] = 0.00  
Abscisa [m] : de = 22.40 hasta = 29.00

  
WILFREDO CARDENAS LEIVA  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. 64352

**Efectos Sísmicos:**

Aceleración.....[m/s<sup>2</sup>] : Horizontal..... = 3.43 Vertical..... = 0.00

**PROPIEDADES DE LOS REFUERZOS UTILIZADOS**

Linear Composites - ParaGrid - 80

Resistencia a la Tracción.....	[kN/m].....	80.00
Tasa de deformación plástica.....		0.00
Coefficiente de deformación elástica.....	[m <sup>3</sup> /kN].....	1.10e-04
Rigidez del refuerzo.....	[kN/m].....	665.00
Largo de anclaje Mínimo.....	[m].....	0.15
Factor de seg. contra la rotura (grava).....		1.67
Factor de seg. contra el arrancamiento (Pull-out).....		1.00
Factor de seg. contra la rotura (arena).....		1.54
Factor de seg. contra el arrancamiento (Pull-out).....		1.00
Factor de seg. contra la rotura (arena limosa).....		1.54
Factor de seg. contra el arrancamiento (Pull-out).....		1.00
Factor de seg. contra la rotura (arcilla arenosa).....		1.54
Factor de seg. contra el arrancamiento (Pull-out).....		1.00
Factor de interacción refuerzo/refuerzo.....		0.16
Coefficiente de interacción refuerzo-grava.....		0.90
Coefficiente de interacción refuerzo-arena.....		0.90
Coefficiente de interacción refuerzo-limo.....		0.70
Coefficiente de interacción refuerzo-arcilla.....		0.40

Maccaferri - Terramesh System Polimac - 80 - 3.7 - 0.5x1.0 Polimac 120 anos

Resistencia a la Tracción.....	[kN/m].....	50.00
Tasa de deformación plástica.....		2.00
Coefficiente de deformación elástica.....	[m <sup>3</sup> /kN].....	1.10e-04
Rigidez del refuerzo.....	[kN/m].....	500.00
Largo de anclaje Mínimo.....	[m].....	0.15
Factor de seg. contra la rotura (grava).....		1.43
Factor de seg. contra el arrancamiento (Pull-out).....		1.00
Factor de seg. contra la rotura (arena).....		1.24
Factor de seg. contra el arrancamiento (Pull-out).....		1.00
Factor de seg. contra la rotura (arena limosa).....		1.24
Factor de seg. contra el arrancamiento (Pull-out).....		1.00
Factor de seg. contra la rotura (arcilla arenosa).....		1.24
Factor de seg. contra el arrancamiento (Pull-out).....		1.00
Factor de interacción refuerzo/refuerzo.....		0.30
Coefficiente de interacción refuerzo-grava.....		0.90
Coefficiente de interacción refuerzo-arena.....		0.65
Coefficiente de interacción refuerzo-limo.....		0.50
Coefficiente de interacción refuerzo-arcilla.....		0.30

Maccaferri - Terramesh System Polimac - 80 - 3.7 - 1.0x1.0 Polimac 120 anos

Resistencia a la Tracción.....	[kN/m].....	50.00
Tasa de deformación plástica.....		2.00
Coefficiente de deformación elástica.....	[m <sup>3</sup> /kN].....	1.10e-04
Rigidez del refuerzo.....	[kN/m].....	500.00
Largo de anclaje Mínimo.....	[m].....	0.15
Factor de seg. contra la rotura (grava).....		1.43
Factor de seg. contra el arrancamiento (Pull-out).....		1.00
Factor de seg. contra la rotura (arena).....		1.24
Factor de seg. contra el arrancamiento (Pull-out).....		1.00
Factor de seg. contra la rotura (arena limosa).....		1.24
Factor de seg. contra el arrancamiento (Pull-out).....		1.00
Factor de seg. contra la rotura (arcilla arenosa).....		1.24

  
**WILFREDO CARDENAS LEIVA**  
**INGENIERO CIVIL**  
**C.I.P. 64352**

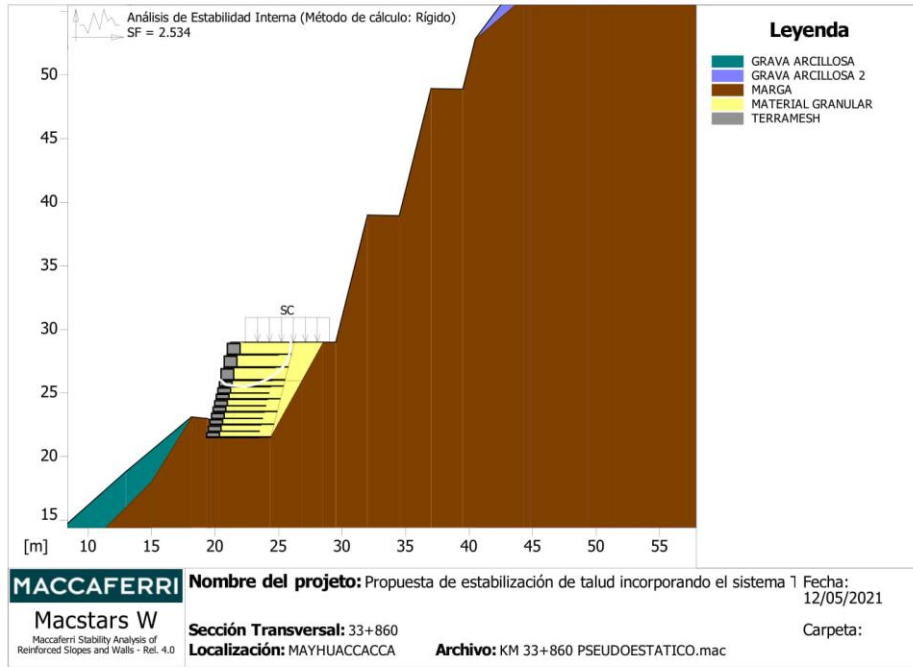
## MACCAFERRI

---

Factor de seg. contra el arrancamiento (Pull-out).....:	1.00
Factor de interacción refuerzo/refuerzo.....:	0.30
Coefficiente de interacción refuerzo-grava.....:	0.90
Coefficiente de interacción refuerzo-arena.....:	0.65
Coefficiente de interacción refuerzo-limo.....:	0.50
Coefficiente de interacción refuerzo-arcilla.....:	0.30

  
WILFREDO CARDENAS LEVA  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. 64362

**VERIFICACIÓN DE LOS RESULTADOS**



**Estabilidad Interna:**

Fuerza actuante en los Refuerzos de acuerdo con el Método Rígido  
 Análisis de estabilidad con superficies poligonales de acuerdo con el Método de Janbu  
 Factor de Seguridad Calculado.....: 2.534

	Límites de búsqueda para las superficies de ruptura	
Bloque	Limite inicial, abscisas [m]	
TERRAMESH 1.00 X 1.00 X 3.00	Primer punto	Segundo punto
	22.00	28.00
Número de puntos de inicio en el primer segmento.....:	1	
Número total de superficies verificadas.....:	100	
Largo mínimo de la base de las láminas..... [m].....:	0.50	
Ángulo límite superior para la búsqueda..... [°].....:	0.00	
Ángulo límite inferior para la búsqueda..... [°].....:	0.00	

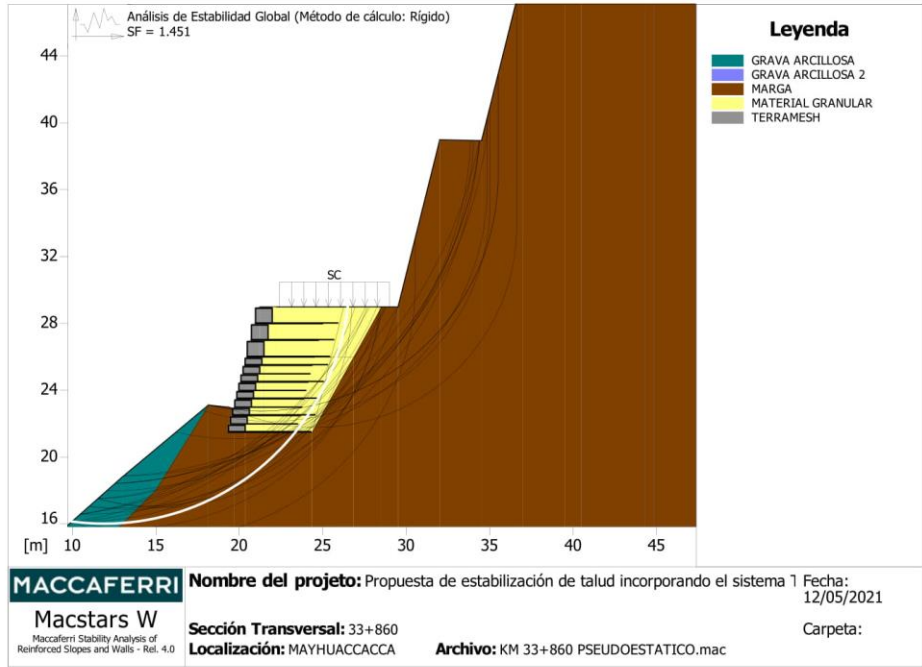
	Bloque: TERRAMESH 1.00 X 1.00 X 3.00				
	Maccaferri - Terramesh System Polimac - 80 - 3.7 - 1.0x1.0 Polimac 120 anos				
Y	Tb	Tp	Td	Tb/Td	Tp/Td
[m]	rotura	arrancamiento	agente	1/Fmax	
0.000	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]		
	50.0	15.7	15.7	3.18	1.00

  
**WILFREDO CARDENAS LEIVA**  
**INGENIERO CIVIL**  
**C.I.P. 64352**

Bloque: TERRAMESH 1.00 X 1.00 X 3.00  
Linear Composites - ParaGrid - 80

Y	Tb rotura	Tp arrancamiento	Td agente	Tb/Td 1/Fmax	Tp/Td
[m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]		
0.000	80.0	59.5	52.0	1.54	1.14
1.000	80.0	13.3	13.3	6.02	1.00

  
WILFREDO CARDENAS LEVA  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. 64362



**Verificación de la estabilidad Global:**

Fuerza actuante en los Refuerzos de acuerdo con el Método Rígido  
 Análisis de estabilidad con superficies circulares de acuerdo con el Método de Bishop  
 Factor de Seguridad Calculado..... : 1.451

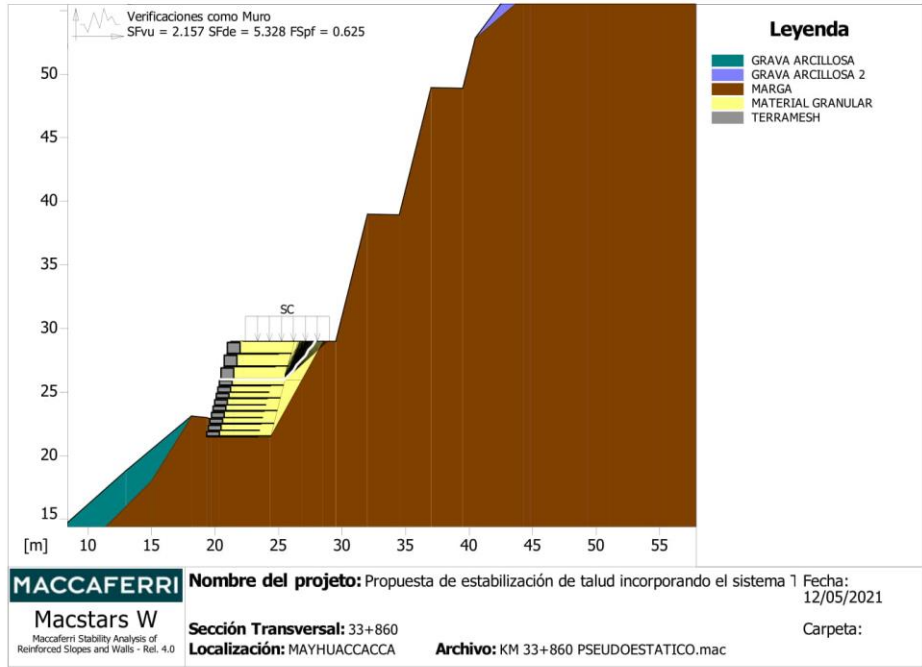
Límites de búsqueda para las superficies de ruptura

Limite inicial, abscisas [m]		Limite final, abscisas [m]	
Primer punto	Segundo punto	Primer punto	Segundo punto
10.00	19.37	22.50	35.00
Número de puntos de inicio en el Primer segmento..... :		19	
Número total de superficies verificadas..... :		190	
Largo mínimo de la base de las láminas..... [m]..... :		0.50	
Ángulo límite superior para la búsqueda..... [°]..... :		0.00	
Ángulo límite inferior para la búsqueda..... [°]..... :		0.00	

Bloque: TERRAMESH 0.5 X 1.00 X 3.00  
 Linear Composites - ParaGrid - 80

Y	Tb	Tp	Td	Tb/Td	Tp/Td
[m]	rotura [kN/m]	arrancamiento [kN/m]	agente [kN/m]	1/Fmax	
0.000	80.0	86.6	52.0	1.54	1.67
1.000	80.0	39.5	39.5	2.03	1.00

*WLF*  
 WILFREDO CARDENAS LEVA  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P. 64362

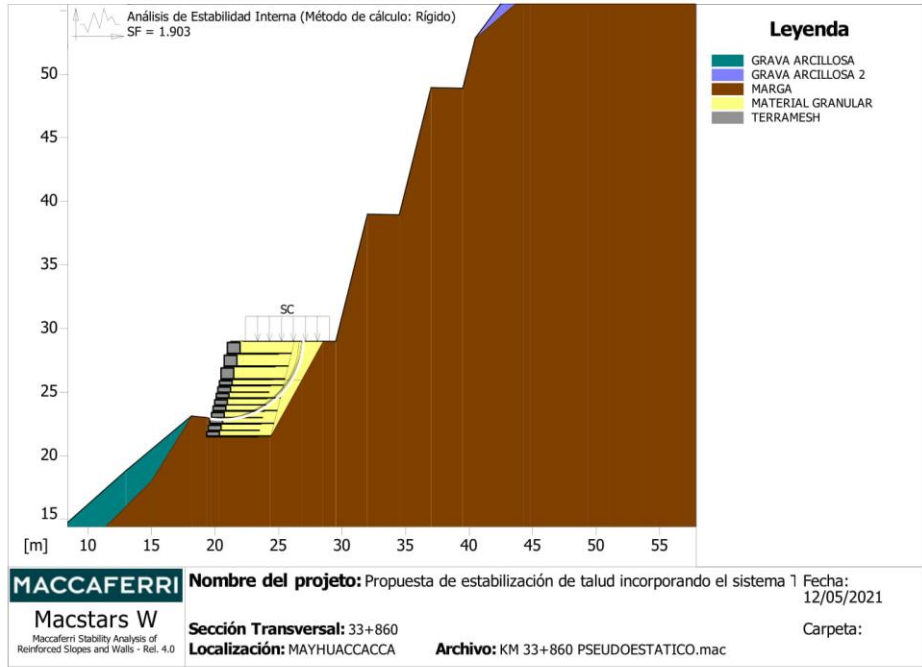


**Verificación como muro a gravedad:**

Bloque Considerado: TERRAMESH 1.00 X 1.00 X 3.00

Fuerza Estabilizante.....	[kN/m].....	283.18
Fuerza Solicitante.....	[kN/m].....	131.30
Factor de Seguridad contra el Deslizamiento.....		2.157
Momento Estabilizante.....	[kN*m/m].....	1122.70
Momento Solicitante.....	[kN*m/m].....	210.74
Factor de Seguridad contra el Vuelco.....		5.328
Capacidad portante de acuerdo con el método del Equilibrio Limite.		
Capacidad portante.....	[kN/m <sup>2</sup> ].....	48.19
Presión media.....	[kN/m <sup>2</sup> ].....	77.10
Factor de seguridad de la capacidad portante del suelo de apoyo:		0.625
Fundación equivalente.....	[m].....	5.00
Excentricidad fuerza normal.....	[m].....	-0.02
Brazo del momento.....	[m].....	1.61
Fuerza normal.....	[kN].....	362.47
Tensión normal (Máxima) en el borde externo.....	[kN/m <sup>2</sup> ].....	71.55
Tensión normal (Mínima) en el borde interno.....	[kN/m <sup>2</sup> ].....	74.38

  
 WILFREDO CARDENAS LEIVA  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P. 64352



**MACCAFERRI** Nombre del proyecto: Propuesta de estabilización de talud incorporando el sistema 1 Fecha: 12/05/2021  
 Macstars W Sección Transversal: 33+860 Localización: MAYHUACCACA Archivo: KM 33+860 PSEUDOESTATICO.mac Carpeta:

**Estabilidad Interna:**

Fuerza actuante en los Refuerzos de acuerdo con el Método Rígido  
 Análisis de estabilidad con superficies circulares de acuerdo con el Método de Bishop  
 Factor de Seguridad Calculado: 1.903

Límites de búsqueda para las superficies de ruptura

Bloque	Límite inicial, abscisas [m]	
TERRAMESH 0.5 X 1.00 X 3.00	Primer punto	Segundo punto
	21.00	27.00
Número de puntos de inicio en el primer segmento:	1	
Número total de superficies verificadas:	100	
Largo mínimo de la base de las láminas [m]:	0.50	
Ángulo límite superior para la búsqueda [°]:	0.00	
Ángulo límite inferior para la búsqueda [°]:	0.00	

Bloque: TERRAMESH 0.5 X 1.00 X 3.00  
 Maccaferri - Terramesh System Polimac - 80 - 3.7 - 0.5x1.0 Polimac 120 anos

Y	Tb	Tp	Td	Tb/Td	Tp/Td
[m]	rotura [kN/m]	arrancamiento [kN/m]	agente [kN/m]	1/Fmax	
1.500	50.0	89.8	40.3	1.24	2.23
2.000	50.0	20.5	20.5	2.44	1.00


*WLF*  
**WILFREDO CARDENAS LEVA**  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P. 64352



Bloque: TERRAMESH 0.5 X 1.00 X 3.00  
Linear Composites - ParaGrid - 80

Y	Tb rotura	Tp arrancamiento	Td agente	Tb/Td 1/Fmax	Tp/Td
[m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]		
2.000	80.0	90.4	52.0	1.54	1.74
3.000	80.0	12.8	12.8	6.25	1.00

-----  
***Officine Maccaferri no asume ninguna responsabilidad sobre los planos y cálculos presentados. Estos tienen únicamente carácter informativo y de sugerencia, buscando optimizar el uso de nuestros productos.***  
-----

  
-----  
WILFREDO CARDENAS LEIVA  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. 64362

## Datos generales

Cota de la rasante: 0.00 m  
Altura del muro sobre la rasante: 0.00 m  
Enrase: Intradós  
Longitud del muro en planta: 10.00 m  
Separación de las juntas: 5.00 m  
Tipo de cimentación: Zapata corrida

## Geometría

### MURO

Altura: 7.50 m  
Espesor superior: 80.0 cm  
Espesor inferior: 80.0 cm

### ZAPATA CORRIDA

Con puntera y talón  
Canto: 90 cm  
Vuelos intradós / trasdós: 150.0 / 150.0 cm  
Hormigón de limpieza: 10 cm

## Descripción del armado


CORONACIÓN				
Armadura superior: 4Ø3/4"				
Anclaje intradós / trasdós: 70 / 64 cm				
TRAMOS				
Núm.	Intradós		Trasdós	
	Vertical	Horizontal	Vertical	Horizontal
1	Ø1/2"c/25 Solape: 0.4 m	Ø1/2"c/15	Ø1"c/10 Solape: 1.55 m	Ø3/4"c/25
ZAPATA				
Armadura	Longitudinal		Transversal	
Superior	Ø3/4"c/30		Ø3/4"c/20 Longitud de anclaje en prolongación: 90 cm	
Inferior	Ø3/4"c/30		Ø3/4"c/15	
Longitud de pata en arranque: 30 cm				

## Comprobación


Referencia: Comprobaciones geométricas y de resistencia (Muro): MURO H10-SEUDO		
Comprobación	Valores	Estado
Comprobación a rasante en arranque muro: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>	Máximo: 2385 kN/m Calculado: 274.9 kN/m	Cumple
Espesor mínimo del tramo: <i>Norma ACI 318M-11, Artículo 14.5.3.2</i>	Mínimo: 19 cm Calculado: 80 cm	Cumple
Separación libre mínima armaduras horizontales: <i>Norma ACI 318M-11, Artículo 7.6.1</i>	Mínimo: 4 cm	
- Trasdós:	Calculado: 23 cm	Cumple
- Intradós:	Calculado: 13.7 cm	Cumple
Separación máxima armaduras horizontales: <i>Norma ACI 318M-11, Artículo 7.6.5</i>	Máximo: 45 cm	
- Trasdós:	Calculado: 25 cm	Cumple
- Intradós:	Calculado: 15 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima horizontal por cara: <i>Norma ACI 318M-11, Artículo 14.3.3</i>		

ALFREDO CARDENAS LEIVA  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. 64362

Referencia: Comprobaciones geométricas y de resistencia (Muro): MURO H10-SEUDO		
Comprobación	Valores	Estado
- Trasdós (-7.50 m):	Mínimo: 0.00125 Calculado: 0.00142	Cumple
- Intradós (-7.50 m):	Mínimo: 0.001 Calculado: 0.00105	Cumple
<b>Cuantía mínima mecánica horizontal por cara:</b> <i>Criterio de CYPE Ingenieros (Cuantía horizontal &gt; 20% Cuantía vertical)</i> - Trasdós:	Mínimo: 0.00126 Calculado: 0.00142	Cumple
- Intradós:	Mínimo: 0.00012 Calculado: 0.00105	Cumple
<b>Cuantía mínima geométrica vertical cara traccionada:</b> - Trasdós (-7.50 m): <i>Norma ACI 318M-11. Artículo 14.3.2</i>	Mínimo: 0.00075 Calculado: 0.00633	Cumple
<b>Cuantía mínima mecánica vertical cara traccionada:</b> - Trasdós (-7.50 m): <i>Norma ACI 318M-11. Artículo 10.5.1</i>	Mínimo: 0.00339 Calculado: 0.00633	Cumple
<b>Cuantía mínima geométrica vertical cara comprimida:</b> - Intradós (-7.50 m): <i>Norma ACI 318M-11. Artículo 14.3.2</i>	Mínimo: 0.0006 Calculado: 0.00063	Cumple
<b>Cuantía máxima geométrica de armadura vertical total:</b> - (0.00 m): <i>Norma ACI 318M-11. Artículo 10.9.1</i>	Máximo: 0.08 Calculado: 0.00696	Cumple
<b>Separación libre mínima armaduras verticales:</b> <i>Norma ACI 318M-11. Artículo 7.6.1</i> - Trasdós, vertical:	Mínimo: 4 cm Calculado: 4.9 cm	Cumple
- Intradós, vertical:	Calculado: 22.4 cm	Cumple
<b>Separación máxima entre barras:</b> <i>Norma ACI 318M-11. Artículo 7.6.5</i> - Armadura vertical Trasdós, vertical:	Máximo: 45 cm Calculado: 10 cm	Cumple
- Armadura vertical Intradós, vertical:	Calculado: 25 cm	Cumple
<b>Comprobación a flexión compuesta:</b> <i>Comprobación realizada por unidad de longitud de muro</i>		Cumple
<b>Comprobación a cortante:</b> <i>Norma ACI 318M-11. Artículo 11.2.1.2</i>	Máximo: 481 kN/m Calculado: 238.3 kN/m	Cumple
<b>Verificación de la fisuración por tensión en barras:</b> <i>Norma ACI 318M-11. Artículo 10.6.4</i>	Máximo: 274.68 MPa Calculado: 157.578 MPa	Cumple
<b>Longitud de solapes:</b> <i>Norma ACI 318M-11. Artículo 12.15.1</i> - Base trasdós:	Mínimo: 1.52 m Calculado: 1.55 m	Cumple
- Base intradós:	Mínimo: 0.37 m Calculado: 0.4 m	Cumple
<b>Comprobación del anclaje del armado base en coronación:</b> <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i> - Trasdós:	Mínimo: 64 cm Calculado: 64 cm	Cumple
- Intradós:	Mínimo: 0 cm Calculado: 70 cm	Cumple
<b>Área mínima longitudinal cara superior viga de coronación:</b> <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>	Mínimo: 4 cm <sup>2</sup> Calculado: 11.4 cm <sup>2</sup>	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
<b>Información adicional:</b>		
- Cota de la sección con la mínima relación 'cuantía horizontal / cuantía vertical' Trasdós: -7.50 m		
- Cota de la sección con la mínima relación 'cuantía horizontal / cuantía vertical' Intradós: -7.50 m		

  
 WILFREDO CARDENAS LEYVA  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P. 64362

Referencia: Comprobaciones geométricas y de resistencia (Muro): MURO H10-SEUDO		
Comprobación	Valores	Estado
- Sección crítica a flexión compuesta: Cota: -7.50 m, Md: 743.41 kN-m/m, Nd: 132.43 kN/m, Vd: 274.97 kN/m, Tensión máxima del acero: 335.336 MPa - Sección crítica a cortante: Cota: -6.79 m		
Referencia: Comprobaciones geométricas y de resistencia (Zapata corrida): MURO H10-SEUDO		
Comprobación	Valores	Estado
<b>Comprobación de estabilidad:</b> <i>Valor introducido por el usuario.</i> - Coeficiente de seguridad al vuelco: - Coeficiente de seguridad al deslizamiento:	Mínimo: 1.5 Calculado: 2.16 Mínimo: 2 Calculado: 2.67	Cumple Cumple
<b>Canto mínimo:</b> - Zapata: <i>Norma ACI 318M-11. Artículo 15.7</i>	Mínimo: 15 cm Calculado: 90 cm	Cumple
<b>Tensiones sobre el terreno:</b> <i>Valor introducido por el usuario.</i> - Tensión media: - Tensión máxima:	Máximo: 0.1962 MPa Calculado: 0.132 MPa Máximo: 0.2452 MPa Calculado: 0.2407 MPa	Cumple Cumple
<b>Flexión en zapata:</b> <i>Comprobación basada en criterios resistentes</i> - Armado superior trasdós: - Armado inferior trasdós: - Armado inferior intradós:	Mínimo: 10.02 cm <sup>2</sup> /m Calculado: 14.25 cm <sup>2</sup> /m Mínimo: 0 cm <sup>2</sup> /m Calculado: 19 cm <sup>2</sup> /m Mínimo: 10.98 cm <sup>2</sup> /m Calculado: 19 cm <sup>2</sup> /m	Cumple Cumple Cumple
<b>Esfuerzo cortante:</b> <i>Norma ACI 318M-11. Artículo 11.2.1.1</i> - Trasdós: - Intradós:	Máximo: 551.2 kN/m Calculado: 186.2 kN/m Calculado: 202.9 kN/m	Cumple Cumple
<b>Longitud de anclaje:</b> - Arranque trasdós: <i>Norma ACI 318M-11. Artículo 12.5</i> - Arranque intradós: <i>Norma ACI 318M-11. Artículo 12.5.1</i> - Armado inferior trasdós (Patilla): <i>Norma ACI 318M-11. Artículo 12.5.1</i> - Armado inferior intradós (Patilla): <i>Norma ACI 318M-11. Artículo 12.5.1</i> - Armado superior trasdós (Patilla): <i>Norma ACI 318M-11. Artículo 12.5</i> - Armado superior intradós: <i>Norma ACI 318M-11. Artículo 12.2.2</i>	Mínimo: 27.3 cm Calculado: 78.6 cm Mínimo: 15 cm Calculado: 78.6 cm Mínimo: 0 cm Calculado: 0 cm Mínimo: 0 cm Calculado: 0 cm Mínimo: 0 cm Calculado: 0 cm Mínimo: 71.3 cm Calculado: 90 cm	Cumple Cumple Cumple Cumple Cumple Cumple
<b>Recubrimiento:</b> - Lateral: <i>Norma ACI 318M-11. Artículo 7.7.1</i>	Mínimo: 7.5 cm Calculado: 7.5 cm	Cumple
<b>Diámetro mínimo:</b> <i>Criterio de CYPE Ingenieros.</i> - Armadura transversal inferior: - Armadura longitudinal inferior: - Armadura transversal superior: - Armadura longitudinal superior:	Mínimo: #3 Calculado: Ø3/4" Calculado: Ø3/4" Calculado: Ø3/4" Calculado: Ø3/4"	Cumple Cumple Cumple Cumple

  
 WILFREDO CARDENAS LEYVA  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P. 64362

Referencia: Comprobaciones geométricas y de resistencia (Zapata corrida): MURO H10-SEUDO		
Comprobación	Valores	Estado
<b>Separación máxima entre barras:</b> <i>Norma ACI 318M-11, Artículo 7.6.5</i> - Armadura transversal inferior: - Armadura transversal superior: - Armadura longitudinal inferior: - Armadura longitudinal superior:	Máximo: 45 cm Calculado: 15 cm Calculado: 20 cm Calculado: 30 cm Calculado: 30 cm	 Cumple Cumple Cumple Cumple
<b>Separación mínima entre barras:</b> <i>Norma ACI 318M-11, Artículo 7.6.1</i> - Armadura transversal inferior: - Armadura transversal superior: - Armadura longitudinal inferior: - Armadura longitudinal superior:	Mínimo: 4 cm Calculado: 15 cm Calculado: 20 cm Calculado: 30 cm Calculado: 30 cm	 Cumple Cumple Cumple Cumple
<b>Cuantía geométrica mínima:</b> <i>Norma ACI 318M-11, Artículo 7.12.2.1</i> - Armadura longitudinal inferior: - Armadura longitudinal superior: - Armadura transversal inferior: - Armadura transversal superior:	Mínimo: 0.001 Calculado: 0.00105 Calculado: 0.00105 Calculado: 0.00211 Calculado: 0.00158	 Cumple Cumple Cumple Cumple
<b>Cuantía mecánica mínima:</b> <i>Norma ACI 318M-11, Artículo 10.5</i> - Armadura transversal inferior:  - Armadura transversal superior:	Mínimo: 0.00162 Calculado: 0.00211  Mínimo: 0.00148 Calculado: 0.00158	 Cumple  Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
<b>Información adicional:</b>		
- Momento flector pésimo en la sección de referencia del trasdós: 292.67 kN-m/m		
- Momento flector pésimo en la sección de referencia del intradós: 320.46 kN-m/m		

  
 ALFREDO CARDEMAS LEYVA  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P. 84362

## Datos generales

Cota de la rasante: 0.00 m  
Altura del muro sobre la rasante: 0.00 m  
Enrase: Intradós  
Longitud del muro en planta: 10.00 m  
Separación de las juntas: 5.00 m  
Tipo de cimentación: Zapata corrida

## Geometría

### MURO

Altura: 7.50 m  
Espesor superior: 80.0 cm  
Espesor inferior: 80.0 cm

### ZAPATA CORRIDA

Con puntera y talón  
Canto: 90 cm  
Vuelos intradós / trasdós: 150.0 / 150.0 cm  
Hormigón de limpieza: 10 cm

## Descripción del armado


CORONACIÓN				
Armadura superior: 4Ø3/4"				
Anclaje intradós / trasdós: 70 / 64 cm				
TRAMOS				
Núm.	Intradós		Trasdós	
	Vertical	Horizontal	Vertical	Horizontal
1	Ø1/2"c/25 Solape: 0.4 m	Ø1/2"c/15	Ø1"c/10 Solape: 1.55 m	Ø3/4"c/25
ZAPATA				
Armadura	Longitudinal		Transversal	
Superior	Ø3/4"c/30		Ø3/4"c/20 Longitud de anclaje en prolongación: 90 cm	
Inferior	Ø3/4"c/30		Ø3/4"c/15	
Longitud de pata en arranque: 30 cm				

## Comprobación

Referencia: Comprobaciones geométricas y de resistencia (Muro): MURO H10-SEUDO		
Comprobación	Valores	Estado
Comprobación a rasante en arranque muro: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>	Máximo: 2385 kN/m Calculado: 482.8 kN/m	Cumple
Espesor mínimo del tramo: <i>Norma ACI 318M-11, Artículo 14.5.3.2</i>	Mínimo: 19 cm Calculado: 80 cm	Cumple
Separación libre mínima armaduras horizontales: <i>Norma ACI 318M-11, Artículo 7.6.1</i>	Mínimo: 4 cm	
- Trasdós:	Calculado: 23 cm	Cumple
- Intradós:	Calculado: 13.7 cm	Cumple
Separación máxima armaduras horizontales: <i>Norma ACI 318M-11, Artículo 7.6.5</i>	Máximo: 45 cm	
- Trasdós:	Calculado: 25 cm	Cumple
- Intradós:	Calculado: 15 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima horizontal por cara: <i>Norma ACI 318M-11, Artículo 14.3.3</i>		

WILFREDO CARDEMAS LEYVA  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. 64362

Referencia: Comprobaciones geométricas y de resistencia (Muro): MURO H10-SEUDO		
Comprobación	Valores	Estado
- Trasdós (-7.50 m):	Mínimo: 0.00125 Calculado: 0.00142	Cumple
- Intradós (-7.50 m):	Mínimo: 0.001 Calculado: 0.00105	Cumple
<b>Cuantía mínima mecánica horizontal por cara:</b> <i>Criterio de CYPE Ingenieros (Cuantía horizontal &gt; 20% Cuantía vertical)</i> - Trasdós: - Intradós:	Mínimo: 0.00126 Calculado: 0.00142 Mínimo: 0.00012 Calculado: 0.00105	Cumple Cumple
<b>Cuantía mínima geométrica vertical cara traccionada:</b> - Trasdós (-7.50 m): <i>Norma ACI 318M-11. Artículo 14.3.2</i>	Mínimo: 0.00075 Calculado: 0.00633	Cumple
<b>Cuantía mínima mecánica vertical cara traccionada:</b> - Trasdós (-7.50 m): <i>Norma ACI 318M-11. Artículo 10.5.1</i>	Mínimo: 0.00339 Calculado: 0.00633	Cumple
<b>Cuantía mínima geométrica vertical cara comprimida:</b> - Intradós (-7.50 m): <i>Norma ACI 318M-11. Artículo 14.3.2</i>	Mínimo: 0.0006 Calculado: 0.00063	Cumple
<b>Cuantía máxima geométrica de armadura vertical total:</b> - (0.00 m): <i>Norma ACI 318M-11. Artículo 10.9.1</i>	Máximo: 0.08 Calculado: 0.00696	Cumple
<b>Separación libre mínima armaduras verticales:</b> <i>Norma ACI 318M-11. Artículo 7.6.1</i> - Trasdós, vertical: - Intradós, vertical:	Mínimo: 4 cm Calculado: 4.9 cm Calculado: 22.4 cm	Cumple Cumple
<b>Separación máxima entre barras:</b> <i>Norma ACI 318M-11. Artículo 7.6.5</i> - Armadura vertical Trasdós, vertical: - Armadura vertical Intradós, vertical:	Máximo: 45 cm Calculado: 10 cm Calculado: 25 cm	Cumple Cumple
<b>Comprobación a flexión compuesta:</b> <i>Comprobación realizada por unidad de longitud de muro</i>		No cumple
<b>Comprobación a cortante:</b> <i>Norma ACI 318M-11. Artículo 11.2.1.2</i>	Máximo: 384.8 kN/m Calculado: 405.4 kN/m	No cumple
<b>Verificación de la fisuración por tensión en barras:</b> <i>Norma ACI 318M-11. Artículo 10.6.4</i>	Máximo: 274.68 MPa Calculado: 157.578 MPa	Cumple
<b>Longitud de solapes:</b> <i>Norma ACI 318M-11. Artículo 12.15.1</i> - Base trasdós: - Base intradós:	Mínimo: 1.52 m Calculado: 1.55 m Mínimo: 0.37 m Calculado: 0.4 m	Cumple Cumple
<b>Comprobación del anclaje del armado base en coronación:</b> <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i> - Trasdós: - Intradós:	Mínimo: 64 cm Calculado: 64 cm Mínimo: 0 cm Calculado: 70 cm	Cumple Cumple
<b>Área mínima longitudinal cara superior viga de coronación:</b> <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>	Mínimo: 4 cm <sup>2</sup> Calculado: 11.4 cm <sup>2</sup>	Cumple
<b>Hay comprobaciones que no se cumplen</b>		
<b>Información adicional:</b>		
- Cota de la sección con la mínima relación 'cuantía horizontal / cuantía vertical' Trasdós: -7.50 m		
- Cota de la sección con la mínima relación 'cuantía horizontal / cuantía vertical' Intradós: -7.50 m		
- Sección crítica a flexión compuesta: Cota: -7.50 m, Md: 1269.19 kN·m/m, Nd: 132.43 kN/m		

  
 ALFREDO CARDEMAS LEYVA  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P. 64362

Referencia: Comprobaciones geométricas y de resistencia (Muro): MURO H10-SEUDO		
Comprobación	Valores	Estado
- Sección crítica a cortante: Cota: -6.79 m		
Referencia: Comprobaciones geométricas y de resistencia (Zapata corrida): MURO H10-SEUDO		
Comprobación	Valores	Estado
Comprobación de estabilidad: <i>Valor introducido por el usuario.</i>		
- Coeficiente de seguridad al vuelco (Situaciones persistentes):	Mínimo: 1.5 Calculado: 2.16	Cumple
- Coeficiente de seguridad al vuelco (Situaciones accidentales sísmicas):	Mínimo: 1.25 Calculado: 0.75	No cumple
- Coeficiente de seguridad al deslizamiento (Situaciones persistentes):	Mínimo: 2 Calculado: 2.67	Cumple
- Coeficiente de seguridad al deslizamiento (Situaciones accidentales sísmicas):	Mínimo: 1.25 Calculado: 0.83	No cumple
Canto mínimo:		
- Zapata: <i>Norma ACI 318M-11. Artículo 15.7</i>	Mínimo: 15 cm Calculado: 90 cm	Cumple
Errores		
- Con esta geometría la zapata no está en equilibrio. Deben variarse las dimensiones.		
Hay errores de comprobación		

  
 WILFREDO CARDEMAS LEYVA  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P. 64362



Br. Ayerton German Sierralta Enrique

## Cantilever wall analysis

### Input data

#### Project

Task : "Propuesta de estabilización de talud incorporando el sistema Terramesh en la zona Mayhuaccacca Huanc  
2021"  
Description : Diseño de muro de contención  
Author : Br. Ayerton German Sierralta Enrique  
Date : 19/05/2021  
Project ID : Diseño  
Project number : 01

#### Settings

(input for current task)

#### Materials and standards

Concrete structures : ACI 318-11

#### Wall analysis

Active earth pressure calculation : Coulomb  
Passive earth pressure calculation : Coulomb  
Earthquake analysis : Mononobe-Okabe  
Shape of earth wedge : Calculate as skew  
Base key : The base key is considered as inclined footing bottom  
Allowable eccentricity : 0.167  
Verification methodology : Safety factors (ASD)

Safety factors			
Permanent design situation			
Safety factor for overturning :		SF <sub>o</sub> =	2.00 [-]
Safety factor for sliding resistance :		SF <sub>s</sub> =	1.50 [-]
Safety factor for bearing capacity :		SF <sub>b</sub> =	1.05 [-]

#### Material of structure

Unit weight  $\gamma = 24.00 \text{ kN/m}^3$   
Analysis of concrete structures carried out according to the standard ACI 318-11.

#### Concrete : Concrete ACI

Compressive strength  $f'_c = 28.00 \text{ MPa}$

#### Longitudinal steel : fy (user defined)

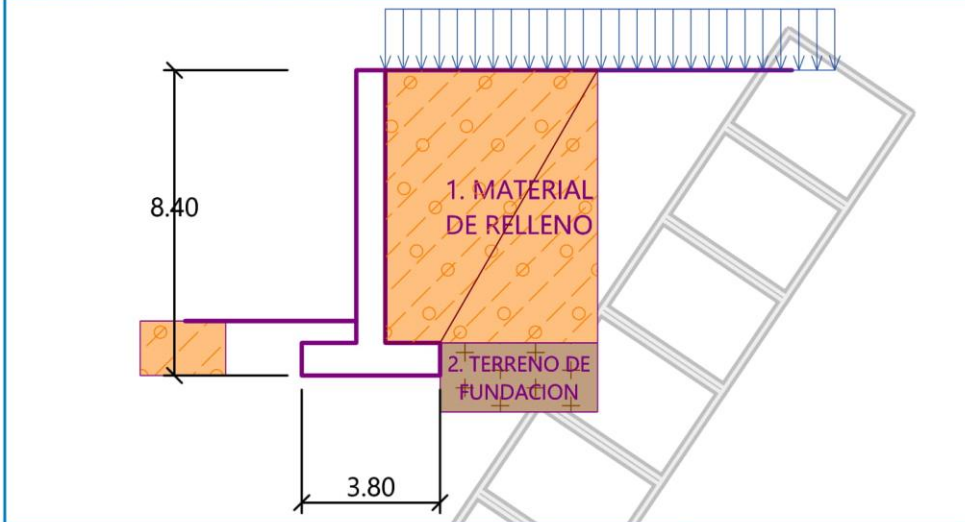
Tensile strength  $f_y = 420.00 \text{ MPa}$

WILFREDO CARDEMAS LEYVA  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. 64362

Br. Ayerton German Sierralta Enrique

Name : DETALLE DE LOS MATERIALES

Stage - analysis : 1 - 0



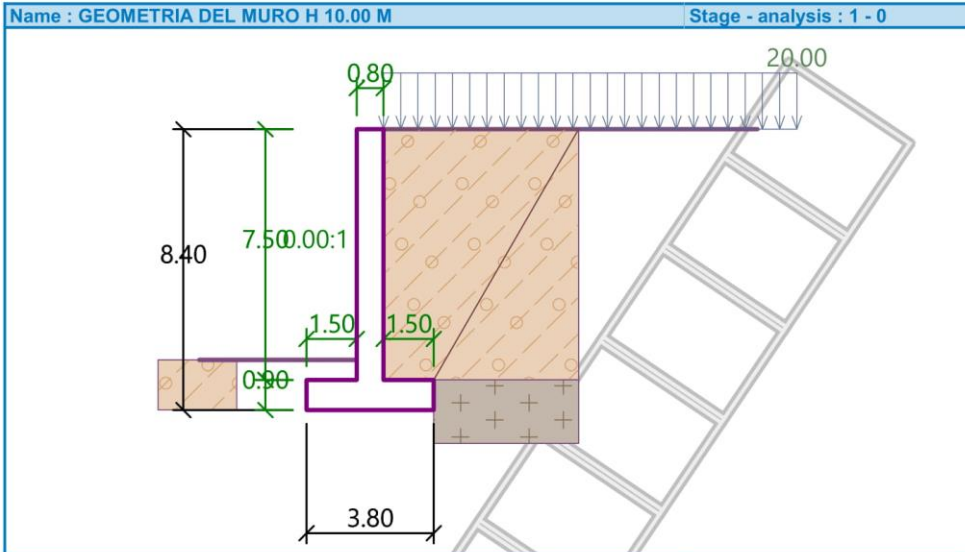
Geometry of structure

No.	Coordinate X [m]	Depth Z [m]
1	0.00	0.00
2	0.00	7.50
3	1.50	7.50
4	1.50	8.40
5	-2.30	8.40
6	-2.30	7.50
7	-0.80	7.50
8	-0.80	0.00

The origin [0,0] is located at the most upper right point of the wall.  
Wall section area = 9.42 m<sup>2</sup>.

*Alfredo Cardenas Leyva*  
ALFREDO CARDENAS LEYVA  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. 64362

Br. Ayerton German Sierralta Enrique



Basic soil parameters

No.	Name	Pattern	$\phi_{ef}$ [°]	$c_{ef}$ [kPa]	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\gamma_{su}$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\delta$ [°]
1	MATERIAL DE RELLENO		33.20	4.00	19.30	9.30	0.00
2	TERRENO DE FUNDACION		23.00	87.00	26.50	16.50	0.00

All soils are considered as cohesionless for at rest pressure analysis.

Soil parameters

**MATERIAL DE RELLENO**

Unit weight :  $\gamma = 19.30 \text{ kN/m}^3$   
 Stress-state : effective  
 Angle of internal friction :  $\phi_{ef} = 33.20^\circ$   
 Cohesion of soil :  $c_{ef} = 4.00 \text{ kPa}$   
 Angle of friction struc.-soil :  $\delta = 0.00^\circ$   
 Soil : cohesionless  
 Saturated unit weight :  $\gamma_{sat} = 19.30 \text{ kN/m}^3$

**TERRENO DE FUNDACION**

Unit weight :  $\gamma = 26.50 \text{ kN/m}^3$   
 Stress-state : effective  
 Angle of internal friction :  $\phi_{ef} = 23.00^\circ$   
 Cohesion of soil :  $c_{ef} = 87.00 \text{ kPa}$   
 Angle of friction struc.-soil :  $\delta = 0.00^\circ$   
 Soil : cohesionless  
 Saturated unit weight :  $\gamma_{sat} = 26.50 \text{ kN/m}^3$

ALFREDO CARDENAS LEIVA  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P. 64362

Br. Ayerton German Sierralta Enrique

**Backfill**Assigned soil : MATERIAL DE RELLENO  
Slope = 60.00 °**Geological profile and assigned soils**

No.	Thickness of layer t [m]	Depth z [m]	Assigned soil	Pattern
1	7.50	0.00 .. 7.50	MATERIAL DE RELLENO	
2	-	7.50 .. ∞	TERRENO DE FUNDACION	

**Foundation**

Type of foundation : soil from geological profile

**Terrain profile**

Terrain behind the structure is flat.

**Water influence**

Ground water table is located below the structure.


**Input surface surcharges**

No.	Surcharge		Action	Mag.1 [kN/m <sup>2</sup> ]	Mag.2 [kN/m <sup>2</sup> ]	Ord.x x [m]	Length l [m]	Depth z [m]
	new	change						
1	Yes		permanent	20.00				on terrain

No.	Name
1	SC

**Resistance on front face of the structure**Resistance on front face of the structure: passive  
Soil on front face of the structure - MATERIAL DE RELLENO  
Angle of friction struc.-soil  $\delta = 0.00^\circ$   
Soil thickness in front of structure  $h = 1.50$  m  
Terrain in front of structure is flat.**Settings of the stage of construction**Design situation : permanent  
The wall is free to move. Active earth pressure is therefore assumed.**Verification No. 1 (Stage of construction 1)****Forces acting on construction**

Name	F <sub>hor</sub> [kN/m]	App.Pt. z [m]	F <sub>vert</sub> [kN/m]	App.Pt. x [m]	Design coefficient
Weight - wall	0.00	-3.13	226.08	1.90	1.000
FF resistance	-99.21	-0.56	0.03	0.75	1.000
Weight - earth wedge	0.00	-1.82	40.15	2.80	1.000
Active pressure	135.48	-3.10	168.78	3.11	1.000
SC	42.19	-4.51	30.00	3.05	1.000

**Verification of complete wall****Check for overturning stability**Resisting moment  $M_{res} = 1158.32$  kNm/m
  
 WILFREDO CARDEMAS LEYVA  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P. 84352

Br. Ayerton German Sierralta Enrique

Overtuning moment  $M_{Ovr} = 554.71$  kNm/m

Safety factor = 2.09 > 2.00

Wall for overturning is **SATISFACTORY**

**Check for slip**

Resisting horizontal force  $H_{res} = 423.24$  kN/m

Active horizontal force  $H_{act} = 78.46$  kN/m

Safety factor = 5.39 > 1.50

Wall for slip is **SATISFACTORY**

Overall check - WALL is **SATISFACTORY**



**Bearing capacity of foundation soil (Stage of construction 1)**

**Design load acting at the center of footing bottom**

No.	Moment [kNm/m]	Norm. force [kN/m]	Shear Force [kN/m]	Eccentricity [-]	Stress [kPa]
1	279.98	465.05	78.46	0.158	179.15

**Service load acting at the center of footing bottom**

No.	Moment [kNm/m]	Norm. force [kN/m]	Shear Force [kN/m]
1	279.98	465.05	78.46

**Verification of foundation soil**

Stress in the footing bottom : rectangle

**Eccentricity verification**

Max. eccentricity of normal force  $e = 0.158$

Maximum allowable eccentricity  $e_{alw} = 0.167$

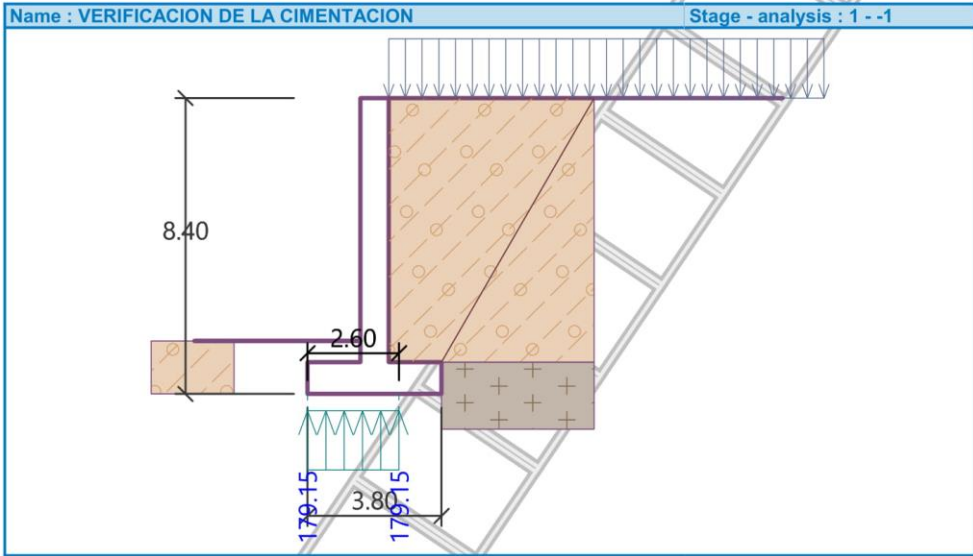
  
 WILFREDO CARDENAS LEYVA  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P. 64362

**Eccentricity of the normal force is SATISFACTORY**

**Verification of bearing capacity**  
 Max. stress at footing bottom  $\sigma = 179.15 \text{ kPa}$   
 Bearing capacity of foundation soil  $R_d = 233.49 \text{ kPa}$   
 Safety factor =  $1.30 > 1.05$

**Bearing capacity of foundation soil is SATISFACTORY**

**Overall verification - bearing capacity of found. soil is SATISFACTORY**



**Dimensioning No. 1 (Stage of construction 1)**

Wall stem check - front reinf.  
 Forces acting on construction

Name	$F_{hor}$ [kN/m]	App.Pt. z [m]	$F_{vert}$ [kN/m]	App.Pt. x [m]	Design coefficient
Weight - wall	0.00	-3.75	143.98	0.40	1.000
FF resistance	-21.23	-0.24	0.00	0.00	1.000
Active pressure	127.86	-2.24	0.00	0.80	1.000
SC	42.19	-3.61	0.00	0.80	1.000

Wall stem check - front reinf.  
 Front reinforcement is not required.

Wall stem check - back reinf.  
 Forces acting on construction

Name	$F_{hor}$ [kN/m]	App.Pt. z [m]	$F_{vert}$ [kN/m]	App.Pt. x [m]	Design coefficient
Weight - wall	0.00	-3.75	143.98	0.40	1.000

*ALFREDO*  
 ALFREDO CARDEMAS LEYVA  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P. 64362

Br. Ayerton German Sierralta Enrique

Name	F <sub>hor</sub> [kN/m]	App.Pt. z [m]	F <sub>vert</sub> [kN/m]	App.Pt. x [m]	Design coefficient
FF resistance	-21.23	-0.24	0.00	0.00	1.000
Active pressure	127.86	-2.24	0.00	0.80	1.000
SC	42.19	-3.61	0.00	0.80	1.000

**Wall stem check - back reinf.**

Wall check at the construction joint 7.50 m from the wall crest

Reinforcement and dimensions of the cross-section

8 prof. No. 6, cover 75.0 mm

Inputted reinforcement area = 2280.2 mm<sup>2</sup>

Required reinforcement area = 2179.2 mm<sup>2</sup>

Cross-section width = 1.00 m

Cross-section height = 0.80 m

Reinforcement ratio  $\rho = 0.32\% > 0.31\% = \rho_{min}$

Position of neutral axis  $c = 0.05\text{ m} < 0.31\text{ m} = c_{max}$

Ultimate shear force  $\phi V_n = 471.55\text{ kN} > 148.82\text{ kN} = V_u$

Ultimate moment  $\phi M_n = 601.06\text{ kNm} > 434.18\text{ kNm} = M_u$

**Cross-section is SATISFACTORY.**

**Wall stem check - back reinf. - V<sub>u</sub>**

Wall check at the construction joint 7.35 m from the wall crest

Reinforcement and dimensions of the cross-section

8 prof. No. 6, cover 75.0 mm

Inputted reinforcement area = 2280.2 mm<sup>2</sup>

Required reinforcement area = 2179.2 mm<sup>2</sup>

Cross-section width = 1.00 m

Cross-section height = 0.80 m

Ultimate shear force  $\phi V_n = 471.55\text{ kN} > 149.91\text{ kN} = V_u$

**Cross-section is SATISFACTORY.**

**Wall jump check**

Forces acting on construction

Name	F <sub>hor</sub> [kN/m]	App.Pt. z [m]	F <sub>vert</sub> [kN/m]	App.Pt. x [m]	Design coefficient
Weight - wall	0.00	-3.13	226.08	1.90	1.000
FF resistance	-99.21	-0.56	0.03	0.75	1.000
Weight - earth wedge	0.00	-1.82	40.15	2.80	1.000
Active pressure	135.48	-3.10	168.78	3.11	1.000
SC	42.19	-4.51	30.00	3.05	1.000

**Wall jump check**

Reinforcement and dimensions of the cross-section

4 prof. No. 6, cover 75.0 mm

Inputted reinforcement area = 1140.1 mm<sup>2</sup>

Required reinforcement area = 1065.6 mm<sup>2</sup>

Cross-section width = 1.00 m

Cross-section height = 0.90 m

Reinforcement ratio  $\rho = 0.14\% > 0.13\% = \rho_{min}$

Position of neutral axis  $c = 0.02\text{ m} < 0.35\text{ m} = c_{max}$

Ultimate shear force  $\phi V_n = 537.45\text{ kN} > 256.79\text{ kN} = V_u$

WILFREDO CARDENAS LEIVA  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. 64362

Br. Ayerton German Sierralta Enrique

Ultimate moment  $\phi M_n = 347.10 \text{ kNm} > 244.84 \text{ kNm} = M_u$

**Cross-section is SATISFACTORY.**

**Wall heel check**

**Forces acting on construction**

Name	$F_{hor}$ [kN/m]	App.Pt. z [m]	$F_{vert}$ [kN/m]	App.Pt. x [m]	Design coefficient
Weight - wall	0.00	-0.45	32.40	3.05	1.000
Weight - earth wedge	0.00	-1.82	40.15	2.80	1.000
Active pressure	135.48	-3.10	168.78	3.11	1.000
SC	42.19	-4.51	30.00	3.05	1.000
Contact stress	0.00	0.00	-77.95	2.83	1.000

**Wall heel check**

Reinforcement and dimensions of the cross-section

4 prof. No. 6, cover 75.0 mm

Inputted reinforcement area = 1140.1 mm<sup>2</sup>

Required reinforcement area = 822.5 mm<sup>2</sup>

Cross-section width = 1.00 m

Cross-section height = 0.90 m

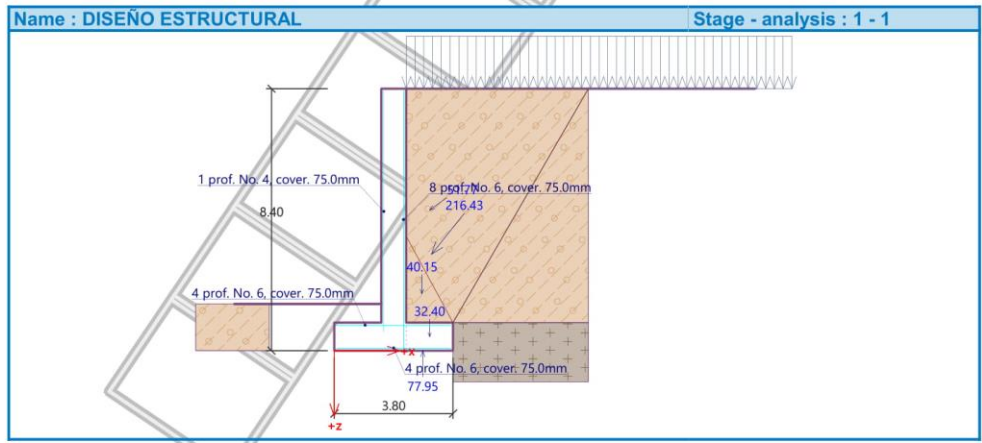
Reinforcement ratio  $\rho = 0.14 \% > 0.10 \% = \rho_{min}$

Position of neutral axis  $c = 0.02 \text{ m} < 0.35 \text{ m} = c_{max}$

Ultimate shear force  $\phi V_n = 537.45 \text{ kN} > 193.38 \text{ kN} = V_u$

Ultimate moment  $\phi M_n = 347.10 \text{ kNm} > 189.34 \text{ kNm} = M_u$

**Cross-section is SATISFACTORY.**



WILFREDO CARDEMAS LEYVA  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. 64362



Br. Ayerton German Sierralta Enrique

### Slope stability analysis

#### Results (Stage of construction 1)

##### Analysis 1

##### Circular slip surface

Slip surface parameters					
Center :	x =	-0.44 [m]	Angles :	$\alpha_1 =$	-31.71 [°]
	z =	2.62 [m]		$\alpha_2 =$	76.46 [°]
Radius :	R =	11.19 [m]			

The slip surface after optimization.

##### Slope stability verification (Bishop)

Sum of active forces :  $F_a = 606.29$  kN/m

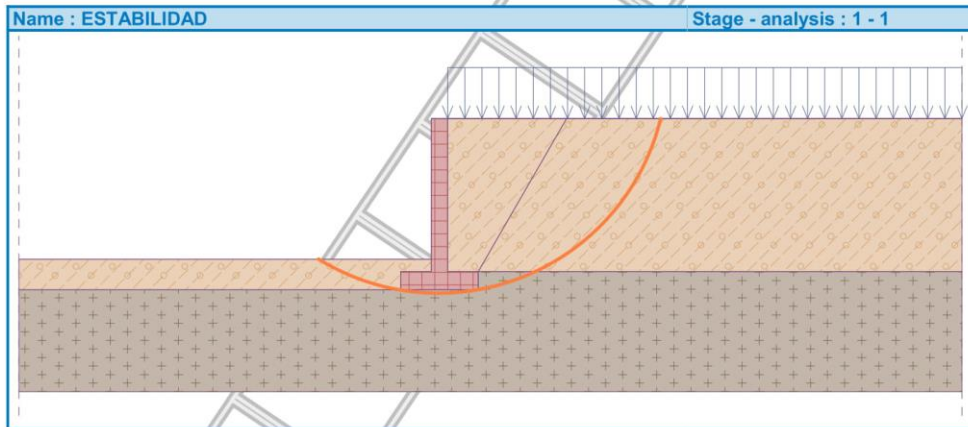
Sum of passive forces :  $F_p = 1625.86$  kN/m

Sliding moment :  $M_a = 6784.44$  kNm/m

Resisting moment :  $M_p = 18193.35$  kNm/m

Factor of safety = 2.68 > 1.50

**Slope stability ACCEPTABLE**



#### Input data (Stage of construction 2)

##### Geological profile and assigned soils

No.	Thickness of layer t [m]	Depth z [m]	Assigned soil	Pattern
1	7.50	0.00 .. 7.50	MATERIAL DE RELLENO	
2	-	7.50 .. ∞	TERRENO DE FUNDACION	

##### Foundation

Type of foundation : soil from geological profile

##### Terrain profile

Terrain behind the structure is flat.

WILFREDO CARDEMAS LEYVA  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. 64362

**Water influence**

Ground water table is located below the structure.

**Input surface surcharges**

No.	Surcharge		Action	Mag.1 [kN/m <sup>2</sup> ]	Mag.2 [kN/m <sup>2</sup> ]	Ord.x x [m]	Length l [m]	Depth z [m]
	new	change						
1	No	No	permanent	20.00				on terrain

No.	Name
1	SC

**Resistance on front face of the structure**

Resistance on front face of the structure: passive  
 Soil on front face of the structure - MATERIAL DE RELLENO  
 Angle of friction struc.-soil  $\delta = 0.00^\circ$   
 Soil thickness in front of structure  $h = 1.50$  m  
 Terrain in front of structure is flat.

**Earthquake**

Factor of horizontal acceleration  $K_h = 0.3500$   
 Factor of vertical acceleration  $K_v = 0.0000$   
 Water below the GWT is restricted.

**Settings of the stage of construction**

Design situation : permanent  
 The wall is free to move. Active earth pressure is therefore assumed.

**Verification No. 1 (Stage of construction 2)**

**Forces acting on construction**

Name	$F_{hor}$ [kN/m]	App.Pt. z [m]	$F_{vert}$ [kN/m]	App.Pt. x [m]	Design coefficient
Weight - wall	0.00	-3.13	226.08	1.90	1.000
Earthq.- constr.	79.13	-3.13	0.00	1.90	1.000
FF resistance	-99.21	-0.56	0.03	0.75	1.000
Earthq.- face	15.75	-1.00	-0.01	0.75	1.000
Weight - earth wedge	0.00	-1.82	40.15	2.80	1.000
Earthquake - soil wedge	14.05	-1.82	0.00	2.80	1.000
Active pressure	135.48	-3.10	168.78	3.11	1.000
Earthq.- act.pressure	225.27	-5.13	120.50	2.92	1.000
SC	42.19	-4.51	30.00	3.05	1.000

**Verification of complete wall**

**Check for overturning stability**

Resisting moment  $M_{res} = 1509.90$  kNm/m  
 Overturning moment  $M_{ovr} = 1997.94$  kNm/m

Safety factor = 0.76 < 2.00

**Wall for overturning is NOT SATISFACTORY**

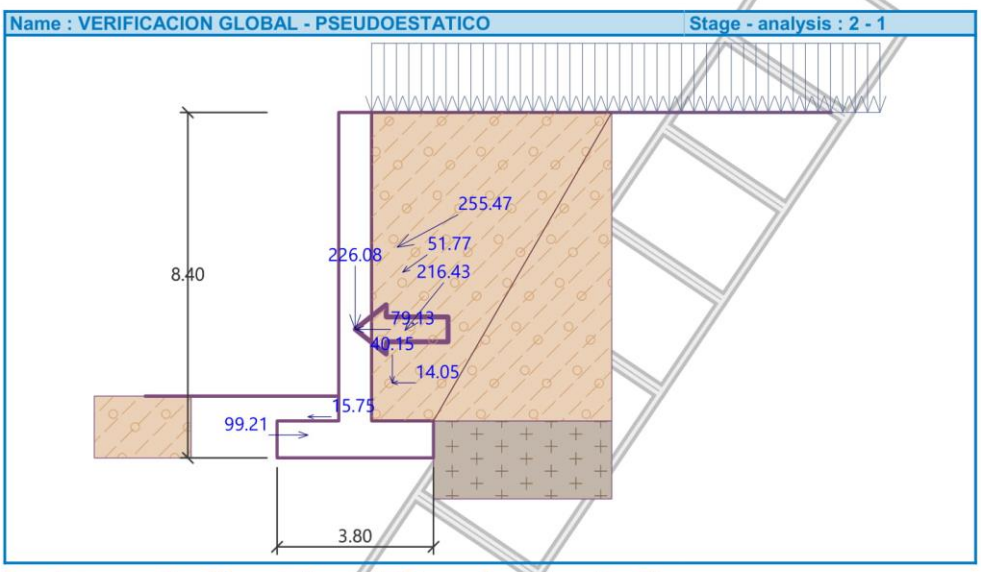
**Check for slip**

Resisting horizontal force  $H_{res} = 248.55$  kN/m  
 Active horizontal force  $H_{act} = 412.67$  kN/m

*ALFREDO*  
 ALFREDO CARDEMAS LERVA  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P. 64362

Safety factor = 0.60 < 1.50  
**Wall for slip is NOT SATISFACTORY**

**Overall check - WALL is NOT SATISFACTORY**



**Bearing capacity of foundation soil (Stage of construction 2)**

Design load acting at the center of footing bottom

No.	Moment [kNm/m]	Norm. force [kN/m]	Shear Force [kN/m]	Eccentricity [-]	Stress [kPa]
1	1600.56	585.54	412.67	0.719	10000.00

Service load acting at the center of footing bottom

No.	Moment [kNm/m]	Norm. force [kN/m]	Shear Force [kN/m]
1	1600.56	585.54	412.67

**Verification of foundation soil**

Stress in the footing bottom : rectangle

**Eccentricity verification**

Max. eccentricity of normal force  $e = 0.719$   
 Maximum allowable eccentricity  $e_{alw} = 0.167$

**Eccentricity of the normal force is NOT SATISFACTORY**

**Verification of bearing capacity**

Max. stress at footing bottom  $\sigma = 10000.00$  kPa  
 Bearing capacity of foundation soil  $R_d = 233.49$  kPa

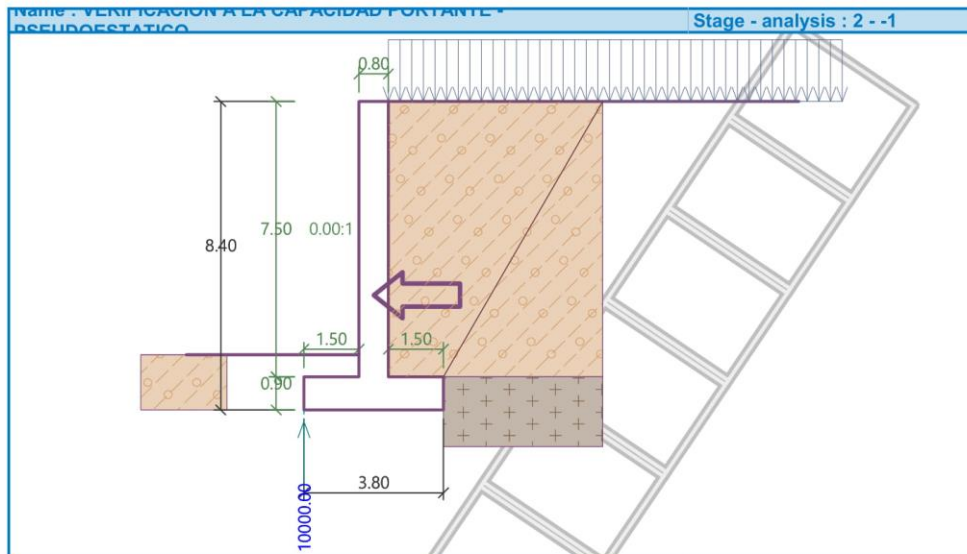
Safety factor = 0.02 < 1.05

**Bearing capacity of foundation soil is NOT SATISFACTORY**

*WLFREDO CARDENAS LEYVA*  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P. 64362

Br. Ayerton German Sierralta Enrique

**Overall verification - bearing capacity of found. soil is NOT SATISFACTORY**



**Dimensioning No. 1 (Stage of construction 2)**

Wall stem check - front reinf.

Forces acting on construction

Name	F <sub>hor</sub> [kN/m]	App.Pt. z [m]	F <sub>vert</sub> [kN/m]	App.Pt. x [m]	Design coefficient
Weight - wall	0.00	-3.75	143.98	0.40	1.000
Earthq.- constr.	50.39	-3.75	0.00	0.40	1.000
FF resistance	-21.23	-0.24	0.00	0.00	1.000
Earthq.- face	2.51	-0.40	0.00	0.00	1.000
Active pressure	127.86	-2.24	0.00	0.80	1.000
Earthq.- act.pressure	145.60	-5.00	0.00	0.80	1.000
SC	42.19	-3.61	0.00	0.80	1.000

Wall stem check - front reinf.

Front reinforcement is not required.

Wall stem check - back reinf.

Forces acting on construction

Name	F <sub>hor</sub> [kN/m]	App.Pt. z [m]	F <sub>vert</sub> [kN/m]	App.Pt. x [m]	Design coefficient
Weight - wall	0.00	-3.75	143.98	0.40	1.000
Earthq.- constr.	50.39	-3.75	0.00	0.40	1.000
FF resistance	-21.23	-0.24	0.00	0.00	1.000
Earthq.- face	2.51	-0.40	0.00	0.00	1.000
Active pressure	127.86	-2.24	0.00	0.80	1.000
Earthq.- act.pressure	145.60	-5.00	0.00	0.80	1.000

WILFREDO CARDEMAS LEYVA  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. 64362

Br. Ayerton German Sierralta Enrique

Name	F <sub>hor</sub> [kN/m]	App.Pt. z [m]	F <sub>vert</sub> [kN/m]	App.Pt. x [m]	Design coefficient
SC	42.19	-3.61	0.00	0.80	1.000

**Wall stem check - back reinf.**

Wall check at the construction joint 7.50 m from the wall crest

Reinforcement and dimensions of the cross-section

10 prof. No. 8, cover 75.0 mm

Inputted reinforcement area = 5067.1 mm<sup>2</sup>

Required reinforcement area = 9932.0 mm<sup>2</sup>

Cross-section width = 2.00 m

Cross-section height = 0.80 m

Reinforcement ratio  $\rho = 0.36\% > 0.33\% = \rho_{min}$

Position of neutral axis  $c = 0.06\text{ m} < 0.31\text{ m} = c_{max}$

Ultimate shear force  $\phi V_n = 938.91\text{ kN} > 694.65\text{ kN} = V_u$

Ultimate moment  $\phi M_n = 1326.64\text{ kNm} < 2704.00\text{ kNm} = M_u$

**Cross-section is NOT SATISFACTORY; increase reinforcement ratio.**

**Wall jump check**

Forces acting on construction

Name	F <sub>hor</sub> [kN/m]	App.Pt. z [m]	F <sub>vert</sub> [kN/m]	App.Pt. x [m]	Design coefficient
Weight - wall	0.00	-3.13	226.08	1.90	1.000
Earthq.- constr.	79.13	-3.13	0.00	1.90	1.000
FF resistance	-99.21	-0.56	0.03	0.75	1.000
Earthq.- face	15.75	-1.00	-0.01	0.75	1.000
Weight - earth wedge	0.00	-1.82	40.15	2.80	1.000
Earthquake - soil wedge	14.05	-1.82	0.00	2.80	1.000
Active pressure	135.48	-3.10	168.78	3.11	1.000
Earthq.- act.pressure	225.27	-5.13	120.50	2.92	1.000
SC	42.19	-4.51	30.00	3.05	1.000

**Wall jump check**

Reinforcement and dimensions of the cross-section

7 prof. No. 6, cover 75.0 mm

Inputted reinforcement area = 1995.2 mm<sup>2</sup>

Required reinforcement area = 92420.5 mm<sup>2</sup>

Cross-section width = 2.00 m

Cross-section height = 0.90 m

Ultimate shear force  $\phi V_n = 1074.91\text{ kN} > 64.80\text{ kN} = V_u$

Reinforcement ratio  $\rho = 0.12\% < 0.33\% = \rho_{min}$

**Cross-section is NOT SATISFACTORY; increase reinforcement ratio.**

WILFREDO CARDEMAS LEYVA  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. 64362

**Wall heel check**

Forces acting on construction

Name	F <sub>hor</sub> [kN/m]	App.Pt. z [m]	F <sub>vert</sub> [kN/m]	App.Pt. x [m]	Design coefficient
Weight - wall	0.00	-0.45	32.40	3.05	1.000
Weight - earth wedge	0.00	-1.82	40.15	2.80	1.000
Active pressure	135.48	-3.10	168.78	3.11	1.000

Br. Ayerton German Sierralta Enrique

Name	F <sub>hor</sub> [kN/m]	App.Pt. z [m]	F <sub>vert</sub> [kN/m]	App.Pt. x [m]	Design coefficient
SC	42.19	-4.51	30.00	3.05	1.000
Contact stress	0.00	0.00	0.00	2.30	1.000

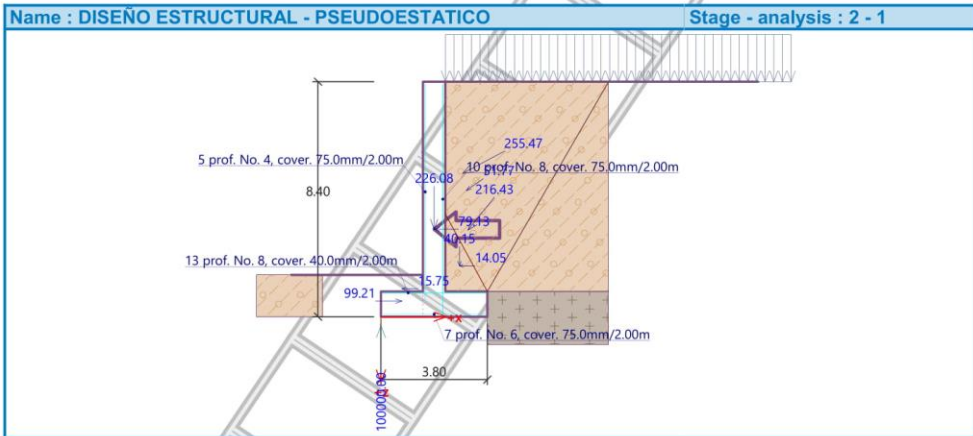
**Wall heel check**

Reinforcement and dimensions of the cross-section

13 prof. No. 8, cover 40.0 mm  
 Inputted reinforcement area = 6587.2 mm<sup>2</sup>  
 Required reinforcement area = 1701.4 mm<sup>2</sup>  
 Cross-section width = 2.00 m  
 Cross-section height = 0.90 m

Reinforcement ratio  $\rho = 0.39\% > 0.33\% = \rho_{min}$   
 Position of neutral axis  $c = 0.07\text{ m} < 0.36\text{ m} = c_{max}$   
 Ultimate shear force  $\phi V_n = 1116.86\text{ kN} > 542.66\text{ kN} = V_u$   
 Ultimate moment  $\phi M_n = 2037.38\text{ kNm} > 407.00\text{ kNm} = M_u$

**Cross-section is SATISFACTORY.**



**Slope stability analysis**

**Results (Stage of construction 1)**

**Analysis 1**

**Circular slip surface**

*Alfredo Cardenas Leyva*  
 ALFREDO CARDENAS LEYVA  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P. 64362

Slip surface parameters			
Center :	x =	-0.47 [m]	Angles :
	z =	9.87 [m]	
Radius :	R =	18.38 [m]	$\alpha_1 = -24.16 [^\circ]$
			$\alpha_2 = 57.52 [^\circ]$

The slip surface after optimization.

**Slope stability verification (Bishop)**

Sum of active forces :  $F_a = 1293.77\text{ kN/m}$

Br. Ayerton German Sierralta Enrique

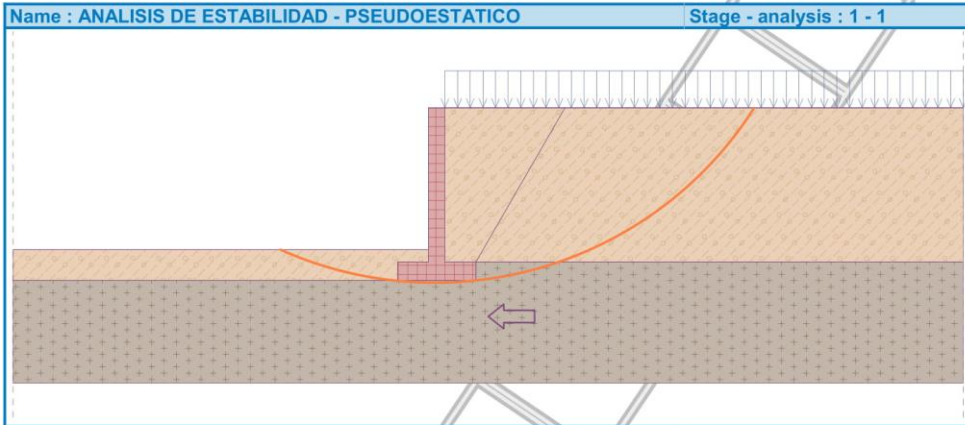
Sum of passive forces :  $F_p = 1957.65$  kN/m


Sliding moment :  $M_a = 23779.47$  kNm/m

Resisting moment :  $M_p = 35981.52$  kNm/m

Factor of safety = 1.51 > 1.50

Slope stability **ACCEPTABLE**



  
WILFREDO CARDEMAS LEYVA  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. 64362

## Datos generales

Cota de la rasante: 0.00 m  
Altura del muro sobre la rasante: 0.00 m  
Enrase: Intradós  
Longitud del muro en planta: 10.00 m  
Separación de las juntas: 5.00 m  
Tipo de cimentación: Zapata corrida

## Geometría

### MURO

Altura: 10.00 m  
Espesor superior: 105.0 cm  
Espesor inferior: 105.0 cm

### ZAPATA CORRIDA

Con puntera y talón  
Canto: 120 cm  
Vuelos intradós / trasdós: 240.0 / 240.0 cm  
Hormigón de limpieza: 10 cm

## Descripción del armado

CORONACIÓN				
Armadura superior: 4Ø20				
Anclaje intradós / trasdós: 94 / 89 cm				
TRAMOS				
Núm.	Intradós		Trasdós	
	Vertical	Horizontal	Vertical	Horizontal
1	Ø3/4"c/30 Solape: 0.5 m	Ø3/4"c/25	Ø1 3/8"c/20 Solape: 1.9 m Refuerzo 1: Ø1 3/8" h=5 m	Ø3/4"c/15
ZAPATA				
Armadura	Longitudinal	Transversal		
Superior	Ø1/2"c/10	Ø1"c/20 Longitud de anclaje en prolongación: 117 cm		
Inferior	Ø1/2"c/10	Ø3/4"c/10		
Longitud de pata en arranque: 30 cm				

## Comprobación

Referencia: Comprobaciones geométricas y de resistencia (Muro): MURO H10		
Comprobación	Valores	Estado
Comprobación a rasante en arranque muro: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>	Máximo: 4487.2 kN/m Calculado: 491.2 kN/m	Cumple
Espesor mínimo del tramo: <i>Norma ACI 318M-11. Artículo 14.5.3.2</i>	Mínimo: 19 cm Calculado: 105 cm	Cumple
Separación libre mínima armaduras horizontales: <i>Norma ACI 318M-11. Artículo 7.6.1</i>	Mínimo: 4 cm	
- Trasdós:	Calculado: 13 cm	Cumple
- Intradós:	Calculado: 23 cm	Cumple
Separación máxima armaduras horizontales: <i>Norma ACI 318M-11. Artículo 7.6.5</i>	Máximo: 45 cm	
- Trasdós:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Intradós:	Calculado: 25 cm	Cumple

WILFREDO CARDEMAS LEYVA  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. 64362




Referencia: Comprobaciones geométricas y de resistencia (Muro): MURO H10		
Comprobación	Valores	Estado
<b>Cuantía geométrica mínima horizontal por cara:</b> <i>Norma ACI 318M-11. Artículo 14.3.3</i> - Trasdós (-10.00 m): - Intradós (-10.00 m):	Mínimo: 0.00125 Calculado: 0.0018 Calculado: 0.00108	Cumple No cumple
<b>Cuantía mínima mecánica horizontal por cara:</b> <i>Criterio de CYPE Ingenieros (Cuantía horizontal &gt; 20% Cuantía vertical)</i> - Trasdós: - Intradós:	Mínimo: 0.00191 Calculado: 0.0018 Mínimo: 0.00018 Calculado: 0.00108	No cumple Cumple
<b>Cuantía mínima geométrica vertical cara traccionada:</b> <i>Norma ACI 318M-11. Artículo 14.3.2</i> - Trasdós (-10.00 m): - Trasdós (-5.00 m):	Mínimo: 0.00075 Calculado: 0.00958 Calculado: 0.00479	Cumple Cumple
<b>Cuantía mínima mecánica vertical cara traccionada:</b> <i>Norma ACI 318M-11. Artículo 10.5.1</i> - Trasdós (-10.00 m): - Trasdós (-5.00 m):	Mínimo: 0.00339 Calculado: 0.00958 Calculado: 0.00479	Cumple Cumple
<b>Cuantía mínima geométrica vertical cara comprimida:</b> <i>Norma ACI 318M-11. Artículo 14.3.2</i> - Intradós (-10.00 m): - Intradós (-5.00 m):	Mínimo: 0.00075 Calculado: 0.0009 Calculado: 0.0009	Cumple Cumple
<b>Cuantía máxima geométrica de armadura vertical total:</b> <i>Norma ACI 318M-11. Artículo 10.9.1</i> - (0.00 m): - (-5.00 m):	Máximo: 0.08 Calculado: 0.00569 Calculado: 0.01048	Cumple Cumple
<b>Separación libre mínima armaduras verticales:</b> <i>Norma ACI 318M-11. Artículo 7.6.1</i> - Trasdós, vertical: - Intradós, vertical:	Mínimo: 4 cm Calculado: 4.7 cm Calculado: 26.1 cm	Cumple Cumple
<b>Separación máxima entre barras:</b> <i>Norma ACI 318M-11. Artículo 7.6.5</i> - Armadura vertical Trasdós, vertical: - Armadura vertical Intradós, vertical:	Máximo: 45 cm Calculado: 20 cm Calculado: 30 cm	Cumple Cumple
<b>Comprobación a flexión compuesta:</b> <i>Comprobación realizada por unidad de longitud de muro</i>		Cumple
<b>Comprobación a cortante:</b> <i>Norma ACI 318M-11. Artículo 11.2.1.2</i>	Máximo: 648.9 kN/m Calculado: 415.5 kN/m	Cumple
<b>Verificación de la fisuración por tensión en barras:</b> <i>Norma ACI 318M-11. Artículo 10.6.4</i>	Máximo: 274.581 MPa Calculado: 146.058 MPa	Cumple
<b>Longitud de solapes:</b> <i>Norma ACI 318M-11. Artículo 12.15.1</i> - Base trasdós: - Base intradós:	Mínimo: 2.09 m Calculado: 1.9 m Mínimo: 0.55 m Calculado: 0.5 m	No cumple No cumple
<b>Comprobación del anclaje del armado base en coronación:</b> <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i> - Trasdós: - Intradós:	Mínimo: 89 cm Calculado: 89 cm Mínimo: 0 cm Calculado: 94 cm	Cumple Cumple
<b>Área mínima longitudinal cara superior viga de coronación:</b> <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>	Mínimo: 6.2 cm <sup>2</sup> Calculado: 12.5 cm <sup>2</sup>	Cumple

Hay comprobaciones que no se cumplen

WILFREDO CARDENAS LEYVA  
 INGENIERO C. AL  
 C.I.P. 64362

Referencia: Comprobaciones geométricas y de resistencia (Muro): MURO H10		
Comprobación	Valores	Estado
<b>Información adicional:</b>		
- Cota de la sección con la mínima relación 'cuantía horizontal / cuantía vertical' Trasdós: -10.00 m - Cota de la sección con la mínima relación 'cuantía horizontal / cuantía vertical' Intradós: -10.00 m - Sección crítica a flexión compuesta: Cota: -10.00 m, Md: 1724.23 kN-m/m, Nd: 231.76 kN/m, Vd: 491.26 kN/m, Tensión máxima del acero: 297.871 MPa - Sección crítica a cortante: Cota: -9.05 m		
Referencia: Comprobaciones geométricas y de resistencia (Zapata corrida): MURO H10		
Comprobación	Valores	Estado
<b>Comprobación de estabilidad:</b>		
<i>Valor introducido por el usuario.</i>		
- Coeficiente de seguridad al vuelco:	Mínimo: 1.5 Calculado: 2.77	Cumple
- Coeficiente de seguridad al deslizamiento:	Mínimo: 2 Calculado: 2.67	Cumple
<b>Canto mínimo:</b>		
- Zapata: <i>Norma ACI 318M-11. Artículo 15.7</i>	Mínimo: 15 cm Calculado: 120 cm	Cumple
<b>Tensiones sobre el terreno:</b>		
<i>Valor introducido por el usuario.</i>		
- Tensión media:	Máximo: 0.1962 MPa Calculado: 0.1672 MPa	Cumple
- Tensión máxima:	Máximo: 0.2452 MPa Calculado: 0.2422 MPa	Cumple
<b>Flexión en zapata:</b>		
<i>Comprobación basada en criterios resistentes</i>		
- Armado superior trasdós:	Mínimo: 18.34 cm <sup>2</sup> /m Calculado: 25.33 cm <sup>2</sup> /m	Cumple
- Armado inferior trasdós:	Mínimo: 0 cm <sup>2</sup> /m Calculado: 28.5 cm <sup>2</sup> /m	Cumple
- Armado inferior intradós:	Mínimo: 20.63 cm <sup>2</sup> /m Calculado: 28.5 cm <sup>2</sup> /m	Cumple
<b>Esfuerzo cortante:</b>		
<i>Norma ACI 318M-11. Artículo 11.2.1.1</i>		
- Trasdós:	Máximo: 751.7 kN/m Calculado: 334.9 kN/m	Cumple
- Intradós:	Calculado: 375 kN/m	Cumple
<b>Longitud de anclaje:</b>		
- Arranque trasdós: <i>Norma ACI 318M-11. Artículo 12.5</i>	Mínimo: 33.3 cm Calculado: 109.3 cm	Cumple
- Arranque intradós: <i>Norma ACI 318M-11. Artículo 12.5.1</i>	Mínimo: 15.2 cm Calculado: 109.3 cm	Cumple
- Armado inferior trasdós (Patilla): <i>Norma ACI 318M-11. Artículo 12.5</i>	Mínimo: 0 cm Calculado: 0 cm	Cumple
- Armado inferior intradós (Patilla): <i>Norma ACI 318M-11. Artículo 12.5</i>	Mínimo: 0 cm Calculado: 0 cm	Cumple
- Armado superior trasdós (Patilla): <i>Norma ACI 318M-11. Artículo 12.5</i>	Mínimo: 0 cm Calculado: 0 cm	Cumple
- Armado superior intradós: <i>Norma ACI 318M-11. Artículo 12.2.2</i>	Mínimo: 117.4 cm Calculado: 117 cm	No cumple
<b>Recubrimiento:</b>		
- Lateral: <i>Norma ACI 318M-11. Artículo 7.7.1</i>	Mínimo: 7.5 cm Calculado: 7.5 cm	Cumple
<b>Diámetro mínimo:</b>		
<i>Criterio de CYPE Ingenieros.</i>		
- Armadura transversal inferior:	Mínimo: #3 Calculado: Ø3/4"	Cumple

  
 WILFREDO CARDEMAS LEYVA  
 INGENIERO C. #11  
 C.I.P. 64362

Referencia: Comprobaciones geométricas y de resistencia (Zapata corrida): MURO H10		
Comprobación	Valores	Estado
- Armadura longitudinal inferior:	Calculado: Ø1/2"	Cumple
- Armadura transversal superior:	Calculado: Ø1"	Cumple
- Armadura longitudinal superior:	Calculado: Ø1/2"	Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Norma ACI 318M-11, Artículo 7.6.5</i>	Máximo: 45 cm	
- Armadura transversal inferior:	Calculado: 10 cm	Cumple
- Armadura transversal superior:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armadura longitudinal inferior:	Calculado: 10 cm	Cumple
- Armadura longitudinal superior:	Calculado: 10 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Norma ACI 318M-11, Artículo 7.6.1</i>	Mínimo: 4 cm	
- Armadura transversal inferior:	Calculado: 10 cm	Cumple
- Armadura transversal superior:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armadura longitudinal inferior:	Calculado: 10 cm	Cumple
- Armadura longitudinal superior:	Calculado: 10 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: <i>Norma ACI 318M-11, Artículo 7.12.2.1</i>	Mínimo: 0.001	
- Armadura longitudinal inferior:	Calculado: 0.00105	Cumple
- Armadura longitudinal superior:	Calculado: 0.00105	Cumple
- Armadura transversal inferior:	Calculado: 0.00237	Cumple
- Armadura transversal superior:	Calculado: 0.00211	Cumple
Cuantía mecánica mínima: <i>Norma ACI 318M-11, Artículo 10.5</i>		
- Armadura transversal inferior:	Mínimo: 0.00229 Calculado: 0.00237	Cumple
- Armadura transversal superior:	Mínimo: 0.00203 Calculado: 0.00211	Cumple
Hay comprobaciones que no se cumplen		
Información adicional:		
- Momento flector pésimo en la sección de referencia del trasdós: 736.19 kN-m/m		
- Momento flector pésimo en la sección de referencia del intradós: 826.80 kN-m/m		

  
 ALFREDO CARDEMAS LEYVA  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P. 64362

## Datos generales

Cota de la rasante: 0.00 m  
Altura del muro sobre la rasante: 0.00 m  
Enrase: Intradós  
Longitud del muro en planta: 10.00 m  
Separación de las juntas: 5.00 m  
Tipo de cimentación: Zapata corrida

## Geometría

### MURO

Altura: 10.00 m  
Espesor superior: 105.0 cm  
Espesor inferior: 105.0 cm

### ZAPATA CORRIDA


Con puntera y talón  
Canto: 120 cm  
Vuelos intradós / trasdós: 240.0 / 240.0 cm  
Hormigón de limpieza: 10 cm

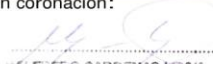
## Descripción del armado

CORONACIÓN				
Armadura superior: 6Ø3/4"				
Anclaje intradós / trasdós: 94 / 89 cm				
TRAMOS				
Núm.	Intradós		Trasdós	
	Vertical	Horizontal	Vertical	Horizontal
1	Ø3/4"c/30 Solape: 0.5 m	Ø3/4"c/25	Ø1 3/8"c/20 Solape: 1.9 m Refuerzo 1: Ø1 3/8" h=5 m	Ø3/4"c/15
ZAPATA				
Armadura	Longitudinal	Transversal		
Superior	Ø5/8"c/15	Ø1"c/20 Longitud de anclaje en prolongación: 117 cm		
Inferior	Ø5/8"c/15	Ø1"c/20		
Longitud de pata en arranque: 30 cm				

## Comprobación

Referencia: Comprobaciones geométricas y de resistencia (Muro): MURO H10		
Comprobación	Valores	Estado
Comprobación a rasante en arranque muro: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>	Máximo: 4487.2 kN/m Calculado: 872 kN/m	Cumple
Espesor mínimo del tramo: <i>Norma ACI 318M-11. Artículo 14.5.3.2</i>	Mínimo: 19 cm Calculado: 105 cm	Cumple
Separación libre mínima armaduras horizontales: <i>Norma ACI 318M-11. Artículo 7.6.1</i>	Mínimo: 4 cm	
- Trasdós:	Calculado: 13 cm	Cumple
- Intradós:	Calculado: 23 cm	Cumple
Separación máxima armaduras horizontales: <i>Norma ACI 318M-11. Artículo 7.6.5</i>	Máximo: 45 cm	
- Trasdós:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Intradós:	Calculado: 25 cm	Cumple

  
WILFREDO CARDEMAS LEYVA  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. 64362

Referencia: Comprobaciones geométricas y de resistencia (Muro): MURO H10		
Comprobación	Valores	Estado
<b>Cuantía geométrica mínima horizontal por cara:</b> <i>Norma ACI 318M-11. Artículo 14.3.3</i> - Trasdós (-10.00 m): - Intradós (-10.00 m):	Mínimo: 0.00125 Calculado: 0.0018 Calculado: 0.00108	Cumple No cumple
<b>Cuantía mínima mecánica horizontal por cara:</b> <i>Criterio de CYPE Ingenieros (Cuantía horizontal &gt; 20% Cuantía vertical)</i> - Trasdós: - Intradós:	Mínimo: 0.00191 Calculado: 0.0018 Mínimo: 0.00018 Calculado: 0.00108	No cumple Cumple
<b>Cuantía mínima geométrica vertical cara traccionada:</b> <i>Norma ACI 318M-11. Artículo 14.3.2</i> - Trasdós (-10.00 m): - Trasdós (-5.00 m):	Mínimo: 0.00075 Calculado: 0.00958 Calculado: 0.00479	Cumple Cumple
<b>Cuantía mínima mecánica vertical cara traccionada:</b> <i>Norma ACI 318M-11. Artículo 10.5.1</i> - Trasdós (-10.00 m): - Trasdós (-5.00 m):	Mínimo: 0.00339 Calculado: 0.00958 Calculado: 0.00479	Cumple Cumple
<b>Cuantía mínima geométrica vertical cara comprimida:</b> <i>Norma ACI 318M-11. Artículo 14.3.2</i> - Intradós (-10.00 m): - Intradós (-5.00 m):	Mínimo: 0.00075 Calculado: 0.0009 Calculado: 0.0009	Cumple Cumple
<b>Cuantía máxima geométrica de armadura vertical total:</b> <i>Norma ACI 318M-11. Artículo 10.9.1</i> - (0.00 m): - (-5.00 m):	Máximo: 0.08 Calculado: 0.00569 Calculado: 0.01048	Cumple Cumple
<b>Separación libre mínima armaduras verticales:</b> <i>Norma ACI 318M-11. Artículo 7.6.1</i> - Trasdós, vertical: - Intradós, vertical:	Mínimo: 4 cm Calculado: 4.7 cm Calculado: 26.1 cm	Cumple Cumple
<b>Separación máxima entre barras:</b> <i>Norma ACI 318M-11. Artículo 7.6.5</i> - Armadura vertical Trasdós, vertical: - Armadura vertical Intradós, vertical:	Máximo: 45 cm Calculado: 20 cm Calculado: 30 cm	Cumple Cumple
<b>Comprobación a flexión compuesta:</b> <i>Comprobación realizada por unidad de longitud de muro</i>		No cumple
<b>Comprobación a cortante:</b> <i>Norma ACI 318M-11. Artículo 11.2.1.2</i>	Máximo: 519.1 kN/m Calculado: 725.9 kN/m	No cumple
<b>Verificación de la fisuración por tensión en barras:</b> <i>Norma ACI 318M-11. Artículo 10.6.4</i>	Máximo: 274.581 MPa Calculado: 146.058 MPa	Cumple
<b>Longitud de solapes:</b> <i>Norma ACI 318M-11. Artículo 12.15.1</i> - Base trasdós: - Base intradós:	Mínimo: 2.09 m Calculado: 1.9 m Mínimo: 0.55 m Calculado: 0.5 m	No cumple No cumple
<b>Comprobación del anclaje del armado base en coronación:</b> <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i> - Trasdós: - Intradós:	 WILFREDO CARDEMAS LEYVA INGENIERO CIVIL C.I.P. 64362 Mínimo: 89 cm Calculado: 89 cm Mínimo: 0 cm Calculado: 94 cm	Cumple Cumple
<b>Área mínima longitudinal cara superior viga de coronación:</b> <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>	Mínimo: 6.2 cm <sup>2</sup> Calculado: 17.1 cm <sup>2</sup>	Cumple
Hay comprobaciones que no se cumplen		

Referencia: Comprobaciones geométricas y de resistencia (Muro): MURO H10		
Comprobación	Valores	Estado
<b>Información adicional:</b>		
- Cota de la sección con la mínima relación 'cuantía horizontal / cuantía vertical' Trasdós: -10.00 m		
- Cota de la sección con la mínima relación 'cuantía horizontal / cuantía vertical' Intradós: -10.00 m		
- Sección crítica a flexión compuesta: Cota: -10.00 m, Md: 3044.10 kN-m/m, Nd: 231.76 kN/m		
- Sección crítica a cortante: Cota: -9.05 m		
Referencia: Comprobaciones geométricas y de resistencia (Zapata corrida): MURO H10		
Comprobación	Valores	Estado
<b>Comprobación de estabilidad:</b>		
<i>Valor introducido por el usuario.</i>		
- Coeficiente de seguridad al vuelco (Situaciones persistentes):	Mínimo: 1.5 Calculado: 2.77	Cumple
- Coeficiente de seguridad al vuelco (Situaciones accidentales sísmicas):	Mínimo: 1.25 Calculado: 0.93	No cumple
- Coeficiente de seguridad al deslizamiento (Situaciones persistentes):	Mínimo: 2 Calculado: 2.67	Cumple
- Coeficiente de seguridad al deslizamiento (Situaciones accidentales sísmicas):	Mínimo: 1.25 Calculado: 0.76	No cumple
<b>Canto mínimo:</b>		
- Zapata: <i>Norma ACI 318M-11, Artículo 15.7</i>	Mínimo: 15 cm Calculado: 120 cm	Cumple
<b>Errores</b>		
- Con esta geometría la zapata no está en equilibrio. Deben variarse las dimensiones.		
Hay errores de comprobación		

  
 ALFREDO CARDEMAS LEYVA  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P. 64362

## Cantilever wall analysis

### Input data

#### Project

Task : "Propuesta de estabilización de talud incorporando el sistema Terramesh en la zona Mayhuaccacca Huanc  
2021"  
Description : Diseño de muro de contención  
Author : Br. Ayerton German Sierralta Enrique  
Date : 19/05/2021  
Project ID : Diseño  
Project number : 01

#### Settings

(input for current task)

#### Materials and standards

Concrete structures : ACI 318-11

#### Wall analysis

Active earth pressure calculation : Coulomb  
Passive earth pressure calculation : Coulomb  
Earthquake analysis : Mononobe-Okabe  
Shape of earth wedge : Calculate as skew  
Base key : The base key is considered as inclined footing bottom  
Allowable eccentricity : 0.167  
Verification methodology : Safety factors (ASD)

Safety factors			
Permanent design situation			
Safety factor for overturning :		SF <sub>o</sub> =	2.00 [-]
Safety factor for sliding resistance :		SF <sub>s</sub> =	1.50 [-]
Safety factor for bearing capacity :		SF <sub>b</sub> =	1.05 [-]

#### Material of structure

Unit weight  $\gamma = 24.00 \text{ kN/m}^3$   
Analysis of concrete structures carried out according to the standard ACI 318-11.

#### Concrete : Concrete ACI

Compressive strength  $f'_c = 28.00 \text{ MPa}$

#### Longitudinal steel : fy (user defined)

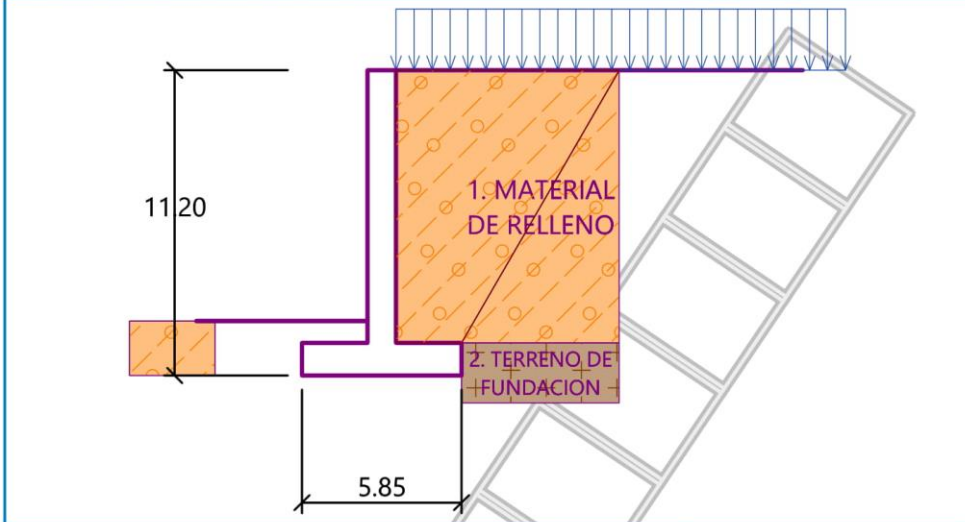
Tensile strength  $f_y = 420.00 \text{ MPa}$

  
ALFREDO CARDENAS LEYVA  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. 84362

Br. Ayerton German Sierralta Enrique

Name : DETALLE DE LOS MATERIALES

Stage - analysis : 1 - 0



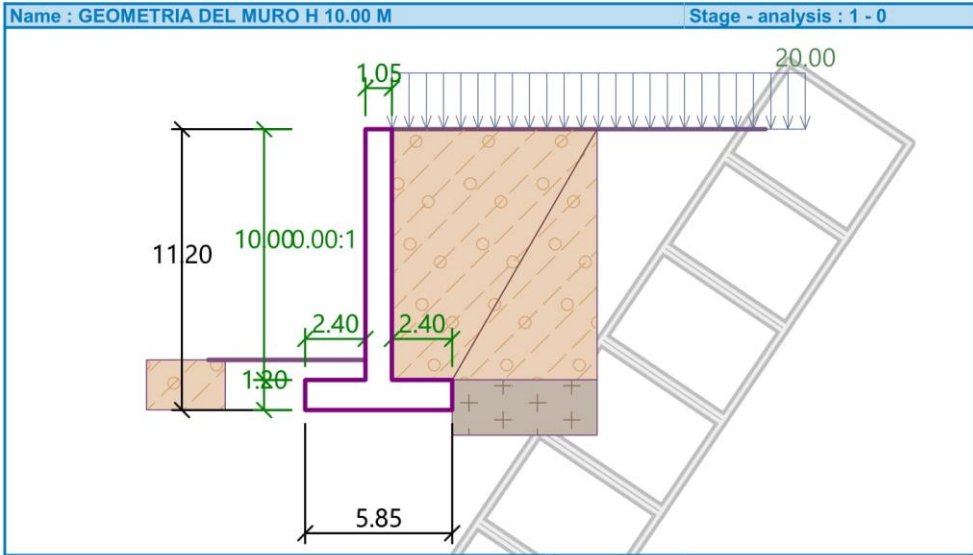
Geometry of structure

No.	Coordinate X [m]	Depth Z [m]
1	0.00	0.00
2	0.00	10.00
3	2.40	10.00
4	2.40	11.20
5	-3.45	11.20
6	-3.45	10.00
7	-1.05	10.00
8	-1.05	0.00

The origin [0,0] is located at the most upper right point of the wall.  
Wall section area = 17.52 m<sup>2</sup>.

*Wilfredo Cardemas Leyva*  
 WILFREDO CARDEMAS LEYVA  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P. 64362





Basic soil parameters

No.	Name	Pattern	$\phi_{ef}$ [°]	$c_{ef}$ [kPa]	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\gamma_{su}$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\delta$ [°]
1	MATERIAL DE RELLENO		33.20	4.00	19.30	9.30	0.00
2	TERRENO DE FUNDACION		23.00	87.00	26.50	16.50	0.00

All soils are considered as cohesionless for at rest pressure analysis.

Soil parameters

**MATERIAL DE RELLENO**

Unit weight :  $\gamma = 19.30 \text{ kN/m}^3$   
 Stress-state : effective  
 Angle of internal friction :  $\phi_{ef} = 33.20^\circ$   
 Cohesion of soil :  $c_{ef} = 4.00 \text{ kPa}$   
 Angle of friction struc.-soil :  $\delta = 0.00^\circ$   
 Soil : cohesionless  
 Saturated unit weight :  $\gamma_{sat} = 19.30 \text{ kN/m}^3$

**TERRENO DE FUNDACION**

Unit weight :  $\gamma = 26.50 \text{ kN/m}^3$   
 Stress-state : effective  
 Angle of internal friction :  $\phi_{ef} = 23.00^\circ$   
 Cohesion of soil :  $c_{ef} = 87.00 \text{ kPa}$   
 Angle of friction struc.-soil :  $\delta = 0.00^\circ$   
 Soil : cohesionless  
 Saturated unit weight :  $\gamma_{sat} = 26.50 \text{ kN/m}^3$

WILFREDO CARDEMAS LEYVA  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P. 64362

Br. Ayerton German Sierralta Enrique

**Backfill**Assigned soil : MATERIAL DE RELLENO  
Slope = 60.00 °**Geological profile and assigned soils**

No.	Thickness of layer t [m]	Depth z [m]	Assigned soil	Pattern
1	10.00	0.00 .. 10.00	MATERIAL DE RELLENO	
2	-	10.00 .. ∞	TERRENO DE FUNDACION	

**Foundation**

Type of foundation : soil from geological profile

**Terrain profile**

Terrain behind the structure is flat.

**Water influence**

Ground water table is located below the structure.

**Input surface surcharges**

No.	Surcharge		Action	Mag.1 [kN/m <sup>2</sup> ]	Mag.2 [kN/m <sup>2</sup> ]	Ord.x x [m]	Length l [m]	Depth z [m]
	new	change						
1	Yes		permanent	20.00				on terrain

No.	Name
1	SC

**Resistance on front face of the structure**Resistance on front face of the structure: passive  
Soil on front face of the structure - MATERIAL DE RELLENO  
Angle of friction struc.-soil  $\delta = 0.00^\circ$   
Soil thickness in front of structure  $h = 2.00$  m  
Terrain in front of structure is flat.**Settings of the stage of construction**Design situation : permanent  
The wall is free to move. Active earth pressure is therefore assumed.
  
ALFREDO CARDEMAS LEYVA  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. 64362
**Verification No. 1 (Stage of construction 1)****Forces acting on construction**

Name	F <sub>hor</sub> [kN/m]	App.Pt. z [m]	F <sub>vert</sub> [kN/m]	App.Pt. x [m]	Design coefficient
Weight - wall	0.00	-3.96	420.48	2.92	1.000
FF resistance	-166.39	-0.73	0.04	1.20	1.000
Weight - earth wedge	0.00	-2.68	102.79	4.25	1.000
Active pressure	252.63	-4.24	347.30	4.77	1.000
SC	56.81	-6.06	48.00	4.65	1.000

**Verification of complete wall****Check for overturning stability**Resisting moment  $M_{res} = 3546.05$  kNm/m

Br. Ayerton German Sierralta Enrique

Overtuning moment  $M_{Ovr} = 1293.78 \text{ kNm/m}$

Safety factor = 2.74 > 2.00

Wall for overturning is **SATISFACTORY**

**Check for slip**

Resisting horizontal force  $H_{res} = 816.54 \text{ kN/m}$

Active horizontal force  $H_{act} = 143.05 \text{ kN/m}$

Safety factor = 5.71 > 1.50

Wall for slip is **SATISFACTORY**

Overall check - WALL is **SATISFACTORY**



**Bearing capacity of foundation soil (Stage of construction 1)**

**Design load acting at the center of footing bottom**

No.	Moment [kNm/m]	Norm. force [kN/m]	Shear Force [kN/m]	Eccentricity [-]	Stress [kPa]
1	434.65	918.61	143.05	0.081	187.33

**Service load acting at the center of footing bottom**

No.	Moment [kNm/m]	Norm. force [kN/m]	Shear Force [kN/m]
1	434.65	918.61	143.05

**Verification of foundation soil**

Stress in the footing bottom : rectangle

**Eccentricity verification**

Max. eccentricity of normal force  $e = 0.081$

Maximum allowable eccentricity  $e_{alw} = 0.167$

  
 WILFREDO CARDENAS LERIVA  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P. 64362

Br. Ayerton German Sierralta Enrique

**Eccentricity of the normal force is SATISFACTORY**

**Verification of bearing capacity**

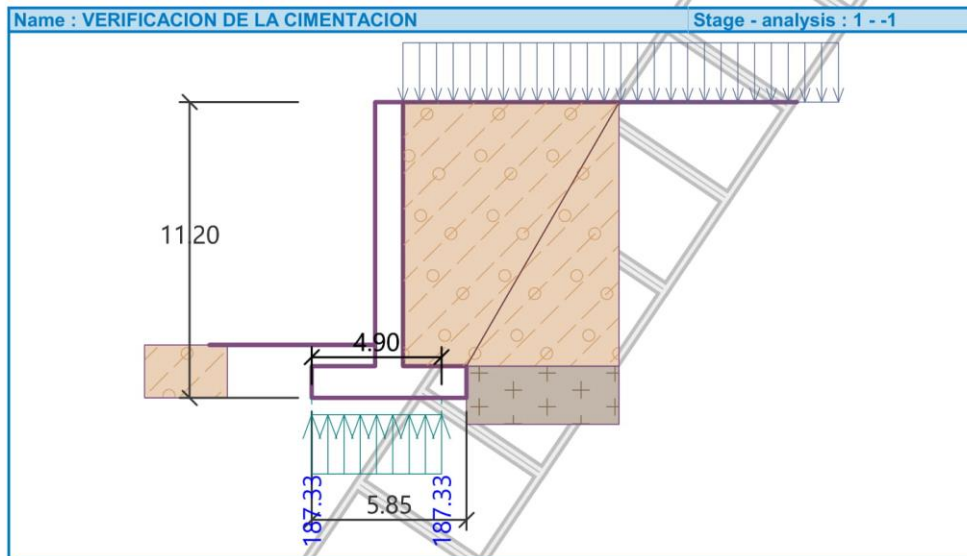
Max. stress at footing bottom  $\sigma = 187.33$  kPa

Bearing capacity of foundation soil  $R_d = 233.49$  kPa

Safety factor = 1.25 > 1.05

**Bearing capacity of foundation soil is SATISFACTORY**

**Overall verification - bearing capacity of found. soil is SATISFACTORY**



**Dimensioning No. 1 (Stage of construction 1)**

**Wall stem check - front reinf.**

**Forces acting on construction**

Name	$F_{hor}$ [kN/m]	App.Pt. z [m]	$F_{vert}$ [kN/m]	App.Pt. x [m]	Design coefficient
Weight - wall	0.00	-5.00	251.97	0.53	1.000
FF resistance	-33.77	-0.31	0.00	0.00	1.000
Active pressure	240.46	-3.08	0.00	1.05	1.000
SC	56.81	-4.86	0.00	1.05	1.000

**Wall stem check - front reinf.**

Front reinforcement is not required.

**Wall stem check - back reinf.**

**Forces acting on construction**

Name	$F_{hor}$ [kN/m]	App.Pt. z [m]	$F_{vert}$ [kN/m]	App.Pt. x [m]	Design coefficient
Weight - wall	0.00	-5.00	251.97	0.53	1.000

ALFREDO CARDEMAS LEIVA  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. 64362

Br. Ayerton German Sierralta Enrique

Name	F <sub>hor</sub> [kN/m]	App.Pt. z [m]	F <sub>vert</sub> [kN/m]	App.Pt. x [m]	Design coefficient
FF resistance	-33.77	-0.31	0.00	0.00	1.000
Active pressure	240.46	-3.08	0.00	1.05	1.000
SC	56.81	-4.86	0.00	1.05	1.000

**Wall stem check - back reinf.**

Wall check at the construction joint 10.00 m from the wall crest

Reinforcement and dimensions of the cross-section

12 prof. No. 6, cover 75.0 mm

Inputted reinforcement area = 3420.3 mm<sup>2</sup>

Required reinforcement area = 3169.9 mm<sup>2</sup>

Cross-section width = 1.00 m

Cross-section height = 1.05 m

Reinforcement ratio  $\rho = 0.35\% > 0.33\% = \rho_{min}$

Position of neutral axis  $c = 0.07\text{ m} < 0.41\text{ m} = c_{max}$

Ultimate shear force  $\phi V_n = 636.31\text{ kN} > 263.49\text{ kN} = V_u$

Ultimate moment  $\phi M_n = 1209.40\text{ kNm} > 1005.52\text{ kNm} = M_u$

**Cross-section is SATISFACTORY.**

**Wall stem check - back reinf. - V<sub>u</sub>**

Wall check at the construction joint 9.80 m from the wall crest

Reinforcement and dimensions of the cross-section

12 prof. No. 6, cover 75.0 mm

Inputted reinforcement area = 3420.3 mm<sup>2</sup>

Required reinforcement area = 3169.9 mm<sup>2</sup>

Cross-section width = 1.00 m

Cross-section height = 1.05 m

Ultimate shear force  $\phi V_n = 636.31\text{ kN} > 264.56\text{ kN} = V_u$

**Cross-section is SATISFACTORY.**

WILFREDO CARDEMAS LEYVA  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. 64362

**Wall jump check**

Forces acting on construction

Name	F <sub>hor</sub> [kN/m]	App.Pt. z [m]	F <sub>vert</sub> [kN/m]	App.Pt. x [m]	Design coefficient
Weight - wall	0.00	-3.96	420.48	2.92	1.000
FF resistance	-166.39	-0.73	0.04	1.20	1.000
Weight - earth wedge	0.00	-2.68	102.79	4.25	1.000
Active pressure	252.63	-4.24	347.30	4.77	1.000
SC	56.81	-6.06	48.00	4.65	1.000

**Wall jump check**

Reinforcement and dimensions of the cross-section

8 prof. No. 8, cover 75.0 mm

Inputted reinforcement area = 4053.7 mm<sup>2</sup>

Required reinforcement area = 1855.4 mm<sup>2</sup>

Cross-section width = 1.00 m

Cross-section height = 1.20 m

Reinforcement ratio  $\rho = 0.36\% > 0.33\% = \rho_{min}$

Position of neutral axis  $c = 0.08\text{ m} < 0.48\text{ m} = c_{max}$

Ultimate shear force  $\phi V_n = 733.08\text{ kN} > 415.60\text{ kN} = V_u$

Br. Ayerton German Sierralta Enrique

Ultimate moment  $\phi M_n = 1649.55 \text{ kNm} > 580.04 \text{ kNm} = M_u$

**Cross-section is SATISFACTORY.**

**Wall heel check**

**Forces acting on construction**

Name	$F_{hor}$ [kN/m]	App.Pt. z [m]	$F_{vert}$ [kN/m]	App.Pt. x [m]	Design coefficient
Weight - wall	0.00	-0.60	69.12	4.65	1.000
Weight - earth wedge	0.00	-2.68	102.79	4.25	1.000
Active pressure	252.63	-4.24	347.30	4.77	1.000
SC	56.81	-6.06	48.00	4.65	1.000
Contact stress	0.00	0.00	-269.00	4.54	1.000

**Wall heel check**

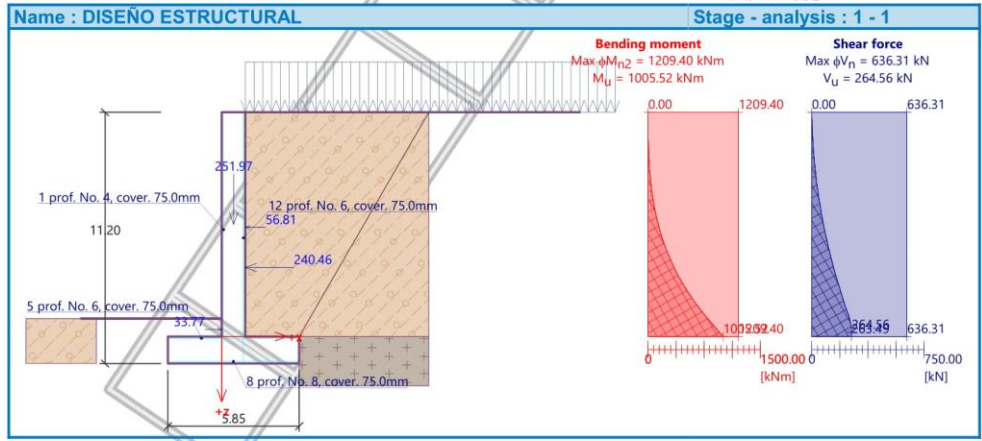
Reinforcement and dimensions of the cross-section

5 prof. No. 6, cover 75.0 mm  
 Inputted reinforcement area = 1425.1 mm<sup>2</sup>  
 Required reinforcement area = 1353.0 mm<sup>2</sup>  
 Cross-section width = 1.00 m  
 Cross-section height = 1.20 m

Reinforcement ratio  $\rho = 0.13 \% > 0.12 \% = \rho_{min}$   
 Position of neutral axis  $c = 0.03 \text{ m} < 0.48 \text{ m} = c_{max}$   
 Ultimate shear force  $\phi V_n = 735.17 \text{ kN} > 298.20 \text{ kN} = V_u$   
 Ultimate moment  $\phi M_n = 594.13 \text{ kNm} > 425.49 \text{ kNm} = M_u$

**Cross-section is SATISFACTORY.**

ALFREDO CARDEMAS LEYVA  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P. 64362



Br. Ayerton German Sierralta Enrique

### Slope stability analysis

#### Results (Stage of construction 1)

##### Analysis 1

##### Circular slip surface

Slip surface parameters					
Center :	x =	-0.80 [m]	Angles :	$\alpha_1 =$	-33.98 [°]
	z =	2.31 [m]		$\alpha_2 =$	80.42 [°]
Radius :	R =	13.88 [m]			
The slip surface after optimization.					

##### Slope stability verification (Bishop)

Sum of active forces :  $F_a = 1013.60$  kN/m

Sum of passive forces :  $F_p = 2481.64$  kN/m

Sliding moment :  $M_a = 14068.72$  kNm/m

Resisting moment :  $M_p = 34445.22$  kNm/m

Factor of safety = 2.45 > 1.50

**Slope stability ACCEPTABLE**

#### Input data (Stage of construction 2)

##### Geological profile and assigned soils

No.	Thickness of layer t [m]	Depth z [m]	Assigned soil	Pattern
1	10.00	0.00 .. 10.00	MATERIAL DE RELLENO	
2	-	10.00 .. ∞	TERRENO DE FUNDACION	

##### Foundation

Type of foundation : soil from geological profile

##### Terrain profile

Terrain behind the structure is flat.

##### Water influence

Ground water table is located below the structure.

##### Input surface surcharges

No.	Surcharge		Action	Mag.1 [kN/m <sup>2</sup> ]	Mag.2 [kN/m <sup>2</sup> ]	Ord.x x [m]	Length l [m]	Depth z [m]
	new	change						
1	No	No	permanent	20.00				on terrain

No.	Name
1	SC

##### Resistance on front face of the structure

Resistance on front face of the structure: passive

Soil on front face of the structure - MATERIAL DE RELLENO

Angle of friction struc.-soil  $\delta = 0.00$  °

Soil thickness in front of structure  $h = 2.00$  m

Terrain in front of structure is flat.

WILFREDO CARDENAS LEYVA  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P. 64362

Br. Ayerton German Sierralta Enrique

### Earthquake

Factor of horizontal acceleration  $K_h = 0.3500$

Factor of vertical acceleration  $K_v = 0.0000$

Water below the GWT is restricted.

### Settings of the stage of construction

Design situation : permanent

The wall is free to move. Active earth pressure is therefore assumed.

### Verification No. 1 (Stage of construction 2)

#### Forces acting on construction

Name	$F_{hor}$ [kN/m]	App.Pt. z [m]	$F_{vert}$ [kN/m]	App.Pt. x [m]	Design coefficient
Weight - wall	0.00	-3.96	420.48	2.92	1.000
Earthq.- constr.	147.17	-3.96	0.00	2.92	1.000
FF resistance	-166.39	-0.73	0.04	1.20	1.000
Earthq.- face	28.02	-1.33	-0.01	1.20	1.000
Weight - earth wedge	0.00	-2.68	102.79	4.25	1.000
Earthquake - soil wedge	35.98	-2.68	0.00	4.25	1.000
Active pressure	252.63	-4.24	347.30	4.77	1.000
Earthq.- act.pressure	416.45	-6.77	284.25	4.42	1.000
SC	56.81	-6.06	48.00	4.65	1.000

#### Verification of complete wall

##### Check for overturning stability

Resisting moment  $M_{res} = 4802.55$  kNm/m

Overturning moment  $M_{ovr} = 4830.67$  kNm/m

Safety factor =  $0.99 < 2.00$

**Wall for overturning is NOT SATISFACTORY**

##### Check for slip


Resisting horizontal force  $H_{res} = 510.58$  kN/m

Active horizontal force  $H_{act} = 770.66$  kN/m

Safety factor =  $0.66 < 1.50$

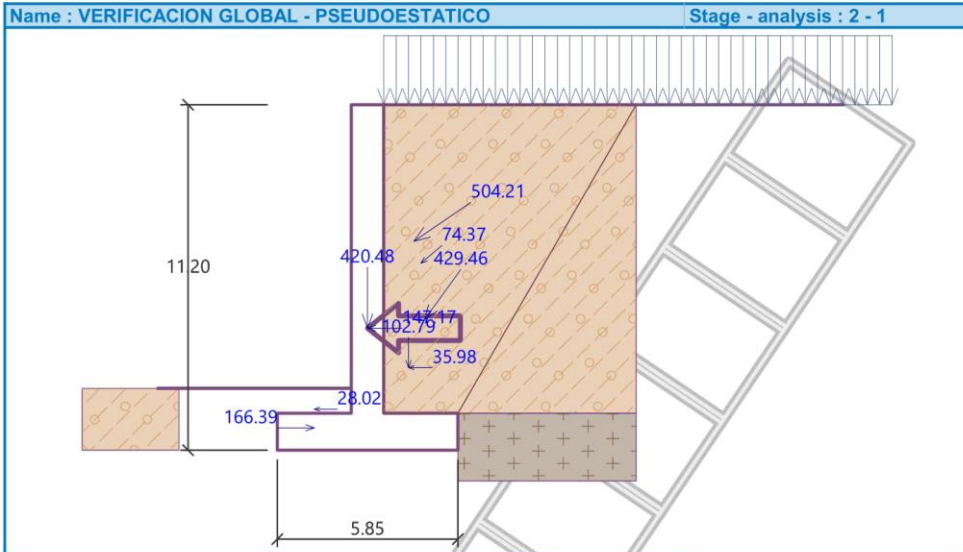
**Wall for slip is NOT SATISFACTORY**

**Overall check - WALL is NOT SATISFACTORY**

  
 WILFREDO CARDENAS LEYVA  
 INGENIERO CIVIL  
 C. I. P. 64362



Br. Ayerton German Sierralta Enrique



**Bearing capacity of foundation soil (Stage of construction 2)**

Design load acting at the center of footing bottom

No.	Moment [kNm/m]	Norm. force [kN/m]	Shear Force [kN/m]	Eccentricity [-]	Stress [kPa]
1	3546.46	1202.85	770.66	0.504	10000.00

Service load acting at the center of footing bottom

No.	Moment [kNm/m]	Norm. force [kN/m]	Shear Force [kN/m]
1	3546.46	1202.85	770.66

**Verification of foundation soil**

Stress in the footing bottom : rectangle

**Eccentricity verification**

Max. eccentricity of normal force  $e = 0.504$

Maximum allowable eccentricity  $e_{allow} = 0.167$

**Eccentricity of the normal force is NOT SATISFACTORY**

**Verification of bearing capacity**

Max. stress at footing bottom  $\sigma = 10000.00$  kPa

Bearing capacity of foundation soil  $R_d = 233.49$  kPa

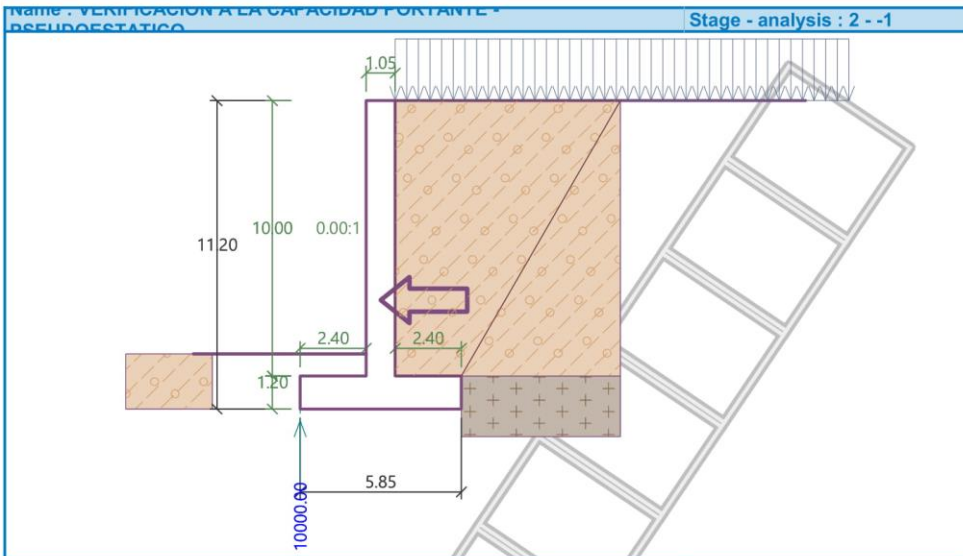
Safety factor =  $0.02 < 1.05$

**Bearing capacity of foundation soil is NOT SATISFACTORY**

**Overall verification - bearing capacity of found. soil is NOT SATISFACTORY**

  
 WILFREDO CARDENAS LEYVA  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P. 64362

Br. Ayerton German Sierralta Enrique



**Dimensioning No. 1 (Stage of construction 2)**

**Wall stem check - front reinf.**

**Forces acting on construction**

Name	F <sub>hor</sub> [kN/m]	App.Pt. z [m]	F <sub>vert</sub> [kN/m]	App.Pt. x [m]	Design coefficient
Weight - wall	0.00	-5.00	251.97	0.53	1.000
Earthq.- constr.	88.19	-5.00	0.00	0.53	1.000
FF resistance	-33.77	-0.31	0.00	0.00	1.000
Earthq.- face	4.47	-0.53	0.00	0.00	1.000
Active pressure	240.46	-3.08	0.00	1.05	1.000
Earthq.- act.pressure	258.86	-6.67	0.00	1.05	1.000
SC	56.81	-4.86	0.00	1.05	1.000

**Wall stem check - front reinf.**

Front reinforcement is not required.

**Wall stem check - back reinf.**

**Forces acting on construction**

Name	F <sub>hor</sub> [kN/m]	App.Pt. z [m]	F <sub>vert</sub> [kN/m]	App.Pt. x [m]	Design coefficient
Weight - wall	0.00	-5.00	251.97	0.53	1.000
Earthq.- constr.	88.19	-5.00	0.00	0.53	1.000
FF resistance	-33.77	-0.31	0.00	0.00	1.000
Earthq.- face	4.47	-0.53	0.00	0.00	1.000
Active pressure	240.46	-3.08	0.00	1.05	1.000
Earthq.- act.pressure	258.86	-6.67	0.00	1.05	1.000
SC	56.81	-4.86	0.00	1.05	1.000

Br. Ayerton German Sierralta Enrique

**Wall stem check - back reinf.**

Wall check at the construction joint 10.00 m from the wall crest

Reinforcement and dimensions of the cross-section

10 prof. No. 8, cover 75.0 mm

Inputted reinforcement area = 5067.1 mm<sup>2</sup>

Required reinforcement area = 17753.9 mm<sup>2</sup>

Cross-section width = 2.00 m

Cross-section height = 1.05 m

Ultimate shear force  $\phi V_n = 1268.44 \text{ kN} > 1230.04 \text{ kN} = V_u$

Reinforcement ratio  $\rho = 0.26 \% < 0.33 \% = \rho_{min}$

**Cross-section is NOT SATISFACTORY; increase reinforcement ratio.**

**Wall jump check**

**Forces acting on construction**

Name	F <sub>hor</sub> [kN/m]	App.Pt. z [m]	F <sub>vert</sub> [kN/m]	App.Pt. x [m]	Design coefficient
Weight - wall	0.00	-3.96	420.48	2.92	1.000
Earthq.- constr.	147.17	-3.96	0.00	2.92	1.000
FF resistance	-166.39	-0.73	0.04	1.20	1.000
Earthq.- face	28.02	-1.33	-0.01	1.20	1.000
Weight - earth wedge	0.00	-2.68	102.79	4.25	1.000
Earthquake - soil wedge	35.98	-2.68	0.00	4.25	1.000
Active pressure	252.63	-4.24	347.30	4.77	1.000
Earthq.- act.pressure	416.45	-6.77	284.25	4.42	1.000
SC	56.81	-6.06	48.00	4.65	1.000

**Wall jump check**

Reinforcement and dimensions of the cross-section

7 prof. No. 6, cover 75.0 mm

Inputted reinforcement area = 1995.2 mm<sup>2</sup>

Required reinforcement area = 126420.5 mm<sup>2</sup>

Cross-section width = 2.00 m

Cross-section height = 1.20 m

Ultimate shear force  $\phi V_n = 1470.35 \text{ kN} > 138.24 \text{ kN} = V_u$

Reinforcement ratio  $\rho = 0.09 \% < 0.33 \% = \rho_{min}$

**Cross-section is NOT SATISFACTORY; increase reinforcement ratio.**

**Wall heel check**

**Forces acting on construction**

Name	F <sub>hor</sub> [kN/m]	App.Pt. z [m]	F <sub>vert</sub> [kN/m]	App.Pt. x [m]	Design coefficient
Weight - wall	0.00	-0.60	69.12	4.65	1.000
Weight - earth wedge	0.00	-2.68	102.79	4.25	1.000
Active pressure	252.63	-4.24	347.30	4.77	1.000
SC	56.81	-6.06	48.00	4.65	1.000
Contact stress	0.00	0.00	0.00	3.45	1.000

**Wall heel check**

Reinforcement and dimensions of the cross-section

13 prof. No. 8, cover 40.0 mm

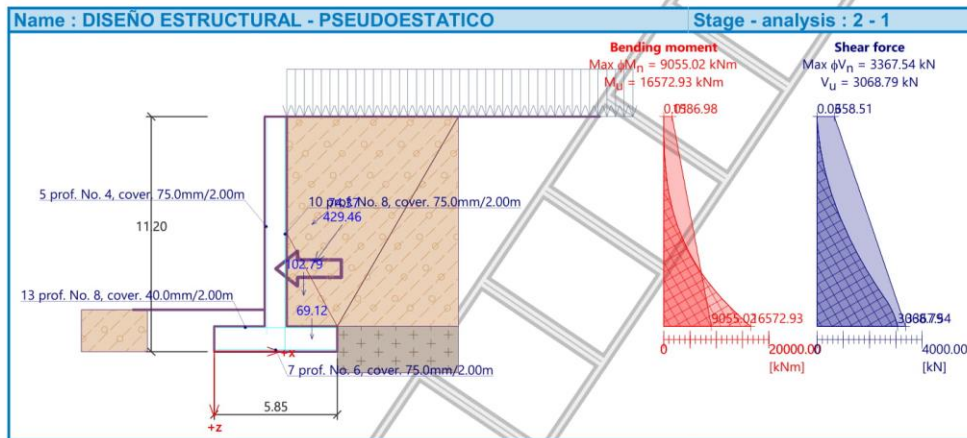
Inputted reinforcement area = 6587.2 mm<sup>2</sup>

ALFREDO CARDEMAS LEIVA  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. 64362

Br. Ayerton German Sierralta Enrique

Required reinforcement area = 4226.4 mm<sup>2</sup>  
 Cross-section width = 2.00 m  
 Cross-section height = 1.20 m  
 Reinforcement ratio  $\rho = 0.29\% > 0.19\% = \rho_{min}$   
 Position of neutral axis  $c = 0.07\text{ m} < 0.49\text{ m} = c_{max}$   
 Ultimate shear force  $\phi V_n = 1512.30\text{ kN} > 1134.41\text{ kN} = V_u$   
 Ultimate moment  $\phi M_n = 2784.37\text{ kNm} > 1361.29\text{ kNm} = M_u$

Cross-section is **SATISFACTORY**.



### Slope stability analysis

#### Results (Stage of construction 1)

##### Analysis 1

##### Circular slip surface

Slip surface parameters			
Center :	x =	-0.82 [m]	Angles :
	z =	14.82 [m]	
Radius :	R =	26.22 [m]	$\alpha_1 = -23.64 [^\circ]$
			$\alpha_2 = 55.58 [^\circ]$
The slip surface after optimization.			

##### Slope stability verification (Bishop)

Sum of active forces :  $F_a = 2302.53\text{ kN/m}$

Sum of passive forces :  $F_p = 3221.37\text{ kN/m}$

Sliding moment :  $M_a = 60372.25\text{ kNm/m}$

Resisting moment :  $M_p = 84464.42\text{ kNm/m}$

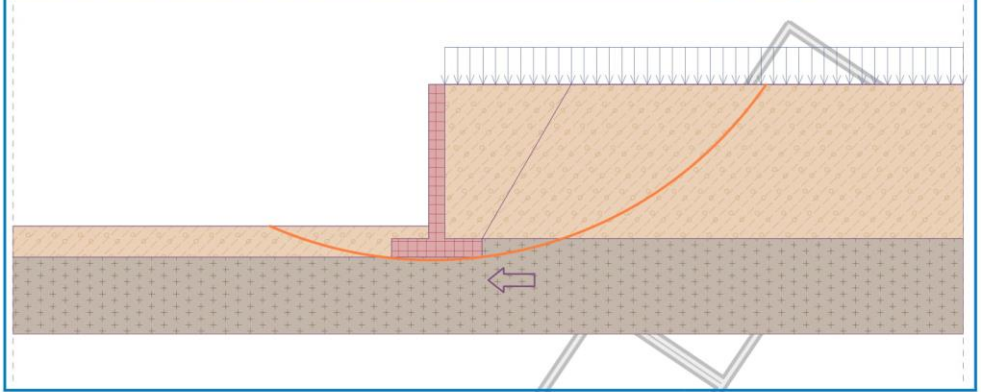
Factor of safety = 1.40 < 1.50

**Slope stability NOT ACCEPTABLE**

WILFREDO CARDENAS LEYVA  
 INGENIERO CIVIL  
 C. I. P. 64362

Propuesta de estabilización de talud incorporando el sistema de refuerzo en la zona  
Br. Ayerton German Sierralta Enrique

Name : ANALISIS DE ESTABILIDAD - PSEUDOESTATICO Stage - analysis : 1 - 1



*Wilfredo Cardenas Leyva*  
WILFREDO CARDEMAS LEYVA  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. 64362

Br. Ayerton German Sierralta Enrique

## Cantilever wall analysis

### Input data

#### Project

Task : "Propuesta de estabilización de talud incorporando el sistema Terramesh en la zona Mayhuaccacca Huanc  
2021"  
Description : Diseño de muro de contención  
Author : Br. Ayerton German Sierralta Enrique  
Date : 19/05/2021  
Project ID : Diseño  
Project number : 01

#### Settings

(input for current task)

#### Materials and standards

Concrete structures : ACI 318-11

#### Wall analysis

Active earth pressure calculation : Coulomb  
Passive earth pressure calculation : Coulomb  
Earthquake analysis : Mononobe-Okabe  
Shape of earth wedge : Calculate as skew  
Base key : The base key is considered as inclined footing bottom  
Allowable eccentricity : 0.167  
Verification methodology : Safety factors (ASD)

Safety factors			
Permanent design situation			
Safety factor for overturning :		SF <sub>o</sub> =	2.00 [-]
Safety factor for sliding resistance :		SF <sub>s</sub> =	1.50 [-]
Safety factor for bearing capacity :		SF <sub>b</sub> =	1.05 [-]

#### Material of structure

Unit weight  $\gamma = 24.00 \text{ kN/m}^3$   
Analysis of concrete structures carried out according to the standard ACI 318-11.

#### Concrete : Concrete ACI

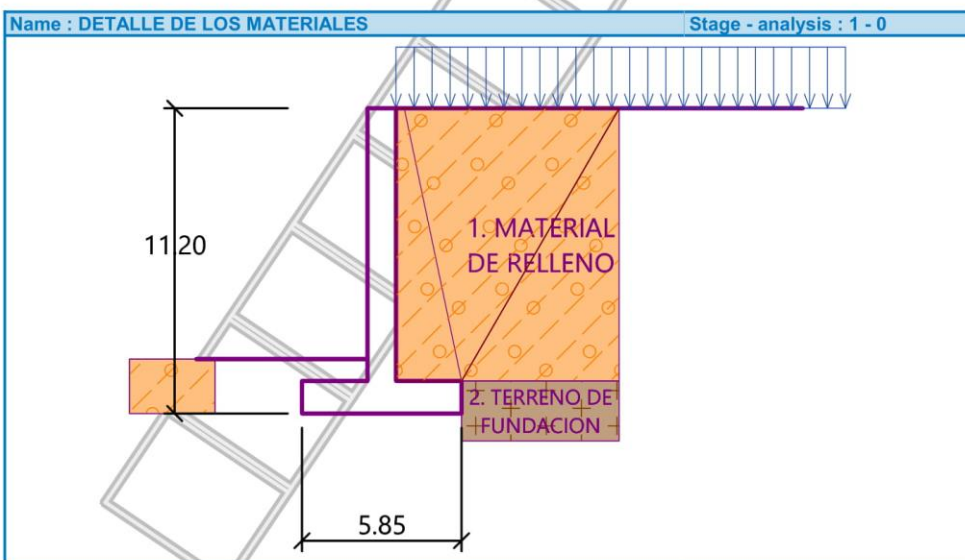
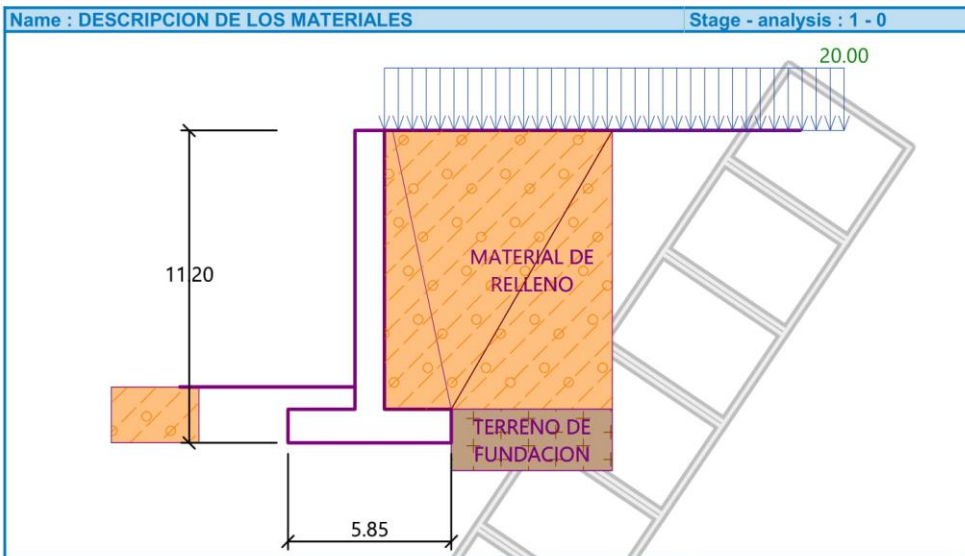
Compressive strength  $f'_c = 28.00 \text{ MPa}$

#### Longitudinal steel : fy (user defined)

Tensile strength  $f_y = 420.00 \text{ MPa}$

  
WILFREDO CARDEMAS LEYVA  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. 64362

Br. Ayerton German Sierralta Enrique



Geometry of structure

No.	Coordinate X [m]	Depth Z [m]
1	0.00	0.00
2	0.00	10.00

  
 WILFREDO CARDEMAS LEYVA  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P. 64362

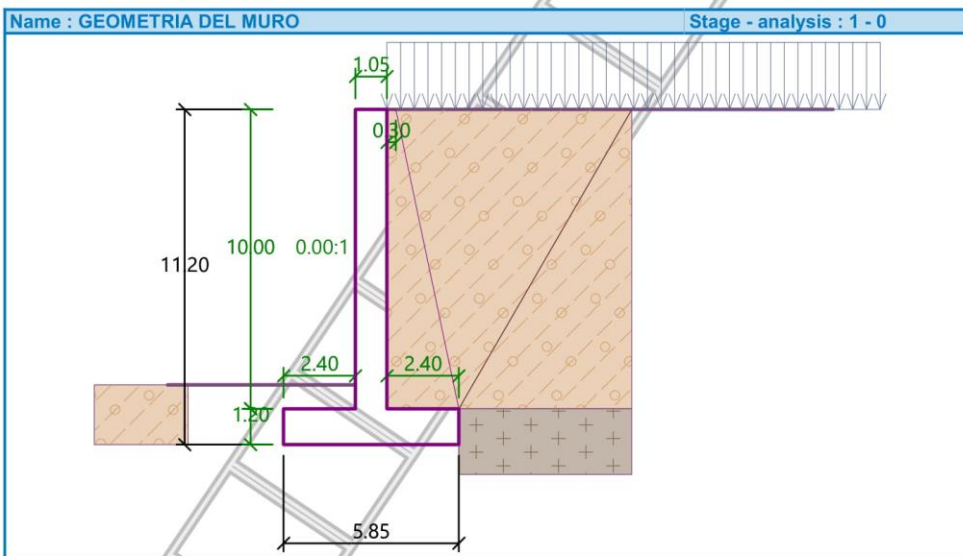
Br. Ayerton German Sierralta Enrique

No.	Coordinate X [m]	Depth Z [m]
3	2.40	10.00
4	2.40	11.20
5	-3.45	11.20
6	-3.45	10.00
7	-1.05	10.00
8	-1.05	0.00

The origin [0,0] is located at the most upper right point of the wall.  
Wall section area = 17.52 m<sup>2</sup>.

**Counterfort**

Type : counterfort  
Spacing l = 5.00 m  
Thickness b = 0.50 m  
Upper width a<sub>1</sub> = 0.30 m

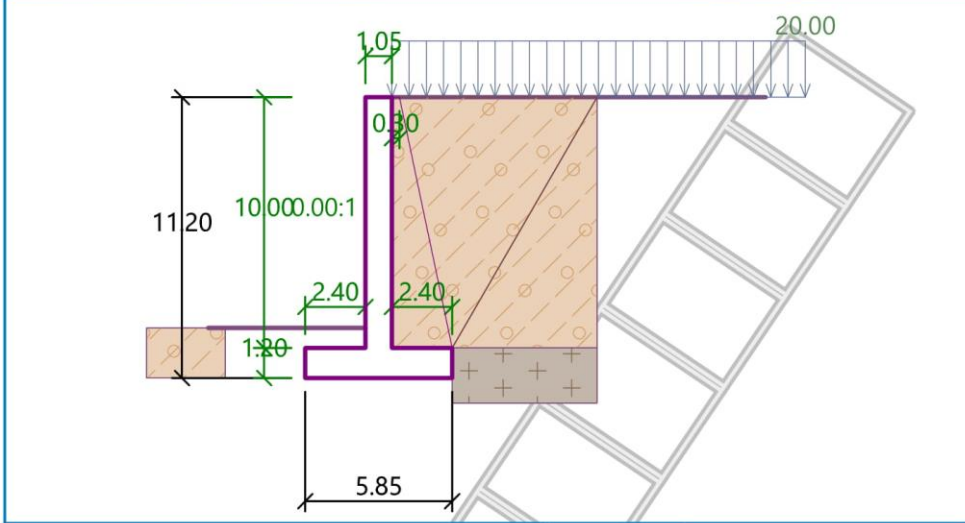


  
 WILFREDO CARDEMAS LEYVA  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P. 64362

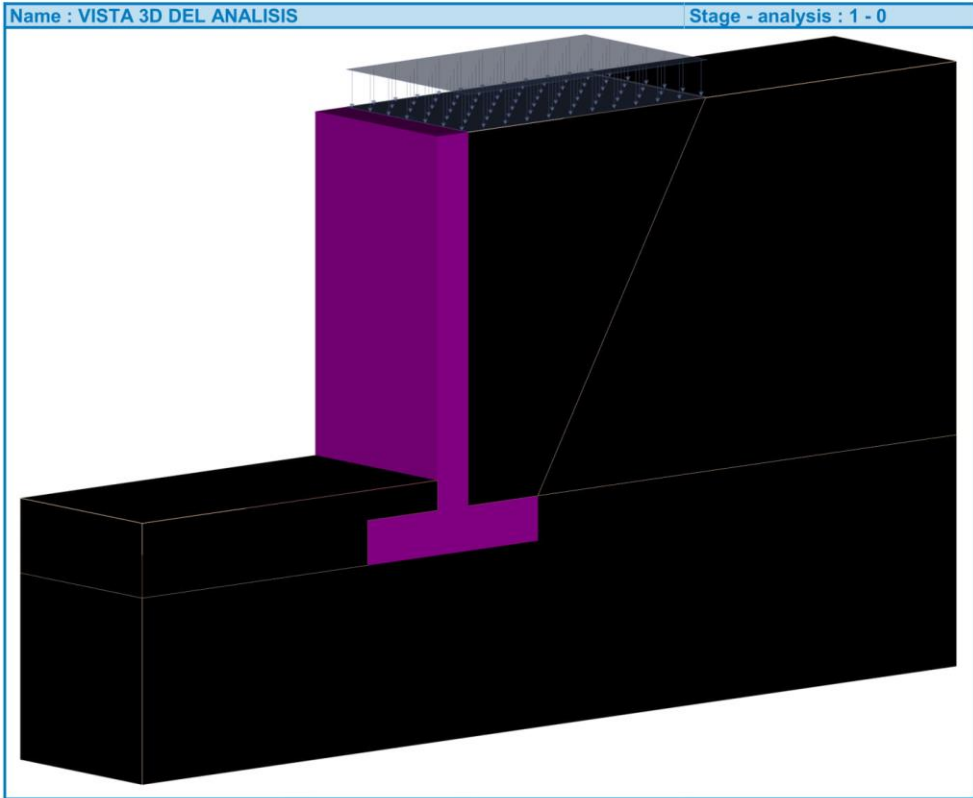


Name : GEOMETRIA DEL MURO H 10.00 M

Stage - analysis : 1 - 0



  
WILFREDO CARDENAS LEYVA  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. 64362



Basic soil parameters

No.	Name	Pattern	$\phi_{ef}$ [°]	$c_{ef}$ [kPa]	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\gamma_{su}$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\delta$ [°]
1	MATERIAL DE RELLENO		33.20	4.00	19.30	9.30	0.00
2	TERRENO DE FUNDACION		23.00	87.00	26.50	16.50	0.00

All soils are considered as cohesionless for at rest pressure analysis.

Soil parameters

**MATERIAL DE RELLENO**

Unit weight :  $\gamma = 19.30 \text{ kN/m}^3$   
 Stress-state : effective  
 Angle of internal friction :  $\phi_{ef} = 33.20^\circ$   
 Cohesion of soil :  $c_{ef} = 4.00 \text{ kPa}$   
 Angle of friction struc.-soil :  $\delta = 0.00^\circ$   
 Soil : cohesionless  
 Saturated unit weight :  $\gamma_{sat} = 19.30 \text{ kN/m}^3$

ALFREDO CARDEMAS LEYVA  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P. 64362

Br. Ayerton German Sierralta Enrique

**TERRENO DE FUNDACION**

Unit weight :  $\gamma = 26.50 \text{ kN/m}^3$   
 Stress-state : effective  
 Angle of internal friction :  $\phi_{ef} = 23.00^\circ$   
 Cohesion of soil :  $c_{ef} = 87.00 \text{ kPa}$   
 Angle of friction struc.-soil :  $\delta = 0.00^\circ$   
 Soil : cohesionless  
 Saturated unit weight :  $\gamma_{sat} = 26.50 \text{ kN/m}^3$

**Backfill**

Assigned soil : MATERIAL DE RELLENO  
 Slope =  $60.00^\circ$

**Geological profile and assigned soils**

No.	Thickness of layer t [m]	Depth z [m]	Assigned soil	Pattern
1	10.00	0.00 .. 10.00	MATERIAL DE RELLENO	
2	-	10.00 .. $\infty$	TERRENO DE FUNDACION	

**Foundation**

Type of foundation : soil from geological profile

**Terrain profile**

Terrain behind the structure is flat.

**Water influence**

Ground water table is located below the structure.

**Input surface surcharges**

No.	Surcharge		Action	Mag.1 [kN/m <sup>2</sup> ]	Mag.2 [kN/m <sup>2</sup> ]	Ord.x x [m]	Length l [m]	Depth z [m]
	new	change						
1	Yes		permanent	20.00				on terrain
No.	Name							
1	SC							

**Resistance on front face of the structure**

Resistance on front face of the structure: passive  
 Soil on front face of the structure - MATERIAL DE RELLENO  
 Angle of friction struc.-soil  $\delta = 0.00^\circ$   
 Soil thickness in front of structure  $h = 2.00 \text{ m}$   
 Terrain in front of structure is flat.

**Settings of the stage of construction**

Design situation : permanent  
 The wall is free to move. Active earth pressure is therefore assumed.

WILFREDO CARDENAS LEYVA  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P. 64362

Br. Ayerton German Sierralta Enrique

### Verification No. 1 (Stage of construction 1)

#### Forces acting on construction

Name	F <sub>hor</sub> [kN/m]	App.Pt. z [m]	F <sub>vert</sub> [kN/m]	App.Pt. x [m]	Design coefficient
Weight - wall	0.00	-3.96	420.48	2.92	1.000
FF resistance	-166.39	-0.73	0.04	1.20	1.000
Weight - earth wedge	0.00	-2.68	102.79	4.25	1.000
Active pressure	252.63	-4.24	347.30	4.77	1.000
SC	56.81	-6.06	48.00	4.65	1.000

#### Verification of complete wall

##### Check for overturning stability

Resisting moment  $M_{res} = 3546.05$  kNm/m

Overturning moment  $M_{Ovr} = 1293.78$  kNm/m

Safety factor = 2.74 > 2.00

**Wall for overturning is SATISFACTORY**

##### Check for slip

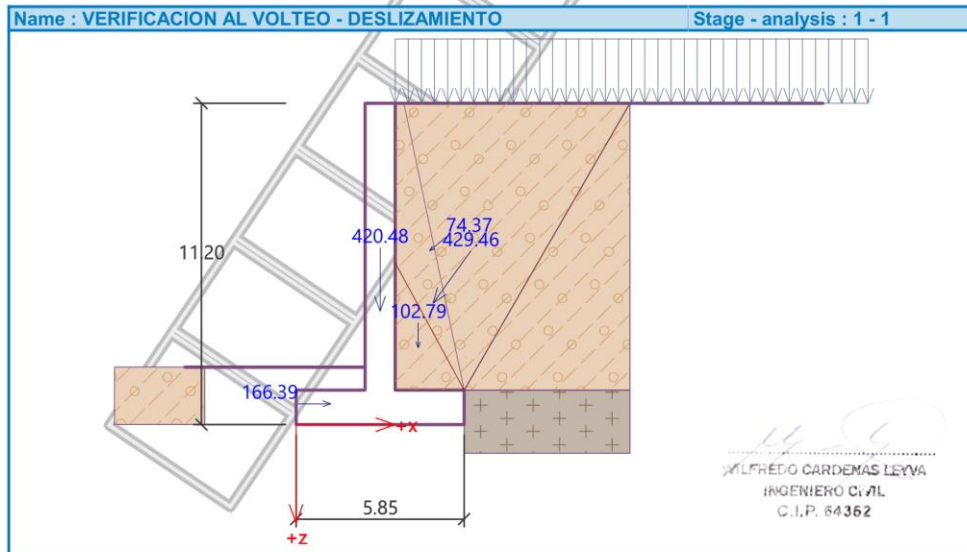
Resisting horizontal force  $H_{res} = 816.54$  kN/m

Active horizontal force  $H_{act} = 143.05$  kN/m

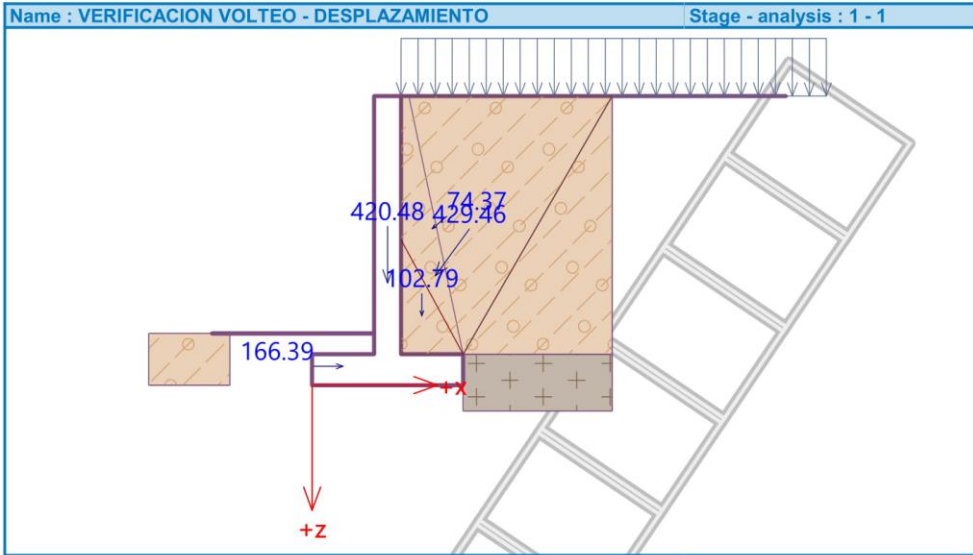
Safety factor = 5.71 > 1.50

**Wall for slip is SATISFACTORY**

**Overall check - WALL is SATISFACTORY**



Br. Ayerton German Sierralta Enrique



**Bearing capacity of foundation soil (Stage of construction 1)**

**Design load acting at the center of footing bottom**

No.	Moment [kNm/m]	Norm. force [kN/m]	Shear Force [kN/m]	Eccentricity [-]	Stress [kPa]
1	434.65	918.61	143.05	0.081	187.33

**Service load acting at the center of footing bottom**

No.	Moment [kNm/m]	Norm. force [kN/m]	Shear Force [kN/m]
1	434.65	918.61	143.05

**Verification of foundation soil**

Stress in the footing bottom : rectangle

**Eccentricity verification**

Max. eccentricity of normal force  $e = 0.081$

Maximum allowable eccentricity  $e_{allow} = 0.167$

**Eccentricity of the normal force is SATISFACTORY**

**Verification of bearing capacity**

Max. stress at footing bottom  $\sigma = 187.33$  kPa

Bearing capacity of foundation soil  $R_d = 233.49$  kPa

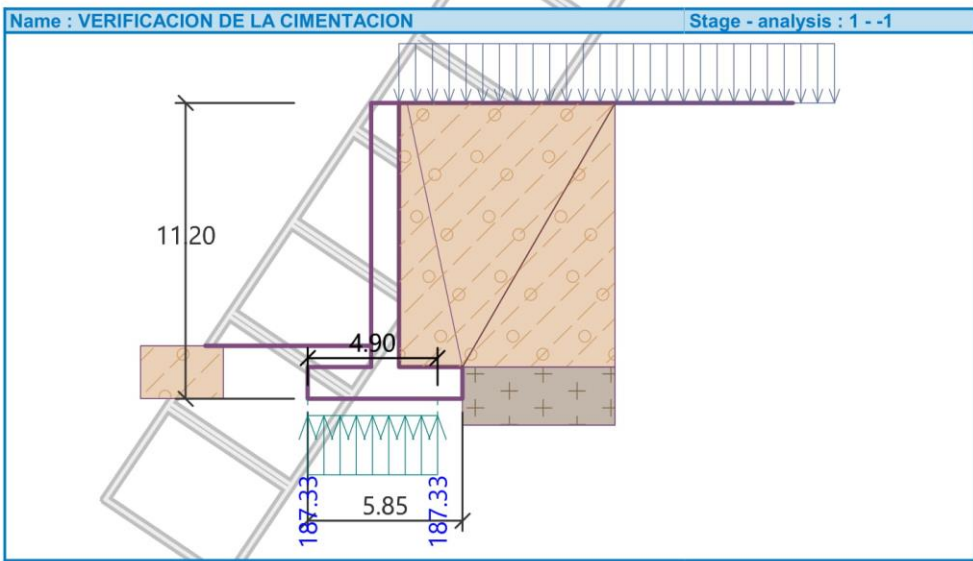
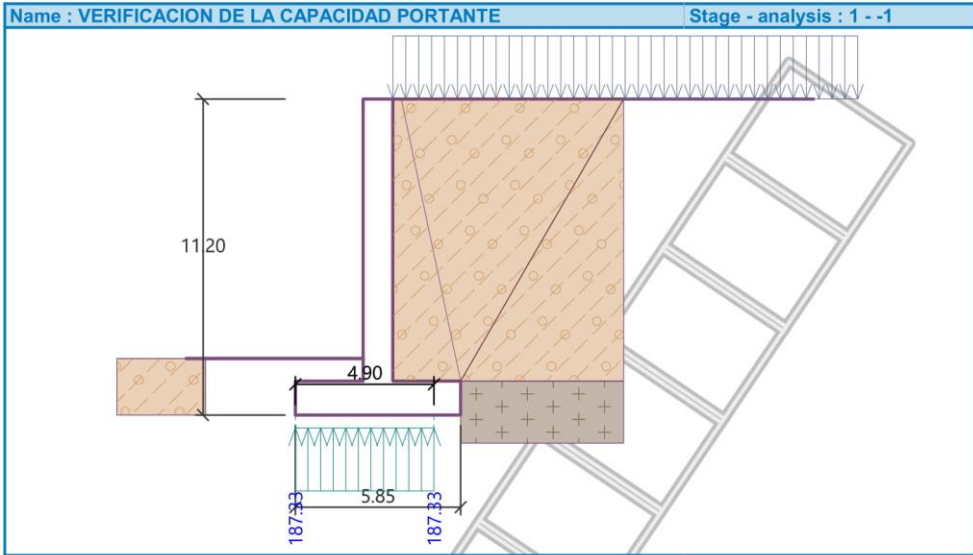
Safety factor = 1.25 > 1.05

**Bearing capacity of foundation soil is SATISFACTORY**

**Overall verification - bearing capacity of found. soil is SATISFACTORY**

ALFREDO CARDEMAS LEYVA  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. 64362

Br. Ayerton German Sierralta Enrique



  
WILFREDO CARDEMAS LEYVA  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. 64362

Br. Ayerton German Sierralta Enrique

### Dimensioning No. 1 (Stage of construction 1)

#### Wall stem check - front vertical reinf.

##### Forces acting on construction

Name	F <sub>hor</sub> [kN/m]	App.Pt. z [m]	F <sub>vert</sub> [kN/m]	App.Pt. x [m]	Design coefficient
Weight - wall	0.00	-3.96	420.48	2.92	1.000
FF resistance	-166.39	-0.73	0.04	1.20	1.000
Weight - earth wedge	0.00	-2.68	102.79	4.25	1.000
Active pressure	252.63	-4.24	347.30	4.77	1.000
SC	56.81	-6.06	48.00	4.65	1.000

#### Wall stem check - front vertical reinf. - M<sub>u</sub>

Wall check at the construction joint 5.00 m from the wall crest

$$\sigma_{Hi} = 60.67 \text{ kPa}$$

$$M_u = 0.03 * \sigma_{Hi} * H_1 * l / 4 * b = 0.03 * 60.67 * 10.00 * 5.00 / 4 * 1.00 = 22.75 \text{ kNm}$$

Reinforcement and dimensions of the cross-section

1 prof. No. 3, cover 75.0 mm

Inputted reinforcement area = 71.3 mm<sup>2</sup>

Required reinforcement area = 82.6 mm<sup>2</sup>

Cross-section width = 1.00 m

Cross-section height = 1.05 m

Reinforcement ratio  $\rho = 0.01 \% > 0.00 \% = \rho_{min}$

Position of neutral axis  $c = 0.06 \text{ m} < 0.42 \text{ m} = c_{max}$

Ultimate moment  $\phi M_n = 85.16 \text{ kNm} > 22.75 \text{ kNm} = M_u$

**Cross-section is SATISFACTORY.**

#### Wall stem check - front vertical reinf. - V<sub>u</sub>

Wall check at the construction joint 10.00 m from the wall crest

Reinforcement and dimensions of the cross-section

1 prof. No. 3, cover 75.0 mm

Inputted reinforcement area = 71.3 mm<sup>2</sup>

Required reinforcement area = 82.6 mm<sup>2</sup>

Cross-section width = 1.00 m

Cross-section height = 1.05 m

Ultimate shear force  $\phi V_n = 639.45 \text{ kN} > 69.07 \text{ kN} = V_u$

**Cross-section is SATISFACTORY.**

#### Wall stem check - back vertical reinf.

##### Forces acting on construction

Name	F <sub>hor</sub> [kN/m]	App.Pt. z [m]	F <sub>vert</sub> [kN/m]	App.Pt. x [m]	Design coefficient
Weight - wall	0.00	-3.96	420.48	2.92	1.000
FF resistance	-166.39	-0.73	0.04	1.20	1.000
Weight - earth wedge	0.00	-2.68	102.79	4.25	1.000
Active pressure	252.63	-4.24	347.30	4.77	1.000
SC	56.81	-6.06	48.00	4.65	1.000

#### Wall stem check - back vertical reinf.

Wall check at the construction joint 10.00 m from the wall crest

$$\sigma_{Hi} = 60.67 \text{ kPa}$$

  
 WILFREDO CARDENAS LEYVA  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P. 64362

Br. Ayerton German Sierralta Enrique

$$M_u = 0.03 \cdot \sigma_{Hi} \cdot H_1 \cdot l \cdot b = 0.03 \cdot 60.67 \cdot 10.00 \cdot 5.00 \cdot 1.00 = 90.96 \text{ kNm}$$

Reinforcement and dimensions of the cross-section

12 prof. No. 6, cover 75.0 mm

Inputted reinforcement area = 3420.3 mm<sup>2</sup>

Required reinforcement area = 332.3 mm<sup>2</sup>

Cross-section width = 1.00 m

Cross-section height = 1.05 m

Reinforcement ratio  $\rho = 0.35 \% > 0.33 \% = \rho_{min}$

Position of neutral axis  $c = 0.07 \text{ m} < 0.41 \text{ m} = c_{max}$

Ultimate shear force  $\phi V_n = 636.31 \text{ kN} > 69.07 \text{ kN} = V_u$

Ultimate moment  $\phi M_n = 1209.30 \text{ kNm} > 90.96 \text{ kNm} = M_u$

**Cross-section is SATISFACTORY.**

**Wall stem check - front horizontal reinf.**

**Forces acting on construction**

Name	F <sub>hor</sub> [kN/m]	App.Pt. z [m]	F <sub>vert</sub> [kN/m]	App.Pt. x [m]	Design coefficient
Weight - wall	0.00	-3.96	420.48	2.92	1.000
FF resistance	-166.39	-0.73	0.04	1.20	1.000
Weight - earth wedge	0.00	-2.68	102.79	4.25	1.000
Active pressure	252.63	-4.24	347.30	4.77	1.000
SC	56.81	-6.06	48.00	4.65	1.000

**Wall stem check - front horizontal reinf.**

$$\sigma_{pi} = 27.63 \text{ kPa}$$

$$M_u = 1 / 20 \cdot \sigma_{pi} \cdot l^2 = 1 / 20 \cdot 27.63 \cdot 5.00^2 = 345.36 \text{ kNm}$$

Reinforcement and dimensions of the cross-section

5 prof. No. 6, cover 75.0 mm

Inputted reinforcement area = 1425.1 mm<sup>2</sup>

Required reinforcement area = 1259.7 mm<sup>2</sup>

Cross-section width = 10.00 m

Cross-section height = 1.05 m

Reinforcement ratio  $\rho = 0.01 \% > 0.01 \% = \rho_{min}$

Position of neutral axis  $c = 0.00 \text{ m} < 0.41 \text{ m} = c_{max}$

Ultimate shear force  $\phi V_n = 6363.13 \text{ kN} > 690.72 \text{ kN} = V_u$

Ultimate moment  $\phi M_n = 519.42 \text{ kNm} > 345.36 \text{ kNm} = M_u$

**Cross-section is SATISFACTORY.**

**Wall stem check - back horizontal reinf.**

**Forces acting on construction**

Name	F <sub>hor</sub> [kN/m]	App.Pt. z [m]	F <sub>vert</sub> [kN/m]	App.Pt. x [m]	Design coefficient
Weight - wall	0.00	-3.96	420.48	2.92	1.000
FF resistance	-166.39	-0.73	0.04	1.20	1.000
Weight - earth wedge	0.00	-2.68	102.79	4.25	1.000
Active pressure	252.63	-4.24	347.30	4.77	1.000
SC	56.81	-6.06	48.00	4.65	1.000

**Wall stem check - back horizontal reinf.**

$$\sigma_{pi} = 27.63 \text{ kPa}$$

*Wilfredo Cardemas Leyva*  
 WILFREDO CARDEMAS LEYVA  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P. 64362



Br. Ayerton German Sierralta Enrique

$$M_u = 1 / 12 * \sigma_{pi} * l^2 = 1 / 12 * 27.63 * 5.00^2 = 575.60 \text{ kNm}$$

Reinforcement and dimensions of the cross-section

8 prof. No. 6, cover 75.0 mm

Inputted reinforcement area = 2280.2 mm<sup>2</sup>

Required reinforcement area = 2100.7 mm<sup>2</sup>

Cross-section width = 10.00 m

Cross-section height = 1.05 m

Reinforcement ratio  $\rho = 0.02 \% > 0.02 \% = \rho_{min}$

Position of neutral axis  $c = 0.00 \text{ m} < 0.41 \text{ m} = c_{max}$

Ultimate shear force  $\phi V_n = 6363.13 \text{ kN} > 690.72 \text{ kN} = V_u$

Ultimate moment  $\phi M_n = 830.42 \text{ kNm} > 575.60 \text{ kNm} = M_u$

**Cross-section is SATISFACTORY.**

**Wall jump check - bottom reinf.**

**Forces acting on construction**

Name	F <sub>hor</sub> [kN/m]	App.Pt. z [m]	F <sub>vert</sub> [kN/m]	App.Pt. x [m]	Design coefficient
Weight - wall	0.00	-3.96	420.48	2.92	1.000
FF resistance	-166.39	-0.73	0.04	1.20	1.000
Weight - earth wedge	0.00	-2.68	102.79	4.25	1.000
Active pressure	252.63	-4.24	347.30	4.77	1.000
SC	56.81	-6.06	48.00	4.65	1.000

**Wall jump check - bottom reinf.**

Reinforcement and dimensions of the cross-section

6 prof. No. 6, cover 75.0 mm

Inputted reinforcement area = 1710.1 mm<sup>2</sup>

Required reinforcement area = 1684.7 mm<sup>2</sup>

Cross-section width = 1.00 m

Cross-section height = 1.20 m

Reinforcement ratio  $\rho = 0.15 \% > 0.15 \% = \rho_{min}$

Position of neutral axis  $c = 0.04 \text{ m} < 0.48 \text{ m} = c_{max}$

Ultimate shear force  $\phi V_n = 735.17 \text{ kN} > 415.60 \text{ kN} = V_u$

Ultimate moment  $\phi M_n = 711.32 \text{ kNm} > 528.74 \text{ kNm} = M_u$

**Cross-section is SATISFACTORY.**

**Wall heel check - bottom reinf.**

**Forces acting on construction**

Name	F <sub>hor</sub> [kN/m]	App.Pt. z [m]	F <sub>vert</sub> [kN/m]	App.Pt. x [m]	Design coefficient
Weight - wall	0.00	-0.60	69.12	4.65	1.000
Weight - earth wedge	0.00	-2.68	102.79	4.25	1.000
Active pressure	252.63	-4.24	347.30	4.77	1.000
SC	56.81	-6.06	48.00	4.65	1.000
Contact stress	0.00	0.00	-269.00	4.54	1.000

**Wall heel check - bottom reinf.**

$$\sigma_j = 324.56 \text{ kPa}$$

$$M_u = 1 / 12 * \sigma_j * l^2 = 1 / 12 * 324.56 * 5.00^2 = 1622.79 \text{ kNm}$$

Reinforcement and dimensions of the cross-section

  
 WILFREDO CARDEMAS LEYVA  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P. 64362

Br. Ayerton German Sierralta Enrique

11 prof. No. 8, cover 75.0 mm  
 Inputted reinforcement area = 5573.8 mm<sup>2</sup>  
 Required reinforcement area = 5200.6 mm<sup>2</sup>  
 Cross-section width = 2.40 m  
 Cross-section height = 1.20 m  
 Reinforcement ratio  $\rho = 0.21\% > 0.20\% = \rho_{min}$   
 Position of neutral axis  $c = 0.05\text{ m} < 0.48\text{ m} = c_{max}$   
 Ultimate moment  $\phi M_n = 2300.32\text{ kNm} > 1622.79\text{ kNm} = M_u$

Cross-section must be reinforced by shear reinforcement with minimal area of 544.6 mm<sup>2</sup>/m.

**Cross-section is SATISFACTORY.**

**Wall heel check - top reinf.**

**Forces acting on construction**

Name	F <sub>hor</sub> [kN/m]	App.Pt. z [m]	F <sub>vert</sub> [kN/m]	App.Pt. x [m]	Design coefficient
Weight - wall	0.00	-0.60	69.12	4.65	1.000
Weight - earth wedge	0.00	-2.68	102.79	4.25	1.000
Active pressure	252.63	-4.24	347.30	4.77	1.000
SC	56.81	-6.06	48.00	4.65	1.000
Contact stress	0.00	0.00	-269.00	4.54	1.000

**Wall heel check - top reinf.**

$\sigma_j = 324.56\text{ kPa}$   
 $M_u = 1 / 20 * \sigma_j * l^2 = 1 / 20 * 324.56 * 5.00^2 = 973.67\text{ kNm}$

Reinforcement and dimensions of the cross-section

11 prof. No. 6, cover 75.0 mm  
 Inputted reinforcement area = 3135.3 mm<sup>2</sup>  
 Required reinforcement area = 3095.0 mm<sup>2</sup>  
 Cross-section width = 2.40 m  
 Cross-section height = 1.20 m  
 Reinforcement ratio  $\rho = 0.12\% > 0.12\% = \rho_{min}$   
 Position of neutral axis  $c = 0.03\text{ m} < 0.48\text{ m} = c_{max}$   
 Ultimate moment  $\phi M_n = 1308.32\text{ kNm} > 973.67\text{ kNm} = M_u$

Cross-section must be reinforced by shear reinforcement with minimal area of 528.6 mm<sup>2</sup>/m.

**Cross-section is SATISFACTORY.**

**Counterfort check**

**Forces acting on construction**

Name	F <sub>hor</sub> [kN/m]	App.Pt. z [m]	F <sub>vert</sub> [kN/m]	App.Pt. x [m]	Design coefficient
Weight - wall	0.00	-5.00	251.97	0.53	1.000
FF resistance	-33.77	-0.31	0.00	0.00	1.000
Active pressure	240.46	-3.08	0.00	1.05	1.000
SC	56.81	-4.86	0.00	1.05	1.000

**Counterfort check**

Wall check at the construction joint 10.00 m from the wall crest

Shear reinf. - 2 bar No. 5; distance 200.0 mm  
 Reinforcement and dimensions of the cross-section  
 11 prof. No. 8, cover 75.0 mm  
 Inputted reinforcement area = 5573.8 mm<sup>2</sup>

  
 WILFREDO CARDENAS LEYVA  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P. 64362

Br. Ayerton German Sierralta Enrique

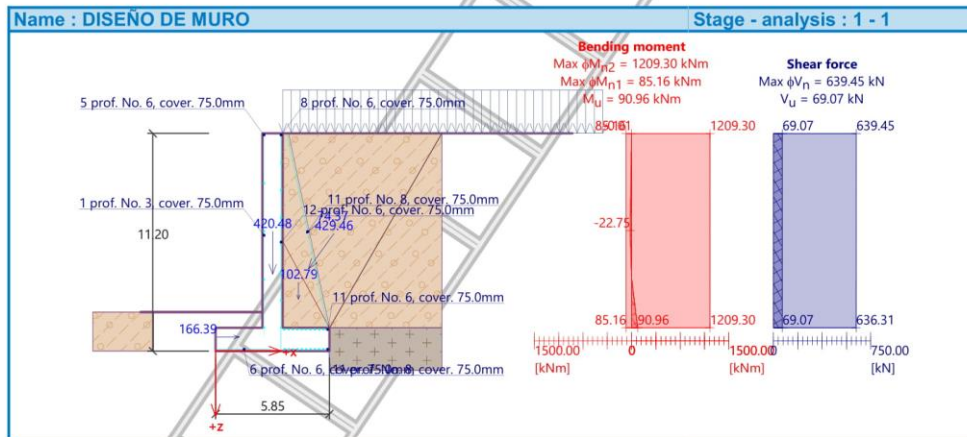
Required reinforcement area = 5519.2 mm<sup>2</sup>  
 Cross-section width = 0.50 m  
 Cross-section height = 3.45 m  
 Reinforcement ratio  $\rho = 0.33\% > 0.33\% = \rho_{min}$   
 Position of neutral axis  $c = 0.23\text{ m} < 1.44\text{ m} = c_{max}$   
 Ultimate shear force  $\phi V_n = 2484.36\text{ kN} > 1449.22\text{ kN} = V_u$   
 Ultimate moment  $\phi M_n = 6876.22\text{ kNm} > 5530.39\text{ kNm} = M_u$

**Cross-section is SATISFACTORY.**

**Counterfort check -  $V_u$**

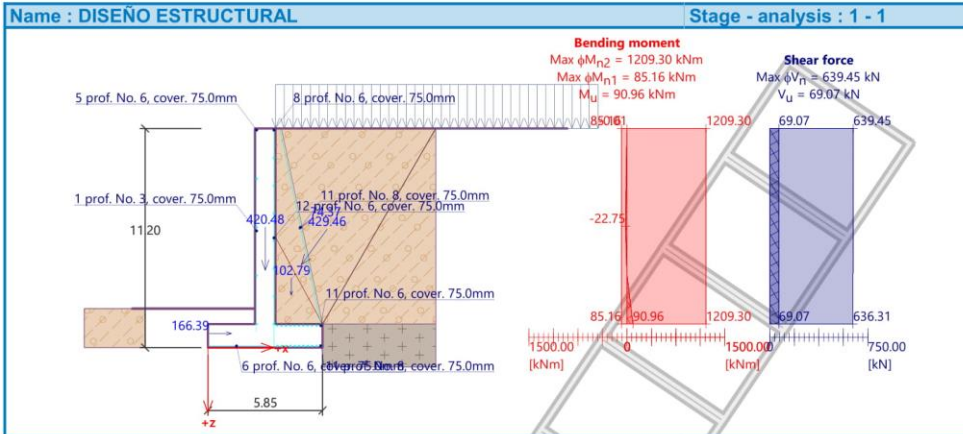
Wall check at the construction joint 9.62 m from the wall crest  
 Shear reinf. - 2 bar No. 5; distance 200.0 mm  
 Reinforcement and dimensions of the cross-section  
 11 prof. No. 8, cover 75.0 mm  
 Inputted reinforcement area = 5573.8 mm<sup>2</sup>  
 Required reinforcement area = 5519.2 mm<sup>2</sup>  
 Cross-section width = 0.50 m  
 Cross-section height = 3.37 m  
 Ultimate shear force  $\phi V_n = 2424.86\text{ kN} > 1448.35\text{ kN} = V_u$

**Cross-section is SATISFACTORY.**



WILFREDO CARDENAS LEYVA  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P. 64362

Br. Ayerton German Sierralta Enrique



### Slope stability analysis

#### Results (Stage of construction 1)

##### Analysis 1

##### Circular slip surface

Slip surface parameters					
Center :	x =	-0.80 [m]	Angles :	$\alpha_1$ =	-33.98 [°]
	z =	2.31 [m]		$\alpha_2$ =	80.42 [°]
Radius :	R =	13.88 [m]			

The slip surface after optimization.

##### Slope stability verification (Bishop)

Sum of active forces :  $F_a = 1013.60$  kN/m

Sum of passive forces :  $F_p = 2481.64$  kN/m

Sliding moment :  $M_a = 14068.72$  kNm/m

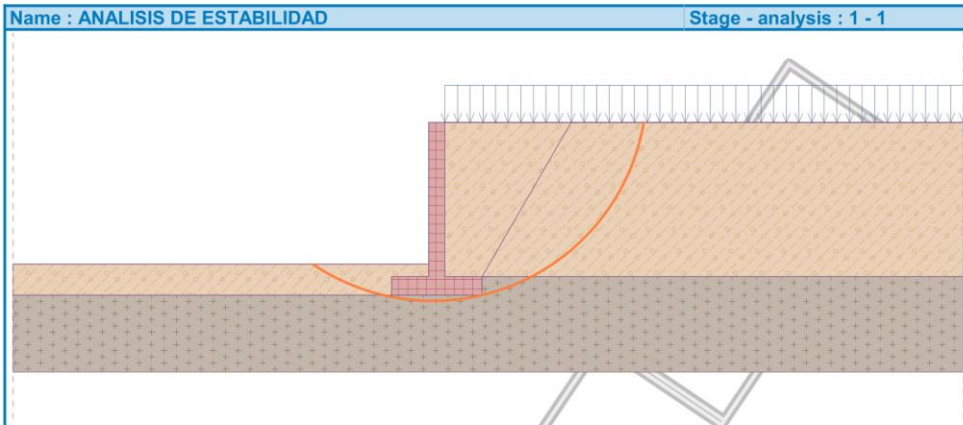
Resisting moment :  $M_p = 34445.22$  kNm/m

Factor of safety = 2.45 > 1.50

**Slope stability ACCEPTABLE**

ALFREDO CARDEMAS LEIVA  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P. 64362

Br. Ayerton German Sierralta Enrique



**Input data (Stage of construction 2)**

**Geological profile and assigned soils**

No.	Thickness of layer t [m]	Depth z [m]	Assigned soil	Pattern
1	10.00	0.00 .. 10.00	MATERIAL DE RELLENO	
2	-	10.00 .. ∞	TERRENO DE FUNDACION	

**Foundation**

Type of foundation : soil from geological profile

**Terrain profile**

Terrain behind the structure is flat.

**Water influence**

Ground water table is located below the structure.

**Input surface surcharges**

No.	Surcharge		Action	Mag.1 [kN/m <sup>2</sup> ]	Mag.2 [kN/m <sup>2</sup> ]	Ord.x x [m]	Length l [m]	Depth z [m]
	new	change						
1	No	No	permanent	20.00				on terrain

No.	Name
1	SC

**Resistance on front face of the structure**

Resistance on front face of the structure: passive

Soil on front face of the structure - TERRENO DE FUNDACION

Angle of friction struc.-soil  $\delta = 0.00^\circ$

Soil thickness in front of structure  $h = 2.00$  m

Terrain in front of structure is flat.

**Earthquake**

Factor of horizontal acceleration  $K_h = 0.3500$

WILFREDO CARDEMAS LEYVA  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P. 64362

Br. Ayerton German Sierralta Enrique

Factor of vertical acceleration  $K_v = 0.0000$

Water below the GWT is restricted.

**Settings of the stage of construction**

Design situation : permanent

The wall is free to move. Active earth pressure is therefore assumed.

**Verification No. 1 (Stage of construction 2)**

**Forces acting on construction**

Name	F <sub>hor</sub> [kN/m]	App.Pt. z [m]	F <sub>vert</sub> [kN/m]	App.Pt. x [m]	Design coefficient
Weight - wall	0.00	-3.96	420.48	2.92	1.000
Earthq.- constr.	147.17	-3.96	0.00	2.92	1.000
FF resistance	-646.33	-0.94	0.37	1.20	1.000
Earthq.- face	36.25	-1.33	-0.02	1.20	1.000
Weight - earth wedge	0.00	-2.68	102.79	4.25	1.000
Earthquake - soil wedge	35.98	-2.68	0.00	4.25	1.000
Active pressure	252.63	-4.24	347.30	4.77	1.000
Earthq.- act.pressure	416.45	-6.77	284.25	4.42	1.000
SC	56.81	-6.06	48.00	4.65	1.000

**Verification of complete wall**

**Check for overturning stability**

Resisting moment  $M_{res} = 4802.94$  kNm/m

Overturning moment  $M_{ovr} = 4356.64$  kNm/m

Safety factor = 1.10 < 2.00

**Wall for overturning is NOT SATISFACTORY**

**Check for slip**

Resisting horizontal force  $H_{res} = 575.26$  kN/m

Active horizontal force  $H_{act} = 298.96$  kN/m

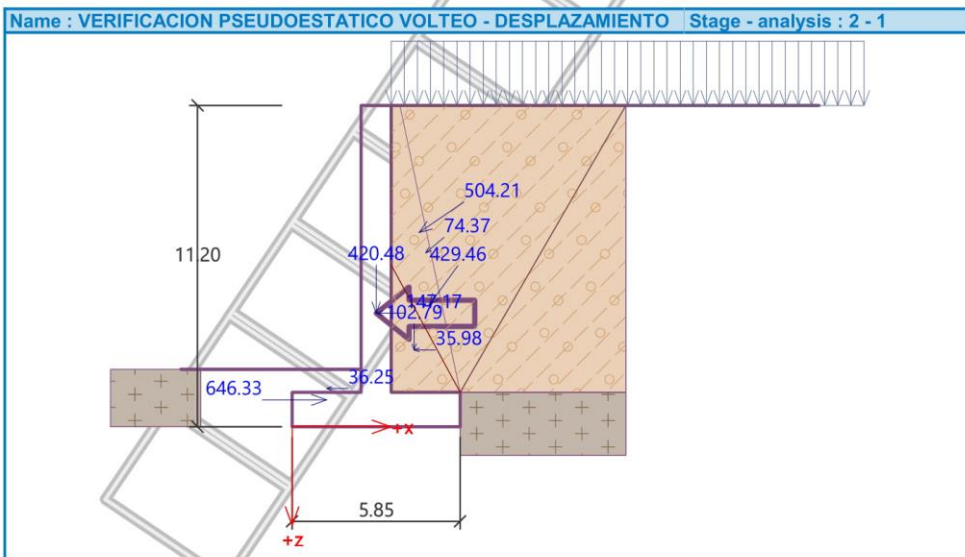
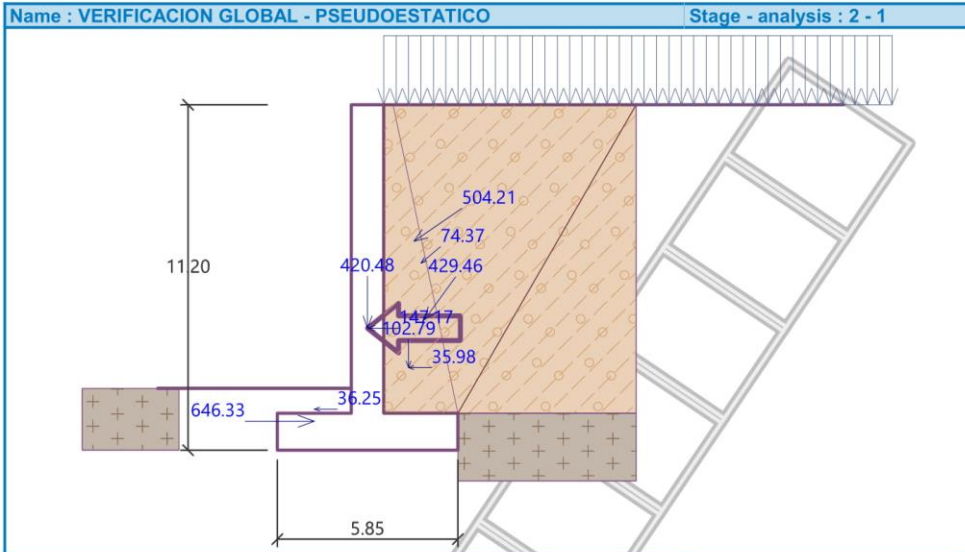
Safety factor = 1.92 > 1.50

**Wall for slip is SATISFACTORY**

**Overall check - WALL is NOT SATISFACTORY**

*W. Cardenas Leyva*  
 WILFREDO CARDEMAS LEYVA  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P. 64362

Br. Ayerton German Sierralta Enrique



**Bearing capacity of foundation soil (Stage of construction 2)**

**Design load acting at the center of footing bottom**

  
 WILFREDO CARDENAS LEYVA  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P. 64362

Br. Ayerton German Sierralta Enrique

No.	Moment [kNm/m]	Norm. force [kN/m]	Shear Force [kN/m]	Eccentricity [-]	Stress [kPa]
1	3072.98	1203.17	298.96	0.437	1621.81

**Service load acting at the center of footing bottom**

No.	Moment [kNm/m]	Norm. force [kN/m]	Shear Force [kN/m]
1	3072.98	1203.17	298.96

**Verification of foundation soil**

Stress in the footing bottom : rectangle

**Eccentricity verification**

Max. eccentricity of normal force  $e = 0.437$

Maximum allowable eccentricity  $e_{allow} = 0.167$

**Eccentricity of the normal force is NOT SATISFACTORY**

**Verification of bearing capacity**

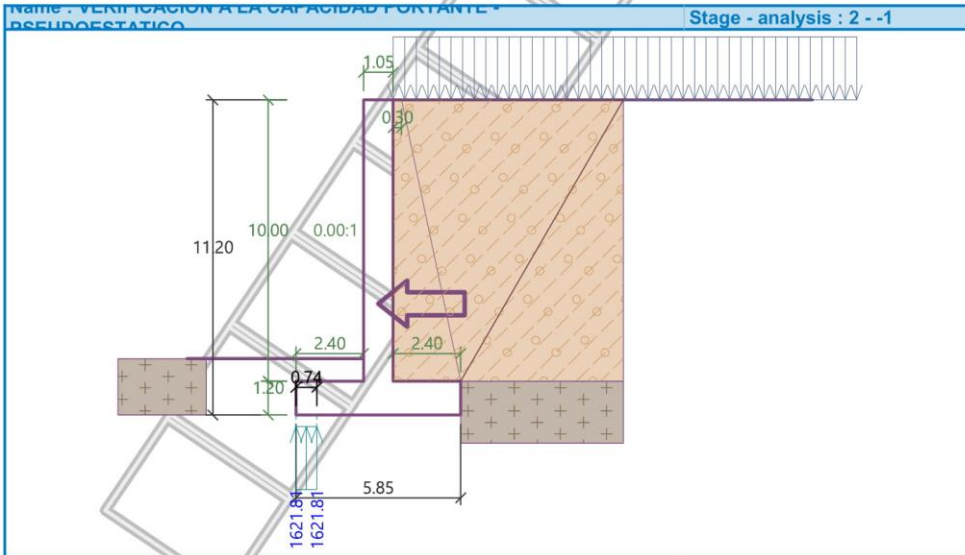
Max. stress at footing bottom  $\sigma = 1621.81$  kPa

Bearing capacity of foundation soil  $R_d = 233.49$  kPa

Safety factor =  $0.14 < 1.05$

**Bearing capacity of foundation soil is NOT SATISFACTORY**

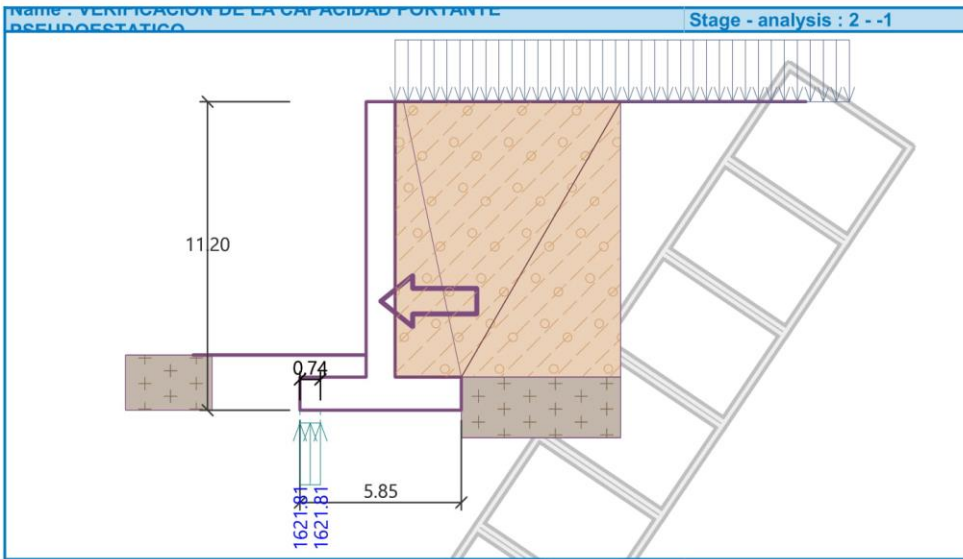
**Overall verification - bearing capacity of found. soil is NOT SATISFACTORY**



ALFREDO CARDEMAS LEYVA  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. 84362



Br. Ayerton German Sierralta Enrique



### Dimensioning No. 1 (Stage of construction 2)

Wall stem check - front vertical reinf.

Forces acting on construction

Name	F <sub>hor</sub> [kN/m]	App.Pt. z [m]	F <sub>vert</sub> [kN/m]	App.Pt. x [m]	Design coefficient
Weight - wall	0.00	-3.96	420.48	2.92	1.000
Earthq.- constr.	147.17	-3.96	0.00	2.92	1.000
FF resistance	-646.33	-0.94	0.37	1.20	1.000
Earthq.- face	36.25	-1.33	-0.02	1.20	1.000
Weight - earth wedge	0.00	-2.68	102.79	4.25	1.000
Earthquake - soil wedge	35.98	-2.68	0.00	4.25	1.000
Active pressure	252.63	-4.24	347.30	4.77	1.000
Earthq.- act.pressure	416.45	-6.77	284.25	4.42	1.000
SC	56.81	-6.06	48.00	4.65	1.000

### Wall stem check - front vertical reinf. - M<sub>u</sub>

Wall check at the construction joint 5.00 m from the wall crest

$\sigma_{Hi} = 90.13 \text{ kPa}$

$M_u = 0.03 * \sigma_{Hi} * H_1 * l / 4 * b = 0.03 * 90.13 * 10.00 * 5.00 / 4 * 2.00 = 67.60 \text{ kNm}$

Reinforcement and dimensions of the cross-section

5 prof. No. 4, cover 75.0 mm

Inputted reinforcement area = 633.4 mm<sup>2</sup>

Required reinforcement area = 245.7 mm<sup>2</sup>

Cross-section width = 2.00 m

Cross-section height = 1.05 m

Reinforcement ratio  $\rho = 0.03 \% > 0.01 \% = \rho_{min}$

Position of neutral axis  $c = 0.05 \text{ m} < 0.42 \text{ m} = c_{max}$

Ultimate moment  $\phi M_n = 337.78 \text{ kNm} > 67.60 \text{ kNm} = M_u$

  
 WILFREDO CARDENAS LEYVA  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P. 64362

Br. Ayerton German Sierralta Enrique

**Cross-section is SATISFACTORY.**

**Wall stem check - front vertical reinf. -  $V_u$**

Wall check at the construction joint 10.00 m from the wall crest

Reinforcement and dimensions of the cross-section

5 prof. No. 4, cover 75.0 mm

Inputted reinforcement area = 633.4 mm<sup>2</sup>

Required reinforcement area = 245.7 mm<sup>2</sup>

Cross-section width = 2.00 m

Cross-section height = 1.05 m

Ultimate shear force  $\phi V_n = 1276.81 \text{ kN} > 324.06 \text{ kN} = V_u$

**Cross-section is SATISFACTORY.**

**Wall stem check - back vertical reinf.**

Forces acting on construction

Name	$F_{hor}$ [kN/m]	App.Pt. z [m]	$F_{vert}$ [kN/m]	App.Pt. x [m]	Design coefficient
Weight - wall	0.00	-3.96	420.48	2.92	1.000
Earthq.- constr.	147.17	-3.96	0.00	2.92	1.000
FF resistance	-646.33	-0.94	0.37	1.20	1.000
Earthq.- face	36.25	-1.33	-0.02	1.20	1.000
Weight - earth wedge	0.00	-2.68	102.79	4.25	1.000
Earthquake - soil wedge	35.98	-2.68	0.00	4.25	1.000
Active pressure	252.63	-4.24	347.30	4.77	1.000
Earthq.- act.pressure	416.45	-6.77	284.25	4.42	1.000
SC	56.81	-6.06	48.00	4.65	1.000

**Wall stem check - back vertical reinf.**

Wall check at the construction joint 10.00 m from the wall crest

$\sigma_{Hi} = 90.13 \text{ kPa}$

$M_u = 0.03 * \sigma_{Hi} * H_1 * l * b = 0.03 * 90.13 * 10.00 * 5.00 * 2.00 = 270.25 \text{ kNm}$

Reinforcement and dimensions of the cross-section

10 prof. No. 8, cover 75.0 mm

Inputted reinforcement area = 5067.1 mm<sup>2</sup>

Required reinforcement area = 991.5 mm<sup>2</sup>

Cross-section width = 2.00 m

Cross-section height = 1.05 m

Reinforcement ratio  $\rho = 0.26 \% > 0.05 \% = \rho_{min}$

Position of neutral axis  $c = 0.06 \text{ m} < 0.41 \text{ m} = c_{max}$

Ultimate shear force  $\phi V_n = 1268.44 \text{ kN} > 324.06 \text{ kN} = V_u$

Ultimate moment  $\phi M_n = 1805.48 \text{ kNm} > 270.25 \text{ kNm} = M_u$

**Cross-section is SATISFACTORY.**

*Wilfredo Cardenas Leyva*  
 WILFREDO CARDEMAS LEYVA  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P. 64352

**Wall stem check - front horizontal reinf.**

Forces acting on construction

Name	$F_{hor}$ [kN/m]	App.Pt. z [m]	$F_{vert}$ [kN/m]	App.Pt. x [m]	Design coefficient
Weight - wall	0.00	-3.96	420.48	2.92	1.000
Earthq.- constr.	147.17	-3.96	0.00	2.92	1.000

Br. Ayerton German Sierralta Enrique

Name	F <sub>hor</sub> [kN/m]	App.Pt. z [m]	F <sub>vert</sub> [kN/m]	App.Pt. x [m]	Design coefficient
FF resistance	-646.33	-0.94	0.37	1.20	1.000
Earthq.- face	36.25	-1.33	-0.02	1.20	1.000
Weight - earth wedge	0.00	-2.68	102.79	4.25	1.000
Earthquake - soil wedge	35.98	-2.68	0.00	4.25	1.000
Active pressure	252.63	-4.24	347.30	4.77	1.000
Earthq.- act.pressure	416.45	-6.77	284.25	4.42	1.000
SC	56.81	-6.06	48.00	4.65	1.000

**Wall stem check - front horizontal reinf.**

$\sigma_{pi} = 64.81 \text{ kPa}$

$M_u = 1 / 20 * \sigma_{pi} * l^2 = 1 / 20 * 64.81 * 5.00^2 = 810.15 \text{ kNm}$

Reinforcement and dimensions of the cross-section

10 prof. No. 8, cover 40.0 mm

Inputted reinforcement area = 5067.1 mm<sup>2</sup>

Required reinforcement area = 2863.7 mm<sup>2</sup>

Cross-section width = 10.00 m

Cross-section height = 1.05 m

Reinforcement ratio  $\rho = 0.05 \% > 0.03 \% = \rho_{min}$

Position of neutral axis  $c = 0.01 \text{ m} < 0.43 \text{ m} = c_{max}$

Ultimate shear force  $\phi V_n = 6572.88 \text{ kN} > 1620.30 \text{ kN} = V_u$

Ultimate moment  $\phi M_n = 1901.62 \text{ kNm} > 810.15 \text{ kNm} = M_u$

**Cross-section is SATISFACTORY.**

**Wall stem check - back horizontal reinf.**

**Forces acting on construction**

Name	F <sub>hor</sub> [kN/m]	App.Pt. z [m]	F <sub>vert</sub> [kN/m]	App.Pt. x [m]	Design coefficient
Weight - wall	0.00	-3.96	420.48	2.92	1.000
Earthq.- constr.	147.17	-3.96	0.00	2.92	1.000
FF resistance	-646.33	-0.94	0.37	1.20	1.000
Earthq.- face	36.25	-1.33	-0.02	1.20	1.000
Weight - earth wedge	0.00	-2.68	102.79	4.25	1.000
Earthquake - soil wedge	35.98	-2.68	0.00	4.25	1.000
Active pressure	252.63	-4.24	347.30	4.77	1.000
Earthq.- act.pressure	416.45	-6.77	284.25	4.42	1.000
SC	56.81	-6.06	48.00	4.65	1.000

**Wall stem check - back horizontal reinf.**

$\sigma_{pi} = 64.81 \text{ kPa}$

$M_u = 1 / 12 * \sigma_{pi} * l^2 = 1 / 12 * 64.81 * 5.00^2 = 1350.25 \text{ kNm}$

Reinforcement and dimensions of the cross-section

10 prof. No. 8, cover 40.0 mm

Inputted reinforcement area = 5067.1 mm<sup>2</sup>


Required reinforcement area = 4778.9 mm<sup>2</sup>

Cross-section width = 10.00 m

Cross-section height = 1.05 m

Reinforcement ratio  $\rho = 0.05 \% > 0.05 \% = \rho_{min}$

Position of neutral axis  $c = 0.01 \text{ m} < 0.43 \text{ m} = c_{max}$

  
ALFREDO CARDENAS LEYVA  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. 64362

Br. Ayerton German Sierralta Enrique

Ultimate shear force  $\phi V_n = 6572.88 \text{ kN} > 1620.30 \text{ kN} = V_u$ Ultimate moment  $\phi M_n = 1901.62 \text{ kNm} > 1350.25 \text{ kNm} = M_u$ **Cross-section is SATISFACTORY.****Wall jump check - bottom reinf.****Forces acting on construction**

Name	$F_{hor}$ [kN/m]	App.Pt. z [m]	$F_{vert}$ [kN/m]	App.Pt. x [m]	Design coefficient
Weight - wall	0.00	-3.96	420.48	2.92	1.000
Earthq.- constr.	147.17	-3.96	0.00	2.92	1.000
FF resistance	-646.33	-0.94	0.37	1.20	1.000
Earthq.- face	36.25	-1.33	-0.02	1.20	1.000
Weight - earth wedge	0.00	-2.68	102.79	4.25	1.000
Earthquake - soil wedge	35.98	-2.68	0.00	4.25	1.000
Active pressure	252.63	-4.24	347.30	4.77	1.000
Earthq.- act.pressure	416.45	-6.77	284.25	4.42	1.000
SC	56.81	-6.06	48.00	4.65	1.000

**Wall jump check - bottom reinf.**

Reinforcement and dimensions of the cross-section

7 prof. No. 6, cover 75.0 mm

Inputted reinforcement area = 1995.2 mm<sup>2</sup>Required reinforcement area = 11730.6 mm<sup>2</sup>

Cross-section width = 2.00 m

Cross-section height = 1.20 m

Cross-section must be reinforced by shear reinforcement with minimal area of 2305.0 mm<sup>2</sup>/m.Reinforcement ratio  $\rho = 0.09 \% < 0.33 \% = \rho_{min}$ **Cross-section is NOT SATISFACTORY; increase reinforcement ratio.****Wall heel check - bottom reinf.****Forces acting on construction**

Name	$F_{hor}$ [kN/m]	App.Pt. z [m]	$F_{vert}$ [kN/m]	App.Pt. x [m]	Design coefficient
Weight - wall	0.00	-0.60	69.12	4.65	1.000
Weight - earth wedge	0.00	-2.68	102.79	4.25	1.000
Active pressure	252.63	-4.24	347.30	4.77	1.000
SC	56.81	-6.06	48.00	4.65	1.000
Contact stress	0.00	0.00	0.00	3.45	1.000

**Wall heel check - bottom reinf.** $\sigma_j = 1198.99 \text{ kPa}$  $M_u = 1 / 12 * \sigma_j * l^2 = 1 / 12 * 1198.99 * 5.00^2 = 5994.95 \text{ kNm}$ 

Reinforcement and dimensions of the cross-section

10 prof. No. 8, cover 40.0 mm

Inputted reinforcement area = 5067.1 mm<sup>2</sup>Required reinforcement area = 14496.9 mm<sup>2</sup>

Cross-section width = 2.40 m

Cross-section height = 1.20 m

Cross-section must be reinforced by shear reinforcement with minimal area of 15111.5 mm<sup>2</sup>/m.Reinforcement ratio  $\rho = 0.18 \% < 0.33 \% = \rho_{min}$ 

ALFREDO CARDENAS LEYVA  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. 64362

Br. Ayerton German Sierralta Enrique

**Cross-section is NOT SATISFACTORY; increase reinforcement ratio.****Wall heel check - top reinf.****Forces acting on construction**

Name	F <sub>hor</sub> [kN/m]	App.Pt. z [m]	F <sub>vert</sub> [kN/m]	App.Pt. x [m]	Design coefficient
Weight - wall	0.00	-0.60	69.12	4.65	1.000
Weight - earth wedge	0.00	-2.68	102.79	4.25	1.000
Active pressure	252.63	-4.24	347.30	4.77	1.000
SC	56.81	-6.06	48.00	4.65	1.000
Contact stress	0.00	0.00	0.00	3.45	1.000

**Wall heel check - top reinf.**

$$\sigma_j = 1198.99 \text{ kPa}$$

$$M_u = 1 / 20 * \sigma_j * l^2 = 1 / 20 * 1198.99 * 5.00^2 = 3596.97 \text{ kNm}$$

Reinforcement and dimensions of the cross-section

13 prof. No. 8, cover 40.0 mm

Inputted reinforcement area = 6587.2 mm<sup>2</sup>

Required reinforcement area = 9040.4 mm<sup>2</sup>

Cross-section width = 2.40 m

Cross-section height = 1.20 m

Cross-section must be reinforced by shear reinforcement with minimal area of 15111.5 mm<sup>2</sup>/m.

Reinforcement ratio  $\rho = 0.24 \% < 0.33 \% = \rho_{\min}$

**Cross-section is NOT SATISFACTORY; increase reinforcement ratio.****Counterfort check****Forces acting on construction**

Name	F <sub>hor</sub> [kN/m]	App.Pt. z [m]	F <sub>vert</sub> [kN/m]	App.Pt. x [m]	Design coefficient
Weight - wall	0.00	-5.00	251.97	0.53	1.000
Earthq.- constr.	88.19	-5.00	0.00	0.53	1.000
FF resistance	-229.28	-0.39	0.00	0.00	1.000
Earthq.- face	5.79	-0.53	0.00	0.00	1.000
Active pressure	240.46	-3.08	0.00	1.05	1.000
Earthq.- act.pressure	258.86	-6.67	0.00	1.05	1.000
SC	56.81	-4.86	0.00	1.05	1.000

**Counterfort check**

Wall check at the construction joint 10.00 m from the wall crest

Shear reinf. - 2 bar No. 5; distance 200.0 mm

Reinforcement and dimensions of the cross-section

10 prof. No. 8, cover 40.0 mm

Inputted reinforcement area = 5067.1 mm<sup>2</sup>

Required reinforcement area = 14330.4 mm<sup>2</sup>

Cross-section width = 0.50 m

Cross-section height = 3.45 m

Ultimate shear force  $\phi V_n = 2510.22 \text{ kN} > 2314.54 \text{ kN} = V_u$

Reinforcement ratio  $\rho = 0.30 \% < 0.33 \% = \rho_{\min}$

**Cross-section is NOT SATISFACTORY; increase reinforcement ratio.**

ALFREDO CARDEMAS LEYVA  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. 64362

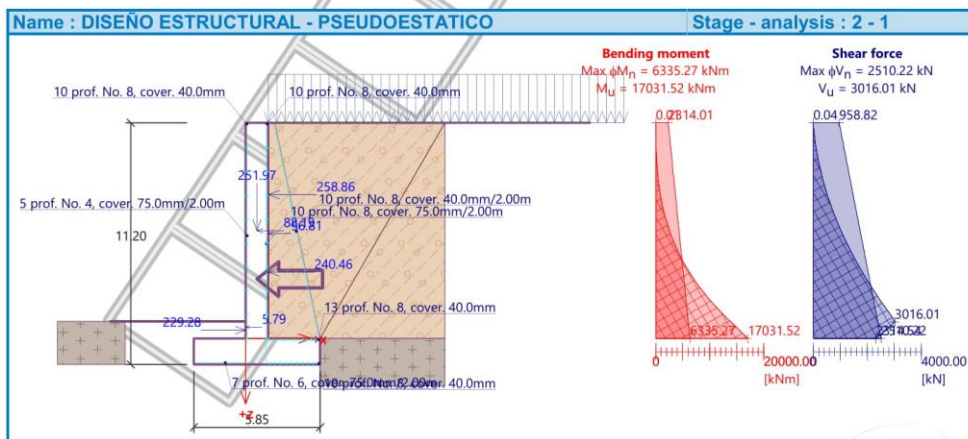
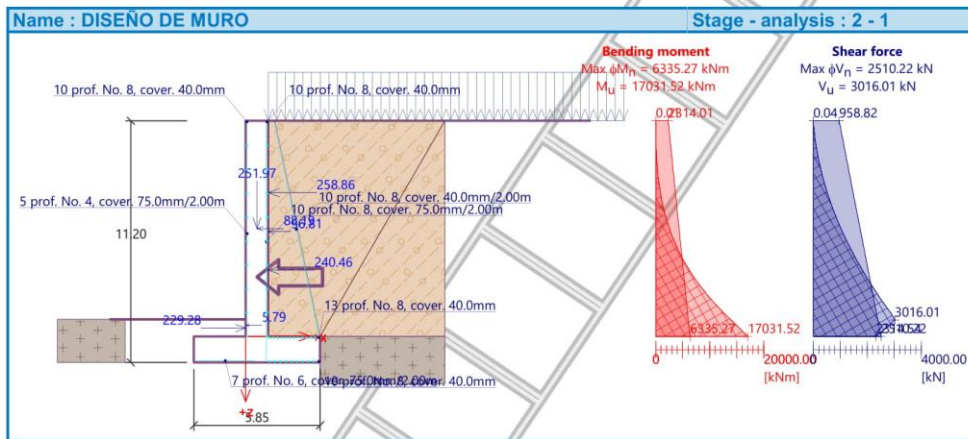
Br. Ayerton German Sierralta Enrique

**Counterfort check -  $V_u$**

Wall check at the construction joint 9.23 m from the wall crest  
 Shear reinf. - 2 bar No. 5; distance 200.0 mm  
 Reinforcement and dimensions of the cross-section  
 10 prof. No. 8, cover 40.0 mm  
 Inputted reinforcement area = 5067.1 mm<sup>2</sup>  
 Required reinforcement area = 14330.4 mm<sup>2</sup>  
 Cross-section width = 0.50 m  
 Cross-section height = 3.29 m

Ultimate shear force  $\phi V_n = 2391.04 \text{ kN} < 3016.01 \text{ kN} = V_u$

**Cross-section is NOT SATISFACTORY; add shear reinforcement.**



  
 ALFREDO CARDENAS LEYVA  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P. 64362

Br. Ayerton German Sierralta Enrique

### Slope stability analysis

#### Results (Stage of construction 1)

##### Analysis 1

##### Circular slip surface

Slip surface parameters					
Center :	x =	-0.82 [m]	Angles :	$\alpha_1 =$	-23.64 [°]
	z =	14.82 [m]		$\alpha_2 =$	55.58 [°]
Radius :	R =	26.22 [m]			
The slip surface after optimization.					

##### Slope stability verification (Bishop)

Sum of active forces :  $F_a = 2314.82$  kN/m

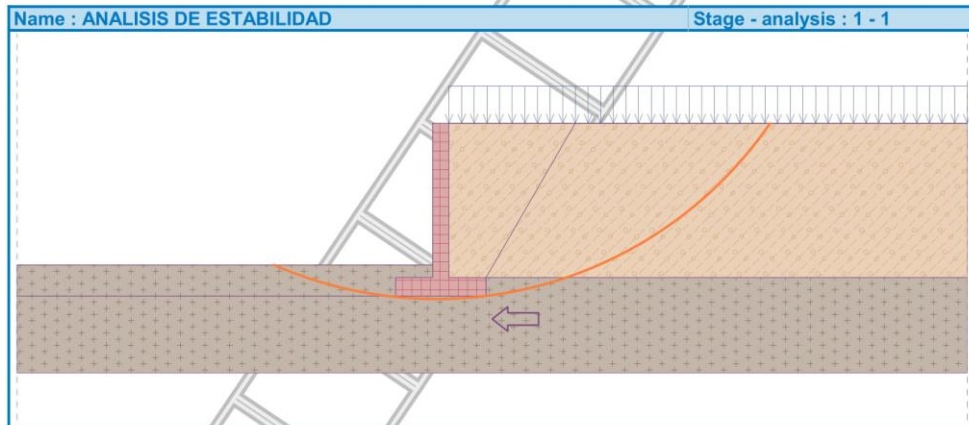
Sum of passive forces :  $F_p = 3953.44$  kN/m


Sliding moment :  $M_a = 60694.64$  kNm/m

Resisting moment :  $M_p = 103659.32$  kNm/m

Factor of safety = 1.71 > 1.50

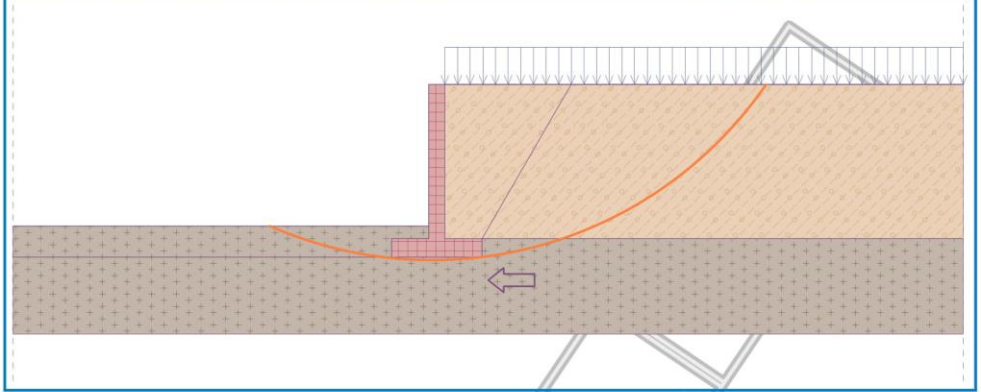
**Slope stability ACCEPTABLE**



  
 WILFREDO CARDEMAS LEYVA  
 INGENIERO C.I.T.  
 C.I.P. 64362

Propuesta de estabilización de talud incorporando el sistema Ferramesh en la zona  
Br. Ayerton German Sierralta Enrique

Name : ANALISIS DE ESTABILIDAD - PSEUDOESTATICO Stage - analysis : 1 - 1



*Alfredo Cardemas Leyva*  
ALFREDO CARDEMAS LEYVA  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. 64362



## **ANEXO 5: ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS**

# **ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS**

**Proyecto:**

**“Propuesta de estabilización  
de talud incorporando el  
sistema Terramesh en la zona  
Mayhuaccacca Huancavelica  
2021”**

**TALUD KM. 33+670 - KM. 33+880**

**Ubicación:**

**ANDABAMBA / ACOBAMBA / HUANCVELICA**

**Fecha:**

**FEBRERO DE 2021**





**INGEOMAX**  
S.A.C

**INGENIERIA GEOTECNICA AL MAXIMO**  
ESPECIALISTAS EN SUELOS, CONCRETO Y  
PAVIMENTOS

## INDICE

1. **GENERALIDADES**
  - 1.1 Objeto del Estudio
  - 1.2 Nombre del Proyecto
  - 1.3 Ubicación del área en Estudio
    - 1.3.1 Ubicación Política
    - 1.3.2 Ubicación Geográfica
  - 1.4 Descripción de la Zona de Estudio
  - 1.5 Condición Climática y Altitud
  - 1.6 Vista Satelital de la zona de estudio
  - 1.7 Metodología
  - 1.8 Alcance
2. **GEOMORFOLOGIA, GEOLOGIA Y SISMICIDAD**
  - 2.1 Geomorfología
  - 2.2 Geología
    - 2.2.1 Geología Regional
  - 2.3 Geodinámica Externa
    - 2.3.1 Geodinámica Regional
    - 2.3.2 Geodinámica Local
    - 2.3.3 Geodinámica Interna - Tectónica de Placas
  - 2.4 Sismicidad
3. **INVESTIGACIÓN GEOTECNICAS**
  - 3.1 Calicatas y tajos de exploración
  - 3.2 Toma de Muestras y obtención de datos.
4. **ENSAYOS DE LABORATORIO**
  - 4.1 Ensayos Estándares.
  - 4.2 Ensayos Especiales
5. **DESCRIPCIÓN DEL PERFIL ESTRATIGRÁFICO**
6. **ANÁLISIS DE LA INFORMACION**
  - 6.1 Parámetros Geotécnicos para análisis de estabilidad de taludes.
  - 6.2 Análisis de datos, estrato de cimentación y profundidad de cimentación.
  - 6.3 Cálculo de la Capacidad de carga admisible frente al hundimiento de la cimentación.

  
INGEOMAX  
Maxwell Anthony Morote Arias  
CIP. No. 12246  
ESPECIALISTA EN GEOLOGIA, GEOTECCO Y PAVIMENTOS



INGENIERIA GEOTECNICA AL MAXIMO  
ESPECIALISTAS EN SUELOS, CONCRETO Y  
PAVIMENTOS

- 6.4 Análisis de Asentamientos de la cimentación.
- 6.5 Tipo de Cimentación
- 6.6 Muros de contención
- 6.7 Empujes de tierra
7. NAPA FREÁTICA.
8. DE LAS CANTERAS
- 8.1 Para relleno.
9. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES
10. REFERENCIAS



INGEOMAX  
Ing. Maxwell Anthony Morote Arias  
CIP. 26532496  
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA - CONCRETO Y PAVIMENTOS

**ANEXOS**

**1. GENERALIDADES**

- 1.1 Objeto del Estudio
- 1.2 Nombre del Proyecto
- 1.3 Ubicación del área en Estudio
  - 1.3.1 Ubicación Política
  - 1.3.2 Ubicación Geográfica
- 1.4 Descripción de la Zona de Estudio
- 1.5 Condición Climática y Altitud
- 1.6 Vista Satelital de la zona de estudio
- 1.7 Metodología
- 1.8 Alcance

**2. GEOMORFOLOGIA, GEOLOGIA Y SISMICIDAD**

- 2.1 Geomorfología
- 2.2 Geología
  - 2.2.1 Geología Regional
- 2.3 Geodinámica Externa
  - 2.3.1 Geodinámica Regional
  - 2.3.2 Geodinámica Local
  - 2.3.3 Geodinámica Interna - Tectónica de Placas
- 2.4 Sismicidad

**3. INVESTIGACIÓN GEOTECNICAS**

- 3.1 Calicatas y tajos de exploración
- 3.2 Toma de Muestras y obtención de datos.

**4. ENSAYOS DE LABORATORIO**

- 4.1 Ensayos Estándares.
- 4.2 Ensayos Especiales

**5. DESCRIPCIÓN DEL PERFIL ESTRATIGRÁFICO**

**6. ANÁLISIS DE LA INFORMACION**

- 6.1 Parámetros Geotécnicos para análisis de estabilidad de taludes.

  
**INGEOMAX**  
Ing. Maxwell Anthony Morote Arias  
CIP. Nº 12246  
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA - CONCRETO Y PAVIMENTOS



INGENIERIA GEOTECNICA AL MAXIMO  
ESPECIALISTAS EN SUELOS, CONCRETO Y  
PAVIMENTOS

- 6.2 Análisis de datos, estrato de cimentación y profundidad de cimentación
- 6.3 Cálculo de la Capacidad de carga admisible frente al hundimiento de la cimentación.
- 6.4 Análisis de Asentamientos de la cimentación.
- 6.5 Tipo de Cimentación
- 6.6 Muros de contención
- 6.7 Empujes de tierra
7. **NAPA FREÁTICA.**
8. **DE LAS CANTERAS**
  - 8.1 Para relleno.
9. **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**
10. **REFERENCIAS**

INGEOMAX  
Ing. Maxwell Anthony Morote Arias  
CIP. No. 12486  
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA - CONCRETO Y PAVIMENTOS

**INDICE DE FIGURAS**

**Figura 1:** Ubicación de la zona de estudio.

**Figura 2:** Vista satelital de Talud del Km. 33+670 al Km. 33+880 en la zona de estudio.

**Figura 4:** Vista Panorámica de la geomorfología Talud Km. 33+670 al Km. 33+880.

**Figura 6:** Vista de la geomorfología de la zona de estudio

**Figura 7:** Geología Regional talud Km. 33+670 al Km. 33+880.

**Figura 9:** Vista de deslizamientos en el talud Km. 33+670 al Km. 33+880.

**Figura 10:** Vista de deslizamientos en el talud Km. 33+670 al Km. 33+880.

**Figura 14:** Mapa de zonas sísmicas.

**Figura 15:** Mapa de Intensidades Máximas en la escala Mercalli Modificada en la zona de estudio.

**Figura 17:** Imagen referencial de sistema de drenaje para muros de contención

**Figura 18:** Distancia de la cantera a la zona de estudio.

  
**INGEOMAX**  
Ing. Maxwell Anthony Morote Arias  
CIP. 20532496  
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA - CONCRETO Y PAVIMENTOS

**INDICE DE CUADROS**

- Cuadro 1:** Ubicación de la zona de estudio.
- Cuadro 2:** Parámetros sísmicos del suelo.
- Cuadro 3:** Coordenadas de calicatas y exploraciones tipo tajo realizadas en campo.
- Cuadro 4:** Tipos de suelos y rocas encontrados en campo sector Mayhuaccacca.
- Cuadro 6:** Resumen de los ensayos de densidad natural.
- Cuadro 7:** Resumen de los ensayos de clasificación de suelos sector Mayhuaccacca.
- Cuadro 9:** Resumen de los ensayos de corte directo en suelos y rocas.
- Cuadro 10:** Resumen de los ensayos de resistencia a la compresión uniaxial en rocas.
- Cuadro 11:** Resumen de parámetros geotécnicos para análisis de estabilidad de taludes.
- Cuadro 12:** Resumen de los parámetros de resistencia para capacidad de carga.
- Cuadro 13:** Parámetros geotécnicos del material préstamo para relleno.
- Cuadro 14:** Resumen de parámetros geotécnicos para análisis de estabilidad de taludes.
- Cuadro 15:** Resumen de los parámetros de resistencia para capacidad de carga.
- Cuadro 16:** Parámetros sísmicos del suelo.

  
**INGEOMAX**  
Ing. Maxwell Anthony Morote Arias  
CIP. No. 12246  
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA - CONCRETO Y PAVIMENTOS



## 1. GENERALIDADES

### 1.1 Objeto del Estudio

El objetivo del presente Informe Técnico, tiene como objetivo, conocer y analizar las propiedades del suelo con fines de verificar la estabilidad de dos taludes y la cimentación de muros basándose en las normas técnicas peruanas N.T.P. así como en las normas EG-2013 del ministerio de transportes y comunicaciones MTC.

Para el estudio de suelos se excavaron 09 calcatas y 07 exploraciones tipo tajo a cielo abierto, las cuales se encuentran dentro del perímetro del área en estudio.

### 1.2 Nombre del Proyecto

“Propuesta de estabilización de talud incorporando el sistema Terramesh en la zona Mayhuaccacca Huancavelica 2021” – Talud del Km. 33+670 al Km. 33+880

### 1.3 Ubicación del área en Estudio

#### 1.3.1 Ubicación Política

Políticamente el área de estudio se encuentra ubicada:

- DEPARTAMENTO : Huancavelica.
- PROVINCIA : Acobamba.
- DISTRITO : Andabamba.
- LUGAR : Sector Mayhuaccacca

  
INGEOMAX  
Ing. Maxwell Anthony Morote Arias  
CIP. 48532496  
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA - CONCRETO Y PAVIMENTOS

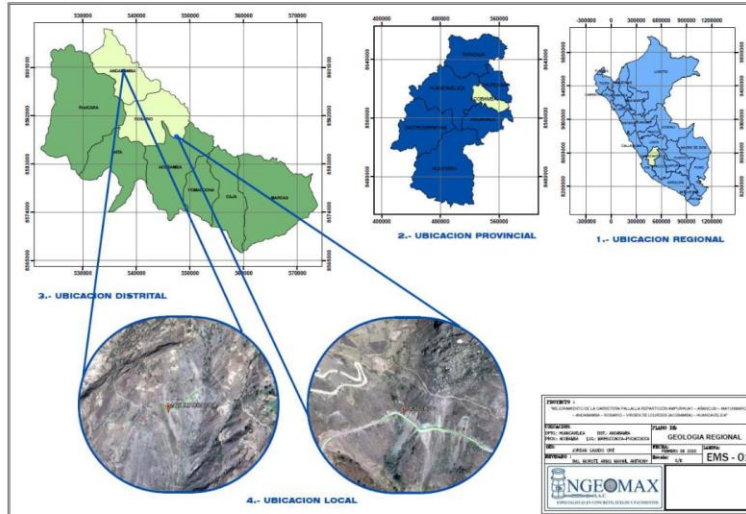


Figura 1: Ubicación de la zona de estudio.

Fuente: elaboración propia.

### 1.3.2 Ubicación Geográfica

El área en estudio se encuentra ubicada geográficamente, tal como se muestra a continuación:

Cuadro 1: Ubicación de la zona de estudio.

DATUM WGS84 HUSO 18 ZONA L			
TALUDES	ESTE (m)	NORTE (m)	ALTURA (m.s.n.m.)
Talud del Km. 33+670 al Km. 33+880	537565	8600380	3450 - 3525

Fuente: Elaboración Propia.

### 1.4 Descripción de la Zona de Estudio

El terreno tiene una topografía fuertemente inclinada a moderadamente inclinada con pendientes de 8% a 25% en promedio.



**INGEOMAX**  
**Ing. Maxwell Anthony Borote Arias**  
 CIP. Nº 123456  
 ESPECIALISTA EN GEOTECNIA - CONCRETO Y PAVIMENTOS

### 1.5 Condición Climática y Altitud

La zona en estudio presenta variadas condiciones climáticas como resultado de las notables diferencias de altitudes que existen, así como de la posición geográfica que ocupa. Por la variación de altitudes se pueden tener un clima cálido y árido, en las partes más bajas del valle del río Mantaro, o frío y húmedo en las zonas más altas, como por ejemplo en Paucará.

El clima es uno de los factores condicionantes de la variabilidad de la fauna y vegetación, así como también en el uso de tierras.

Según la distribución climática de Koppen (en IGN, 1989) el área comprende tres tipos de climas.

#### Clima Templado-Moderado-Lluvioso (Cvv)

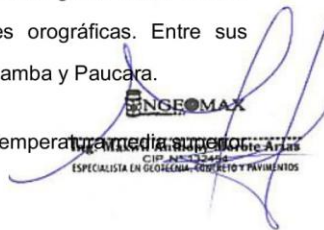
Esta zona climática se extiende al Noroeste y Noreste de la hoja de Huanta, que se caracterizan por tener un invierno seco, templado en el día y frígido en la noche; con una temperatura promedio que varía entre los 12 y 14°C. Las lluvias del mes más lluvioso superan en 10 veces a la cantidad caída durante el mes más seco). Una excepción local la constituye el valle del río Mantaro, en cuyas riberas el clima se toma más bien seco y relativamente árido.

Este tipo de clima tiene importancia en la agricultura, para aquellos lugares donde sus altitudes varían entre los 1,800 y los 3,200 m.

#### Clima Frío (Dwb)

Se presenta principalmente en el sector Oriental. y en menor grado sobre el lado Occidental del cuadrángulo siguiendo las ramificaciones orográficas. Entre sus localidades más representativa a sr tiene a Rosario, Andabamba y Paucara.

Este clima se caracteriza por ser seco en invierno; con una temperatura promedio superior a 10°C por lo menos durante 4 meses.



INGEOMAX  
CIP. N° 12496  
ESPECIALISTA EN GEOTECNICA - CONCRETO Y PAVIMENTOS



**INGEOMAX**  
S.A.C

**INGENIERIA GEOTECNICA AL MAXIMO**  
ESPECIALISTAS EN SUELOS, CONCRETO Y  
PAVIMENTOS

Este tipo de clima depende casi exclusivamente de la altitud del terreno, por lo que sus límites generalmente corresponden a curvas topografías.

#### **Clima de Tundra Seca de Alta Montana (Eth)**

Este clima se encuentra en las partes altas de la Cordillera Oriental, principalmente en la zona alta de Huancavelica. Se caracteriza por ser un clima frío, donde la temperatura media del mes más cálido es superior a 0°C.

#### **Clima de Alta Montana (Efh)**

En el Cuadrángulo de Huanta este clima está únicamente presente en los alrededores de las alturas de Huancavelica, donde el clima es frío, con temperaturas medias inferiores a 0°C.

La temperatura está en función inversa a la altura, de manera que a mayor altura la temperatura es menor. Según esto, se tendrán temperaturas muy bajas, menores de 0°C, a lo largo de las partes altas de la Cordillera Oriental; mientras que, en las zonas más bajas, se registrarán temperaturas superiores a los 25°C.

Las precipitaciones por lo general se presentan en forma de lluvias sobre gran parte del área; mientras que, en las zonas más elevadas, las precipitaciones son esporádicas precipitaciones pluviales se registran de octubre a diciembre, intensificándose de enero a marzo (verano), y en forma irregular en los meses de abril a octubre.

La humedad relativa es menor en las partes más altas, siendo las mayores las registradas en las regiones más bajas. Los valores máximos de 90 a 80% alcanzan en los meses de lluvia de enero a marzo (verano), y disminuyen en el resto del año, a valores que oscilan entre 30 y 70%.

  
INGEOMAX  
Ing. Maxwell Anthony Morote Arias  
CIP. 2012246  
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA - CONCRETO Y PAVIMENTOS

### 1.6 Vista Satelital de la zona de estudio



*Figura 2: Vista satelital de Talud del Km. 33+670 al Km. 33+880 en la zona de estudio.*

*Fuente: Google Earth Pro 2018.*

### 1.7 Metodología

El procedimiento del presente informe se llevó a cabo por medio de trabajos de campo (recolección de información básica); ensayos en laboratorio; y los resultados obtenidos en gabinete, el presente estudio que incluye la excavación de 04 calicatas y 04 exploraciones tipo tajo a cielo abierto, con el único fin de obtener las principales características físicas y mecánicas del suelos, además para conocer sus propiedades de agresividad química, y así poder dar soluciones en gabinete de acuerdo a la visibilidad de los diferentes perfiles estratigráficos referente para conocer las condiciones al momento de diseñar la cimentación de las distintas estructuras a proyectar.

El presente informe se ha realizado mediante investigación geotécnica que involucra como antes mencionados trabajos de campo (apertura de calicatas de exploración a cielo abierto), toma de muestras y ensayos en laboratorio.



**INGEOMAX**  
ING. MAXIMO ANTONIO DE FOTE ARIAS  
CIP. Nº 12246  
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA - CONCRETO Y PAVIMENTOS



### 1.8 Alcance

Dentro del alcance de este estudio, se encuentran las siguientes actividades:

Exploración del subsuelo mediante toma de muestras inalteradas e alteradas de suelo por medio de exploración de calicatas a cielo abierto.

Realización de ensayos de laboratorio a las muestras extraídas de la exploración geotécnica, entre los laboratorios realizados se encuentran los siguientes ensayos:

- Peso específico del suelo.
- Granulometría.
- Humedad del suelo.
- Límites de consistencia.
- Corte directo.
- Identificación y clasificación de macizos rocos.
- Determinación de las propiedades físicas y mecánicas de la roca.
- Realizar el análisis de cimentación y determinar la capacidad de carga del suelo - roca.

El informe original contendrá los anexos de los laboratorios realizados y los planos de detalles.

## 2. GEOMORFOLOGIA, GEOLOGIA Y SISMICIDAD

### 2.1 Geomorfología

El área en estudio Talud del Km. 33+670 al Km. 33+880 se encuentra en las coordenadas DATUM WGS 84 ZONA 18 HUSO L, coordenada Este = 537565m y coordenada Norte = 8600380m y Talud del Km.







INGEOMAX  
Ing. Maxwell Anthony Borote Arias  
CIP. No. 12248  
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA - CONCRETO Y PAVIMENTOS



Figura 3: Vista Panorámica de la geomorfología Talud Km. 33+670 al Km. 33+880.

Fuente: Google Earth Pro 2018.

La zona de estudio se encuentra entre las unidades geomorfológicas denominadas Montaña de roca sedimentaria (RM-rs), presenta pendientes Moderadamente inclinadas, con presencia de asentamientos humanos a los alrededores.

COLOR	UNIDAD GEOMORFOLÓGICA
	V-dd, Vertiente con depósito de deslizamiento
	RCL-rvs, Colina y lomada en roca volcano-sedimentaria
	P-at, Vertiente o piedemonte aluvio-torrencial
	Ti, Terraza indiferenciada
	RM-rm, Montaña en roca metamorfica
	RM-rs, Montaña en roca sedimentaria



INGEOMAX  
 Ing. Maxwell Anthony Morote Arias  
 CIP. N° 12246  
 ESPECIALISTA EN GEOTECNIA - CONCRETO Y PAVIMENTOS

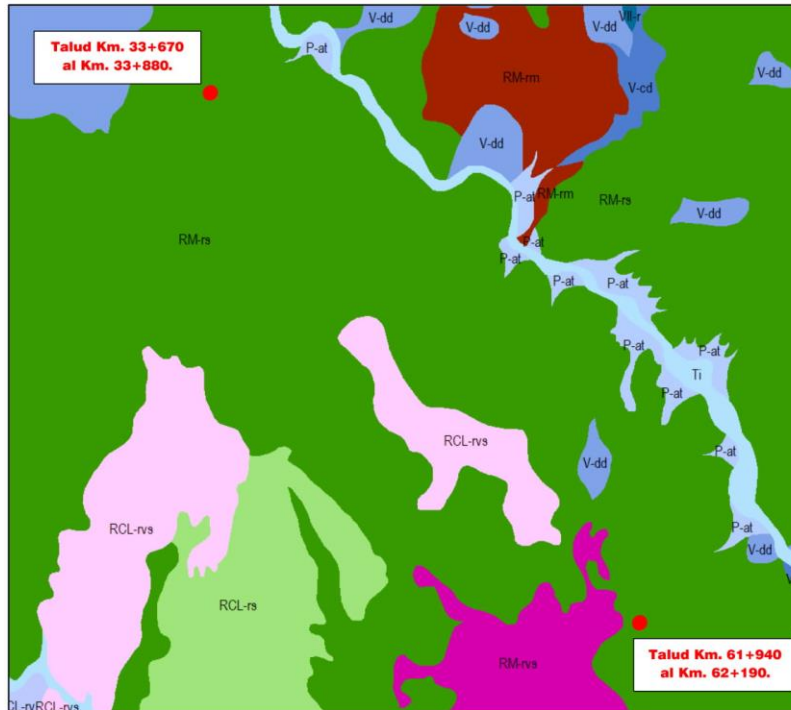


Figura 4: Vista de la geomorfología de la zona de estudio

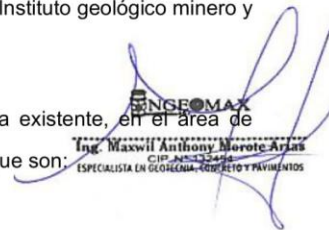
Fuente: INGEMMET - GEOCATMIN.

## 2.2 Geología

### 2.2.1 Geología Regional

Las características geológicas regionales y sus alrededores se presentan en la figura geológica adjunta del anexo I, la cual ha sido tomada de la carta geológica del cuadrángulo de Huancavelica N° 26-n1 y 26-n2 del Instituto geológico minero y metalúrgico INGEMMET.

A nivel regional y basado en la información geológica existente, en el área de estudio se han reconocido unidades litoestratigráficas que son:



INGEOMAX  
 Ing. Maxwell Anthony Morote Arias  
 CIP. N° 12246  
 ESPECIALISTA EN GEOTECNIA - CONCRETO Y PAVIMENTOS



### Paleozoico Superior

#### GRUPO AMBO (Ci - a)

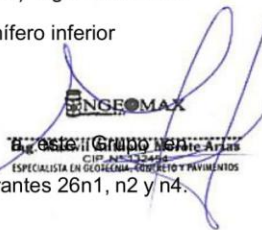
Los únicos afloramientos del Grupo Ambo se encuentran en la parte Sur del cuadrángulo, a lo largo del río Opamayo (Huachocolpa), al Sur de las minas Julcani. Esta secuencia que forma lomadas moderadas, presenta una cobertura continua de suelos, y conforma el núcleo de un anticlinal, MEGARD, F. et al., (1983). Sobreyace en discordancia erosiva a las series flysch del Grupo Excelsior. La deformación del Grupo Ambo ha sido moderada.

Está constituido por series conglomerádicas en la parte inferior, alcanzando espesores de más de 200 m en el cuadrángulo adyacente de Huachocolpa, seguidos por areniscas, limolitas pardas verdosas, y limoarcillitas algo carbonosas en alternancia rítmica; los estratos de esta secuencia tienen grosores entre 20 y 60 cm, presentando un característico color oscuro. A veces se puede observar estructuras de estratificación convoluta, características para la sedimentación de turbiditas en ambiente pelágico.

Intercalado se encuentra un horizonte continuo de carbonatos arrecifales con espesor de 25 m como mínimo, a ambos lados del río Opamayo. La base se observa en la zona del túnel Gandolini en discordancia angular sobre el Grupo Excelsior, MEGARD, F. et al. (1985), y hacia el techo se encuentra en discordancia con los sedimentos molásicos de las Capas Rojas del Grupo Mitu.

STEINMANN, G. (1929) y NEWELL, N. (1953) interpretan al Grupo Ambo como de ambiente continental, sin embargo, MEGARD, F. (1978, 1985) logró evidenciar fauna y flora marina, datando al Grupo Ambo como del Carbonífero inferior hasta medio.

Se ha reconocido nuevos afloramientos correspondientes a este Grupo en diferentes partes del cuadrángulo, particularmente en los cuadrantes 26n1, n2 y n4.



INGEOMAX  
Ing. Oscar Monte Arias  
CIP. 1053246  
ESPECIALISTA EN SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

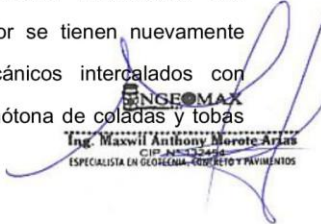


**INGEOMAX**  
S.A.C

**INGENIERIA GEOTECNICA AL MAXIMO**  
ESPECIALISTAS EN SUELOS, CONCRETO Y  
PAVIMENTOS

Los afloramientos reconocidos en el cuadrante 26n2, se hallan al sur en el sector de Patacancha y entre los cerros Jatun Jasa y Aya Orjo. Aquí, el Grupo Ambo sobreyace en discordancia al Grupo Cabanillas (Devoniano inferior-medio); comienza por cuarcitas grises, blancas y verdosas, intercaladas con filitas, esquistos grises y algunos estratos de conglomerados verdosos; hacia la parte superior se hace más conglomerádica, intercalado con esporádicos estratos de cuarcitas; los conglomerados están compuestos principalmente por clastos redondeados a subredondeados de cuarcitas. Otro afloramiento en este cuadrante se tiene en la margen izquierda del río Urubamba, al sur del poblado de Acobamba, donde la parte inferior está compuesta por coladas y tobas volcánicas de coloración violácea y verde, de composición andesítica, mientras que hacia la parte superior se tiene una secuencia conglomerádica compuesta por clastos subredondeados a redondeados de cuarcitas principalmente. Estos afloramientos infrayacen a calizas y areniscas calcáreas amarillentas del Grupo Tarma.

Los nuevos afloramientos ubicados en los cuadrantes 26n1 y 26n4, presentan características muy particulares. Se hallan distribuidos a lo largo de la margen derecha del río Mantaro con una dirección NOSE, entre los sectores de Chupaca, Tarumarca, Mayunmarca, Andabamba hasta Marcobamba. Aquí el Grupo Ambo está compuesto por una secuencia gruesa de aproximadamente 1 000 metros. Sobreyace en discordancia al Grupo Cabanillas e infrayace de la misma manera a las calizas del Grupo Copacabana o directamente debajo de los grupos Mitu o Pucará. La secuencia consiste hacia la base de conglomerados con clastos de volcánicos y cuarcitas intercaladas con areniscas rojas. Hacia la parte media la secuencia está compuesta principalmente por areniscas intercaladas con limoarcillitas rojas. Finalmente, hacia la parte superior se tienen nuevamente conglomerados con clastos principalmente de volcánicos intercalados con areniscas rojas que pasan luego a una secuencia monótona de coladas y tobas volcánicas violáceas.

  
**INGEOMAX**  
Ing. Maxwell Anthony Morote Arias  
CIP. 26524  
ESPECIALISTA EN GEOTECNICA - CONCRETO Y PAVIMENTOS

### Edad y correlación

Por las características litológicas, se le correlaciona con los afloramientos del Grupo Ambo entre Tarma y Huánuco, donde se han encontrado restos de plantas como Calamites sp. A esta unidad se le asigna una edad Carbonífero inferior (Mississippiano).

### Neógeno

#### FORMACIÓN ACOBAMBA (Nm - a)

Esta formación aflora como un relleno sedimentario de las Capas Rojas en los alrededores del pueblo de Acobamba en el sector SE del cuadrángulo. Se encuentra en ambos lados del valle del río Urubamba, profundamente disectado.

Está constituida esencialmente por areniscas, lutitas y conglomerados de color rojo ladrillo y a veces naranja, que adoptan buzamientos leves de menos de 30°, además se incluye dentro de esta formación en la parte superior unos horizontes de cenizas volcánicas blancas.

Su espesor se estima en 200m o más. Sobreyace en discordancia a los grupos Mitu y Pucará, y está cubierta en discordancia por las ignimbritas de la Formación Rumihuasi. El contacto con la Formación Omacunga no es muy claro, siendo fallado. Sin embargo, por la posición subhorizontal de la última se puede asumir una edad más antigua que la de la Formación Acobamba.

Esta unidad aflora principalmente en el cuadrante 26n2, a manera de una franja ancha de dirección NNO-SSE, entre los sectores de Pomacocha, Acobamba, Huallpahuasi, Rumihuasi y Tororumi. Estos afloramientos se extienden en menor proporción hacia el cuadrante 26n1, ocupando la parte sur, en los alrededores de Paurá y entre el cerro Yactapata y la señal del cerro Coquecancha (sur y SE de Andabamba). Sobreyace en discordancia indistintamente a la Formación

Omacunga y a los grupos Excelsior, Ambo, Tarma, Copacabana, Mitu y Pucará.

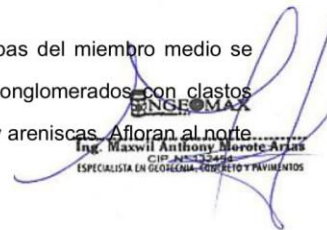
Esta unidad puede dividirse en tres miembros: Inferior, Medio y Superior.

**Miembro Inferior (Nm-a-i).** Este Miembro aflora hacia la parte oriental y SE de la cuenca. La parte inferior está compuesta por conglomerados con clastos subangulosos a subredondeados envueltos en una matriz limo-arenosa amarillenta, la parte media y superior está compuesta por una intercalación de conglomerados con clastos subredondeados a redondeados intercalados con areniscas feldespáticas, limolitas y limoarcillitas rojas y verdes.

**Miembro Medio (Nmp-a-m).** Ocupa la parte central de la cuenca, en los alrededores de Acobamba. Está compuesto por areniscas feldespáticas, intercaladas con limolitas y limoarcillitas verdosas, amarillentas y rojizas, conteniendo algunos estratos delgados de calcarenitas. Pueden intercalarse también esporádicamente conglomerados.

Hacia la parte superior de este Miembro se encuentran tobas de composición riolítica a dacítica, a veces intercaladas con secuencias lacustrinas. Toda esta secuencia anteriormente fue denominada como Volcánico Rumihuasi (NARVÁEZ S. y GUEVARA C., 1968) y posteriormente Formación Rumihuasi (MORCHE W. y LARICO W. 1996). Estas tobas se extienden hacia el NO y corresponderían a las tobas que se tienen al sur de Paucará (cuadrante 26n1), y entre Tiopampa y Tincco (cuadrante 26n2). Probablemente correspondan también a las tobas ubicadas al SE del cuadrante 26n2, en los sectores de Chaynabamba y Totorá. Sin embargo, estas tobas que tienen amplia distribución, son productos de dos o más centros volcánicos contemporáneos. Por la amplia distribución de estas tobas y por ser cartografiables, le podemos denominarla como toba Rumihuasi del Miembro medio de la Formación Acobamba (Nm-a-m/rh).

**Miembro Superior (Nmp-a-s).** Sobreyaciendo a las tobas del miembro medio se tiene una secuencia compuesta principalmente por conglomerados con clastos subredondeados a redondeados de caliza, volcánicos y areniscas. Afloran al norte y NO de la cuenca Acobamba.



INGEOMAX  
Ing. Maxwell Anthony Morote Arias  
CIP. No. 12246  
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA - CONCRETO Y PAVIMENTOS



## 2.3 Geodinámica Externa

### 2.3.1 Geodinámica Regional

Los factores naturales causantes de los procesos geodinámicos contemporáneos que se presentan en el área de estudio, son los siguientes:

- Alta precipitación pluvial, es el más importante por su potencial de afectación en cuanto a la estabilidad de las laderas.
- Terremotos fuertes, contribuyen a los procesos de desestabilización de taludes, iniciando nuevos deslizamientos o reactivando los existentes.
- Procesos de meteorización.
- Acumulación de grandes masas de suelo.

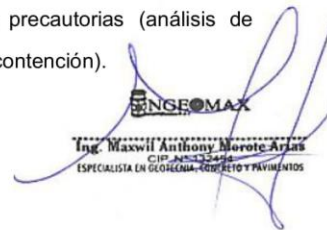
### 2.3.2 Geodinámica Local

Las ocurrencias de fenómenos de geodinámica externa están relacionadas con los periodos de precipitaciones pluviales, en especialmente con aquellos años excepcionales por las avenidas o lluvias. De acuerdo a las exploraciones de campo, se evidenció problemas geodinámicos que puedan afectar las estructuras proyectadas.

#### Deslizamientos

Se pueden evidenciar algunos eventos de deslizamiento recientes, que es un riesgo geológico declarado, intermitente, de importancia moderada y de moderada a alta probabilidad de ocurrencia.

La incerteza de la estimación cuantitativa de la probabilidad de recurrencia del riesgo, obliga en cierta forma, a adoptar medidas precautorias (análisis de estabilidad de taludes y planteamiento de sistemas de contención).

A blue ink signature is written over a circular stamp. The stamp contains the text 'INGEOMAX' at the top, 'Ing. Maxwell Anthony Morote Arias' in the middle, 'CIP. No. 12246' below that, and 'ESPECIALISTA EN GEOTECNICA - CONCRETO Y PAVIMENTOS' at the bottom.



*Figura 6: Vista de deslizamientos en el talud Km. 33+670 al Km. 33+880.*



*Figura 7: Vista de deslizamientos en el talud Km. 33+670 al Km. 33+880.*



### 2.3.3 Geodinámica Interna - Tectónica de Placas

Siendo de gran importancia y sabiendo que nuestro país Perú, se encuentra ubicado en la región denominada el Cinturón de Fuego; conformado por la placa Nazca y la placa Sudamericana; por lo que la actividad sísmica es alta y concentrada en bandas sismo-génicas bien definidas en la región costera, andina y sub-andina. Según el mapa de zonificación sísmica (Lamina EMS-04, Anexo I figuras), y de acuerdo a la Norma Sismo - Resistente E-030 Diseño sismo resistente, a la zona de estudio le corresponde una sismicidad de zona 2.

Para la zona en estudio según de las características geotécnicas de la zona se tiene los siguientes factores geotécnicos para diseño sismo resistente que se indican en la siguiente Tabla:

*Cuadro 2: Parámetros sísmicos del suelo.*

DESCRIPCION		VALORES
Factores de zona	Zona 2	Z=0.25 g
Perfil tipo de suelo	Suelos Intermedios S2	S=1.20
	Periodo que define la plataforma del factor de amplificación sísmica	T <sub>p</sub> =0.60seg
	Periodo que define el inicio de la zona del factor de amplificación sísmica	T <sub>L</sub> =2.00seg

*Fuente: Elaboración propia*



**INGEOMAX**  
Ing. Maxwell Anthony Morote Arias  
CIP. No. 12246  
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA - CONCRETO Y PAVIMENTOS



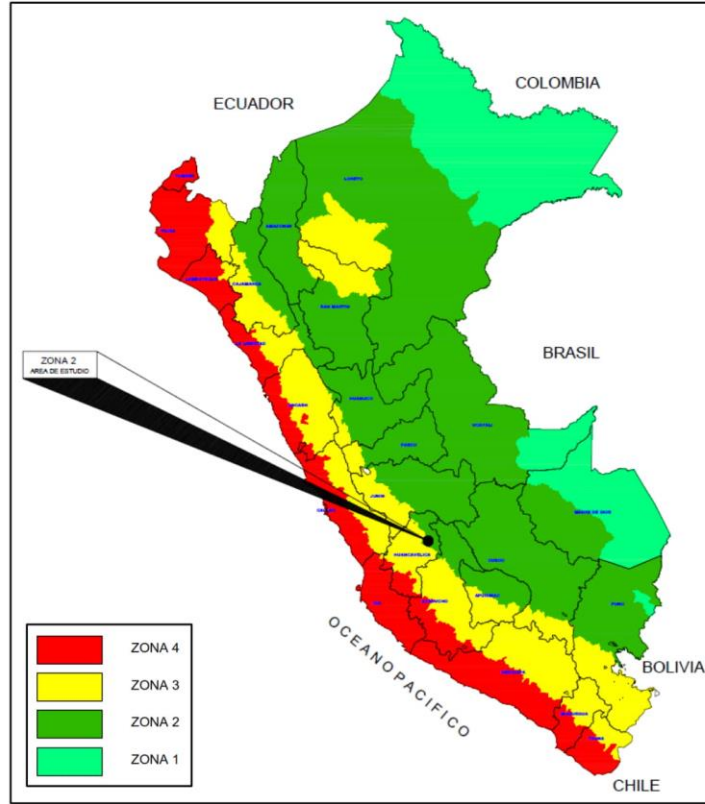
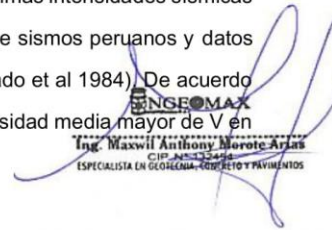


Figura 8: Mapa de zonas sísmicas.

Fuente: Norma E-0.30 "Diseño sísmo resistente"

#### 2.4 Sismicidad

A partir de las investigaciones de los principales eventos sísmicos ocurridos en el Perú, se presenta en la lámina EMS-05, Anexo I, el mapa de máximas intensidades sísmicas observadas en el Perú, el cual está basado en isosistas de sismos peruanos y datos de intensidades de sismos históricos recientes (Alva Hurtado et al 1984). De acuerdo a este mapa a la zona de estudio le corresponde una intensidad media mayor de V en la Escala Mercalli Modificada.



INGEOMAX  
Ing. Maxwell Anthony Morote Arias  
CIP. No. 12246  
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA - CONCRETO Y PAVIMENTOS



**INGEOMAX**  
S.A.C.

**INGENIERIA GEOTECNICA AL MAXIMO**  
ESPECIALISTAS EN SUELOS, CONCRETO Y  
PAVIMENTOS

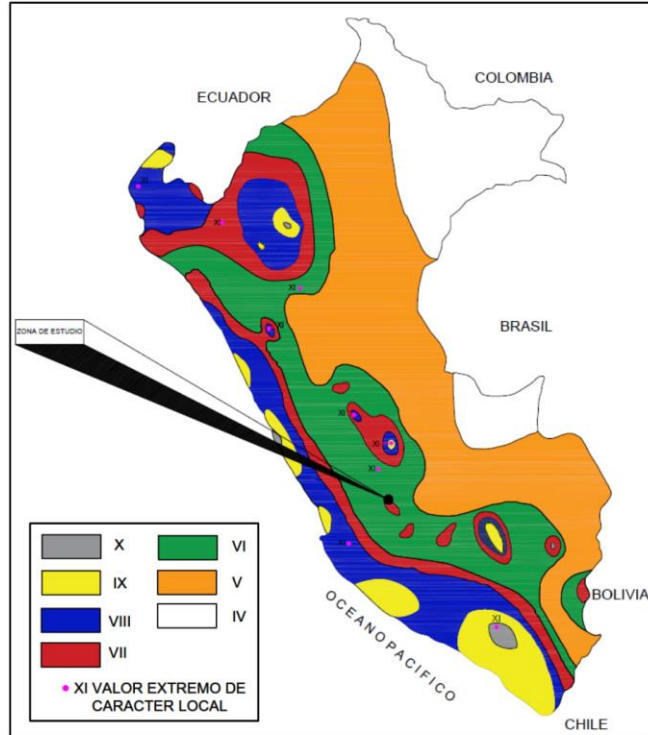


Figura 9: Mapa de Intensidades Máximas en la escala Mercalli Modificada en la zona de estudio.  
Fuente: Distribución de máximas intensidades sísmicas observadas en el Perú, Jorge E. Alva Hurtado.

### 3. INVESTIGACIÓN GEOTECNICAS

La investigación se ha efectuado de acuerdo a la Normas existentes. Los trabajos efectuados sirven para determinar las características físicas y mecánicas de los suelos y rocas encontrados en campo, así como su estructura actual y comportamiento ante cargas externas.

#### 3.1 Calicatas y tajos de exploración

Se realizó la excavación de 04 calicatas y 04 Tajos de exploración a cielo abierto de tal manera que se cubriera el área de influencia del emplazamiento del proyecto (de

INGEOMAX  
Ing. Maxvil Anthony Barote Arias  
ESPECIALISTAS EN SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

las estructuras a proyectar). Extrayéndose muestras en cantidad suficiente que nos ha permitido inferir características del terreno.

Se ha encontrado al terreno húmedo sin presencia visible de agua, se indica que la visita de campo fue realizada por el equipo técnico del solicitante en la fecha de mes de febrero de 2021.

*Cuadro 3: Coordenadas de calicatas y exploraciones tipo tajo realizadas en campo.*

DATUM WGS84 HUSO 18 ZONA L			
SECTOR	CALICATA	ESTE (m)	NORTE (m)
MAYHUACCACCA	<b>C - 01</b> <b>KM 33+850</b>	537645	8600379
	<b>C - 02</b> <b>KM 33+800</b>	537605	8600401
	<b>C - 03</b> <b>KM 33+700</b>	537506	8600320
	<b>C - 04</b> <b>KM 33+750</b>	537543	8600396
	<b>EXP - 01</b> <b>KM 33+850</b>	537633	8600353
	<b>EXP - 02</b> <b>KM 33+800</b>	537583	8600336
	<b>EXP - 03</b> <b>KM 33+690</b>	537489	8600381
	<b>EXP - 04</b> <b>KM 33+750</b>	537551	8600325

*Fuente: Elaboración propia.*



**INGEOMAX**  
Ing. Maxwell Anthony Borote Arias  
CIP. 24532496  
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA - CONCRETO Y PAVIMENTOS

Cuadro 4: Tipos de suelos y rocas encontrados en campo sector Mayhuaccacca.

SECTOR	EXPLORACIÓN	ESTRATO/MUESTRA	PROFUNDIDAD (m)	ESPESOR	TIPO DE SUELO O ROCA
MAYHUACCACCA	C - 01 KM 33+850	E1/M1	0.00 - 0.40	0.40	TERRENO DE COBERTURA ORGANICA
		E2/M2	0.40 - 2.60	2.20	GRAVA ARCILLOSA
		E2/M2	2.60 - 3.50	0.90	MARGA (ROCA SEDIMENTARIA)
	C - 02 KM 33+800	E1/M1	0.00 - 0.50	0.50	TERRENO DE COBERTURA ORGANICA
		E2/M2	0.50 - 2.20	1.70	GRAVA MAL GRADUADA CON ARCILLA
		E3/M3	2.20 - 3.00	0.80	MARGA (ROCA SEDIMENTARIA)
	C - 03 KM 33+700	E1/M1	0.00 - 0.40	0.40	TERRENO DE COBERTURA ORGANICA
		E2/M2	0.40 - 3.00	2.60	GRAVA ARCILLOSA
	C - 04 KM 33+750	E1/M1	0.00 - 0.40	0.40	TERRENO DE COBERTURA ORGANICA
		E2/M2	0.40 - 1.50	1.10	MARGA (ROCA SEDIMENTARIA)
	EXP - 01 KM 33+850	E1/M1	0.00 - 0.30	0.30	TERRENO DE COBERTURA ORGANICA
		E2/M2	0.30 - 0.60	0.30	GRAVA ARCILLOSA
		E3/M3	0.60 - 3.00	2.40	TRAQUITA (ROCA VOLCANICA)
	EXP - 02 KM 33+800	E1/M1	0.00 - 0.50	0.50	TERRENO DE COBERTURA ORGANICA
		E2/M2	0.50 - 2.80	2.30	GRAVA ARCILLOSA
		E3/M3	2.80 - 3.50	0.70	MARGA (ROCA SEDIMENTARIA)
EXP - 03 KM 33+690	E1/M1	0.00 - 0.50	0.50	TERRENO DE COBERTURA ORGANICA	
	E2/M2	0.50 - 4.40	3.90	GRAVA ARCILLOSA CON ARENA	
	E3/M3	4.40 - 7.00	2.60	MARGA (ROCA SEDIMENTARIA)	
EXP - 04 KM 33+750	E1/M1	0.00 - 0.50	0.50	TERRENO DE COBERTURA ORGANICA	
	E2/M2	0.50 - 5.30	4.80	GRAVA ARCILLOSA CON ARENA	
	E3/M3	5.30 - 7.00	1.70	MARGA (ROCA SEDIMENTARIA)	

Fuente: Elaboración propia.

El registro de los Sondajes se presenta en el Anexo II.



INGEOMAX  
Ing. Maxwell Anthony Morote Arias  
CIP. N° 12246  
ESPECIALISTA EN GEOTECNICA - CONCRETO Y PAVIMENTOS

### 3.2 Toma de Muestras y obtención de datos.

De las excavaciones se extrajo muestras de los estratos más desfavorables y representativos de la zona de estudio, según la inspección visual realizada en campo, se obtuvo muestras alteradas de las calicatas para los ensayos estándares, así como muestras para el contenido de humedad en recipientes herméticamente cerrados.

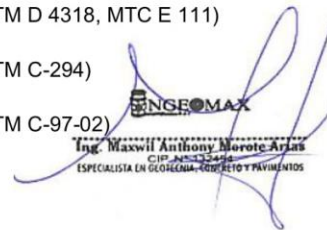
Las muestras obtenidas en la cantidad suficiente son alteradas del tipo Mab (Muestra alterada en bolsa de polietileno) y del tipo Mah (Muestra alterada en recipientes herméticamente cerrados), los cuales fueron identificadas convenientemente y debidamente protegidas para ser remitidas al laboratorio para la realización de los ensayos estándares y especiales.

## 4. ENSAYOS DE LABORATORIO

### 4.1 Ensayos Estándares.

Se efectuaron los siguientes ensayos estándar de Laboratorio, para la clasificación de suelos y determinar las propiedades físicas, siguiendo las Normas establecidas por la American Society for Testing Materials (ASTM) de los Estados Unidos de Norte América y las Normas del MTC - Ensayo de Materiales del Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

- Obtención de muestras representativas cuarteo (ASTM C 702, MTC E 105)
- Análisis Granulométrico por Tamizado (ASTM D 422, MTC E 107)
- Determinación del Limite Liquido de los suelos (ASTM D 4318, MTC E 110)
- Determinación del Limite Plástico de los suelos (ASTM D 4318, MTC E 111)
- Identificación de tipo de roca (ASTM C-294)
- Propiedades físicas de la roca (ASTM C-97-02)



INGEOMAX  
Ing. Maxwell Anthony Morote Arias  
CIP. No. 12246  
ESPECIALISTA EN GEOTECNICA - CONCRETO Y PAVIMENTOS

A las muestras traídas a laboratorio se obtuvo la densidad natural representativa tanto de los suelos como rocas, dando los siguientes resultados:

*Cuadro 5: Resumen de los ensayos de densidad natural.*

SECTOR	CALICATA	ESTRATO	Densidad natural (gr/cm <sup>3</sup> )
: MAYHUACCACCA	: C - 01 (KM: 33+850)	: E - 02	1.570
	: C - 01 (KM: 33+850)	: E - 03	2.650
	: C - 02 (KM: 33+800)	: E - 02	1.593
	: C - 02 (KM: 33+800)	: E - 03	2.670
	: C - 03 (KM: 33+700)	: E - 02	1.466
	: C - 04 (KM: 33+750)	: E - 02	2.650
	: EXP - 01 (KM: 33+850)	: E - 03	2.680
	: EXP - 02 (KM: 33+800)	: E - 03	2.530
	: EXP - 03 (KM: 33+690)	: E - 03	2.640
	: EXP - 04 (KM: 33+750)	: E - 03	2.620

*Fuente: Elaboración Propia.*

El registro de los ensayos se presenta en el Anexo III.

En el cuadro siguiente se presenta el resumen de los resultados obtenidos en los ensayos estándar:



**INGEOMAX**  
**Ing. Maxwell Anthony Borote Arias**  
 CIP. 14532460  
 ESPECIALISTA EN GEOTECNIA - CONCRETO Y PAVIMENTOS

*Cuadro 6: Resumen de los ensayos de clasificación de suelos sector Mayhuaccacca.*

SECTOR	CALICATA	ESTRATO	% GRAVA	% ARENA	% FINOS	D <sub>10</sub> (mm)	D <sub>30</sub> (mm)	D <sub>60</sub> (mm)	Cu	Cc
: MAYHUACCACCA	: C - 01 (KM: 33+850)	: E - 02	77.34	10.35	12.31	0.061	8.683	24.756	406.48	50.01
	: C - 01 (KM: 33+850)	: E - 03	-	-	-	-	-	-	-	-
	: C - 02 (KM: 33+800)	: E - 02	79.46	10.23	10.31	0.073	12.112	30.857	424.18	65.35
	: C - 02 (KM: 33+800)	: E - 03	-	-	-	-	-	-	-	-
	: C - 03 (KM: 33+700)	: E - 02	73.57	13.84	12.59	0.060	7.227	29.974	503.07	29.24
	: C - 04 (KM: 33+750)	: E - 02	-	-	-	-	-	-	-	-
	: EXP - 01 (KM: 33+850)	: E - 02	64.59	13.94	21.47	0.03	1.64	16.88	483.36	4.54
	: EXP - 01 (KM: 33+850)	: E - 03	-	-	-	-	-	-	-	-
	: EXP - 02 (KM: 33+800)	: E - 02	72.87	11.58	15.55	0.05	6.55	24.46	507.09	36.38
	: EXP - 02 (KM: 33+800)	: E - 03	-	-	-	-	-	-	-	-
	: EXP - 03 (KM: 33+690)	: E - 02	71.75	15.86	12.39	0.06	5.78	25.90	427.83	21.29
	: EXP - 03 (KM: 33+690)	: E - 03	-	-	-	-	-	-	-	-
	: EXP - 04 (KM: 33+750)	: E - 02	62.79	19.56	17.66	0.04	0.78	20.09	472.98	0.72
	: EXP - 04 (KM: 33+750)	: E - 03	-	-	-	-	-	-	-	-

**Leyenda:** D<sub>10</sub>, D<sub>30</sub> y D<sub>60</sub> son los diámetros por los cuales pasa el 10%, 30% y 60% de la muestra total analizada, Cu es el coeficiente de Uniformidad del suelo, Cc es el coeficiente de curvatura del suelo.



**INGEOMAX**  
**Ing. Maxwell Anthony Borote Arias**  
 CIP. Nº 12246  
 ESPECIALISTA EN GEOTECNIA - CONCRETO Y PAVIMENTOS

**INGEOMAX****INGENIERIA GEOTECNICA AL MAXIMO**  
ESPECIALISTAS EN SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

SECTOR	CALICATA	ESTRATO	LL %	LP %	IP %	AASTHO	SUCS	Nombre de Grupo (ASTM 2000) D-2487
: MAYHUACACCA	: C - 01 (KM: 33+850)	: E - 02	28.99	20.32	8.67	A-2-4 (0)	GC	GRAVA ARCILLOSA
	: C - 01 (KM: 33+850)	: E - 03	-	-	-	-	-	MARGA (ROCA SEDIMENTARIA)
	: C - 02 (KM: 33+800)	: E - 02	25.01	17.59	7.42	A-2-4 (0)	GP-GC	GRAVA MAL GRADUADA CON ARCILLA
	: C - 02 (KM: 33+800)	: E - 03	-	-	-	-	-	MARGA (ROCA SEDIMENTARIA)
	: C - 03 (KM: 33+700)	: E - 02	30.72	21.84	8.88	A-2-4 (0)	GC	GRAVA ARCILLOSA
	: C - 04 (KM: 33+750)	: E - 02	-	-	-	-	-	MARGA (ROCA SEDIMENTARIA)
	: EXP - 01 (KM: 33+850)	: E - 02	30.27	21.86	8.41	A-2-4 (0)	GC	GRAVA ARCILLOSA
	: EXP - 01 (KM: 33+850)	: E - 03	-	-	-	-	-	TRAQUITA (ROCA IGNEA)
	: EXP - 02 (KM: 33+800)	: E - 02	29.79	20.99	8.80	A-2-4 (0)	GC	GRAVA ARCILLOSA
	: EXP - 02 (KM: 33+800)	: E - 03	-	-	-	-	-	MARGA (ROCA SEDIMENTARIA)
	: EXP - 03 (KM: 33+690)	: E - 02	30.26	21.82	8.44	A-2-4 (0)	GC	GRAVA ARCILLOSA CON ARENA
	: EXP - 03 (KM: 33+690)	: E - 03	-	-	-	-	-	MARGA (ROCA SEDIMENTARIA)
	: EXP - 04 (KM: 33+750)	: E - 02	30.89	22.24	8.65	A-2-4 (0)	GC	GRAVA ARCILLOSA CON ARENA
	: EXP - 04 (KM: 33+750)	: E - 03	-	-	-	-	-	MARGA (ROCA SEDIMENTARIA)

**Legenda:** LL es el Limite Liquido; LP es el Limite Platico; IP es el Índice de Plasticidad del suelo. AASTHO es el sistema de clasificación de suelos de la American Association of State Highway and Transportation Officials y SUCS es el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos.

*Fuente: Elaboración Propia.*

El registro de los ensayos se presenta en el Anexo III.



**INGEOMAX**  
Ing. Maxwell Anthony Borote Arias  
CIP. 2012248  
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA - CONCRETO Y PAVIMENTOS





#### 4.2 Ensayos Especiales

Se efectuaron ensayos especiales de Laboratorio, para poder determinar las propiedades resistentes, siguiendo las Normas establecidas por la American Society for Testing Materials (ASTM) de los Estados Unidos de Norte América y las Normas del MTC - Ensayo de Materiales del Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

Siendo estos:

- Corte directo en Suelo (ASTM D 3080, MTC E 123)
- Corte Directo en Roca (ASTM D-5607)
- Resistencia a la compresión uniaxial de la Roca (ASTM D-3148)

Del Ensayo de Corte Directo se pudo obtener los coeficientes geotécnicos que representan el criterio de rotura de Mohr - Coulomb como son la Cohesión efectiva del suelo ( $C'$ ) y el ángulo de fricción efectiva del suelo ( $\phi'$ ).

*Cuadro 7: Resumen de los ensayos de corte directo en suelos y rocas.*

SECTOR	CALICATA	ESTRATO	Angulo de fricción $\phi'$ (°)	Cohesión $C'$ (Kg/cm <sup>2</sup> )
: MAYHUACCACCA	: C - 01 (KM: 33+850)	: E - 02	28.0	0.02
	: C - 01 (KM: 33+850)	: E - 03	23.2	0.88
	: C - 02 (KM: 33+800)	: E - 02	29.1	0.01
	: C - 02 (KM: 33+800)	: E - 03	23.4	0.93
	: C - 03 (KM: 33+700)	: E - 02	28.4	0.02
	: C - 04 (KM: 33+750)	: E - 02	23.0	0.87
	: EXP - 01 (KM: 33+850)	: E - 03	30.0	2.23
	: EXP - 02 (KM: 33+800)	: E - 03	23.8	1.00
	: EXP - 03 (KM: 33+690)	: E - 03	24.7	1.17
	: EXP - 04 (KM: 33+750)	: E - 03	23.5	0.95

INGEOMAX  
Ing. Maxwell Anthony Morote Arias  
CIP. N° 12249  
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA - CONCRETO Y PAVIMENTOS

Del Ensayo de Resistencia a la compresión simple de la Roca se pudo obtener los coeficientes geotécnicos de resistencia como se muestran en el cuadro siguiente:

*Cuadro 8: Resumen de los ensayos de resistencia a la compresión uniaxial en rocas.*

SECTOR	CALICATA	ESTRATO	Resistencia a la compresión simple (Kg/cm <sup>2</sup> )
: MAYHUACCA	: C - 01 (KM: 33+850)	: E - 03	91.2
	: C - 02 (KM: 33+800)	: E - 03	128.2
	: C - 04 (KM: 33+750)	: E - 02	83.9
	: EXP - 01 (KM: 33+850)	: E - 03	1463.0
	: EXP - 02 (KM: 33+800)	: E - 03	199.3
	: EXP - 03 (KM: 33+690)	: E - 03	362.4
	: EXP - 04 (KM: 33+750)	: E - 03	143.2

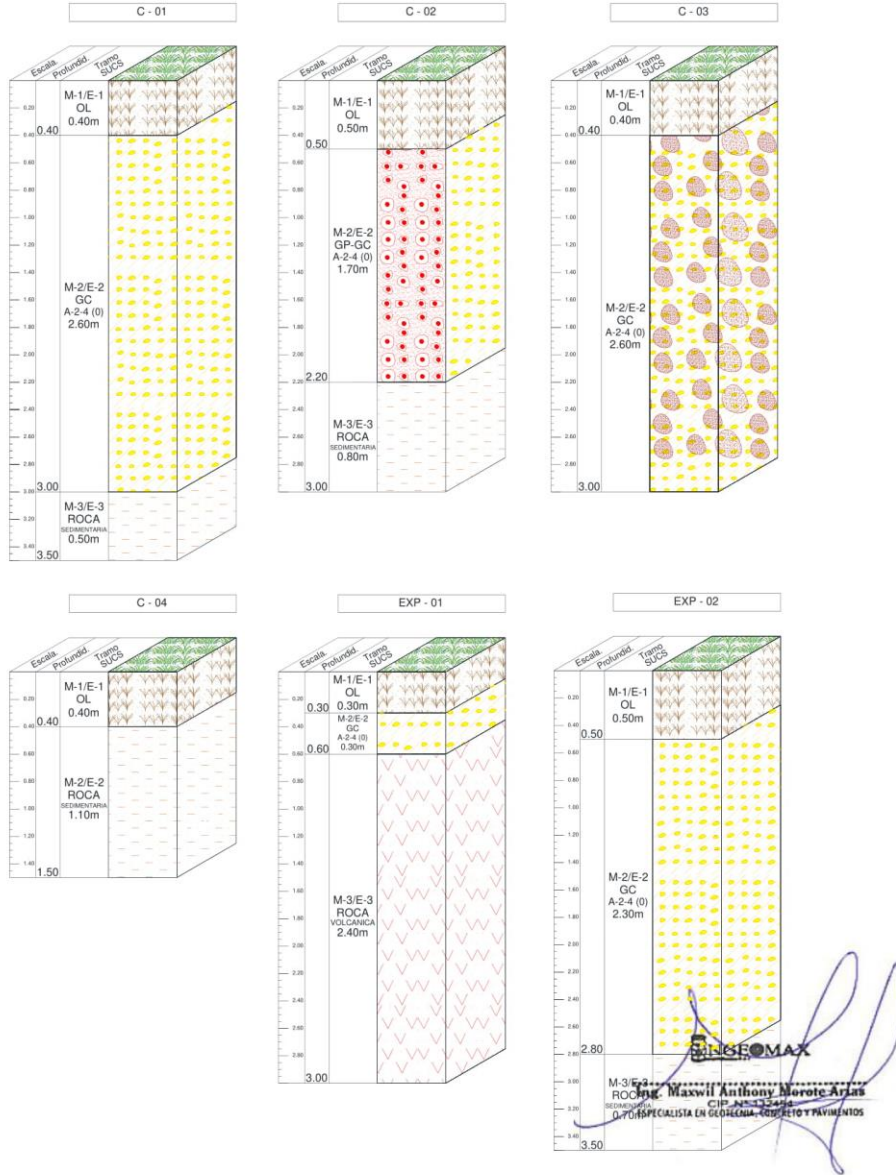
#### 5. DESCRIPCIÓN DEL PERFIL ESTRATIGRÁFICO

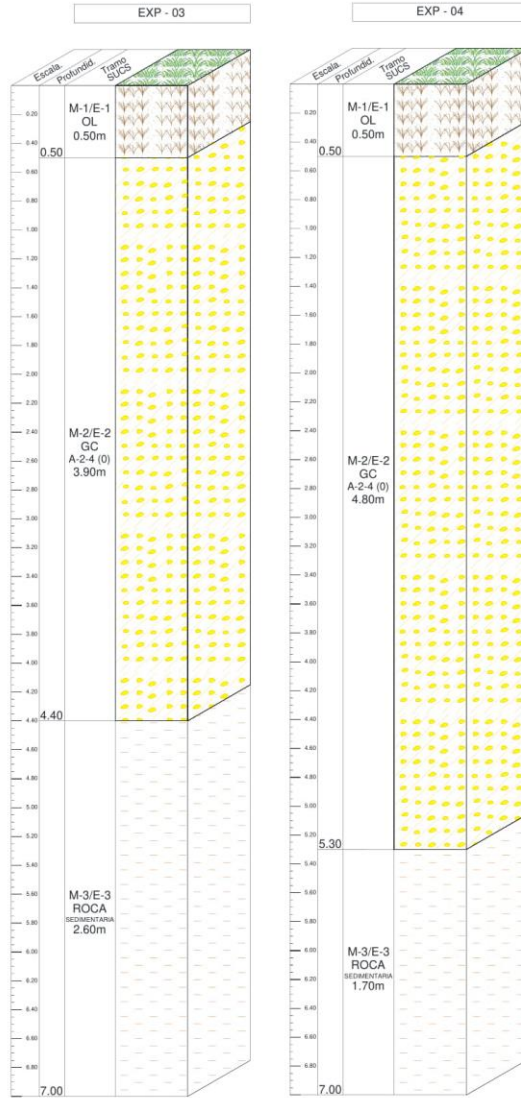
Basándose en las exploraciones de campo y los resultados de los ensayos de laboratorio se ha definido el siguiente perfil estratigráfico del área de estudio, los depósitos encontrados son básicamente depósitos residuales sedimentarios:



**INGEOMAX**  
**Ing. Maxwell Anthony Borote Arias**  
 CIP. No. 12246  
 ESPECIALISTA EN GEOTECNIA - CONCRETO Y PAVIMENTOS

Sector Mayhuaccacca:





  
**INGEOMAX**  
**Ing. Maxwell Anthony Borote Arias**  
 CIP. Nº 12248  
 ESPECIALISTA EN GEOTECNIA - CONCRETO Y PAVIMENTOS

## 6. ANÁLISIS DE LA INFORMACION

### 6.1 Parámetros Geotécnicos para análisis de estabilidad de taludes.

Los parámetros geotécnicos asumidos en base al muestreo realizado en campo y analizado en laboratorio, son los siguientes:

*Cuadro 9: Resumen de parámetros geotécnicos para análisis de estabilidad de taludes.*

SECTOR	CALICATA	ESTRATO	Nombre de Grupo (ASTM 2000) D-2487	Densidad natural (gr/cm3)	Angulo de fricción $\phi$ (°)	Cohesión C' (Kg/cm2)
: MAYHUACCACCA	: C - 01 (KM: 33+850)	: E - 02	GRAVA ARCILLOSA	1.570	28.0	0.02
	: C - 01 (KM: 33+850)	: E - 03	MARGA (ROCA SEDIMENTARIA)	2.650	23.2	0.88
	: C - 02 (KM: 33+800)	: E - 02	GRAVA MAL GRADUADA CON ARCILLA	1.593	29.1	0.01
	: C - 02 (KM: 33+800)	: E - 03	MARGA (ROCA SEDIMENTARIA)	2.670	23.4	0.93
	: C - 03 (KM: 33+700)	: E - 02	GRAVA ARCILLOSA	1.466	28.4	0.02
	: C - 04 (KM: 33+750)	: E - 02	MARGA (ROCA SEDIMENTARIA)	2.650	23.0	0.87
	: EXP - 01 (KM: 33+850)	: E - 03	TRAQUITA (ROCA IGNEA)	2.680	30.0	2.23
	: EXP - 02 (KM: 33+800)	: E - 03	MARGA (ROCA SEDIMENTARIA)	2.530	23.8	1.00
	: EXP - 03 (KM: 33+690)	: E - 03	MARGA (ROCA SEDIMENTARIA)	2.640	24.7	1.17
	: EXP - 04 (KM: 33+750)	: E - 03	MARGA (ROCA SEDIMENTARIA)	2.620	23.5	0.95

SECTOR	CALICATA	ESTRATO	Resistencia a la compresión simple (Kg/cm2)	RMR Taludes	Clase de roca	RMR Cimentaciones	Clase de roca
: MAYHUACCACCA	: C - 01 (KM: 33+850)	: E - 03	91.2	23	MALA	41	MEDIA
	: C - 02 (KM: 33+800)	: E - 03	128.2	25	MALA	43	MEDIA
	: C - 04 (KM: 33+750)	: E - 02	83.9	23	MALA	41	MEDIA
	: EXP - 01 (KM: 33+850)	: E - 03	1463.0	23	MALA	41	MEDIA
	: EXP - 02 (KM: 33+800)	: E - 03	199.3	23	MALA	41	MEDIA
	: EXP - 03 (KM: 33+690)	: E - 03	362.4	25	MALA	43	MEDIA
	: EXP - 04 (KM: 33+750)	: E - 03	143.2	16	MALA	34	MALA

Fuente: Elaboración Propia.



**INGEOMAX**  
S.A.C.

**INGENIERIA GEOTECNICA AL MAXIMO**  
ESPECIALISTAS EN SUELOS, CONCRETO Y  
PAVIMENTOS

La aplicación de estos parámetros se puede apreciar en las láminas EMS-08 en adelante en el anexo I del presente informe.

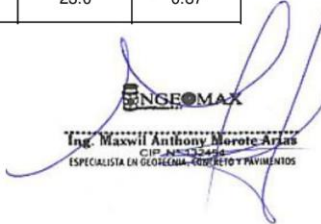
## 6.2 Análisis de datos, estrato de cimentación y profundidad de cimentación

Es necesario conocer el estado inicial del suelo y/o roca, para poder comprender como será su comportamiento ante las diferentes sollicitaciones externas antrópicas y geológicas a la que estará sometida, ya que este será donde se apoyará la estructura a proyectar. Los suelos y rocas en la zona de estudio donde estará apoyada la cimentación de la nueva estructura, están conformados por suelos residuales granulares acompañados con mucha cantidad de finos y rocas del tipo sedimentario.

Los suelos de cimentación en la zona de estudio son de permeabilidad media baja, por lo que para el análisis de la capacidad de carga frente al hundimiento se tendrá en cuenta la condiciones drenadas, se menciona que el análisis de los parámetros efectivos se hizo del estrato más desfavorable encontrados en las calicatas y tajos de exploración, obteniendo como valores de resistencia un Angulo de fricción efectiva obtenida del ensayo de corte directo y resistencia a la compresión simple de las rocas, los cuales serán usados en el cálculo de la capacidad de carga admisible del terreno.

*Cuadro 10: Resumen de los parámetros de resistencia para capacidad de carga.*

CALICATA	ESTRATO	Nombre de Grupo (ASTM 2000) D-2487	Densidad natural (gr/cm <sup>3</sup> )	Angulo de fricción $\phi'$ (°)	Cohesión C' (Kg/cm <sup>2</sup> )
: C - 01 (KM: 33+850)	: E - 02	GRAVA ARCILLOSA	1.570	28.0	0.02
: C - 01 (KM: 33+850)	: E - 03	MARGA (ROCA SEDIMENTARIA)	2.650	23.2	0.88
: C - 04 (KM: 33+750)	: E - 02	MARGA (ROCA SEDIMENTARIA)	2.650	23.0	0.87

  
**INGEOMAX**  
Ing. Maxwell Anthony Morote Arias  
CIP. No. 12248  
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA - CONCRETO Y PAVIMENTOS

CALICATA	ESTRATO	Resistencia a la compresión simple (Kg/cm <sup>2</sup> )	RMR Taludes	Clase de roca	RMR Cimentaciones	Clase de roca
: C - 01 (KM: 33+850)	: E - 02					
: C - 01 (KM: 33+850)	: E - 03	91.2	23	MALA	41	MEDIA
: C - 04 (KM: 33+750)	: E - 02	83.9	23	MALA	41	MEDIA

Fuente: Elaboración Propia.

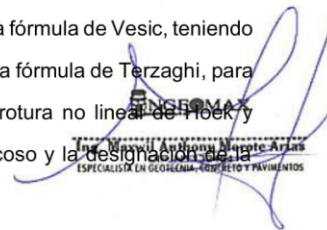
La profundidad mínima de cimentación para muros de suelos reforzado (sector Mayuccacca) será de  $D_f=2.00m$

Estas dimensiones se medirán a partir del nivel del terreno natural cuando el estrato recomendado de cimentación se encuentre a una profundidad menor de la profundidad de desplante recomendado, al igual que cuando se haya realizado algún corte del material del relleno, y será mayor en las zonas donde el estrato de cimentación se encuentre a mayor profundidad, hasta alcanzar el estrato de cimentación recomendada.

Se recomienda la construcción de sistemas de drenaje en el trasdós de los muros a proyectar, para no permitir la saturación del suelo de cimentación.

### 6.3 Cálculo de la Capacidad de carga admisible frente al hundimiento de la cimentación.

Se ha determinado la capacidad admisible de carga del terreno basándose en las características de resistencia del subsuelo. Para el presente estudio haremos los cálculos de capacidad de carga admisible para suelos por la fórmula de Vesic, teniendo en cuenta la compresibilidad del suelo, comparándolo con la fórmula de Terzaghi, para cimentaciones en roca nos basaremos en el criterio de rotura no lineal de Hoek y Brown, teniendo en cuenta la Resistencia del Macizo Rocos y la designación de la Calidad de la Roca.





**INGEOMAX**  
S.A.C.

**INGENIERIA GEOTECNICA AL MAXIMO**  
ESPECIALISTAS EN SUELOS, CONCRETO Y  
PAVIMENTOS

$Q_{adm} = 1.58 \text{ kg/cm}^2$  (muro de suelo reforzado MAYHUACCACCA - suelo)

$Q_{adm} = 2.33 \text{ kg/cm}^2$  (muro de suelo reforzado MAYHUACCACCA - roca)

Las hojas de cálculo se presentan en el Anexo IV, del presente informe.

#### 6.4 Análisis de Asentamientos de la cimentación.

De manera instantánea al aplicar la carga se produce un cierto asentamiento (Si), después del asentamiento instantáneo se produce la disipación de los excesos de presión intersticial generados, es decir el asiento de consolidación primaria (Sc), por último, algunos suelos pueden seguir asentando después de que todo el exceso de presión intersticial se ha disipado.

Este asentamiento se produce a tensión efectiva constante y corresponde por lo tanto a un proceso de fluencia denominándose asentamiento por consolidación secundaria (Ss). Por lo tanto, el asentamiento total (St) será la suma del asentamiento instantáneo, de consolidación primaria y de consolidación secundaria  $St=Si+Sc+Ss$ .

Obviamente en los suelos de alta permeabilidad (granulares) y en los parcialmente saturados el asentamiento debido a la carga se produce de manera prácticamente simultánea a la aplicación de esta por lo que Si y Sc no llegan a diferenciarse. (Vallejo 2004).

Como el suelo de fundación del estudio se encuentra en una condición semi saturado y por presentar suelos básicamente granulares podríamos adoptar el criterio de calcular los asentamientos totales con la formula elástica. Se ha adoptado el criterio de limitar el asentamiento total de la cimentación a un cierto valor para que los asentamientos diferenciales sean tolerables por la estructura, definiendo una carga admisible de trabajo a la menor de las cargas admisibles ya sea por resistencia al corte o por asentamiento.

**INGEOMAX**  
Ing. Maxwell Anthony Morote Arias  
CIP. No. 12246  
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA - CONCRETO Y PAVIMENTOS



Se = 5.05 cm (muro de suelo reforzado MAYHUACCACCA - suelo)

Se = 0.27 cm (muro de suelo reforzado MAYHUACCACCA - roca)

Las hojas de cálculo se presentan en el Anexo IV, del presente informe.

Cabe señalar que para los muros de suelo reforzado debido a que son estructuras que soportan deformaciones mayores que el concreto se está considerando en el presente informe como asentamiento tolerable 2".

#### 6.5 Tipo de Cimentación

De acuerdo a los resultados de la exploración de campo, de los resultados de los ensayos de laboratorio, datos de las cargas proporcionadas por los responsables y de la interpretación de los resultados, el tipo de cimentación será del tipo directa superficial y estará comprendida por zapatas corridas o rectangulares.

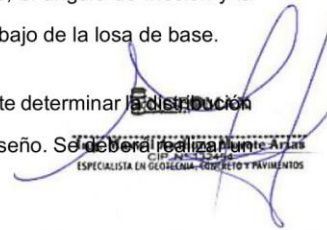
#### 6.6 Muros de contención

Son elementos cuya finalidad es la retención de un elemento sólido o fluido. Estos elementos pueden clasificarse en función a su estructura siendo estos:

- Muros de retención de gravedad.
- Muros de retención de semigravedad.
- Muros de retención en voladizo.
- Muros de retención con contrafuertes.

Para diseñar apropiadamente los muros de retención se debe reconocer los parámetros básicos del suelo, es decir, el peso específico, el ángulo de fricción y la cohesión del suelo retenido detrás del muro y del suelo debajo de la losa de base.

El conocer las propiedades del suelo detrás del muro permite determinar la distribución de la presión lateral que tiene que ser considerada en el diseño. Se deberá realizar un



ESPECIALISTA EN GEOTECNICA - CONCRETO Y PAVIMENTOS

análisis de la estructura y verificar por estabilidad, incluida las posibles fallas por volteo (F.S.V. > 2.0), deslizamiento (F.S.D. > 1.5) y capacidad de carga (F.S.V. > 3.0).

### 6.7 Empujes de tierra

Para el cálculo de empujes de tierra en las paredes de los muros, se considerarán los siguientes parámetros en función a los ensayos realizados al material de préstamo correspondiente a la cantera Km. 27+520:

*Cuadro 11: Parámetros geotécnicos del material préstamo para relleno.*

Ubicación	Estrato	Material	Angulo de fricción Interno (°)	Cohesión (Kg/cm <sup>2</sup> )	Peso Específico (Tn/m <sup>3</sup> )
CANTERA KM.27+520	Relleno de préstamo	SC (Arena Arcillosa con Grava)	33.2	0.04	1.93

*Fuente: Elaboración Propia.*

### 6.70 Drenaje

Se deberá prever el uso de llorones en la pantalla del muro, así como el sistema de drenaje en la parte posterior del muro con el fin de evitar cualquier tipo de saturación del relleno compactado.



INGEOMAX  
Ing. Maxwell Anthony Morote Arias  
CIP. No. 12246  
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA - CONCRETO Y PAVIMENTOS

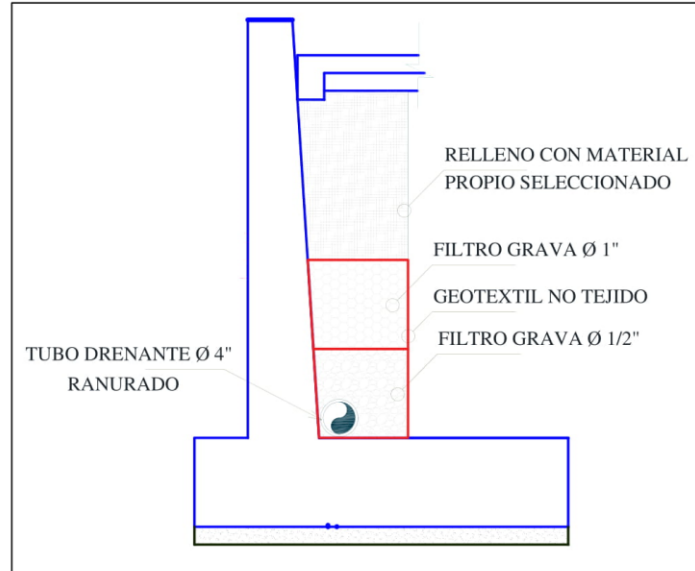


Figura 10: Imagen referencial de sistema de drenaje para muros de contención  
Fuente: Elaboración Propia

## 7. NAPA FREÁTICA.

En la fecha de inspección, en todas las calicatas excavadas, no se encontró la capa freática.

## 8. DE LAS CANTERAS

### 8.1 Para relleno.

La cantera analizada para material de préstamo (Material Granular para relleno), es la cantera de **KM. 27+520** ubicada en las coordenadas UTM WGS84 huso L zona 18 Este = 619293m Norte = 8457908m, que se encuentra a 6.30 Km. aproximadamente del muro de suelo reforzado y a 34.60 Km. de distancia aproximadamente del muro ciclópeo en la zona de estudio, es una cantera aceptable para tal fin.

Ing. Maxwell Anthony Borote Arias  
CIP. No. 12246  
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA - CONCRETO Y PAVIMENTOS

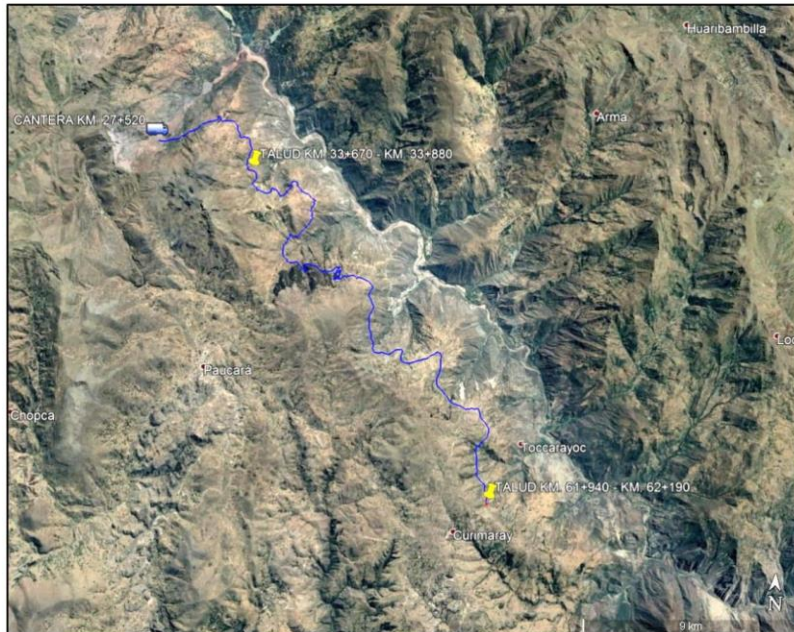


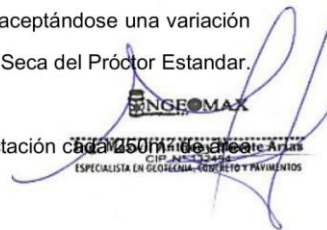
Figura 11: Distancia de la cantera a la zona de estudio.  
Fuente: Google Earth 2017

Para el material de relleno se podrá usar material de la Cantera Km. 27+520 presenta características y propiedades competentes para dicho fin.

Para la producción del material será necesario el zarandeo por la malla de 2" y la combinación general de todo el largo del banco, esto de acuerdo al porcentaje retenido en la malla de 2".

Se deberá compactar los materiales de relleno seleccionados en capas no mayores a los 0.30 cm con los Óptimos Contenidos de Humedades, aceptándose una variación de  $\pm 2.0\%$ , para alcanzar el 100% de la Máxima Densidad Seca del Próctor Estandar. (Grado de Compactación mínimo del 100%).

Se recomienda realizar pruebas de verificación de compactación cada 150m de área compactada.



INGEOMAX  
CIP No. 12466  
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA - CONCRETO Y PAVIMENTOS

## 9. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1.- Se tiene parámetros de resistencia realizados en laboratorio, estos parámetros indican los parámetros de resistencia de los suelos y rocas evaluados para el análisis de estabilidad.

*Cuadro 12: Resumen de parámetros geotécnicos para análisis de estabilidad de taludes.*

SECTOR	CALICATA	ESTRATO	Nombre de Grupo (ASTM 2000) D-2487	Densidad natural (gr/cm3)	Angulo de fricción $\phi$ (°)	Cohesión C' (Kg/cm2)
: MAYHUACCACCA	: C - 01 (KM: 33+850)	: E - 02	GRAVA ARCILLOSA	1.570	28.0	0.02
	: C - 01 (KM: 33+850)	: E - 03	MARGA (ROCA SEDIMENTARIA)	2.650	23.2	0.88
	: C - 02 (KM: 33+800)	: E - 02	GRAVA MAL GRADUADA CON ARCILLA	1.593	29.1	0.01
	: C - 02 (KM: 33+800)	: E - 03	MARGA (ROCA SEDIMENTARIA)	2.670	23.4	0.93
	: C - 03 (KM: 33+700)	: E - 02	GRAVA ARCILLOSA	1.466	28.4	0.02
	: C - 04 (KM: 33+750)	: E - 02	MARGA (ROCA SEDIMENTARIA)	2.650	23.0	0.87
	: EXP - 01 (KM: 33+850)	: E - 03	TRAQUITA (ROCA IGNEA)	2.680	30.0	2.23
	: EXP - 02 (KM: 33+800)	: E - 03	MARGA (ROCA SEDIMENTARIA)	2.530	23.8	1.00
	: EXP - 03 (KM: 33+690)	: E - 03	MARGA (ROCA SEDIMENTARIA)	2.640	24.7	1.17
	: EXP - 04 (KM: 33+750)	: E - 03	MARGA (ROCA SEDIMENTARIA)	2.620	23.5	0.95

SECTOR	CALICATA	ESTRATO	Resistencia a la compresión simple (Kg/cm2)	RMR Taludes	Clase de roca	RMR Cimentaciones	Clase de roca
: MAYHUACCACCA	: C - 01 (KM: 33+850)	: E - 03	91.2	23	MALA	41	MEDIA
	: C - 02 (KM: 33+800)	: E - 03	128.2	25	MALA	43	MEDIA
	: C - 04 (KM: 33+750)	: E - 02	83.9	23	MALA	41	MEDIA
	: EXP - 01 (KM: 33+850)	: E - 03	1463.0	23	MALA	41	MEDIA
	: EXP - 02 (KM: 33+800)	: E - 03	199.3	23	MALA	41	MEDIA
	: EXP - 03 (KM: 33+690)	: E - 03	362.4	25	MALA	43	MEDIA
	: EXP - 04 (KM: 33+750)	: E - 03	143.2	16	MUY MALA	30	MUY MALA

Fuente: Elaboración Propia.



**INGEOMAX**  
S.A.C.

**INGENIERIA GEOTECNICA AL MAXIMO**  
ESPECIALISTAS EN SUELOS, CONCRETO Y  
PAVIMENTOS

La aplicación de estos parámetros se puede apreciar en las láminas EMS-08 en adelante en el anexo I del presente informe.

Se recomienda que el factor de seguridad en condiciones estáticas sea F.S.  $\geq 1.5$  y en condiciones pseudo estáticas sea F.S.  $\geq 1.0$ .

2.- Para el análisis de los parámetros efectivos se hizo del estrato más desfavorable encontrados en las calicatas y tajos de exploración, obteniendo como valores de resistencia un Angulo de fricción efectiva obtenida del ensayo de corte directo y resistencia a la compresión simple de las rocas, los cuales serán usados en el cálculo de la capacidad de carga admisible del terreno.

*Cuadro 13: Resumen de los parámetros de resistencia para capacidad de carga.*

CALICATA	ESTRATO	Nombre de Grupo (ASTM 2000) D-2487	Densidad natural (gr/cm3)	Angulo de fricción $\phi'$ (°)	Cohesión C' (Kg/cm2)
: C - 01 (KM: 33+850)	: E - 02	GRAVA ARCILLOSA	1.570	28.0	0.02
: C - 01 (KM: 33+850)	: E - 03	MARGA (ROCA SEDIMENTARIA)	2.650	23.2	0.88
: C - 04 (KM: 33+750)	: E - 02	MARGA (ROCA SEDIMENTARIA)	2.650	23.0	0.87

CALICATA	ESTRATO	Resistencia a la compresión simple (Kg/cm2)	RMR Taludes	Clase de roca	RMR Cimentaciones	Clase de roca
: C - 01 (KM: 33+850)	: E - 02					
: C - 01 (KM: 33+850)	: E - 03	91.2	23	MALA	41	MEDIA
: C - 04 (KM: 33+750)	: E - 02	83.9	23	MALA	41	MEDIA

*Fuente: Elaboración Propia.*

La profundidad mínima de cimentación para muros de suelos reforzado (sector Mayuccacca) será de  $D_f=2.00m$ , y para muros de concreto ciclópeo. Estas dimensiones se medirán a partir del nivel del terreno natural cuando el estrato

INGEOMAX  
 Ing. Harold Anthony Borjote Arias  
 CIP. No. 12246  
 ESPECIALISTA EN SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS



**INGEOMAX**  
S.A.C

**INGENIERIA GEOTECNICA AL MAXIMO**  
ESPECIALISTAS EN SUELOS, CONCRETO Y  
PAVIMENTOS

recomendado de cimentación se encuentre a una profundidad menor de la profundidad de desplante recomendado, al igual que cuando se haya realizado algún corte del material del relleno, y será mayor en las zonas donde el estrato de cimentación se encuentre a mayor profundidad, hasta alcanzar el estrato de cimentación recomendada.

3.- La cimentación de las estructuras a proyectar (muros de contención) serán dimensionados de tal forma que apliquen al terreno una carga teniendo en cuenta una Capacidad de Carga admisible de trabajo no mayor de:

**Qadm = 1.58 kg/cm<sup>2</sup> (muro de suelo reforzado MAYHUACCACCA - suelo)**

**Qadm = 2.33 kg/cm<sup>2</sup> (muro de suelo reforzado MAYHUACCACCA - roca)**

Las hojas de cálculo se presentan en el Anexo IV, del presente informe.

Se recomienda la construcción de sistemas de drenaje en el trasdós de los muros a proyectar, para no permitir la saturación del suelo de cimentación.

4.- Los Parámetros Geotécnicos recomendados para el análisis sísmico son:

*Cuadro 14: Parámetros sísmicos del suelo.*

DESCRIPCION		VALORES
Factores de zona	Zona 2	Z=0.25 g
Perfil tipo de suelo	Suelos Intermedios S2	S=1.20
	Periodo que define la plataforma del factor de amplificación sísmica	T <sub>p</sub> =0.60seg
	Periodo que define el inicio de la zona del factor de amplificación sísmica	T <sub>i</sub> =2.00seg

*Fuente: Elaboración propia*

**INGEOMAX**  
Ing. Maxwell Anthony Morote Arias  
CIP. No. 12246  
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA-CONCRETO Y PAVIMENTOS



**INGEOMAX**  
S.A.C.

**INGENIERIA GEOTECNICA AL MAXIMO**  
ESPECIALISTAS EN SUELOS, CONCRETO Y  
PAVIMENTOS

5.- Se usará material de filtro donde se crea conveniente para lo cual se podrá usar los Husos Granulométricos analizados en los anexos de análisis según el suelo existente y a proteger.

6.- Si al efectuar la excavación para los cimientos hasta las profundidades de cimentación mínimas recomendadas no se satisface este requisito, deberá profundizarse la cimentación hasta cumplirlo y vaciar en la altura de sobre excavación efectuada con un falso cimiento de concreto pobre ciclópeo.

Asimismo, si al nivel de cimentación se encuentra un bolsón de suelos de relleno deberá profundizarse la cimentación hasta sobrepasarlo y vaciar en la altura de sobre excavación efectuada, un falso cimiento de concreto pobre ciclópeo.

Por último, en los casos en que en el emplazamiento de un cimiento haya sido efectuada una excavación hasta una profundidad mayor que la profundidad considerada para la cimentación (calicata por ej.), deberá rellenarse a la altura de sobre excavación efectuada con concreto pobre ciclópeo.

7.- Para el material de relleno de los muros se podrá tomar en cuenta la **cantera KM. 27+520** ubicada en las coordenadas UTM WGS84 huso L zona 18 Este = 619293m Norte = 8457908m, que se encuentra a 6.30 Km. aproximadamente del muro de suelo reforzado y a 34.60 Km. de distancia aproximadamente del muro ciclópeo en la zona de estudio, es una cantera aceptable para tal fin.

8.- Las conclusiones y recomendaciones incluidas en este informe, así como la descripción generalizada del perfil del suelo que presenta, están basados en el programa de exploración de campo descrito en la sección respectiva. De acuerdo a la práctica usual de la Ingeniería de Suelos, dicho programa se considera adecuado para el terreno estudiado, su extensión y el tipo de estructura de la que se trata.

INGEOMAX  
Ing. Maswell Anthony Morote Arias  
CIP. No. 12246  
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA - CONCRETO Y PAVIMENTOS





INGENIERIA GEOTECNICA AL MAXIMO  
ESPECIALISTAS EN SUELOS, CONCRETO Y  
PAVIMENTOS


Sin embargo, por la naturaleza misma de los suelos encontrados, en los que siendo necesario generalizar la información obtenida en algunos sondeos a toda el área del proyecto, no siempre es posible tener seguridad total acerca de la información obtenida.

Por lo tanto, se recomienda, que en el caso poco probable que durante la construcción se observan suelos con características diferentes a las indicadas en este informe, se notifique de inmediato al Consultor para efectuar las recomendaciones necesarias.

Los resultados del presente estudio, solo son válidos para la zona de estudio investigada.

#### 10. REFERENCIAS

1. - Alva Hurtado J.E. (2012), "Diseño de Cimentaciones" – 2da Edición, ICG Lima.
2. - Alva Hurtado J., Meneses J. y Guzmán V. (1984), "Mapa de Distribución de Máximas Intensidades Sísmicas Observadas en el Perú".
3. - Lambe T.W. y Whitman R.V. (1969), "Soil Mechanics", John Wiley, New York.
4. - Terzaghi K. y Peck R.B. (1967), "Soil Mechanics in Engineering Practice", John Wiley, New York.
5. - Norma de Suelos y Cimentaciones E-050 (2006), Reglamento Nacional de Edificaciones.
6. - Norma Sismo – Resistente E-030 (2016), Reglamento Nacional de Edificaciones.
7. - Braja M. Das (2006) "Principios de Ingeniería de Cimentaciones" - Séptima Edición.



INGEOMAX  
Ing. Maxwell Anthony Morote Arias  
CIP. 48532466  
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA - CONCRETO Y PAVIMENTOS



INGENIERIA GEOTECNICA AL MAXIMO  
ESPECIALISTAS EN SUELOS, CONCRETO Y  
PAVIMENTOS

**ANEXO I  
FIGURAS**



  
Ing. Maxwell Anthony Borote Arias  
CIP. 141133446  
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA, CONCRETO Y PAVIMENTOS



INGENIERIA GEOTECNICA AL MAXIMO  
ESPECIALISTAS EN SUELOS, CONCRETO Y  
PAVIMENTOS

**ANEXO II  
REGISTRO DE  
EXPLORACION**



  
Ing. Maxwell Anthony Borote Arias  
CIP. 140033446  
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA, CONCRETO Y PAVIMENTOS

Proyecto : "Propuesta de estabilización de talud incorporando el sistema Terramesh en la zona Mayhuaccacca Huancavelica 2021" Solicitante : AYERTON GERMAN SIERRALTA ENRIQUE Calicata : C - 01 (KM. 33+850) Ubicación : DATUM WGS84 HUSO 18 ZONA L E=537645m N=8600373m Fecha : FEBRERO DE 2021	Región : HUANCAVELICA Provincia : ACOBAMBA Distrito : ANDABAMBA Lugar : MAYHUACCACCA
---	---

	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%;"><b>DESCRIPCION:</b></td> <td style="width: 50%;"><b>PROFUNDIDAD:</b> 3.50m</td> </tr> <tr> <td colspan="2">De 0.00m a 0.40m Terreno de cobertura conformado por suelos orgánicos de color negrozco, con presencia de bastante arena, pequeña cantidad de grava y mucha cantidad de arcillas orgánicas, material suelto, estrato que se deberá de sobrepasar si se desea plantear algún desplante de cimentación.</td> </tr> <tr> <td colspan="2">De 0.40m a 3.00m, epósitos residuales, terreno de color beige oscuro, conformados por una Grava Arcillosa que se clasifica en el sistema unificado de clasificación de suelos SUCS como un GC y el sistema de Clasificación del AASHTO como un A-2-4 (0), presenta bastante cantidad de Grava (77.34%), de poca a pequeña cantidad de arena (10.35%) y de poca a pequeña cantidad de finos (12.31%), la fracción que pasa la malla N° 40 es de plasticidad media (límite líquido de 28.99%, Índice plástico 8.67%; lo que indica que la fracción fina es arcillosa), húmedo sin presencia visible de agua, con una cementación nula y cohesión media, la consistencia en el momento de auscultación es casi firme (LP&lt;w).</td> </tr> <tr> <td colspan="2">De 3.00m a 3.50m, Depósitos sedimentarios de color marron claro, conformados por una Roca Sedimentaria conocida como MARGA, con algunos componentes visibles como calcitas, arcillas y óxidos, con tamaño de grano de 1mm, textura de grano fino, con un grado de cohesión muy bajo, grado de dureza medianamente duro, grado de resistencia moderadamente debil (Gc=91.22 Kg/cm2), densidad de 2.65 gr/cm3, con una resistencia del macizo rocoso RMR para taludes de 23 (roca de clase IV - mala) y para cimentaciones de 41 (roca de clase III - media), húmedo sin presencia visible de agua, con una cementación media alta, la compactación en el momento de auscultación es firme, el terreno se podría considerar de estructura homogénea, tiene una resistencia a la excavación manual alta cuando esta húmedo, de talud vertical con un grado de estabilidad de paredes estable.</td> </tr> <tr> <td colspan="2"><b>NOTA:</b> La altura de los diferentes estratos , fueron proporcionados por el solicitante.</td> </tr> <tr> <td colspan="2"><b>NIVEL FREATICO:</b> No se encontró hasta la altura de excavación realizada.</td> </tr> </table>	<b>DESCRIPCION:</b>	<b>PROFUNDIDAD:</b> 3.50m	De 0.00m a 0.40m Terreno de cobertura conformado por suelos orgánicos de color negrozco, con presencia de bastante arena, pequeña cantidad de grava y mucha cantidad de arcillas orgánicas, material suelto, estrato que se deberá de sobrepasar si se desea plantear algún desplante de cimentación.		De 0.40m a 3.00m, epósitos residuales, terreno de color beige oscuro, conformados por una Grava Arcillosa que se clasifica en el sistema unificado de clasificación de suelos SUCS como un GC y el sistema de Clasificación del AASHTO como un A-2-4 (0), presenta bastante cantidad de Grava (77.34%), de poca a pequeña cantidad de arena (10.35%) y de poca a pequeña cantidad de finos (12.31%), la fracción que pasa la malla N° 40 es de plasticidad media (límite líquido de 28.99%, Índice plástico 8.67%; lo que indica que la fracción fina es arcillosa), húmedo sin presencia visible de agua, con una cementación nula y cohesión media, la consistencia en el momento de auscultación es casi firme (LP<w).		De 3.00m a 3.50m, Depósitos sedimentarios de color marron claro, conformados por una Roca Sedimentaria conocida como MARGA, con algunos componentes visibles como calcitas, arcillas y óxidos, con tamaño de grano de 1mm, textura de grano fino, con un grado de cohesión muy bajo, grado de dureza medianamente duro, grado de resistencia moderadamente debil (Gc=91.22 Kg/cm2), densidad de 2.65 gr/cm3, con una resistencia del macizo rocoso RMR para taludes de 23 (roca de clase IV - mala) y para cimentaciones de 41 (roca de clase III - media), húmedo sin presencia visible de agua, con una cementación media alta, la compactación en el momento de auscultación es firme, el terreno se podría considerar de estructura homogénea, tiene una resistencia a la excavación manual alta cuando esta húmedo, de talud vertical con un grado de estabilidad de paredes estable.		<b>NOTA:</b> La altura de los diferentes estratos , fueron proporcionados por el solicitante.		<b>NIVEL FREATICO:</b> No se encontró hasta la altura de excavación realizada.		
<b>DESCRIPCION:</b>	<b>PROFUNDIDAD:</b> 3.50m													
De 0.00m a 0.40m Terreno de cobertura conformado por suelos orgánicos de color negrozco, con presencia de bastante arena, pequeña cantidad de grava y mucha cantidad de arcillas orgánicas, material suelto, estrato que se deberá de sobrepasar si se desea plantear algún desplante de cimentación.														
De 0.40m a 3.00m, epósitos residuales, terreno de color beige oscuro, conformados por una Grava Arcillosa que se clasifica en el sistema unificado de clasificación de suelos SUCS como un GC y el sistema de Clasificación del AASHTO como un A-2-4 (0), presenta bastante cantidad de Grava (77.34%), de poca a pequeña cantidad de arena (10.35%) y de poca a pequeña cantidad de finos (12.31%), la fracción que pasa la malla N° 40 es de plasticidad media (límite líquido de 28.99%, Índice plástico 8.67%; lo que indica que la fracción fina es arcillosa), húmedo sin presencia visible de agua, con una cementación nula y cohesión media, la consistencia en el momento de auscultación es casi firme (LP<w).														
De 3.00m a 3.50m, Depósitos sedimentarios de color marron claro, conformados por una Roca Sedimentaria conocida como MARGA, con algunos componentes visibles como calcitas, arcillas y óxidos, con tamaño de grano de 1mm, textura de grano fino, con un grado de cohesión muy bajo, grado de dureza medianamente duro, grado de resistencia moderadamente debil (Gc=91.22 Kg/cm2), densidad de 2.65 gr/cm3, con una resistencia del macizo rocoso RMR para taludes de 23 (roca de clase IV - mala) y para cimentaciones de 41 (roca de clase III - media), húmedo sin presencia visible de agua, con una cementación media alta, la compactación en el momento de auscultación es firme, el terreno se podría considerar de estructura homogénea, tiene una resistencia a la excavación manual alta cuando esta húmedo, de talud vertical con un grado de estabilidad de paredes estable.														
<b>NOTA:</b> La altura de los diferentes estratos , fueron proporcionados por el solicitante.														
<b>NIVEL FREATICO:</b> No se encontró hasta la altura de excavación realizada.														

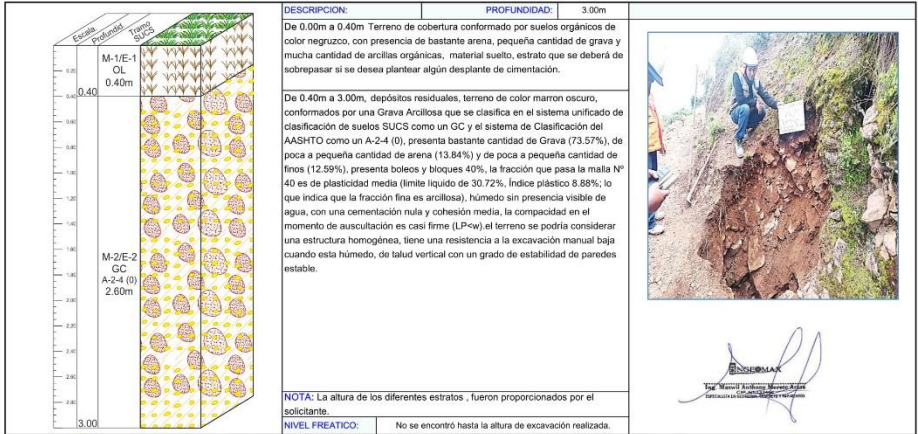
DIRECCION .JR. CERO ALLEGRIA N° 416 - JESUS NAZARENO - Arequipa, CEL. 99929410. EMAIL: ingeomax@ingemotmax.com, coheca@ingemotmax.com

Proyecto : "Propuesta de estabilización de talud incorporando el sistema Terramesh en la zona Mayhuaccacca Huancavelica 2021" Solicitante : AYERTON GERMAN SIERRALTA ENRIQUE Calicata : C - 02 (KM. 33+800) Ubicación : DATUM WGS84 HUSO 18 ZONA L E=537605m N=8600401m Fecha : FEBRERO DE 2021	Región : HUANCAVELICA Provincia : ACOBAMBA Distrito : ANDABAMBA Lugar : MAYHUACCACCA
---	---

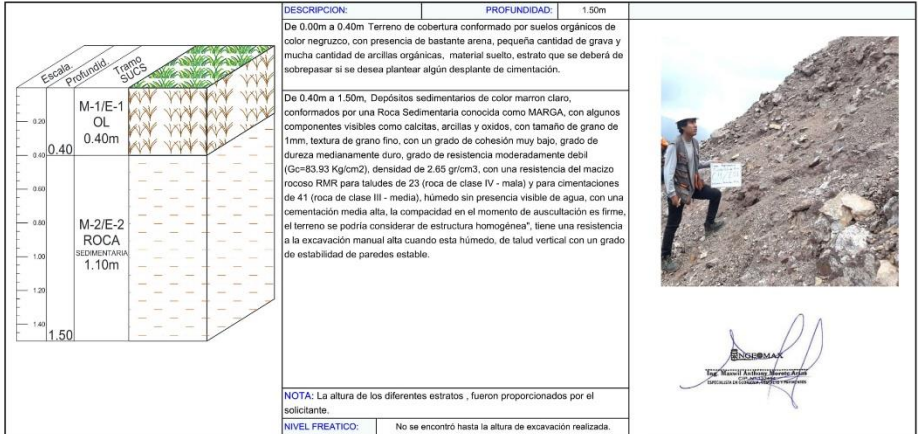
	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%;"><b>DESCRIPCION:</b></td> <td style="width: 50%;"><b>PROFUNDIDAD:</b> 3.00m</td> </tr> <tr> <td colspan="2">De 0.00m a 0.50m Terreno de cobertura conformado por suelos orgánicos de color negrozco, con presencia de bastante arena, pequeña cantidad de grava y mucha cantidad de arcillas orgánicas, material suelto, estrato que se deberá de sobrepasar si se desea plantear algún desplante de cimentación.</td> </tr> <tr> <td colspan="2">De 0.50m a 2.20m, depósitos residuales, terreno de color plomo oscuro, conformados por una Grava Mal Graduada con Arcilla que se clasifica en el sistema unificado de clasificación de suelos SUCS como un GC-GP y el sistema de Clasificación del AASHTO como un A-2-4 (0), presenta bastante cantidad de Grava (79.46%), de poca a pequeña cantidad de arena (10.23%) y de poca a pequeña cantidad de finos (10.31%), la fracción que pasa la malla N° 40 es de plasticidad media (límite líquido de 25.01%, Índice plástico 7.42%; lo que indica que la fracción fina es arcillosa), húmedo sin presencia visible de agua, con una cementación nula y cohesión media, la compactación en el momento de auscultación es casi firme (LP&lt;w).</td> </tr> <tr> <td colspan="2">De 2.20m a 3.00m, Depósitos sedimentarios de color marron claro, conformados por una Roca Sedimentaria conocida como MARGA, con algunos componentes visibles como calcita, arcilla y óxidos, con tamaño de grano de 1mm, textura de grano fino, con un grado de cohesión muy bajo, grado de dureza medianamente resistente, grado de resistencia moderadamente resistente (Gc=128.26 Kg/cm2), densidad de 1.178 gr/cm3, con una resistencia del macizo rocoso RMR para taludes de 25 (roca de clase IV - mala) y para cimentaciones de 43 (roca de clase III - media), húmedo sin presencia visible de agua, con una cementación media alta, la compactación en el momento de auscultación es firme, el terreno se podría considerar de estructura homogénea, tiene una resistencia a la excavación manual alta cuando esta húmedo, de talud vertical con un grado de estabilidad de paredes estable.</td> </tr> <tr> <td colspan="2"><b>NOTA:</b> La altura de los diferentes estratos , fueron proporcionados por el solicitante.</td> </tr> <tr> <td colspan="2"><b>NIVEL FREATICO:</b> No se encontró hasta la altura de excavación realizada.</td> </tr> </table>	<b>DESCRIPCION:</b>	<b>PROFUNDIDAD:</b> 3.00m	De 0.00m a 0.50m Terreno de cobertura conformado por suelos orgánicos de color negrozco, con presencia de bastante arena, pequeña cantidad de grava y mucha cantidad de arcillas orgánicas, material suelto, estrato que se deberá de sobrepasar si se desea plantear algún desplante de cimentación.		De 0.50m a 2.20m, depósitos residuales, terreno de color plomo oscuro, conformados por una Grava Mal Graduada con Arcilla que se clasifica en el sistema unificado de clasificación de suelos SUCS como un GC-GP y el sistema de Clasificación del AASHTO como un A-2-4 (0), presenta bastante cantidad de Grava (79.46%), de poca a pequeña cantidad de arena (10.23%) y de poca a pequeña cantidad de finos (10.31%), la fracción que pasa la malla N° 40 es de plasticidad media (límite líquido de 25.01%, Índice plástico 7.42%; lo que indica que la fracción fina es arcillosa), húmedo sin presencia visible de agua, con una cementación nula y cohesión media, la compactación en el momento de auscultación es casi firme (LP<w).		De 2.20m a 3.00m, Depósitos sedimentarios de color marron claro, conformados por una Roca Sedimentaria conocida como MARGA, con algunos componentes visibles como calcita, arcilla y óxidos, con tamaño de grano de 1mm, textura de grano fino, con un grado de cohesión muy bajo, grado de dureza medianamente resistente, grado de resistencia moderadamente resistente (Gc=128.26 Kg/cm2), densidad de 1.178 gr/cm3, con una resistencia del macizo rocoso RMR para taludes de 25 (roca de clase IV - mala) y para cimentaciones de 43 (roca de clase III - media), húmedo sin presencia visible de agua, con una cementación media alta, la compactación en el momento de auscultación es firme, el terreno se podría considerar de estructura homogénea, tiene una resistencia a la excavación manual alta cuando esta húmedo, de talud vertical con un grado de estabilidad de paredes estable.		<b>NOTA:</b> La altura de los diferentes estratos , fueron proporcionados por el solicitante.		<b>NIVEL FREATICO:</b> No se encontró hasta la altura de excavación realizada.		
<b>DESCRIPCION:</b>	<b>PROFUNDIDAD:</b> 3.00m													
De 0.00m a 0.50m Terreno de cobertura conformado por suelos orgánicos de color negrozco, con presencia de bastante arena, pequeña cantidad de grava y mucha cantidad de arcillas orgánicas, material suelto, estrato que se deberá de sobrepasar si se desea plantear algún desplante de cimentación.														
De 0.50m a 2.20m, depósitos residuales, terreno de color plomo oscuro, conformados por una Grava Mal Graduada con Arcilla que se clasifica en el sistema unificado de clasificación de suelos SUCS como un GC-GP y el sistema de Clasificación del AASHTO como un A-2-4 (0), presenta bastante cantidad de Grava (79.46%), de poca a pequeña cantidad de arena (10.23%) y de poca a pequeña cantidad de finos (10.31%), la fracción que pasa la malla N° 40 es de plasticidad media (límite líquido de 25.01%, Índice plástico 7.42%; lo que indica que la fracción fina es arcillosa), húmedo sin presencia visible de agua, con una cementación nula y cohesión media, la compactación en el momento de auscultación es casi firme (LP<w).														
De 2.20m a 3.00m, Depósitos sedimentarios de color marron claro, conformados por una Roca Sedimentaria conocida como MARGA, con algunos componentes visibles como calcita, arcilla y óxidos, con tamaño de grano de 1mm, textura de grano fino, con un grado de cohesión muy bajo, grado de dureza medianamente resistente, grado de resistencia moderadamente resistente (Gc=128.26 Kg/cm2), densidad de 1.178 gr/cm3, con una resistencia del macizo rocoso RMR para taludes de 25 (roca de clase IV - mala) y para cimentaciones de 43 (roca de clase III - media), húmedo sin presencia visible de agua, con una cementación media alta, la compactación en el momento de auscultación es firme, el terreno se podría considerar de estructura homogénea, tiene una resistencia a la excavación manual alta cuando esta húmedo, de talud vertical con un grado de estabilidad de paredes estable.														
<b>NOTA:</b> La altura de los diferentes estratos , fueron proporcionados por el solicitante.														
<b>NIVEL FREATICO:</b> No se encontró hasta la altura de excavación realizada.														

DIRECCION .JR. CERO ALLEGRIA N° 416 - JESUS NAZARENO - Arequipa, CEL. 99929410. EMAIL: ingeomax@ingemotmax.com, coheca@ingemotmax.com

Proyecto : "Propuesta de estabilización de talud incorporando el sistema Terramesh en la zona Mayhuaccacca Huancavelica 2021"	Región : HUANCAVELICA
Solicitante : AYERTON GERMAN SIERRALTA ENRIQUE	Provincia : ACOBAMBA
Calicata : C - 03 (KM: 33+700)	Distrito : ANDABAMBA
Ubicación : DATUM WGS84 HUSO 18 ZONA L E=537500m N=8600320m	Lugar : MAYHUACCACCA
Fecha : FEBRERO DE 2021	



Proyecto : "Propuesta de estabilización de talud incorporando el sistema Terramesh en la zona Mayhuaccacca Huancavelica 2021"	Región : HUANCAVELICA
Solicitante : AYERTON GERMAN SIERRALTA ENRIQUE	Provincia : ACOBAMBA
Calicata : C - 04 (KM: 33+750)	Distrito : ANDABAMBA
Ubicación : DATUM WGS84 HUSO 18 ZONA L E=537543m N=8600396m	Lugar : MAYHUACCACCA
Fecha : FEBRERO DE 2021	





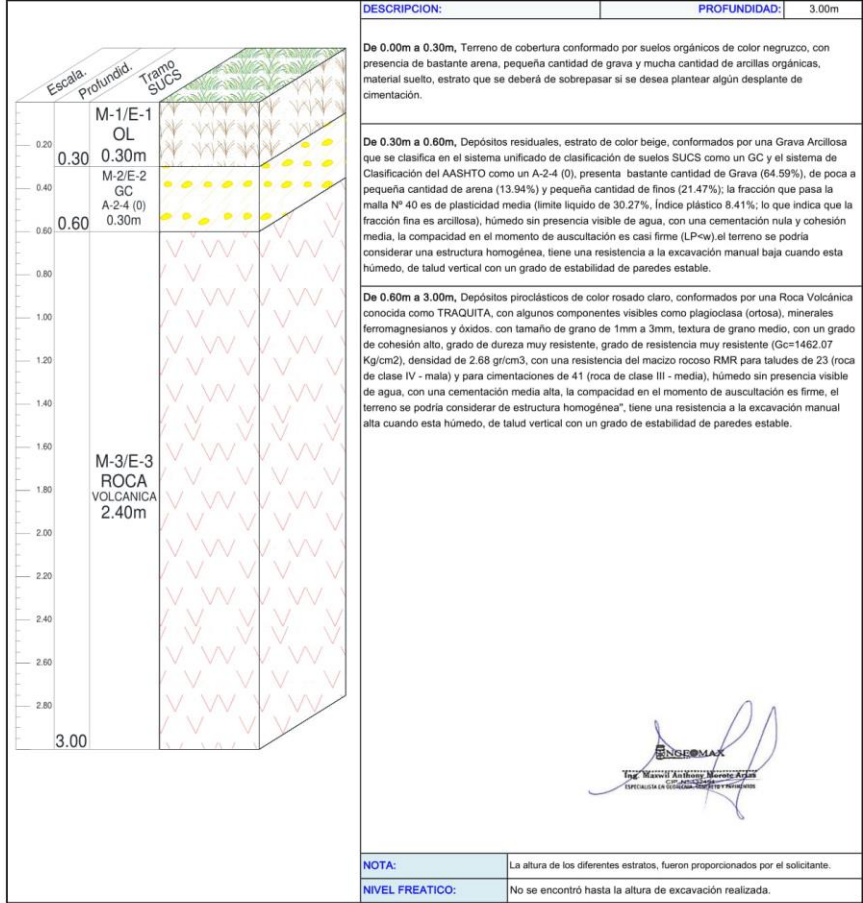
**INGENIERIA GEOTECNICA AL MAXIMO**  
**ESPECIALISTAS EN SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS**

**DESCRIPCION E IDENTIFICACION DE SUELOS**  
 (VISUAL - MANUAL)

NORMA ASTM D-2488, NTP 339-150

Proyecto : "Propuesta de estabilización de talud incorporando el sistema Terramesh en la zona Mayhuaccacca Huancavelica 2021"

Solicitante : AYERTON GERMAN SIERRALTA ENRIQUE	Región : HUANCAVELICA
Calicata : EXP - 01 (KM: 33+850)	Provincia : ACOBAMBA
Ubicación : DATUM WGS84 HUSO 18 ZONA L E=537633m N=8600353m	Distrito : ANDABAMBA
Fecha : FEBRERO DE 2021	Lugar : MAYHUACCACCA



**NOTA:** La altura de los diferentes estratos, fueron proporcionados por el solicitante.  
**NIVEL FREATICO:** No se encontró hasta la altura de excavación realizada.

**FOTO DE CAMPO:**



**DESCRIPCION E IDENTIFICACION DE SUELOS**  
(VISUAL - MANUAL)

NORMA ASTM D-2488, NTP 339.150

Proyecto : "Propuesta de estabilización de talud incorporando el sistema Terramesh en la zona Mayhuaccacca Huancavelica 2021"

Solicitante : AYERTON GERMAN SIERRALTA ENRIQUE

Región : HUANCVELICA

Calicata : EXP- 02 (KM. 33+800)

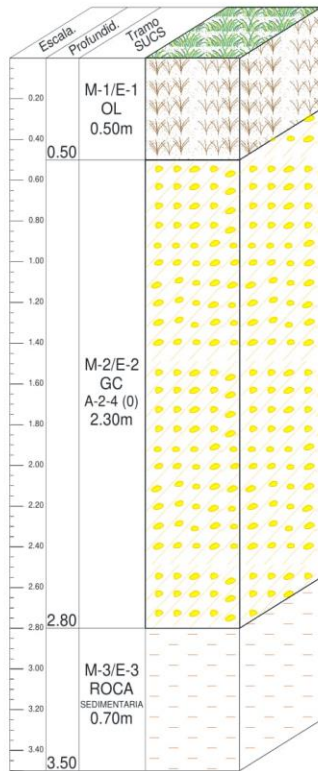
Provincia : ACOBAMBA

Ubicación : DATUM WGS84 HUSO 18 ZONA L E=537583m N=8600336m

Distrito : ANDABAMBA

Fecha : FEBRERO DE 2021

Lugar : MAYHUACCACCA



DESCRIPCION: PROFUNDIDAD: 3.50m

De 0.00m a 0.50m, Terreno de cobertura conformado por suelos orgánicos de color negrozco, con presencia de bastante arena, pequeña cantidad de grava y mucha cantidad de arcillas orgánicas, material suelto, estrato que se deberá de sobrepasar si se desea plantear algún despiante de cimentación.

De 0.50m a 2.80m, Depósitos residuales, estrato de color beige, conformados por una Grava Arcillosa que se clasifica en el sistema unificado de clasificación de suelos SUCS como un GC y el sistema de Clasificación del AASHTO como un A-2-4 (0), presenta bastante cantidad de Grava (72.87%), de poca a pequeña cantidad de arena (11.58%) y pequeña cantidad de finos (15.55%); la fracción que pasa la malla N° 40 es de plasticidad media (límite líquido de 29.79%, Índice plástico 8.80%; lo que indica que la fracción fina es arcillosa), húmedo sin presencia visible de agua, con una cementación nula y cohesión media, la compactación en el momento de auscultación es casi firme (LP+w) el terreno se podría considerar una estructura homogénea, tiene una resistencia a la excavación manual baja cuando esta húmedo, de talud vertical con un grado de estabilidad de paredes estable.

De 2.80m a 3.50m, Depósitos sedimentarios de color marrón claro, conformados por una Roca Sedimentaria conocida como MARGA, con algunos componentes visibles como calcita, arcillas y óxidos, con tamaño de grano de 1mm, textura de grano fino, con un grado de cohesión muy bajo, grado de dureza moderadamente resistente, grado de resistencia débil (Gc=199.32 Kg/cm<sup>2</sup>), densidad de 2.53 gr/cm<sup>3</sup>, con una resistencia del macizo rocoso RMR para taludes de 23 (roca de clase IV - mala) y para cimentaciones de 41 (roca de clase III - media), húmedo sin presencia visible de agua, con una cementación media alta, la compactación en el momento de auscultación es firme, el terreno se podría considerar de estructura homogénea, tiene una resistencia a la excavación manual alta cuando esta húmedo, de talud vertical con un grado de estabilidad de paredes estable.



NOTA: La altura de los diferentes estratos, fueron proporcionados por el solicitante.

NIVEL FREATICO: No se encontró hasta la altura de excavación realizada.

**FOTO DE CAMPO:**





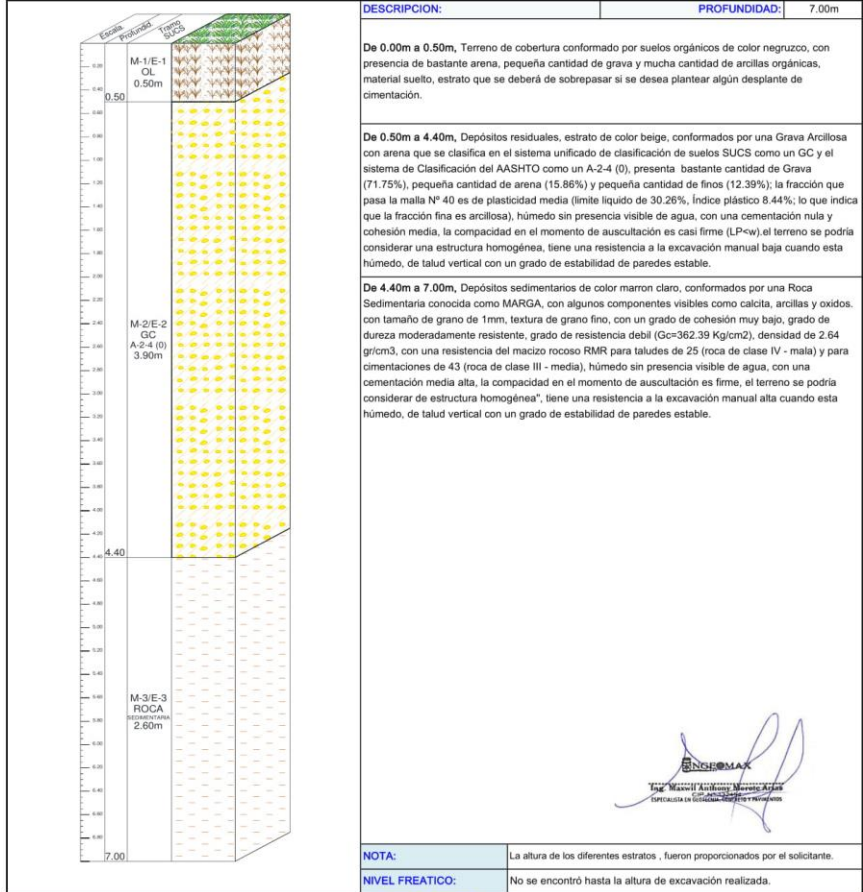
**INGENIERIA GEOTECNICA AL MAXIMO**  
**ESPECIALISTAS EN SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS**

**DESCRIPCION E IDENTIFICACION DE SUELOS**  
 (VISUAL - MANUAL)

NORMA ASTM D-2488, NTP 339.150

Proyecto : "Propuesta de estabilización de talud incorporando el sistema Terramesh en la zona Mayhuaccacca Huancavelica 2021"

Solicitante : AYERTON GERMAN SIERRALTA ENRIQUE	Región : HUANCAVELICA
Calicata : EXP - 03 (KM: 33+690)	Provincia : ACOBAMBA
Ubicación : DATUM WGS84 HUSO 18 ZONA L E=537489m N=8600381m	Distrito : ANDABAMBA
Fecha : FEBRERO DE 2021	Lugar : MAYHUACCACCA



**FOTO DE CAMPO:**



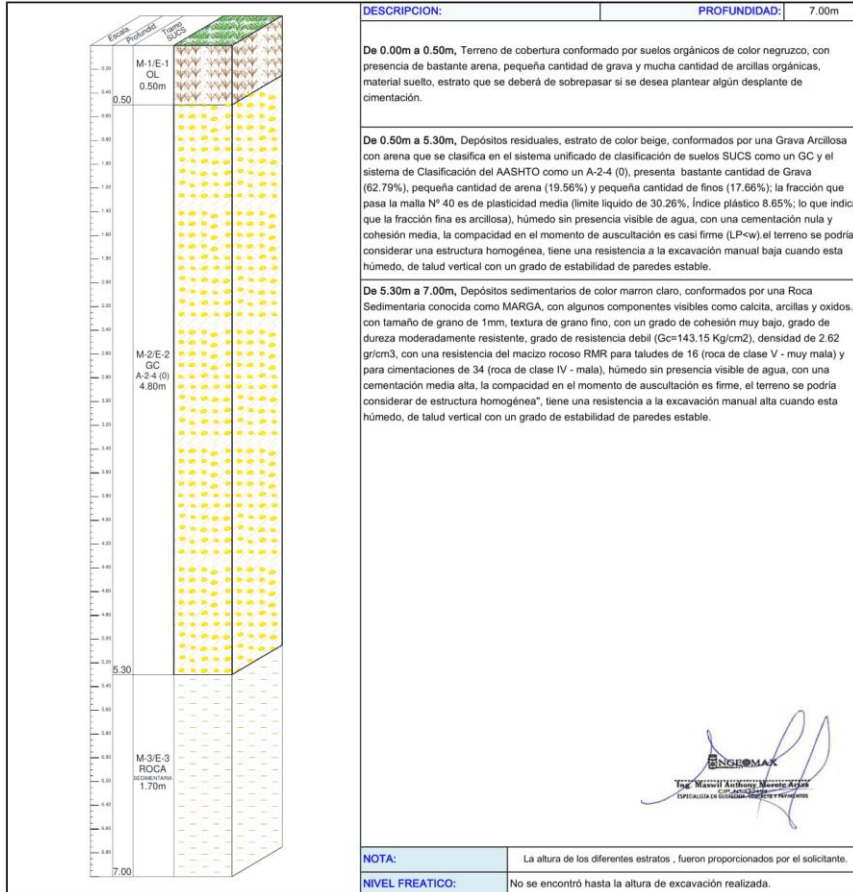


**DESCRIPCION E IDENTIFICACION DE SUELOS**  
(VISUAL - MANUAL)

NORMA ASTM D-2488, NTP 339.150

Proyecto : "Propuesta de estabilización de talud incorporando el sistema Terramesh en la zona Mayhuaccacca Huancavelica 2021"

Solicitante : AYERTON GERMAN SIERRALTA ENRIQUE	Región : HUANCAVELICA
Calicata : EXP - 04 (KM: 33+750)	Provincia : ACOBAMBA
Ubicación : DATUM WGS84 HUSO 18 ZONA L E=537551m N=8600325m	Distrito : ANDABAMBA
Fecha : FEBRERO DE 2021	Lugar : MAYHUACCACCA



**FOTO DE CAMPO:**





INGENIERIA GEOTECNICA AL MAXIMO  
ESPECIALISTAS EN SUELOS, CONCRETO Y  
PAVIMENTOS

**ANEXO III  
LABORATORIO**



**INGEOMAX**  
Ing. Maxwell Anthony Borote Arias  
CIP. 140033449  
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA, CONCRETO Y PAVIMENTOS

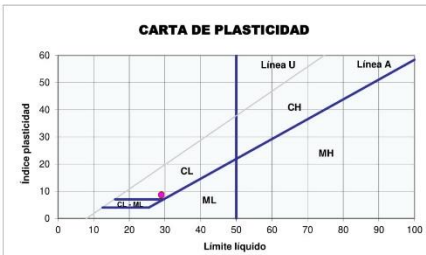
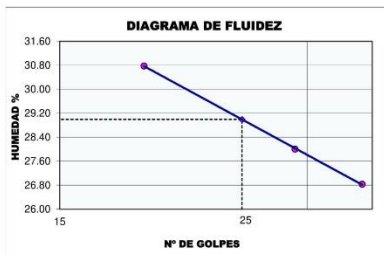


INGENIERIA GEOTECNICA AL MAXIMO  
ESPECIALISTAS EN SUELOS, GEODISEÑO Y PAVIMENTOS

Proyecto : "Propuesta de estabilización de talud incorporando el sistema Terramesh en la zona Mayhuaccacca Huancavelica 2021"

Solicitante : AYERTON GERMAN SIERRALTA ENRIQUE Region : HUANCAVELICA  
Calicata : C - 01 (KM: 33+850) Provincia : ACOBAMBA  
Estrato : E - 02 Distrito : ANDABAMBA  
Fecha : FEBRERO DE 2021 Lugar : MAYHUACCACCA

LÍMITES DE CONSISTENCIA		LÍMITE LÍQUIDO (ASTM D-4319, MTC E 111-2016)			LÍMITE PLÁSTICO (ASTM D-4319, MTC E 111-2016)		LÍMITES DE CONSISTENCIA	
Tara Número	Unidades	12	46	35	55	59		
Peso Recipiente + Suelo Húmedo	gr	29.34	33.98	44.31	57.83	59.90	LL (%) =	28.99
Peso Recipiente + Suelo Seco	gr	26.65	31.51	41.05	56.80	58.89	LP (%) =	20.32
Peso del Recipiente	gr	17.91	22.69	28.90	51.79	53.86	LL - LP = IP (%) =	8.67
Peso del Suelo Seco	gr	8.74	8.82	12.15	5.01	5.03		
Peso del Agua	gr	2.69	2.47	3.26	1.03	1.01		
Contenido de Humedad	%	30.78	28.00	26.83	20.56	20.08		
Número de Golpes		19	29	35				



DIRECCION: JR. CIRO ALEGRIA N° 416 - JESÚS NAZARENO - Ayacucho, CEL: 99526408, EMAIL: ingenieria@ingemax.com, comercial@ingemax.com



INGENIERIA GEOTECNICA AL MAXIMO  
ESPECIALISTAS EN SUELOS, GEODISEÑO Y PAVIMENTOS

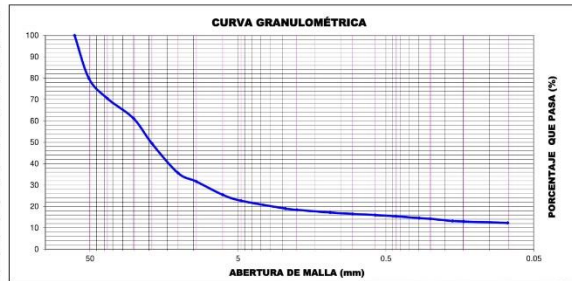
Proyecto : "Propuesta de estabilización de talud incorporando el sistema Terramesh en la zona Mayhuaccacca Huancavelica 2021"

Solicitante : AYERTON GERMAN SIERRALTA ENRIQUE Region : HUANCAVELICA  
Calicata : C - 01 (KM: 33+850) Provincia : ACOBAMBA  
Estrato : E - 02 Distrito : ANDABAMBA  
Fecha : FEBRERO DE 2021 Lugar : MAYHUACCACCA

ENSAYO ESTANDAR DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS (ASTM DE 422, D 4318, D 2487, D 2216, D 4254, D 854, DE 1557)					
TAMICES ASTM	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (gr)	RETENIDO PARCIAL (%)	RETENIDO ACUMULADO (%)	% QUE PASA
3"	76.200				100.00
2 1/2"	63.500				100.00
2"	50.800	452.35	20.12	20.12	79.88
1 1/2"	38.100	211.38	9.40	29.52	70.48
1"	25.400	208.76	9.29	38.81	61.19
3/4"	19.050	264.47	11.76	50.57	49.43
1/2"	12.700	309.76	13.78	64.35	35.65
3/8"	9.525	90.56	4.03	68.38	31.62
1/4"	6.350	137.80	6.13	74.50	25.50
N° 4	4.750	63.67	2.83	77.34	22.66
N° 8	2.380	82.66	3.68	81.01	18.99
N° 10	2.000	13.02	0.58	81.59	18.41
N° 16	1.190	28.01	1.25	82.84	17.16
N° 20	0.840	14.72	0.65	83.49	16.51
N° 30	0.590	11.78	0.52	84.02	15.98
N° 40	0.426	13.73	0.61	84.63	15.37
N° 50	0.297	18.17	0.81	85.44	14.56
N° 60	0.250	7.67	0.34	85.78	14.22
N° 80	0.177	23.32	1.04	86.81	13.19
N° 100	0.149	5.12	0.23	87.04	12.96
N° 200	0.075	14.48	0.64	87.69	12.31
FONDO LAVADO		105.18	4.68	92.36	0.00
TOTAL		2076.61			

DATOS DEL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO		ENSAYO ESTANDAR	
Peso seco inicial (gr)	2248.30	% Grava	77.34
peso seco lavado (gr)	2143.12	% Arena	10.35
Pérdida por lavado (gr)	105.18	% Finos	12.31

COEFICIENTES DE UNIFORMIDAD Y CURVATURA					
D10 (mm)	0.061	D30 (mm)	8.683	D60 (mm)	24.756
D15 (mm)	0.366	D50 (mm)	19.358	D85 (mm)	54.032
Cu = 406.48		Cc = 50.01			



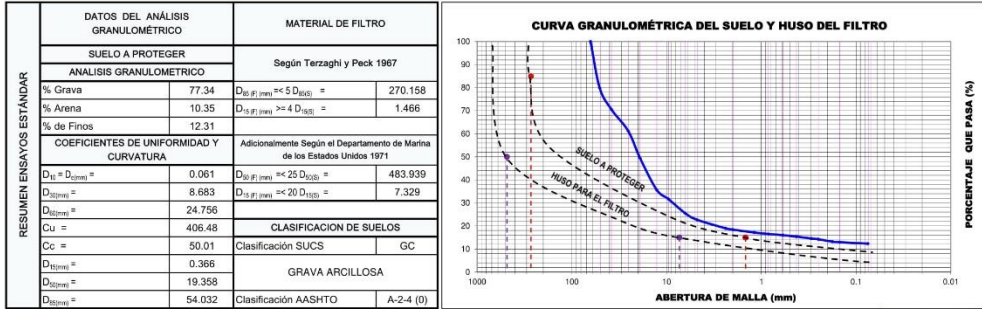
CLASIFICACION DE SUELOS	
AASHTO	SUCS
A-2-4 (0)	GC GRAVA ARCILLOSA

DIRECCION: JR. CIRO ALEGRIA N° 416 - JESÚS NAZARENO - Ayacucho, CEL: 99526408, EMAIL: ingenieria@ingemax.com, comercial@ingemax.com

Proyecto : "Propuesta de estabilización de talud incorporando el sistema Terramesh en la zona Mayhuaccacca Huancavelica 2021"  
 Solicitante : AYERTON GERMAN SIERRALTA ENRIQUE Region : HUANCVELICA  
 Calicata : C - 01 (KM: 33+850) Provincia : ACOBAMBA  
 Estrato : E - 02 Distrito : ANDABAMBA  
 Fecha : FEBRERO DE 2021 Lugar : MAYHUACCACCA

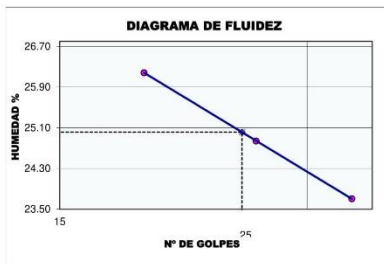
**DETERMINACION DE HUSO GRANULOMETRICO PARA FILTRO**

DEFINICIÓN : Dos factores principales influyen al seleccionar el material de un filtro: la granulometría para el material del filtro debe ser tal que: a) El suelo a proteger no sea lavado por el filtro b) que no se genere una carga de presión hidrostática excesiva en el suelo con un coeficiente inferior de permeabilidad.



Proyecto : "Propuesta de estabilización de talud incorporando el sistema Terramesh en la zona Mayhuaccacca Huancavelica 2021"  
 Solicitante : AYERTON GERMAN SIERRALTA ENRIQUE Region : HUANCVELICA  
 Calicata : C - 02 (KM: 33+800) Provincia : ACOBAMBA  
 Estrato : E - 02 Distrito : ANDABAMBA  
 Fecha : FEBRERO DE 2021 Lugar : MAYHUACCACCA

LÍMITES DE CONSISTENCIA	LÍMITE LÍQUIDO (ASTM D-4319, MTC E 111-2016)			LÍMITE PLÁSTICO (ASTM D-4319, MTC E 111-2016)		LÍMITES DE CONSISTENCIA		
	Unidades	47	2	19	67		68	
Tara Recipiente + Suelo Húmedo	gr	38.69	35.41	29.35	59.69	59.82	LL (%) =	25.01
Peso Recipiente + Suelo Seco	gr	35.87	31.89	27.20	58.74	58.92		
Peso del Recipiente	gr	25.10	17.70	18.13	53.52	53.62	LP (%) =	17.59
Peso del Suelo Seco	gr	10.77	14.19	9.07	5.22	5.30	LL - LP = IP (%) =	7.42
Peso del Agua	gr	2.82	3.52	2.15	0.95	0.90		
Contenido de Humedad	%	26.18	24.84	23.70	18.20	16.98		
Número de Golpes		19	26	34				



Proyecto : "Propuesta de estabilización de talud incorporando el sistema Terramesh en la zona Mayhuacacca Huancavelica 2021"  
 Solicitante : AYERTON GERMAN SIERRALTA ENRIQUE Region : HUANCVELICA  
 Calicata : C - 02 (KM. 33+600) Provincia : ACOBAMBA  
 Estrato : E - 02 Distrito : ANDABAMBA  
 Fecha : FEBRERO DE 2021 Lugar : MAYHUACACCA

ENSAYO ESTANDAR DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS (ASTM DE 422, D 4318, D 2487, D 2216, D 4254, D 854, DE 1557)					
TAMICES ASTM	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (gr)	RETENIDO PARCIAL (%)	RETENIDO ACUMULADO (%)	% QUE PASA
3"	76.200				
2 1/2"	63.500				100.00
2"	50.800	235.41	15.03	15.03	84.97
1 1/2"	38.100	200.51	12.80	27.82	72.18
1"	25.400	334.50	21.35	49.17	50.83
3/4"	19.050	161.84	10.33	59.50	40.50
1/2"	12.700	154.32	9.85	69.35	30.65
3/8"	9.525	54.66	3.49	72.84	27.16
1/4"	6.350	72.66	4.64	77.48	22.52
Nº 4	4.750	31.04	1.98	79.46	20.54
Nº 8	2.380	54.24	3.45	82.92	17.08
Nº 10	2.000	24.12	1.54	84.46	15.54
Nº 16	1.190	34.15	2.18	86.64	13.36
Nº 20	0.840	9.48	0.61	87.25	12.75
Nº 30	0.590	7.56	0.48	87.73	12.27
Nº 40	0.426	7.16	0.46	88.19	11.81
Nº 50	0.297	6.12	0.39	88.58	11.42
Nº 60	0.250	2.80	0.18	88.76	11.24
Nº 80	0.177	5.00	0.32	89.08	10.92
Nº 100	0.149	2.59	0.17	89.24	10.76
Nº 200	0.075	7.04	0.45	89.69	10.31
FONDO LAVADO		55.22	3.52	93.21	0.00
TOTAL		1460.42			

DATOS DEL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO		ENSAYO ESTANDAR	
Peso seco inicial (gr)	1566.73	% Grava	79.46
peso seco lavado (gr)	1511.51	% Arena	10.23
Pérdida por lavado (gr)	55.22	% Finos	10.31

COEFICIENTES DE UNIFORMIDAD Y CURVATURA			
D10 (mm)	0.073	D30 (mm)	12.112
D15 (mm)	1.800	D50 (mm)	24.892
D85 (mm)	50.822		
Cu =	424.18	Cc =	65.35

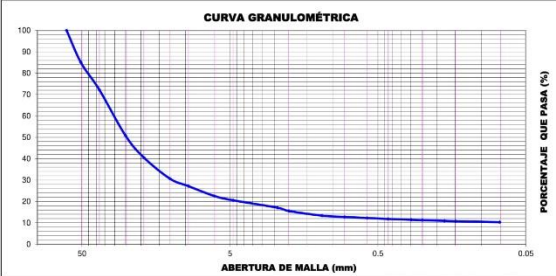


GRÁFICO DE LA CURVA GRANULOMÉTRICA. El eje horizontal muestra la Abertura de Malla (mm) en escala logarítmica (1000, 100, 10, 1, 0.1, 0.01). El eje vertical muestra el Porcentaje que Pasa (%). La curva muestra un comportamiento de tipo arcilla con arena.

CLASIFICACIÓN DE SUELOS	
AASHTO	SUCS
A-2-4 (0)	GP-GC GRAVA MAL GRADUADA CON ARCILLA

DIRECCION: JR. CIRO ALEGRIA N° 418 - JESUS NAZARENO - Ayochoche, CEL: 99324400, EMAIL: ingenieria@ingemas.com, comercial@ingemas.com

**INGEOMAX**  
 Ing. Maximiliano Alvarez Ariza  
 CIP: 45333  
 ESPECIALISTA EN GEOTECNIA, CEMENTO Y PAVIMENTOS

Proyecto : "Propuesta de estabilización de talud incorporando el sistema Terramesh en la zona Mayhuacacca Huancavelica 2021"  
 Solicitante : AYERTON GERMAN SIERRALTA ENRIQUE Region : HUANCVELICA  
 Calicata : C - 02 (KM. 33+600) Provincia : ACOBAMBA  
 Estrato : E - 02 Distrito : ANDABAMBA  
 Fecha : FEBRERO DE 2021 Lugar : MAYHUACACCA

### DETERMINACION DE HUSO GRANULOMETRICO PARA FILTRO

DEFINICIÓN: Dos factores principales influyen al seleccionar el material de un filtro: la granulometría para el material del filtro debe ser tal que: a) El suelo a proteger no sea lavado por el filtro b) que no se genere una carga de presión hidrostática excesiva en el suelo con un coeficiente inferior de permeabilidad.

RESUMEN ENSAYOS ESTANDAR	DATOS DEL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO		MATERIAL DE FILTRO	
	SUELO A PROTEGER		Según Terzaghi y Peck 1967	
	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO			
	% Grava	79.46	$D_{20}(\beta)_{(mm)} \approx 5 D_{10(\beta)}$	254.108
% Arena	10.23	$D_{10}(\beta)_{(mm)} \approx 4 D_{15(\beta)}$	7.201	
% de Finos	10.31			
COEFICIENTES DE UNIFORMIDAD Y CURVATURA		Adicionalmente Según el Departamento de Marina de los Estados Unidos 1971		
$D_{10} = D_{15(\beta)}$	0.073	$D_{10}(\beta)_{(mm)} \approx 25 D_{15(\beta)}$	622.302	
$D_{15(\beta)}$	12.112	$D_{10}(\beta)_{(mm)} \approx 20 D_{15(\beta)}$	36.006	
$D_{30(\beta)}$	30.857			
Cu =	424.18	CLASIFICACION DE SUELOS		
Cc =	65.35	Clasificación SUCS	GP-GC	
$D_{15(\beta)}$	1.800	GRAVA MAL GRADUADA CON ARCILLA		
$D_{30(\beta)}$	24.892	Clasificación AASHTO	A-2-4 (0)	
$D_{50(\beta)}$	50.822			

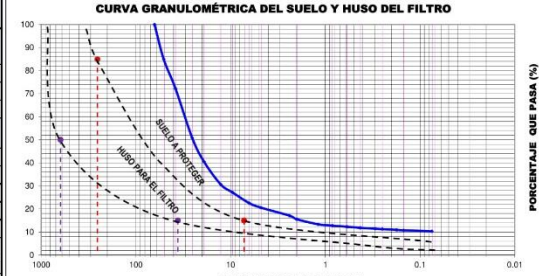


GRÁFICO DE LA CURVA GRANULOMÉTRICA DEL SUELO Y HUSO DEL FILTRO. El eje horizontal muestra la Abertura de Malla (mm) en escala logarítmica (1000, 100, 10, 1, 0.1, 0.01). El eje vertical muestra el Porcentaje que Pasa (%). Se muestra la curva del suelo (línea azul) y la curva del huso del filtro (línea roja). El huso del filtro está diseñado para proteger al suelo.

DIRECCION: JR. CIRO ALEGRIA N° 418 - JESUS NAZARENO - Ayochoche, CEL: 99324400, EMAIL: ingenieria@ingemas.com, comercial@ingemas.com

**INGEOMAX**  
 Ing. Maximiliano Alvarez Ariza  
 CIP: 45333  
 ESPECIALISTA EN GEOTECNIA, CEMENTO Y PAVIMENTOS

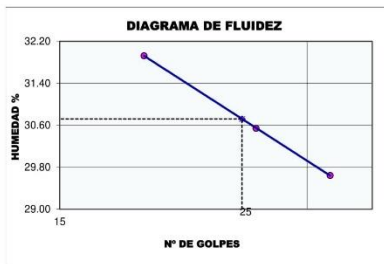


INGENIERIA GEOTECNICA AL MAXIMO  
ESPECIALISTAS EN SUELOS, GEORRITO Y PAVIMENTOS

Proyecto : "Propuesta de estabilización de talud incorporando el sistema Terramesh en la zona Mayhuaccacca Huancavelica 2021"

Solicitante : AYERTON GERMAN SIERRALTA ENRIQUE Region : HUANCAVELICA  
Calicata : C - 03 (KM: 33+700) Provincia : ACOBAMBA  
Estrato : E - 02 Distrito : ANDABAMBA  
Fecha : FEBRERO DE 2021 Lugar : MAYHUACCACCA

LÍMITES DE CONSISTENCIA		LÍMITE LÍQUIDO (ASTM D-4319, MTC E 111-2016)			LÍMITE PLÁSTICO (ASTM D-4319, MTC E 111-2016)		LÍMITES DE CONSISTENCIA	
Tara Número	Unidades	20	17	8	58	53		
Peso Recipiente + Suelo Húmedo	gr	37.48	30.47	34.82	58.41	59.59	LL (%) =	30.72
Peso Recipiente + Suelo Seco	gr	34.53	27.58	30.99	57.28	58.52	LP (%) =	21.84
Peso del Recipiente	gr	25.29	18.10	18.07	52.22	53.51	LL - LP = IP (%) =	8.88
Peso del Suelo Seco	gr	9.24	9.48	12.92	5.06	5.01		
Peso del Agua	gr	2.95	2.89	3.83	1.13	1.07		
Contenido de Humedad	%	31.93	30.54	29.64	22.33	21.36		
Número de Golpes		19	26	32				



DIRECCION: JR. CIRO ALEGRÍA N° 416 - JESÚS NAZARENO - Ayacucho, CEL: 99526408, EMAIL: ingenieria@ingemassac.com, comercial@ingemassac.com



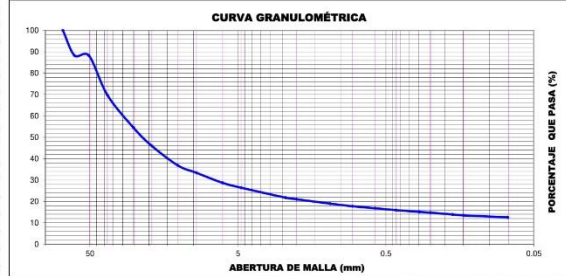
INGENIERIA GEOTECNICA AL MAXIMO  
ESPECIALISTAS EN SUELOS, GEORRITO Y PAVIMENTOS

Proyecto : "Propuesta de estabilización de talud incorporando el sistema Terramesh en la zona Mayhuaccacca Huancavelica 2021"

Solicitante : AYERTON GERMAN SIERRALTA ENRIQUE Region : HUANCAVELICA  
Calicata : C - 03 (KM: 33+700) Provincia : ACOBAMBA  
Estrato : E - 02 Distrito : ANDABAMBA  
Fecha : FEBRERO DE 2021 Lugar : MAYHUACCACCA

ENSAYO ESTANDAR DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS  
(ASTM DE 422, D 4318, D 2487, D 2216, D 4254, D 854, DE 1557)

TAMICES ASTM	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (gr)	RETENIDO PARCIAL (%)	RETENIDO ACUMULADO (%)	% QUE PASA	DATOS DEL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO			ENSAYO ESTANDAR		COEFICIENTES DE UNIFORMIDAD Y CURVATURA				
						Peso seco inicial (gr)	2208.54	% Grava	73.57	D10 (mm)	0.060	D30 (mm)	7.227	D60 (mm)	29.974
2 1/2"	63.500	260.35	11.79	11.79	88.21	peso seco lavado (gr)	1930.54	% Arena	13.84	D15 (mm)	0.281	D50 (mm)	22.059	D85 (mm)	48.590
2"	50.800	0.00	0.00	11.79	88.21	Pérdida por lavado (gr)	278.00	% Finos	12.59	Cu =	503.07	Cc =	29.24		
1 1/2"	38.100	407.62	18.46	30.24	69.76										
1"	25.400	336.73	15.25	45.49	54.51										
3/4"	19.050	189.23	8.57	54.06	45.94										
1/2"	12.700	201.67	9.13	63.19	36.81										
3/8"	9.525	75.46	3.42	66.61	33.39										
1/4"	6.350	103.50	4.69	71.29	28.71										
N° 4	4.750	50.27	2.28	73.57	26.43										
N° 8	2.380	102.81	4.66	78.23	21.77										
N° 10	2.000	16.80	0.76	78.99	21.01										
N° 16	1.190	44.77	2.03	81.01	18.99										
N° 20	0.840	27.25	1.23	82.25	17.75										
N° 30	0.590	20.96	0.95	83.20	16.80										
N° 40	0.426	19.08	0.86	84.06	15.94										
N° 50	0.297	18.07	0.82	84.88	15.12										
N° 60	0.250	7.81	0.35	85.23	14.77										
N° 80	0.177	19.14	0.87	86.10	13.90										
N° 100	0.149	9.85	0.44	86.54	13.46										
N° 200	0.075	19.37	0.88	87.41	12.59										
FONDO LAVADO		278.00	12.59	100.00	0.00										
TOTAL		2208.54													



CLASIFICACION DE SUELOS	
AASHTO	SUCS
A-2-4 (0)	GC GRAVA ARCILLOSA

DIRECCION: JR. CIRO ALEGRÍA N° 416 - JESÚS NAZARENO - Ayacucho, CEL: 99526408, EMAIL: ingenieria@ingemassac.com, comercial@ingemassac.com



**INGENIERIA GEOTECNICA AL MAXIMO**  
 ESPECIALISTAS EN SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

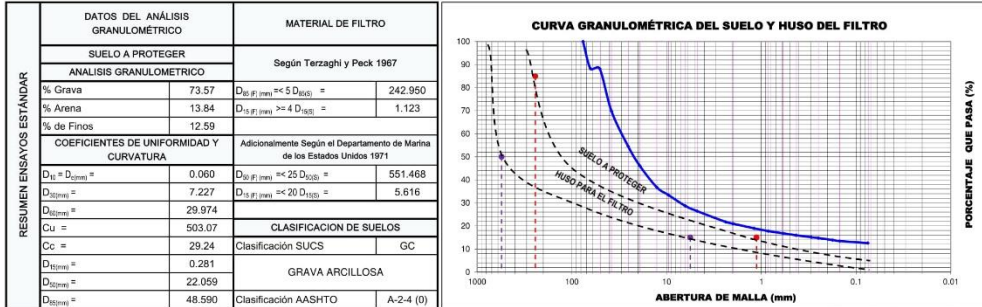
Proyecto : "Propuesta de estabilización de talud incorporando el sistema Terramesh en la zona Mayhuaccacca Huancavelica 2021"

Solicitante : AYERTON GERMAN SIERRALTA ENRIQUE  
 Calicata : C - 03 (KM: 33+700)  
 Estrato : E - 02  
 Fecha : FEBRERO DE 2021

Region : HUANCVELICA  
 Provincia : ACOBAMBA  
 Distrito : ANDABAMBA  
 Lugar : MAYHUACCACCA

**DETERMINACION DE HUSO GRANULOMETRICO PARA FILTRO**

DEFINICIÓN : Dos factores principales influyen al seleccionar el material de un filtro: la granulometría para el material del filtro debe ser tal que: a) El suelo a proteger no sea lavado por el filtro b) que no se genere una carga de presión hidrostática excesiva en el suelo con un coeficiente inferior de permeabilidad.



DIRECCION : JR. CIRO ALEGRIA N° 416 - JESUS NAZARENO - Ayacucho, CEL. 99520440, EMAIL: ingenieria@ingemasac.com, comercial@ingemasac.com

INGEOMAX  
 Ing. Maxwell Anthony Serrano Aguirre  
 CIP 40513  
 ESPECIALISTA EN GEOTECNIA, CONCRETO Y PAVIMENTOS



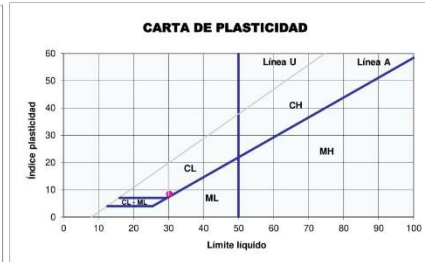
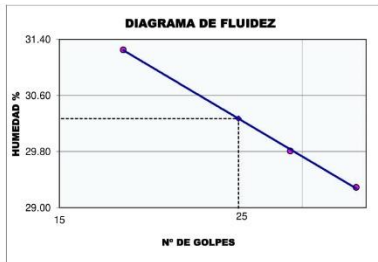
**INGENIERIA GEOTECNICA AL MAXIMO**  
 ESPECIALISTAS EN SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

Proyecto : "Propuesta de estabilización de talud incorporando el sistema Terramesh en la zona Mayhuaccacca Huancavelica 2021"

Solicitante : AYERTON GERMAN SIERRALTA ENRIQUE  
 Calicata : EXP - 01 (KM: 33+850)  
 Estrato : E - 02  
 Fecha : FEBRERO DE 2021

Region : HUANCVELICA  
 Provincia : ACOBAMBA  
 Distrito : ANDABAMBA  
 Lugar : MAYHUACCACCA

LÍMITES DE CONSISTENCIA		LÍMITE LÍQUIDO (ASTM D-4319, MTC E 111-2016)			LÍMITE PLÁSTICO (ASTM D-4319, MTC E 111-2016)		LÍMITES DE CONSISTENCIA	
Tara	Número	Unidades	6	15	30	35	12	
Peso Recipiente + Suelo Húmedo		gr	32.05	29.55	40.65	45.66	50.12	LL (%) = 30.27
Peso Recipiente + Suelo Seco		gr	30.95	28.68	37.85	42.65	44.35	LP (%) = 21.86
Peso del Recipiente		gr	27.43	25.77	28.29	28.90	17.91	LL - LP = IP (%) = 8.41
Peso del Suelo Seco		gr	3.52	2.91	9.56	13.75	26.44	
Peso del Agua		gr	1.10	0.87	2.80	3.01	5.77	
Contenido de Humedad		%	31.25	29.81	29.29	21.89	21.82	
Número de Golpes			18	29	35			



DIRECCION : JR. CIRO ALEGRIA N° 416 - JESUS NAZARENO - Ayacucho, CEL. 99520440, EMAIL: ingenieria@ingemasac.com, comercial@ingemasac.com

INGEOMAX  
 Ing. Maxwell Anthony Serrano Aguirre  
 CIP 40513  
 ESPECIALISTA EN GEOTECNIA, CONCRETO Y PAVIMENTOS

Proyecto : "Propuesta de estabilización de talud incorporando el sistema Terramesh en la zona Mayhuacacca Huancavelica 2021"  
 Solicitante : AYERTON GERMAN SIERRALTA ENRIQUE Region : HUANCVELICA  
 Calicata : EXP - 01 (KM. 33+850) Provincia : JACOBAMBA  
 Estrato : E - 02 Distrito : ANDABAMBA  
 Fecha : FEBRERO DE 2021 Lugar : MAYHUACACCA

ENSAYO ESTANDAR DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS (ASTM DE 422, D 4318, D 2487, D 2216, D 4254, D 854, DE 1557)							
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO	TAMICES ASTM	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (gr)	RETENIDO PARCIAL (%)	RETENIDO ACUMULADO (%)	% QUE PASA	
	3"	76.200					
	2 1/2"	63.500				100.00	
	2"	50.800	302.21	15.93	15.93	84.07	
	1 1/2"	38.100	103.26	5.44	21.38	78.62	
	1"	25.400	106.15	5.60	26.98	73.02	
	3/4"	19.050	156.54	8.25	35.23	64.77	
	1/2"	12.700	265.21	13.98	49.21	50.79	
	3/8"	9.525	85.65	4.52	53.73	46.27	
	1/4"	6.350	110.32	5.62	59.34	40.66	
	Nº 4	4.750	95.60	5.04	64.38	35.62	
	Nº 8	2.380	56.21	2.96	67.34	32.66	
	Nº 10	2.000	36.55	1.93	69.27	30.73	
	Nº 16	1.180	22.10	1.17	70.44	29.56	
	Nº 20	0.840	61.80	3.26	73.70	26.30	
	Nº 30	0.590	12.60	0.66	74.36	25.64	
	Nº 40	0.426	14.90	0.79	75.15	24.85	
	Nº 50	0.297	12.65	0.67	75.82	24.18	
	Nº 60	0.250	10.30	0.54	76.36	23.64	
	Nº 80	0.177	20.23	1.07	77.43	22.57	
	Nº 100	0.149	5.02	0.26	77.69	22.31	
	Nº 200	0.075	12.08	0.64	78.33	21.67	
	FONDO LAVADO		407.24	21.47	100.00	0.00	
	TOTAL		1896.62				

DATOS DEL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO	
Peso seco inicial (gr)	1896.62
peso seco lavado (gr)	1489.38
Pérdida por lavado (gr)	407.24

ENSAYO ESTANDAR	
% Grava	64.59
% Arena	13.94
% Finos	21.47

COEFICIENTES DE UNIFORMIDAD Y CURVATURA					
D10 (mm)	0.035	D30 (mm)	1.636	D60 (mm)	16.883
D15 (mm)	0.052	D50 (mm)	12.146	D85 (mm)	51.545
Cu = 483.36		Cc = 4.54			



CLASIFICACION DE SUELOS	
AASHTO	SUCS
A-2-4 (0)	GC GRAVA ARCILLOSA

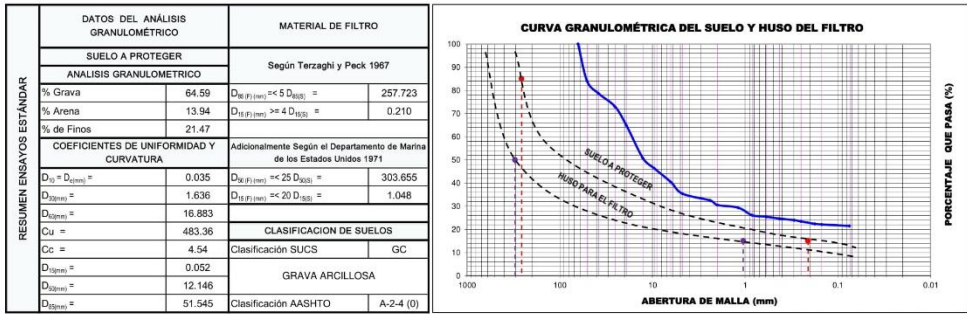
  
**Ing. Maxwell Anthony Marote Arias**  
 C.º Nº 123456  
 ESPECIALISTA EN GEOTECNIA, CONCRETO Y PAVIMENTOS




Proyecto : 'Propuesta de estabilización de talud incorporando el sistema Terramesh en la zona Mayhuaccacca Huancavelica 2021'  
 Solicitante : AYERTON GERMAN SIERRALTA ENRIQUE Region : HUANCAMELICA  
 Calicata : EXP - 01 (KM: 33+850) Provincia : ACOBAMBA  
 Estrato : E - 02 Distrito : ANDABAMBA  
 Fecha : FEBRERO DE 2021 Lugar : MAYHUACCACCA

**DETERMINACION DE HUSO GRANULOMETRICO PARA FILTRO**

DEFINICIÓN: Dos factores principales influyen al seleccionar el material de un filtro: la granulometría para el material del filtro debe ser tal que: a) El suelo a proteger no sea lavado por el filtro b) que no se genere una carga de presión hidrostática excesiva en el suelo con un coeficiente inferior de permeabilidad.



  
 Ing. Maximiliano Antonio Sierra Ayala  
 CIP: 45225  
 ESPECIALISTA EN GEOTECNIA, SUELOS Y PAVIMENTOS

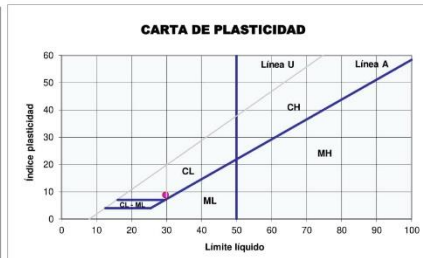
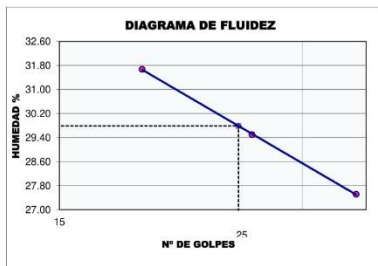


**INGENIERIA GEOTECNICA AL MAXIMO**  
 ESPECIALISTAS EN SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

Proyecto : "Propuesta de estabilización de talud incorporando el sistema Terramesh en la zona Mayhuaccacca Huancavelica 2021"

Solicitante : AYERTON GERMAN SIERRALTA ENRIQUE Region : HUANCAVELICA  
 Calicata : EXP- 02 (KM: 33+800) Provincia : ACOBAMBA  
 Estrato : E - 02 Distrito : ANDABAMBA  
 Fecha : FEBRERO DE 2021 Lugar : MAYHUACCACCA

LÍMITES DE CONSISTENCIA		LÍMITE LÍQUIDO (ASTM D-4319, MTC E 111-2016)			LÍMITE PLÁSTICO (ASTM D-4319, MTC E 111-2016)		LÍMITES DE CONSISTENCIA	
Tara Número	Unidades	25	12	15	50	60	LL (%) =	29.79
Peso Recipiente + Suelo Húmedo	gr	45.32	36.22	32.12	60.65	61.02	LP (%) =	20.99
Peso Recipiente + Suelo Seco	gr	41.20	32.05	30.75	59.29	60.02	LL - LP = IP (%) =	8.80
Peso del Recipiente	gr	28.19	17.91	25.77	52.72	55.32		
Peso del Suelo Seco	gr	13.01	14.14	4.98	6.57	4.70		
Peso del Agua	gr	4.12	4.17	1.37	1.36	1.00		
Contenido de Humedad	%	31.67	29.49	27.51	20.70	21.28		
Número de Golpes		19	26	35				



DIRECCION: JR. CIRO ALEGRIA N° 416 - JESUS NAZARENO - Ayacucho, CEL: 999526460, EMAIL: Ingeriorta@ingomaxsac.com, comercial@ingomaxsac.com

**INGEOMAX**  
 Ing. Ayerton Germain Sierralta Enrique  
 CIP No. 33467  
 ESPECIALISTA EN GEOTECNIA, CONCRETO Y PAVIMENTOS

Proyecto : "Propuesta de estabilización de talud incorporando el sistema Terramesh en la zona Mayhuacacca Huancavelica 2021"  
 Solicitante : AYERTON GERMAN SIERRALTA ENRIQUE Region : HUANCVELICA  
 Calicata : EXP-02 (KM: 33+800) Provincia : JACOBAMBA  
 Estrato : E - 02 Distrito : ANDABAMBA  
 Fecha : FEBRERO DE 2021 Lugar : MAYHUACACCA

**ENSAYO ESTANDAR DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS  
(ASTM DE 422,D 4318, D 2487, D 2216, D 4254,D 854, DE 1557)**

TAMICES ASTM	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (gr)	RETENIDO PARCIAL (%)	RETENIDO ACUMULADO (%)	% QUE PASA
3"	76.200				
2 1/2"	63.500				100.00
2"	50.800	201.32	12.19	12.19	87.81
1 1/2"	38.100	185.65	11.24	23.42	76.58
1"	25.400	256.01	15.50	38.92	61.08
3/4"	19.050	121.20	7.34	46.25	53.75
1/2"	12.700	95.61	5.79	52.04	47.96
3/8"	9.525	123.32	7.46	59.51	40.49
1/4"	6.350	165.20	11.21	70.72	29.28
Nº 4	4.750	35.62	2.16	72.87	27.13
Nº 8	2.380	63.11	3.82	76.69	23.31
Nº 10	2.000	12.30	0.74	77.44	22.56
Nº 16	1.190	9.12	0.55	77.99	22.01
Nº 20	0.840	22.32	1.35	79.34	20.66
Nº 30	0.590	35.32	2.14	81.48	18.52
Nº 40	0.426	6.32	0.38	81.86	18.14
Nº 50	0.297	5.14	0.31	82.17	17.83
Nº 60	0.250	12.30	0.74	82.92	17.08
Nº 80	0.177	5.90	0.36	83.27	16.73
Nº 100	0.149	6.32	0.38	83.65	16.35
Nº 200	0.075	13.20	0.80	84.45	15.55
FONDO LAVADO		256.84	15.55	100.00	0.00
TOTAL		1652.12			


DATOS DEL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO	
Peso seco inicial (gr)	1652.12
peso seco lavado (gr)	1395.28
Pérdida por lavado (gr)	256.84

ENSAYO ESTANDAR	
% Grava	72.87
% Arena	11.58
% Finos	15.55

COEFICIENTES DE UNIFORMIDAD Y CURVATURA					
D10 (mm)	0.048	D30 (mm)	6.553	D60 (mm)	24.464
D15 (mm)	0.072	D50 (mm)	14.940	D85 (mm)	47.619
Cu = 507.09		Cc = 36.38			



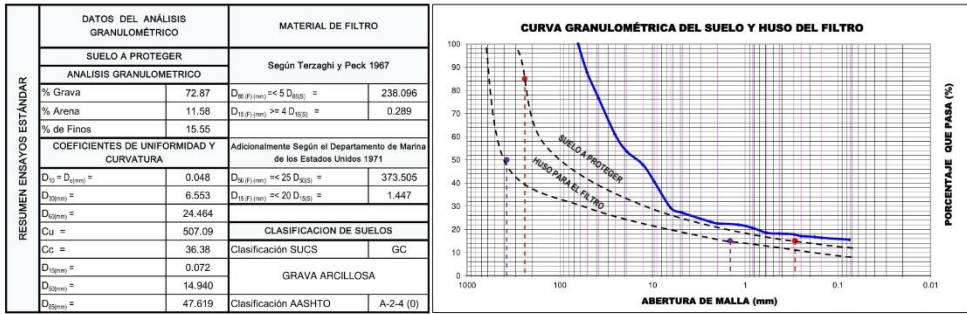
CLASIFICACION DE SUELOS	
AASHTO	SUCS
A-2-4	(0) GC GRAVA ARCILLOSA

  
**INGEOMAX**  
 YAGO WALTER ENRIQUE SIERRALTA AYALA  
 Ing. YAGUE WALTER ENRIQUE SIERRALTA AYALA  
 CIP: 46533-4  
 ESPECIALISTA EN GEOTECNIA, CONCRETO Y PAVIMENTOS

Proyecto : 'Propuesta de estabilización de talud incorporando el sistema Terramesh en la zona Mayhuaccacca Huancavelica 2021'  
 Solicitante : AYERTON GERMAN SIERRALTA ENRIQUE Region : HUANCVELICA  
 Calicata : EXP- 02 (KM: 33+800) Provincia : ACOBAMBA  
 Estrato : E - 02 Distrito : ANDABAMBA  
 Fecha : FEBRERO DE 2021 Lugar : MAYHUACCACCA

**DETERMINACION DE HUSO GRANULOMETRICO PARA FILTRO**

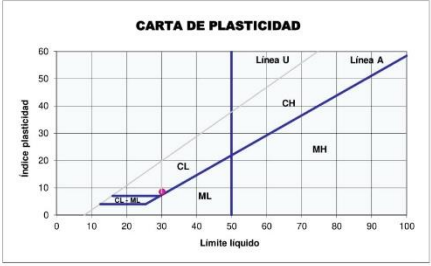
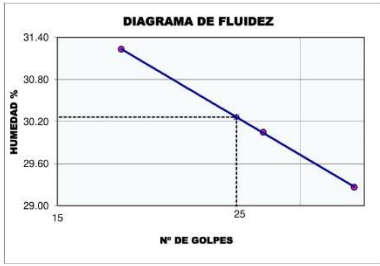
DEFINICIÓN: Dos factores principales influyen al seleccionar el material de un filtro: la granulometría para el material del filtro debe ser tal que: a) El suelo a proteger no sea lavado por el filtro b) que no se genere una carga de presión hidrostática excesiva en el suelo con un coeficiente inferior de permeabilidad.



  
**Ing. Maxwell Anthony Morete Arias**  
 CIP: 108324  
 ESPECIALISTA EN GEOTECNIA, CONCRETO Y PAVIMENTOS

Proyecto : \*Propuesta de estabilización de talud incorporando el sistema Terramesh en la zona Mayhuaccacca Huancavelica 2021\*  
 Solicitante : AYERTON GERMAN SIERRALTA ENRIQUE Region : HUANCAVELICA  
 Calicata : EXP - 03 (KM: 33+690) Provincia : ACOBAMBA  
 Estrato : E - 02 Distrito : ANDABAMBA  
 Fecha : FEBRERO DE 2021 Lugar : MAYHUACCACCA

LÍMITES DE CONSISTENCIA		LÍMITE LÍQUIDO (ASTM D-4319, MTC E 111-2016)			LÍMITE PLÁSTICO (ASTM D-4319, MTC E 111-2016)		LÍMITES DE CONSISTENCIA	
Tara Número	Unidades	9	12	5	22	46.2	LL (%) =	30.26
Peso Recipiente + Suelo Húmedo	gr	39.02	33.60	32.12	57.61	58.20	LP (%) =	21.82
Peso Recipiente + Suelo Seco	gr	36.30	29.98	30.85	52.28	51.70	LL - LP = IP (%) =	8.44
Peso del Recipiente	gr	27.59	17.91	26.51	27.19	22.69		
Peso del Suelo Seco	gr	8.71	12.07	4.34	25.09	29.01		
Peso del Agua	gr	2.72	3.63	1.27	5.33	6.50		
Contenido de Humedad	%	31.23	30.05	29.26	21.24	22.41		
Número de Golpes		19	27	35				



  
**Ing. Manu'el Anthony Novate Arias**  
 CIP: 149325  
 ESPECIALISTA EN GEOTECNIA, CONCRETO Y PAVIMENTOS

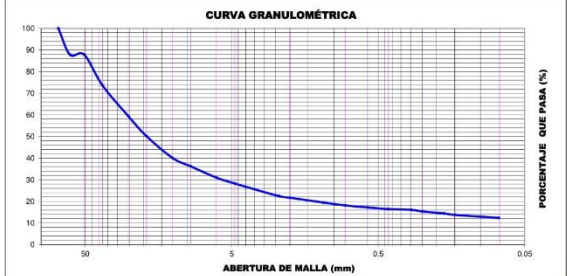
Proyecto : "Propuesta de estabilización de talud incorporando el sistema Terramesh en la zona Mayhuacacca Huancavelica 2021"  
 Solicitante : AYERTON GERMAN SIERRALTA ENRIQUE Region : HUANCVELICA  
 Calicata : EXP - 03 (KM. 33+690) Provincia : JACOBAMBA  
 Estrato : E - 02 Distrito : ANDABAMBA  
 Fecha : FEBRERO DE 2021 Lugar : MAYHUACACCA

ENSAYO ESTANDAR DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS (ASTM DE 422,D 4318, D 2487, D 2216, D 4254,D 854, DE 1557)							
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO	TAMICES ASTM	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (gr)	RETENIDO PARCIAL (%)	RETENIDO ACUMULADO (%)	% QUE PASA	
	3"	76.200					100.00
	2 1/2"	63.500	201.30	12.16	12.16	87.84	
	2"	50.800	0.00	0.00	12.16	87.84	
	1 1/2"	38.100	235.10	14.20	26.36	73.64	
	1"	25.400	235.06	14.20	40.56	59.44	
	3/4"	19.050	154.30	9.32	49.88	50.12	
	1/2"	12.700	165.30	9.98	59.86	40.14	
	3/8"	9.525	65.20	3.94	63.80	36.20	
	1/4"	6.350	86.50	5.22	69.02	30.98	
	Nº 4	4.750	45.20	2.73	71.75	28.25	
	Nº 8	2.380	96.32	5.82	77.57	22.43	
	Nº 10	2.000	12.30	0.74	78.31	21.69	
	Nº 16	1.190	36.30	2.19	80.50	19.50	
	Nº 20	0.840	22.30	1.35	81.85	18.15	
	Nº 30	0.590	15.60	0.94	82.79	17.21	
	Nº 40	0.426	12.50	0.75	83.55	16.45	
	Nº 50	0.297	6.03	0.36	83.91	16.09	
	Nº 60	0.250	12.30	0.74	84.66	15.34	
	Nº 80	0.177	15.30	0.92	85.58	14.42	
	Nº 100	0.149	11.30	0.68	86.26	13.74	
	Nº 200	0.075	22.30	1.35	87.61	12.39	
	FONDO LAVADO		205.14	12.39	100.00	0.00	
	TOTAL		1655.65				

DATOS DEL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO	
Peso seco inicial (gr)	1655.65
peso seco lavado (gr)	1450.51
Pérdida por lavado (gr)	205.14

ENSAYO ESTANDAR	
% Grava	71.75
% Arena	15.86
% Finos	12.39

COEFICIENTES DE UNIFORMIDAD Y CURVATURA					
D10 (mm)	0.061	D30 (mm)	5.777	D60 (mm)	25.897
D15 (mm)	0.223	D50 (mm)	18.971	D85 (mm)	48.259
Cu = 427.83		Cc = 21.29			



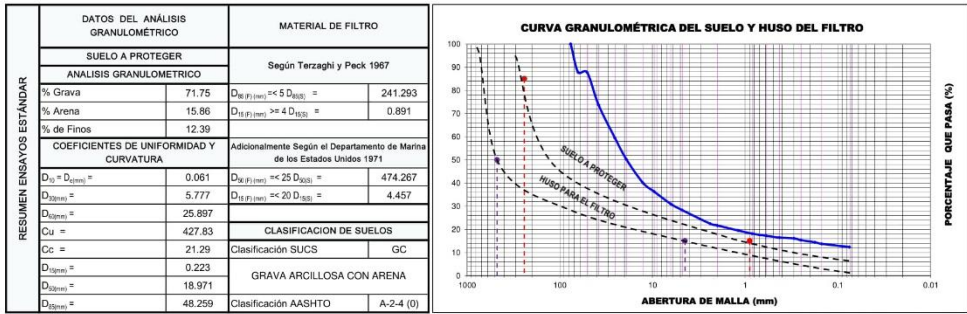
CLASIFICACION DE SUELOS	
AASHTO	SUCS
A-2-4 (0)	GC GRAVA ARCILLOSA CON ARENA


  
**Ing. Mario Anthony Marote Arias**  
 C.I. 14533388  
 ESPECIALISTA EN GEOTECNIA, CONCRETO Y PAVIMENTOS

Proyecto : 'Propuesta de estabilización de talud incorporando el sistema Terramesh en la zona Mayhuaccacca Huancavelica 2021'  
 Solicitante : AYERTON GERMAN SIERRALTA ENRIQUE Region : HUANCAMELICA  
 Calicata : EXP - 03 (KM: 33+690) Provincia : ACOBAMBA  
 Estrato : E - 02 Distrito : ANDABAMBA  
 Fecha : FEBRERO DE 2021 Lugar : MAYHUACCACCA

**DETERMINACION DE HUSO GRANULOMETRICO PARA FILTRO**

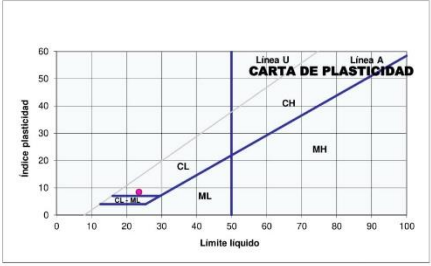
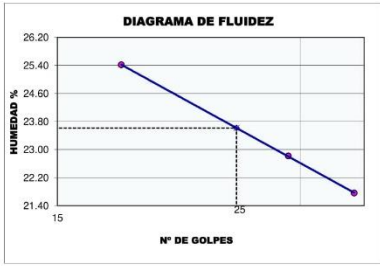
DEFINICIÓN: Dos factores principales influyen al seleccionar el material de un filtro: la granulometría para el material del filtro debe ser tal que: a) El suelo a proteger no sea lavado por el filtro b) que no se genere una carga de presión hidrostática excesiva en el suelo con un coeficiente inferior de permeabilidad.



  
**Ing. Maxwell Anthony Morote Arias**  
 CIP: 44533-0494  
 ESPECIALISTA EN GEOTECNIA - CONCRETO Y PAVIMENTOS

Proyecto : \*Propuesta de estabilización de talud incorporando el sistema Terramesh en la zona Mayhuaccacca Huancavelica 2021\*  
 Solicitante : AYERTON GERMAN SIERRALTA ENRIQUE      Region : HUANCAVELICA  
 Calicata : EXP - 03 (KM: 33+690)      Provincia : ACOBAMBA  
 Estrato : E - 03      Distrito : ANDABAMBA  
 Fecha : FEBRERO DE 2021      Lugar : MAYHUACCACCA

LÍMITES DE CONSISTENCIA		LÍMITE LÍQUIDO (ASTM D-4319, MTC E 111-2016)			LÍMITE PLÁSTICO (ASTM D-4319, MTC E 111-2016)		LÍMITES DE CONSISTENCIA	
Tara Número	Unidades	24	43	21	62	60	LL (%) =	23.62
Peso Recipiente + Suelo Húmedo	gr	40.83	33.31	39.59	59.12	61.57	LP (%) =	15.23
Peso Recipiente + Suelo Seco	gr	38.23	30.78	37.04	58.28	60.75	LL - LP = IP (%) =	8.39
Peso del Recipiente	gr	28.00	19.69	25.32	52.81	55.32		
Peso del Suelo Seco	gr	10.23	11.09	11.72	5.47	5.43		
Peso del Agua	gr	2.60	2.53	2.55	0.84	0.82		
Contenido de Humedad	%	25.42	22.81	21.76	15.36	15.10		
Número de Golpes		18	29	35				



  
**Ing. Maxwll Anthony Morote Arías**  
 CIP: 48033      2014  
 ESPECIALISTA EN GEOTECNIA, CONCRETO Y PAVIMENTOS

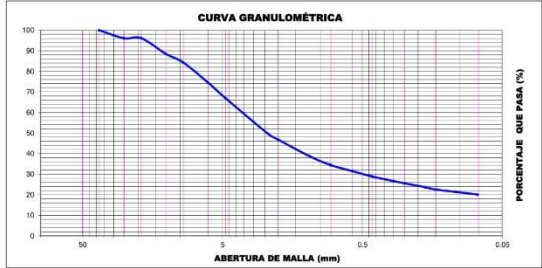


Proyecto : "Propuesta de estabilización de talud incorporando el sistema Terramesh en la zona Mayhuaccacca Huancavelica 2021"  
 Solicitante : AYERTON GERMAN SIERRALTA ENRIQUE Region : HUANCAVELICA  
 Calicata : EXP - 03 (KM: 33+890) Provincia : ACOBAMBA  
 Estrato : E - 03 Distrito : ANDABAMBA  
 Fecha : FEBRERO DE 2021 Lugar : MAYHUACCACCA

**ENSAYO ESTANDAR DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS**  
(ASTM DE 422,D 4318, D 2487, D 2216, D 4254, D 854, DE 1557)

TAMICES ASTM	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (gr)	RETENIDO PARCIAL (%)	RETENIDO ACUMULADO (%)	% QUE PASA	DATOS DEL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO		ENSAYO ESTANDAR		COEFICIENTES DE UNIFORMIDAD Y CURVATURA					
						Peso seco inicial (gr)	1031.50	% Grava	33.10	D10 (mm)	0.037	D30 (mm)	0.496	D60 (mm)	3.796
3"	76.200														
2 1/2"	63.500														
2"	50.800														
1 1/2"	38.100					100.00									
1"	25.400	40.22	3.90	3.90	96.10										
3/4"	19.050	0.00	0.00	3.90	96.10										
1/2"	12.700	78.53	7.61	11.51	88.49										
3/8"	9.525	43.53	4.22	15.73	84.27										
1/4"	6.350	100.48	9.74	25.47	74.53										
Nº 4	4.750	78.69	7.63	33.10	66.90										
Nº 8	2.380	178.71	17.13	50.23	49.77										
Nº 10	2.000	30.73	2.98	53.21	46.79										
Nº 16	1.190	63.71	6.12	61.33	38.67										
Nº 20	0.840	44.18	4.28	65.61	34.39										
Nº 30	0.590	30.20	2.93	68.54	31.46										
Nº 40	0.426	26.91	2.61	71.15	28.85										
Nº 50	0.297	23.73	2.30	73.45	26.55										
Nº 60	0.250	10.37	1.01	74.45	25.55										
Nº 80	0.177	20.01	1.94	76.39	23.61										
Nº 100	0.149	11.41	1.11	77.50	22.50										
Nº 200	0.075	24.94	2.42	79.92	20.08										
FONDO LAVADO		207.15	20.08	100.00	0.00										
TOTAL		1031.50													

DATOS DEL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO		ENSAYO ESTANDAR		COEFICIENTES DE UNIFORMIDAD Y CURVATURA					
Peso seco inicial (gr)	1031.50	% Grava	33.10	D10 (mm)	0.037	D30 (mm)	0.496	D60 (mm)	3.796
Peso seco lavado (gr)	824.35	% Arena	46.82	D15 (mm)	0.056	D50 (mm)	2.412	D85 (mm)	10.076
Pérdida por lavado (gr)	207.15	% Finos	20.08	Cu = 101.64		Cc = 1.75			



CLASIFICACION DE SUELOS	
AASHTO	SUCS
A-2.4 (0)	SC ARENA ARCILLOSA CON GRAVA

  
 Ing. Maximiliano Augusto Navarro Rojas  
 CIP: 123244  
 ESPECIALISTA EN SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

Proyecto : 'Propuesta de estabilización de talud incorporando el sistema Terramesh en la zona Mayhuaccacca Huancavelica 2021'  
 Solicitante : AYERTON GERMAN SIERRALTA ENRIQUE Region : HUANCAMELICA  
 Calicata : EXP - 03 (KM: 33+690) Provincia : ACOBAMBA  
 Estrato : E - 03 Distrito : ANDABAMBA  
 Fecha : FEBRERO DE 2021 Lugar : MAYHUACCACCA

**DETERMINACION DE HUSO GRANULOMETRICO PARA FILTRO**

DEFINICIÓN: Dos factores principales influyen al seleccionar el material de un filtro: la granulometría para el material del filtro debe ser tal que: a) El suelo a proteger no sea lavado por el filtro b) que no se genere una carga de presión hidrostática excesiva en el suelo con un coeficiente inferior de permeabilidad.



  
**Ing. Maxwell Anthony Morote Arjas**  
 CIP: 14634  
 ESPECIALISTA EN GEOTECNIA, CONCRETO Y PAVIMENTOS

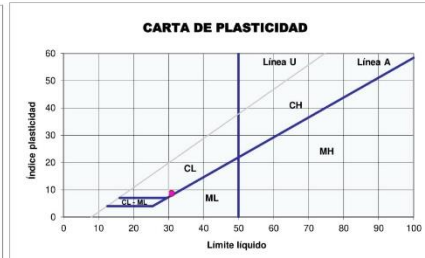
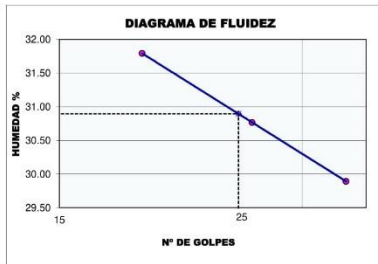


**INGENIERIA GEOTECNICA AL MAXIMO**  
 ESPECIALISTAS EN SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

Proyecto : "Propuesta de estabilización de talud incorporando el sistema Terramesh en la zona Mayhuaccacca Huancavelica 2021"

Solicitante : AYERTON GERMAN SIERRALTA ENRIQUE Region : HUANCAVELICA  
 Calicata : EXP - 04 (KM: 33+750) Provincia : ACOBAMBA  
 Estrato : E - 02 Distrito : ANDABAMBA  
 Fecha : FEBRERO DE 2021 Lugar : MAYHUACCACCA

LÍMITES DE CONSISTENCIA		LÍMITE LÍQUIDO (ASTM D-4319, MTC E 111-2016)			LÍMITE PLÁSTICO (ASTM D-4319, MTC E 111-2016)		LÍMITES DE CONSISTENCIA	
Tara Número	Unidades	69	60	47	41	57	LL (%) =	30.89
Peso Recipiente + Suelo Húmedo	gr	65.51	61.50	31.01	24.49	59.57	LP (%) =	22.24
Peso Recipiente + Suelo Seco	gr	62.90	60.05	29.65	23.30	58.40	LL - LP = IP (%) =	8.65
Peso del Recipiente	gr	54.69	55.32	25.10	18.00	53.09		
Peso del Suelo Seco	gr	8.21	4.73	4.55	5.30	5.31		
Peso del Agua	gr	2.61	1.45	1.36	1.19	1.17		
Contenido de Humedad	%	31.79	30.77	29.89	22.45	22.03		
Número de Golpes		19	26	34				



DIRECCION: JR. CIRO ALEGRIA N° 416 - JESUS NAZARENO - Ayacucho, CEL: 999526400, EMAIL: ingenieria@ingemassac.com, comercial@ingemassac.com

**INGEOMAX**  
 Ing. Maxwell Anthony Borote Arias  
 CIP: 452334  
 ESPECIALISTA EN GEOTECNIA, CONCRETO Y PAVIMENTOS

Proyecto : "Propuesta de estabilización de talud incorporando el sistema Terramesh en la zona Mayhuacacca Huancavelica 2021"  
 Solicitante : AYERTON GERMAN SIERRALTA ENRIQUE Region : HUANCVELICA  
 Calicata : EXP - 04 (KM. 33+750) Provincia : JACOBAMBA  
 Estrato : E - 02 Distrito : ANDABAMBA  
 Fecha : FEBRERO DE 2021 Lugar : MAYHUACACCA

**ENSAYO ESTANDAR DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS**  
(ASTM DE 422,D 4318, D 2487, D 2216, D 4254,D 854, DE 1557)

TAMICES ASTM	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (gr)	RETENIDO PARCIAL (%)	RETENIDO ACUMULADO (%)	% QUE PASA
3"	76.200				
2 1/2"	63.500				
2"	50.800				100.00
1 1/2"	38.100	265.32	15.63	15.63	84.37
1"	25.400	275.21	16.22	31.85	68.15
3/4"	19.050	165.30	9.74	41.59	58.41
1/2"	12.700	125.60	7.40	48.99	51.01
3/8"	9.525	67.01	3.95	52.94	47.06
1/4"	6.350	102.12	6.02	58.96	41.04
Nº 4	4.750	64.94	3.83	62.79	37.21
Nº 8	2.380	32.10	1.89	64.68	35.32
Nº 10	2.000	28.66	1.69	66.37	33.63
Nº 16	1.190	12.30	0.72	67.09	32.91
Nº 20	0.840	41.30	2.43	69.52	30.48
Nº 30	0.590	36.40	2.14	71.67	28.33
Nº 40	0.426	22.60	1.33	73.00	27.00
Nº 50	0.297	23.68	1.40	74.40	25.60
Nº 60	0.250	35.33	2.08	76.48	23.52
Nº 80	0.177	52.15	3.07	79.55	20.45
Nº 100	0.149	14.64	0.86	80.41	19.59
Nº 200	0.075	32.71	1.93	82.34	17.66
FONDO LAVADO		299.69	17.66	100.00	0.00
TOTAL		1697.06			

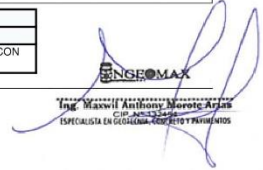
DATOS DEL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO	
Peso seco inicial (gr)	1697.06
peso seco lavado (gr)	1397.37
Pérdida por lavado (gr)	299.69

ENSAYO ESTANDAR	
% Grava	62.79
% Arena	19.56
% Finos	17.66

COEFICIENTES DE UNIFORMIDAD Y CURVATURA					
D10 (mm)	0.042	D30 (mm)	0.784	D60 (mm)	20.087
D15 (mm)	0.064	D50 (mm)	11.890	D85 (mm)	38.615
Cu = 472.98		Cc = 0.72			



CLASIFICACION DE SUELOS	
AASHTO	SUCS
A-2-4	(0) GC GRAVA ARCILLOSA CON ARENA




Proyecto : 'Propuesta de estabilización de talud incorporando el sistema Terramesh en la zona Mayhuaccacca Huancavelica 2021'  
 Solicitante : AYERTON GERMAN SIERRALTA ENRIQUE Region : HUANCAMELICA  
 Calicata : EXP - 04 (KM: 33+750) Provincia : ACOBAMBA  
 Estrato : E - 02 Distrito : ANDABAMBA  
 Fecha : FEBRERO DE 2021 Lugar : MAYHUACCACCA

**DETERMINACION DE HUSO GRANULOMETRICO PARA FILTRO**

DEFINICIÓN: Dos factores principales influyen al seleccionar el material de un filtro: la granulometría para el material del filtro debe ser tal que: a) El suelo a proteger no sea lavado por el filtro b) que no se genere una carga de presión hidrostática excesiva en el suelo con un coeficiente inferior de permeabilidad.



  
**Ing. Maxwell Anthony Morote Arias**  
 CIP: 44533-04  
 ESPECIALISTA EN GEOTECNIA - CONCRETO Y PAVIMENTOS

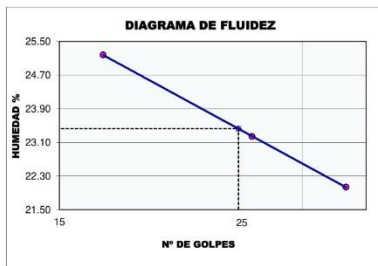


**INGENIERIA GEOTECNICA AL MAXIMO**  
 ESPECIALISTAS EN SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

Proyecto : "Propuesta de estabilización de talud incorporando el sistema Terramesh en la zona Mayhuaccacca Huancavelica 2021"

Solicitante : AYERTON GERMAN SIERRALTA ENRIQUE Region : HUANCAVELICA  
 Calicata : EXP - 04 (KM: 33+750) Provincia : ACOBAMBA  
 Estrato : E - 03 Distrito : ANDABAMBA  
 Fecha : FEBRERO DE 2021 Lugar : MAYHUACCACCA

LÍMITES DE CONSISTENCIA		LÍMITE LÍQUIDO (ASTM D-4319, MTC E 111-2016)			LÍMITE PLÁSTICO (ASTM D-4319, MTC E 111-2016)		LÍMITES DE CONSISTENCIA	
Tara Número	Unidades	38	31	25	49	23	LL (%) =	23.42
Peso Recipiente + Suelo Húmedo	gr	28.40	35.85	34.67	27.91	34.48	LP (%) =	15.20
Peso Recipiente + Suelo Seco	gr	26.60	34.29	33.50	27.04	33.60	LL - LP = IP (%) =	8.22
Peso del Recipiente	gr	19.45	27.55	28.19	21.26	27.87		
Peso del Suelo Seco	gr	7.15	6.74	5.31	5.78	5.73		
Peso del Agua	gr	1.80	1.57	1.17	0.87	0.88		
Contenido de Humedad	%	25.17	23.24	22.03	15.05	15.36		
Número de Golpes		17	26	34				



DIRECCION: JR. CIRO ALEGRIA N° 416 - JESUS NAZARENO - Ayacucho, CEL: 999526460, EMAIL: ingenieria@ingomax.com, comercial@ingomax.com

**INGEOMAX**  
 Ing. Maxwell Anthony Borja Arías  
 CIP: 452334  
 ESPECIALISTA EN GEOTECNIA, CONCRETO Y PAVIMENTOS

Proyecto : "Propuesta de estabilización de talud incorporando el sistema Terramesh en la zona Mayhuacacca Huancavelica 2021"  
 Solicitante : AYERTON GERMAN SIERRALTA ENRIQUE Region : HUANCVELICA  
 Calicata : EXP - 04 (KM. 33+750) Provincia : JACOBAMBA  
 Estrato : E - 03 Distrito : ANDABAMBA  
 Fecha : FEBRERO DE 2021 Lugar : MAYHUACACCA

ENSAYO ESTANDAR DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS (ASTM DE 422, D 4318, D 2487, D 2216, D 4254, D 854, DE 1557)							
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO	TAMICES ASTM	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (gr)	RETENIDO PARCIAL (%)	RETENIDO ACUMULADO (%)	% QUE PASA	
	3"	76.200					
	2 1/2"	63.500					
	2"	50.800					100.00
	1 1/2"	38.100	<b>55.74</b>	6.85	6.85	6.85	93.15
	1"	25.400	<b>86.54</b>	10.63	17.48	17.48	82.52
	3/4"	19.050	<b>55.30</b>	6.79	24.27	24.27	75.73
	1/2"	12.700	<b>32.66</b>	4.01	28.28	28.28	71.72
	3/8"	9.525	<b>41.00</b>	5.04	33.32	33.32	66.68
	1/4"	6.350	<b>36.79</b>	4.52	37.84	37.84	62.16
	Nº 4	4.750	<b>18.54</b>	2.28	40.12	40.12	59.88
	Nº 8	2.380	<b>38.98</b>	4.79	44.91	44.91	55.09
	Nº 10	2.000	<b>12.00</b>	1.47	46.38	46.38	53.62
	Nº 16	1.190	<b>45.56</b>	5.60	51.98	51.98	48.02
	Nº 20	0.840	<b>36.78</b>	4.52	56.49	56.49	43.51
	Nº 30	0.590	<b>33.00</b>	4.05	60.55	60.55	39.45
	Nº 40	0.426	<b>31.79</b>	3.91	64.45	64.45	35.55
	Nº 50	0.297	<b>40.10</b>	4.93	69.38	69.38	30.62
	Nº 60	0.250	<b>8.42</b>	1.03	70.41	70.41	29.59
	Nº 80	0.177	<b>45.63</b>	5.61	76.02	76.02	23.98
	Nº 100	0.149	<b>6.72</b>	0.83	76.85	76.85	23.15
	Nº 200	0.075	<b>20.43</b>	2.51	79.35	79.35	20.65
	FONDO LAVADO			168.06	20.65	100.00	0.00
	TOTAL			814.04			


DATOS DEL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO	
Peso seco inicial (gr)	814.04
peso seco lavado (gr)	645.98
Pérdida por lavado (gr)	168.06

ENSAYO ESTANDAR	
% Grava	40.12
% Arena	39.24
% Finos	20.65

COEFICIENTES DE UNIFORMIDAD Y CURVATURA					
D10 (mm)	0.036	D30 (mm)	0.269	D60 (mm)	4.832
D15 (mm)	0.054	D50 (mm)	1.476	D85 (mm)	28.361
Cu = 133.02		Cc = 0.41			



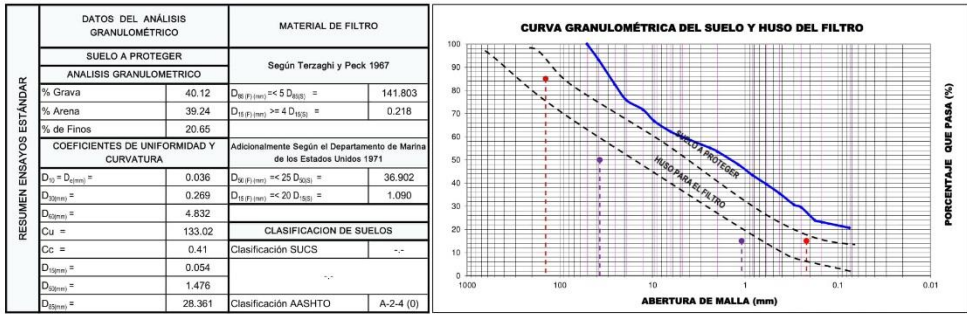
CLASIFICACION DE SUELOS	
AASHTO	SUCS
A-2-4	(U)

  
**Ing. Maxwell Anthony Morote Arías**  
 CIP: 40333  
 ESPECIALISTA EN GEOTECNIA, CONCRETO Y PAVIMENTOS

Proyecto : 'Propuesta de estabilización de talud incorporando el sistema Terramesh en la zona Mayhuaccacca Huancavelica 2021'  
 Solicitante : AYERTON GERMAN SIERRALTA ENRIQUE Region : HUANCAMELICA  
 Calicata : EXP - 04 (KM: 33+750) Provincia : ACOBAMBA  
 Estrato : E - 03 Distrito : ANDABAMBA  
 Fecha : FEBRERO DE 2021 Lugar : MAYHUACCACCA

**DETERMINACION DE HUSO GRANULOMETRICO PARA FILTRO**

DEFINICIÓN: Dos factores principales influyen al seleccionar el material de un filtro: la granulometría para el material del filtro debe ser tal que: a) El suelo a proteger no sea lavado por el filtro b) que no se genere una carga de presión hidrostática excesiva en el suelo con un coeficiente inferior de permeabilidad.



  
**Ing. Maxwell Anthony Morote Arasa**  
 CIP: 44233-0494  
 ESPECIALISTA EN GEOTECNIA, CONCRETO Y PAVIMENTOS





INGENIERIA GEOTECNICA AL MAXIMO  
ESPECIALISTAS EN SUELOS, CONCRETO Y  
PAVIMENTOS

## PESO UNITARIO EN SUELOS

NORMA ASTM C-29, MTC E 203 - 2016

Proyecto : "Propuesta de estabilización de talud incorporando el sistema Terramesh en la zona Mayhuaccacca Huancavelica 2021"

Solicitante : AYERTON GERMAN SIERRALTA ENRIQUE

Región : HUANCVELICA

Calicata : C - 01 (KM: 33+850)

Provincia : ACOBAMBA

Estrato : E - 02

Distrito : ANDABAMBA

Fecha : FEBRERO DE 2021

Lugar : MAYHUACCACCA

### SUELO DE NIVEL DE CIMENTACION

PESO UNITARIO SUELTO (PUS)			
N° DE ENSAYO	Ensayo N° 01	Ensayo N° 02	Ensayo N° 03
A PESO DEL MOLDE (gr)	3,695.0	3,695.0	3,695.0
B PESO DEL SUELO + MOLDE (gr)	5,016.0	5,008.0	5,026.0
C PESO DEL SUELO SUELTO (gr) = (B)-(A)	1,321.0	1,313.0	1,331.0
D VOLUMEN DEL MOLDE (cm <sup>3</sup> )	940.8	940.8	940.8
E PESO UNITARIO SUELTO (Kg/m <sup>3</sup> ) = (C)/(D)	1,404	1,396	1,415
PROMEDIO PUS (Kg/m <sup>3</sup> )	1,405		
PESO UNITARIO COMPACTADO (PUC) METODO DEL APISONADO			
N° DE ENSAYO	Ensayo N° 01	Ensayo N° 02	Ensayo N° 03
A PESO DEL MOLDE (gr)	3,695.0	3,695.0	3,695.0
B PESO DEL SUELO + MOLDE (gr)	5,322.0	5,330.0	5,328.0
C PESO DEL SUELO APISONADO (gr) = (B)-(A)	1,627.0	1,635.0	1,633.0
D VOLUMEN DEL MOLDE (cm <sup>3</sup> )	940.8	940.8	940.8
E PESO UNITARIO APISONADO (Kg/m <sup>3</sup> ) = (C)/(D)	1,729	1,738	1,736
PROMEDIO PUC (Kg/m <sup>3</sup> )	1,734		

DETERMINACION DE LA HUMEDAD			
EXPLORACION		: C - 01 (KM: 33+850)	
RECIPIENTE	N°	64.0	50.0
1 PESO SUELO HUMEDO+RECIPIENTE DE LA MUESTRA	gr	115.40	132.60
2 PESO SUELO SECO+RECIPIENTE DE LA MUESTRA	gr	112.62	129.00
3 PESO RECIPIENTE	gr	50.31	52.72
4 PESO AGUA EN LA MUESTRA	gr	2.78	3.60
5 PESO SECO DE LA MUESTRA	gr	62.31	76.28
6 HUMEDAD	%	4.46%	4.72%
CONTENIDO DE HUMEDAD	%	4.59%	

DETERMINACION DEL PESO UNITARIO REPRESENTATIVO	
PESO UNITARIO SUELTO PUS (Kg/m <sup>3</sup> )	1,405
PESO UNITARIO COMPACTO PUC (Kg/m <sup>3</sup> )	1,734
PESO UNITARIO REPRESENTATIVO DEL SUELO (Kg/m <sup>3</sup> )	1,570

DIRECCION: JR. CIRO ALEGRÍA N° 416 - JESÚS NAZARENO - Ayacucho, CEL: 999526400. EMAIL: ingenieria@ingemaxsac.com, comercial@ingemaxsac.com

INGEOMAX  
ING. MARCO ANTONIO MARQUEZ AGUIAR  
CIP 24732464  
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA, CONCRETO Y PAVIMENTOS



INGENIERIA GEOTECNICA AL MAXIMO  
ESPECIALISTAS EN SUELOS, CONCRETO Y  
PAVIMENTOS

## PESO UNITARIO EN SUELOS

NORMA ASTM C-29, MTC E 203 - 2016

Proyecto : "Propuesta de estabilización de talud incorporando el sistema Terramesh en la zona Mayhuaccacca Huancavelica 2021"

Solicitante : AYERTON GERMAN SIERRALTA ENRIQUE

Región : HUANCVELICA

Calicata : C - 02 (KM: 33+800)

Provincia : ACOBAMBA

Estrato : E - 02

Distrito : ANDABAMBA

Fecha : FEBRERO DE 2021

Lugar : MAYHUACCACCA

### SUELO DE NIVEL DE CIMENTACION

PESO UNITARIO SUELTO (PUS)			
N° DE ENSAYO	Ensayo N° 01	Ensayo N° 02	Ensayo N° 03
A PESO DEL MOLDE (gr)	3,695.0	3,695.0	3,695.0
B PESO DEL SUELO + MOLDE (gr)	5,038.0	5,001.0	5,010.0
C PESO DEL SUELO SUELTO (gr) = (B)-(A)	1,343.0	1,306.0	1,315.0
D VOLUMEN DEL MOLDE (cm <sup>3</sup> )	940.8	940.8	940.8
E PESO UNITARIO SUELTO (Kg/m <sup>3</sup> ) = (C)/(D)	1,428	1,388	1,398
PROMEDIO PUS (Kg/m <sup>3</sup> )	1,404		
PESO UNITARIO COMPACTADO (PUC) METODO DEL APISONADO			
N° DE ENSAYO	Ensayo N° 01	Ensayo N° 02	Ensayo N° 03
A PESO DEL MOLDE (gr)	3,695.0	3,695.0	3,695.0
B PESO DEL SUELO + MOLDE (gr)	5,338.0	5,385.0	5,389.0
C PESO DEL SUELO APISONADO (gr) = (B)-(A)	1,643.0	1,690.0	1,694.0
D VOLUMEN DEL MOLDE (cm <sup>3</sup> )	940.8	940.8	940.8
E PESO UNITARIO APISONADO (Kg/m <sup>3</sup> ) = (C)/(D)	1,746	1,796	1,801
PROMEDIO PUC (Kg/m <sup>3</sup> )	1,781		

DETERMINACION DE LA HUMEDAD			
EXPLORACION		: C - 02 (KM: 33+800)	
RECIPIENTE	N°	35.0	51.0
1 PESO SUELO HUMEDO+RECIPIENTE DE LA MUESTRA	gr	98.12	112.30
2 PESO SUELO SECO+RECIPIENTE DE LA MUESTRA	gr	94.15	108.82
3 PESO RECIPIENTE	gr	28.90	54.25
4 PESO AGUA EN LA MUESTRA	gr	3.97	3.48
5 PESO SECO DE LA MUESTRA	gr	65.25	54.57
6 HUMEDAD	%	6.08%	6.38%
CONTENIDO DE HUMEDAD	%	6.23%	

DETERMINACION DEL PESO UNITARIO REPRESENTATIVO	
PESO UNITARIO SUELTO PUS (Kg/m <sup>3</sup> )	1,404
PESO UNITARIO COMPACTO PUC (Kg/m <sup>3</sup> )	1,781
PESO UNITARIO REPRESENTATIVO DEL SUELO (Kg/m <sup>3</sup> )	1,593





**INGENIERIA GEOTECNICA AL MAXIMO**  
 ESPECIALISTAS EN SUELOS, CONCRETO Y  
 PAVIMENTOS

## PESO UNITARIO EN SUELOS

NORMA ASTM C-29, MTC E 203 - 2016

**Proyecto** : "Propuesta de estabilización de talud incorporando el sistema Terramesh en la zona Mayhuaccacca Huancavelica 2021"

**Solicitante** : AYERTON GERMAN SIERRALTA ENRIQUE

**Región** : HUANCVELICA

**Calicata** : C - 03 (KM: 33+700)

**Provincia** : ACOBAMBA

**Estrato** : E - 02

**Distrito** : ANDABAMBA

**Fecha** : FEBRERO DE 2021

**Lugar** : MAYHUACCACCA

### SUELO DE NIVEL DE CIMENTACION

PESO UNITARIO SUELTO (PUS)			
N° DE ENSAYO	Ensayo N° 01	Ensayo N° 02	Ensayo N° 03
A PESO DEL MOLDE (gr)	1,854.0	1,854.0	1,854.0
B PESO DEL SUELO + MOLDE (gr)	5,723.0	5,704.0	5,714.0
C PESO DEL SUELO SUELTO (gr) = (B)-(A)	3,869.0	3,850.0	3,860.0
D VOLUMEN DEL MOLDE (cm <sup>3</sup> )	2,974.0	2,974.0	2,974.0
E PESO UNITARIO SUELTO (Kg/m <sup>3</sup> ) = (C)/(D)	1,301	1,295	1,298
<b>PROMEDIO PUS (Kg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>1,298</b>		
PESO UNITARIO COMPACTADO (PUC) METODO DEL APISONADO			
N° DE ENSAYO	Ensayo N° 01	Ensayo N° 02	Ensayo N° 03
A PESO DEL MOLDE (gr)	1,854.0	1,854.0	1,854.0
B PESO DEL SUELO + MOLDE (gr)	6,712.0	6,703.0	6,720.0
C PESO DEL SUELO APISONADO (gr) = (B)-(A)	4,858.0	4,849.0	4,866.0
D VOLUMEN DEL MOLDE (cm <sup>3</sup> )	2,974.0	2,974.0	2,974.0
E PESO UNITARIO APISONADO (Kg/m <sup>3</sup> ) = (C)/(D)	1,633	1,630	1,636
<b>PROMEDIO PUC (Kg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>1,633</b>		

DETERMINACION DE LA HUMEDAD			
EXPLORACION		: C - 03 (KM: 33+700)	
RECIPIENTE	N°	35.0	51.0
1 PESO SUELO HUMEDO+RECIPIENTE DE LA MUESTRA	gr	98.12	112.30
2 PESO SUELO SECO+RECIPIENTE DE LA MUESTRA	gr	94.65	109.32
3 PESO RECIPIENTE	gr	28.90	54.25
4 PESO AGUA EN LA MUESTRA	gr	3.47	2.98
5 PESO SECO DE LA MUESTRA	gr	65.75	55.07
6 HUMEDAD	%	5.28%	5.41%
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>	<b>%</b>	<b>5.34%</b>	

DETERMINACION DEL PESO UNITARIO REPRESENTATIVO	
PESO UNITARIO SUELTO PUS (Kg/m <sup>3</sup> )	1,298
PESO UNITARIO COMPACTO PUC (Kg/m <sup>3</sup> )	1,633
<b>PESO UNITARIO REPRESENTATIVO DEL SUELO (Kg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>1,466</b>

DIRECCION: JR. CIRO ALEGRÍA N° 416 - JESÚS NAZARENO - Ayacucho, CEL: 999526400. EMAIL: ingenieria@ingemaxsac.com, comercial@ingemaxsac.com

**INGEOMAX**  
 INGENIERIA GEOTECNICA AL MAXIMO  
 ESPECIALISTAS EN SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS



INGENIERIA GEOTECNICA AL MAXIMO  
ESPECIALISTAS EN SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

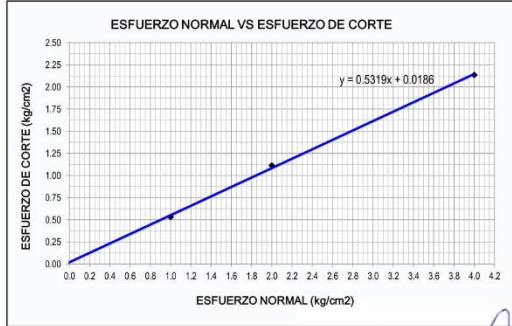
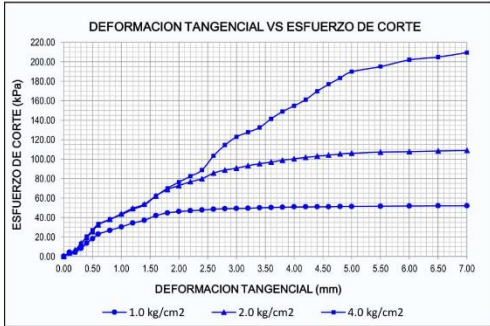


**ENSAYO DE CORTE DIRECTO**  
(ASTM D 3080, AASHTO T 236, MTC E 123)

Proyecto : "Propuesta de estabilización de talud incorporando el sistema Terramesh en la zona Mayhuaccacca Huancavelica 2021"

Solicitante : AYERTON GERMAN SIERRALTA ENRIQUE  
Calicata : C - 01 (KM: 33+850)  
Estrato : E - 02  
Fecha : FEBRERO DE 2021

Región : HUANCAVELICA  
Provincia : ACOBAMBA  
Distrito : ANDABAMBA  
Lugar : MAYHUACCACCA



Angulo de friccion interna  $\phi$  (°) : 28.0

Cohesion C' (kg/cm<sup>2</sup>) : 0.02

INGEOMAX  
ESPECIALISTAS EN SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

**INGEOMAX**INGENIERIA GEOTECNICA AL MAXIMO  
ESPECIALISTAS EN SUELOS, CONCRETO Y  
PAVIMENTOS**ENSAYO DE CORTE DIRECTO  
(ASTM D 3080, AASHTO T 236, MTC E 123)**

**Proyecto** : "Propuesta de estabilización de talud incorporando el sistema Terramesh en la zona Mayhuaccacca Huancavelica 2021"

**Solicitante** : AYERTON GERMAN SIERRALTA ENRIQUE **Región** : HUANCAVELICA

**Calicata** : C - 01 (KM: 33+850) **Provincia** : ACOBAMBA

**Estrato** : E - 02 **Distrito** : ANDABAMBA

**Fecha** : FEBRERO DE 2021 **Lugar** : MAYHUACCACCA

**DATOS**

**Especimen** : REMOLDEADO (MATERIAL < MALLA N° 4)

**Profundidad** : E - 02

**Tipo de Celda** : CUADRADA

Lado o Diametro Celda : 63.69 mm **Espesor de muestra en celda:** 21.55 mm

**Tipo de ensayo :** CONSOLIDADO DRENADO

Especimen N°	1	2	3
Lado o Diametro de la muestra (mm) :	63.69	63.69	63.69
Altura inicial de la muestra (mm) :	21.55	21.55	21.55
Densidad Humeda Inicial (tn/m3) :	1.570	1.570	1.570
Contenido de Humedad (%) :	5.36%	5.36%	5.36%
Densidad Seca Inicial (tn/m3) :	1.490	1.490	1.490
Deformacion vertical despues de la consolidacion (mm) :	0.430	0.550	1.830
Altura de la muestra antes de aplicar el esfuerzo de corte (mm) :	21.12	21	19.72
Esfuerzo Normal (kg/cm2) :	1	2	4
Esfuerzo de Corte Maximo (Kpa) :	52.09	109.03	209.58
Esfuerzo de Corte Maximo (kg/cm2) :	0.53	1.11	2.14

**Angulo de friccion interna  $\phi$  (°) :** 28.0**Cohesion C' (kg/cm2) :** 0.02**INGEOMAX****Ing. Maxwell Anthony Borote Arias**  
CIP: 14833  
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA, CONCRETO Y PAVIMENTOS



INGENIERIA GEOTECNICA AL MAXIMO  
ESPECIALISTAS EN SUELOS, CONCRETO Y  
PAVIMENTOS



**ENSAYO DE CORTE DIRECTO  
(ASTM D 3080, AASHTO T 236, MTC E 123)**

Proyecto	"Propuesta de estabilización de talud incorporando el sistema Terramesh en la zona Mayhuaccacca Huancavelica 2021"		
Solicitante	: AYERTON GERMAN SIERRALTA ENRIQUE	Región	: HUANCVELICA
Calicata	: C - 01 (KM: 33+850)	Provincia	: ACOBAMBA
Estrato	: E - 02	Distrito	: ANDABAMBA
Fecha	: FEBRERO DE 2021	Lugar	: MAYHUACCA



  
**Ing. Maxwell Anthony Morote Araya**  
 CIP. No. 23456  
 ESPECIALISTA EN GEOTECNIA, SUELOS Y PAVIMENTOS



INGENIERIA GEOTECNICA AL MAXIMO  
ESPECIALISTAS EN SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

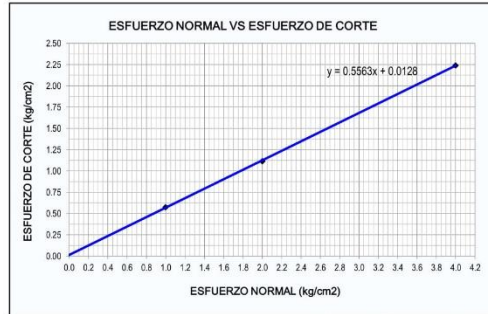
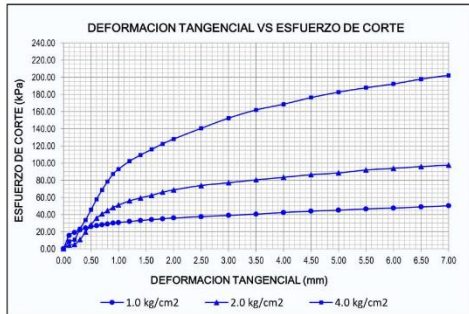


**ENSAYO DE CORTE DIRECTO**  
(ASTM D 3080, AASHTO T 236, MTC E 123)

Proyecto : "Propuesta de estabilización de talud incorporando el sistema Terramesh en la zona Mayhuaccacca Huancavelica 2021"

Solicitante : AYERTON GERMAN SIERRALTA ENRIQUE  
Calicata : C - 02 (KM: 33+800)  
Estrato : E - 02  
Fecha : FEBRERO DE 2021

Región : HUANCAVELICA  
Provincia : ACOBAMBA  
Distrito : ANDABAMBA  
Lugar : MAYHUACCACCA



Angulo de friccion interna  $\phi$  (°) : 29.1  
Cohesion C (kg/cm<sup>2</sup>) : 0.01

INGEOMAX  
Ing. Maxwell Anthony Barón-Arías  
CIP: 14003  
ESPECIALISTA EN SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS



INGENIERIA GEOTECNICA AL MAXIMO  
ESPECIALISTAS EN SUELOS, CONCRETO Y  
PAVIMENTOS

### ENSAYO DE CORTE DIRECTO (ASTM D 3080, AASHTO T 236, MTC E 123)

Proyecto : "Propuesta de estabilización de talud incorporando el sistema Terramesh en la zona Mayhuaccacca Huancavelica 2021"

Solicitante	: AYERTON GERMAN SIERRALTA ENRIQUE	Región	: HUANCAVELICA
Calicata	: C - 02 (KM: 33+800)	Provincia	: ACOBAMBA
Estrato	: E - 02	Distrito	: ANDABAMBA
Fecha	: FEBRERO DE 2021	Lugar	: MAYHUACCACCA

#### DATOS

Especimen : REMOLDEADO (MATERIAL < MALLA N° 4)

Profundidad : E - 02

Tipo de Celda : CUADRADA

Lado o Diametro Celda : 63.69 mm      Espesor de muestra en celda: 21.55 mm

Tipo de ensayo : CONSOLIDADO DRENADO

Especimen N°	1	2	3
Lado o Diametro de la muestra (mm) :	63.69	63.69	63.69
Altura inicial de la muestra (mm) :	21.55	21.55	21.55
Densidad Humeda Inicial (tn/m3) :	1.561	1.561	1.561
Contenido de Humedad (%) :	5.34%	5.34%	5.34%
Densidad Seca Inicial (tn/m3) :	1.482	1.482	1.482
Deformacion vertical despues de la consolidacion (mm) :	2.080	2.820	4.800
Altura de la muestra antes de aplicar el esfuerzo de corte (mm) :	19.47	18.73	16.75
Esfuerzo Normal (kg/cm2) :	1	2	4
Esfuerzo de Corte Maximo (Kpa) :	56.45	109.46	219.85
Esfuerzo de Corte Maximo (kg/cm2) :	0.58	1.12	2.24

Angulo de friccion interna  $\phi'$  (°) : 29.1

Cohesion  $C'$  (kg/cm2) : 0.01

INGEOMAX  
Ing. Maxwell Anthony Morote Arias  
CIP: 145335  
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA-CONCRETO Y PAVIMENTOS





INGENIERIA GEOTECNICA AL MAXIMO  
ESPECIALISTAS EN SUELOS, CONCRETO Y  
PAVIMENTOS

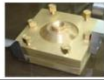


**ENSAYO DE CORTE DIRECTO  
(ASTM D 3080, AASHTO T 236, MTC E 123)**

Proyecto	: "Propuesta de estabilización de talud incorporando el sistema Terramesh en la zona Mayhuaccacca Huancavelica 2021"		
Solicitante	: AYERTON GERMAN SIERRALTA ENRIQUE	Región	: HUANCAVELICA
Calicata	: C - 02 (KM: 33+800)	Provincia	: ACOBAMBA
Estrato	: E - 02	Distrito	: ANDABAMBA
Fecha	: FEBRERO DE 2021	Lugar	: MAYHUACCA



  
**ING. Maxvil Astillero Morote-Ajima**  
 CIP: 133346  
 ESPECIALISTA EN GEOTECNIA, CONCRETO Y PAVIMENTOS



INGENIERIA GEOTECNICA AL MAXIMO  
ESPECIALISTAS EN SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

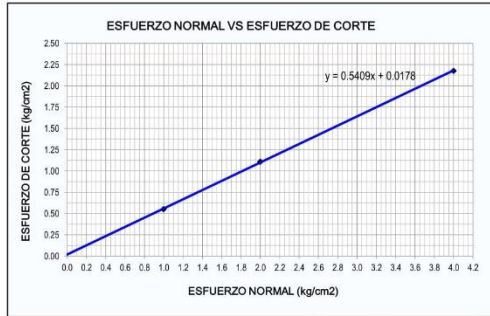
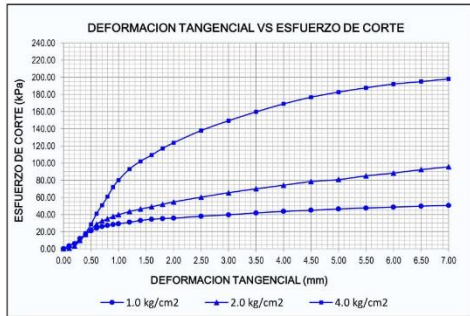


**ENSAYO DE CORTE DIRECTO**  
(ASTM D 3080, AASHTO T 236, MTC E 123)

Proyecto : "Propuesta de estabilización de talud incorporando el sistema Terramesh en la zona Mayhuaccacca Huancavelica 2021"

Solicitante : AYERTON GERMAN SIERRALTA ENRIQUE  
Calicata : C - 03 (KM: 33+700)  
Estrato : E - 02  
Fecha : FEBRERO DE 2021

Región : HUANCAVELICA  
Provincia : ACOBAMBA  
Distrito : ANDABAMBA  
Lugar : MAYHUACCA



Angulo de friccion interna  $\phi$  (°) : 28.4  
Cohesion C (kg/cm²) : 0.02

INGEOMAX  
Ing. Maxwell Anthony Morote Ayala  
CIP: 44123  
ESPECIALISTA EN SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS



INGENIERIA GEOTECNICA AL MAXIMO  
ESPECIALISTAS EN SUELOS, CONCRETO Y  
PAVIMENTOS

### ENSAYO DE CORTE DIRECTO (ASTM D 3080, AASHTO T 236, MTC E 123)

Proyecto : "Propuesta de estabilización de talud incorporando el sistema Terramesh en la zona Mayhuaccacca Huancavelica 2021"

Solicitante	: AYERTON GERMAN SIERRALTA ENRIQUE	Región	: HUANCAVELICA
Calicata	: C - 03 (KM: 33+700)	Provincia	: ACOBAMBA
Estrato	: E - 02	Distrito	: ANDABAMBA
Fecha	: FEBRERO DE 2021	Lugar	: MAYHUACCACCA

#### DATOS

Especimen : REMOLDEADO (MATERIAL < MALLA N° 4)  
Profundidad : E - 02  
Tipo de Celda : CUADRADA  
Lado o Diametro Celda : 63.69 mm      Espesor de muestra en celda: 21.55 mm

Tipo de ensayo : CONSOLIDADO DRENADO

Especimen N°	1	2	3
Lado o Diametro de la muestra (mm) :	63.69	63.69	63.69
Altura inicial de la muestra (mm) :	21.55	21.55	21.55
Densidad Humeda Inicial (tn/m3) :	1.621	1.621	1.621
Contenido de Humedad (%) :	5.15%	5.15%	5.15%
Densidad Seca Inicial (tn/m3) :	1.542	1.542	1.542
Deformacion vertical despues de la consolidacion (mm) :	0.530	1.310	2.720
Altura de la muestra antes de aplicar el esfuerzo de corte (mm) :	21.02	20.24	18.83
Esfuerzo Normal (kg/cm2) :	1	2	4
Esfuerzo de Corte Maximo (Kpa) :	54.11	108.94	213.66
Esfuerzo de Corte Maximo (kg/cm2) :	0.55	1.11	2.18

Angulo de friccion interna  $\phi'$  (°) : 28.4

Cohesion  $C'$  (kg/cm2) : 0.02

INGEOMAX  
Ing. Maximo Anthony Barote Ayala  
CIP. 332344  
ESPECIALISTA EN GEOTECNICA - CONCRETO Y PAVIMENTOS



INGENIERIA GEOTECNICA AL MAXIMO  
ESPECIALISTAS EN SUELOS, CONCRETO Y  
PAVIMENTOS



**ENSAYO DE CORTE DIRECTO  
(ASTM D 3080, AASHTO T 236, MTC E 123)**

Proyecto	: "Propuesta de estabilización de talud incorporando el sistema Terramesh en la zona Mayhuaccacca Huancavelica 2021"		
Solicitante	: AYERTON GERMAN SIERRALTA ENRIQUE	Región	: HUANCAVELICA
Calicata	: C - 03 (KM: 33+700)	Provincia	: ACOBAMBA
Estrato	: E - 02	Distrito	: ANDABAMBA
Fecha	: FEBRERO DE 2021	Lugar	: MAYHUACCA





INGENIERIA GEOTECNICA AL MAXIMO  
ESPECIALISTAS EN SUELOS, CONCRETO Y  
PAVIMENTOS

**ANEXO IV  
ANALISIS**



  
Ing. Maxwell Anthony Borote Arias  
CIP. 141133  
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA, CONCRETO Y PAVIMENTOS



PROYECTO : "Propuesta de estabilización de talud incorporando el sistema Terramesh en la zona Mayhuaccacca Huancavelica 2021"

CALICATA : C - 04 / KM. 33+750 (MAYHUACCCACCA)      ESTRATO : E - 02

**CARGA ADMISIBLE DE CIMENTACIONES EN ROCA BASADA EN UN CRITERIO DE ROTURA NO LINEAL**

(para una inclinación de la carga aplicada de 0°)

$\sigma_c (q_u) =$	Resistencia a la compresión simple de la roca.	83.93 kg/cm <sup>2</sup>	8.231 Mpa
RMR =	Clasificación geomecánica de la roca según Bieniawski.	41 %	41 %
$m_0 =$	Parámetro m para rocas intactas.	19	19
$i_i =$	Inclinación de la carga sobre la cimentación.	0 °	0 °
$\gamma =$	Peso específico.	2.65 gr/cm <sup>3</sup>	25.99 KN/m <sup>3</sup>
H (D) =	Altura de tierras por encima de la superficie de cimentación.	2.00 m	
$\sigma_1 (q_0) =$	Carga externa.	51.98 KN/m <sup>2</sup>	0.052 Mpa
a =		14	
b =		6	
m =	$m_0 \cdot \exp ((RMR - 100) / a)$		0.2809
s =	$\exp ((RMR - 100) / b)$		0.0001
$\beta =$	$(m \cdot \sigma_c) / 8$		0.2890
$\zeta =$	$(8 \cdot s) / m^2$		0.0054
$\sigma_{q1} =$	$(\sigma_1 / \beta) + \zeta$		0.1853
$N_0 =$		8.72	
$P_n (q_h) =$	$\beta \cdot (N_0 - \zeta)$ Carga de hundimiento.		2.518 Mpa
$F_p =$	Coefficiente de seguridad parcial de los parámetros.	12	
$F_m =$	coeficiente de seguridad parcial del modelo.	0.9	
F =	$F_p \cdot F_m$		10.8
$\sigma_{adh} (q_{adm}) =$		0.2332 Mpa	2.332 kg/cm <sup>2</sup>
E =	Módulo de deformación.	5.96 Gpa	59566 kg/cm <sup>2</sup>
$E_{min} =$		2.38 Gpa	23826 kg/cm <sup>2</sup>
$E_{max} =$		9.53 Gpa	95306 kg/cm <sup>2</sup>
		<b>q<sub>adm</sub> =</b>	<b>2.33 kg/cm<sup>2</sup></b>



INGEOMAX  
 Ing. Maxwell Anthony Suarez Araya  
 CIP No. 13346  
 ESPECIALISTA EN SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS



PROYECTO : "Propuesta de estabilización de talud incorporando el sistema Terramesh en la zona Mayhuaccacca Huancavelica 2021"

CALICATA : C - 04 / KM. 33+750 (MAYHUACCCACCA)

ESTRAT : E - 02

**CALCULO DE RMR**  
**(RESISTENCIA DEL MACIZO ROCOZO)**

Parámetros de Clasificación

1	Resistencia de la roca sana	Ensayo de carga puntual C. simple	>100 kp/cm2	40-50 kp/cm2	20-40 kp/cm2	10-20 kp/cm2	Compresión simple (kp/cm2)			
			>2.500 kp/cm2	1.000-2.500 kp/cm2	500-1.000 kp/cm2	250-500 kp/cm2	50-250	10 - 50	<10	
	Valoración		15	12	7	4	2	1	0	<b>2</b>
2	RQD		90%-100%	75%-90%	50%-75%	25%-50%	<25%			
	Valoración		20	17	13	6	3			<b>13</b>
3	Separación entre diaclasas		>2m	0.6 - 2 m	0.2 - 0.6 m	0.06 - 0.2m	<0.06m			
	Valoración		20	15	10	8	5			<b>8</b>
4	Estado de las diaclasas		Muy rugosas Discontinuas Sin separaciones Bordes sanos y duros	Ligeramente rugosas Abertura <1m Bordes duros	Ligeramente rugosas Abertura <1mm Bordes blandos	Espejos de falla o con relleno <5mm o abiertas 1-5mm Diaclasas continuas	Relleno blando > 5mm o abertura > 5mm Diaclasas continuas			
		Valoración		30	25	20	10	0		
5	Agua freática	Caudal por 10m de túnel	Nulo	<10 litros/min.	10-25 litros/min.	25-125 litros/min.	>125 litros/min			
		Relación Presión agua-Tensión princ. Mayor	0	0.0-0.1	0.1-0.2	0.2-0.5	>0.5			
		Estado general	Seco	Ligeramente húmedo	Húmedo	Goteando	Fluyendo			
	Valoración		15	10	7	4	0			<b>15</b>

Corrección por la Orientación de las Diaclasas

Dirección y Buzonamiento		Muy Favorables	Favorables	Medias	Desfavorables	Muy Desfavorables
Valoración para	Túneles	0	-2	-5	-10	-12
	Cimentaciones	0	-2	-7	-15	-25
	Taludes	0	-5	-25	-50	-60

Clasificación

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

Características

Clase	I	II	III	IV	V
Tiempo de mantenimiento y longitud	10 años con 5m de vano	6 meses con 8m de vano	1 semana con 5m de vano	10 horas con 2,5m de vano	30 min. Con 1m de vano
Cohesión	> 4 kp/cm2	3-4 kp/cm2	2-3 kp/cm2	1-2 kp/cm2	< 1 kp/cm2
Ángulo de rozamiento	>45°	35°-45°	25°-35°	15°-25°	15°

Orientación de las Diaclasas

Dirección Perpendicular al eje del túnel				Dirección paralela al eje del túnel		Buzamiento 0°-20° cualquier dirección
Excav. Con buzamiento		Excav. Contra buzamiento				
Buz. 45 - 90	Buz. 20 - 45	Buz. 45 - 90	Buz. 20 - 45	Buz. 45 - 90	Buz. 20 - 45	
Muy favorable	Favorable	Media	Desfavorable	Muy Desfavorable	Media	Desfavorable

**41**

**Clase III**  
**Calidad Media**

PROYECTO : "Propuesta de estabilización de talud incorporando el sistema Terramesh en la zona Mayhuaccacca Huancavelica 2021"

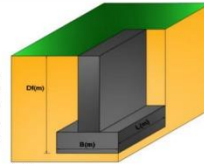
LOCALIZACION : C - 01 / KM. 33+850 (CIMENTACIÓN DE MURO DE SUELO REFORZADO)

FECHA : FEBRERO DE 2021

**DATOS DEL SUELO PARA CALCULAR:**

Angulo De Fricción $\phi^{\circ}$	28.00
Cohesión C' (KN/m <sup>2</sup> )	1.96
Peso específico $\gamma$ (KN/m <sup>3</sup> )	15.40
Peso específico saturado $\gamma_{sat}$ (KN/m <sup>3</sup> )	

Profundidad De Cimentación Df	2.00
Base De Cimentación B (m)	5.00
Longitud De Cimentación L (m)	20.00
Altura del nivel Freatico (hw)	



**DATOS PRELIMINARES DE CALCULO:**

El esfuerzo efectivo en la base de cimentación:

$$q' = 30.80 \text{ KN/m}^2$$

El peso específico efectivo del suelo en la base de la cimentación:

- Caso I (  $0 < hw < Df$  )  $\gamma' = \gamma_{sat} - \gamma_w = 10.69$
  - Caso II (  $Df < hw < Df + B$  )  $d = hw - Df = 0.00$
  - Caso III (  $hw > Df + B$  )  $\gamma' = \gamma_{sat} - \gamma_w + d/B (\gamma - \gamma_{sat} + \gamma_w) = 10.69$
- $\gamma' = 15.40 \text{ KN/m}^3$

**Calculo de la capacidad de carga por la formula de Terzaghi.**

La capacidad de carga ultima se calcula por la siguiente expresión:

$$q_u = c'N_c dc Sc + q'N_q Sq + 0.5\gamma'BN_y Sy$$

Los factores de capacidad de carga, recomendados para la formula son:			Influencia de la forma de la cimentación, recomendados para la formula:			Influencia de la profundidad de cimentación, recomendados para la formula:		
$N_q$	$N_c$	$N_y$	$Sc$	$Sq$	$Sy$	$dc$	$\phi'$	$C'$
$(1 - \sin \phi') (1 - \sin \phi') / \cos^2 \phi'$	$(N_q - 1) \cot \phi'$	$1.5 (N_q - 1) / \tan \phi'$	$1 + 0.2 B/L$	$1 + 1.5 \tan^2 \theta^{\circ} B/L$	$1 - 0.1^{\circ} B/L$	Según Skempton	$\phi'$ corregido	$C'$ corregido
14.72	25.80	10.94	1.05	1.20	0.98	1.20	28.00	1.96

• Por lo tanto :

$q_u$  = Capacidad Ultima de carga en la base de la cimentación según TERZAGUI

$$q_u = 1018.42 \text{ KN/m}^2$$

$$q_u = 10.38 \text{ kg/cm}^2$$

  
**INGEOMAX**  
**Ing. Maxwell Anthony Morote Arias**  
CIP. 100023456  
 ESPECIALISTA EN GEOTECNIA, CIMENTACION Y FUNDACIONES



**Calculo de la capacidad de carga por la formula de Vesic.**  
 La capacidad de carga ultima se calcula por la siguiente expresion:

$$q_u = c'NcFcsFcdFcc + q'NqFqsFqdFqc + 0.5\gamma'BNyFysFydFyc$$

donde:  $Nc, Nq, Ny$  = Factores de capacidad de carga  
 $Fcs, Fqs, Fys$  = Factores de forma  
 $Fcd, Fqd, Fyd$  = Factores de profundidad  
 $Fcc, Fqc, Fyc$  = Factores de compresibilidad  
 $\gamma'$  = peso especifico efectivo del suelo en la base de la cimentación  
 $q'$  = esfuerzo efectivo vertical en la base de la cimentación

Los factores de capacidad de carga, según Vesic 1973 es:			Los factores de corrección por forma por De Beer 1970 son:			Los factores por corrección de profundidad por Hansen 1970 son:		
$Nq$	$Nc$	$Ny$	$Fcs$	$Fqs$	$Fys$	$Fcd$	$Fqd$	$Fyd$
$\tan^2(45+\phi/2) \cdot e^{-2\phi \tan \phi}$	$(Nq - 1) \cot \phi$	$2(Nq + 1) \cdot \tan \phi$	$1 + B \cdot Nq / (L \cdot Nc)$	$1 + B \cdot L \cdot \tan \phi$	$1 - (0.4 \cdot B/L)$	$1 + 0.4 \cdot D/B$	$1 + 2 \tan^2(1 - \sin \phi) \cdot D/B$	-
14.72	25.80	18.72	1.14	1.13	0.90	1.16	1.12	1.00

1. Calcule el índice de rigidez crítica como:

$$I_{rc} = 0.5 \left( \exp(3.3 - 0.45 B/L) \cot(45 - \phi/2) \right)$$

Irc = 20.16

Variación de Irc con $\phi'$ y B/L		
$\phi'$ grados	B/L = 0	B/L = 1
0	13	8
10	25	15
15	37	20
20	55	30
25	89	44
30	152	70
35	283	120
40	592	225

Por lo tanto: Irc = 60.00

2. Calcule el índice de rigidez como:

$$I_r = Es / (2(1 + \mu_s)(c' + q' \tan \phi'))$$

Donde: Es = Modulo de elasticidad del suelo drenado.

Donde: Pa = presión atmosférica (=100KN/m<sup>2</sup> o 2000lb/pie<sup>2</sup>)  
 100 a 200 para suelos sueltos  
 200 a 500 para suelo medio denso  
 500 a 1000 para suelo denso  
 $m = 220.00$

$$Es = m \cdot Pa = 2242.61 \text{ tn/m}^2 = 22000.00 \text{ KN/m}^2$$

$\mu_s$  = relación de poisson del suelo drenado  
 $\mu_s = 0.1 + 0.3(q' - 25)/20$  para  $25^\circ \leq \phi' \leq 45^\circ$   
 $\mu_s = 0.25$

Por lo tanto: Ir = 478.82

  
**INGEOMAX**  
INGENIERIA GEOTECNICA AL MAXIMO  
ESPECIALISTAS EN SUELOS, CONCRETO Y FUNDACIONES

3. Si  $I_{rc} \leq I_r$ , entonces :

Fcc =	1.00
Fqc =	1.00
Fyc =	1.00

• Por lo tanto :

qu = Capacidad Última de carga en la base de la cimentación según VESIC

qu =	1221.60	Kn/m <sup>2</sup>
qu =	12.45	kg/cm <sup>2</sup>

SABIENDO QUE:

Capacidad de carga última		Factor de seguridad FS
Terzagui	Vesic	
10.38	12.45	3.00

• La Capacidad de carga admisible por resistencia al corte escogida sera:

qu = 10.38 kg/cm<sup>2</sup>

qad = qu/FS

qad =	3.46	kg/cm <sup>2</sup>
-------	------	--------------------



**INGEOMAX**  
 INGENIERIA GEOTECNICA AL MAXIMO  
 ESPECIALISTAS EN SUELOS, CONCRETO Y FUNDACIONES

**Asentamiento elástico:**

El asentamiento elástico, bajo una carga de trabajo vertical esta dado por:

$$s_e(\text{flexible}) = q_0 \cdot B(1-\mu_s^2) / E_s$$

Donde:

- q<sub>0</sub> = Presión neta aplicada sobre la cimentación
- μ<sub>s</sub> = Relación de Poisson del suelo
- E<sub>s</sub> = Módulo de elasticidad del suelo bajo la cimentación.
- B = base de la cimentación
- I<sub>f</sub> = factor en cm/m

**Para cimientos cuadrados:**

- La Capacidad de carga admisible por resistencia al corte es:

q<sub>ad</sub> = 3.46 kg/cm<sup>2</sup>

Se (rígido) = 8.68 cm

Se (flexible centro) = 11.07 cm Mucha carga...

- La Capacidad de carga admisible por Asentamiento escogida sera:

q<sub>ad</sub> = 1.58 kg/cm<sup>2</sup>

Se (rígido) = 3.96 cm

Se (flexible centro) = 5.05 cm OK!!

- La Capacidad de carga admisible escogida para la cimentación sera:

q<sub>ad</sub> = 1.58 kg/cm<sup>2</sup>

Cimentación	Valores de I <sub>f</sub> (cm/m)		
	Cuadrada	Rígida	
Flexible		Centro	112
		Esquina	56
		Medio	95
Circular	Rígida		88
	Flexible	Centro	100
		Esquina	64
		Medio	85
Corrida	Rígida		210
	Flexible (L/B =>10)	Centro	254
		Esquina	127
		Medio	225
Rectangular	Rígida		120
	Flexible (S=>L/B =>2)	Centro	153
		Esquina	77
		Medio	130

  
**INGEOMAX**  
 Ing. Maximiliano Burgos Rojas  
 CIP. 102324  
 ESPECIALISTA EN GEOTECNIA, GEOTECNO Y FUNDACIONES

PROYECTO : "Propuesta de estabilización de talud incorporando el sistema Terramesh en la zona Mayhuaccacca Huancavelica 2021"

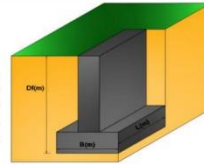
LOCALIZACION : C - 03 / KM. 61+940 (CIMENTACIÓN DE MURO DE CONTENCIÓN)

FECHA : FEBRERO DE 2021

**DATOS DEL SUELO PARA CALCULAR:**

Ángulo De Fricción $\phi^{\circ}$	27.80
Cohesión C' (KN/m2)	3.92
Peso específico $\gamma$ (KN/m3)	14.20
Peso específico saturado $\gamma_{sat}$ (KN/m3)	

Profundidad De Cimentación Df	1.20
Base De Cimentación B (m)	1.00
Longitud De Cimentación L (m)	5.00
Altura del nivel Freatico (hw)	



**DATOS PRELIMINARES DE CALCULO:**

El esfuerzo efectivo en la base de cimentación:

$$q' = 17.05 \text{ KN/m}^2$$

El peso específico efectivo del suelo en la base de la cimentación:

- Caso I (  $0 < hw < Df$  ) 10.69  
 $y' = y_{sat} - \gamma_w =$
- Caso II (  $Df < hw < Df + B$  ) 0.00  
 $d = hw - Df =$
- Caso III (  $hw > Df + B$  ) 10.69  
 $y' = y_{sat} - \gamma_w + d/B (y - y_{sat} + \gamma_w) =$
- 14.20  
 $y' =$

$$y' = 14.20 \text{ KN/m}^2$$

**Calculo de la capacidad de carga por la formula de Terzaghi.**

La capacidad de carga ultima se calcula por la siguiente expresión:

$$q_u = c'N_c dc Sc + q'N_q Sq + 0.5\gamma'BN_y Sy$$

Los factores de capacidad de carga, recomendados para la formula son:			Influencia de la forma de la cimentación, recomendados para la formula:			Influencia de la profundidad de cimentación, recomendados para la formula:		
Nq	Nc	Ny	Sc	Sq	Sy	dc	-	-
$(1 - \sin \phi) (1 - \sin \phi) / \cos^2 \phi$	$(Nq - 1) / \cot \phi$	$1.5 (Nq - 1) / \tan \phi$	$1 + 0.2 \cdot B/L$	$1 + 1.5 \cdot \tan \phi \cdot B/L$	$1 - 0.1 \cdot B/L$	Según Skempton	$\phi'$ corregido	$c'$ corregido
14.40	25.42	10.60	1.04	1.16	0.98	1.20	27.80	3.92

• Por lo tanto :

qu = Capacidad Ultima de carga en la base de la cimentación según TERZAGUI

$$qu = 482.53 \text{ KN/m}^2$$

$$qu = 4.92 \text{ kg/cm}^2$$

  
**INGEOMAX**  
**Ing. Maxwell Anthony Morote Arias**  
ESPECIALISTA EN GEOTECNICA, CONCRETO Y PAVIMENTOS

**Calculo de la capacidad de carga por la formula de Vesic.**  
 La capacidad de carga ultima se calcula por la siguiente expresion:

$$q_u = c'NcFcsFcdFcc + q'NqFqsFqdFqc + 0.5\gamma'BNyFysFydFyc$$

donde:  $Nc, Nq, Ny$  = Factores de capacidad de carga  
 $Fcs, Fqs, Fys$  = Factores de forma  
 $Fcd, Fqd, Fyd$  = Factores de profundidad  
 $Fcc, Fqc, Fyc$  = Factores de compresibilidad  
 $\gamma'$  = peso especifico efectivo del suelo en la base de la cimentación  
 $q'$  = esfuerzo efectivo vertical en la base de la cimentación

Los factores de capacidad de carga, según Vesic 1973 es:			Los factores de corrección por forma por De Beer 1970 son:			Los factores por corrección de profundidad por Hansen 1970 son:		
$Nq$	$Nc$	$Ny$	$Fcs$	$Fqs$	$Fys$	$Fcd$	$Fqd$	$Fyd$
$\tan^2(45 + \phi/2) e^{2\phi \tan \phi}$	$(Nq - 1) \cot \phi$	$2(Nq + 1) \tan \phi$	$1 + B^*Nq / (L^*Nc)$	$1 + BL^* \tan \phi$	$1 - (0.4^* BL)$	$1 + 0.4^* Df / B$	$1 + 2 \tan^2(1 - \sin \phi) Df / B$	-
14.40	25.42	18.24	1.11	1.11	0.92	1.48	1.36	1.00

1. Calcule el índice de rigidez crítica como:

$$I_{rc} = 0.5 (\exp(3.3 - 0.45 B/L) \cot(45 - \phi/2))$$

Irc = **20.54**

Variación de Irc con $\phi'$ y B/L		
$\phi'$ grados	B/L = 0	B/L = 1
0	13	8
10	25	15
15	37	20
20	55	30
25	89	44
30	152	70
35	283	120
40	592	225

Por lo tanto: Irc = **60.00**

2. Calcule el índice de rigidez como:

$$I_r = Es / (2(1 + \mu_s)(c' + q' \tan \phi'))$$

Donde: Es = Modulo de elasticidad del suelo drenado.

Donde: Pa = presión atmosférica (=100KN/m<sup>2</sup> o 2000lb/pie<sup>2</sup>)  
 100 a 200 para suelos sueltos  
 200 a 500 para suelo medio denso  
 500 a 1000 para suelo denso  
 $m = \frac{Pa}{c' + q' \tan \phi'}$   
 $m = 200.00$

$$Es = m * Pa = 2038.74 \text{ tn/m}^2 = 20000.00 \text{ KN/m}^2$$

$\mu_s$  = relación de poisson del suelo drenado  
 $\mu_s = 0.1 + 0.3(q' - 25)/20$  para  $25^\circ \leq \phi' \leq 45^\circ$   
 $\mu_s = 0.25$

Por lo tanto: Ir = **785.29**

  
**INGE. MARCO ANTONIO MORALES AGUIAR**  
 CIP: 46123  
 ESPECIALISTA EN GEOTECNIA, CONCRETO Y FUNDACIONES

3. Si  $I_{rc} \leq I_r$ , entonces :

Fcc =	1.00
Fqc =	1.00
Fyc =	1.00

• Por lo tanto :

qu = Capacidad Última de carga en la base de la cimentación según VESIC

qu =	639.57	Kn/m <sup>2</sup>
qu =	6.52	kg/cm <sup>2</sup>

SABIENDO QUE:

Capacidad de carga última		Factor de seguridad FS
Terzagui	Vesic	
4.92	6.52	3.00

• La Capacidad de carga admisible por resistencia al corte escogida sera:

qu = 4.92 kg/cm<sup>2</sup>

qad= qu/FS

qad =	1.64	kg/cm <sup>2</sup>
-------	------	--------------------

  
**INGEOMAX**  
INGENIERIA GEOTECNICA AL MAXIMO  
 ESPECIALISTAS EN SUELOS, CONCRETO Y  
 FUNDACIONES

**Asentamiento elástico:**

El asentamiento elástico, bajo una carga de trabajo vertical esta dado por:

$$S_e(\text{flexible}) = q_0 \cdot B(1-\mu_s^2) / E_s$$

Donde:

- $q_0$  = Presión neta aplicada sobre la cimentación
- $\mu_s$  = Relación de Poisson del suelo
- $E_s$  = Módulo de elasticidad del suelo bajo la cimentación.
- $B$  = base de la cimentación
- $I_f$  = factor en cm/m

**Para cimientos cuadrados:**

- La Capacidad de carga admisible por resistencia al corte es:

**qad = 1.64 kg/cm2**

**Se (rígido) = 0.90 cm**

**Se (flexible centro) = 1.15 cm** OK!

- La Capacidad de carga admisible por Asentamiento escogida sera:

**qad = 1.64 kg/cm2**

**Se (rígido) = 0.90 cm**

**Se (flexible centro) = 1.15 cm** OK!

- La Capacidad de carga admisible escogida para la cimentación sera:

**qad = 1.64 kg/cm2**

Cimentación	Valores de $I_f$ (cm/m)		
Cuadrada	Rígida		82
	Flexible	Centro	112
		Esquina	56
		Medio	95
Circular	Rígida		88
	Flexible	Centro	100
		Esquina	64
		Medio	85
Corrida	Rígida		210
	Flexible	Centro	254
		Esquina	127
		Medio	225
Rectangular ( $S \Rightarrow L/B \Rightarrow 2$ )	Rígida		120
	Flexible	Centro	153
		Esquina	77
		Medio	130

  
**INGEOMAX**  
 Ing. Maximiliano Sandoval Rojas  
 C.P. 153346  
 ESPECIALISTA EN GEOTECNICA, GEODINAMICO Y FUNDACIONES



**INGENIERIA GEOTECNICA AL MAXIMO**  
 ESPECIALISTAS EN SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

PROYECTO : "Propuesta de estabilización de talud incorporando el sistema Terramesh en la zona Mayhuaccacca Huancavelica 2021"

CALICATA : C - 01 (KM: 33+850) ESTRATO : E - 03 LUGAR : MAYHUACCA

**CALCULO DE RMR**  
**(RESISTENCIA DEL MACIZO ROCOZO) Bieniawski 1989**

Parámetros de Clasificación									
1	Resistencia de la roca sana	Ensayo de carga puntual	>100 kp/cm <sup>2</sup>	40-50 kp/cm <sup>2</sup>	20-40 kp/cm <sup>2</sup>	10-20 kp/cm <sup>2</sup>	Compresión simple (kp/cm <sup>2</sup> )		
		C. simple	>2.500 kp/cm <sup>2</sup>	1.000-2.500 kp/cm <sup>2</sup>	500-1.000 kp/cm <sup>2</sup>	250-500 kp/cm <sup>2</sup>	50-250	10 - 50	<10
	Valoración		15	12	7	4	2	1	0
2	RQD	90%-100%	75%-90%	50%-75%	25%-50%	<25%			
	Valoración	20	17	13	6	3			
3	Separación entre diaclasas	>2m	0.6 - 2 m	0.2 - 0.6 m	0.06 - 0.2m	<0.06m			
	Valoración	20	15	10	8	5			
4	Estado de las diaclasas	Muy rugosas Discontinuas Sin separaciones Bordes sanos y duros	Ligeramente rugosas Abertura<1mm Bordes duros	Ligeramente rugosas Abertura<1mm Bordes blandos	Espesores de falla o con relleno<5mm o abiertas 1-5mm Diaclasas continuas	Relleno blando > 5mm o abertura > 5mm Diaclasas continuas			
	Valoración	30	25	20	10	0			
5	Agua freática	Caudal por 10m de túnel	Nulo	<10 litros/min.	10-25 litros/min.	25-125 litros/min.	>125 litros/min		
		Relación Presión agua-Tensión princ. Mayor	0	0.0-0.1	0.1-0.2	0.2-0.5	>0.5		
		Estado general	Seco	Ligeramente húmedo	Húmedo	Goteando	Fluyendo		
	Valoración	15	10	7	4	0			

Corrección por la Orientación de las Diaclasas						
Dirección y Buzonamiento	Muy Favorables	Favorables	Medias	Desfavorables	Muy Desfavorables	
Valoración para	Túneles	0	-2	-5	-10	-12
	Cimentaciones	0	-2	-7	-15	-25
	Taludes	0	-5	-25	-50	-60

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

Características					
Clase	I	II	III	IV	V
Tiempo de mantenimiento y longitud	10 años con 5m de vano	6 meses con 8m de vano	1 semana con 5m de vano	10 horas con 2,5m de vano	30 min. Con 1m de vano
Cohesión	> 4 kp/cm <sup>2</sup>	3-4 kp/cm <sup>2</sup>	2-3 kp/cm <sup>2</sup>	1-2 kp/cm <sup>2</sup>	< 1 kp/cm <sup>2</sup>
Ángulo de rozamiento	>45°	35°-45°	25°-35°	15°-25°	15°

Orientación de las Diaclasas						
Dirección Perpendicular al eje del túnel				Dirección paralela al eje del túnel		Buzamiento 0°-20° cualquier dirección
Excav. Con buzamiento		Excav. Contra buzamiento				
Buz. 45 - 90	Buz. 20 - 45	Buz. 45 - 90	Buz. 20 - 45	Buz. 45 - 90	Buz. 20 - 45	
Muy favorable	Favorable	Media	Desfavorable	Muy Desfavorable	Media	Desfavorable

DIRECCION: JR. CRO ALEGRIA N° 416 - JESUS NAZARENO - AYACUCHO - HUANANGA, CEL 999536403, CORREO: ingomas@hotmail.com, comercial@ingomasac.com

  
**INGEOMAX**  
**Ing. Maxwell Anthony Borote Arías**  
 CIP 48533-2004  
 ESPECIALISTA EN GEOTECNIA, CONCRETO Y PAVIMENTOS





INGENIERIA GEOTECNICA AL MAXIMO  
ESPECIALISTAS EN SUELOS, CONCRETO Y  
PAVIMENTOS

PROYECTO : "Propuesta de estabilización de talud incorporando el sistema Terramesh en la zona Mayhuaccacca Huancavelica 2021"

CALICATA : C - 01 (KM: 33+850) ESTRATO : E - 03 LUGAR : MAYHUACCA

**CALCULO DE RMR**  
**(RESISTENCIA DEL MACIZO ROCOZO) Bieniawski 1989**

Parámetros de Clasificación									
1	Resistencia de la roca sana	Ensayo de carga puntual	>100 kp/cm <sup>2</sup>	40-50 kp/cm <sup>2</sup>	20-40 kp/cm <sup>2</sup>	10-20 kp/cm <sup>2</sup>	Compresión simple (kp/cm <sup>2</sup> )		
		C. simple	>2.500 kp/cm <sup>2</sup>	1.000-2.500 kp/cm <sup>2</sup>	500-1.000 kp/cm <sup>2</sup>	250-500 kp/cm <sup>2</sup>	50-250	10 - 50	<10
	Valoración		15	12	7	4	2	1	0
2	RQD		90%-100%	75%-90%	50%-75%	25%-50%	<25%		
		Valoración	20	17	13	6	3		
3	Separación entre diaclasas		>2m	0.6 - 2 m	0.2 - 0.6 m	0.06 - 0.2m	<0.06m		
		Valoración	20	15	10	8	5		
4	Estado de las diaclasas		Muy rugosas Discontinuas Sin separaciones Bordes sanos y duros	Ligeramente rugosas Abertura<1mm Bordes duros	Ligeramente rugosas Abertura<1mm Bordes blandos	Espejos de falla o con relleno<5mm o abiertas 1-5mm Diaclasas continuas	Relleno blando > 5mm o abertura > 5mm Diaclasas continuas		
		Valoración	30	25	20	10	0		
5	Agua freática	Caudal por 10m de túnel	Nulo	<10 litros/min.	10-25 litros/min.	25-125 litros/min.	>125 litros/min		
		Relación Presión agua- Tensión princ. Mayor	0	0.0-0.1	0.1-0.2	0.2-0.5	>0.5		
		Estado general	Seco	Ligeramente húmedo	Húmedo	Goteando	Fluyendo		
		Valoración	15	10	7	4	0		

Corrección por la Orientación de las Diaclasas						
Dirección y Buzonamiento	Muy Favorables	Favorables	Medias	Desfavorables	Muy Desfavorables	
Valoración para	Túneles	0	-2	-5	-10	-12
	Cimentaciones	0	-2	-7	-15	-25
	Taludes	0	-5	-25	-50	-60

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

Características					
Clase	I	II	III	IV	V
Tiempo de mantenimiento y longitud	10 años con 5m de vano	6 meses con 8m de vano	1 semana con 5m de vano	10 horas con 2,5m de vano	30 min. Con 1m de vano
Cohesión	> 4 kp/cm <sup>2</sup>	3-4 kp/cm <sup>2</sup>	2-3 kp/cm <sup>2</sup>	1-2 kp/cm <sup>2</sup>	< 1 kp/cm <sup>2</sup>
Ángulo de rozamiento	>45°	35°-45°	25°-35°	15°-25°	15°

Orientación de las Diaclasas						
Dirección Perpendicular al eje del túnel				Dirección paralela al eje del túnel		Buzamiento 0°-20° cualquier dirección
Excav. Con buzamiento		Excav. Contra buzamiento				
Buz. 45 - 90	Buz. 20 - 45	Buz. 45 - 90	Buz. 20 - 45	Buz. 45 - 90	Buz. 20 - 45	
Muy favorable	Favorable	Media	Desfavorable	Muy Desfavorable	Media	Desfavorable

DIRECCION: JR. CRO ALEGRIA N° 416 - JESUS NAZARENO - AYACUCHO - HUANANGA, CEL 999536403, CORREO ingomas@hotmail.com, comercial@ingomasac.com

**INGEOMAX**  
Ing. Maxwell Anthony Borote Arías  
CIP 48533-2  
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA, CONCRETO Y PAVIMENTOS



INGENIERIA GEOTECNICA AL MAXIMO  
ESPECIALISTAS EN SUELOS, CONCRETO Y  
PAVIMENTOS

PROYECTO : "Propuesta de estabilización de talud incorporando el sistema Terramesh en la zona Mayhuaccacca Huancavelica 2021"

CALICATA : C - 02 (KM: 33+800) ESTRATO : E - 03 LUGAR : MAYHUACCA

**CALCULO DE RMR**  
**(RESISTENCIA DEL MACIZO ROCOZO) Bieniawski 1989**

Parámetros de Clasificación									
1	Resistencia de la roca sana	Ensayo de carga puntual	>100 kp/cm <sup>2</sup>	40-50 kp/cm <sup>2</sup>	20-40 kp/cm <sup>2</sup>	10-20 kp/cm <sup>2</sup>	Compresión simple (kp/cm <sup>2</sup> )		
		C. simple	>2.500 kp/cm <sup>2</sup>	1.000-2.500 kp/cm <sup>2</sup>	500-1.000 kp/cm <sup>2</sup>	250-500 kp/cm <sup>2</sup>	50-250	10 - 50	<10
	Valoración		15	12	7	4	2	1	0
2	RQD		90%-100%	75%-90%	50%-75%	25%-50%	<25%		
		Valoración	20	17	13	6	3		
3	Separación entre diaclasas		>2m	0.6 - 2 m	0.2 - 0.6 m	0.06 - 0.2m	<0.06m		
		Valoración	20	15	10	8	5		
4	Estado de las diaclasas		Muy rugosas Discontinuas Sin separaciones Bordes sanos y duros	Ligeramente rugosas Abertura<1mm Bordes duros	Ligeramente rugosas Abertura<1mm Bordes blandos	Espejos de falla o con relleno<5mm o abiertas 1-5mm Diaclasas continuas	Relleno blando > 5mm o abertura > 5mm Diaclasas continuas		
		Valoración	30	25	20	10	0		
5	Agua freática	Caudal por 10m de túnel	Nulo	<10 litros/min.	10-25 litros/min.	25-125 litros/min.	>125 litros/min		
		Relación Presión agua-Tensión princ. Mayor	0	0.0-0.1	0.1-0.2	0.2-0.5	>0.5		
		Estado general	Seco	Ligeramente húmedo	Húmedo	Goteando	Fluyendo		
		Valoración	15	10	7	4	0		

Corrección por la Orientación de las Diaclasas						
Dirección y Buzonamiento		Muy Favorables	Favorables	Medias	Desfavorables	Muy Desfavorables
Valoración para	Túneles	0	-2	-5	-10	-12
	Cimentaciones	0	-2	-7	-15	-25
	Taludes	0	-5	-25	-50	-60

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

Características					
Clase	I	II	III	IV	V
Tiempo de mantenimiento y longitud	10 años con 5m de vano	6 meses con 8m de vano	1 semana con 5m de vano	10 horas con 2,5m de vano	30 min. Con 1m de vano
Cohesión	> 4 kp/cm <sup>2</sup>	3-4 kp/cm <sup>2</sup>	2-3 kp/cm <sup>2</sup>	1-2 kp/cm <sup>2</sup>	< 1 kp/cm <sup>2</sup>
Ángulo de rozamiento	>45°	35°-45°	25°-35°	15°-25°	15°

Orientación de las Diaclasas						
Dirección Perpendicular al eje del túnel				Dirección paralela al eje del túnel		Buzamiento 0°-20° cualquier dirección
Excav. Con buzamiento		Excav. Contra buzamiento				
Buz. 45 - 90	Buz. 20 - 45	Buz. 45 - 90	Buz. 20 - 45	Buz. 45 - 90	Buz. 20 - 45	
Muy favorable	Favorable	Media	Desfavorable	Muy Desfavorable	Media	Desfavorable

DIRECCION: JR. CRO ALEGRIA N° 416 - JESUS NAZARENO - AYACUCHO - HUANANGA, CEL 999536403, CORREO: ingemas@hotmail.com, comercial@ingemas.com





**INGENIERIA GEOTECNICA AL MAXIMO**  
 ESPECIALISTAS EN SUELOS, CONCRETO Y  
 PAVIMENTOS

PROYECTO : "Propuesta de estabilización de talud incorporando el sistema Terramesh en la zona Mayhuaccacca Huancavelica 2021"

CALICATA : C - 02 (KM: 33+800) ESTRATO : E - 03 LUGAR : MAYHUACCA

**CALCULO DE RMR**  
**(RESISTENCIA DEL MACIZO ROCOSO) Bieniawski 1989**

Parámetros de Clasificación									
1	Resistencia de la roca sana	Ensayo de carga puntual	>100 kp/cm <sup>2</sup>	40-50 kp/cm <sup>2</sup>	20-40 kp/cm <sup>2</sup>	10-20 kp/cm <sup>2</sup>	Compresión simple (kp/cm <sup>2</sup> )		
		C. simple	>2.500 kp/cm <sup>2</sup>	1.000-2.500 kp/cm <sup>2</sup>	500-1.000 kp/cm <sup>2</sup>	250-500 kp/cm <sup>2</sup>	50-250	10 - 50	<10
	Valoración		15	12	7	4	2	1	0
2	RQD		90%-100%	75%-90%	50%-75%	25%-50%	<25%		
		Valoración	20	17	13	6	3		
3	Separación entre diaclasas		>2m	0.6 - 2 m	0.2 - 0.6 m	0.06 - 0.2m	<0.06m		
		Valoración	20	15	10	8	5		
4	Estado de las diaclasas		Muy rugosas Discontinuas Sin separaciones Bordes sanos y duros	Ligeramente rugosas Abertura<1mm Bordes duros	Ligeramente rugosas Abertura<1mm Bordes blandos	Espejos de falla o con relleno<5mm o abiertas 1-5mm Diaclasas continuas	Relleno blando > 5mm o abertura > 5mm Diaclasas continuas		
		Valoración	30	25	20	10	0		
5	Agua freática	Caudal por 10m de túnel	Nulo	<10 litros/min.	10-25 litros/min.	25-125 litros/min.	>125 litros/min		
		Relación Presión agua-Tensión princ. Mayor	0	0.0-0.1	0.1-0.2	0.2-0.5	>0.5		
		Estado general	Seco	Ligeramente húmedo	Húmedo	Goteando	Fluyendo		
		Valoración	15	10	7	4	0		

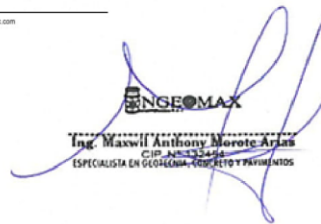
Corrección por la Orientación de las Diaclasas						
Dirección y Buzonamiento	Muy Favorables	Favorables	Medias	Desfavorables	Muy Desfavorables	
Valoración para	Túneles	0	-2	-5	-10	-12
	Cimentaciones	0	-2	-7	-15	-25
	Taludes	0	-5	-25	-50	-60

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

Características					
Clase	I	II	III	IV	V
Tiempo de mantenimiento y longitud	10 años con 5m de vano	6 meses con 8m de vano	1 semana con 5m de vano	10 horas con 2,5m de vano	30 min. Con 1m de vano
Cohesión	> 4 kp/cm <sup>2</sup>	3-4 kp/cm <sup>2</sup>	2-3 kp/cm <sup>2</sup>	1-2 kp/cm <sup>2</sup>	< 1 kp/cm <sup>2</sup>
Ángulo de rozamiento	>45°	35°-45°	25°-35°	15°-25°	15°

Orientación de las Diaclasas						
Dirección Perpendicular al eje del túnel				Dirección paralela al eje del túnel		Buzamiento 0°-20° cualquier dirección
Excav. Con buzamiento	Excav. Contra buzamiento					
Buz. 45 - 90	Buz. 20 - 45	Buz. 45 - 90	Buz. 20 - 45	Buz. 45 - 90	Buz. 20 - 45	
Muy favorable	Favorable	Media	Desfavorable	Muy Desfavorable	Media	Desfavorable

DIRECCION: JR. CRO ALEGRIA N° 416 - JESUS NAZARENO - AYACUCHO - HUANANGA, CEL 999526403. CORREO: ingomas@hotmail.com, comercial@ingomasac.com





**INGENIERIA GEOTECNICA AL MAXIMO**  
 ESPECIALISTAS EN SUELOS, CONCRETO Y  
 PAVIMENTOS

PROYECTO : "Propuesta de estabilización de talud incorporando el sistema Terramesh en la zona Mayhuaccacca Huancavelica 2021"

CALICATA : C - 04 (KM: 33+750) ESTRATO : E - 02 LUGAR : MAYHUACCA

**CALCULO DE RMR**  
**(RESISTENCIA DEL MACIZO ROCOSO) Bieniawski 1989**

Parámetros de Clasificación									
1	Resistencia de la roca sana	Ensayo de carga puntual	>100 kp/cm <sup>2</sup>	40-50 kp/cm <sup>2</sup>	20-40 kp/cm <sup>2</sup>	10-20 kp/cm <sup>2</sup>	Compresión simple (kp/cm <sup>2</sup> )		
		C. simple	>2.500 kp/cm <sup>2</sup>	1.000-2.500 kp/cm <sup>2</sup>	500-1.000 kp/cm <sup>2</sup>	250-500 kp/cm <sup>2</sup>	50-250	10 - 50	<10
	Valoración		15	12	7	4	2	1	0
2	RQD		90%-100%	75%-90%	50%-75%	25%-50%	<25%		
		Valoración	20	17	13	6	3		
3	Separación entre diaclasas		>2m	0.6 - 2 m	0.2 - 0.6 m	0.06 - 0.2m	<0.06m		
		Valoración	20	15	10	8	5		
4	Estado de las diaclasas		Muy rugosas Discontinuas Sin separaciones Bordes sanos y duros	Ligeramente rugosas Abertura<1mm Bordes duros	Ligeramente rugosas Abertura<1mm Bordes blandos	Espejos de falla o con relleno<5mm o abiertas 1-5mm Diaclasas continuas	Relleno blando > 5mm o abertura > 5mm Diaclasas continuas		
		Valoración	30	25	20	10	0		
5	Agua freática	Caudal por 10m de túnel	Nulo	<10 litros/min.	10-25 litros/min.	25-125 litros/min.	>125 litros/min		
		Relación Presión agua-Tensión princ. Mayor	0	0.0-0.1	0.1-0.2	0.2-0.5	>0.5		
		Estado general	Seco	Ligeramente húmedo	Húmedo	Goteando	Fluyendo		
		Valoración	15	10	7	4	0		

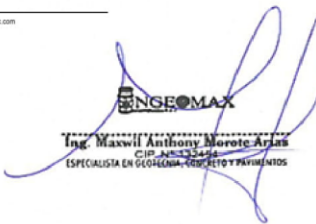
Corrección por la Orientación de las Diaclasas						
Dirección y Buzonamiento		Muy Favorables	Favorables	Medias	Desfavorables	Muy Desfavorables
Valoración para	Túneles	0	-2	-5	-10	-12
	Cimentaciones	0	-2	-7	-15	-25
	Taludes	0	-5	-25	-50	-60

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

Características					
Clase	I	II	III	IV	V
Tiempo de mantenimiento y longitud	10 años con 5m de vano	6 meses con 8m de vano	1 semana con 5m de vano	10 horas con 2,5m de vano	30 min. Con 1m de vano
Cohesión	> 4 kp/cm <sup>2</sup>	3-4 kp/cm <sup>2</sup>	2-3 kp/cm <sup>2</sup>	1-2 kp/cm <sup>2</sup>	< 1 kp/cm <sup>2</sup>
Ángulo de rozamiento	>45°	35°-45°	25°-35°	15°-25°	15°

Orientación de las Diaclasas						
Dirección Perpendicular al eje del túnel				Dirección paralela al eje del túnel		Buzamiento 0°-20° cualquier dirección
Excav. Con buzamiento		Excav. Contra buzamiento				
Buz. 45 - 90	Buz. 20 - 45	Buz. 45 - 90	Buz. 20 - 45	Buz. 45 - 90	Buz. 20 - 45	
Muy favorable	Favorable	Media	Desfavorable	Muy Desfavorable	Media	Desfavorable

DIRECCION: JR. CRO ALEGRIA N° 416 - JESUS NAZARENO - AYACUCHO - HUANANGA, CEL 999536403, CORREO ingomas@hotmail.com, comercial@ingomasac.com

  
**INGEOMAX**  
**Ing. Maxwell Anthony Borote Arlas**  
 CIP 48532  
 ESPECIALISTA EN GEOTECNIA, CONCRETO Y PAVIMENTOS



INGENIERIA GEOTECNICA AL MAXIMO  
ESPECIALISTAS EN SUELOS, CONCRETO Y  
PAVIMENTOS

PROYECTO : "Propuesta de estabilización de talud incorporando el sistema Terramesh en la zona Mayhuaccacca Huancavelica 2021"

CALICATA : C - 04 (KM: 33+750) ESTRATO : E - 02 LUGAR : MAYHUACCA

**CALCULO DE RMR**  
**(RESISTENCIA DEL MACIZO ROCOSO) Bieniawski 1989**

Parámetros de Clasificación									
1	Resistencia de la roca sana	Ensayo de carga puntual	>100 kp/cm <sup>2</sup>	40-50 kp/cm <sup>2</sup>	20-40 kp/cm <sup>2</sup>	10-20 kp/cm <sup>2</sup>	Compresión simple (kp/cm <sup>2</sup> )		
		C. simple	>2.500 kp/cm <sup>2</sup>	1.000-2.500 kp/cm <sup>2</sup>	500-1.000 kp/cm <sup>2</sup>	250-500 kp/cm <sup>2</sup>	50-250	10 - 50	<10
	Valoración		15	12	7	4	2	1	0
2	RQD		90%-100%	75%-90%	50%-75%	25%-50%	<25%		
		Valoración	20	17	13	6	3		
3	Separación entre diaclasas		>2m	0.6 - 2 m	0.2 - 0.6 m	0.06 - 0.2m	<0.06m		
		Valoración	20	15	10	8	5		
4	Estado de las diaclasas	Muy rugosas		Ligeramente rugosas	Ligeramente rugosas	Espejos de falla o con relleno-5mm o abiertas >5mm	Relleno blando > 5mm o abertura > 5mm		
		Discontinuas Sin separaciones Bordes sanos y duros		Abertura<1mm Bordes duros	Abertura<1mm Bordes blandos	Diaclasas continuas	Diaclasas continuas		
	Valoración		30	25	20	10	0		
5	Agua freática	Caudal por 10m de túnel	Nulo	<10 litros/min.	10-25 litros/min.	25-125 litros/min.	>125 litros/min		
		Relación Presión agua- princ. Mayor	0	0.0-0.1	0.1-0.2	0.2-0.5	>0.5		
		Estado general	Seco	Ligeramente húmedo	Húmedo	Goteando	Fluyendo		
		Valoración	15	10	7	4	0		

Corrección por la Orientación de las Diaclasas						
Dirección y Buzonamiento	Muy Favorables	Favorables	Medias	Desfavorables	Muy Desfavorables	
Valoración para	Túneles	0	-2	-5	-10	-12
	Cimentaciones	0	-2	-7	-15	-25
	Taludes	0	-5	-25	-50	-60

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

Características					
Clase	I	II	III	IV	V
Tiempo de mantenimiento y longitud	10 años con 5m de vano	6 meses con 8m de vano	1 semana con 5m de vano	10 horas con 2,5m de vano	30 min. Con 1m de vano
Cohesión	> 4 kp/cm <sup>2</sup>	3-4 kp/cm <sup>2</sup>	2-3 kp/cm <sup>2</sup>	1-2 kp/cm <sup>2</sup>	< 1 kp/cm <sup>2</sup>
Ángulo de rozamiento	>45°	35°-45°	25°-35°	15°-25°	15°

Orientación de las Diaclasas						
Dirección Perpendicular al eje del túnel				Dirección paralela al eje del túnel		Buzamiento 0°-20° cualquier dirección
Excav. Con buzamiento		Excav. Contra buzamiento				
Buz. 45 - 90	Buz. 20 - 45	Buz. 45 - 90	Buz. 20 - 45	Buz. 45 - 90	Buz. 20 - 45	
Muy favorable	Favorable	Media	Desfavorable	Muy Desfavorable	Media	Desfavorable

DIRECCION: JR. CRO ALEGRIA N° 416 - JESUS NAZARENO - AYACUCHO - HUANANGA, CEL 999536403, CORREO ingomas@hotmail.com, comercial@ingomasac.com

**INGEOMAX**  
Ing. Maxwell Anthony Borote Arías  
CIP 48533-04  
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA, CONCRETO Y PAVIMENTOS



INGENIERIA GEOTECNICA AL MAXIMO  
ESPECIALISTAS EN SUELOS, CONCRETO Y  
PAVIMENTOS

PROYECTO : "Propuesta de estabilización de talud incorporando el sistema Terramesh en la zona Mayhuaccacca Huancavelica 2021"

CALICATA : EXP - 01 (KM. 33+850) ESTRATO : E - 03 LUGAR : MAYHUACCA

**CALCULO DE RMR**  
**(RESISTENCIA DEL MACIZO ROCOZO) Bieniawski 1989**

Parámetros de Clasificación									
1	Resistencia de la roca sana	Ensayo de carga puntual	>100 kp/cm <sup>2</sup>	40-50 kp/cm <sup>2</sup>	20-40 kp/cm <sup>2</sup>	10-20 kp/cm <sup>2</sup>	Compresión simple (kp/cm <sup>2</sup> )		
		C. simple	>2.500 kp/cm <sup>2</sup>	1.000-2.500 kp/cm <sup>2</sup>	500-1.000 kp/cm <sup>2</sup>	250-500 kp/cm <sup>2</sup>	50-250	10 - 50	<10
	Valoración		15	12	7	4	2	1	0
2	RQD		90%-100%	75%-90%	50%-75%	25%-50%	<25%		
		Valoración	20	17	13	6	3		
3	Separación entre diaclasas		>2m	0.6 - 2 m	0.2 - 0.6 m	0.06 - 0.2m	<0.06m		
		Valoración	20	15	10	8	5		
4	Estado de las diaclasas		Muy rugosas Discontinuas Sin separaciones Bordes sanos y duros	Ligeramente rugosas Abertura<1mm Bordes duros	Ligeramente rugosas Abertura<1mm Bordes blandos	Espesores de falla o con relleno<5mm o abiertas 1-5mm Diaclasas continuas	Relleno blando > 5mm o abertura > 5mm Diaclasas continuas		
		Valoración	30	25	20	10	0		
5	Agua freática	Caudal por 10m de túnel	Nulo	<10 litros/min.	10-25 litros/min.	25-125 litros/min.	>125 litros/min		
		Relación Presión agua-Tensión princ. Mayor	0	0.0-0.1	0.1-0.2	0.2-0.5	>0.5		
		Estado general	Seco	Ligeramente húmedo	Húmedo	Goteando	Fluyendo		
		Valoración	15	10	7	4	0		

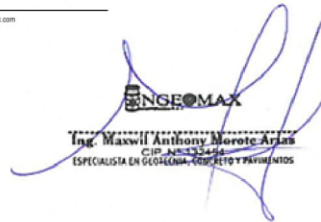
Corrección por la Orientación de las Diaclasas						
Dirección y Buzonamiento	Muy Favorables	Favorables	Medias	Desfavorables	Muy Desfavorables	
Valoración para	Túneles	0	-2	-5	-10	-12
	Cimentaciones	0	-2	-7	-15	-25
	Taludes	0	-5	-25	-50	-60

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

Características					
Clase	I	II	III	IV	V
Tiempo de mantenimiento y longitud	10 años con 5m de vano	6 meses con 8m de vano	1 semana con 5m de vano	10 horas con 2,5m de vano	30 min. Con 1m de vano
Cohesión	> 4 kp/cm <sup>2</sup>	3-4 kp/cm <sup>2</sup>	2-3 kp/cm <sup>2</sup>	1-2 kp/cm <sup>2</sup>	< 1 kp/cm <sup>2</sup>
Ángulo de rozamiento	>45°	35°-45°	25°-35°	15°-25°	15°

Orientación de las Diaclasas						
Dirección Perpendicular al eje del túnel				Dirección paralela al eje del túnel		Buzamiento 0°-20° cualquier dirección
Excav. Con buzamiento	Excav. Contra buzamiento					
Buz. 45 - 90	Buz. 20 - 45	Buz. 45 - 90	Buz. 20 - 45	Buz. 45 - 90	Buz. 20 - 45	
Muy favorable	Favorable	Media	Desfavorable	Muy Desfavorable	Media	Desfavorable

DIRECCION: JR. CRO ALEGRIA N° 416 - JESUS NAZARENO - AYACUCHO - HUANANGA, CEL 999526403. CORREO: ingomas@hotmail.com, comercial@ingomasac.com





INGENIERIA GEOTECNICA AL MAXIMO  
ESPECIALISTAS EN SUELOS, CONCRETO Y  
PAVIMENTOS

PROYECTO : "Propuesta de estabilización de talud incorporando el sistema Terramesh en la zona Mayhuaccacca Huancavelica 2021"

CALICATA : EXP - 01 (KM. 33+850) ESTRATO : E - 03 LUGAR : MAYHUACCA

**CALCULO DE RMR**  
**(RESISTENCIA DEL MACIZO ROCOSO) Bieniawski 1989**

Parámetros de Clasificación									
1	Resistencia de la roca sana	Ensayo de carga puntual	>100 kp/cm <sup>2</sup>	40-50 kp/cm <sup>2</sup>	20-40 kp/cm <sup>2</sup>	10-20 kp/cm <sup>2</sup>	Compresión simple (kp/cm <sup>2</sup> )		
		C. simple	>2.500 kp/cm <sup>2</sup>	1.000-2.500 kp/cm <sup>2</sup>	500-1.000 kp/cm <sup>2</sup>	250-500 kp/cm <sup>2</sup>	50-250	10 - 50	<10
	Valoración		15	12	7	4	2	1	0
2	RQD		90%-100%	75%-90%	50%-75%	25%-50%	<25%		
		Valoración	20	17	13	6	3		
3	Separación entre diaclasas		>2m	0.6 - 2 m	0.2 - 0.6 m	0.06 - 0.2m	<0.06m		
		Valoración	20	15	10	8	5		
4	Estado de las diaclasas		Muy rugosas Discontinuas Sin separaciones Bordes sanos y duros	Ligeramente rugosas Abertura<1mm Bordes duros	Ligeramente rugosas Abertura<1mm Bordes blandos	Espejos de falla o con relleno<5mm o abiertas 1-5mm Diaclasas continuas	Relleno blando > 5mm o abertura > 5mm Diaclasas continuas		
		Valoración	30	25	20	10	0		
5	Agua freática	Caudal por 10m de túnel	Nulo	<10 litros/min.	10-25 litros/min.	25-125 litros/min.	>125 litros/min		
		Relación Presión agua-Tensión princ. Mayor	0	0.0-0.1	0.1-0.2	0.2-0.5	>0.5		
		Estado general	Seco	Ligeramente húmedo	Húmedo	Goteando	Fluyendo		
		Valoración	15	10	7	4	0		

Corrección por la Orientación de las Diaclasas						
Dirección y Buzonamiento		Muy Favorables	Favorables	Medias	Desfavorables	Muy Desfavorables
Valoración para	Túneles	0	-2	-5	-10	-12
	Cimentaciones	0	-2	-7	-15	-25
	Taludes	0	-5	-25	-50	-60

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

Características					
Clase	I	II	III	IV	V
Tiempo de mantenimiento y longitud	10 años con 5m de vano	6 meses con 8m de vano	1 semana con 5m de vano	10 horas con 2,5m de vano	30 min. Con 1m de vano
Cohesión	> 4 kp/cm <sup>2</sup>	3-4 kp/cm <sup>2</sup>	2-3 kp/cm <sup>2</sup>	1-2 kp/cm <sup>2</sup>	< 1 kp/cm <sup>2</sup>
Ángulo de rozamiento	>45°	35°-45°	25°-35°	15°-25°	15°

Orientación de las Diaclasas						
Dirección Perpendicular al eje del túnel				Dirección paralela al eje del túnel		Buzamiento 0°-20° cualquier dirección
Excav. Con buzamiento		Excav. Contra buzamiento				
Buz. 45 - 90	Buz. 20 - 45	Buz. 45 - 90	Buz. 20 - 45	Buz. 45 - 90	Buz. 20 - 45	
Muy favorable	Favorable	Media	Desfavorable	Muy Desfavorable	Media	Desfavorable

DIRECCION: JR. CRO ALEGRIA N° 416 - JESUS NAZARENO - AYACUCHO - HUANANGA, CEL 999536403, CORREO ingomas@hotmail.com, comercial@ingomasac.com

**INGEOMAX**  
Ing. Maxwell Anthony Borote Arías  
CIP 48532  
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA, CONCRETO Y PAVIMENTOS



INGENIERIA GEOTECNICA AL MAXIMO  
ESPECIALISTAS EN SUELOS, CONCRETO Y  
PAVIMENTOS

PROYECTO : "Propuesta de estabilización de talud incorporando el sistema Terramesh en la zona Mayhuaccacca Huancavelica 2021"

CALICATA : EXP- 02 (KM. 33+800) ESTRATO : E - 03 LUGAR : MAYHUACCA

**CALCULO DE RMR**  
**(RESISTENCIA DEL MACIZO ROCOSO) Bieniawski 1989**

Parámetros de Clasificación									
1	Resistencia de la roca sana	Ensayo de carga puntual	>100 kp/cm <sup>2</sup>	40-50 kp/cm <sup>2</sup>	20-40 kp/cm <sup>2</sup>	10-20 kp/cm <sup>2</sup>	Compresión simple (kp/cm <sup>2</sup> )		
		C. simple	>2.500 kp/cm <sup>2</sup>	1.000-2.500 kp/cm <sup>2</sup>	500-1.000 kp/cm <sup>2</sup>	250-500 kp/cm <sup>2</sup>	50-250	10 - 50	<10
	Valoración		15	12	7	4	2	1	0
2	RQD		90%-100%	75%-90%	50%-75%	25%-50%	<25%		
		Valoración	20	17	13	6	3		
3	Separación entre diaclasas		>2m	0.6 - 2 m	0.2 - 0.6 m	0.06 - 0.2m	<0.06m		
		Valoración	20	15	10	8	5		
4	Estado de las diaclasas		Muy rugosas Discontinuas Sin separaciones Bordes sanos y duros	Ligeramente rugosas Abertura<1mm Bordes duros	Ligeramente rugosas Abertura<1mm Bordes blandos	Espejos de falla o con relleno<5mm o abiertas 1-5mm Diaclasas continuas	Relleno blando > 5mm o abertura > 5mm Diaclasas continuas		
		Valoración	30	25	20	10	0		
5	Agua freática	Caudal por 10m de túnel	Nulo	<10 litros/min.	10-25 litros/min.	25-125 litros/min.	>125 litros/min		
		Relación Presión agua-Tensión princ. Mayor	0	0.0-0.1	0.1-0.2	0.2-0.5	>0.5		
		Estado general	Seco	Ligeramente húmedo	Húmedo	Goteando	Fluyendo		
		Valoración	15	10	7	4	0		

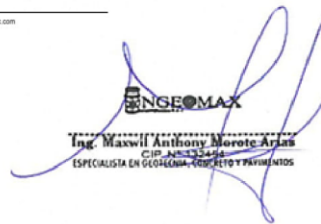
Corrección por la Orientación de las Diaclasas						
Dirección y Buzonamiento		Muy Favorables	Favorables	Medias	Desfavorables	Muy Desfavorables
Valoración para	Túneles	0	-2	-5	-10	-12
	Cimentaciones	0	-2	-7	-15	-25
	Taludes	0	-5	-25	-50	-60

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

Características					
Clase	I	II	III	IV	V
Tiempo de mantenimiento y longitud	10 años con 5m de vano	6 meses con 8m de vano	1 semana con 5m de vano	10 horas con 2,5m de vano	30 min. Con 1m de vano
Cohesión	> 4 kp/cm <sup>2</sup>	3-4 kp/cm <sup>2</sup>	2-3 kp/cm <sup>2</sup>	1-2 kp/cm <sup>2</sup>	< 1 kp/cm <sup>2</sup>
Ángulo de rozamiento	>45°	35°-45°	25°-35°	15°-25°	15°

Orientación de las Diaclasas						
Dirección Perpendicular al eje del túnel				Dirección paralela al eje del túnel		Buzamiento 0°-20° cualquier dirección
Excav. Con buzamiento		Excav. Contra buzamiento				
Buz. 45 - 90	Buz. 20 - 45	Buz. 45 - 90	Buz. 20 - 45	Buz. 45 - 90	Buz. 20 - 45	
Muy favorable	Favorable	Media	Desfavorable	Muy Desfavorable	Media	Desfavorable

DIRECCION: JR. CRO ALEGRIA N° 416 - JESUS NAZARENO - AYACUCHO - HUANANGA, CEL 999526403. CORREO: ingemas@otmail.com, comercial@ingemasac.com







INGENIERIA GEOTECNICA AL MAXIMO  
ESPECIALISTAS EN SUELOS, CONCRETO Y  
PAVIMENTOS

PROYECTO : "Propuesta de estabilización de talud incorporando el sistema Terramesh en la zona Mayhuaccacca Huancavelica 2021"

CALICATA : EXP- 02 (KM. 33+800) ESTRATO : E - 03 LUGAR : MAYHUACCA

**CALCULO DE RMR**  
**(RESISTENCIA DEL MACIZO ROCOSO) Bieniawski 1989**

Parámetros de Clasificación									
1	Resistencia de la roca sana	Ensayo de carga puntual	>100 kp/cm <sup>2</sup>	40-50 kp/cm <sup>2</sup>	20-40 kp/cm <sup>2</sup>	10-20 kp/cm <sup>2</sup>	Compresión simple (kp/cm <sup>2</sup> )		
		C. simple	>2.500 kp/cm <sup>2</sup>	1.000-2.500 kp/cm <sup>2</sup>	500-1.000 kp/cm <sup>2</sup>	250-500 kp/cm <sup>2</sup>	50-250	10 - 50	<10
	Valoración		15	12	7	4	2	1	0
2	RQD		90%-100%	75%-90%	50%-75%	25%-50%	<25%		
		Valoración	20	17	13	6	3		
3	Separación entre diaclasas		>2m	0.6 - 2 m	0.2 - 0.6 m	0.06 - 0.2m	<0.06m		
		Valoración	20	15	10	8	5		
4	Estado de las diaclasas		Muy rugosas Discontinuas Sin separaciones Bordes sanos y duros	Ligeramente rugosas Abertura<1mm Bordes duros	Ligeramente rugosas Abertura<1mm Bordes blandos	Espejos de falla o con relleno<5mm o abiertas 1-5mm Diaclasas continuas	Relleno blando > 5mm o abertura > 5mm Diaclasas continuas		
		Valoración	30	25	20	10	0		
5	Agua freática	Caudal por 10m de túnel	Nulo	<10 litros/min.	10-25 litros/min.	25-125 litros/min.	>125 litros/min		
		Relación Presión agua- Tensión princ. Mayor	0	0.0-0.1	0.1-0.2	0.2-0.5	>0.5		
		Estado general	Seco	Ligeramente húmedo	Húmedo	Goteando	Fluyendo		
		Valoración	15	10	7	4	0		

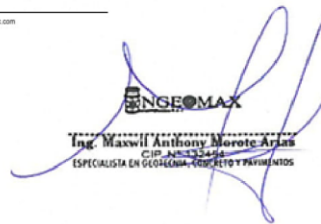
Corrección por la Orientación de las Diaclasas						
Dirección y Buzonamiento	Muy Favorables	Favorables	Medias	Desfavorables	Muy Desfavorables	
Valoración para	Túneles	0	-2	-5	-10	-12
	Cimentaciones	0	-2	-7	-15	-25
	Taludes	0	-5	-25	-50	-60

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

Características					
Clase	I	II	III	IV	V
Tiempo de mantenimiento y longitud	10 años con 5m de vano	6 meses con 8m de vano	1 semana con 5m de vano	10 horas con 2,5m de vano	30 min. Con 1m de vano
Cohesión	> 4 kp/cm <sup>2</sup>	3-4 kp/cm <sup>2</sup>	2-3 kp/cm <sup>2</sup>	1-2 kp/cm <sup>2</sup>	< 1 kp/cm <sup>2</sup>
Ángulo de rozamiento	>45°	35°-45°	25°-35°	15°-25°	15°

Orientación de las Diaclasas						
Dirección Perpendicular al eje del túnel				Dirección paralela al eje del túnel		Buzamiento 0°-20° cualquier dirección
Excav. Con buzamiento		Excav. Contra buzamiento				
Buz. 45 - 90	Buz. 20 - 45	Buz. 45 - 90	Buz. 20 - 45	Buz. 45 - 90	Buz. 20 - 45	
Muy favorable	Favorable	Media	Desfavorable	Muy Desfavorable	Media	Desfavorable

DIRECCION: JR. CRO ALEGRIA N° 416 - JESUS NAZARENO - AYACUCHO - HUANANGA, CEL 999536403. CORREO: ingemas@hotmail.com, comercial@ingemasac.com





INGENIERIA GEOTECNICA AL MAXIMO  
ESPECIALISTAS EN SUELOS, CONCRETO Y  
PAVIMENTOS

PROYECTO : "Propuesta de estabilización de talud incorporando el sistema Terramesh en la zona Mayhuaccacca Huancavelica 2021"

CALICATA : EXP - 03 (KM. 33+690) ESTRATO : E - 03 LUGAR : MAYHUACCA

**CALCULO DE RMR**  
**(RESISTENCIA DEL MACIZO ROCOSO) Bieniawski 1989**

Parámetros de Clasificación									
1	Resistencia de la roca sana	Ensayo de carga puntual	>100 kp/cm <sup>2</sup>	40-50 kp/cm <sup>2</sup>	20-40 kp/cm <sup>2</sup>	10-20 kp/cm <sup>2</sup>	Compresión simple (kp/cm <sup>2</sup> )		
		C. simple	>2.500 kp/cm <sup>2</sup>	1.000-2.500 kp/cm <sup>2</sup>	500-1.000 kp/cm <sup>2</sup>	250-500 kp/cm <sup>2</sup>	50-250	10 - 50	<10
	Valoración		15	12	7	4	2	1	0
2	RQD		90%-100%	75%-90%	50%-75%	25%-50%	<25%		
		Valoración	20	17	13	6	3		
3	Separación entre diaclasas		>2m	0.6 - 2 m	0.2 - 0.6 m	0.06 - 0.2m	<0.06m		
		Valoración	20	15	10	8	5		
4	Estado de las diaclasas		Muy rugosas Discontinuas Sin separaciones Bordes sanos y duros	Ligeramente rugosas Abertura<1mm Bordes duros	Ligeramente rugosas Abertura<1mm Bordes blandos	Espejos de falla o con relleno<5mm o abiertas 1-5mm Diaclasas continuas	Relleno blando > 5mm o abertura > 5mm Diaclasas continuas		
		Valoración	30	25	20	10	0		
5	Agua freática	Caudal por 10m de túnel	Nulo	<10 litros/min.	10-25 litros/min.	25-125 litros/min.	>125 litros/min		
		Relación Presión agua-Tensión princ. Mayor	0	0.0-0.1	0.1-0.2	0.2-0.5	>0.5		
		Estado general	Seco	Ligeramente húmedo	Húmedo	Goteando	Fluyendo		
		Valoración	15	10	7	4	0		

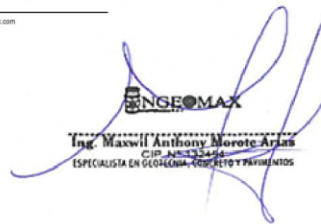
Corrección por la Orientación de las Diaclasas						
Dirección y Buzonamiento	Muy Favorables	Favorables	Medias	Desfavorables	Muy Desfavorables	
Valoración para	Túneles	0	-2	-5	-10	-12
	Cimentaciones	0	-2	-7	-15	-25
	Taludes	0	-5	-25	-50	-60

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

Características					
Clase	I	II	III	IV	V
Tiempo de mantenimiento y longitud	10 años con 5m de vano	6 meses con 8m de vano	1 semana con 5m de vano	10 horas con 2,5m de vano	30 min. Con 1m de vano
Cohesión	> 4 kp/cm <sup>2</sup>	3-4 kp/cm <sup>2</sup>	2-3 kp/cm <sup>2</sup>	1-2 kp/cm <sup>2</sup>	< 1 kp/cm <sup>2</sup>
Ángulo de rozamiento	>45°	35°-45°	25°-35°	15°-25°	15°

Orientación de las Diaclasas						
Dirección Perpendicular al eje del túnel				Dirección paralela al eje del túnel		Buzamiento 0°-20° cualquier dirección
Excav. Con buzamiento	Excav. Contra buzamiento					
Buz. 45 - 90	Buz. 20 - 45	Buz. 45 - 90	Buz. 20 - 45	Buz. 45 - 90	Buz. 20 - 45	
Muy favorable	Favorable	Media	Desfavorable	Muy Desfavorable	Media	Desfavorable

DIRECCION: JR. CRO ALEGRIA N° 416 - JESUS NAZARENO - AYACUCHO - HUANANGA, CEL 999526403. CORREO: ingomas@hotmail.com, comercial@ingomasac.com





INGENIERIA GEOTECNICA AL MAXIMO  
ESPECIALISTAS EN SUELOS, CONCRETO Y  
PAVIMENTOS

PROYECTO : "Propuesta de estabilización de talud incorporando el sistema Terramesh en la zona Mayhuaccacca Huancavelica 2021"

CALICATA : EXP - 03 (KM. 33+690) ESTRATO : E - 03 LUGAR : MAYHUACCA

**CALCULO DE RMR**  
**(RESISTENCIA DEL MACIZO ROCOSO) Bieniawski 1989**

Parámetros de Clasificación									
1	Resistencia de la roca sana	Ensayo de carga puntual	>100 kp/cm <sup>2</sup>	40-50 kp/cm <sup>2</sup>	20-40 kp/cm <sup>2</sup>	10-20 kp/cm <sup>2</sup>	Compresión simple (kp/cm <sup>2</sup> )		
		C. simple	>2.500 kp/cm <sup>2</sup>	1.000-2.500 kp/cm <sup>2</sup>	500-1.000 kp/cm <sup>2</sup>	250-500 kp/cm <sup>2</sup>	50-250	10 - 50	<10
	Valoración		15	12	7	4	2	1	0
2	RQD		90%-100%	75%-90%	50%-75%	25%-50%	<25%		
		Valoración	20	17	13	6	3		
3	Separación entre diaclasas		>2m	0.6 - 2 m	0.2 - 0.6 m	0.06 - 0.2m	<0.06m		
		Valoración	20	15	10	8	5		
4	Estado de las diaclasas		Muy rugosas Discontinuas Sin separaciones Bordes sanos y duros	Ligeramente rugosas Abertura<1mm Bordes duros	Ligeramente rugosas Abertura<1mm Bordes blandos	Espejos de falla o con relleno<5mm o abiertas 1-5mm Diaclasas continuas	Relleno blando > 5mm o abertura > 5mm Diaclasas continuas		
		Valoración	30	25	20	10	0		
5	Agua freática	Caudal por 10m de túnel	Nulo	<10 litros/min.	10-25 litros/min.	25-125 litros/min.	>125 litros/min		
		Relación Presión agua-Tensión princ. Mayor	0	0.0-0.1	0.1-0.2	0.2-0.5	>0.5		
		Estado general	Seco	Ligeramente húmedo	Húmedo	Goteando	Fluyendo		
		Valoración	15	10	7	4	0		

Corrección por la Orientación de las Diaclasas						
Dirección y Buzonamiento	Muy Favorables	Favorables	Medias	Desfavorables	Muy Desfavorables	
Valoración para	Túneles	0	-2	-5	-10	-12
	Cimentaciones	0	-2	-7	-15	-25
	Taludes	0	-5	-25	-50	-60

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

Características					
Clase	I	II	III	IV	V
Tiempo de mantenimiento y longitud	10 años con 5m de vano	6 meses con 8m de vano	1 semana con 5m de vano	10 horas con 2,5m de vano	30 min. Con 1m de vano
Cohesión	> 4 kp/cm <sup>2</sup>	3-4 kp/cm <sup>2</sup>	2-3 kp/cm <sup>2</sup>	1-2 kp/cm <sup>2</sup>	< 1 kp/cm <sup>2</sup>
Ángulo de rozamiento	>45°	35°-45°	25°-35°	15°-25°	15°

Orientación de las Diaclasas						
Dirección Perpendicular al eje del túnel				Dirección paralela al eje del túnel		Buzamiento 0°-20° cualquier dirección
Excav. Con buzamiento		Excav. Contra buzamiento				
Buz. 45 - 90	Buz. 20 - 45	Buz. 45 - 90	Buz. 20 - 45	Buz. 45 - 90	Buz. 20 - 45	
Muy favorable	Favorable	Media	Desfavorable	Muy Desfavorable	Media	Desfavorable

DIRECCION: JR. CRO ALEGRIA N° 416 - JESUS NAZARENO - AYACUCHO - HUANANGA, CEL 999536403, CORREO ingomas@hotmail.com, comercial@ingomasac.com

**INGEOMAX**  
Ing. Maxwell Anthony Borote Arias  
CIP 48532  
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA, CONCRETO Y PAVIMENTOS



INGENIERIA GEOTECNICA AL MAXIMO  
ESPECIALISTAS EN SUELOS, CONCRETO Y  
PAVIMENTOS

PROYECTO : "Propuesta de estabilización de talud incorporando el sistema Terramesh en la zona Mayhuaccacca Huancavelica 2021"

CALICATA : EXP - 04 (KM. 33+750) ESTRATO : E - 03 LUGAR : MAYHUACCA

**CALCULO DE RMR**  
**(RESISTENCIA DEL MACIZO ROCOZO) Bieniawski 1989**

Parámetros de Clasificación									
1	Resistencia de la roca sana	Ensayo de carga puntual	>100 kp/cm <sup>2</sup>	40-50 kp/cm <sup>2</sup>	20-40 kp/cm <sup>2</sup>	10-20 kp/cm <sup>2</sup>	Compresión simple (kp/cm <sup>2</sup> )		
		C. simple	>2.500 kp/cm <sup>2</sup>	1.000-2.500 kp/cm <sup>2</sup>	500-1.000 kp/cm <sup>2</sup>	250-500 kp/cm <sup>2</sup>	50-250	10 - 50	<10
	Valoración		15	12	7	4	2	1	0
2	RQD		90%-100%	75%-90%	50%-75%	25%-50%	<25%		
		Valoración	20	17	13	6	3		
3	Separación entre diaclasas		>2m	0.6 - 2 m	0.2 - 0.6 m	0.06 - 0.2m	<0.06m		
		Valoración	20	15	10	8	5		
4	Estado de las diaclasas		Muy rugosas Discontinuas Sin separaciones Bordes sanos y duros	Ligeramente rugosas Abertura<1mm Bordes duros	Ligeramente rugosas Abertura<1mm Bordes blandos	Espejos de falla o con relleno<5mm o abiertas 1-5mm Diaclasas continuas	Relleno blando > 5mm o abertura > 5mm Diaclasas continuas		
		Valoración	30	25	20	10	0		
5	Agua freática	Caudal por 10m de túnel	Nulo	<10 litros/min.	10-25 litros/min.	25-125 litros/min.	>125 litros/min		
		Relación Presión agua-Tensión princ. Mayor	0	0.0-0.1	0.1-0.2	0.2-0.5	>0.5		
		Estado general	Seco	Ligeramente húmedo	Húmedo	Goteando	Fluyendo		
		Valoración	15	10	7	4	0		

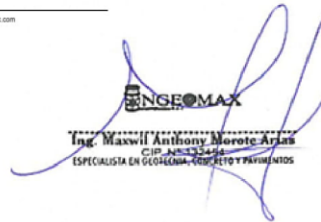
Corrección por la Orientación de las Diaclasas						
Dirección y Buzonamiento	Muy Favorables	Favorables	Medias	Desfavorables	Muy Desfavorables	
Valoración para	Túneles	0	-2	-5	-10	-12
	Cimentaciones	0	-2	-7	-15	-25
	Taludes	0	-5	-25	-50	-60

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

Características					
Clase	I	II	III	IV	V
Tiempo de mantenimiento y longitud	10 años con 5m de vano	6 meses con 8m de vano	1 semana con 5m de vano	10 horas con 2,5m de vano	30 min. Con 1m de vano
Cohesión	> 4 kp/cm <sup>2</sup>	3-4 kp/cm <sup>2</sup>	2-3 kp/cm <sup>2</sup>	1-2 kp/cm <sup>2</sup>	< 1 kp/cm <sup>2</sup>
Ángulo de rozamiento	>45°	35°-45°	25°-35°	15°-25°	15°

Orientación de las Diaclasas						
Dirección Perpendicular al eje del túnel				Dirección paralela al eje del túnel		Buzamiento 0°-20° cualquier dirección
Excav. Con buzamiento	Excav. Contra buzamiento					
Buz. 45 - 90	Buz. 20 - 45	Buz. 45 - 90	Buz. 20 - 45	Buz. 45 - 90	Buz. 20 - 45	
Muy favorable	Favorable	Media	Desfavorable	Muy Desfavorable	Media	Desfavorable

DIRECCION: JR. CRO ALEGRIA N° 416 - JESUS NAZARENO - AYACUCHO - HUANANGA, CEL 999526403, CORREO ingomas@hotmail.com, comercial@ingomasac.com





INGENIERIA GEOTECNICA AL MAXIMO  
ESPECIALISTAS EN SUELOS, CONCRETO Y  
PAVIMENTOS

PROYECTO : "Propuesta de estabilización de talud incorporando el sistema Terramesh en la zona Mayhuaccacca Huancavelica 2021"

CALICATA : EXP - 04 (KM. 33+750) ESTRATO : E - 03 LUGAR : MAYHUACCA

**CALCULO DE RMR**  
**(RESISTENCIA DEL MACIZO ROCOZO) Bieniawski 1989**

Parámetros de Clasificación									
1	Resistencia de la roca sana	Ensayo de carga puntual	>100 kp/cm <sup>2</sup>	40-50 kp/cm <sup>2</sup>	20-40 kp/cm <sup>2</sup>	10-20 kp/cm <sup>2</sup>	Compresión simple (kp/cm <sup>2</sup> )		
		C. simple	>2.500 kp/cm <sup>2</sup>	1.000-2.500 kp/cm <sup>2</sup>	500-1.000 kp/cm <sup>2</sup>	250-500 kp/cm <sup>2</sup>	50-250	10 - 50	<10
	Valoración		15	12	7	4	2	1	0
2	RQD		90%-100%	75%-90%	50%-75%	25%-50%	<25%		
		Valoración	20	17	13	6	3		
3	Separación entre diaclasas		>2m	0.6 - 2 m	0.2 - 0.6 m	0.06 - 0.2m	<0.06m		
		Valoración	20	15	10	8	5		
4	Estado de las diaclasas		Muy rugosas Discontinuas Sin separaciones Bordes sanos y duros	Ligeramente rugosas Abertura<1mm Bordes duros	Ligeramente rugosas Abertura<1mm Bordes blandos	Espejos de falla o con relleno<5mm o abiertas 1-5mm Diaclasas continuas	Relleno blando > 5mm o abertura > 5mm Diaclasas continuas		
		Valoración	30	25	20	10	0		
5	Agua freática	Caudal por 10m de túnel	Nulo	<10 litros/min.	10-25 litros/min.	25-125 litros/min.	>125 litros/min		
		Relación Presión agua-Tensión princ. Mayor	0	0.0-0.1	0.1-0.2	0.2-0.5	>0.5		
		Estado general	Seco	Ligeramente húmedo	Húmedo	Goteando	Fluyendo		
		Valoración	15	10	7	4	0		

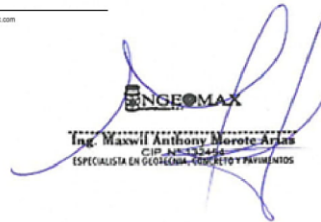
Corrección por la Orientación de las Diaclasas						
Dirección y Buzonamiento	Muy Favorables	Favorables	Medias	Desfavorables	Muy Desfavorables	
Valoración para	Túneles	0	-2	-5	-10	-12
	Cimentaciones	0	-2	-7	-15	-25
	Taludes	0	-5	-25	-50	-60

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

Características					
Clase	I	II	III	IV	V
Tiempo de mantenimiento y longitud	10 años con 5m de vano	6 meses con 8m de vano	1 semana con 5m de vano	10 horas con 2,5m de vano	30 min. Con 1m de vano
Cohesión	> 4 kp/cm <sup>2</sup>	3-4 kp/cm <sup>2</sup>	2-3 kp/cm <sup>2</sup>	1-2 kp/cm <sup>2</sup>	< 1 kp/cm <sup>2</sup>
Ángulo de rozamiento	>45°	35°-45°	25°-35°	15°-25°	15°

Orientación de las Diaclasas						
Dirección Perpendicular al eje del túnel				Dirección paralela al eje del túnel		Buzamiento 0°-20° cualquier dirección
Excav. Con buzamiento	Excav. Contra buzamiento			Buz. 45 - 90	Buz. 20 - 45	
Buz. 45 - 90	Buz. 20 - 45	Buz. 45 - 90	Buz. 20 - 45	Buz. 45 - 90	Buz. 20 - 45	
Muy favorable	Favorable	Media	Desfavorable	Muy Desfavorable	Media	Desfavorable

DIRECCION: JR. CRO ALEGRIA N° 416 - JESUS NAZARENO - AYACUCHO - HUANANGA, CEL 999526403. CORREO: ingemas@hotmail.com, comercial@ingemasac.com





INGENIERIA GEOTECNICA AL MAXIMO  
ESPECIALISTAS EN SUELOS, CONCRETO Y  
PAVIMENTOS

**ANEXO V  
PANEL  
FOTOGRAFICO**



INGEOMAX  
Ing. Maxwell Anthony Borote Arias  
CIP. 140033449  
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA, CONCRETO Y PAVIMENTOS

**VISTAS DE LAS EXPLORACIONES EN CAMPO**



*Imagen N°01.- Exploración 01, vista general.*



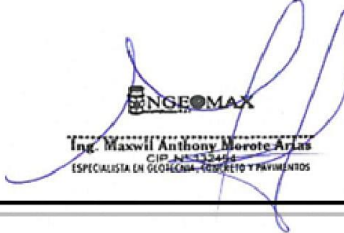
*Imagen N°02.- Exploración 01, toma de datos.*



*Imagen N°03.- Exploración 02, mediciones en campo.*



*Imagen N°04.- Exploración 02, mediciones en campo.*

  
**INGEOMAX**  
**Ing. Maxwell Anthony Morote Ariles**  
CIP: 48533-2014  
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA, CONCRETO Y PAVIMENTOS

**VISTAS DE LAS EXPLORACIONES EN CAMPO**



*Imagen N°05.- Exploración 03, vista general.*



*Imagen N°06.- Exploración 03.*



*Imagen N°07.- Exploración 03, vistas panorámicas.*



*Imagen N°08.- Exploración 04, mediciones en campo.*





**VISTAS DE LOS ENSAYOS REALIZADOS EN  
LABORATORIO**



Imagen N°09.- Muestra de exploración 01, estrato 03.



Imagen N°10.- Muestra de exploración 02, estrato 03.



Imagen N°11.- Muestra de exploración 03, estrato 03.



Imagen N°12.- Muestra de exploración 04, estrato 03.

Ing. Maxwell Anthony Morote Arias  
CIP. 145324  
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA, CONCRETO Y PAVIMENTOS



**TRABAJOS REALIZADOS EN CAMPO TALUD  
MAYHUACCACCA KM. 33+670 - KM. 33+880**



Imagen N°01.- Calicata 01, identificación de calicata.



Imagen N°02.- Calicata 01, obtención de muestras.

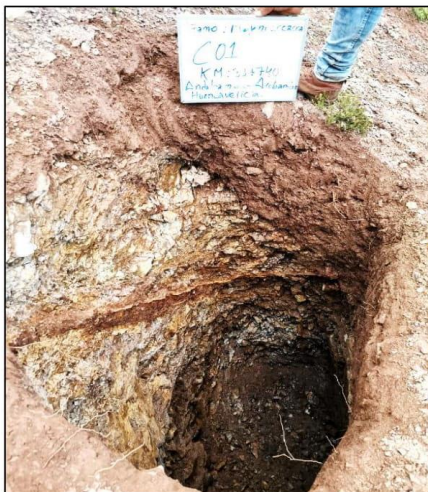


Imagen N°03.- Calicata 01, vista de estratos.

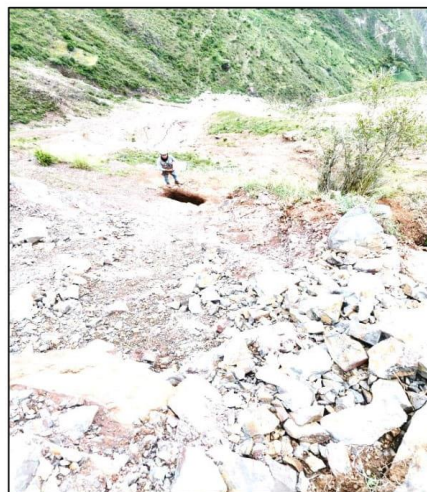


Imagen N°04.- Calicata 01, vista panorámica.

INGEOMAX

Ing. Maxwell Anthony Morote Arana  
CIP. N° 12345  
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA, CONCRETO Y PAVIMENTOS



**INGEOMAX**  
S.A.C.

**INGENIERIA GEOTECNICA AL MAXIMO**  
ESPECIALISTAS EN SUELOS, CONCRETO Y  
PAVIMENTOS

**TRABAJOS REALIZADOS EN CAMPO TALUD**  
**MAYHUACCACCA KM. 33+670 - KM. 33+880**



Imagen N°05.- Calicata 01



Imagen N°06.- Calicata 01



Imagen N°07.- Calicata 01, vistas panorámicas.



Imagen N°08.- Calicata 02, mediciones en campo.

**INGEOMAX**

**Ing. Maxwell Anthony Morote Arias**  
CIP 155324  
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA, CONCRETO Y PAVIMENTOS



**TRABAJOS REALIZADOS EN CAMPO TALUD  
MAYHUACCACCA KM. 33+670 - KM. 33+880**

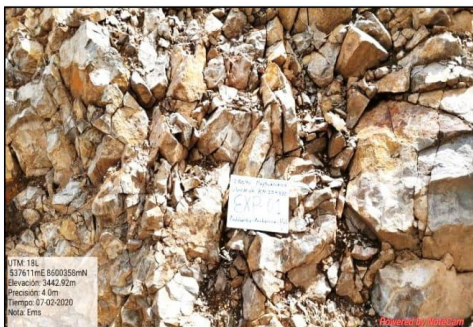


Imagen N°09.- Exploración 01, vista general.



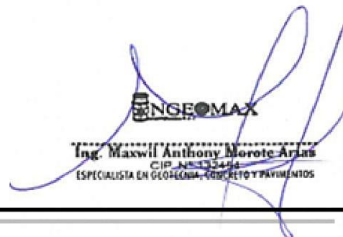
Imagen N°10.- Exploración 01, toma de datos.



Imagen N°11.- Exploración 02, mediciones en campo.



Imagen N°12.- Exploración 02, mediciones en campo.

  
INGEOMAX  
Ing. Maxwell Anthony Morote Armas  
CIP: 48533-3  
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA, CONCRETO Y PAVIMENTOS



INGENIERIA GEOTECNICA AL MAXIMO  
ESPECIALISTAS EN SUELOS, CONCRETO Y  
PAVIMENTOS

**TRABAJOS REALIZADOS EN CAMPO TALUD  
MAYHUACCACCA KM. 33+670 - KM. 33+880**



*Imagen N°13.- Exploración 03, vista general.*



*Imagen N°14.- Exploración 03.*



*Imagen N°15.- Exploración 03, vistas panorámicas.*



*Imagen N°16.- Exploración 04, mediciones en campo.*

INGEOMAX

Ing. Maxwell Anthony Morote Arias  
CIP. 145324  
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA, CONCRETO Y PAVIMENTOS



INGENIERIA GEOTECNICA AL MAXIMO  
ESPECIALISTAS EN SUELOS, CONCRETO Y  
PAVIMENTOS

**TRABAJOS REALIZADOS EN LABORATORIO TALUD  
MAYHUACCACCA KM. 33+670 - KM. 33+880**



Reducción de muestra representativa por cuarto.

INGEOMAX

Ing. Maxwell Anthony Morote Arias  
CIP 155324  
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA, CONCRETO Y PAVIMENTOS

## ANEXO 6: CERTIFICADOS DE LOS INSTRUMENTOS



LABORATORIO DE METROLOGÍA  
CALIDAD Y RESPONSABILIDAD ES NUESTRA MAYOR GARANTÍA

LABORATORIO S.A.C.

### CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 168-2020 GLT

Página 1 de 4

Fecha de Emisión : 2020-08-18

1. SOLICITANTE : INGENIERIA GEOTECNICA AL  
MAXIMO S.A.C

DIRECCIÓN : JR. CIRO ALEGRIA NRO. 416 SEC. LAS NAZARENAS  
AYACUCHO - HUAMANGA - JESUS NAZAREN

2. EQUIPO DE MEDICIÓN: HORNO ELÉCTRICO

MARCA : PINZUAR LTDA.

MODELO : PG - 190

NÚMERO DE SERIE : 228

PROCEDENCIA : COLOMBIA

IDENTIFICACIÓN : EQ - HN - 01

UBICACIÓN : Laboratorio

#### Descripción del Termometro del Equipo

Tipo : Digital  
Alcance de Indicación : 5 °C a 200 °C  
División de Escala : 0.1 °C

3. FECHA Y LUGAR DE CALIBRACIÓN

Calibrado el 2020-08-06

La calibración se realizó en el LAB. DE SUELOS Y CONCRETO - INGENIERIA GEOTECNICA AL MAXIMO S.A.C

4. PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN

La calibración se efectuó por comparación directa con termómetros patrones calibrados que tienen trazabilidad a la Escala Internacional de Temperatura de 1990, se usó el procedimiento PC-018 "Calibración de Medios con Aire como Medio Termostático", edición 2, Junio 2009; del SNM-INDECOPI - Perú.

5. CONDICIONES DE CALIBRACIÓN

	Inicial	Final
Temperatura °C	23.9	23.9
Humedad Relativa %HR	24	26

6. TRAZABILIDAD

Los resultados de calibración tienen trazabilidad a los patrones nacionales, reportados de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
TOTAL WEIGHT	Termómetro de indicación digital de 10 termocuplas	CC - 2505 - 2019

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura  $k=2$ . La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la incertidumbre en la medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95 %.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

G & L LABORATORIO S.A.C, no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.



Téc. *[Firma]* Huamanga, Ayacucho  
Responsable del Laboratorio de Metrología

G&L LABORATORIO S.A.C

Av. Miraflores Mz. E Lt. 60 Urb. Santa Elisa II Etapa Los Olivos - Lima

Teléfono: (01) 622 - 5814

Celular: 992 - 302 - 883 / 962 - 227 - 858

Correo: [servicios@nyllaboratorio.com](mailto:servicios@nyllaboratorio.com) / [laboratorio.nyllaboratorio@gmail.com](mailto:laboratorio.nyllaboratorio@gmail.com)

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE G&L LABORATORIO S.A.C



7. RESULTADOS DE MEDICIÓN

TEMPERATURA DE TRABAJO : 110°C ± 10 °C

Tiempo (min)	Termómetro del equipo (°C)	Indicación termómetros patrones (°C)										T. Prom. (°C)	Tmax-Tmin. (°C)
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
00	110.0	113.7	110.4	107.5	107.3	108.1	110.3	110.4	108.4	108.6	110.0	109.5	6.4
02	110.0	114.4	110.7	107.8	107.2	108.3	110.6	110.7	108.5	108.7	110.3	109.7	7.2
04	109.8	114.6	110.8	107.9	107.4	108.6	110.3	110.3	108.3	108.3	110.0	109.7	7.2
06	110.0	114.2	110.5	107.9	107.3	108.0	110.0	110.3	108.2	108.1	109.5	109.4	6.9
08	109.9	114.2	110.3	107.5	106.9	108.3	110.3	110.2	108.5	108.7	109.7	109.5	7.3
10	110.0	114.4	110.7	107.9	107.1	108.3	110.4	110.6	108.5	108.4	110.0	109.6	7.3
12	109.9	114.5	110.8	107.7	107.3	108.3	110.5	110.5	108.5	108.4	110.1	109.7	7.2
14	109.9	114.5	110.8	107.7	107.3	108.4	110.3	110.5	108.4	108.4	110.0	109.6	7.2
16	110.0	114.1	110.6	107.9	107.5	108.5	110.4	110.5	108.5	108.3	109.9	109.6	6.6
18	110.0	114.2	110.6	107.7	107.1	108.2	110.2	110.4	108.4	108.2	109.8	109.5	7.1
20	109.8	114.2	110.5	107.6	107.0	108.1	110.1	110.3	108.2	108.2	109.7	109.4	7.2
22	110.0	114.0	110.4	107.4	106.8	108.0	110.0	110.0	108.1	107.9	109.3	109.2	7.2
24	109.8	113.4	110.0	107.1	106.6	107.7	109.7	109.8	107.7	107.7	110.0	109.0	6.8
26	110.0	113.7	110.4	107.5	107.3	108.1	110.3	110.4	108.4	108.6	110.0	109.5	6.4
28	110.0	114.4	110.7	107.8	107.2	108.3	110.6	110.7	108.5	108.7	110.3	109.7	7.2
30	110.0	114.6	110.8	107.9	107.4	108.6	110.3	110.3	108.3	108.3	110.0	109.7	7.2
32	109.9	114.2	110.5	107.9	107.3	108.0	110.0	110.3	108.2	108.1	109.5	109.4	6.9
34	110.0	114.2	110.3	107.5	106.9	108.3	110.3	110.2	108.5	108.7	109.7	109.5	7.3
36	109.9	114.4	110.7	107.9	107.1	108.3	110.4	110.6	108.5	108.4	110.0	109.6	7.3
38	109.9	114.5	110.8	107.7	107.3	108.3	110.5	110.5	108.5	108.4	110.1	109.7	7.2
40	109.9	114.5	110.8	107.7	107.3	108.4	110.3	110.5	108.4	108.4	110.0	109.6	7.2
42	110.0	114.1	110.6	107.9	107.5	108.5	110.4	110.5	108.5	108.3	109.9	109.6	6.6
44	110.0	114.2	110.6	107.7	107.1	108.2	110.2	110.4	108.4	108.2	109.8	109.5	7.1
46	109.8	114.2	110.5	107.6	107.0	108.1	110.1	110.3	108.2	108.2	109.7	109.4	7.2
48	109.8	114.0	110.4	107.4	106.8	108.0	110.0	110.0	108.1	107.9	109.3	109.2	7.2
50	110.0	114.4	110.7	107.9	107.1	108.3	110.4	110.6	108.5	108.4	110.0	109.6	7.3
52	110.0	114.5	110.8	107.7	107.3	108.3	110.5	110.5	108.5	108.4	110.1	109.7	7.2
54	110.0	114.5	110.8	107.7	107.3	108.4	110.3	110.5	108.4	108.4	110.0	109.6	7.2
56	110.0	114.1	110.6	107.9	107.5	108.5	110.4	110.5	108.5	108.3	109.9	109.6	6.6
58	109.9	114.2	110.6	107.7	107.1	108.2	110.2	110.4	108.4	108.2	109.8	109.5	7.1
60	109.9	114.2	110.5	107.6	107.0	108.1	110.1	110.3	108.2	108.2	109.7	109.4	7.2
<b>T. PROM.</b>	109.9	114.2	110.6	107.7	107.2	108.2	110.3	110.4	108.4	108.3	109.9	109.5	
<b>T. MAX</b>	110.0	114.6	110.8	107.9	107.5	108.6	110.6	110.7	108.5	108.7	110.3		
<b>T. MIN</b>	109.8	113.4	110.0	107.1	106.6	107.7	109.7	109.8	107.7	107.7	109.3		
<b>DTT</b>	0.2	1.2	0.8	0.8	0.9	0.9	0.9	0.9	0.8	1.0	1.0		

PARÁMETRO	VALOR (°C)	INCERTIDUMBRE EXPANDIDA (°C)
Máxima Temperatura Medida	114.6	0.3
Mínima Temperatura Medida	106.6	0.3
Desviación de Temperatura en el Tiempo	1.2	0.1
Desviación de Temperatura en el Espacio	7.1	0.3
Estabilidad Medida (±)	0.6	0.04
Uniformidad Medida	7.3	0.3

T. PROM: Promedio de la temperatura en una posición de medición durante el tiempo de calibración.  
T. Prom: Promedio de las temperaturas en las diez posiciones de medición en un instante dado.  
T. MAX: Temperatura máxima.  
T. MIN: Temperatura mínima.  
DTT: Desviación de temperatura en el tiempo.







#### 8. OBSERVACIONES

Los resultados obtenidos corresponden al promedio de 31 lecturas por punto de medición considerando, luego del tiempo de estabilización.

Las lecturas se iniciaron luego de un precalentamiento y estabilización de 2 min.

El esquema de distribución y posición de los termocouplas calibrados en los puntos de medición se muestra en la página 4.

(\*) Código asignado por G&L LABORATORIO S.A.C

Para la temperatura de 110°C

La calibración se realizó sin carga.

El promedio de temperatura durante la medición fue 110 °C.

Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO".

La periodicidad de la calibración depende del uso, mantenimiento y conservación del instrumento de medición.

#### NOTA:

Los resultados contenidos en el presente documento son válidos únicamente para las condiciones del equipo durante la calibración. G&L LABORATORIO SAC. no se responsabiliza de ningún perjuicio que pueda derivarse del uso inadecuado del objeto calibrado.

Una copia de este documento será mantenido en archivo electrónico en el laboratorio por un periodo de por lo menos 4 años.



G&L LABORATORIO S.A.C

Av. Miraflores Mz. E Lt. 60 Urb. Santa Elisa II Etapa Los Olivos – Lima

Teléfono: (01) 622 – 5814

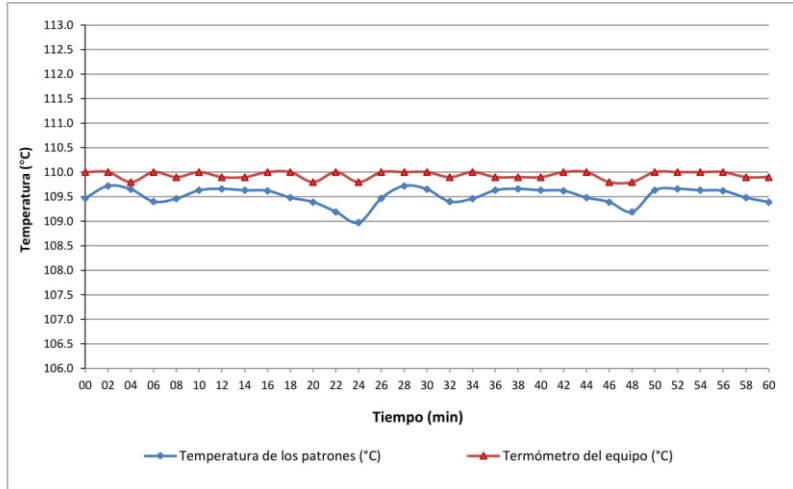
Celular: 992 – 302 – 883 / 962 – 227 – 858

Correo: [servicios@gyllaboratorio.com](mailto:servicios@gyllaboratorio.com) / [laboratorio.gyllaboratorio@gmail.com](mailto:laboratorio.gyllaboratorio@gmail.com)

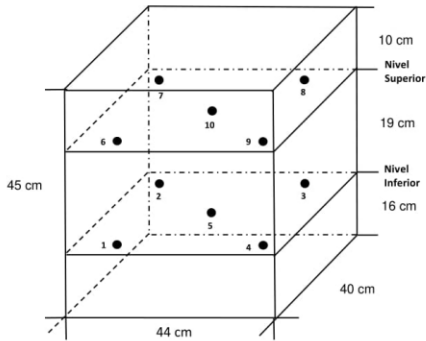
PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE G&L LABORATORIO S.A.C



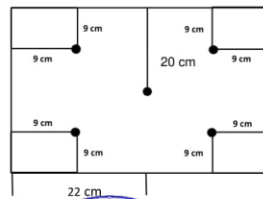
**DISTRIBUCIÓN DE TEMPERATURA EN EL EQUIPO**  
**TEMPERATURA DE TRABAJO 110°C**



**UBICACIÓN DE LOS SENSORES**



**Vista Frontal**



Los sensores se colocaron a 6 cm de altura sobre sus respectivos niveles.





## CERTIFICADO DE INSPECCIÓN N° 242 - 2020 GLW

Página 1 de 1

FECHA DE EMISIÓN : 2020-08-18

1. SOLICITANTE : INGENIERIA GEOTECNICA AL MAXIMO S.A.C

DIRECCIÓN : JR. CIRO ALEGRIA NRO. 416 SEC. LAS NAZARENAS AYACUCHO - HUAMANGA - JESUS NAZARENO

2. INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : CAZUELA CASAGRANDE ELÉCTRICA DIGITAL

MARCA : PINZUAR LTDA. PROCEDENCIA : COLOMBIANA  
MODELO : PS - 11A IDENTIFICACIÓN : EQ-CC-02  
NÚMERO DE SERIE : 132 TIPO : DIGITAL  
ALCANCE DE : 0 a 999 VUELTAS UBICACIÓN : LABORATORIO  
DIV. DE ESCALA : 1 VUELTAS  
FECHA DE INSPECCIÓN : 2020-08-06

3. PROCEDIMIENTO DE INSPECCIÓN

Procedimiento de calibración Comparación directa con patrones calibrados.

4. LUGAR DE INSPECCIÓN

La inspección se realizó en el LAB. DE SUELOS Y CONCRETO DE INGENIERIA GEOTECNICA AL MAXIMO S.A.C.  
JR. CIRO ALEGRIA NRO. 416 SEC. LAS NAZARENAS AYACUCHO - HUAMANGA - JESUS NAZARENO

5. CONDICIONES AMBIENTALES

	Inicial	Final
Temperatura °C	23.9	23.9
Humedad Relativa %HR	25	25

6. TRAZABILIDAD

Este certificado de inspección documenta la trazabilidad a los patrones nacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

7. OBSERVACIONES

(\*) Serie indicado en una etiqueta adherida al equipo.  
El equipo cumple con la norma INV E125-07 / ASTM D 4318 / NTC 4630

8. RESULTADOS

CARACTERÍSTICAS	VALOR	UNIDAD
Peso de la copa y el soporte	207,90	g
Espesor de la copa	1,99	mm
Profundidad de la copa	26,51	mm
Altura de la base	51,23	mm
Ancho de la base	124,97	mm
Longitud de la base	151,71	mm



Tec. ~~Carlos~~ **Antonio Huaman Poquioma.**  
Responsable del Laboratorio de Metrología.  
G & L LABORATORIO S.A.C

TRAZABILIDAD: G&L LABORATORIO S.A.C. Asegura y mantiene la trazabilidad de los patrones empleados en esta inspección

(\*) Este certificado de inspección expresa fielmente el resultado de las mediciones realizadas y se refiere al momento y condiciones en que se realizaron.



G&L LABORATORIO S.A.C

Av. Miraflores Mz. E Lt. 60 Urb. Santa Elisa II Etapa Los Olivos - Lima

Teléfono: (01) 622 - 5814

Celular: 992 - 302 - 883 / 962 - 227 - 858

Correo: [servicios@gyllaboratorio.com](mailto:servicios@gyllaboratorio.com) / [laboratorio.gyllaboratorio@gmail.com](mailto:laboratorio.gyllaboratorio@gmail.com)

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE G&L LABORATORIO S.A.C



## CERTIFICADO DE VERIFICACIÓN N° 270-2020 GLML

Página 1 de 2

FECHA DE EMISIÓN : 2020-08-18

1. SOLICITANTE : INGENIERIA GEOTECNICA AL MAXIMO S.A.C  
DIRECCIÓN : JR. CIRO ALEGRIA NRO. 416 SEC. LAS NAZARENAS AYACUCHO - HUAMANGA - JESUS NAZARENO

2. INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : EQUIPO (SPT). EQUIPO DE PERFORACIÓN CON MOTOR

MARCA : G&L LABORATORIO PROCEDENCIA : PERUANA  
MODELO : GLS - 78 IDENTIFICACIÓN : (\*) 100  
FECHA DE CALIBRACIÓN : 2020-08-06 UBICACIÓN : LABORATORIO

3. PROCEDIMIENTO DE REFERENCIA UTILIZADO  
Procedimiento de informe de inspección Comparación directa con patrones calibrados.

4. LUGAR Y FECHA DE CALIBRACIÓN  
La verificación se realizó el 06 de AGOSTO del 2020 en el LAB. DE SUELOS Y CONCRETO - INGENIERIA GEOTECNICA AL MAXIMO S.A.C.

### 5. CONDICIONES AMBIENTALES

	Inicial	Final
Temperatura °C	24.4	24.4
Humedad Relativa %HR	25	25

6. TRAZABILIDAD  
Este informe de inspección documenta la trazabilidad a los patrones nacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

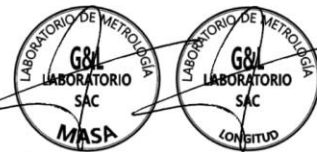
7. OBSERVACIONES  
Este informe de inspección presenta las mediciones realizadas al EQUIPO (SPT). EQUIPO DE PERFORACIÓN CON MOTOR, los cuales nos permiten confirmar el cumplimiento de los requisitos para la norma técnica UNE-EN ISO 22476-2:2008/A1:2014.

### 8. RESULTADOS

Diametro (mm)	CONO DE PENETRACIÓN (mm)			PROMEDIO (mm)	ERROR DE INDICACIÓN (mm)
	Longitud Convencional (mm)				
	1	2	3		
55.00 ± 0,10	55.00	55.00	55.00	55.00	0.00



Gilmer Antonio Huaman Poquioma  
Responsable del Laboratorio de Metrología



G&L LABORATORIO S.A.C  
Av. Miraflores Mz. E Lt. 60 Urb. Santa Elisa II Etapa Los Olivos – Lima  
Teléfono: (01) 622 – 5814  
Celular: 992 – 302 – 883 / 962 – 227 – 858

Correo: [servicios@gyllaboratorio.com](mailto:servicios@gyllaboratorio.com) / [laboratorio.gyllaboratorio@gmail.com](mailto:laboratorio.gyllaboratorio@gmail.com)

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE G&L LABORATORIO S.A.C

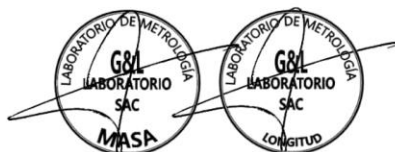


BARRAS DE EXTENSIÓN (mm)						
#	Longitud de Barra (mm)	Longitud Convencional (mm)			PROMEDIO (mm)	ERROR DE INDICACIÓN (mm)
		1	2	3		
1	1500.0 ± 0,10	1500.01	1500.00	1500.02	1500.01	-0.01
2	1500.0 ± 0,11	1500.01	1500.00	1500.01	1500.01	-0.01
3	1500.0 ± 0,12	1500.02	1500.10	1500.02	1500.05	-0.05
4	1500.0 ± 0,13	1500.01	1500.00	1500.01	1500.01	-0.01
5	1500.0 ± 0,14	1500.00	1500.00	1500.02	1500.01	-0.01
6	1500.0 ± 0,15	1500.02	1500.01	1500.01	1500.01	-0.01
7	1000.0 ± 0,16	1000.00	1000.00	1000.02	1000.01	-0.01

PESA - MARTILLO DE 70 (lb)					
Masa de Martillo (kg)	Masa Convencional (kg)			PROMEDIO (kg)	ERROR DE INDICACIÓN (kg)
	1	2	3		
31.8	31.7	31.7	31.8	31.7	0.1

PESA - MARTILLO DE 140 (lb)					
Masa de Martillo (kg)	Masa Convencional (kg)			PROMEDIO (kg)	ERROR DE INDICACIÓN (kg)
	1	2	3		
63.5	63.6	63.7	63.6	63.6	-0.1

FIN DEL DOCUMENTO



**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° CC-1233-2020**

Requerimiento  
2482-2020

Fecha de Emisión  
2020-08-08

**1. SOLICITANTE** : INGENIERIA GEOTECNICA AL MAXIMO S.A.C.  
Dirección : JR. CIRO ALEGRIA NRO. 416 SEC. LAS NAZARENAS AYACUCHO - HUAMANGA - JESUS NAZARENO.

**2. INSTRUMENTO DE MEDICIÓN** : BALANZA

Tipo : ELECTRÓNICA  
Clasificación : NO AUTOMÁTICA  
Marca : OHAUS  
Modelo : SCOUT PRO SP602  
Número de serie : B321364212  
Identificación : EQ-BL-01  
Procedencia : CHINA  
Capacidad máxima : 600 g  
Div. de escala (d) : 0,01 g  
Div. de verificación (e) : 0,1 g  
Clase de exactitud : II  
Ubicación : LABORATORIO

**3. FECHA Y LUGAR DE LA CALIBRACIÓN**  
Calibrado el 2020-08-06 en INSTALACIONES DEL CLIENTE

**4. MÉTODO DE CALIBRACIÓN**  
La calibración se realizó mediante el método de comparación según el PC-011 4ta Edición, 2010: "Procedimiento para la calibración de balanzas de funcionamiento no automático clase I y clase II" del INDECOPI.

**5. TRAZABILIDAD**  
Los resultados de la calibración tienen trazabilidad a patrones nacionales e internacionales.

Patrones Utilizados	Certificado
Juego de pesas F1	CCP-0036-004-20

**6. CONDICIONES DE CALIBRACIÓN**  
Temperatura Ambiental : De 22,9 °C a 23,2 °C  
Humedad Relativa : De 27,0% H.R. a 28,0% H.R.

Los resultados del presente certificado sólo son válidos para el instrumento calibrado, no pudiendo extenderse a ningún otro instrumento que no haya sido calibrado, así mismo, estos resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Total Weight & Systems S.A.C. no se responsabiliza por los perjuicios que pueda provocar cualquier interpretación errónea de los resultados del presente certificado.

Este certificado de calibración sólo puede ser difundido completamente y sin modificaciones. Los extractos o modificaciones requieren la autorización de Total Weight & Systems S.A.C.

Los certificados carecen de validez sin la firma y sellos de Total Weight & Systems S.A.C.



*Ricardo Sotomayor*  
Ricardo Sotomayor Jaime  
Gerente del LC

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° CC-1233-2020**

**7. RESULTADOS**

INSPECCIÓN VISUAL			
AJUSTE DE CERO	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	CURSOR	NO TIENE
PLATAFORMA	TIENE	NIVELACIÓN	TIENE
SISTEMA DE TRABA	NO TIENE		

**ENSAYO DE REPETIBILIDAD**

	Inicial	Final
Temperatura (°C)	22,9	22,9
Humedad (%)	27,0	27,0

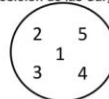
Carga L1 = 300,00 g		
I (g)	ΔL (g)	E (g)
300,00	0,005	0,000
300,00	0,005	0,000
300,00	0,007	-0,002
300,00	0,003	0,002
300,00	0,007	-0,002
300,00	0,007	-0,002
300,00	0,007	-0,002
300,00	0,004	0,001
300,00	0,005	0,000
300,00	0,004	0,001
Emáx - Emin = 0,004 g		
emp = 0,1 g		

Carga L2 = 600,00 g		
I (g)	ΔL (g)	E (g)
599,97	0,003	-0,028
599,97	0,005	-0,030
599,97	0,005	-0,030
599,97	0,005	-0,030
599,97	0,003	-0,028
599,97	0,003	-0,028
599,97	0,005	-0,030
599,97	0,004	-0,029
599,97	0,004	-0,029
599,97	0,004	-0,029
Emáx - Emin = 0,002 g		
emp = 0,2 g		

**ENSAYO DE EXCENTRICIDAD**

	Inicial	Final
Temperatura (°C)	22,9	23,0
Humedad (%)	27,0	28,0

Posición de las Cargas



Posición de la carga	Determinación de Eo				Determinación del error corregido Ec				
	Carga mínima (g)	I (g)	ΔL (g)	Eo (g)	Carga L (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)
1	0,10	0,10	0,004	0,001	200,00	200,00	0,002	0,003	0,002
2		0,10	0,006	-0,001		200,00	0,005	0,000	0,001
3		0,10	0,008	-0,003		200,00	0,006	-0,001	0,002
4		0,10	0,003	0,002		200,00	0,008	-0,003	-0,005
5		0,10	0,004	0,001		200,00	0,004	0,001	0,000
Error Máximo Permissible				0,1 g	Error Máximo Permissible				0,1 g

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° CC-1233-2020**

**ENSAYO DE PESAJE**

	Inicial	Final
Temperatura (°C)	22,6	22,8
Humedad (%)	29,0	29,0

Carga L (g)	CARGA CRECIENTE				CARGA DECRECIENTE				± emp (g)
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	
0,10	0,10	0,005	0,000						
0,50	0,50	0,004	0,001	0,001	0,50	0,007	-0,002	-0,002	0,1
1,00	1,00	0,006	-0,001	-0,001	1,00	0,004	0,001	0,001	0,1
10,00	10,00	0,005	0,000	0,000	10,00	0,006	-0,001	-0,001	0,1
100,00	100,00	0,004	0,001	0,001	100,00	0,005	0,000	0,000	0,1
150,00	150,00	0,004	0,001	0,001	150,00	0,004	0,001	0,001	0,1
200,00	200,00	0,008	-0,003	-0,003	200,00	0,007	-0,002	-0,002	0,1
250,00	250,00	0,006	-0,001	-0,001	250,00	0,006	-0,001	-0,001	0,1
300,00	300,00	0,005	0,000	0,000	300,00	0,004	0,001	0,001	0,1
350,00	350,00	0,006	-0,001	-0,001	350,00	0,007	-0,002	-0,002	0,1
400,00	400,00	0,005	0,000	0,000	400,00	0,006	-0,001	-0,001	0,1
500,00	500,00	0,008	-0,003	-0,003	500,00	0,005	0,000	0,000	0,1
600,00	599,97	0,002	-0,027	-0,027	599,97	0,002	-0,027	-0,027	0,2

L : Carga aplicada sobre la balanza (Pesa patrón).  
I : Indicación de la balanza.

E : Error del valor de indicación.  
Eo : Error en cero.

Ec : Error corregido.  
ΔL : Incremento de pesas patrones.

**LECTURA CORREGIDA E INCERTIDUMBRE EXPANDIDA DE LA BALANZA**

<b>LECTURA CORREGIDA</b>	:	$R_{\text{corregida}} = R + 1,01 \times 10^{-5} \times R$
<b>INCERTIDUMBRE</b>	:	$U_R = 2 \times \sqrt{1,97 \times 10^{-5} \text{ g}^2 + 2,51 \times 10^{-10} \times R^2}$

R : Es la lectura de la balanza obtenida después de la calibración expresada en g

La incertidumbre reportada en el presente certificado,  $U_R$ , es la incertidumbre expandida de la medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura  $k=2$ . Generalmente, el valor de la magnitud de medición está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95%.

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una nueva calibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

**8. OBSERVACIONES**

Ajustar el nivel de la balanza y la indicación de cero antes de cada medición.

Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO".

De acuerdo a la NMP-003-2009, el límite inferior de medida para esta balanza no debe ser menor de 0,5 g

Antes del ajuste, la indicación de la balanza fue de 599,90 g para una carga de 600,00 g

El ajuste de la balanza se realizó con las pesas de Total Weight & Systems S.A.C.

Fin del Documento



**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° CC-1234-2020**

Requerimiento  
2482-2020

Fecha de Emisión  
2020-08-08

**1. SOLICITANTE** : INGENIERIA GEOTECNICA AL MAXIMO S.A.C.  
Dirección : JR. CIRO ALEGRIA NRO. 416 SEC. LAS NAZARENAS AYACUCHO - HUAMANGA - JESUS NAZARENO.

**2. INSTRUMENTO DE MEDICIÓN** : BALANZA

Tipo : ELECTRÓNICA  
Clasificación : NO AUTOMÁTICA  
Marca : OHAUS  
Modelo : R31P30  
Número de serie : 8335460267  
Identificación : NO INDICA  
Procedencia : NO INDICA  
Capacidad máxima : 30 000 g  
Div. de escala (d) : 1 g  
Div. de verificación (e) : 10 g  
Clase de exactitud : III  
Ubicación : LABORATORIO

**3. FECHA Y LUGAR DE LA CALIBRACIÓN**  
Calibrado el 2020-08-06 en INSTALACIONES DEL CLIENTE

**4. MÉTODO DE CALIBRACIÓN**  
La calibración se realizó mediante el método de comparación según el PC-001 1ra Edición, 2019: "Procedimiento para la calibración de balanzas de funcionamiento no automático clase III y clase IIII" del INACAL-DM.

**5. TRAZABILIDAD**  
Los resultados de la calibración tienen trazabilidad a patrones nacionales e internacionales.

Patrones Utilizados	Certificado
Pesas M2 de 20 kg	CM-0990-2020
Pesas M2 de 10 kg	CM-0989-2020
Pesas M2 de 5 kg	CM-0988-2020
Juego de pesas M2	CM-0485-2020
Juego de pesas M2	CM-0507-2020

**6. CONDICIONES DE CALIBRACIÓN**  
Temperatura Ambiental : De 22,1 °C a 22,5 °C  
Humedad Relativa : De 25,9% H.R. a 28,2% H.R.

Los resultados del presente certificado sólo son válidos para el instrumento calibrado, no pudiendo extenderse a ningún otro instrumento que no haya sido calibrado, así mismo, estos resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Total Weight & Systems S.A.C. no se responsabiliza por los perjuicios que pueda provocar cualquier interpretación errónea de los resultados del presente certificado.

Este certificado de calibración sólo puede ser difundido completamente y sin modificaciones. Los extractos o modificaciones requieren la autorización de Total Weight & Systems S.A.C.

Los certificados carecen de validez sin la firma y sellos de Total Weight & Systems S.A.C.



*Ricardo Sotomayor*  
Ricardo Sotomayor Jaime  
Gerente del LC

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° CC-1234-2020**

**7. RESULTADOS**

INSPECCIÓN VISUAL			
AJUSTE DE CERO	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	CURSOR	NO TIENE
PLATAFORMA	TIENE	NIVELACION	TIENE
SISTEMA DE TRABA	NO TIENE		

**ENSAYO DE REPETIBILIDAD**

	Inicial	Final
Temperatura (°C)	22,1	22,1
Humedad (%)	25,9	25,9

Carga L1 = 15 001 g		
I (g)	ΔL (g)	E (g)
14 999	0,3	-1,5
14 999	0,8	-2,0
14 999	0,6	-1,8
14 999	0,4	-1,6
14 999	0,6	-1,8
14 999	0,6	-1,8
14 999	0,3	-1,5
14 999	0,8	-2,0
14 999	0,8	-2,0
14 999	0,4	-1,6
Emáx - Emin = 0,5 g		
emp = 20 g		

Carga L2 = 30 001 g		
I (g)	ΔL (g)	E (g)
30 000	0,7	-1,5
30 000	0,1	-0,9
30 000	0,6	-1,4
30 000	0,4	-1,2
30 000	0,1	-0,9
30 000	0,8	-1,6
30 000	0,6	-1,4
30 000	0,6	-1,4
30 000	0,4	-1,2
30 000	0,4	-1,2
Emáx - Emin = 0,7 g		
emp = 30 g		

**ENSAYO DE EXCENTRICIDAD**

	Inicial	Final
Temperatura (°C)	22,1	22,3
Humedad (%)	25,9	27,1

Posición de las Cargas

2	5
1	
3	4

Posición de la carga	Determinación de Eo				Determinación del error corregido Ec				
	Carga mínima (g)	I (g)	ΔL (g)	Eo (g)	Carga L (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)
1	10	0	0,8	-10,3	10 000	10 000	0,4	-0,3	10,0
2		0	0,4	-9,9		9 999	0,8	-1,7	8,2
3		0	0,4	-9,9		9 999	0,6	-1,5	8,4
4		0	0,6	-10,1		10 000	0,8	-0,7	9,4
5		0	0,7	-10,2		10 000	0,8	-0,7	9,5
Error Máximo Permissible				10 g	Error Máximo Permissible				20 g

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° CC-1234-2020**

**ENSAYO DE PESAJE**

	Inicial	Final
Temperatura (°C)	22,3	22,5
Humedad (%)	31,0	32,0

Carga L (g)	CARGA CRECIENTE				CARGA DECRECIENTE				± emp (g)
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	
10	10	0,8	-0,3						
100	100	0,6	-0,1	0,2	100	0,5	0,0	0,3	10
1 000	1 000	0,1	0,4	0,7	1 000	0,8	-0,3	0,0	10
2 500	2 500	0,4	0,0	0,3	2 500	0,4	0,0	0,3	10
4 000	4 000	0,4	-0,1	0,3	4 000	0,4	-0,1	0,3	10
5 000	5 000	0,5	-0,3	0,0	5 000	0,6	-0,4	-0,1	10
10 000	10 000	0,6	-0,5	-0,2	10 000	0,5	-0,4	-0,1	20
12 000	12 000	0,6	-0,6	-0,3	12 000	0,8	-0,8	-0,5	20
14 001	14 000	0,7	-0,7	-0,4	14 000	0,8	-0,8	-0,5	20
20 001	20 000	0,4	-0,8	-0,5	20 000	0,1	-0,5	-0,2	20
22 001	22 000	0,8	-1,3	-1,0	22 000	0,1	-0,6	-0,3	30
24 001	24 000	0,8	-1,3	-1,0	24 000	0,6	-1,1	-0,8	30
30 001	30 000	0,5	-1,3	-1,0	30 000	0,5	-1,3	-1,0	30

L : Carga aplicada sobre la balanza (Pesa patrón).

E : Error del valor de indicación.

Ec : Error corregido.

I : Indicación de la balanza.

Eo : Error en cero.

ΔL : Incremento de pesas patrones.

**LECTURA CORREGIDA E INCERTIDUMBRE EXPANDIDA DE LA BALANZA**

**LECTURA CORREGIDA** :  $R_{\text{corregida}} = R + 3,25 \times 10^{-9} \times R$

**INCERTIDUMBRE** :  $U_R = 2 \times \sqrt{2,63 \times 10^{-1} \text{ g}^2 + 3,71 \times 10^{-9} \times R^2}$

**R** : Es la lectura de la balanza obtenida después de la calibración expresada en g

La incertidumbre reportada en el presente certificado,  $U_R$ , es la incertidumbre expandida de la medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura  $k=2$ . Generalmente, el valor de la magnitud de medición está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95%.

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una nueva calibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

**8. OBSERVACIONES**

Ajustar el nivel de la balanza y la indicación de cero antes de cada medición.

Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO".

De acuerdo a la NMP-003-2009, el límite inferior de medida para esta balanza no debe ser menor de 20 g

Antes del ajuste, la indicación de la balanza fue de 29 994 g para una carga de 30 000 g

El ajuste de la balanza se realizó con las pesas de Total Weight & Systems S.A.C.

Fin del Documento

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° CC-1232-2020**

**Requerimiento**  
2482-2020

**Fecha de Emisión**  
2020-08-08

**1. SOLICITANTE** : INGENIERIA GEOTECNICA AL MAXIMO S.A.C.  
Dirección : JR. CIRO ALEGRIA NRO. 416 SEC. LAS NAZARENAS AYACUCHO - HUAMANGA - JESUS NAZARENO.

**2. INSTRUMENTO DE MEDICIÓN** : BALANZA

Tipo : ELECTRÓNICA  
Clasificación : NO AUTOMÁTICA  
Marca : OHAUS  
Modelo : PAJ4102  
Número de serie : B635963618  
Identificación : EQ-BL-02  
Procedencia : CHINA  
Capacidad máxima : 4 100 g  
Div. de escala (d) : 0,01 g  
Div. de verificación (e) : 0,1 g  
Clase de exactitud : II  
Ubicación : LABORATORIO

**3. FECHA Y LUGAR DE LA CALIBRACIÓN**  
Calibrado el 2020-08-06 en INSTALACIONES DEL CLIENTE

**4. MÉTODO DE CALIBRACIÓN**  
La calibración se realizó mediante el método de comparación según el PC-011 4ta Edición, 2010: "Procedimiento para la calibración de balanzas de funcionamiento no automático clase I y clase II" del INDECOPI.

**5. TRAZABILIDAD**  
Los resultados de la calibración tienen trazabilidad a patrones nacionales e internacionales.

Patrones Utilizados	Certificado
Juego de pesas F1	CCP-0036-004-20

**6. CONDICIONES DE CALIBRACIÓN**  
Temperatura Ambiental : De 22,7 °C a 22,9 °C  
Humedad Relativa : De 26,0% H.R. a 27,0% H.R.

Los resultados del presente certificado sólo son válidos para el instrumento calibrado, no pudiendo extenderse a ningún otro instrumento que no haya sido calibrado, así mismo, estos resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Total Weight & Systems S.A.C. no se responsabiliza por los perjuicios que pueda provocar cualquier interpretación errónea de los resultados del presente certificado.

Este certificado de calibración sólo puede ser difundido completamente y sin modificaciones. Los extractos o modificaciones requieren la autorización de Total Weight & Systems S.A.C.

Los certificados carecen de validez sin la firma y sellos de Total Weight & Systems S.A.C.



*Ricardo Sotomayor*  
Ricardo Sotomayor Jaime  
Gerente del LC

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° CC-1232-2020**

**7. RESULTADOS**

INSPECCIÓN VISUAL			
AJUSTE DE CERO	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	CURSOR	NO TIENE
PLATAFORMA	TIENE	NIVELACIÓN	TIENE
SISTEMA DE TRABA	NO TIENE		

**ENSAYO DE REPETIBILIDAD**

	Inicial	Final
Temperatura (°C)	22,7	22,7
Humedad (%)	26,0	26,0

Carga L1 = 2 000,00 g		
I (g)	ΔL (g)	E (g)
2 000,00	0,005	0,001
2 000,00	0,007	-0,001
2 000,00	0,004	0,002
2 000,00	0,005	0,001
2 000,00	0,006	0,000
2 000,00	0,004	0,002
2 000,00	0,005	0,001
2 000,00	0,006	0,000
2 000,00	0,007	-0,001
2 000,00	0,004	0,002
Emáx - Emin =	0,003 g	
emp =	0,2 g	

Carga L2 = 4 100,00 g		
I (g)	ΔL (g)	E (g)
4 099,97	0,007	-0,029
4 099,97	0,006	-0,028
4 099,97	0,002	-0,024
4 099,97	0,007	-0,029
4 099,97	0,005	-0,027
4 099,97	0,003	-0,025
4 099,97	0,003	-0,025
4 099,97	0,006	-0,028
4 099,97	0,007	-0,029
4 099,97	0,008	-0,030
Emáx - Emin =	0,006 g	
emp =	0,3 g	

**ENSAYO DE EXCENTRICIDAD**

	Inicial	Final
Temperatura (°C)	22,7	22,8
Humedad (%)	26,0	26,0

Posición de las Cargas

2	5
1	
3	4

Posición de la carga	Determinación de Eo				Determinación del error corregido Ec				
	Carga mínima (g)	I (g)	ΔL (g)	Eo (g)	Carga L (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)
1	0,10	0,10	0,005	0,000	1 400,00	1 400,00	0,007	-0,003	-0,003
2		0,10	0,007	-0,002		1 400,00	0,004	0,000	0,002
3		0,10	0,003	0,002		1 400,00	0,005	-0,001	-0,003
4		0,10	0,008	-0,003		1 400,00	0,004	0,000	0,003
5		0,10	0,005	0,000		1 400,00	0,007	-0,003	-0,003
Error Máximo Permisible		0,1 g			Error Máximo Permisible		0,2 g		

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° CC-1232-2020**

**ENSAYO DE PESAJE**

	Inicial	Final
Temperatura (°C)	22,4	22,5
Humedad (%)	27,0	28,0

Carga L (g)	CARGA CRECIENTE				CARGA DECRECIENTE				± emp (g)
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	
0,10	0,10	0,006	-0,001	0,000	0,50	0,006	-0,001	0,000	0,1
0,50	0,50	0,006	-0,001	0,000	1,00	0,005	0,000	0,001	0,1
1,00	1,00	0,008	-0,003	-0,002	10,00	0,007	-0,002	-0,001	0,1
10,00	10,00	0,006	-0,001	0,000	100,00	0,006	-0,001	0,000	0,1
100,00	100,00	0,007	-0,002	-0,001	500,00	0,005	0,000	0,001	0,1
500,00	500,00	0,006	-0,001	0,000	1 000,00	0,007	-0,003	-0,002	0,2
1 000,00	1 000,00	0,007	-0,003	-0,002	1 500,00	0,005	-0,002	-0,001	0,2
1 500,00	1 500,00	0,004	-0,001	0,000	1 800,00	0,006	-0,003	-0,002	0,2
1 800,00	1 800,00	0,006	-0,003	-0,002	2 000,00	0,007	-0,001	0,000	0,2
2 000,00	2 000,00	0,007	-0,001	0,000	3 000,00	0,003	0,003	0,004	0,3
3 000,00	3 000,00	0,002	0,003	0,004	3 500,00	0,005	0,000	0,001	0,3
3 500,00	3 500,00	0,007	-0,002	-0,001	4 099,97	0,008	-0,030	-0,029	0,3
4 100,00	4 099,97	0,008	-0,030	-0,029					

L : Carga aplicada sobre la balanza (Pesa patrón).  
I : Indicación de la balanza.

E : Error del valor de indicación.  
Eo : Error en cero.

Ec : Error corregido.  
ΔL : Incremento de pesas patrones.

**LECTURA CORREGIDA E INCERTIDUMBRE EXPANDIDA DE LA BALANZA**

LECTURA CORREGIDA :  $R_{\text{corregida}} = R + 1,29 \times 10^{-6} \times R$

INCERTIDUMBRE :  $U_R = 2 \times \sqrt{2,17 \times 10^{-5} \text{ g}^2 + 1,35 \times 10^{-10} \times R^2}$

R : Es la lectura de la balanza obtenida después de la calibración expresada en g

La incertidumbre reportada en el presente certificado,  $U_R$ , es la incertidumbre expandida de la medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura  $k=2$ . Generalmente, el valor de la magnitud de medición está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95%.

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una nueva calibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

**8. OBSERVACIONES**

Ajustar el nivel de la balanza y la indicación de cero antes de cada medición.

Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO".

De acuerdo a la NMP-003-2009, el límite inferior de medida para esta balanza no debe ser menor de 0,5 g

Antes del ajuste, la indicación de la balanza fue de 4 099,65 g para una carga de 4 100,00 g

El ajuste de la balanza se realizó con las pesas de Total Weight & Systems S.A.C.

Fin del Documento

**ANEXO 7: BOLETA DE PAGO**



**BOLETA DE VENTA**

Dirección  
Prolongación Maria Parado de Bellido 1040  
Celular: 990615580

Fecha: May 27, 2021  
BOLETA: 100

Cobrar a:  
Nombre: Hoover Juyo Rodríguez  
Nombre de Empresa: Ingeolem  
Dirección: Prolong. Bellido 1040  
Ciudad: Ayacucho - Huamanga  
Celular: 990615580

Envie a:  
Nombre: Ayerton Berman Sierralta Enrique  
Nombre de Empresa: —  
Dirección: Enace Vista Alegre mz t lote 01  
Ciudad: Ayacucho - Huamanga  
Celular: 999 262 865

Vendedor	Embarcar Via	Fecha de Envío	Condiciones	Fecha de Vencimiento
Ingeolem	terrestre	27/05/2021	—	—

Nº	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO UNIT., S/	LINEA TOTAL
01	Estudio de Mecanica de Suelos de 8 muestras con fines de Cimentación y Diseño de Muros	1	3000.00	S/ 3000.00
02	Servicio de revisión de Informe y diseño de muros 600	1	0.00	S/ 0.00
SUBTOTAL				S/ 3000.00
TASA DE IMPUESTO				
IMPUESTO DE VENTA				
ENVÍO Y MANIPULACIÓN				
<b>TOTAL</b>				<b>S/ 3000.00</b>

  
**INGEOLEM**  
 INGENIERIA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD  
 Mtro. Fausto Juyo Carcho  
 ESPECIALISTA EN GEOTECNIA  
 CIP N° 41034