

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
LA MOLINA**

FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA



**“ESTABILIZACIÓN DE TALUDES Y TRABAJOS PRELIMINARES
PARA LA REVEGETACIÓN EN EL ACCESO A LA CENTRAL
HIDROELÉCTRICA CERRO DEL ÁGUILA”**

**TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL
PARA OPTAR EL TÍTULO DE
INGENIERO AGRÍCOLA**

DANIEL ANTONIO CABALLERO BELTRAN

LIMA – PERÚ

2023

trabajo TSP

INFORME DE ORIGINALIDAD

20%

INDICE DE SIMILITUD

17%

FUENTES DE INTERNET

9%

PUBLICACIONES

10%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	PALOMINO DE LA MATA LUIS ANTONIO. "Plan de Recuperación de Áreas Degradadas por Residuos Sólidos La Mejorada Distrito de El Tambo, Provincia de Huancayo, Departamento de Junín-IGA0019119", R.G.S.P. N° 347-2022-MPH/GSP, 2022 Publicación	1%
2	catalogo-gy.ucab.edu.ve Fuente de Internet	1%
3	repositorio.utea.edu.pe Fuente de Internet	1%
4	PRIETO INGENIEROS CONSULTORES S.A .. "DIA del Proyecto Ampliación de la Subestación Cotaruse 220 kV-IGA0010970", R.D. N° 132-2013-MEM/AAE, 2020 Publicación	1%
5	1library.co Fuente de Internet	1%
6	Submitted to Universidad Cesar Vallejo Trabajo del estudiante	<1%

DEDICATORIA

A mis padres,
los cuales admiro por todo el esfuerzo realizado.

AGRADECIMIENTO

A todo mi equipo de trabajo, el cual se ha alimentado de esfuerzos y sacrificios para poder desarrollar la ingeniería en el Perú.

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN	ix
ABSTRACT	x
I. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Problemática.....	1
1.2. Objetivos	2
1.2.1. Objetivo general.....	2
1.2.2. Objetivos específicos	2
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	4
2.1. Levantamiento topográfico con drones	4
2.1.1. Fotogrametría.....	4
2.1.2. Vuelo fotogramétrico.....	4
2.2. Posicionamiento geodésico con receptores de navegación por satélite (GNSS).....	5
2.2.1. Norma Técnica Geodésica	5
2.3. Hidrología.....	6
2.3.1. Curva I-D-F	6
2.3.2. Caudal de diseño.....	6
2.4. Geodinámica.....	7
2.4.1. Fenómenos de remoción en masa	8
2.5. Estructuras de protección	9
2.5.1. Muro de gaviones	9
2.5.2. Sistema Erdox.....	9
2.5.3. Muro de suelo reforzado – Terramesh.....	10
2.5.4. Muro de concreto.....	11
2.6. Estabilidad de Taludes.....	12
2.6.1. Formas erosivas en procesos de alteración de taludes	12
2.6.2. Vegetación como medio para la estabilización y control de la erosión de taludes	12
III. DESARROLLO DEL TRABAJO.....	15
3.1. Ubicación del estudio	15
3.2. Procedimientos de desarrollo del trabajo	16
3.3. Análisis preliminar	16

3.4.	Estudio de topografía.....	16
3.4.1.	Monumentación y registro de 4 hitos geodésicos de orden “C”.....	18
3.4.2.	Levantamiento fotogramétrico.....	19
3.5.	Investigaciones geo-mecánicas	26
3.5.1.	Calicatas.....	26
3.5.2.	Ensayos de densidad natural.....	27
3.5.3.	Muestras para el análisis de laboratorio.....	27
3.6.	Hidrología.....	28
3.6.1.	Prueba de datos dudosos	28
3.6.2.	Prueba de bondad de ajuste.....	28
3.6.3.	Curva I-D-F	29
3.6.4.	Caudal de diseño.....	29
3.7.	Estudio de alternativas de estabilización de taludes.....	30
3.7.1.	Criterio 1: Sostenibilidad económica y viabilidad de los trabajos de revegetación.....	31
3.7.2.	Criterio 2: Generación de volúmenes de material excedente	31
3.7.3.	Criterio 3: Exposición a la población	31
3.7.4.	Criterio 4: Variación de los costos.....	31
3.8.	Diseño del muro de suelo reforzado.....	32
3.8.1.	Pre-dimensionamiento	32
3.8.2.	Verificación de la estabilidad en condiciones estáticas.....	33
3.8.3.	Verificación de la estabilidad en condiciones pseudoestáticas.....	36
3.9.	Diseño del sistema de drenaje	39
3.9.1.	Sistema de drenaje subsuperficial.....	39
3.9.2.	Sistema de drenaje superficial	39
3.10.	Elaboración de planos, metrados y presupuesto.....	40
3.10.1.	Planos para construcción	40
3.10.2.	Metrados	40
3.10.3.	Presupuesto y cronograma.....	40
IV.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	41
4.1.	Topografía	41
4.1.1.	Modelo 3D de la zona de interés	41
4.1.2.	Modelo digital de elevaciones	42
4.1.3.	Curvas de nivel	43

4.2.	Investigaciones geo mecánicas.....	43
4.2.1.	Densidad natural	43
4.2.2.	Contenido de humedad	43
4.2.3.	Análisis granulométrico.....	44
4.2.4.	Límite de consistencia	44
4.2.5.	Clasificación de suelos	45
4.2.6.	Gravedad específica.....	45
4.2.7.	Densidad mínima y máxima	46
4.2.8.	Ensayo de permeabilidad.....	46
4.2.9.	Ensayo de compresión triaxial.....	47
4.3.	Hidrología.....	47
4.3.1.	Prueba de datos dudosos	47
4.3.2.	Prueba de bondad de ajuste y precipitación máxima anual en 24 horas.....	47
4.3.3.	Caudal de diseño.....	48
4.4.	Estudio de alternativas de estabilización de taludes.....	48
4.4.1.	Análisis de selección de alternativas	49
4.5.	Diseño del muro de suelo reforzado.....	50
4.5.1.	Verificación de la estabilidad en condiciones estáticas	50
4.5.2.	Verificación de la estabilidad en condiciones pseudoestáticas.....	50
4.5.3.	Factores de seguridad	51
4.6.	Metrados y presupuesto.....	51
V.	CONCLUSIONES	52
5.1.	Monumentación de hitos de orden “C”	52
5.2.	Levantamiento fotogramétrico	52
5.3.	Investigaciones geo mecánicas.....	52
5.4.	Hidrología.....	53
5.5.	Análisis de alternativas de estabilización de taludes	53
5.6.	Diseño del muro de suelo reforzado.....	54
5.7.	Diseño del sistema de drenaje	55
5.8.	Elaboración de planos metrados y presupuesto.....	55
VI.	RECOMENDACIONES	57
6.1.	Topografía	57
6.2.	Investigaciones geomecánicas.....	58
6.3.	Hidrología.....	59

6.4. Análisis de alternativas.....	60
6.5. Diseño de muro de suelo reforzado.....	62
6.6. Diseño del sistema de drenaje	63
6.7. Elaboración de planos, metrados y presupuesto.....	65
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	67
VIII. ANEXOS.....	69

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Participantes del estudio de topografía.....	17
Tabla 2: Equipos Topográficos utilizados	17
Tabla 3: Características de los puntos de orden “C” monumentados.....	18
Tabla 4: Coordenadas UTM de los hitos de orden “C” monumentados	19
Tabla 5: Coordenadas UTM de los puntos de control fotogramétricos.....	20
Tabla 6: Coordenadas UTM y profundidad de cada calicata realizada	26
Tabla 7: Propiedades del terreno y el relleno	32
Tabla 8: Propiedades del Terramesh® verde 80	32
Tabla 9: Dimensiones de las cunetas	39
Tabla 10: Resultados del ensayo de densidad Natural.	43
Tabla 11: Resultados del ensayo de contenido de humedad	44
Tabla 12: Resultados del análisis granulométrico	44
Tabla 13: Resultados del ensayo de límites de consistencia	45
Tabla 14: Clasificación SUCS de los estratos	45
Tabla 15: Resultados del ensayo de gravedad específica	46
Tabla 16: Resultados del ensayo de densidad mínima y densidad máxima	46
Tabla 17: Resultados del ensayo de permeabilidad.....	46
Tabla 18: Resultados del ensayo de compresión triaxial.....	47
Tabla 19: Resultados de la prueba de datos dudosos.....	47
Tabla 20: Resultados de la prueba de bondad de ajuste	47
Tabla 21: Precipitaciones máximas anuales	48
Tabla 22: Caudales de diseño	48
Tabla 23: Resultados de diseño de las alternativas de las estructuras de protección	48
Tabla 24: Factores de seguridad de la estructura terramesh	51

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Taludes identificados como las áreas de interés para el estudio	2
Figura 2: Levantamiento Fotogramétrico	5
Figura 3: Deslizamiento.....	8
Figura 4: Muro de gaviones.....	9
Figura 5: Sistema Erdox	10
Figura 6: Muro de suelo reforzado – Terramesh	11
Figura 7: Muro de concreto	11
Figura 8: Beneficios de la vegetación respecto a la erosión y la estabilidad.....	13
Figura 9: Beneficios de la vegetación respecto a la erosión y la estabilidad.....	14
Figura 10: Ubicación política del estudio.....	15
Figura 11: Procedimiento de desarrollo de trabajo.....	16
Figura 12: Equipos topográficos utilizados	17
Figura 13: Monumentación de hitos de orden “C”	18
Figura 14: Ubicación de los hitos de orden C	19
Figura 15: Ubicación de los puntos de control fotogramétricos.....	21
Figura 16: Equipo y operador utilizados en el estudio.	21
Figura 17: Plan de vuelo con Pix4D mapper	22
Figura 18: Flujo de procesamiento de fotogrametría.....	23
Figura 19: Orientación de las imágenes tomadas por el dron.....	24
Figura 20: Nube densa obtenida de la orientación fotogramétrica.....	25
Figura 21: Ubicación de las calicatas desarrolladas en el área de estudio	26
Figura 22: Ensayo de densidad natural.....	27
Figura 23: Zona 1 para el diseño de alternativas.	30
Figura 24: Zona 2 para el diseño de alternativas	30
Figura 25: Dimensiones del muro de suelo reforzado – Terramesh Verde.....	33
Figura 26: Verificación de estabilidad del muro de suelo reforzado.....	34
Figura 27: Verificación de la estabilidad interna del muro de suelo reforzado – Elemento 3.....	34
Figura 28: Verificación de la estabilidad interna del muro de suelo reforzado – Elemento 5.....	35
Figura 29: Verificación de la estabilidad interna del muro de suelo reforzado –	

Elemento 10.....	35
Figura 30: Verificación de la estabilidad global del muro de suelo reforzado.....	36
Figura 31: Verificación de estabilidad del muro de suelo reforzado.....	36
Figura 32: Verificación de la estabilidad interna – Elemento 3	37
Figura 33: Verificación de la estabilidad interna – Elemento 5	37
Figura 34: Verificación de la estabilidad interna – Elemento 10	38
Figura 35: Verificación de la estabilidad global del muro de suelo reforzado en condición pseudoestáticas.....	38
Figura 36: 3D resultado de los primeros dos taludes.....	41
Figura 37: Modelo 3D resultado del tercer talud.....	42
Figura 38: Modelo digital de elevaciones del área de estudio.....	42
Figura 39: Curvas de nivel cada 0.5m de la zona de estudio.....	43
Figura 40: Matriz de análisis de criterios	49

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO 1: HIDROLOGÍA	70
ANEXO 2: ESTABILIDAD DE TALUD.....	80
ANEXO 3: DISEÑO DE DRENAJE	109
ANEXO 4: PLANOS, METRADOS Y PRESUPUESTO	110

RESUMEN

La central hidroeléctrica Cerro del Águila enfrenta desafíos en la operación de producción de energía debido a problemas de acceso a sus campamentos, causados por un deslizamiento de talud que interrumpe el transporte en la zona. En respuesta a esta problemática, se ha llevado a cabo un estudio exhaustivo que abarca la estabilización de taludes y la revegetación de áreas afectadas. El estudio incluyó análisis topográficos para comprender la magnitud del deslizamiento y la cantidad de tierra desplazada, así como investigaciones geomecánicas para caracterizar el suelo y determinar su resistencia triaxial, información crucial para diseñar la estructura de estabilización. Se evaluaron cuatro alternativas de estabilización, siendo los muros de suelo Terramesh la opción más adecuada debido a su sostenibilidad y capacidad para soportar la revegetación en la zona. La estabilidad de la estructura se calculó utilizando el software Macstar, obteniendo factores de seguridad estáticos y pseudoestáticos de 2.737 y 1.708, respectivamente, que confirman la robustez de la solución. Dado que las precipitaciones constantes en la región representan un riesgo desestabilizador, se diseñó un sistema de drenaje complementario. Como resultado de este proceso de diseño, se generaron planos de construcción para las estructuras y el sistema de drenaje. Además, se realizaron cálculos de metrado y movimiento de tierras, así como la elaboración de un presupuesto y un cronograma de ejecución basados en datos de Kallpa, la empresa responsable. Este enfoque innovador, que prioriza la revegetación para lograr sostenibilidad ambiental, presenta una perspectiva novedosa en las soluciones de estabilización en áreas donde la preservación del entorno natural es fundamental. En conjunto, este estudio no solo aborda los desafíos inmediatos de la central hidroeléctrica, sino que también contribuye a la evolución de las prácticas de estabilización en entornos naturales sensibles.

Palabras clave: Central hidroeléctrica, Estabilización de taludes, muros de suelo Terramesh, sostenibilidad y revegetación.

ABSTRACT

The Cerro del Águila hydroelectric power plant faces challenges in the operation of energy production due to access problems to its camps, caused by a landslide that interrupts transportation in the area. In response to this issue, a comprehensive study has been carried out, including slope stabilization and revegetation of affected areas. The study included topographic analyses to understand the magnitude of the landslide and the amount of soil displaced, as well as geomechanical investigations to characterize the soil and determine its triaxial strength, crucial information for designing the stabilization structure. Four stabilization alternatives were evaluated, with Terramesh soil walls being the most suitable option due to their sustainability and ability to support revegetation in the area. The stability of the structure was calculated using Macstar software, obtaining static and pseudo-static safety factors of 2.737 and 1.708, respectively, which confirm the robustness of the solution. Since constant rainfall in the region represents a destabilizing risk, a complementary drainage system was designed. As a result of this design process, construction drawings were generated for the structures and the drainage system. In addition, metering and earthwork calculations were carried out, as well as the preparation of a budget and execution schedule based on data from Kallpa, the responsible company. This innovative approach, which prioritizes revegetation for environmental sustainability, presents a novel perspective on stabilization solutions in areas where preservation of the natural environment is critical. Overall, this study not only addresses the immediate challenges of the hydropower plant, but also contributes to the evolution of stabilization practices in sensitive natural environments.

Keywords: Hydropower plant, Slope stabilization, Terramesh soil walls, sustainability and revegetation.

I. INTRODUCCIÓN

1.1. Problemática

Kallpa Generación S.A. es una empresa en Perú dedicada a la producción de energía eléctrica. Es una subsidiaria de Inkia Energy Ltd., una empresa peruana con operaciones en varios países, incluyendo Perú, Bolivia, El Salvador, República Dominicana, Panamá y Jamaica. En Perú, Kallpa Generación S.A. opera con una capacidad de generación de 2,386 MW, provenientes de diversas centrales: Como son las centrales térmicas Kallpa y Las Flores (central térmica de ciclo combinado) con una capacidad total de 1,063 MW, la central hidroeléctrica Cerro del Águila con 555 MW y la central térmica Puerto Bravo con 708 MW. Desde su inicio en agosto de 2016, la central hidroeléctrica Cerro del Águila ha experimentado situaciones de caída de rocas y deslizamientos de tierra debido a lluvias intensas en 2017 y eventos de magnitud moderada en 2018 y 2019. Como consecuencia, se han observado desprendimientos en las laderas cercanas al campamento de la casa de máquinas. La cumbre Pacopasa ha sido el lugar de estudio en el cual se han detectado tres deslizamientos en el acceso al campamento de la casa de máquinas.

Con el objetivo de reducir los riesgos asociados a posibles deslizamientos en el acceso a la Central Hidroeléctrica Cerro del Águila, Kallpa Generación S.A. busca desarrollar un estudio que incluya trabajos de estabilización de taludes y preparación para la revegetación en tres áreas específicas identificadas por la empresa.



Talud 1 y 2

Talud 3

Figura 1: Taludes identificados como las áreas de interés para el estudio

Por esta razón, se ha llevado a cabo estudios generales para la estabilización y revegetación de los taludes en la cumbre Pacopasa. Este estudio descriptivo detalla los procedimientos realizados para el análisis, las posibles soluciones alternativas, los costos involucrados y los presupuestos necesarios para mitigar los riesgos en la zona de estudio.

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo general

Describir el desarrollo los análisis preliminares, estudios básicos y la ingeniería detallada realizada por el autor, para generar el Expediente Técnico que contempla los trabajos necesarios para estabilizar el talud y llevar a cabo las tareas iniciales de revegetación en las tres áreas identificadas por Kallpa.

1.2.2. Objetivos específicos

- Describir la evaluación y análisis el estado actual de los taludes en el acceso a la Central Hidroeléctrica Cerro del Águila para determinar su grado de inestabilidad y riesgo de derrumbes.
- Describir el diseño e implementación de medidas de estabilización de taludes que sean efectivas y duraderas, considerando factores como el tipo de suelo, la pendiente, la erosión, la hidrología y las condiciones climáticas de la zona.
- Describir la selección e implementación de técnicas de revegetación adecuadas para restablecer la cobertura vegetal en los taludes estabilizados, con el fin de

prevenir la erosión, promover la retención de agua y mejorar la estética paisajística.

- Describir el desarrollo del diseño, planos, metrados y presupuesto de las obras de estabilización y sistema de drenaje.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Levantamiento topográfico con drones

2.1.1. Fotogrametría

La fotogrametría es la técnica cuyo objetivo es el determinar las dimensiones y posición de objetos en el espacio a partir de imágenes fotográficas, esto se consigue a través de la medida o medidas realizadas a partir de la intersección de dos o más fotografías, por medio de la fotogrametría podemos obtener modelos digitales de terreno que pueden ser utilizados para el diseño de vías (Del Rio Santana *et al.*, 2019, p. 16).

2.1.2. Vuelo fotogramétrico

Tiene por objeto, el sobrevolar la zona a una altura y velocidad constante, describiendo una serie de trayectorias paralelas entre sí, mediante su control de deriva.

La cámara, en una pasada, tomará exposiciones de tal modo que las fotografías cuenten con un traslape considerable para poder realizar la reconstrucción del terreno a medir, esto es, se tendrá un recubrimiento longitudinal prefijado entre fotogramas adyacentes entre dos pasadas o vuelos consecutivos, generalmente voladas en sentido inverso, existirá otro solape o recubrimiento transversal, previamente fijado (Del Rio Santana *et al.*, 2019, p. 16).



Figura 2: Levantamiento Fotogramétrico

FUENTE: Del Rio Santana *et al.* (2019, p. 16)

2.2. Posicionamiento geodésico con receptores de navegación por satélite (GNSS)

Directamente relacionado con el trabajo de tipo espacial, para definir con precisión la posición de un objeto en el espacio. Adopción de tecnologías avanzadas dentro del campo de la Geodesia, para utilizar correcta y eficientemente el uso de los Sistemas de Posicionamiento por Satélite (IGN, 2020, p. 6).

2.2.1. Norma Técnica Geodésica

La Norma Técnica vigente en el Perú es la: Norma Técnica para Posicionamiento Geodésico Estático Relativo (IGN) V1.0, generada por Instituto Geográfico Nacional en el 2015.

La finalidad de esta Norma es especificar y definir las propiedades y características a tener en cuenta a la hora de realizar una observación y posterior procesamiento de datos obtenidos con un receptor GNSS, en todas las etapas del proceso: planificación, observación y posterior procesamiento. Brinda un esquema para la descripción de referenciación espacial por coordenadas, en dos y tres dimensiones (IGN, 2020, p. 8).

2.3. Hidrología

2.3.1. Curva I-D-F

La intensidad es la tasa temporal de precipitación por unidad de tiempo. Las curvas de intensidad – duración – frecuencia son un elemento de diseño que relacionan la intensidad de la lluvia, la duración de esta y la frecuencia con la que se puede presentar, es decir su probabilidad de ocurrencia o el período de retorno (Mejía, 2012).

Para la determinación de las curvas IDF se necesita contar con registros pluviográficos de lluvia horaria en el lugar de interés, debido a la escasa información que presentan las estaciones (de medición de caudales), el método de Dick y Peschke como modelo que permita calcular la lluvia máxima en función de la precipitación máxima en 24 horas, n cuya expresión es la siguiente:

$$P_d = P_{24h} \left[\frac{d}{14440} \right]^{0.25}$$

Donde:

Pd : Precipitación total (mm)

d : Duración en minutos

P24h : Precipitación máxima en 24 horas (mm)

Para determinar la intensidad se determina dividiendo la precipitación entre la duración. La curva Intensidad – Duración – Frecuencia se halla a través de la siguiente relación matemática:

$$I = \frac{10^k T^m}{t^n}$$

2.3.2. Caudal de diseño

a. Tiempo de retorno

El tiempo promedio, en años, en que el valor del caudal pico de una creciente determinada es igualado o superado una vez cada “T” años, se le denomina Período de retorno “T”. Si se supone que los eventos anuales son independientes es posible

calcular la probabilidad de falla para la vida útil de las estructuras (Cunetas de drenaje) (Mejía, 2012).

Para adoptar el período de retorno a utilizar en el diseño de las estructuras, se consideró la relación existente entre la probabilidad de excedencia de un evento, la vida útil y el riesgo de falla admisible, dependiendo este último de los factores económicos, sociales, técnicos y otros. El período de retorno medido en función de la vida útil y el riesgo de falla está dado por:

$$T = \frac{1}{1 - (1 - R)^{1/n}}$$

Cociente Lluvia-Duración (R) para cada Mes: Las precipitaciones mensuales obtenidas se multiplicaron por 1.13 debido a la corrección por intervalo fijo de observación (Hershfield, 1961; Hargreaves, 1988).

b. Caudal máximo

Para el cálculo de caudales máximos en áreas de aporte pequeñas, es decir (<2,5 km²), uno de los métodos más recomendados es el método racional.

El método racional permite calcular un caudal mediante la siguiente expresión:

$$Q = CIA$$

Donde:

Q: Caudal máximo (m³/s)

C: Coeficiente de escorrentía

I: Intensidad de la lluvia (mm/hr)

A: Área de drenaje

2.4. Geodinámica

Se refiere a todos los movimientos que experimenta la Tierra desde sus inicios, tanto aquellos que se originan en su interior (geodinámica interna), como que se generan por la interacción de la hidrósfera y/o atmósfera (fuerzas externas) sobre la corteza terrestre (geodinámica externa).

2.4.1. Fenómenos de remoción en masa

Según Medina (1991) se denominan así a los fenómenos geológicos que en su mecanismo involucran la movilización de grandes volúmenes de materiales rocosos hacia niveles inferiores, bajo la acción directa de la gravitación terrestre, y ocurren como movimientos gravitacionales de variado carácter y magnitud. La presencia del agua en pequeñas cantidades, suele influir en el desarrollo de estos fenómenos con más frecuencia en áreas geológicamente jóvenes donde los procesos de erosión de taludes son altos.

a. Deslizamientos

Se caracterizan por la formación de una superficie de ruptura recta o curvada a partir de la cual se desplaza toda la porción de terreno separada del conjunto, con la misma velocidad en todas sus partes, conservando su estructura y forma original. Entre los factores desencadenes están: la socavación de taludes por acción fluvial, torrencial o antrópica, saturación de agua en los terrenos inestables, por infiltración de aguas de lluvia o por influencia de la napa freática, activación de fallas geológicas por neotectonismo.

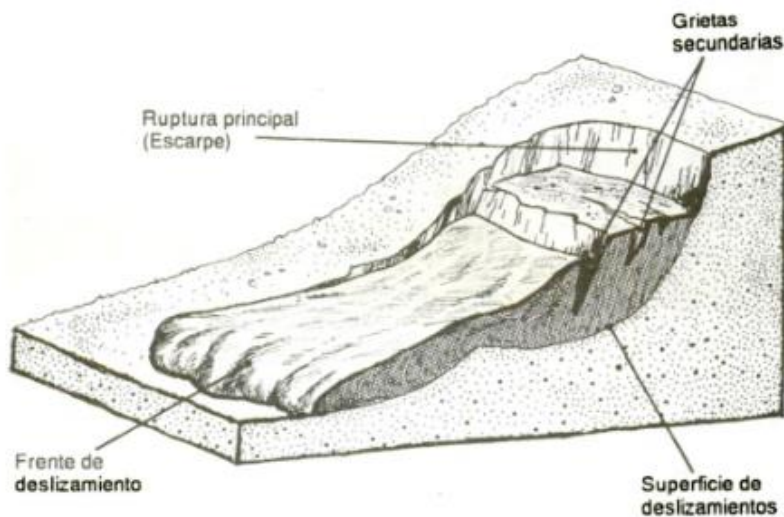


Figura 3: Deslizamiento

FUENTE: Medina (1991, p. 22)

2.5. Estructuras de protección

2.5.1. Muro de gaviones

Los muros de gaviones son estructuras flexibles hechas de mallas de alta resistencia, rellenas con bloques de roca. Estas cajas modulares permiten diversas configuraciones geométricas para muros de contención y son comúnmente usadas para estabilizar laderas o taludes. En el sitio de estudio, los gaviones se unen manualmente con alambre de malla, y los bloques de roca para rellenar no deben ser susceptibles a la meteorización. Los gaviones se llenan después de construir la malla, y la densidad resultante junto con las sobrecargas del terraplén crea las cargas sobre el muro. Estas estructuras son fáciles de instalar y se integran bien en el entorno, permitiendo el crecimiento de vegetación y proporcionando una solución estética en comparación con enrocados o concreto rígido.



Figura 4: Muro de gaviones

2.5.2. Sistema ErdoX

El Sistema ErdoX es un tipo de muro de contención que incorpora un mono anclaje. Consiste en una estructura de metal en forma de pirámide que se ancla al terreno. Sus ventajas incluyen una instalación rápida, bajo peso y estabilidad inmediata. Puede ensamblarse previamente cerca del proyecto. Es especialmente útil cuando se requiere una intervención inmediata en la estabilización de taludes debido a su dinamismo y versatilidad.

El sistema ErdoX emplea 2 vigas de acero (HE120B) conectadas en forma de cruz de San Andrés para soportar el suelo. Estas vigas están unidas al tirante rígido en un nudo esférico ubicado en la intersección. El sistema se ancla adecuadamente mediante una placa de

concreto. Los bordes de las vigas del panel frontal se conectan a 4-8 cables de contraviento de 16 mm de diámetro, creando la forma piramidal.

El sistema se complementa con una red estructural rectangular (3.60 x 3.10 m) que incluye cables de 12 mm y una red de acero de 8 mm en forma de rombo. Se fija una malla metálica de doble torsión al panel de red estructural, que se dobla al pie de la estructura para aumentar la fricción con el suelo y prevenir erosiones cercanas a ríos. Esta malla permite la adaptación del sistema ante desprendimientos diferenciales en el terreno y evita cargas no previstas. Un nudo esférico permite una ligera rotación, adaptándose al punto de anclaje sin añadir fuerzas internas que alteren las fuerzas de diseño.



Figura 5: Sistema Erdox

2.5.3. Muro de suelo reforzado – Terramesh

Los muros de suelo reforzado (MSR) son estructuras de contención mejoradas mecánicamente con diversos materiales para estabilizar y fortalecer, aprovechando beneficios estructurales, económicos y estéticos. El Terramesh System es un sistema modular ecológico que crea una superficie vegetada sobre el MSR. Incluye unidades prefabricadas de malla de doble torsión con manta de control de erosión, tensadas con una malla soldada. Tirantes de acero mantienen el ángulo. La cara frontal y la manta fomentan el crecimiento natural de vegetación. El relleno estructural se coloca sobre geomallas y un relleno adecuado se ubica detrás de la cara frontal. El Terramesh Green busca dar un aspecto natural al Terramesh común y está diseñado para la revegetación. Además de su estabilización, tiene una capa de biomanta o geomanta, recubrimiento biológico (pasto), que impermeabiliza la estructura y protege contra la erosión pluvial.



Figura 6: Muro de suelo reforzado – Terramesh

2.5.4. Muro de concreto

Los muros de contención de concreto son estructuras que sostienen algún material de relleno el cual dependiendo del tipo de muro de concreto puede favorecer o no a la estabilidad. Los muros de concreto son estructuras sumamente rígidas por lo cual su nivel de cimentación se encuentra en un estrato rígido. Los muros de concreto más comunes son los de gravedad y los voladizos, y el uso de uno u otro dependerá de las condiciones del suelo, así como de la altura que se quiere alcanzar. Los muros de gravedad generan momentos resistentes gracias a su propio peso, mientras que los muros en voladizo generan sus fuerzas resistentes principalmente al relleno sobre su talón.



Figura 7: Muro de concreto

2.6. Estabilidad de Taludes

La estabilidad de taludes aborda fenómenos de estado 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 que debe añadirse, generalmente como factor secundario, posibles cargas externas. La preponderancia de las acciones gravitatorias condiciona, sobre todo, la definición de seguridad frente a rotura (Pérez de Ágreda 2005).

2.6.1. Formas erosivas en procesos de alteración de taludes

Según Boraita Pérez (2014, p. 12-13), para la aplicación de estrategias de restauración en taludes es necesario conocer cómo actúan los procesos erosivos sobre los mismos. La erosión del suelo consiste en la pérdida de sus partículas por fragmentación y arranque, con el posterior desplazamiento aguas abajo, por efecto del agua, el viento, la gravedad y el laboreo agrícola o asociado a la ingeniería civil.

- a. Erosión por salpicadura:** Producida por el impacto de las gotas de lluvia al caer sobre la superficie, lo que compacta el interior del cráter y corta los bordes. La capacidad de infiltración disminuye en el centro de los cráteres, y la acumulación de los fragmentos generados por el esfuerzo cortante lateral da lugar a una costra que impide el paso posterior del agua hacia el interior del suelo.
- b. Erosión laminar:** Es el resultado de la erosión causada por el conjunto de los impactos de gotas, que actúan de forma difusa y el transporte por una delgada lámina de agua de escorrentía a largo de toda la superficie del suelo.
- c. Erosión por regueros o cárcavas:** Cuando las gotas de agua que no se infiltran se congregan y circulan por superficie de manera concentrada suele aumentar el esfuerzo de corte en el fondo de los pequeños canales o regueros, pudiendo dar lugar a cárcavas de mayor tamaño.
- d. Deslizamientos o movimientos en masa:** Cuando la presión intersticial del agua en el talud, presión neutra, reduce la resistencia por fricción al esfuerzo cortante se inician deslizamientos en masa en que parte del suelo se va ladera abajo.

2.6.2. Vegetación como medio para la estabilización y control de la erosión de taludes

La vegetación ejerce una gran influencia sobre la estabilidad superficial de los taludes, además de representar mejoras de diversidad biológica y paisajística. Su adopción como

medida de estabilización y control de taludes es recomendable siempre que sea posible, por otro lado, los efectos que proporciona la vegetación como protección dependen de las condiciones particulares de cada talud y su implantación efectiva.

Influencia en la erosión superficial	Protección mecánica	El follaje y los residuos de las plantas disipan la energía de la lluvia y previenen la separación de las partículas del suelo por salpicadura.
	Refuerzo biomecánico del suelo en profundidad	Las raíces retienen las partículas del suelo aumentando su resistencia a la erosión laminar y, sobre todo, al flujo concentrado.
	Retención	El follaje y los tallos incrementan la aspereza del terreno, disminuyendo la velocidad de la escorrentía.
	Infiltración	Las plantas y otros residuos ayudan a mantener la porosidad y permeabilidad del suelo, retrasando el comienzo de la escorrentía.
Influencia en la estabilidad del talud	Refuerzo de las raíces	Las raíces refuerzan mecánicamente el suelo transfiriendo la tensión de corte del suelo a una resistencia a tracción sobre ellas.
	Disminución de la humedad del suelo	La transpiración y la interceptación por el follaje, puede reducir la humedad y limitar el aumento de una presión de poro positiva.
	Refuerzo	Los tallos pueden actuar como pilotes de refuerzo o apeo, o los contrafuertes de un arco, para contener las fuerzas de corte
	Sobrecarga	El peso de la vegetación puede, en algunas circunstancias, incrementar la presión de confinamiento de la capa de deslizamiento del talud.

Figura 8: Beneficios de la vegetación respecto a la erosión y la estabilidad

FUENTE: Boraita Pérez (2014, p. 17)

- a. Plantación vegetal en barrera:** El uso de barreras vegetales perpendiculares a la línea de máxima pendiente es un método efectivo, se utilizan especies perennes, capaces de adaptarse a las condiciones del talud incluida capacidad de producción de biomasa, y verificar que no sean especies exóticas.

En numerosos lugares de Asia y Sudamérica hay ejemplos de uso de estas barreras con vetiver (*Chrysopogon zizanioides*), es una gramínea perenne con raíces finas y compactas que pueden llegar a los 3 m de profundidad creando una masa radical muy ramificada y esponjosa, y capaz de soportar sequías relativamente prolongadas. Se suele plantar en los taludes en hileras separadas siguiendo las curvas de nivel de la pendiente (Boraita Pérez, 2014, p. 20).

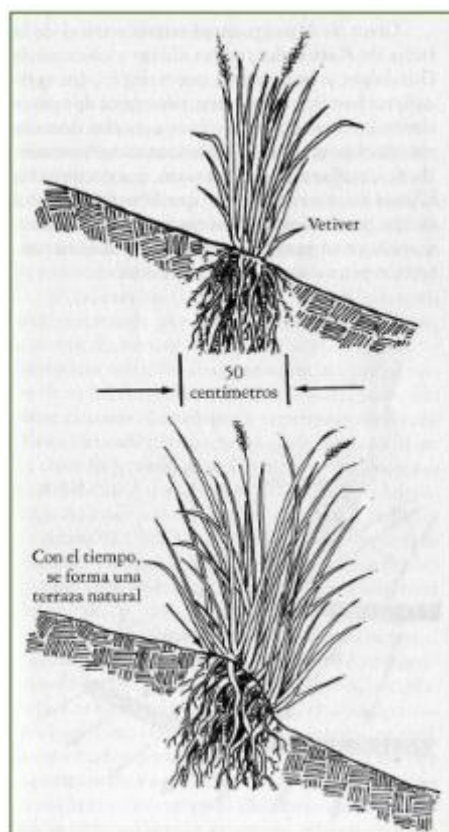


Figura 9: Beneficios de la vegetación respecto a la erosión y la estabilidad

FUENTE: Boraita Pérez (2014, p. 17)

b. Especies para la revegetación: El criterio de selección de las especies para la revegetación debe considerar los siguientes factores:

- Climáticos: Especies adaptativas al clima de la zona de estudio.
- Endémicos: Especies oriundas del lugar.
- Permeabilidad-infiltración: Las especies deben ser permeables para evitar la infiltración del agua en los taludes.
- Enraizado: Las especies deben abarcar gran parte de zona de raíces para generar estabilización natural al talud.

Estas podrían ser entre pastos (gramíneas) y arbustos (leguminosas). Los pastos influirán en la protección del talud ante la erosión provocada por precipitaciones, mientras que las raíces de los arbustos servirán como un anclaje del material orgánico hacia el siguiente estrato inmediatamente inferior.

III. DESARROLLO DEL TRABAJO

En este capítulo se describe el desarrollo los procedimientos realizados para el estudio de estabilización de taludes y trabajos preliminares para la revegetación en el acceso a la central hidroeléctrica cerro del águila.

3.1. Ubicación del estudio

La central hidroeléctrica Cerro del Águila se encuentra ubicado en el departamento de Huancavelica, provincia de Tayacaja, distrito de Andaymarca y Surcubamba. El acceso interior a campamento de casa de máquinas ha presentado deslizamiento y desprendimiento de taludes, lugar de nombre Pacopasa. En la cumbre Pacopasa se han identificado 3 desprendimientos de taludes los cuales se muestran en la Figura 10.

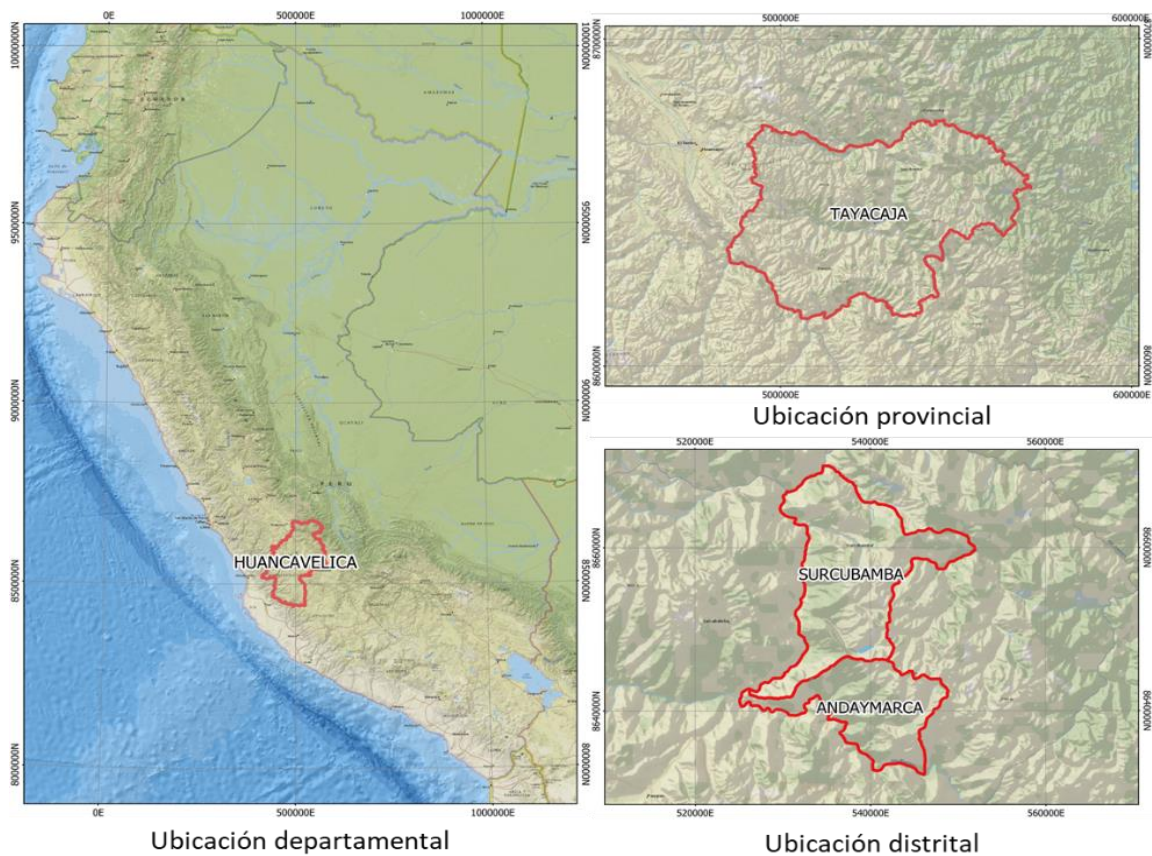


Figura 10: Ubicación política del estudio

3.2. Procedimientos de desarrollo del trabajo

En la Figura 11 se muestra el procedimiento del trabajo realizado para el proyecto de suficiencia profesional. Así mismo, se describen las actividades a desarrollar:

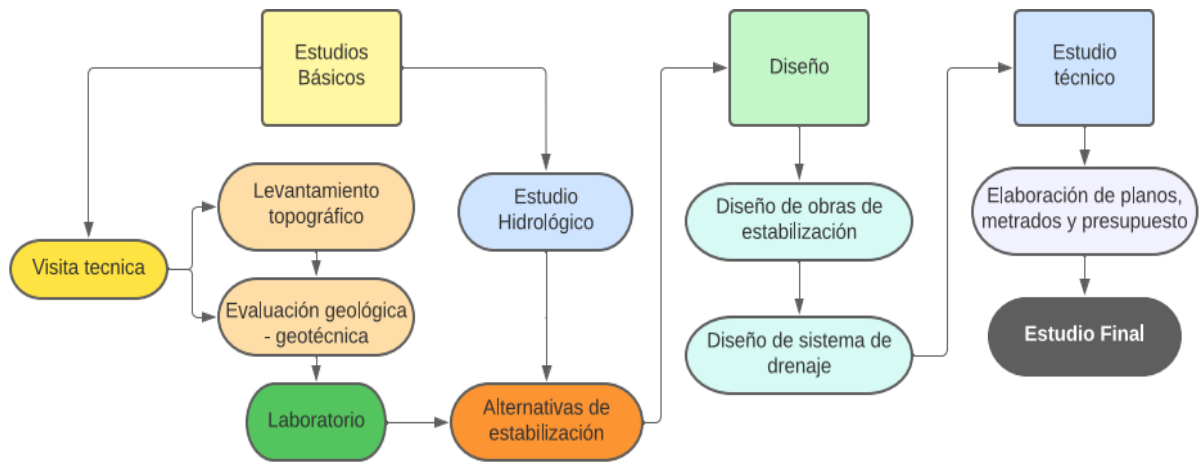


Figura 11: Procedimiento de desarrollo de trabajo

3.3. Análisis preliminar

Esta tarea implicó la recopilación, orden y análisis de toda la información proporcionada por Kallpa, así como cualquier otra información relevante que pueda ser útil para el estudio y esté relacionada con los objetivos del proyecto. Se obtuvo información de los estudios preliminares, como los relacionados con hidrología, topografía, geotecnia, diseños de infraestructura civil, informes de supervisión y evaluaciones de calidad, entre otros. Sin embargo, es importante mencionar que lamentablemente no se pudo acceder a información previa en este caso, ya que es la primera vez que se realiza una intervención en estos taludes.

3.4. Estudio de topografía

La topografía es uno de los estudios básicos, este tiene como objetivo caracterizar la superficie del área de estudio. Para ello es necesario obtener información de acceso y permisos, así mismo realizar un plan de trabajo en la cual los recursos y equipo de trabajo debe estar identificado. El equipo de topografía estuvo conformado por:

Tabla 1: Participantes del estudio de topografía

Participantes del estudio de topografía	Ocupación
Caballero Beltran, Daniel Antonio	Supervisor
De la Melena Combe, Abraham Antonio	Piloto de dron
Chaupín Maraví, Ivico Geolghi	Topógrafo

Tabla 2: Equipos Topográficos utilizados

Equipos topográficos	Cantidad
GPS Diferencial Doble Frecuencia SOUTH S82	1
Trípode de aluminio	1
Radios de comunicación.	2
Dron Phantom 4 pro	1
Camioneta	1
PC Intel I7 y cámara fotográfica	1 c/u
Impresora EPSON	1



Figura 12: Equipos topográficos utilizados

El Estudio de topografía se ha dividido en monumentación de hitos geodésicos de orden “C” y levantamiento fotogramétrico, los cuales se describen a continuación:

3.4.1. Monumentación y registro de 4 hitos geodésicos de orden “C”

El equipo de trabajo se trasladó a la zona del proyecto que se ubica en el distrito de Pampas, provincia de Tayacaja, departamento de Huancayo.

- a. **Georreferencia Control Horizontal:** De acuerdo con las características de lugar, acceso y visibilidad, se determinaron las ubicaciones estratégicas de los puntos, los cuales se monumentaron en bloque de concreto de forma cúbica, en la que se empotró una placa de bronce con descripción del vértice geodésico. Se consideró como base de nuestra medición la estación de medición permanente de Huancayo JU-01 del Instituto Geográfico Nacional.

Tabla 3: Características de los puntos de orden “C” monumentados

Características	Punto de control topográfico de "Orden C"
Clasificación	Punto geodésico de Orden C
Precisión	Horizontal: Hasta 10 mm Vertical: Hasta 15mm
Pilar Base	Pilar cuadrangular (20 cm de lado) de concreto Altura mínima: 40 cm Altura mínima sobre el nivel de superficie: 10 cm
Placa	Bronce (e=7.2 mm)
Certificación	IGN



Figura 13: Monumentación de hitos de orden “C”

b. Procesamiento de Data de Campo: Los trabajos de gabinete comprenden principalmente el tratamiento de la data cruda obtenida del equipo GPS Diferencial SOUTH S82, registrados en un lapso de aproximadamente 1.5 horas. La información se procesó en el Software Trimble Business Center TBC, considerando sistema de referencia espacial UTM en sistema geoidal WGS84.

Los puntos de referencia categorizados como "C" se asignan para implementar un control adicional en zonas tanto urbanas como rurales. También se utilizan para respaldar la elaboración de proyectos de ingeniería y de desarrollo tanto en ámbitos urbanos como rurales. Estos puntos son necesarios cuando se requiere una precisión extrema, con un nivel máximo de variación de 10.00 mm. En el trabajo de campo, se llevaron a cabo cuatro hitos geodésicos, siguiendo la secuencia de los taludes 1, 2 y 3. En resumen, estos hitos geodésicos son:

Tabla 4: Coordenadas UTM de los hitos de orden “C” monumentados

Código	Este	Norte	Cota
GPS 1	533,261.54	8,643,914.40	3,041.17
GPS 2	533,363.33	8,643,918.69	3,042.66
GPS 3	533,153.02	8,643,907.36	3,039.60
GPS 4	533,446.12	8,643,899.38	3,053.05



Figura 14: Ubicación de los hitos de orden C

3.4.2. Levantamiento fotogramétrico

Se llevó a cabo un levantamiento fotogramétrico en las áreas adyacentes a dos taludes situados en una carretera de uso público cerca de la central hidroeléctrica Cerro de Águila - Huancavelica (a una altitud de más de 3000 metros sobre el nivel del mar).

a. Colocación de puntos de control para fotogrametría: La extensión total de la zona de trabajo abarcaba alrededor de 3 hectáreas. Sin embargo, debido a la topografía accidentada del terreno, se decidió colocar puntos de control aproximadamente cada 250 metros. Estos puntos se ubicaron en áreas elevadas de la ladera del cerro y en lugares más bajos junto a la carretera, de manera que no fueran afectados por el tráfico vehicular o peatonal común en la zona.

Se implementaron puntos de control como parte del proceso de fotogrametría. Estos puntos de control son esenciales para calibrar y ajustar la topografía generada por el dron no tripulado. Los puntos de control, conocidos como "ground control points" (GCP) en inglés, son puntos de referencia cruciales en el proceso de levantamiento topográfico mediante dron, y tienen las siguientes características:

- Son físicamente ubicados en el entorno de interés.
- Son capturados en fotografías tomadas desde el aire por el dron.
- Sus coordenadas geográficas son establecidas con alta precisión.

En otras palabras, el piloto debe colocar una referencia visual para cada punto de control. Esto puede ser un objeto en el terreno, una marca pintada en el suelo o una diana impresa. Estos objetos deben ser fácilmente visibles desde el aire y, preferiblemente, identificables en varias fotografías tomadas desde diferentes ángulos. Los puntos de control desempeñan un papel fundamental en asegurar la precisión y la calibración adecuada de los datos topográficos obtenidos a través de la fotogrametría con el dron.

Tabla 5: Coordenadas UTM de los puntos de control fotogramétricos

Código	Este	Norte	Cota
PC 1	533,206.89	8,643,941.23	3,051.76
PC 2	533,280.79	8,643,940.83	3,058.81
PC 3	533,319.81	8,643,943.79	3,054.76
PC 4	533,369.56	8,643,947.23	3,065.69
PC 5	533,406.88	8,643,919.41	3,060.35
PC 6	533,211.74	8,643,924.55	3,041.19
PC 7	533,319.87	8,643,922.19	3,039.52

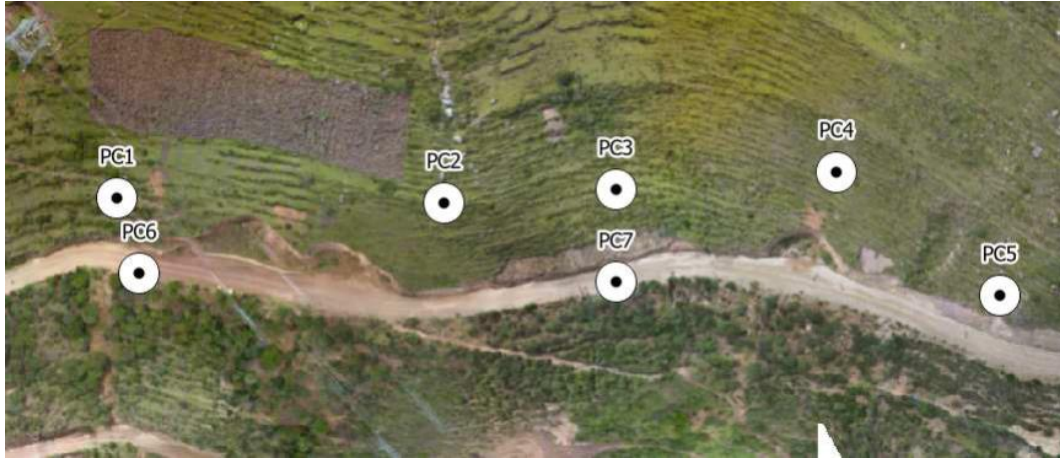


Figura 15: Ubicación de los puntos de control fotogramétricos

b. Fotogrametría: El siguiente paso consistió en llevar a cabo vuelos con un dron DJI Phantom 4. Inicialmente, se había planificado una misión de vuelo autónomo en forma de cuadrícula. Esto implicaba que el dron debía volar de manera preprogramada usando la aplicación Pix4D Mapper. No obstante, después de completar esta tarea, quedó claro que la resolución de los puntos de interés, en este caso los taludes, era insuficiente y no cumplía con los requisitos establecidos. Por lo tanto, se optó por realizar los vuelos de forma manual, asegurando que el dron mantuviera una distancia adecuada de la ladera y siguiendo una ruta visualmente para lograr el solapamiento necesario.



Figura 16: Equipo y operador utilizados en el estudio

Durante la ejecución de los vuelos, surgieron desafíos principalmente relacionados con las condiciones climáticas, lo cual dificultó la operación. Factores como la niebla, la lluvia y los fuertes vientos crearon obstáculos para el proceso. Una vez que se obtuvieron las imágenes, por motivos de seguridad, se realizó un proceso rápido en el campo. Este proceso permitió verificar la correcta alineación de las imágenes y obtener una noción del nivel de detalle alcanzado. El objetivo era asegurar la calidad de los datos recopilados y prevenir posibles problemas durante la etapa de procesamiento posterior en entorno de trabajo. El procesamiento de la información se llevó a cabo utilizando el conjunto de imágenes capturadas de manera manual, manteniendo un ángulo de inclinación de 60°. Esta elección de ángulo se hizo con el propósito de asegurar la captura adecuada de los muros verticales del talud, garantizando así una representación fiel de su forma y estructura en los resultados.

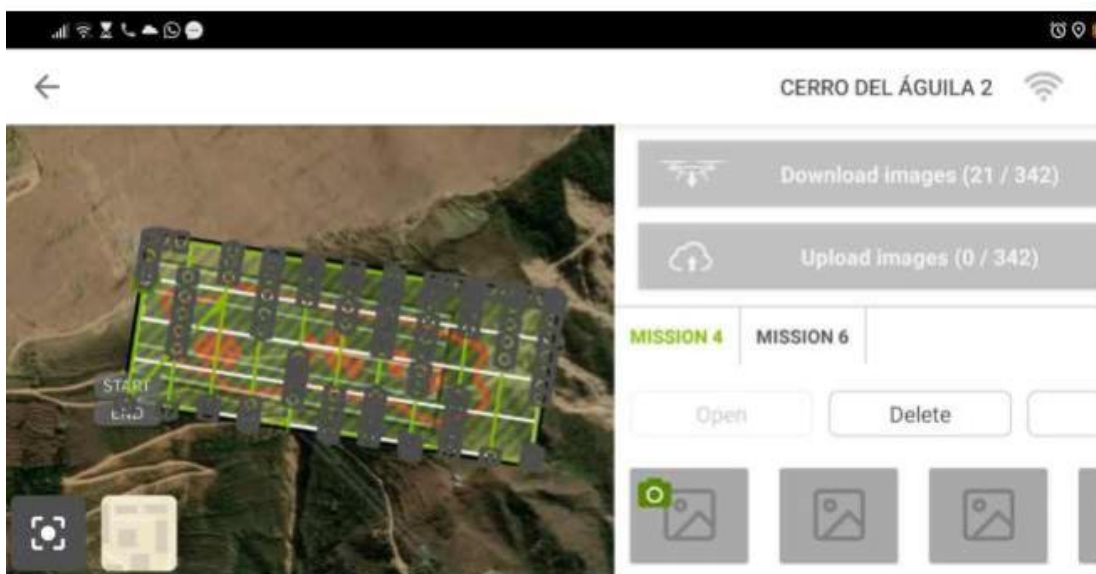


Figura 17: Plan de vuelo con Pix4D mapper

El procesamiento de gabinete consistió en procesar todas las imágenes recolectadas por el dron en la fase campo con el software Agisoft Metashape, este es un programa autónomo que permite realizar el proceso fotogramétrico de imágenes digitales y genera datos espaciales en 3D. Es muy utilizado en aplicaciones SIG, documentación de patrimonio cultural y producción de efectos visuales, así como para mediciones indirectas de objetos de diversas escalas. Gracias a estos productos es posible realizar diferentes tipos de análisis del terreno, generar modelamientos y como se

mencionaba anteriormente realizar medidas lineales y volumétricas a una gran precisión.

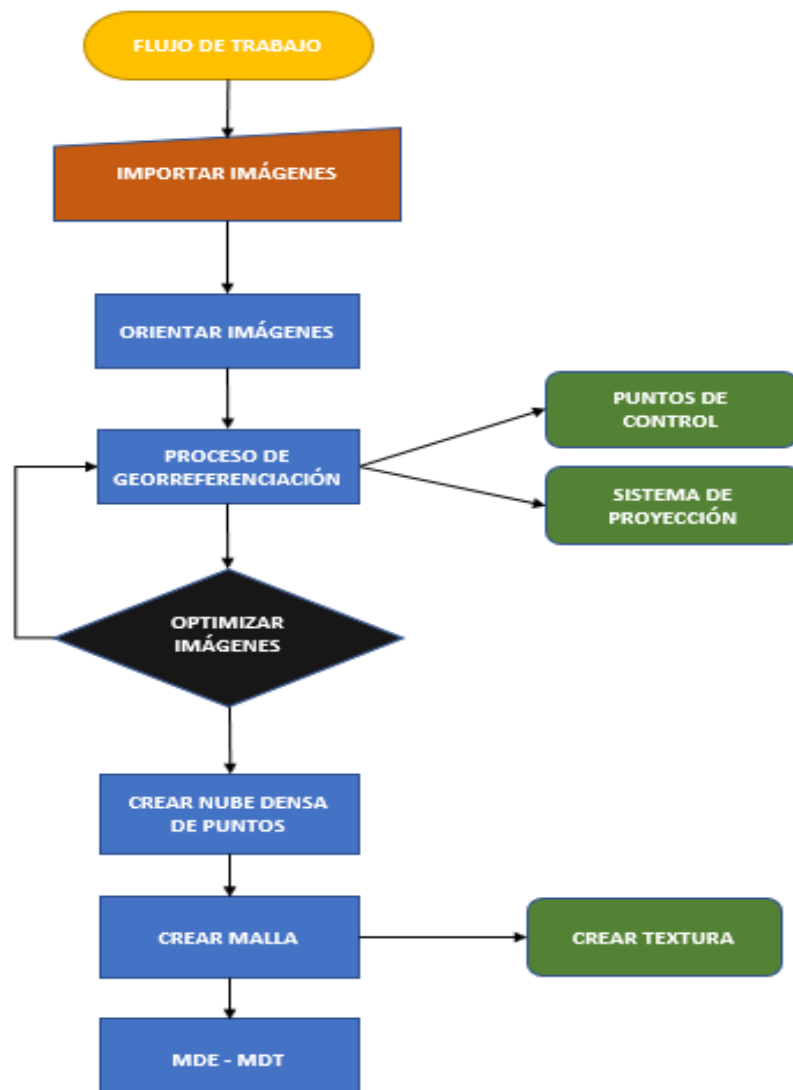


Figura 18: Flujo de procesamiento de fotogrametría.

- Importación de imágenes y calibración: Para iniciar el procesamiento de las fotografías capturadas mediante un dron, el primer paso consiste en importar las imágenes en un orden preciso, almacenadas en una carpeta de trabajo organizada. Luego, se carga este conjunto de imágenes y se procede a calibrar la cámara. En este caso particular, las imágenes cuentan con metadatos que contienen información inherente a la cámara utilizada para capturarlas, lo que facilita el proceso de calibración.

- Orientar imágenes: Una vez que las imágenes han sido importadas, la cámara ha sido calibrada y las fotos han sido geo-localizadas, procederemos con el posprocesamiento orientando las imágenes. Durante este proceso, ajustaremos los parámetros para garantizar una alta calidad en nuestros productos finales.

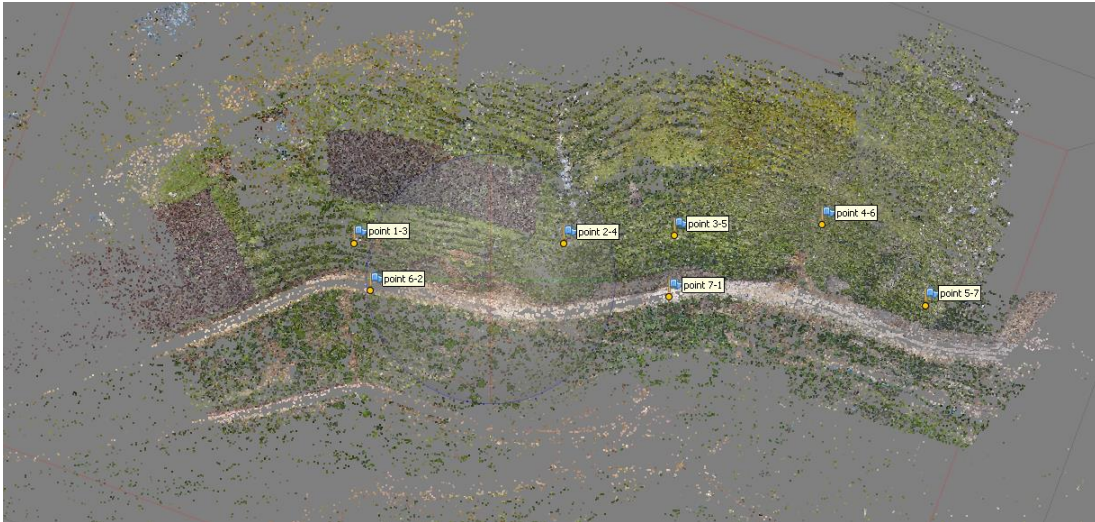


Figura 19: Orientación de las imágenes tomadas por el dron

- Crear nube de puntos densa: Una vez que hemos georreferenciado y optimizado nuestro proyecto, procederemos a continuar con nuestro flujo de trabajo. El siguiente paso consiste en la creación de la nube densa de puntos. Durante este proceso, también utilizaremos una calidad del producto establecida como "Alta". Es relevante tener en cuenta que estos procesos se ejecutan internamente en el computador, por lo cual se requiere una Work Station para el procesamiento de las fotografías debido a la elevada demanda de memoria. La calidad del producto final está influenciada por el filtrado de profundidad aplicado por el software. En este sentido, hemos optado por un filtrado con un nivel de agresividad moderado, permitiéndonos distinguir con precisión los objetos de otras características en la escena.



Figura 20: Nube densa obtenida de la orientación fotogramétrica

- Crear malla: Después de generar la nube densa de puntos, avanzamos a la creación de la malla que fungirá como la base para aplicarle una textura al modelo. Al igual que en las etapas previas, optamos por utilizar la configuración de calidad "Alta" para construir la malla. Seleccionamos el número de caras que deseamos para el modelo, especificamos el tipo de superficie y escogemos la fuente de los datos, que en este caso provienen de la nube densa de puntos. Además, elegimos el tipo de interpolación que se utilizará en este proceso.
- Crear modelo digital de elevación: El modelo digital de elevación es el resultado más relevante obtenido durante el procesamiento de imágenes con fines topográficos. Este producto consiste en una imagen en formato ráster que representa la distribución de altitudes en un terreno. A partir de este modelo, se pueden generar diversos elementos como modelos digitales de terreno, curvas de nivel y otros datos topográficos importantes.
- Crear la ortofoto: La ortofoto es el resultado de combinar y corregir las fotografías a través de un proceso de ortorrectificación. Esta técnica permite obtener una imagen georreferenciada y libre de distorsiones geométricas, lo que posibilita realizar mediciones precisas sobre la imagen. La ortofoto es una herramienta valiosa para obtener información precisa y georreferenciada del terreno.

3.5. Investigaciones geo-mecánicas

En la preparación de este estudio, se realizaron una serie de investigaciones mecánicas que involucraron la ejecución de calicatas, ensayos de campo in situ y ensayos de laboratorio. Estas actividades han sido esenciales para revelar la estratigrafía del talud, así como para determinar sus parámetros geotécnicos y características físico-mecánicas.

3.5.1. Calicatas

Con el propósito de establecer el perfil estratigráfico del talud y recopilar muestras para llevar a cabo ensayos de laboratorio, se llevaron a cabo excavaciones manuales en varios puntos de la zona de interés. Estas excavaciones alcanzaron una profundidad de 3.00 metros en cada caso, y es importante señalar que en ninguna de ellas se encontró el nivel freático.



Figura 21: Ubicación de las calicatas desarrolladas en el área de estudio

En cada calicata, se recolectaron muestras perturbadas que luego se sometieron a una serie de ensayos de laboratorio. El propósito de estos ensayos fue caracterizar las propiedades geotécnicas del suelo y determinar sus parámetros físico-mecánicos.

Tabla 6: Coordenadas UTM y profundidad de cada calicata realizada

Código de calicata	Coordenadas UTM		Profundidad de calicata [m]
	Norte [m]	Este [m]	
C-1	8643937	533246	3
C-2	8643936	533365	3
C-3	8643922	533257	3
C-4	8643921	533358	3
C-5	8643940	533217	3
C-6	8643919	533421	3

3.5.2. Ensayos de densidad natural

Este método de ensayo fue llevado a cabo siguiendo la norma técnica peruana NTP 339.143. El objetivo principal era obtener el valor de densidad in situ de una muestra sin alteraciones. Para lograrlo, se utilizó el método del cono de arena durante el ensayo.



Figura 22: Ensayo de densidad natural

3.5.3. Muestras para el análisis de laboratorio

Las muestras obtenidas de las excavaciones en las calicatas fueron sometidas a ensayos estándar en laboratorio con el propósito de identificación y clasificación según el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS). Además, se eligió una muestra específica para llevar a cabo un ensayo triaxial, con el objetivo de determinar las propiedades resistentes del suelo. Estos ensayos de mecánica de suelos se llevaron a cabo en el laboratorio de ensayos y materiales de la empresa Centauro Ingenieros. La toma de muestras disturbadas se realizó por el analista, para las calicatas siguientes: C1-E2, C1-E3, C2-E2, C3-E2, C4-E2, C5-E3 y C6-E2. Los ensayos se realizaron según normas técnicas específicas que se indican a continuación:

- Contenido de humedad NTP 339.127
- Análisis granulométrico por Tamizado NTP 339.128
- Limite Líquido NTP 339.129
- Limite Plástico NTP 339.129
- Clasificación SUCS NTP 339.134

- Densidad máxima y densidad mínima NTP 339.167
- Gravedad específica MTC E 113
- Ensayo de compresión Triaxial CU ASTM D 4767

3.6. Hidrología

En el siguiente capítulo se describen los cálculos hidrológicos para el diseño de la alternativa de solución para la estabilización de taludes. Para todo el estudio de hidrología se utilizó los datos de la estación meteorológica Salcabamba, cuyo registro se puede observar en el Anexo A.1.

3.6.1. Prueba de datos dudosos

La información relacionada con la precipitación máxima en un período de 24 horas fue sometida a una prueba de datos dudosos. El propósito de esta evaluación fue identificar puntos que se alejaran de la tendencia general del resto de la información. Esto se realizó debido a que la retención o eliminación de estos datos podría tener un impacto significativo en la magnitud de los parámetros estadísticos calculados con respecto a la información. El cálculo se llevó a cabo siguiendo la metodología propuesta por el Water Resources Council (1981). Los resultados obtenidos se encontraron dentro del rango aceptado entre la precipitación máxima y mínima, lo que indica que no se encontraron datos dudosos en la evaluación. La evaluación se puede observar en el Anexo A.2.

3.6.2. Prueba de bondad de ajuste

La prueba de bondad de ajuste de Kolmogorov-Smirnov tiene como propósito determinar la función de distribución que mejor se adapte a los datos provenientes de las estaciones. Con esta finalidad, se organizan los valores de la precipitación máxima en 24 horas en un orden descendente, asignando a cada precipitación un número de orden "m" y considerando "n" como el total de datos en la estadística. Se definen las funciones $F_o(x)$ para los valores "xm" de la precipitación máxima en 24 horas y las funciones "ym" para sus respectivos logaritmos neperianos.

$$F_o(x) = \frac{m}{n + 1}$$

En este caso se hicieron análisis estadísticos de las distribuciones probabilísticas de las precipitaciones máximas en 24 horas. En el Anexo A.3 se puede observar el análisis de

bondad de ajuste de la estación Salcabamba donde en resumen al aplicar el test de Kolmogorov se encontró que la distribución de mejor ajuste es la distribución Gumbel.

3.6.3. Curva I-D-F

La elaboración de curvas Intensidad-Duración-Frecuencia (IDF) requiere disponer de registros pluviográficos de lluvia en intervalos horarios en la ubicación de interés. Dado que las estaciones de medición de caudales proporcionan información limitada, se optó por emplear el método de Dick y Peschke como un modelo para calcular la precipitación máxima en función de la lluvia máxima en 24 horas. En el Anexo A.5 se puede observar los cálculos para obtener la curva.

3.6.4. Caudal de diseño

El cálculo del caudal de diseño se llevó a cabo siguiendo los siguientes pasos:

- a. Tiempo de retorno:** La elección del período de retorno en el diseño de las estructuras se basa en la relación entre la probabilidad de superar un evento, la vida útil de las estructuras y el nivel de riesgo de falla aceptable. Este último está influido por diversos factores, incluyendo consideraciones económicas, sociales y técnicas. El período de retorno, medido en función de la vida útil y el nivel de riesgo de falla aceptable, puede ser expresado mediante la siguiente relación:

$$T = \frac{1}{1 - (1 - R)^{\frac{1}{n}}}$$

Para el estudio se ha seleccionado con las siguientes características el periodo de retorno de 10 años:

- Tipo de estructura: Definitiva
- Años de vida útil: 2 años
- Riesgo de falla: 2%

- b. Caudal máximo:** Se aplicó el método racional para realizar el cálculo. Este método se basó en la evaluación de la cobertura vegetal, el tipo de suelo y la pendiente del terreno. A partir de estos factores, se determinó un coeficiente de escorrentía igual a

0.45. En el Anexo se encuentran los cálculos y tablas respectivas.

3.7. Estudio de alternativas de estabilización de taludes

En el presente capítulo, se proporcionará una descripción detallada de las alternativas de solución consideradas.

- a. **Zona 1** Es la zona donde se encuentran los taludes I y II con una longitud de 60 metros y una altura máxima de 11 metros.



Figura 23: Zona 1 para el diseño de alternativas

- b. **Zona II:** Es la zona donde se encuentra el talud III con una longitud de 20 metros y una altura máxima de 13 metros.



Figura 24: Zona 2 para el diseño de alternativas

Se han evaluado y analizado cuatro diferentes opciones para abordar la estabilización de los tres taludes ubicados en la zona de estudio denominada Pacopasa. Para ello se ha realizado un estudio de análisis según cuatro criterios, los cuales se describen a continuación:

3.7.1. Criterio 1: Sostenibilidad económica y viabilidad de los trabajos de revegetación

De las cuatro opciones presentadas, la más costosa es la alternativa que involucra un muro de concreto, con un costo equivalente a 2.40 veces el costo del muro de gaviones, 2.3 veces el costo del sistema Erdox y 1.73 veces el costo del muro Terramesh. Además, la opción del muro de concreto no permite lograr la revegetación completa de los taludes, ya que la presencia de una pantalla de concreto en la cara de los taludes impide cumplir uno de los objetivos planteados en este estudio.

3.7.2. Criterio 2: Generación de volúmenes de material excedente

Todas las opciones generarán volúmenes de material excedente mayores a 50m³. Sin embargo, solamente las alternativas del sistema Erdox y el muro Terramesh permiten aprovechar ese material excedente, ya que, al estar conformadas por materiales locales, es posible incrementar la altura de estos sistemas.

3.7.3. Criterio 3: Exposición a la población

La opción que requiere menos tiempo para llevar a cabo es la del sistema Erdox. Además, gracias a la configuración de su estructura, es posible ensamblar previamente la parte estructural (vigas de acero y panel estructural) fuera del sitio de trabajo y luego transportarla a la obra para su instalación y relleno posterior.

3.7.4. Criterio 4: Variación de los costos

Los presupuestos ofrecidos pueden experimentar cambios durante su implementación debido a diversos factores, como la distancia a la cantera más cercana o las condiciones del suelo al momento de la ejecución. Al finalizar el análisis de los criterios se llegó a la conclusión, que para generar la revegetación de los taludes es necesario enfocarse en la parte de sostenibilidad económica y viabilidad de revegetación. Por lo cual la alternativa a diseñar serán los muros terramesh.

3.8. Diseño del muro de suelo reforzado

Para la revegetación de los taludes, se ha considerado adecuado utilizar el sistema de protección Terramesh Verde. El diseño se ha dividido en tres etapas:

- Pre-dimensionamiento
- Verificación de estabilidad en condiciones estáticas utilizando Macstars 2000
- Verificación de estabilidad en condiciones pseudo estáticas utilizando Macstars 2000

Antes de comenzar con las etapas de diseño, se establecerán las propiedades del suelo de relleno, la base y el refuerzo en función de los resultados obtenidos en los ensayos de laboratorio.

Tabla 7: Propiedades del terreno y el relleno

Símbolo	Descripción	Unid.	Terreno	Relleno
g_{dry}	Peso específico seco	kN/m ³	9.61	15.59
g_{wet}	Peso específico saturado	kN/m ³	9.61	10.68
c	Cohesión	Kpa	48.2	48.2
ϕ	Angulo de fricción efectivo	°	12.6	12.6

Tabla 8: Propiedades del Terramesh® verde 80

Símbolo	Descripción	Unid.	Ø3,7
Propiedades de desempeño			
P_{max}	Fuerza máxima de punción de la malla	kN	23,60
T_{max}	Resistencia a la tracción del elemento de refuerzo	kN/m	50,00
R_{con}	Resistencia de la conexión en el borde de la malla	kN/m	34,00
Propiedades dimensionales			
L	Largo de los elementos	m	4,00
A	Ancho de los elementos	m	2,00
H	Altura de los elementos	m	0,60
I	Inclinación del parámetro frontal	°	70,00

3.8.1. Pre-dimensionamiento

En este proceso se realiza el cálculo de capacidad admisible del terreno, en el Anexo B-1 se muestra el cálculo realizado.

En base a las dimensiones del Terramesh seleccionado se ha optado por la siguiente sección

del muro Terramesh con 13 elementos del Terramesh verde como se aprecia en la Figura 25.

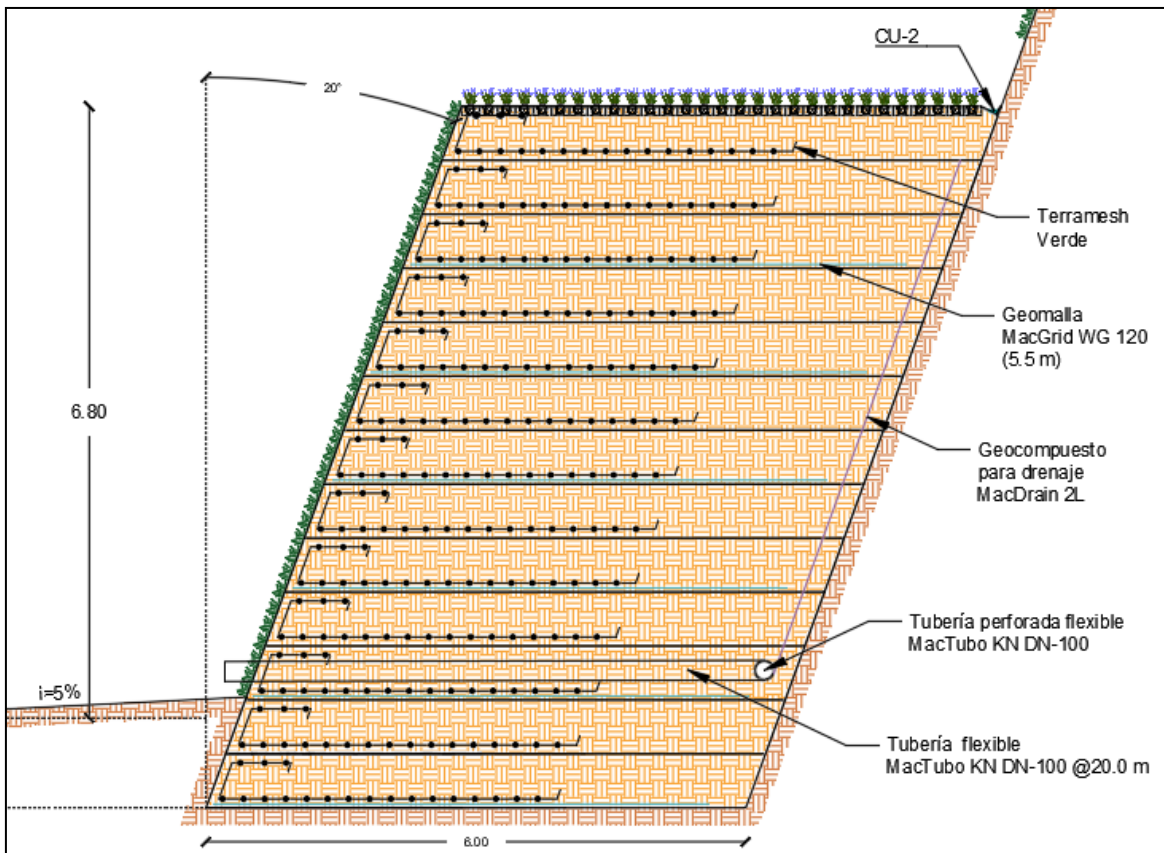


Figura 25: Dimensiones del muro de suelo reforzado – Terramesh Verde

3.8.2. Verificación de la estabilidad en condiciones estáticas

- a. **Verificación de la estabilidad del muro:** Para la verificación de la estabilidad del muro se ha usado el programa MacStars 2000, cuyo procedimiento detallado se encuentran en el Anexo B.2, en donde luego de varias iteraciones se determinó que la superficie crítica es la línea de color azul que se aprecia en la Figura 26:

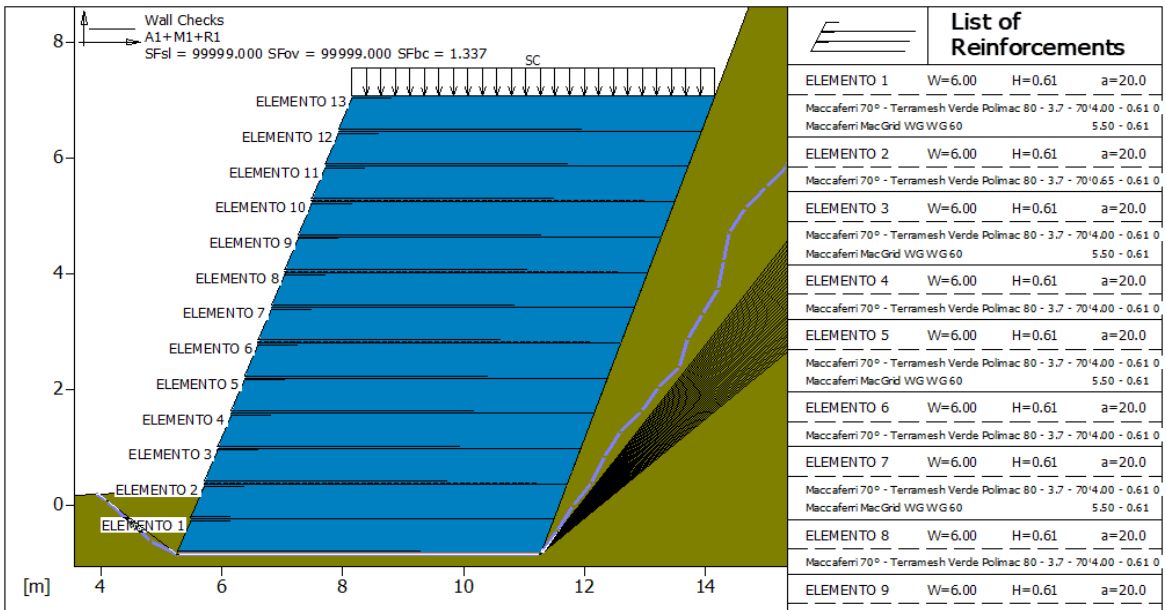


Figura 26: Verificación de estabilidad del muro de suelo reforzado

b. Verificación de la estabilidad interna

Para la verificación interna del muro de suelo reforzado se usó el programa Macstars 2000, cuyo procedimiento detallado se encuentran en el Anexo B.2, en donde se analizaron varias superficies circulares, usando el método de Janbu, determinándose que la superficie en donde se genera el menor FS de seguridad es el que se observa en la siguiente figura:

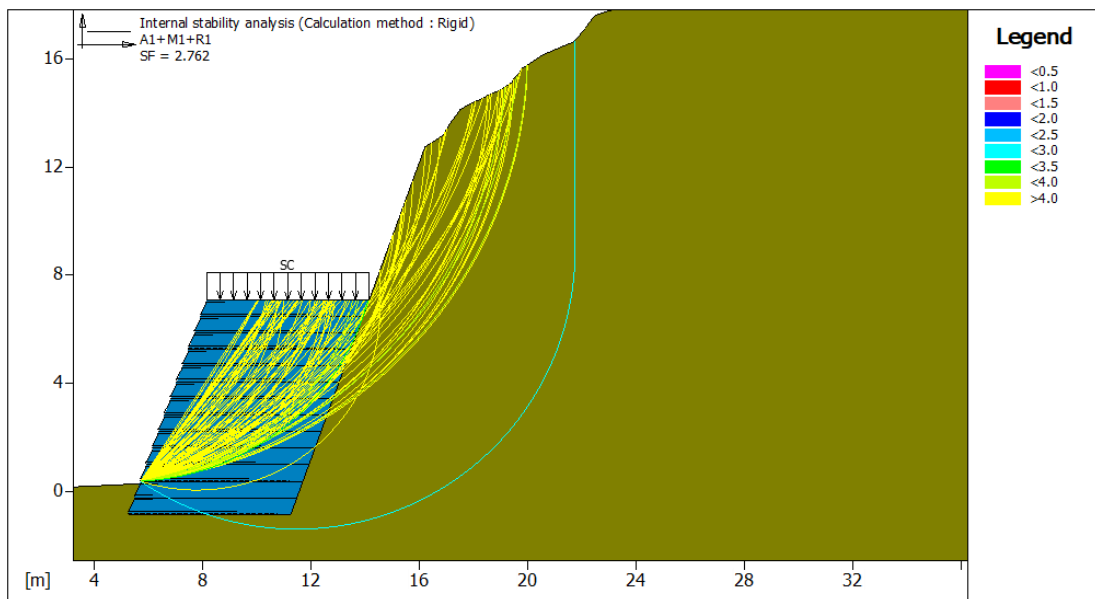


Figura 27: Verificación de la estabilidad interna del muro de suelo reforzado – Elemento 3

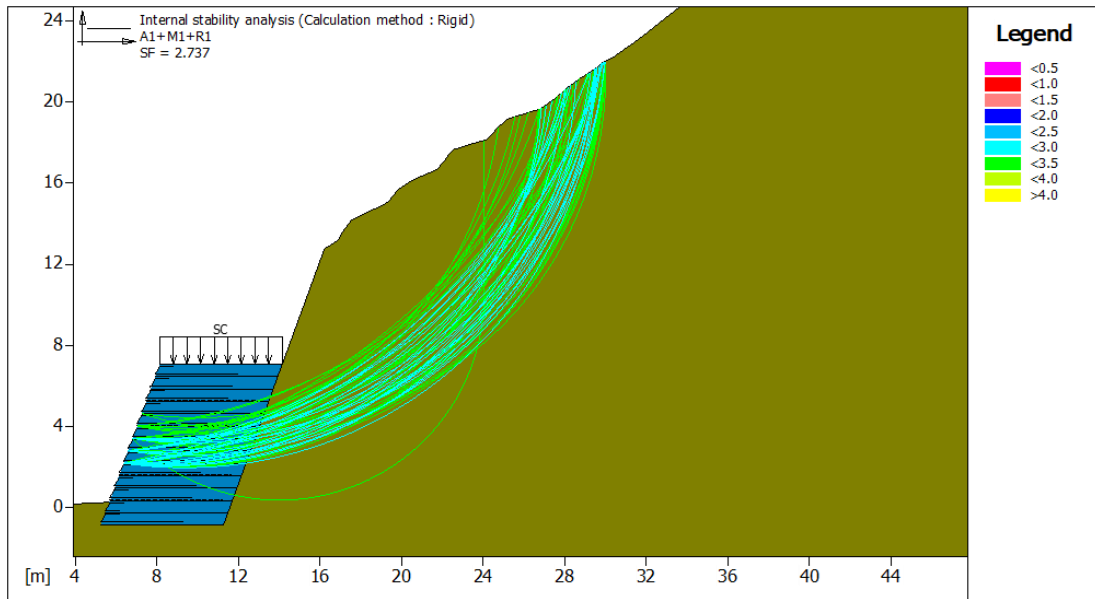


Figura 28: Verificación de la estabilidad interna del muro de suelo reforzado – Elemento 5

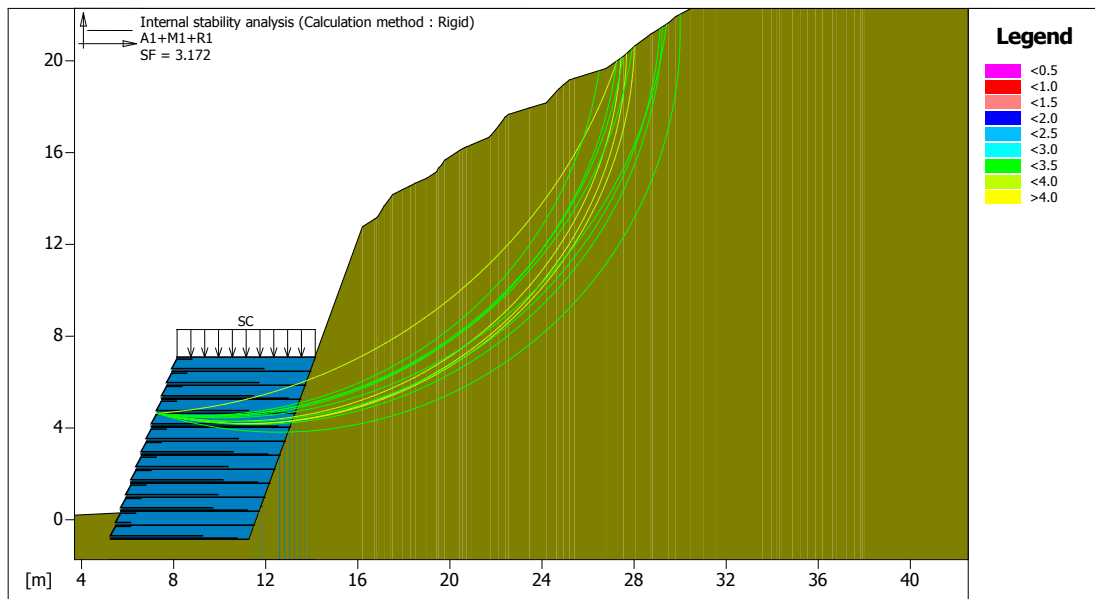


Figura 29: Verificación de la estabilidad interna del muro de suelo reforzado – Elemento 10

c. Verificación de la estabilidad global

Para la verificación global del muro de suelo reforzado se usó el programa Macstars 2000, cuyo procedimiento detallado se encuentran en el Anexo B.2, en donde se analizaron varias superficies circulares, usando el método de Bishop, determinándose que la superficie en donde se genera el menor FS de seguridad es el que se observa en la siguiente figura.

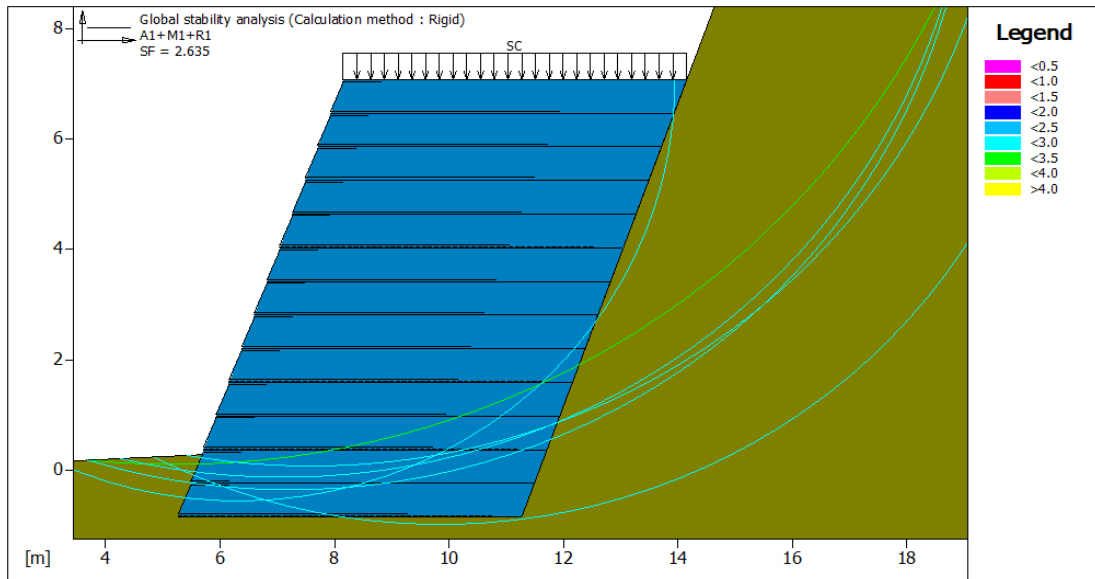


Figura 30: Verificación de la estabilidad global del muro de suelo reforzado

3.8.3. Verificación de la estabilidad en condiciones pseudoestáticas

a. Verificación de la estabilidad del muro

Para la verificación de la estabilidad del muro se ha usado el programa MacStars 2000, cuyo procedimiento detallado se encuentran en el Anexo B.3, en donde usando un coeficiente sísmico de 0.35 y luego de varias iteraciones se determinó que la superficie crítica es la línea de color azul que se aprecia en la siguiente figura.

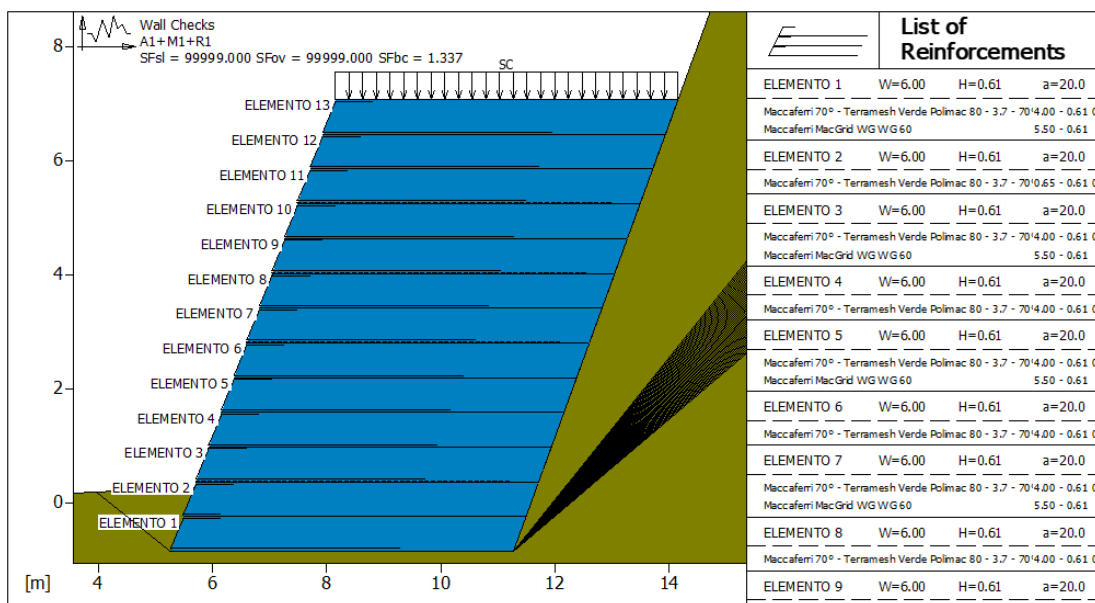


Figura 31: Verificación de estabilidad del muro de suelo reforzado

b. Verificación de la estabilidad interna

Para la verificación interna del muro de suelo reforzado se usó el programa Macstars 2000, cuyo procedimiento detallado se encuentran en el Anexo B.3, En donde usando un coeficiente sísmico de 0.35 se analizaron varias superficies circulares, usando el método de Janbu, determinándose que la superficie en donde se genera el menor FS de seguridad es el que se observa en siguiente figura.

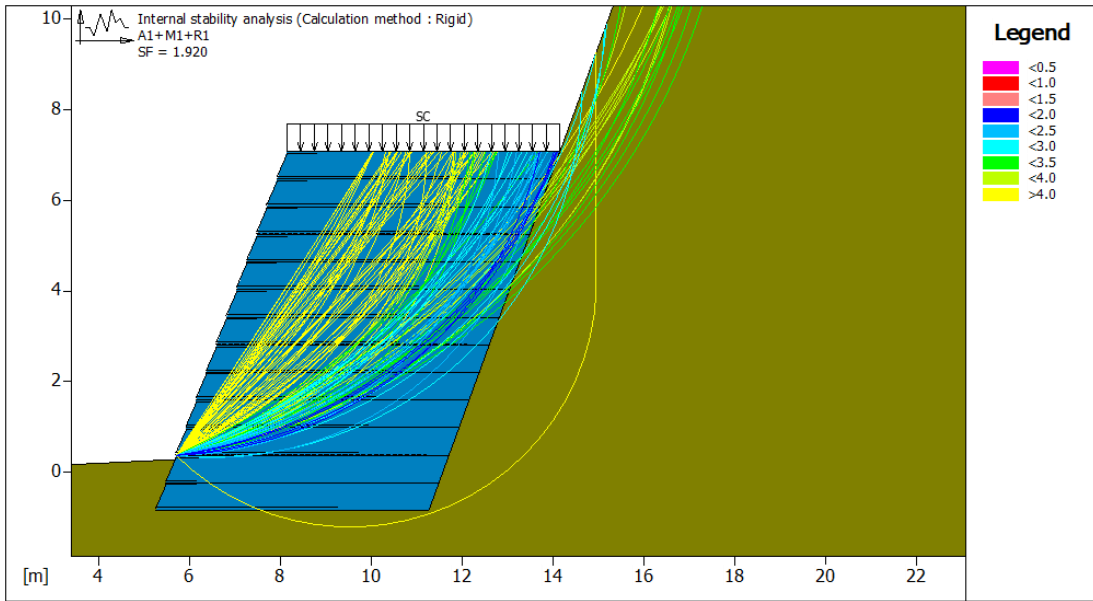


Figura 32: Verificación de la estabilidad interna – Elemento 3

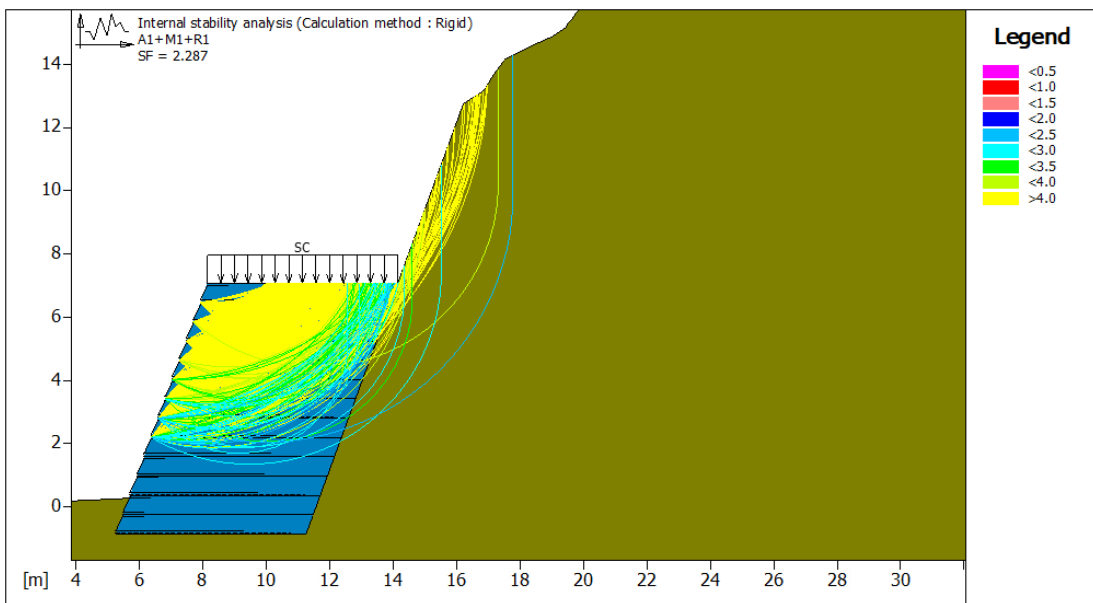


Figura 33: Verificación de la estabilidad interna – Elemento 5

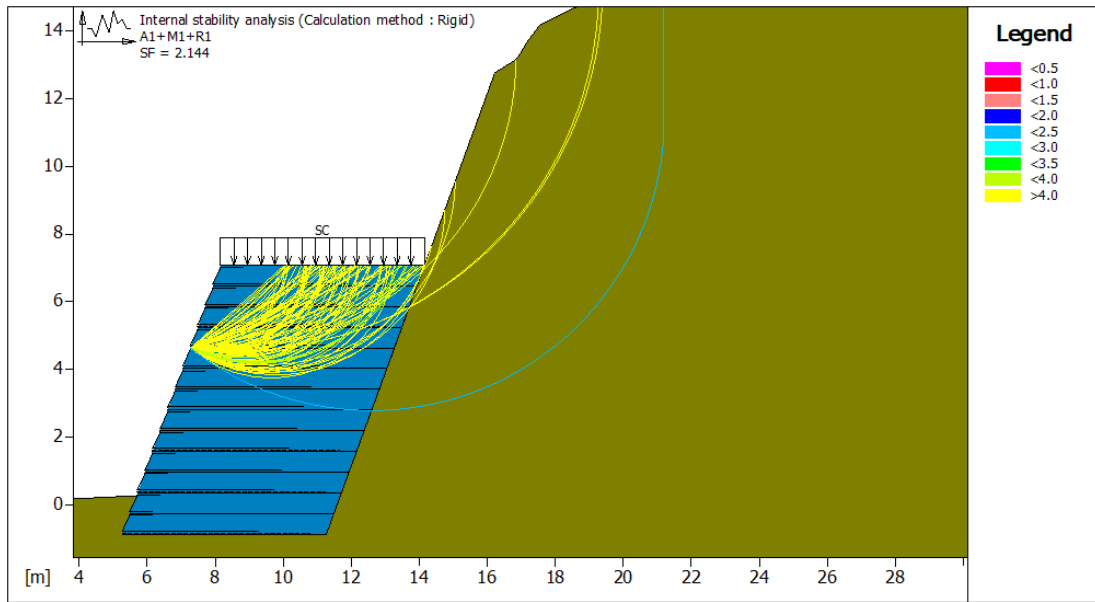


Figura 34: Verificación de la estabilidad interna – Elemento 10

c. Verificación de la estabilidad global

Para la verificación global del muro de suelo reforzado se usó el programa Macstars 2000, cuyo procedimiento detallado se encuentran en el Anexo B.3, En donde usando un coeficiente sísmico de 0.35 se analizaron varias superficies circulares, usando el método de Bishop, determinándose que la superficie en donde se genera el menor FS de seguridad es el que se observa en la siguiente figura.

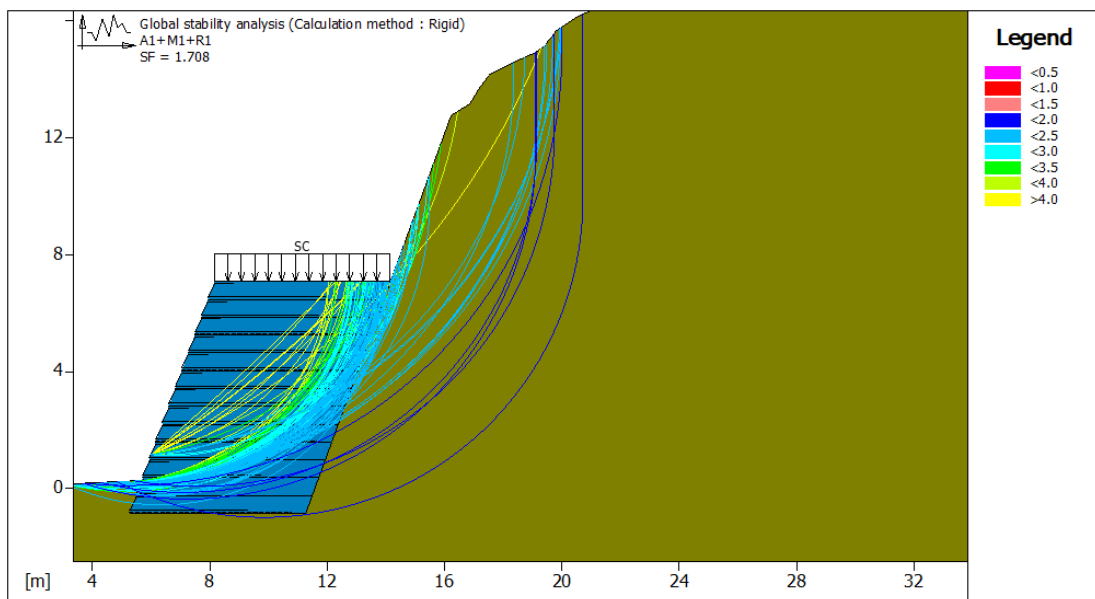


Figura 35: Verificación de la estabilidad global del muro de suelo reforzado en condición pseudoestáticas

3.9. Diseño del sistema de drenaje

El sistema de drenaje previsto para los taludes se compone de dos partes: el drenaje superficial y el drenaje subsuperficial. Estos sistemas se han planificado para eliminar el exceso de agua que se acumula en la superficie y en el subsuelo. El flujo de agua puede causar erosión y desestabilizar los taludes de investigación. Además, el flujo subterráneo puede separar las partículas del suelo, lo que aumenta la dispersión y, por lo tanto, la inestabilidad en la ladera de la zona de estudio. En este capítulo se detalla la descripción de los sistemas y el diseño realizado para abordar esta cuestión.

3.9.1. Sistema de drenaje subsuperficial

Basándonos en el estudio hidrológico realizado, se ha optado por emplear geotextiles en todas las alternativas. Estos geotextiles se colocarán en la zona de contacto entre la estructura y el relleno, así como entre el relleno y el talud. La función de estos geotextiles es captar parte del agua que podría infiltrarse en el talud o el relleno, y luego dirigirla hacia una tubería perforada que se encontrará dentro del cuerpo del relleno. El propósito de este sistema es drenar el agua acumulada y asegurar la estabilidad del talud.

3.9.2. Sistema de drenaje superficial

Como parte fundamental del sistema de drenaje se ha diseñado cunetas que permitan captar el caudal de escorrentía generado por las lluvias y el caudal de infiltración drenado por la tubería perforada, estas se ubican encima del relleno de los muros, así como a un lado de la vía y llevan ambos caudales hacia drenes ya existentes.

La determinación de la sección de la cuneta, la cual será construida con material propio de la zona, fue determinada en el Anexo C.1 para la ubicada encima del relleno, así como para la ubicada a lo largo de la vía, he aquí algunas de sus características más importantes:

Tabla 9: Dimensiones de las cunetas

Ubicación	Longitud	Sección	Profundidad (m)	Ancho (m)	Talud
Encima del relleno	58.00 m	Triangular	0.10	0.25	1:2
A lo largo de la vía	240.00 m	Triangular	0.20	0.50	1:2

3.10. Elaboración de planos, metrados y presupuesto

3.10.1. Planos para construcción

Una vez completado el diseño y teniendo en cuenta los estudios fundamentales, se procede a la creación de los planos de construcción. Para llevar a cabo esta tarea, se empleó el software AutoCAD. En este programa, se han dibujado detalladamente las estructuras destinadas a la protección y estabilización de los taludes, plasmando los elementos y características específicas de cada alternativa propuesta. Estos planos resultan esenciales para guiar la implementación precisa y adecuada de las soluciones diseñadas en el terreno. En el Anexo D.1 se muestran los planos generados para el estudio.

3.10.2. Metrados

Una vez que los planos han sido elaborados, se inicia la etapa de generación de los metrados correspondientes a todas las estructuras propuestas. Durante este proceso, se toman en cuenta las dimensiones detalladas de cada elemento constructivo, así como los movimientos de tierra necesarios para la adecuada implementación de las soluciones diseñadas. Los metrados permiten calcular con precisión la cantidad de materiales requeridos para la construcción y proporcionan una base sólida para la planificación de la ejecución de la obra. En el Anexo D.2 se muestran los metrados para las estructuras.

3.10.3. Presupuesto y cronograma

Los costos han sido calculados utilizando precios unitarios provenientes de la base de datos de Kallpa, así como información de proyectos anteriores disponibles en el SEACE y datos recopilados de investigaciones de mercado. Estos costos incluyen mano de obra, ejecución, maquinaria, transporte y construcción. El desglose de estos costos se presenta en el Anexo D.3, donde se analizan tanto los costos unitarios como los costos generales.

En cuanto al cronograma, se ha considerado la mano de obra local y un rendimiento promedio basado en las normas laborales y de seguridad establecidas por la Superintendencia Nacional de Fiscalización Laboral (SUNAFIL). El cronograma se ha diseñado con un período de trabajo de hasta 2 meses y un presupuesto mínimo, teniendo en cuenta los rendimientos y grupos de trabajo específicos de la zona de estudio.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados para cada procedimiento se enumeran en este capítulo.

4.1. Topografía

Terminado el post proceso de la información obtenida en campo se obtuvieron los siguientes resultados:

4.1.1. Modelo 3D de la zona de interés

La generación de modelos 3D mediante el uso de drones representa una de las diversas oportunidades que estos vuelos pueden proporcionar. Al contar con múltiples direcciones de vuelo que se cruzan y al orientar la cámara de manera estratégica, es posible capturar información desde diferentes ángulos, lo que resulta en una representación más completa de los laterales de objetos, taludes y paredes. Esta estrategia conlleva a obtener resultados más precisos en la reconstrucción fotogramétrica y en la creación de modelos tridimensionales de la zona en cuestión.



Figura 36: 3D resultado de los primeros dos taludes



Figura 37: Modelo 3D resultado del tercer talud

4.1.2. Modelo digital de elevaciones

Un modelo digital de elevación (MDE) es una representación numérica de datos que refleja la disposición espacial de las altitudes en la superficie del terreno. Estos modelos suelen presentarse en archivos en formato raster, que se define como una estructura en forma de matriz de celdas o píxeles, dispuestos en filas y columnas, que abarca el área de interés. A cada una de estas celdas se le asigna un valor correspondiente a la altitud del terreno en esa ubicación específica.

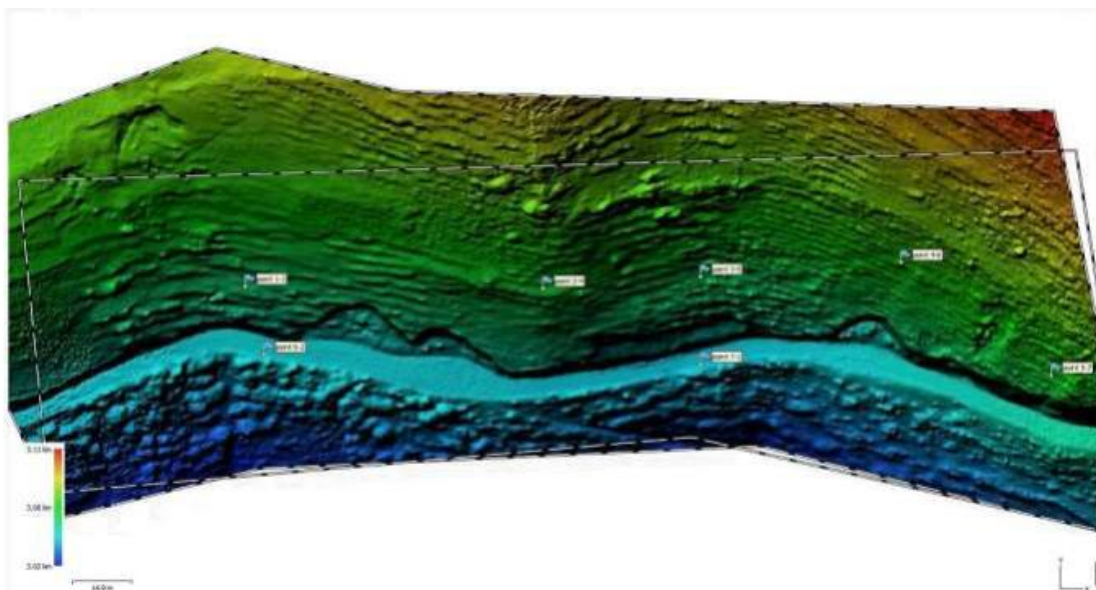


Figura 38: Modelo digital de elevaciones del área de estudio

4.1.3. Curvas de nivel

Utilizando el software QGIS, se procesó el modelo digital de elevaciones para derivar las curvas de nivel a intervalos de 0.50 metros.

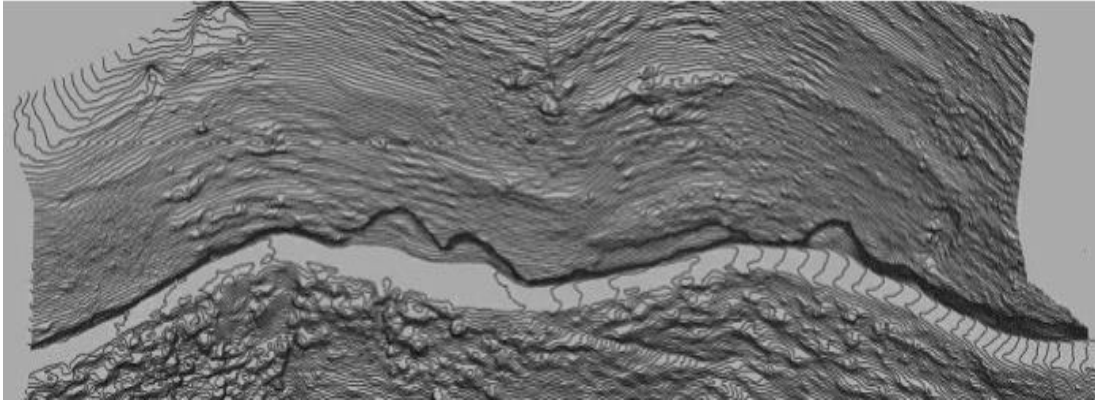


Figura 39: Curvas de nivel cada 0.5m de la zona de estudio

4.2. Investigaciones geo mecánicas

Los resultados de las evaluaciones de mecánica de suelos se describen a continuación:

4.2.1. Densidad natural

La densidad natural se obtuvo in situ, de los ensayos con el método de cono de área, como se describe en el capítulo anterior. Los resultados se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 10: Resultados del ensayo de densidad natural

Calicata	Estrato	Profundidad de estrato	Densidad natural [g/m ³]
C1	E2	De 0.20m a 2.2 m	1.16
	E3	De 2.20m a 3.00m	0.79
C2	E2	De 0.30m a 3.00m	1.02
C3	E2	De 0.90m a 3.00m	1.17
C4	E2	De 0.50m a 3.00m	1.25
C5	E3	De 1.10m a 3.00m	1.14
C6	E2	De 0.25m a 3.00m	1.21

4.2.2. Contenido de humedad

La humedad o contenido de humedad de un suelo es la relación, expresada como porcentaje, del peso de agua en una masa dada del suelo, al peso de las partículas sólidas. Se efectuó el ensayo de contenido de humedad, cuyo resultado se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 11: Resultados del ensayo de contenido de humedad

Calicata	Estrato	Profundidad de estrato	Contenido de humedad
			[%]
C1	E2	De 0.20m a 2.2 m	19
	E3	De 2.20m a 3.00m	15
C2	E2	De 0.30m a 3.00m	16
C3	E2	De 0.90m a 3.00m	9
C4	E2	De 0.50m a 3.00m	8
C5	E3	De 1.10m a 3.00m	18
C6	E2	De 0.25m a 3.00m	3

4.2.3. Análisis granulométrico

Consiste en la determinación cuantitativa de la distribución de tamaños de partículas de los suelos. Se efectuó el ensayo de análisis granulométrico, cuyo resultado se puede visualizar en la siguiente tabla.

Tabla 12: Resultados del análisis granulométrico

Calicata	Estrato	Profundidad de estrato	Granulometría		
			Fino [%]	Arena [%]	Grava [%]
C1	E2	De 0.20m a 2.2 m	41.72	53.81	4.47
	E3	De 2.20m a 3.00m	31.14	39.62	29.24
C2	E2	De 0.30m a 3.00m	43.22	53.29	3.49
C3	E2	De 0.90m a 3.00m	22.22	48.83	28.95
C4	E2	De 0.50m a 3.00m	24.51	55.51	19.98
C5	E3	De 1.10m a 3.00m	43.88	54.92	1.21
C6	E2	De 0.25m a 3.00m	5.05	77.23	17.72

4.2.4. Límite de consistencia

Los límites de consistencia o límites de Atterberg se utilizan para caracterizar el comportamiento de los suelos finos. Se efectuó el ensayo de límites de consistencia, cuyo resultado se puede visualizar en la siguiente tabla.

Tabla 13: Resultados del ensayo de límites de consistencia

Calicata	Estrato	Profundidad de estrato	Límites de consistencia		
			Limite liquido [LL]	Limite plástico [LP]	Índice de plasticidad [IP]
C1	E2	De 0.20m a 2.2 m	41.72	53.81	4.47
	E3	De 2.20m a 3.00m	31.14	39.62	29.24
C2	E2	De 0.30m a 3.00m	43.22	53.29	3.49
C3	E2	De 0.90m a 3.00m	22.22	48.83	28.95
C4	E2	De 0.50m a 3.00m	24.51	55.51	19.98
C5	E3	De 1.10m a 3.00m	43.88	54.92	1.21
C6	E2	De 0.25m a 3.00m	5.05	77.23	17.72

4.2.5. Clasificación de suelos

La clasificación de suelos con propósitos de ingeniería se basa en la determinación en laboratorio de las características de granulometría, limite liquido e índice plástico. Se realizó la clasificación, cuyo resultado se puede visualizar en la siguiente tabla.

Tabla 14: Clasificación SUCS de los estratos

Calicata	Estrato	Profundidad de estrato	Clasificación SUCS	Nombre del grupo
C1	E2	De 0.20m a 2.2 m	SC	Arena arcillosa
	E3	De 2.20m a 3.00m	SM	Arena limosa con grava
C2	E2	De 0.30m a 3.00m	SC	Arena arcillosa
C3	E2	De 0.90m a 3.00m	SM	Arena limosa con grava
C4	E2	De 0.50m a 3.00m	SC	Arena arcillosa con grava
C5	E3	De 1.10m a 3.00m	SC	Arena arcillosa
C6	E2	De 0.25m a 3.00m	SW-SM	Arena bien granulada con limo y grava

4.2.6. Gravedad específica

Este método de ensayo cubre la determinación de la gravedad específica de sólidos de suelo que pasan el tamiz de 4,75 mm (N° 4) mediante un picnómetro de agua. Cuando el suelo contiene partículas más grandes que la malla de 4,75 mm, el Método de Ensayo MTC E 206 podrá ser usado para los sólidos de suelo retenidos en el tamiz de 4,75 mm y este método de ensayo podrá ser usado para los sólidos de suelo que pasen el tamiz de 4,75 mm.

Tabla 15: Resultados del ensayo de gravedad específica

Calicata	Estrato	Profundidad de estrato	Gravedad específica
C1	E2	De 0.20m a 2.2 m	2.7
	E3	De 2.20m a 3.00m	2.66
C2	E2	De 0.30m a 3.00m	2.61
C3	E2	De 0.90m a 3.00m	2.67
C4	E2	De 0.50m a 3.00m	2.76
C5	E3	De 1.10m a 3.00m	2.61
C6	E2	De 0.25m a 3.00m	2.65

4.2.7. Densidad mínima y máxima

Este método de ensayo tiene como objetivo determinar experimentalmente la densidad máxima y mínima de un suelo, empleando para ello la vibración mecánica para reducir los vacíos del suelo en estado seco. Los resultados de este ensayo se presentan en la Tabla 16.

Tabla 16: Resultados del ensayo de densidad mínima y densidad máxima

Calicata	Estrato	Profundidad de estrato	Densidad mínima	Densidad máxima
C1	E2	De 0.20m a 2.2 m	1.61	1.26
	E3	De 2.20m a 3.00m	1.79	1.4
C2	E2	De 0.30m a 3.00m	1.78	1.39
C3	E2	De 0.90m a 3.00m	1.8	1.4
C4	E2	De 0.50m a 3.00m	1.86	1.45
C5	E3	De 1.10m a 3.00m	1.52	1.19
C6	E2	De 0.25m a 3.00m	2.12	1.66

4.2.8. Ensayo de permeabilidad

Este método de ensayo sirve para hallar el coeficiente de permeabilidad mediante carga constante para flujo laminar de agua a través de suelos granulares que contengan mas del 10% de partículas que pasen e tamiz de 75 μ m (N° 200). Los resultados de este ensayo se presentan en la siguiente tabla.

Tabla 17: Resultados del ensayo de permeabilidad

Calicata	Estrato	Profundidad de estrato	Permeabilidad [m/s]
C1	E2	De 0.20m a 2.2 m	
	E3	De 2.20m a 3.00m	1.71499 E-05
C2	E2	De 0.30m a 3.00m	1.91621 E-05

«Continuación»

C3	E2	De 0.90m a 3.00m	1.84904 E-05
C4	E2	De 0.50m a 3.00m	1.90431 E-05
C5	E3	De 1.10m a 3.00m	1.75232 E-05
C6	E2	De 0.25m a 3.00m	2.23023 E-05

4.2.9. Ensayo de compresión triaxial

Este método de ensayo sirve para hallar los parámetros de resistencia del suelo tales como ángulo de fricción efectiva y cohesión. Los resultados del ensayo triaxial se presentan en la siguiente tabla.

Tabla 18: Resultados del ensayo de compresión triaxial

Calicata	Estrato	Profundidad de estrato	Angulo de fricción efectiva	Cohesión [Kpa]
C-1	E2	De 0.20m a 2.20m	12.6	48.2

4.3. Hidrología

Los resultados de los cálculos hidrológicos se describen a continuación:

4.3.1. Prueba de datos dudosos

En la siguiente tabla se observa el resultado de los datos generados por la estación meteorológica Salcabamba.

Tabla 19: Resultados de la prueba de datos dudosos

Estación	Resultados de la prueba
Salcabamba	Precipitación mínima aceptada = 11.20mm Precipitación máxima aceptada = 60.0 mm

4.3.2. Prueba de bondad de ajuste y precipitación máxima anual en 24 horas

En la siguiente tabla se presenta un resumen de los resultados y la función de mejor ajuste.

Tabla 20: Resultados de la prueba de bondad de ajuste

Estadístico	Función de distribución	
K-S	Normal	Gumbel
Delta(N)	0.15028	0.18376

A partir de esta distribución se determina las precipitaciones máximas anuales, los cuales se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 21: Precipitaciones máximas anuales

Periodo de retorno [años]	Ppmax [mm]	PP corregida (1.13PPmax) [mm]
2	25.9	29.3
3	29.6	33.4
5	33.6	38
10	38.7	43.7
20	43.6	49.2
25	45.1	51
50	49.9	56.4
100	54.6	61.7
200	59.3	67.1
300	62.1	40.2
500	65.6	74.1

4.3.3. Caudal de diseño

Con el coeficiente de escorrentía de 0.45 se obtuvo los siguientes caudales de diseño para cada talud.

Tabla 22: Caudales de diseño

Descripción	Talud 1	Talud 2	Talud 3
Caudal de diseño [l/s]	19.18	42.06	29.86

4.4. Estudio de alternativas de estabilización de taludes

Se identificaron 4 alternativas de solución, gracias a los resultados de los estudios básicos. Para ellos ha desarrollado el cálculo estructural para cada una de estas alternativas. A continuación, se muestran los resultados de los cálculos para cada alternativa:

Tabla 23: Resultados de diseño de las alternativas de las estructuras de protección

Características	Estructura Gaviones	
	Zona I	Zona II
Tipología estructural	Muro de gaviones escolado asimétrico	
Longitud muro [m]	50	15
Altura muro [m]	8	10
Ancho muro [m]	8	10

«Continuación»

Sistema Erdox			
Características	Zona I	Zona II	
Tipología estructural	Muro con elementos Edox Junior		
Longitud muro [m]	48	16	
Altura muro [m]	7.35	7.35	
Ancho muro [m]	3	3	
Terramesh			
Características	Zona I	Zona II	
Tipología estructural	Muro de suelo reforzado - Terramesh S		
Longitud muro [m]	48	16	
Altura muro [m]	7.8	7.8	
Ancho muro [m]	5.45	5.45	
Muro de concreto			
Características	Zona I	Zona II	
Tipología estructural	Muro en voladizo		
Longitud muro [m]	49.73	17.19	
Altura muro [m]	7.5	7.5	
Ancho muro [m]	5.1	5.1	

4.4.1. Análisis de selección de alternativas

Se analizan las alternativas según los criterios mencionados, para ello se ha generado una matriz cualitativa, ya que se tiene una estimación de los costos y diseño de cada alternativa.

Criterios	Alternativa 1: Muro de gaviones	Alternativa 2: Muro terramesh	Alternativa 3: Sistema Erdox	Alternativa 2: Muro de contención
Criterio 1: Sostenibilidad económica y viabilidad de los trabajos de revegetación	✓	✓	✓	✗
Criterio 2: Generación de volúmenes de material excedente	✗	✓	✓	✗
Criterio 3: Exposición a la población	✗	✓	✗	✗
Criterio 4: Variación de los costos	✗	✓	✗	✓

Figura 40: Matriz de análisis de criterios

Como se refleja en la matriz de análisis cualitativo para la selección de alternativas, se observa que el sistema de muro Terramesh exhibe una mayor idoneidad para cumplir con el

objetivo del proyecto. Por esta razón, se elige esta alternativa como la más adecuada para llevar a cabo el diseño.

4.5. Diseño del muro de suelo reforzado

4.5.1. Verificación de la estabilidad en condiciones estáticas

El momento de volteo y la fuerza de deslizamiento han sido calculados con el uso del programa Macstars 2000 para considerar de una forma adecuada el efecto de la topografía en la estabilidad, obteniéndose los siguientes resultados:

- Momento de volteo: -10597.00 kN/m
- Fuerza de deslizamiento: -1079.10 kN/m
- Máxima presión en la base de la fundación: 1367.17 kN/m²

La explicación del porqué de los factores de seguridad de vuelco y deslizamiento determinados por el programa Macstars 2000 es que estos se deben al alto valor de cohesión del suelo lo que genera que la fuerza de cohesión del suelo sea mayor al empuje activo generando que el momento de volteo se obtenga en una dirección contraria a la que normalmente se espera para estos tipos de análisis.

Para la verificación de la presión en la base de la fundación se ha determinado una capacidad admisible del suelo determinado en base a la fórmula de Terzaghi y Meyerhof usando un FS=3, cuyo cálculo se encuentra detallado en el Anexo B.2 y dio como resultado:

$$q_{adm} = 183.41 \text{ kPa}$$

Entonces se concluye que la máxima presión en la base de la fundación es menor a la capacidad admisible del terreno para este análisis.

4.5.2. Verificación de la estabilidad en condiciones pseudoestáticas

El momento de volteo y la fuerza de deslizamiento han sido calculados con el uso del programa Macstars 2000 para considerar de una forma adecuada el efecto de la topografía en la estabilidad, obteniéndose los siguientes resultados:

- Momento de volteo: -8253.70 kN/m

- Fuerza de deslizamiento: -606.20 kN/m
- Máxima presión en la base de la fundación: 137.17 kN/m²

La explicación del porqué de los factores de seguridad de vuelco y deslizamiento determinados por el programa Macstars 2000 es que estos se deben al alto valor de cohesión del suelo lo que genera que la fuerza de cohesión del suelo sea mayor al empuje activo generando que el momento de volteo se obtenga en una dirección contraria a la que normalmente se espera para estos tipos de análisis. Para la verificación de la presión en la base de la fundación se ha determinado una capacidad admisible del suelo determinado en base a la fórmula de Terzaghi y Meyerhof usando un FS=3, cuyo cálculo se encuentra detallado en el Anexo B.3 y dio como resultado:

$$q_{adm} = 183.41 \text{ kPa}$$

Entonces se concluye que la máxima presión en la base de la fundación es menor a la capacidad admisible del terreno para este análisis.

4.5.3. Factores de seguridad

Se obtuvieron los siguientes factores de seguridad:

Tabla 24: Factores de seguridad de la estructura terramesh

Condiciones	Estabilidad del muro			Estabilidad Global
	Vuelco	Deslizamiento	Presiones	
Estáticas	99999	99999	1.337	2.737
Pseudo estáticas	99999	99999	1.337	1.708
Condiciones	Estabilidad interna			
	Elemento 3	Elemento 5	Elemento 10	
Estáticas	2.762	2.737	3.172	
Pseudo estáticas	1.708	2.287	2.144	

Esto implica que la opción de muro de suelo reforzado propuesta es una alternativa que asegura la estabilización del talud.

4.6. Metrados y presupuesto

En el Anexo D se encuentran los metrados, presupuesto y cronograma relacionados a las estructuras de protección diseñadas.

V. CONCLUSIONES

A continuación, se describen las conclusiones por cada estudio y actividad realizada en el estudio.

5.1. Monumentación de hitos de orden “C”

- Se monumentaron 4 hitos de orden C los cuales se han medido por 2 horas.
- Se comprobó la confiabilidad de los datos durante el procesamiento de la data cruda obtenida por el GPS diferencial.
- Los trabajos realizados en campo no perturbaron el tránsito de peatones o vehículos gracias a la adecuada distribución de hitos geodésicos, así como de puntos de control.
- Se recomienda avisar a las comunidades cercanas para que no destruyan los hitos.

5.2. Levantamiento fotogramétrico

Se han procesado las imágenes tomadas por el dron, y se tiene como productos finales los siguientes:

- Modelo digital de elevaciones
- Curvas de nivel cada 0.5 m
- Modelo 3D de la zona de interés

5.3. Investigaciones geo mecánicas

- El suelo presenta inestabilidad debido a que sus valores de densidad natural son notablemente bajos. Esto indica que el suelo tiene un alto nivel de porosidad, lo que a su vez contribuye a una mayor falta de estabilidad. En resumen, estamos tratando con suelos sueltos que poseen características propicias para la inestabilidad.

- Se llevó a cabo un único ensayo triaxial, el cual se considera representativo de la zona debido a que los estratos de suelo presentan similitudes entre sí, manifestadas por sus densidades cercanas.

5.4. Hidrología

- Se sometió la información de precipitación máxima en 24 horas a una prueba de datos dudosos para identificar valores atípicos, y se verificó que los resultados obtenidos estaban dentro del rango aceptable, lo que indicó la confiabilidad de los datos.
- Se realizó una prueba de bondad de ajuste de Kolmogorov-Smirnov para determinar la función de distribución que mejor se ajusta a los datos. A través de análisis estadísticos, se concluyó que la distribución de mejor ajuste era la distribución Gumbel.
- Se desarrollaron curvas Intensidad-Duración-Frecuencia (IDF) utilizando el método de Dick y Peschke, ya que los registros pluviográficos eran limitados en la ubicación de interés. Estas curvas se obtuvieron para diferentes intervalos de tiempo y permiten relacionar la intensidad de la lluvia con su duración y frecuencia.
- El cálculo del caudal de diseño siguió una serie de pasos, incluyendo la determinación del período de retorno basado en la probabilidad de superar un evento, la vida útil de las estructuras y el nivel de riesgo de falla aceptable. Se seleccionó un período de retorno de 10 años con características específicas de estructura, vida útil y riesgo de falla.
- Se aplicó el método racional para calcular el caudal máximo, considerando factores como la cobertura vegetal, el tipo de suelo y la pendiente del terreno. Se obtuvo un coeficiente de escorrentía de 0.45.

5.5. Análisis de alternativas de estabilización de taludes

- La alternativa de solución de menor tiempo de ejecución es la del sistema Erdox. Este posee un plazo de construcción de 28 días hábiles, y su costo es moderado con 544,029.21 soles incluyendo los impuestos de ley, La alternativa más cómoda es la de gaviones con un presupuesto de 529,908.33 soles, pero el tiempo de ejecución es mayor al sistema Erdox con 42 días hábiles.

- La alternativa de solución que consistía en el uso de un muro de concreto armado resulta la alternativa más costosa y con un mayor tiempo de ejecución, debido al costo y cantidad de los materiales requeridos. Además de ello no cumple con la evaluación ambiental de reincorporación de vegetación en la zona afectada.
- Las alternativas de solución que contemplan la construcción de un muro de gaviones y la construcción de un muro de concreto presentan volúmenes de material excedente, superiores a los 150 m², que deberán ser llevados fuera de la zona, este material resulta un costo mayor y disponibilidad de DME para el material excedente.
- Las alternativas de solución que contemplan la construcción de un muro Terramesh y sistema Erdox, presentan volúmenes de material excedente, menores a 100 m³, los cuales pueden ser usados para aumentar la altura del sistema de protección del talud.
- Las alternativas de solución que contemplan la construcción de un muro Terramesh y la construcción del sistema Erdox igualmente presentan volúmenes de material excedente, sin embargo, este puede ser usado para formar un nivel más en sus respectivos sistemas. Esto debido a que ambas alternativas tienen como material de núcleo el suelo de la zona de estudio.
- La alternativa de solución del sistema Erdox permite al cliente realizar el armado de los elementos fuera del lugar de obra, y llevarlos a obra solo para su instalación. Esta característica genera mayor rapidez en la ejecución de la estabilización de la zona de estudio y menos mano de obra en el lugar de ejecución.

5.6. Diseño del muro de suelo reforzado

- Esta alternativa de solución permite garantizar la estabilidad de los taludes y realizar los trabajos preliminares de revegetación de forma integral con el menor impacto ambiental posible.
- El volumen de material excedente estimado para este estudio es de 5.80 m³, el cual podrá ser llevado y acondicionado en una zona que cumpla con los criterios de selección de la ubicación de depósitos de material excedente el Manual de Gestión Socio Ambiental para Proyectos Viales departamentales del Ministerio de Transporte y Comunicaciones (MTC) o ser usado como material para actividades agrícolas.

- El volumen de material excedente estimado para este estudio es de 5.80 m³, el cual podrá ser llevado y acondicionado en una zona que cumpla con los de criterios de selección de la ubicación de depósitos de material excedente el Manual de Gestión Socio Ambiental para Proyectos Viales departamentales del Ministerio de Transporte y Comunicaciones (MTC) o ser usado como material para actividades agrícolas.

5.7. Diseño del sistema de drenaje

- El diseño del sistema de drenaje para los taludes demuestra una comprensión sólida de los desafíos asociados con la acumulación de agua en la superficie y en el subsuelo.
- Los sistemas de drenaje superficial y subsuperficial están diseñados para prevenir la erosión y la desestabilización de los taludes, abordando eficazmente los riesgos asociados con el flujo de agua.
- La inclusión de geotextiles en todas las alternativas demuestra una consideración estratégica para capturar y redirigir el agua infiltrada, contribuyendo significativamente a la estabilidad del talud.
- El sistema de drenaje subsuperficial se ha diseñado cuidadosamente, utilizando geotextiles para captar y dirigir el agua infiltrada hacia tuberías perforadas dentro del relleno, asegurando una evacuación efectiva y la estabilidad del talud.
- El sistema de drenaje superficial se materializa a través de cunetas diseñadas para captar tanto el caudal de escorrentía como el caudal de infiltración drenado por las tuberías perforadas.

5.8. Elaboración de planos metrados y presupuesto

- El tiempo estimado para las realizaciones la construcción de los muros de Terramesh considera la intervención de 25 trabajadores en la obra (obreros) separados en dos grupos de trabajo, de acuerdo con el cronograma de obra.
- Los costos estimados para la estructura de Terramesh usados para la elaboración del presupuesto y análisis de precios unitarios son con respecto al mes de junio, estos podrían estar sujetos a variaciones que dependerán del tipo de cambio al momento de la compra.
- El costo total de la ejecución de la obra es S/595,535.50 y un tiempo de ejecución

de 38 días hábiles, comparado con las 3 otras alternativas presentadas anteriormente, esta presenta el costo de ejecución más económico y el segundo plazo de ejecución más corto.

- Los trabajos de ejecución de obra se realizarán con dos grupos de trabajo, los cuales serán divididos de forma general como se muestra a continuación:
 - Grupo 1: Trabajos de muro de suelo reforzado en la zona 1 Trabajos de preparación de las áreas verdes inclinadas
 - Grupo 2: Trabajos de muro de suelo reforzado en la zona 2 Trabajos de la construcción del sistema de drenaje superficial Trabajos de preparación de las áreas planas.

VI. RECOMENDACIONES

6.1. Topografía

- Planificación de vuelos autónomos: Considera la planificación de vuelos autónomos con cuadrículas preprogramadas para asegurar una cobertura completa y uniforme del área. Sin embargo, también mantén la flexibilidad para vuelos manuales en caso de necesidad.
- Evaluación continua del clima: Mantén un monitoreo constante de las condiciones climáticas y considera realizar vuelos en condiciones climáticas favorables para garantizar la seguridad y la calidad de las imágenes capturadas.
- Mantenimiento de puntos de control: Asegúrate de mantener los puntos de control en buen estado y fácilmente identificables para futuros estudios y mediciones. Esto contribuirá a la precisión y coherencia de los datos recopilados en diferentes momentos.
- Capacitación del equipo: Brinda capacitación constante al equipo de topografía en el uso de equipos y software especializado para garantizar que estén al tanto de las últimas técnicas y métodos.
- Validación de resultados: Realiza una validación cuidadosa de los resultados de fotogrametría en el campo para asegurarte de que las imágenes se hayan capturado correctamente y de que los objetos de interés estén representados con precisión.
- Documentación exhaustiva: Mantén registros detallados de cada etapa del proceso, incluidas las ubicaciones de los puntos de control, las condiciones climáticas y cualquier otro factor relevante. Esto será útil para futuros estudios y análisis.
- Colaboración interdisciplinaria: Fomenta la colaboración con otros equipos y disciplinas para aprovechar al máximo los datos topográficos generados. Estos datos pueden ser valiosos para proyectos de ingeniería, análisis de riesgos y otros campos.

- Investigación y actualización: Mantente al tanto de las últimas tecnologías y avances en el campo de la fotogrametría y la topografía para aprovechar nuevas oportunidades y mejorar la eficiencia y precisión de tus procesos.
- Control de calidad: Implementa procedimientos de control de calidad en todas las etapas del proceso, desde la captura de imágenes hasta el procesamiento final, para garantizar que los resultados sean confiables y precisos.
- Evaluación de métodos: Continuamente evalúa y ajusta tus métodos y técnicas en función de la experiencia adquirida y los desafíos encontrados en el terreno. La mejora continua es esencial para optimizar la calidad y eficiencia de tus procesos.

6.2. Investigaciones geomecánicas

- Planificación de ensayos: Antes de realizar cualquier ensayo, elabora un plan detallado que incluya la ubicación de los puntos de calicata, la metodología de ensayo, los procedimientos de laboratorio y las normas técnicas aplicables. Esto garantizará una ejecución organizada y precisa de las investigaciones.
- Muestreo representativo: Asegúrate de que las muestras recolectadas en las calicatas sean representativas del área de estudio. Considera la variabilidad del suelo en la zona y realiza suficientes calicatas para abarcar diferentes condiciones geológicas.
- Documentación exhaustiva: Mantén un registro detallado de cada calicata, incluyendo coordenadas UTM, profundidad y condiciones del suelo encontrado. Esta información será valiosa para futuras referencias y análisis.
- Control de calidad: Implementa procedimientos de control de calidad durante la recolección de muestras y ensayos de laboratorio para asegurar la precisión y fiabilidad de los datos obtenidos.
- Normas técnicas: Asegúrate de seguir las normas técnicas específicas de ensayo, como la NTP 339.143 para ensayos de densidad natural y las normas ASTM para ensayos triaxiales. Esto garantizará la comparabilidad de los resultados y su aceptación en la comunidad científica.
- Diversidad de ensayos: Realiza una variedad de ensayos de laboratorio para caracterizar completamente las propiedades geotécnicas del suelo. Esto incluye ensayos granulométricos, límites de consistencia, clasificación SUCS, densidad máxima y mínima, entre otros.

- Evaluación del nivel freático: Aunque mencionas que no se encontró el nivel freático en las calicatas, considera la importancia de evaluar la posición del nivel freático en relación con los taludes, ya que puede tener un impacto en la estabilidad del terreno.
- Asegurar precisión en los ensayos: Asegúrate de que los ensayos de laboratorio se realicen con alta precisión y siguiendo los procedimientos adecuados. Pequeños errores en las mediciones pueden afectar significativamente los resultados y las conclusiones.
- Verificación de resultados: Antes de tomar decisiones basadas en los resultados de los ensayos, verifica que los datos sean coherentes y cumplan con las expectativas razonables. Si hay discrepancias significativas, investiga la causa y, si es necesario, repite los ensayos.
- Involucramiento de expertos: En caso de que se presenten resultados inesperados o complejos, considera consultar con expertos en geotecnia para interpretar los datos y obtener recomendaciones adecuadas.
- Seguridad en el campo: Al realizar excavaciones y ensayos in situ, prioriza la seguridad de todo el equipo involucrado. Asegúrate de que se sigan las medidas de seguridad adecuadas en todo momento.
- Comunicación de resultados: Una vez que hayas obtenido y verificado los resultados, comunica de manera clara y concisa las propiedades geotécnicas y las características del suelo a los interesados y equipos de diseño que puedan utilizar esta información en proyectos futuros.
- Consideración de factores ambientales: Al llevar a cabo los ensayos de laboratorio, considera factores ambientales como la humedad y la temperatura, ya que pueden influir en las propiedades del suelo y los resultados de los ensayos.

6.3. Hidrología

- Claridad en la metodología: Es importante garantizar que los procedimientos de cálculo hidrológico estén detalladamente explicados y sean consistentes a lo largo del capítulo. Esto facilitará la comprensión y verificación de los resultados.
- Validación de datos: Antes de someter los datos a pruebas o análisis, es crucial realizar una revisión exhaustiva para identificar posibles errores o inconsistencias en los registros. Esto contribuirá a la confiabilidad de los resultados obtenidos.

- Ampliar las fuentes de datos: Aunque se utilizó la estación meteorológica Salcabamba, considera si es posible incorporar datos de otras fuentes para corroborar los resultados y mejorar la robustez de los análisis.
- Detalles sobre las pruebas estadísticas: Proporciona más detalles sobre cómo se llevó a cabo la prueba de bondad de ajuste de Kolmogorov-Smirnov, incluyendo los criterios de selección de la distribución de mejor ajuste y cómo se interpretaron los resultados.
- Exploración de incertidumbres: Aborda la incertidumbre inherente a los cálculos hidrológicos. Puedes considerar realizar análisis de sensibilidad para evaluar cómo cambios en las variables de entrada afectan los resultados y conclusiones.
- Contextualización de los resultados: Relaciona los resultados hidrológicos con la estabilización de los taludes y sus implicaciones. Explica cómo estos resultados influyen en las decisiones de diseño y en la seguridad de las estructuras propuestas.
- Comparación con otros métodos: Si es posible, compara los resultados obtenidos mediante el método de Dick y Peschke con otros métodos reconocidos para calcular la precipitación máxima en función de la lluvia en 24 horas. Esto puede proporcionar una perspectiva más completa.
- Consideraciones de sostenibilidad: Menciona cómo los resultados hidrológicos impactan en la sostenibilidad y durabilidad de las soluciones propuestas. Puedes analizar cómo el manejo del agua influye en la vida útil y el rendimiento a largo plazo de las estructuras.
- Incorporación de análisis de riesgo: Si es relevante, puedes ampliar el análisis considerando escenarios de riesgo extremo, como eventos climáticos intensos. Esto brindará una comprensión más profunda de las capacidades de las soluciones propuestas frente a situaciones extremas.
- Uso de gráficos y tablas: Utiliza gráficos y tablas para visualizar y resumir los resultados de manera clara y concisa. Estos recursos visuales ayudarán a los lectores a comprender mejor los conceptos presentados.

6.4. Análisis de alternativas

- Consideración integral: Asegúrate de que cada alternativa sea evaluada de manera integral, tomando en cuenta no solo los aspectos técnicos, sino también los

económicos, medioambientales y sociales.

- **Detalle de las zonas:** Proporciona información detallada sobre las zonas en las que se implementarán las diferentes alternativas, incluyendo dimensiones y características específicas de cada talud.
- **Criterios de evaluación:** Explica en detalle los criterios utilizados para evaluar las alternativas, como la sostenibilidad económica, la viabilidad de revegetación, la generación de volúmenes excedentes, la exposición a la población y la variación de los costos.
- **Comparación clara:** Presenta una comparación clara y concisa de las cuatro opciones consideradas, destacando las ventajas y desventajas de cada una en relación con los criterios de evaluación.
- **Sostenibilidad económica:** Asegúrate de que el análisis de sostenibilidad económica sea completo y tenga en cuenta no solo el costo inicial de construcción, sino también los posibles costos a largo plazo, incluyendo mantenimiento y operación.
- **Revegetación completa:** Destaca la importancia de la revegetación completa de los taludes como uno de los objetivos del estudio. Explica cómo cada alternativa permite o limita la revegetación y cómo esto afectará el entorno y la estabilidad a largo plazo.
- **Aprovechamiento de materiales:** Detalla cómo las alternativas del sistema Erdox y el muro Terramesh permiten aprovechar el material excedente, lo que puede tener beneficios tanto económicos como ambientales.
- **Minimización de exposición:** Muestra cómo la opción del sistema Erdox reduce el tiempo de exposición a la población durante la construcción, lo que puede ser relevante para reducir impactos y riesgos.
- **Flexibilidad en costos:** Reconoce la posible variación en los costos y explica cómo los cambios en la ejecución pueden influir en los presupuestos durante la implementación.
- **Selección de la alternativa:** Asegúrate de explicar de manera sólida por qué la alternativa de los muros Terramesh fue seleccionada como la mejor opción. Resalta cómo esta alternativa aborda adecuadamente la sostenibilidad económica y la viabilidad de revegetación, basándote en los criterios analizados.
- **Detalles del diseño:** Una vez seleccionada la alternativa, proporciona detalles específicos sobre cómo se implementarán los muros Terramesh, incluyendo los

pasos necesarios, los materiales involucrados y los métodos de construcción.

- Comunicación efectiva: Al comunicar la elección de la alternativa, asegúrate de que todos los involucrados comprendan los motivos detrás de la decisión y estén al tanto de los próximos pasos.
- Monitoreo continuo: Considera la importancia de implementar un plan de monitoreo continuo después de la implementación para evaluar la efectividad de la solución elegida y tomar medidas correctivas si es necesario.

6.5. Diseño de muro de suelo reforzado

- Clara estructura de sección: Mantén una estructura clara para presentar las diferentes etapas del diseño del muro de suelo reforzado, como el pre-dimensionamiento y las verificaciones de estabilidad.
- Detalles de la sección del muro: Proporciona detalles sobre las dimensiones y componentes específicos del muro de suelo reforzado, como el sistema Terramesh Verde 80.
- Propiedades del terreno y del relleno: Asegúrate de que las propiedades del suelo de relleno, la base y el refuerzo estén claramente definidas en la tabla correspondiente para facilitar la referencia y el entendimiento.
- Claridad en las propiedades de Terramesh: Proporciona información completa sobre las propiedades del sistema Terramesh Verde 80, como la fuerza máxima de punción, la resistencia a la tracción y las dimensiones de los elementos.
- Pre-dimensionamiento: Explica en detalle cómo se realizó el cálculo de capacidad admisible del terreno y cómo se llegó a la selección de la sección del muro Terramesh con 13 elementos.
- Verificación de la estabilidad estática: Presenta las verificaciones de estabilidad en condiciones estáticas de manera clara y estructurada, resaltando las superficies críticas identificadas y cómo se llevaron a cabo los análisis con el programa MacStars 2000.
- Verificación de la estabilidad interna: Detalla los pasos tomados para verificar la estabilidad interna del muro de suelo reforzado y muestra claramente las superficies circulares analizadas, resaltando la más crítica y cómo se determinó.
- Verificación de la estabilidad global: Explica de manera detallada cómo se realizó la verificación de la estabilidad global del muro y resalta la superficie en la que se

generó el menor factor de seguridad.

- Verificación de la estabilidad en condiciones pseudoestáticas: Sigue una estructura similar para presentar la verificación de la estabilidad en condiciones pseudoestáticas, detallando los procedimientos y resultados.
- Uso de coeficiente sísmico: Explica el coeficiente sísmico utilizado y cómo se aplicó en los análisis de estabilidad en condiciones pseudoestáticas.
- Referencias a anexos: Menciona claramente los anexos donde se detallan los procedimientos y cálculos para las diferentes etapas del diseño. Esto permitirá que los lectores interesados puedan acceder a los detalles adicionales.
- Figuras claras y etiquetadas: Asegúrate de que todas las figuras estén claramente etiquetadas y sean fáciles de interpretar, ya que las imágenes son cruciales para comprender los resultados del diseño.
- Consistencia en el formato: Mantén la misma estructura y formato para las verificaciones estáticas y pseudoestáticas para facilitar la comparación y comprensión.
- Uso de títulos y subtítulos: Utiliza títulos y subtítulos claros para cada sección del diseño del muro, lo que ayudará a los lectores a navegar y comprender mejor el contenido.
- Explicaciones detalladas: Asegúrate de que todas las explicaciones sean lo suficientemente detalladas para que cualquier lector con conocimientos en el campo pueda entender los pasos y análisis realizados.
- Conclusión y próximos pasos: Si es apropiado, proporciona una breve conclusión al final de esta sección para resumir los resultados de las verificaciones y mencionar los próximos pasos en el proceso de diseño y construcción.

6.6. Diseño del sistema de drenaje

- Contextualización del sistema de drenaje: Comienza esta sección con una breve introducción que explique la importancia del sistema de drenaje en la estabilización de los taludes y cómo ayuda a prevenir problemas de erosión y desestabilización.
- Propósito del sistema de drenaje subsuperficial: Explica más detalladamente cómo funciona el sistema de drenaje subsuperficial y su propósito. Describe cómo los geotextiles actúan como captadores de agua infiltrada en el talud o el relleno y cómo

la tubería perforada canaliza ese agua hacia una salida. Esto ayuda a entender cómo se elimina el agua acumulada para garantizar la estabilidad.

- Enfoque en el diseño de los geotextiles: Agrega más información sobre los tipos de geotextiles seleccionados, sus propiedades específicas y cómo se han dispuesto en relación con la estructura y el relleno. Esto ayudará a los lectores a entender cómo se canaliza y drena el agua.
- Detalles del sistema de drenaje superficial: Proporciona una explicación más completa del sistema de drenaje superficial. Explica en detalle cómo funcionan las cunetas para captar el caudal de escorrentía y la infiltración, y cómo este caudal se dirige hacia drenes existentes.
- Descripción de las cunetas: Proporciona más detalles sobre las cunetas diseñadas, incluyendo cómo se determinó su sección, longitud, forma y las características de los taludes. Esto ayudará a los lectores a visualizar mejor el diseño.
- Importancia de las dimensiones: Explica por qué se seleccionaron esas dimensiones específicas para las cunetas, cómo se relacionan con el caudal esperado y cómo contribuyen a un drenaje efectivo.
- Inclusión de figuras y esquemas: Agrega figuras que muestren gráficamente cómo están dispuestos los geotextiles, cómo se conectan a la tubería perforada y cómo funcionan las cunetas. Las imágenes ayudan a comprender visualmente el diseño.
- Consideración de materiales locales: Si se utiliza material local para construir las cunetas, menciona la importancia de esta elección en términos de sostenibilidad y costos, si es aplicable.
- Mención de resultados de análisis: Si hay análisis hidrológicos o cálculos detrás de las dimensiones y características de las cunetas, menciona brevemente esos resultados y, si es necesario, referencia a anexos donde se puedan encontrar más detalles.
- Beneficios del sistema de drenaje: Finaliza esta sección resumiendo los beneficios del sistema de drenaje propuesto, cómo contribuirá a la estabilización de los taludes y cómo mejorará la seguridad y la sostenibilidad del proyecto en general.
- Conexión con otros capítulos: Si el sistema de drenaje tiene implicaciones en otras partes del proyecto, como en el diseño de los muros o en la elección de las alternativas de estabilización, puedes mencionar esas conexiones para mostrar la integralidad del diseño.
- Uso de lenguaje claro y conciso: Asegúrate de usar un lenguaje claro y conciso en

tus explicaciones para que los lectores puedan entender fácilmente los conceptos y procesos involucrados en el diseño del sistema de drenaje.

6.7. Elaboración de planos, metrados y presupuesto.

- Importancia de los planos: Agrega una breve introducción que resalte la importancia crucial de los planos en la ejecución precisa y exitosa del proyecto. Explica cómo los planos son herramientas esenciales para comunicar los diseños y guiar a los constructores en la implementación.
- Detalles sobre el uso de AutoCAD: Amplía un poco sobre cómo el software AutoCAD se utilizó para crear los planos. Si hay características específicas del software que permitieron un diseño más eficiente o detallado, menciónalas.
- Descripción de los elementos en los planos: En lugar de solo mencionar que los planos contienen "elementos y características específicas de cada alternativa", proporciona ejemplos concretos de los elementos que se muestran en los planos, como detalles de las estructuras, conexiones, dimensiones, escalas, etc.
- Ejemplos de planos generados: Si es posible y relevante, menciona algunos ejemplos de los tipos de planos generados, como planos de elevación, secciones, detalles, etc. Esto puede ayudar a los lectores a comprender mejor el contenido de los planos.
- Explicación de los metrados: Amplía la explicación sobre qué son los metrados y cómo se calculan. Puedes mencionar que los metrados permiten estimar la cantidad de materiales, la mano de obra y otros recursos necesarios para la construcción.
- Vinculación de los metrados con los planos: Relaciona los metrados con los planos mencionando que se basan en las dimensiones y detalles precisos proporcionados en los planos de construcción.
- Importancia de un presupuesto detallado: Explica cómo un presupuesto detallado ayuda a garantizar que todos los aspectos financieros del proyecto estén cubiertos y cómo evita sorpresas en términos de costos durante la ejecución.
- Explicación de la fuente de precios: Detalla más sobre la base de datos de Kallpa y cómo se utilizaron los precios unitarios de esta fuente. Puedes mencionar si se realizaron ajustes o adaptaciones a los precios según las condiciones específicas del proyecto.

- Cronograma y trabajo local: Amplía la descripción del cronograma, explicando cómo se adaptó a la mano de obra local y las normativas laborales. Detalla cómo se consideraron los rendimientos y grupos de trabajo específicos de la zona de estudio para establecer un cronograma realista.
- Relación entre costos y calidad: Si es relevante, menciona cómo la elección de ciertos materiales, métodos de construcción o alternativas de diseño afectaron los costos y cómo se equilibró esto con la calidad y durabilidad del proyecto.
- Efectos de posibles cambios: Puedes agregar un breve párrafo sobre cómo los cambios en el diseño, la selección de materiales o las condiciones del terreno podrían influir en los costos y cómo se manejarían esos posibles cambios.
- Enlace con otros capítulos: Si existen conexiones directas entre los planos, los metrados y el presupuesto con otros capítulos del trabajo (por ejemplo, con las alternativas de diseño o los criterios de selección), menciona esas conexiones para mostrar la coherencia del proyecto.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arana, L. y Quispe, F. (2013). *Muro de suelo reforzado con Terramesh System aplicado al proyecto Chancadora primaria* (Tesis de pregrado). Pontifica Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Lima, Perú.
- Boraita Pérez, A., Gutiérrez, A., Cámara, A., Astiz, M.Á., Sostenible, A., y Suárez Díaz, J. (2014). Estabilización biológica - Universidad de Cordoba. *Deslizamientos y Estabilidad de Taludes En Zonas Tropicales*, 30(5): 514–528. Recuperado de [http://www.erosion.com.co/deslizamientos-y-estabilidad-de-taludes-en-zonas-tropicales.html%0Ahttp://dx.doi.org/10.1016/j.rimni.2012.10.001%0Ahttp://hdl.handle.net/10481/40400%0Ahttp://dx.doi.org/10.1016/S1885-5857\(08\)60166-8](http://www.erosion.com.co/deslizamientos-y-estabilidad-de-taludes-en-zonas-tropicales.html%0Ahttp://dx.doi.org/10.1016/j.rimni.2012.10.001%0Ahttp://hdl.handle.net/10481/40400%0Ahttp://dx.doi.org/10.1016/S1885-5857(08)60166-8)
- Enviromesh. (2007). *Diseñando con gaviones*. Volumen 1.
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., y Baptista Lucio, P. (2014). *Metodología de la investigación* (6a. ed. Capítulo 4.). México D.F.: McGraw-Hill.
- Medina, J. (1991). *Fenómenos geodinámicos. Estudios y medidas de tratamiento*. Tecnología Intermedia ITDG, Lima, Perú. Recuperado de https://www.google.com.ec/books/edition/Fen%C3%B3menos_geodin%C3%A1micos/s2XnPbHqvJEC?hl=es&gbpv=1&dq=geodin%C3%A1mica+taludes&printsec=frontcover
- Mejía, J.A. (2012). *Hidrología Aplicada*. Lima, Perú: Universidad Nacional Agraria La Molina. 222 p.
- Ministerio de transportes y comunicaciones (MTC). (2012). *Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje*. Lima, Perú. Recuperado de <http://www.irhperu.com/manuales/manual-de-hidrologa-hidraulica-y-drenaje>
- Modular Gabion System. (s.f.). *Diseño de muro de gaviones*.
- Morales, R. (s.f.). *Diseño en concreto armado*.
- Ministerio de vivienda, construcción y saneamiento (MVCS). (2018). *Norma técnica E.030 Diseño sismorresistente*. Lima, Perú.

- Osinermin. (2021). Supervisión de contratos de proyectos de generación y transmisión de energía eléctrica en operación. Recuperado de <https://www.osinermin.gob.pe/newweb/uploads/Publico/MapaSEIN/informes/operacion/2021.pdf>
- Del Rio, O., Espinoza, T., Sáenz, A., y Córtes, F. (2019). Levantamientos Topográficos con Drone RPAS (Remotely Piloted Aircraft Systems) o sistemas de aeronave pilotada remotamente. *Revista Ciencia, Ingeniería y Desarrollo Tec Lerdo*, 1(5): 1–5.
- Pérez de Ágreda, E.A. (2005). *Estabilidad de Taludes*. Universidad Politécnica de Catalunya, Barcelona, España. 61 p.
- Puma, M. (2019). *Estabilidad de taludes y revegetación en el cierre final del tajo 1 del proyecto Maricielo 2003 de óxido de hierro – Puno* (Tesis de pregrado). Universidad Nacional del Altiplano, Puno, Perú.
- Ramirez, H., Lopez, O., y Ibañez, L. (2015). Estimación mensual de intensidad de la lluvia en 30 minutos a partir de datos pluviométricos. *Terra Latinoamericana*, 33, 151–159. Recuperado de <http://www.scielo.org.mx/pdf/tl/v33n2/2395-8030-tl-33-02-00151.pdf>
- Reynel, C. (2012). Guía de identificación de las plantas comunes del derecho de vía del ducto de Perú LNG.
- Sanchez Puchoc, S. (2019). *Propuesta para mejorar la serviciabilidad de un talud vial incorporando un muro de suelo reforzado con el Sistema Terramesh para el proyecto Quebrada Honda-Ferrocarril Central-Huancayo* (Tesis de pregrado). Universidad Continental, Lima, Perú.
- Urteaga, C. (2017). *Estabilización de talud con sistema Erdox en taludes de carreteras* (Tesis de pregrado). Pontifica Universidad Católica del Perú, Lima, Perú.
- Valerio Salas, O. (1969). Ensayos triaxiales para suelos. *Métodos y Materiales*, 1(1): 14–24. Recuperado de <https://doi.org/10.15517/mym.v1i1.8391>

VIII. ANEXOS

ANEXO 1: HIDROLOGÍA

Registro pluviométrico de la estación Salcabamba

Estación: Salcabamba	Departamento: HUANCAVELICA	Latitud: 12°12'14.38"S
Tipo : Metereológico	Provincia: TAYACAJA	Longitud: 74°46'45.71"W
Variable: Precipitación [mm]	Distrito: SALCABAMBA	Altitud: 3005 msnm

REGISTRO DE PRECIPITACIONES

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Max
1965	-	-	-	8.50	8.50	8.30	10.20	5.50	17.70	9.00	18.80	19.00	19.00
1966	26.00	19.00	18.10	11.70	24.90	-	-	-	10.20	20.40	25.00	25.90	26.00
1967	27.40	34.80	30.50	12.50	16.70	4.60	6.20	6.50	6.10	14.40	20.90	21.60	34.80
1968	37.20	23.80	48.80	2.20	9.00	8.20	-	14.30	9.70	17.70	23.80	30.10	48.80
1969	15.00	13.90	17.30	-	2.30	3.30	5.00	2.00	8.40	-	-	-	17.30
1970	-	-	-	-	-	6.80	8.50	5.30	3.30	8.20	17.70	17.60	17.70
1971	7.70	6.30	7.20	5.30	3.10	7.30	6.30	2.30	3.30	8.30	8.20	8.20	8.30
1972	6.30	11.30	13.20	5.30	7.60	2.10	2.10	2.10	5.10	8.30	8.10	7.10	13.20
1973	10.60	16.70	18.80	3.10	4.10	6.20	2.00	-	-	-	-	-	18.80
1974	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1975	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1976	-	-	-	13.20	4.00	12.00	-	-	-	-	-	-	13.20
1977	-	-	9.90	6.20	4.20	0.01	4.00	3.10	4.00	5.10	5.30	5.00	9.90
1978	6.10	8.10	5.10	6.10	0.01	0.01	-	1.00	9.10	10.30	8.20	9.40	10.30
1979	9.20	12.10	17.00	12.30	8.40	0.01	-	8.00	6.20	12.00	14.50	15.20	17.00
1980	21.00	20.10	11.60	10.00	13.10	8.00	0.01	0.01	10.20	7.60	16.00	12.70	21.00
1981	13.40	18.20	17.30	7.30	0.01	6.00	6.20	14.10	12.10	18.30	16.50	0.00	18.30
1982	18.10	0.00	18.50	2.00	0.01	0.01	0.01	10.00	16.80	19.50	19.40	19.40	19.50
1983	10.80	16.20	10.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	16.20
1984	27.20	48.60	47.00	16.00	-	1.00	-	-	-	-	-	-	48.60
1985	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1986	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1987	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1988	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1989	-	-	-	18.50	19.70	19.00	5.20	2.10	5.20	2.90	3.00	7.60	19.70
1990	4.20	9.00	4.80	-	49.00	10.00	15.00	-	6.80	11.70	9.50	15.00	49.00
1991	8.00	9.10	6.50	9.00	6.50	-	-	-	-	-	7.50	6.50	9.10
1992	-	7.00	7.00	-	14.00	14.50	-	11.90	6.00	12.50	5.00	3.00	14.50
1993	8.50	11.00	11.00	7.90	13.00	8.00	8.00	5.00	5.00	7.00	16.50	9.00	16.50
1994	17.00	15.50	14.00	7.00	2.00	1.00	-	2.00	2.00	8.00	12.50	7.00	17.00
1995	14.00	10.00	12.50	4.60	4.00	6.50	4.00	5.20	8.20	16.00	10.60	11.60	16.00
1996	15.50	12.00	9.90	9.60	7.50	2.80	2.50	2.00	7.00	6.50	9.50	10.10	15.50
1997	22.20	14.00	14.80	10.00	4.50	9.50	-	10.60	7.50	13.00	12.00	15.00	22.20
1998	11.00	14.60	18.00	8.60	-	1.20	-	3.00	3.30	5.00	17.30	14.50	18.00
1999	19.00	26.50	7.80	10.40	2.90	-	1.80	-	8.00	7.00	12.00	11.00	26.50
2000	8.90	18.00	17.10	10.00	5.00	-	0.00	7.00	4.00	11.50	2.50	5.50	18.00
2001	13.40	32.80	25.50	12.10	9.30	0.40	14.10	14.30	13.90	16.00	25.90	23.20	32.80
2002	17.00	26.10	20.30	12.50	3.20	7.60	12.00	6.00	7.10	30.60	9.00	29.70	30.60
2003	28.30	34.10	24.90	9.20	4.50	0.50	1.20	7.60	6.90	10.50	6.20	21.70	34.10
2004	12.70	33.10	19.60	9.20	1.70	8.80	7.00	5.70	14.20	13.50	25.60	21.60	33.10
2005	17.00	18.30	16.60	11.70	3.90	-	7.80	1.00	41.90	14.30	14.50	32.50	41.90
2006	41.40	17.50	26.20	12.40	5.00	9.90	0.70	3.30	4.40	16.60	20.30	25.00	41.40
2007	10.90	19.70	30.40	11.00	22.60	-	7.50	2.00	19.90	12.00	13.60	20.90	30.40
2008	21.30	14.20	18.50	24.30	2.60	1.60	0.40	10.00	12.50	13.30	25.20	12.20	25.20
2009	27.10	24.20	22.00	24.60	4.70	3.50	4.00	5.80	9.90	8.00	26.00	22.50	27.10
2010	18.60	14.00	22.50	4.80	9.70	1.70	7.00	6.40	6.80	32.80	6.50	36.50	36.50
2011	36.80	25.80	18.30	31.90	3.10	2.00	4.60	2.20	10.60	23.50	11.00	16.40	36.80
2012	16.00	35.40	12.00	16.90	8.00	12.00	-	0.30	3.50	20.00	14.50	29.40	35.40
2013	32.20	21.50	17.00	3.50	7.10	4.00	3.50	4.50	3.20	19.40	24.10	24.60	32.20
2014	27.20	16.30	25.00	17.60	5.80	-	-	-	-	-	-	-	27.20
2015	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2016	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2017	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2018	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2019	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2020	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Max	41.40	48.60	48.80	31.90	49.00	19.00	15.00	14.30	41.90	32.80	26.00	36.50	24.75

Prueba de datos Dudosos

PRUEBA DE DATOS DUDOSOS

Nº	AÑO	ORDEN	P23	log(P23)
1	1992	23	14.50	1.1614
2	1993	20	16.50	1.2175
3	1994	19	17.00	1.2304
4	1995	21	16.00	1.2041
5	1996	22	15.50	1.1903
6	1997	16	22.20	1.3464
7	1998	17	18.00	1.2553
8	1999	14	26.50	1.4232
9	2000	18	18.00	1.2553
10	2001	8	32.80	1.5159
11	2002	10	30.60	1.4857
12	2003	6	34.10	1.5328
13	2004	7	33.10	1.5198
14	2005	1	41.90	1.6222
15	2006	2	41.40	1.6170
16	2007	11	30.40	1.4829
17	2008	15	25.20	1.4014
18	2009	13	27.10	1.4330
19	2010	4	36.50	1.5623
20	2011	3	36.80	1.5658
21	2012	5	35.40	1.5490
22	2013	9	32.20	1.5079
23	2014	12	27.20	1.4346

Numero de datos= 23
 $K_n = 2.448^*$

Umbral de datos dudosos altos

$$y_H = y + K_n \times s$$

$$y_H = 1.7784$$

$$Q_H = 60.0$$

Umbral de datos dudosos bajos

$$y_L = y - K_n \times s$$

$$y_L = 1.0489$$

$$Q_L = 11.2$$

Numero de datos n	23	23
Suma Σ	628.9	32.5141
Maximo	41.9	1.6222
Mínimo	14.5	1.1614
Promedio x	27.3	1.4137
Desviacion estándar s	8.6986	0.1490
Coficiente asimetria Cs	-0.0425	-0.3923

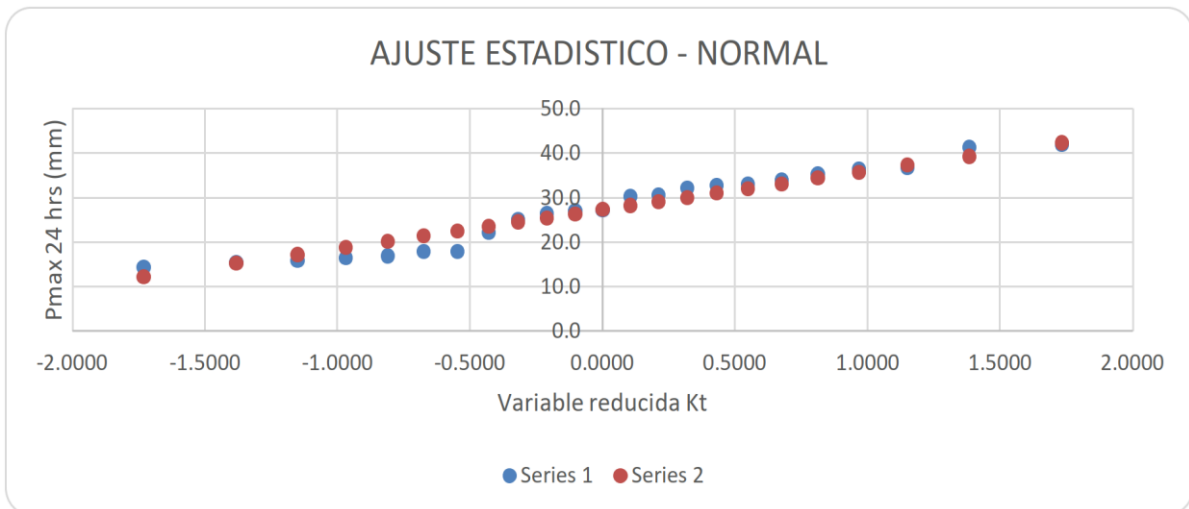
* Referencia: Tabla 12.5.3 - Hidrologia Aplicada, Ven Te Chow

Prueba de bondad de ajuste

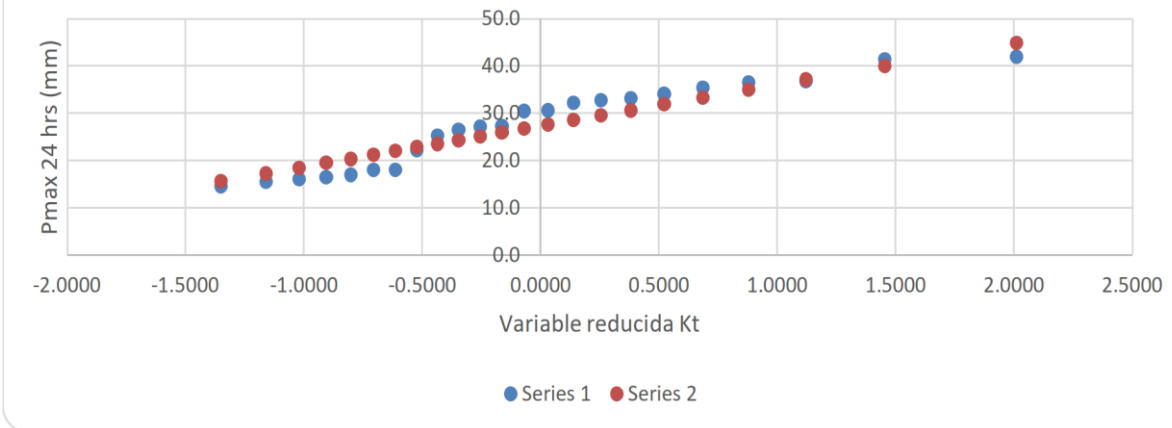
PRUEBA DE LA BONDAD DE AJUSTE

	P23	log(P23)
Numero de datos: n	23	
Promedio: \bar{x}	27.34	1.41
Desviacion estándar: s	8.70	0.15
Coficiente asimetria: Cs	-0.04	-0.39

PRUEBA DE LA BONDAD DE AJUSTE									
N	T	P(X≤T)	VALOR OBSERVADO		NORMAL		GUMBEL		
			P24	log(P24)	K _T	ESPERADO	K _T	ESPERADO	
1	24.00	4.17%	41.9	1.6222	1.7317	42.4	2.0113	44.8	
2	12.00	8.33%	41.4	1.6170	1.3830	39.4	1.4538	40.0	
3	8.00	12.50%	36.8	1.5658	1.1503	37.3	1.1198	37.1	
4	6.00	16.67%	36.5	1.5623	0.9674	35.8	0.8770	35.0	
5	4.80	20.83%	35.4	1.5490	0.8122	34.4	0.6837	33.3	
6	4.00	25.00%	34.1	1.5328	0.6745	33.2	0.5214	31.9	
7	3.43	29.17%	33.1	1.5198	0.5485	32.1	0.3801	30.6	
8	3.00	33.33%	32.8	1.5159	0.4307	31.1	0.2538	29.6	
9	2.67	37.50%	32.2	1.5079	0.3186	30.1	0.1386	28.5	
10	2.40	41.67%	30.6	1.4857	0.2104	29.2	0.0318	27.6	
11	2.18	45.83%	30.4	1.4829	0.1046	28.3	-0.0686	26.7	
12	2.00	50.00%	27.2	1.4346	0.0000	27.3	-0.1643	25.9	
13	1.85	54.17%	27.1	1.4330	-0.1046	26.4	-0.2565	25.1	
14	1.71	58.33%	26.5	1.4232	-0.2104	25.5	-0.3463	24.3	
15	1.60	62.50%	25.2	1.4014	-0.3186	24.6	-0.4349	23.6	
16	1.50	66.67%	22.2	1.3464	-0.4307	23.6	-0.5234	22.8	
17	1.41	70.83%	18.0	1.2553	-0.5485	22.6	-0.6128	22.0	
18	1.33	75.00%	18.0	1.2553	-0.6745	21.5	-0.7047	21.2	
19	1.26	79.17%	17.0	1.2304	-0.8122	20.3	-0.8011	20.4	
20	1.20	83.33%	16.5	1.2175	-0.9674	18.9	-0.9048	19.5	
21	1.14	87.50%	16.0	1.2041	-1.1503	17.3	-1.0209	18.5	
22	1.09	91.67%	15.5	1.1903	-1.3830	15.3	-1.1597	17.3	
23	1.04	95.83%	14.5	1.1614	-1.7317	12.3	-1.3516	15.6	



AJUSTE ESTADISTICO - GUMBEL



PRUEBA DE LA BONDAD DE AJUSTE KOLMOGOROV - SMIRNOV

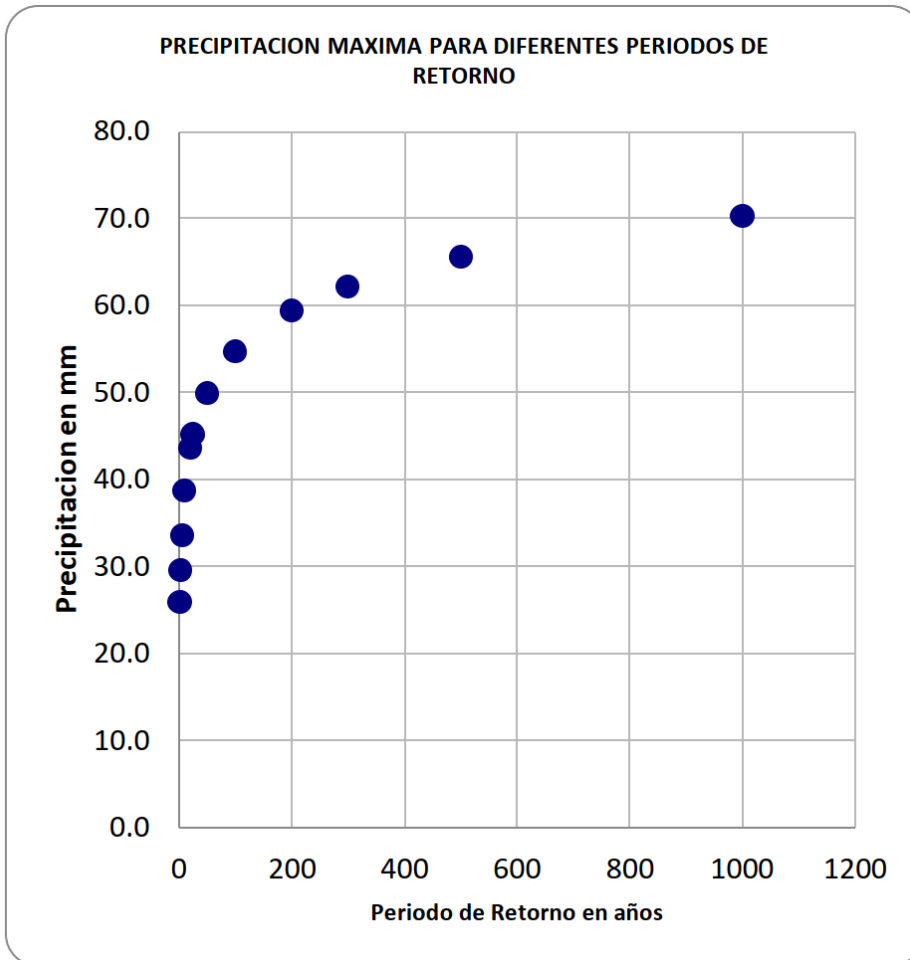
m	x_m	$F_o(x_m)$	$F(x_m)$ Normal	$ F_o(x_m)-F(x_m) $ Normal	K	T	$F(x_m)$ GEV I	$ F_o(x_m)-F(x_m) $ GEV I
1	41.9	0.958333	0.952878315	0.00546	1.6734	15.7383	0.9365	0.02187
2	41.40	0.916667	0.946947024	0.03028	1.6159	14.6561	0.9318	0.01510
3	36.80	0.875000	0.861509748	0.01349	1.0871	7.6930	0.8700	0.00499
4	36.50	0.833333	0.853746816	0.02041	1.0526	7.3828	0.8646	0.03122
5	35.40	0.791667	0.822824446	0.03116	0.9262	6.3563	0.8427	0.05101
6	34.10	0.750000	0.781342078	0.03134	0.7767	5.3403	0.8127	0.06274
7	33.10	0.708333	0.745941706	0.03761	0.6618	4.6818	0.7864	0.07808
8	32.80	0.666667	0.734763787	0.06810	0.6273	4.5027	0.7779	0.11124
9	32.20	0.625000	0.711683182	0.08668	0.5583	4.1675	0.7600	0.13505
10	30.60	0.583333	0.6459361	0.06260	0.3744	3.4076	0.7065	0.12321
11	30.40	0.541667	0.637348198	0.09568	0.3514	3.3248	0.6992	0.15757
12	27.20	0.500000	0.493420006	0.00658	-0.0165	2.2913	0.5636	0.06357
13	27.10	0.458333	0.488834901	0.03050	-0.0280	2.2665	0.5588	0.10045
14	26.50	0.416667	0.461376393	0.04471	-0.0970	2.1254	0.5295	0.11283
15	25.20	0.375000	0.402680286	0.02768	-0.2464	1.8620	0.4629	0.08794
16	22.20	0.333333	0.277160603	0.05617	-0.5913	1.4319	0.3016	0.03172
17	18.00	0.291667	0.141381792	0.15028	-1.0741	1.1210	0.1079	0.18376
18	18.00	0.250000	0.141381792	0.10862	-1.0741	1.1210	0.1079	0.14209
19	17.00	0.208333	0.117201641	0.09113	-1.1891	1.0820	0.0758	0.13258
20	16.50	0.166667	0.106277096	0.06039	-1.2466	1.0663	0.0622	0.10448
21	16.00	0.125000	0.096107745	0.02889	-1.3041	1.0529	0.0503	0.07472
22	15.50	0.083333	0.086672598	0.00334	-1.3615	1.0417	0.0400	0.04333
23	14.50	0.041667	0.069905667	0.02824	-1.4765	1.0246	0.0240	0.01768
X	27.34							
S	8.70							
CS	-0.042							
n	23							
a	0.05							
Dcrit	0.27594							
			Dmáx	0.15028				0.18376
			Dcri>Dmax	OK				OK
			Mejor ajuste	2				1

Precipitaciones máximas anuales en 24 horas

PRECIPITACIONES MAXIMAS ANUALES EN 24 HORAS

Promedio : $x = 27.3435$ $y = 1.4137$
 Desviación estándar : $s = 8.6986$ $s_y = 0.1490$
 Cs/6 : $k = -0.0071$ $k = -0.0654$

Tr (años)	P($X \leq x_T$)	DISTRIB. NORMAL		DISTRIB. GUMBEL		P _{MAX} mm	(Pmax) (1.13)
		K _T	x _T	K _T	x _T		
2	0.500	0.0000	27.3	-0.1643	25.9	25.9	29.3
3	0.667	0.4307	31.1	0.2538	29.6	29.6	33.4
5	0.800	0.8416	34.7	0.7195	33.6	33.6	38.0
10	0.900	1.2816	38.5	1.3046	38.7	38.7	43.7
20	0.950	1.6449	41.7	1.8658	43.6	43.6	49.2
25	0.960	1.7507	42.6	2.0438	45.1	45.1	51.0
50	0.980	2.0537	45.2	2.5923	49.9	49.9	56.4
100	0.990	2.3263	47.6	3.1367	54.6	54.6	61.7
200	0.995	2.5758	49.7	3.6791	59.3	59.3	67.1
300	0.997	2.7131	50.9	3.9959	62.1	62.1	70.2
500	0.998	2.8782	52.4	4.3947	65.6	65.6	74.1
1000	0.999	3.0902	54.2	4.9355	70.3	70.3	79.4



Caudal de diseño

DETERMINACION DE LAS CONSTANTES m, n y k

PRECIPITACIONES DE DISEÑO PARA DURACIÓN DE 2 HORAS

T	P.Max	Duración en minutos					
años	24 horas	5	10	15	20	30	60
500	74.10	7.1	10.6	12.9	14.8	17.6	23.1
200	67.06	6.3	9.5	11.6	13.2	15.7	20.6
100	61.73	5.8	8.6	10.5	12.0	14.3	18.8
50	56.38	5.2	7.8	9.5	10.8	12.9	16.9
25	50.99	4.6	6.9	8.5	9.7	11.5	15.1
10	43.72	3.9	5.8	7.1	8.1	9.7	12.6
5	37.97	3.3	5.0	6.1	6.9	8.3	10.8
3	33.39	2.9	4.4	5.3	6.1	7.2	9.5
2	29.28	2.6	3.9	4.7	5.4	6.4	8.4

Fuente: Elaboración del autor aplicando el Modelo de Bell

INTENSIDADES MÁXIMAS (mm/hr)

T	P.Max	Duración en minutos					
años	24 horas	5	10	15	20	30	60
500	74.10	84.8	63.5	51.7	44.3	35.1	23.1
200	67.06	75.9	56.8	46.3	39.6	31.4	20.6
100	61.73	69.1	51.7	42.2	36.1	28.6	18.8
50	56.38	62.3	46.7	38.0	32.5	25.8	16.9
25	50.99	55.6	41.6	33.9	29.0	23.0	15.1
10	43.72	46.6	34.9	28.4	24.3	19.3	12.6
5	37.97	39.9	29.8	24.3	20.8	16.5	10.8
3	33.39	34.9	26.1	21.3	18.2	14.4	9.5
2	29.28	30.9	23.1	18.9	16.1	12.8	8.4

Fuente: Elaboración del autor

$$\text{Log (I)} = \text{Log (K)} + m \text{Log (T)} - n \text{Log (t)}$$

$$\text{O bien: } Y = a_0 + a_1 X_1 + a_2 X_2$$

$$\begin{aligned} a_0 &= 1.85759 & K &= 72.04 \\ a_1 &= 0.18208 & m &= 0.18208 \\ a_2 &= -0.5272 & n &= 0.52721 \end{aligned}$$

Y	X1	X2
log I	LogT	Logt
1.9284	2.6990	0.6990
1.8802	2.3010	0.6990
1.8395	2.0000	0.6990
1.7945	1.6990	0.6990
1.7451	1.3979	0.6990
1.6684	1.0000	0.6990
1.6010	0.6990	0.6990
1.5428	0.4771	0.6990
1.4900	0.3010	0.6990
1.8028	2.6990	1.0000
1.7543	2.3010	1.0000
1.7135	2.0000	1.0000
1.6693	1.6990	1.0000
1.6191	1.3979	1.0000
1.5428	1.0000	1.0000
1.4742	0.6990	1.0000
1.4166	0.4771	1.0000
1.3636	0.3010	1.0000
1.7135	2.6990	1.1761
1.6656	2.3010	1.1761
1.6253	2.0000	1.1761
1.5798	1.6990	1.1761
1.5302	1.3979	1.1761
1.4533	1.0000	1.1761
1.3856	0.6990	1.1761
1.3284	0.4771	1.1761
1.2765	0.3010	1.1761
1.6464	2.6990	1.3010
1.5977	2.3010	1.3010
1.5575	2.0000	1.3010
1.5119	1.6990	1.3010
1.4624	1.3979	1.3010
1.3856	1.0000	1.3010
1.3181	0.6990	1.3010
1.2601	0.4771	1.3010
1.2068	0.3010	1.3010
1.5453	2.6990	1.4771
1.4969	2.3010	1.4771
1.4564	2.0000	1.4771
1.4116	1.6990	1.4771
1.3617	1.3979	1.4771
1.2856	1.0000	1.4771
1.2175	0.6990	1.4771
1.1584	0.4771	1.4771
1.1072	0.3010	1.4771
1.3636	2.6990	1.7782
1.3139	2.3010	1.7782
1.2742	2.0000	1.7782
1.2279	1.6990	1.7782
1.1790	1.3979	1.7782
1.1004	1.0000	1.7782
1.0334	0.6990	1.7782
0.9777	0.4771	1.7782
0.9243	0.3010	1.7782

REGRESION LINEAL

Estadísticas de la regresión

Coeficiente de correlación múltiple	0.994
Coeficiente de determinación R ²	0.989
R ² ajustado	0.988
Error típico	0.025
Observaciones	54

ANÁLISIS DE VARIANZA

	<i>Grados de libertad</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Valor crítico de F</i>
Regresión	2	2.887	1.4434	2244	2E-50
Residuos	51	0.033	0.0006		
Total	53	2.92			

	<i>Coefficientes</i>	<i>Error típico</i>	<i>Estadístico t</i>	<i>Probabilidad</i>
Intercepción	1.858	0.01	129.85	6E-66
Variable X 1	0.182	0	41.832	4E-41
Variable X 2	-0.53	0.01	-52.32	5E-46

	<i>Inferior 95%</i>	<i>Superior 95%</i>	<i>Inferior 95.0%</i>	<i>Superior 95.0%</i>
	1.83	1.886	1.83	1.8863
	0.17	0.191	0.17	0.1908
	-0.5	-0.51	-0.55	-0.507

CURVAS INTENSIDAD-DURACION-FRECUENCIA

Intensidades máximas

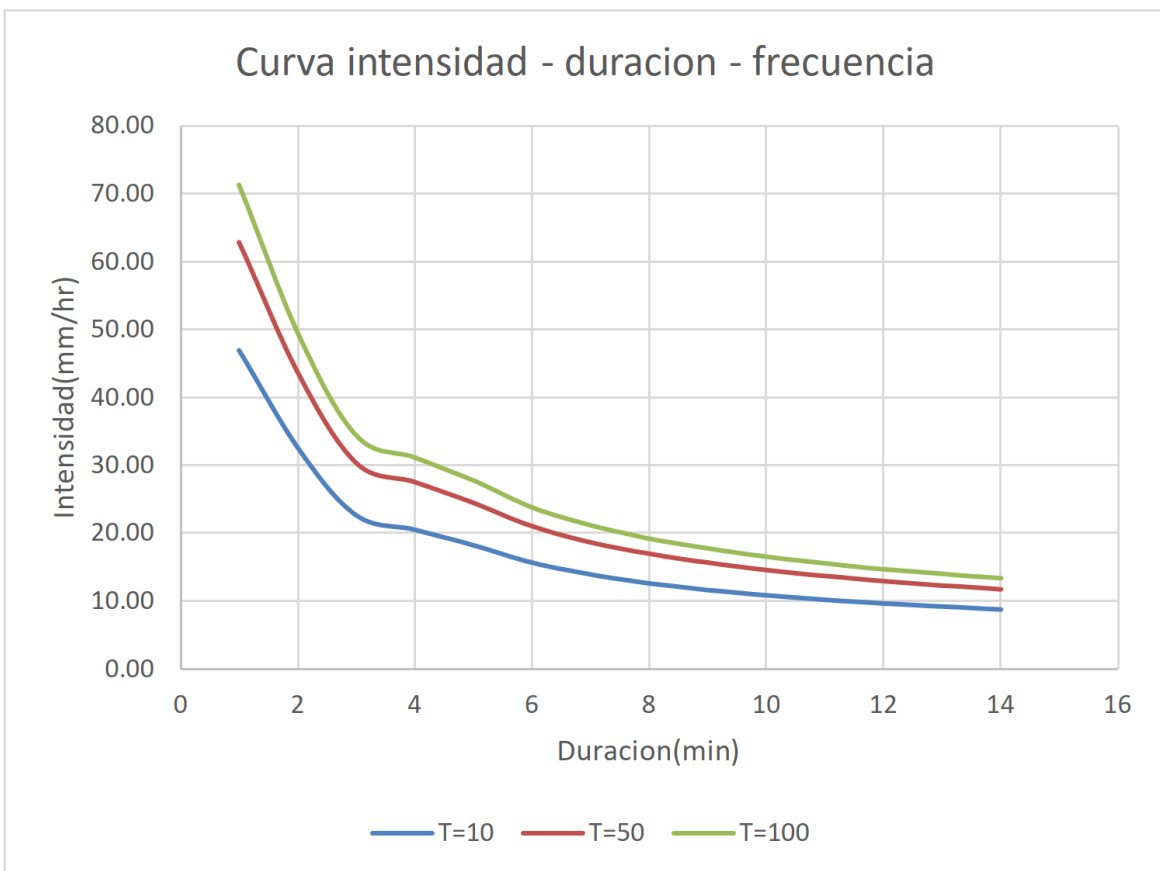
$$I = \frac{K T^m}{t^n}$$

$$K = 72.04$$

$$m = 0.18$$

$$n = 0.53$$

Duración (t) (minutos)	Per de ret (T) en años		
	10	50	100
5	46.90	62.87	71.32
10	32.54	43.62	49.49
20	22.58	30.27	34.34
24	20.51	27.50	31.19
30	18.23	24.44	27.73
40	15.67	21.00	23.83
50	13.93	18.67	21.18
60	12.65	16.96	19.24
70	11.67	15.64	17.74
80	10.87	14.57	16.53
90	10.22	13.70	15.54
100	9.67	12.96	14.70
110	9.19	12.32	13.98
120	8.78	11.77	13.35



METODO RACIONAL

K=	72.04		m=	0.18		n=	0.527		T=	10
----	-------	--	----	------	--	----	-------	--	----	----

1) AREA DE INFLUENCIA DEL TALUD 1

Cota maxima (msnm) 3085.6
 Cota minima (msnm) 3041.5
 Longitud mayor (m) 61.59
 Area de drenaje (km²) 0.001
 Pendiente 0.716

1. Tiempo de concentracion 0.52862 min
 2. Intensidad de diseño 153.327 mm/hr
 3. Coeficiente de escorrentia 0.45

TABLA N° 08: Coeficientes de escorrentía método racional

COBERTURA VEGETAL	TIPO DE SUELO	PENDIENTE DEL TERRENO				
		PRONUNCIADA	ALTA	MEDIA	SUAVE	DESPRECIABLE
		> 50%	> 20%	> 5%	> 1%	< 1%
Sin vegetación	Impermeable	0,80	0,75	0,70	0,65	0,60
	Semipermeable	0,70	0,65	0,60	0,55	0,50
	Permeable	0,50	0,45	0,40	0,35	0,30
Cultivos	Impermeable	0,70	0,65	0,60	0,55	0,50
	Semipermeable	0,60	0,55	0,50	0,45	0,40
	Permeable	0,40	0,35	0,30	0,25	0,20
Pastos, vegetación ligera	Impermeable	0,65	0,60	0,55	0,50	0,45
	Semipermeable	0,55	0,50	0,45	0,40	0,35
	Permeable	0,35	0,30	0,25	0,20	0,15
Hierba, grama	Impermeable	0,60	0,55	0,50	0,45	0,40
	Semipermeable	0,50	0,45	0,40	0,35	0,30
	Permeable	0,30	0,25	0,20	0,15	0,10
Bosques, densa vegetación	Impermeable	0,55	0,50	0,45	0,40	0,35
	Semipermeable	0,45	0,40	0,35	0,30	0,25
	Permeable	0,25	0,20	0,15	0,10	0,05

Fuente: Manual de hidrologia, hidraulica y drenaje, 2014

4. Caudal de diseño 0.01918 m³/s → 19 l/s

2) AREA DE INFLUENCIA DEL TALUD 2

Cota maxima (msnm) 3086.9
 Cota minima (msnm) 3041.7
 Longitud mayor (m) 62.46
 Area de drenaje (km²) 0.002
 Pendiente 0.724

1. Tiempo de concentracion 0.532 min
 2. Intensidad de diseño 152.811 mm/hr
 3. Coeficiente de escorrentia 0.55

TABLA N° 08: Coeficientes de escorrentía método racional

COBERTURA VEGETAL	TIPO DE SUELO	PENDIENTE DEL TERRENO				
		PRONUNCIADA	ALTA	MEDIA	SUAVE	DESPRECIABLE
		> 50%	> 20%	> 5%	> 1%	< 1%
Sin vegetación	Impermeable	0,80	0,75	0,70	0,65	0,60
	Semipermeable	0,70	0,65	0,60	0,55	0,50
	Permeable	0,50	0,45	0,40	0,35	0,30
Cultivos	Impermeable	0,70	0,65	0,60	0,55	0,50
	Semipermeable	0,60	0,55	0,50	0,45	0,40
	Permeable	0,40	0,35	0,30	0,25	0,20
Pastos, vegetación ligera	Impermeable	0,65	0,60	0,55	0,50	0,45
	Semipermeable	0,55	0,50	0,45	0,40	0,35
	Permeable	0,35	0,30	0,25	0,20	0,15
Hierba, grama	Impermeable	0,60	0,55	0,50	0,45	0,40
	Semipermeable	0,50	0,45	0,40	0,35	0,30
	Permeable	0,30	0,25	0,20	0,15	0,10
Bosques, densa vegetación	Impermeable	0,55	0,50	0,45	0,40	0,35
	Semipermeable	0,45	0,40	0,35	0,30	0,25
	Permeable	0,25	0,20	0,15	0,10	0,05

Fuente: Manual de hidrología, hidráulica y drenaje, 2014

4. Caudal de diseño 0.04206 m³/s → 42 l/s

2) AREA DE INFLUENCIA DEL TALUD 3

Cota máxima (msnm) 3097.1
 Cota mínima (msnm) 3042.2
 Longitud mayor (m) 62.58
 Área de drenaje (km²) 0.001
 Pendiente 0.877

1. Tiempo de concentración 0.4949 min
 2. Intensidad de diseño 158.749 mm/hr
 3. Coeficiente de escorrentía 0.55

TABLA N° 08: Coeficientes de escorrentía método racional

COBERTURA VEGETAL	TIPO DE SUELO	PENDIENTE DEL TERRENO				
		PRONUNCIADA	ALTA	MEDIA	SUAVE	DESPRECIABLE
		> 50%	> 20%	> 5%	> 1%	< 1%
Sin vegetación	Impermeable	0,80	0,75	0,70	0,65	0,60
	Semipermeable	0,70	0,65	0,60	0,55	0,50
	Permeable	0,50	0,45	0,40	0,35	0,30
Cultivos	Impermeable	0,70	0,65	0,60	0,55	0,50
	Semipermeable	0,60	0,55	0,50	0,45	0,40
	Permeable	0,40	0,35	0,30	0,25	0,20
Pastos, vegetación ligera	Impermeable	0,65	0,60	0,55	0,50	0,45
	Semipermeable	0,55	0,50	0,45	0,40	0,35
	Permeable	0,35	0,30	0,25	0,20	0,15
Hierba, grama	Impermeable	0,60	0,55	0,50	0,45	0,40
	Semipermeable	0,50	0,45	0,40	0,35	0,30
	Permeable	0,30	0,25	0,20	0,15	0,10
Bosques, densa vegetación	Impermeable	0,55	0,50	0,45	0,40	0,35
	Semipermeable	0,45	0,40	0,35	0,30	0,25
	Permeable	0,25	0,20	0,15	0,10	0,05

Fuente: Manual de hidrología, hidráulica y drenaje, 2014

4. Caudal de diseño 0.02986 m³/s → 30 l/s

ANEXO 2: ESTABILIDAD DE TALUD

Calculo de capacidad admisible del terreno

CÁLCULO DE CAPACIDAD ADMISIBLE DEL TERRENO

Para el cálculo de la capacidad admisible del suelo se ha decidido usar la fórmula de Terzagui y las modificaciones realizadas por Meyerhof (1963), en la cual se considera la forma de la estructura y está dada por la siguiente expresión:

$$q_{ult} = c \times N_c \times S_c + \frac{1}{2} \times \gamma_2 \times B \times N_y \times S_y + \gamma_1 \times D_f \times N_q \times S_q$$

Donde:

- q_{ult}** : Capacidad de carga última
- q_{adm}** : Capacidad de carga admisible
- FS** : Factor de seguridad
- γ₁** : Peso específico del terreno superficial
- γ₂** : Peso específico del estrato portante
- B** : Ancho de la cimentación
- D_f** : Profundidad de cimentación
- N_c, N_y y N_q** : Factores de capacidad de carga
- φ** : Ángulo de fricción
- c** : Cohesión
- S_c, S_y y S_q** : Factores de forma

En donde los factores de capacidad de carga y los factores de forma que intervienen en la ecuación, se determinan con las siguientes expresiones:

Parametros del muro de suelo reforzado

Cohesión	→	c=	48	kPa
Ángulo de fricción	→	φ=	12.5	°
Peso específico del terreno superficial	→	γ ₂ =	9.61	kN/m ³
Peso específico del estrato portante	→	γ ₁ =	15.59	kN/m ³
Base del muro de suelo reforzado	→	B=	4	m
Largo del muro de suelo reforzado	→	L=	48	m
Profundidad de cimentación	→	D _f =	1	m

Factores de capacidad de carga:

$$N_q = \tan^2\left(45 + \frac{\phi}{2}\right) \times e^{\pi \tan \phi} \quad \rightarrow \quad N_q = \boxed{3.115251}$$

$$N_c = (N_q - 1) \cot \phi \quad \rightarrow \quad N_c = \boxed{9.54128}$$

$$N_y = 2(N_q + 1) \tan \phi \quad \rightarrow \quad N_y = \boxed{1.824658}$$

Factores de forma: donde $L > B$

$$S_c = 1 + \frac{B_r}{L} \times \frac{N_q}{N_c} \quad \rightarrow \quad S_c = \boxed{1.018475}$$

$$S_q = 1 + \frac{B_r}{L} \times \tan\varphi \quad \rightarrow \quad S_q = \boxed{1.027209}$$

$$S_y = 1 - 0.4 \frac{B_r}{L} \quad \rightarrow \quad S_y = \boxed{0.966667}$$

Calculo de la capacidad ultima del suelo de fundación

$$q_{ult} = c \times N_c \times S_c + \frac{1}{2} \times \gamma_2 \times B \times N_y \times S_y + \gamma_1 \times D_f \times N_q \times S_q \quad \rightarrow \quad q_{ult} = \boxed{550.232} \text{ kPa}$$

Calculo de la capacidad admisible del suelo de fundación

$$FS = \boxed{3}$$

$$q_{adm} = \frac{q_{ult}}{FS} \quad \rightarrow \quad q_{adm} = \boxed{183.4105} \text{ kPa}$$

Verificación de la estabilidad en condiciones estáticas

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

Project Title.....: ESTABILIZACIÓN DE TALUDES Y TRABAJOS PRELIMINARES DE REVEGETACIÓN

Cross Section.....: SECCIÓN A

Site.....: HUANCVELICA

Folder.....: DISEÑO

File.....: 01_Verificacion_Cerro del Águila (2)

Date.....: 06/14/2021

Checks according to Eurocode 7 EN 1997-1
Eurocode 7 EN 1997-1

SOIL PROPERTIES

Soil: RELLENO	Description:	
Cohesion Class.....	: Effective cohesion	
Cohesion.....	[kN/m ²].....	48.00
Friction Angle Class.....	: Angle of shearing resistance (Tan phi)	
Friction Angle.....	[°].....	12.50
Ru value.....		0.00
Weight Class.....	: Weight density	
Bulk unit weight - above GWT.....	[kN/m ³].....	16.91
Bulk unit weight - below GWT.....	[kN/m ³].....	16.91
Elastic Modulus.....	[kN/m ²].....	0.00
Poisson's ratio.....		0.30
Soil: TERRENO	Description:	
Cohesion Class.....	: Effective cohesion	
Cohesion.....	[kN/m ²].....	48.00
Friction Angle Class.....	: Angle of shearing resistance (Tan phi)	
Friction Angle.....	[°].....	12.50
Ru value.....		0.00
Weight Class.....	: Weight density	
Bulk unit weight - above GWT.....	[kN/m ³].....	9.80
Bulk unit weight - below GWT.....	[kN/m ³].....	9.80
Elastic Modulus.....	[kN/m ²].....	0.00
Poisson's ratio.....		0.30

STRATA PROFILES

Stratum: TERRENO

Description:

Soil : TERRENO

X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
3.08	0.15	11.79	0.59	16.22	12.76	16.73	13.08
16.84	13.15	16.90	13.21	17.16	13.65	17.45	14.04
17.53	14.15	17.95	14.37	18.30	14.54	18.51	14.65
19.02	14.87	19.44	15.15	19.52	15.31	19.67	15.46
19.79	15.65	20.43	16.07	20.57	16.15	20.67	16.20
20.74	16.23	20.97	16.33	21.72	16.65	21.79	16.72
22.14	17.15	22.42	17.54	22.57	17.65	23.47	17.93
24.20	18.15	24.65	18.65	24.75	18.76	24.95	18.95
25.21	19.15	25.43	19.23	26.80	19.65	27.56	20.18
28.07	20.65	28.75	21.15	28.82	21.19	29.52	21.65
29.83	21.92	30.45	22.25	31.02	22.65	31.57	23.04
33.60	24.65	33.98	24.91	34.22	25.06	34.32	25.15
34.40	25.22	34.90	25.65	35.23	25.95	35.56	26.15
35.89	26.37	36.20	26.65	36.63	26.87	36.79	26.93
37.23	27.15	37.60	27.38	37.85	27.59	37.95	27.65
38.01	27.68	62.24	42.39				

REINFORCED BLOCKS

Block : ELEMENTO 1

Block dimensions.....[m].....: Base width.....= 6.00 Height.....= 0.61
 Block Origin.....[m].....: Abscissa.....= 5.27 Ordinate...= -0.85
 Face inclination.....[°].....: 20.00

Structural embankment type.....: Sandy Clay
 Structural embankment.....: RELLENO
 Backfill soil.....: RELLENO
 Covering soil.....: RELLENO
 Foundation soil.....: RELLENO

Brinch Hansen, Vesic or Meyerhof bearing capacity parameters

Embedment depth.....[m] : 1.50
 Natural soil slope.....[°] : 0.00

Reinforcements pattern :

Maccaferri - 70° - Terramesh Verde Polimac - 80 - 3.7 - 70° Polimac 120 anos

Length.....[m].....= 4.00

Vertical spacing.....[m].....= 0.61
 Wrapped length.....[m].....= 0.65

Maccaferri - MacGrid WG - WG 60

Length.....[m].....= 5.50

Vertical spacing.....[m].....= 0.61
 Offset.....[m].....= 0.00

Block : ELEMENTO 2

Block dimensions.....[m].....: Base width.....= 6.00 Height.....= 0.61
 Back Shift.....[m].....= 0.00 by ELEMENTO 1
 Face inclination.....[°].....: 20.00

Structural embankment type.....: Sandy Clay
Structural embankment.....: RELLENO
Backfill soil.....: RELLENO
Covering soil.....: RELLENO
Foundation soil.....: RELLENO

Brinch Hansen, Vesic or Meyerhof bearing capacity parameters

Embedment depth.....[m] : 0.00
Natural soil slope.....[°] : 0.00

Reinforcements pattern :

Maccaferri - 70° - Terramesh Verde Polimac - 80 - 3.7 - 70° Polimac 120 anos

Length.....[m] = 0.65
Vertical spacing.....[m] = 0.61
Wrapped length.....[m] = 0.65

Block : ELEMENTO 3

Block dimensions.....[m] : Base width = 6.00 Height...= 0.61
Back Shift.....[m] = 0.00 by ELEMENTO 2
Face inclination.....[°] : 20.00

Structural embankment type.....: Sandy Clay
Structural embankment.....: RELLENO
Backfill soil.....: RELLENO
Covering soil.....: RELLENO
Foundation soil.....: RELLENO

Brinch Hansen, Vesic or Meyerhof bearing capacity parameters

Embedment depth.....[m] : 0.00
Natural soil slope.....[°] : 0.00

Reinforcements pattern :

Maccaferri - 70° - Terramesh Verde Polimac - 80 - 3.7 - 70° Polimac 120 anos

Length.....[m] = 4.00
Vertical spacing.....[m] = 0.61
Wrapped length.....[m] = 0.65

Maccaferri - MacGrid WG - WG 60

Length.....[m] = 5.50
Vertical spacing.....[m] = 0.61
Offset.....[m] = 0.00

Block : ELEMENTO 4

Block dimensions.....[m] : Base width = 6.00 Height...= 0.61
Back Shift.....[m] = 0.00 by ELEMENTO 3
Face inclination.....[°] : 20.00

Structural embankment type.....: Sandy Clay
Structural embankment.....: RELLENO
Backfill soil.....: RELLENO
Covering soil.....: RELLENO
Foundation soil.....: RELLENO

Brinch Hansen, Vesic or Meyerhof bearing capacity parameters

Embedment depth.....[m] : 0.00

Natural soil slope.....[°] : 0.00

Reinforcements pattern :

Maccaferri - 70° - Terramesh Verde Polimac - 80 - 3.7 - 70° Polimac 120 anos

Length.....[m] = 4.00

Vertical spacing.....[m] = 0.61

Wrapped length.....[m] = 0.65

Block : ELEMENTO 5

Block dimensions.....[m] : Base width = 6.00 Height = 0.61

Back Shift.....[m] = 0.00 by ELEMENTO 4

Face inclination.....[°] : 20.00

Structural embankment type.....: Sandy Clay

Structural embankment.....: RELLENO

Backfill soil.....: RELLENO

Covering soil.....: RELLENO

Foundation soil.....: RELLENO

Brinch Hansen, Vesic or Meyerhof bearing capacity parameters

Embedment depth.....[m] : 0.00

Natural soil slope.....[°] : 0.00

Reinforcements pattern :

Maccaferri - 70° - Terramesh Verde Polimac - 80 - 3.7 - 70° Polimac 120 anos

Length.....[m] = 4.00

Vertical spacing.....[m] = 0.61

Wrapped length.....[m] = 0.65

Maccaferri - MacGrid WG - WG 60

Length.....[m] = 5.50

Vertical spacing.....[m] = 0.61

Offset.....[m] = 0.00

Block : ELEMENTO 6

Block dimensions.....[m] : Base width = 6.00 Height = 0.61

Back Shift.....[m] = 0.00 by ELEMENTO 5

Face inclination.....[°] : 20.00

Structural embankment type.....: Sandy Clay

Structural embankment.....: RELLENO

Backfill soil.....: RELLENO

Covering soil.....: RELLENO

Foundation soil.....: RELLENO

Brinch Hansen, Vesic or Meyerhof bearing capacity parameters

Embedment depth.....[m] : 0.00

Natural soil slope.....[°] : 0.00

Reinforcements pattern :

Maccaferri - 70° - Terramesh Verde Polimac - 80 - 3.7 - 70° Polimac 120 anos

Length.....[m] = 4.00

Vertical spacing.....[m] = 0.61

Wrapped length.....[m] = 0.65

Block : ELEMENTO 7

Block dimensions [m] : Base width = 6.00 Height = 0.61
 Back Shift [m] = 0.00 by ELEMENTO 6
 Face inclination [°] : 20.00

Structural embankment type : Sandy Clay
 Structural embankment : RELLENO
 Backfill soil : RELLENO
 Covering soil : RELLENO
 Foundation soil : RELLENO

Brinch Hansen, Vesic or Meyerhof bearing capacity parameters

Embedment depth [m] : 0.00
 Natural soil slope [°] : 0.00

Reinforcements pattern :

Maccaferri - 70° - Terramesh Verde Polimac - 80 - 3.7 - 70° Polimac 120 anos

Length [m] = 4.00
 Vertical spacing [m] = 0.61
 Wrapped length [m] = 0.65

Maccaferri - MacGrid WG - WG 60

Length [m] = 5.50
 Vertical spacing [m] = 0.61
 Offset [m] = 0.00

Block : ELEMENTO 8

Block dimensions [m] : Base width = 6.00 Height = 0.61
 Back Shift [m] = 0.00 by ELEMENTO 7
 Face inclination [°] : 20.00

Structural embankment type : Sandy Clay
 Structural embankment : RELLENO
 Backfill soil : RELLENO
 Covering soil : RELLENO
 Foundation soil : RELLENO

Brinch Hansen, Vesic or Meyerhof bearing capacity parameters

Embedment depth [m] : 0.00
 Natural soil slope [°] : 0.00

Reinforcements pattern :

Maccaferri - 70° - Terramesh Verde Polimac - 80 - 3.7 - 70° Polimac 120 anos

Length [m] = 4.00
 Vertical spacing [m] = 0.61
 Wrapped length [m] = 0.65

Block : ELEMENTO 9

Block dimensions [m] : Base width = 6.00 Height = 0.61
 Back Shift [m] = 0.00 by ELEMENTO 8
 Face inclination [°] : 20.00

Structural embankment type : Sandy Clay
 Structural embankment : RELLENO
 Backfill soil : RELLENO
 Covering soil : RELLENO

Foundation soil.....: RELLENO

Brinch Hansen, Vesic or Meyerhof bearing capacity parameters

Embedment depth.....[m] : 0.00

Natural soil slope.....[°] : 0.00

Reinforcements pattern :

Maccaferri - 70° - Terramesh Verde Polimac - 80 - 3.7 - 70° Polimac 120 anos

Length.....[m] = 4.00

Vertical spacing.....[m] = 0.61

Wrapped length.....[m] = 0.65

Maccaferri - MacGrid WG - WG 60

Length.....[m] = 5.50

Vertical spacing.....[m] = 0.61

Offset.....[m] = 0.00

Block : ELEMENTO 10

Block dimensions.....[m] : Base width..... = 6.00 Height..... = 0.61

Back Shift.....[m] = 0.00 by ELEMENTO 9

Face inclination.....[°] : 20.00

Structural embankment type.....: Sandy Clay

Structural embankment.....: RELLENO

Backfill soil.....: RELLENO

Covering soil.....: RELLENO

Foundation soil.....: RELLENO

Brinch Hansen, Vesic or Meyerhof bearing capacity parameters

Embedment depth.....[m] : 0.00

Natural soil slope.....[°] : 0.00

Reinforcements pattern :

Maccaferri - 70° - Terramesh Verde Polimac - 80 - 3.7 - 70° Polimac 120 anos

Length.....[m] = 4.00

Vertical spacing.....[m] = 0.61

Wrapped length.....[m] = 0.65

Block : ELEMENTO 11

Block dimensions.....[m] : Base width..... = 6.00 Height..... = 0.61

Back Shift.....[m] = 0.00 by ELEMENTO 10

Face inclination.....[°] : 20.00

Structural embankment type.....: Sandy Clay

Structural embankment.....: RELLENO

Backfill soil.....: RELLENO

Covering soil.....: RELLENO

Foundation soil.....: RELLENO

Brinch Hansen, Vesic or Meyerhof bearing capacity parameters

Embedment depth.....[m] : 0.00

Natural soil slope.....[°] : 0.00

Reinforcements pattern :

Maccaferri - 70° - Terramesh Verde Polimac - 80 - 3.7 - 70° Polimac 120 anos

Length.....[m] = 4.00

Vertical spacing.....[m]..... = 0.61
Wrapped length.....[m]..... = 0.65

Maccaferri - MacGrid WG - WG 60

Length.....[m]..... = 5.50
Vertical spacing.....[m]..... = 0.61
Offset.....[m]..... = 0.00

Block : ELEMENTO 12

Block dimensions.....[m].....: Base width..... = 6.00 Height.... = 0.61
Back Shift.....[m]..... = 0.00 by ELEMENTO 11
Face inclination.....[°].....: 20.00

Structural embankment type.....: Sandy Clay
Structural embankment.....: RELLENO
Backfill soil.....: RELLENO
Covering soil.....: RELLENO
Foundation soil.....: RELLENO

Brinch Hansen, Vesic or Meyerhof bearing capacity parameters

Embedment depth.....[m]..... : 0.00
Natural soil slope.....[°]..... : 0.00

Reinforcements pattern :

Maccaferri - 70° - Terramesh Verde Polimac - 80 - 3.7 - 70° Polimac 120 anos
Length.....[m]..... = 4.00

Vertical spacing.....[m]..... = 0.61
Wrapped length.....[m]..... = 0.65

Block : ELEMENTO 13

Block dimensions.....[m].....: Base width..... = 6.00 Height.... = 0.61
Back Shift.....[m]..... = 0.00 by ELEMENTO 12
Face inclination.....[°].....: 20.00

Structural embankment type.....: Sandy Clay
Structural embankment.....: RELLENO
Backfill soil.....: RELLENO
Covering soil.....: RELLENO
Foundation soil.....: RELLENO

Brinch Hansen, Vesic or Meyerhof bearing capacity parameters

Embedment depth.....[m]..... : 0.00
Natural soil slope.....[°]..... : 0.00

Reinforcements pattern :

Maccaferri - 70° - Terramesh Verde Polimac - 80 - 3.7 - 70° Polimac 120 anos
Length.....[m]..... = 4.00

Vertical spacing.....[m]..... = 0.61
Wrapped length.....[m]..... = 0.65

SURCHARGE LOADS

Distributed Loads : SC

Description :

Class : Permanent unfavourable

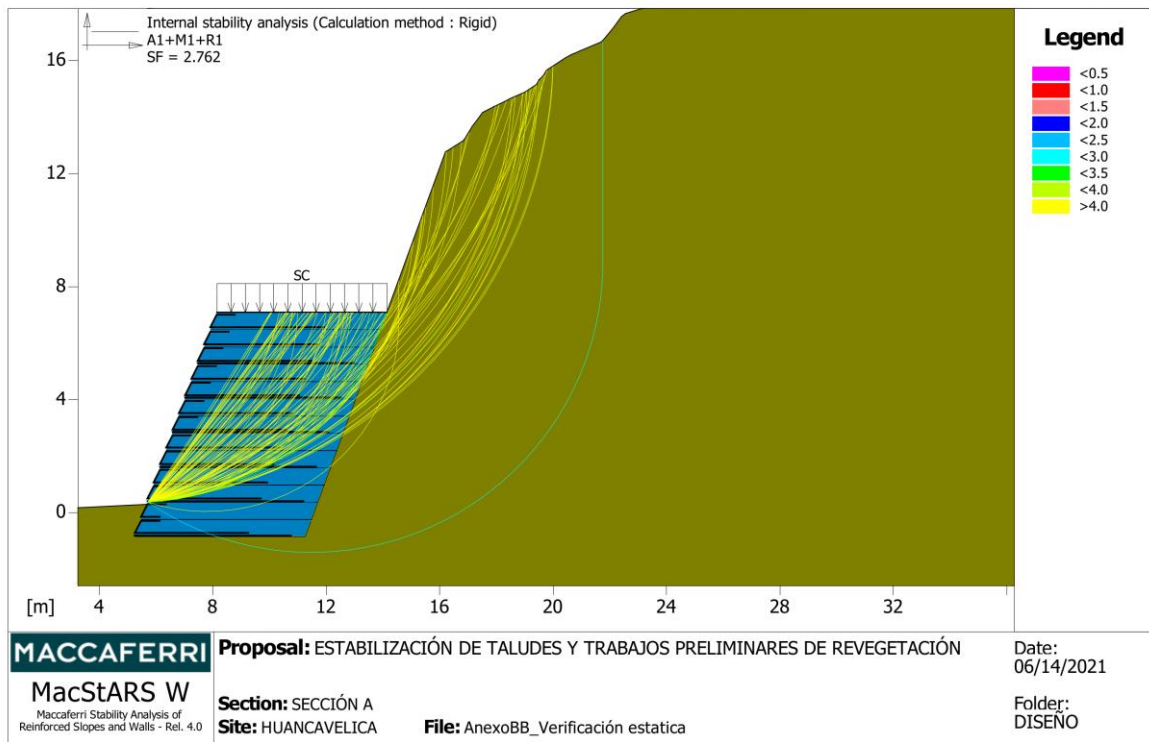
Magnitude.....[kN/m²].. = 2.00 Inclination angle.....[°].. = 0.00

Abscissa.....[m]...: from = 8.15 To = 14.15

PROPERTIES OF THE USED REINFORCEMENTS

Maccaferri - 70° - Terramesh Verde Polimac - 80 - 3.7 - 70° Polimac 120 anos		
Tensile strength UTS	[kN/m].....	50.00
Plastic extension ratio.....		2.00
Elastic extension coefficient.....	[m ³ /kN].....	1.10e-04
Reinforcement Stiffness.....	[kN/m].....	500.00
Minimum anchorage length.....	[m].....	0.15
Breakage Safety Factor (gravel).....		1.43
Pull-out Safety Factor.....		1.00
Breakage Safety Factor (sand).....		1.24
Pull-out Safety Factor.....		1.00
Breakage Safety Factor (silty sand).....		1.24
Pull-out Safety Factor.....		1.00
Breakage Safety Factor (sandy clay).....		1.24
Pull-out Safety Factor.....		1.00
Interaction factor reinforcement/reinforcement.....		0.30
Pullout coefficient reinforcement-gravel.....		0.90
Pullout coefficient reinforcement-sand.....		0.65
Pullout coefficient reinforcement-silt.....		0.50
Pullout coefficient reinforcement-clay.....		0.30
Maccaferri - MacGrid WG - WG 60		
Tensile strength UTS	[kN/m].....	60.00
Plastic extension ratio.....		0.00
Elastic extension coefficient.....	[m ³ /kN].....	1.10e-04
Reinforcement Stiffness.....	[kN/m].....	500.00
Minimum anchorage length.....	[m].....	0.15
Breakage Safety Factor (gravel).....		2.03
Pull-out Safety Factor.....		1.00
Breakage Safety Factor (sand).....		1.69
Pull-out Safety Factor.....		1.00
Breakage Safety Factor (silty sand).....		1.69
Pull-out Safety Factor.....		1.00
Breakage Safety Factor (sandy clay).....		1.69
Pull-out Safety Factor.....		1.00
Interaction factor reinforcement/reinforcement.....		0.20
Pullout coefficient reinforcement-gravel.....		0.90
Pullout coefficient reinforcement-sand.....		0.90
Pullout coefficient reinforcement-silt.....		0.70
Pullout coefficient reinforcement-clay.....		0.50

CHECKS RESULTS



Internal Stability :

Multiplier combination : A1+M1+R1

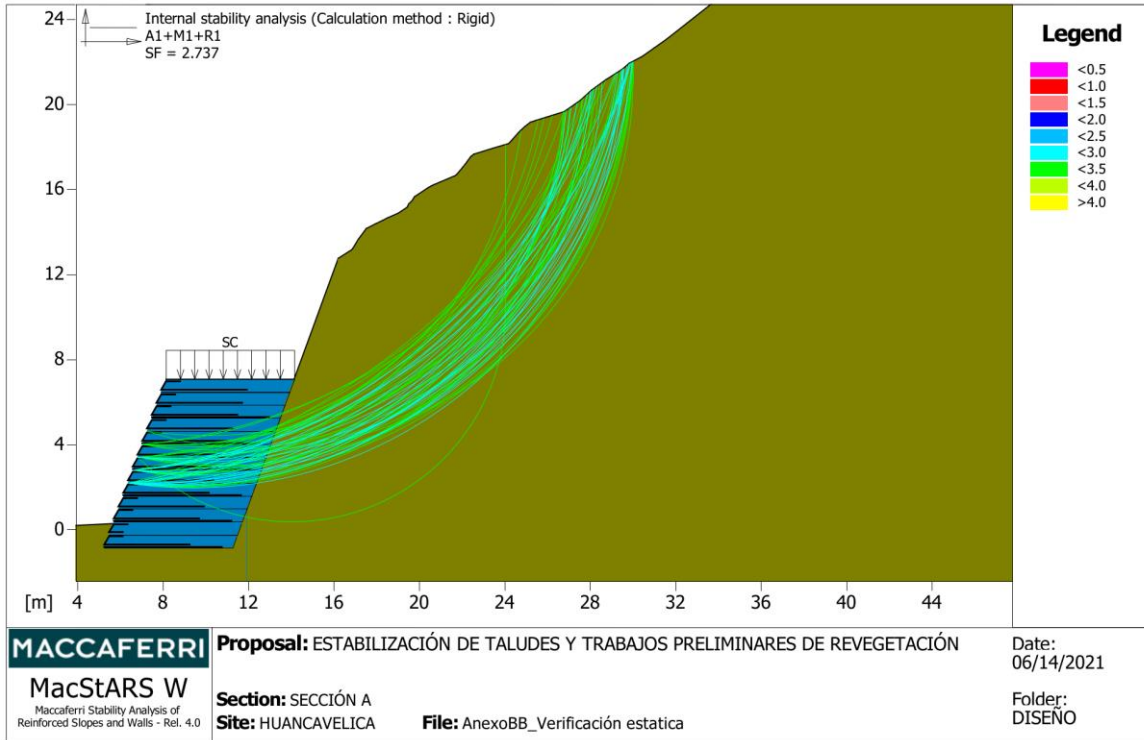
Reinforcements active Forces according to Rigid Method

Stability analysis with circular surfaces according to Janbu's Method

Evaluated Safety Factor.....: 2.762

Block	Surfaces searching range	
ELEMENTO 3	Arrival range, abscises [m]	
	First point	Second point
	10.00	20.00
Number of starting point on the starting segment.....:	1	
Total number of trial surfaces.....:	100	
Minimum base length of slices..... [m].....:	0.50	
Superior limit search angle..... [°].....:	0.00	
Inferior limit search angle..... [°].....:	0.00	

Multiplier	Class
1.35	Permanent unfavourable
1.00	Angle of shearing resistance (Tan phi)
1.00	Effective cohesion
1.00	Weight density
1.00	Tensile strength of reinforcement
1.00	Pullout resistance of reinforcement
1.00	Ground resistance for overall stability



Internal Stability :

Multiplier combination : A1+M1+R1

Reinforcements active Forces according to Rigid Method

Stability analysis with circular surfaces according to Janbu's Method

Evaluated Safety Factor : 2.737

Surfaces searching range

Block
 ELEMENTO 6

Arrival range, abscises [m]
 First point 10.00
 Second point 30.00

Number of starting point on the starting segment : 1

Total number of trial surfaces : 100

Minimum base length of slices [m] : 0.50

Superior limit search angle [°] : 0.00

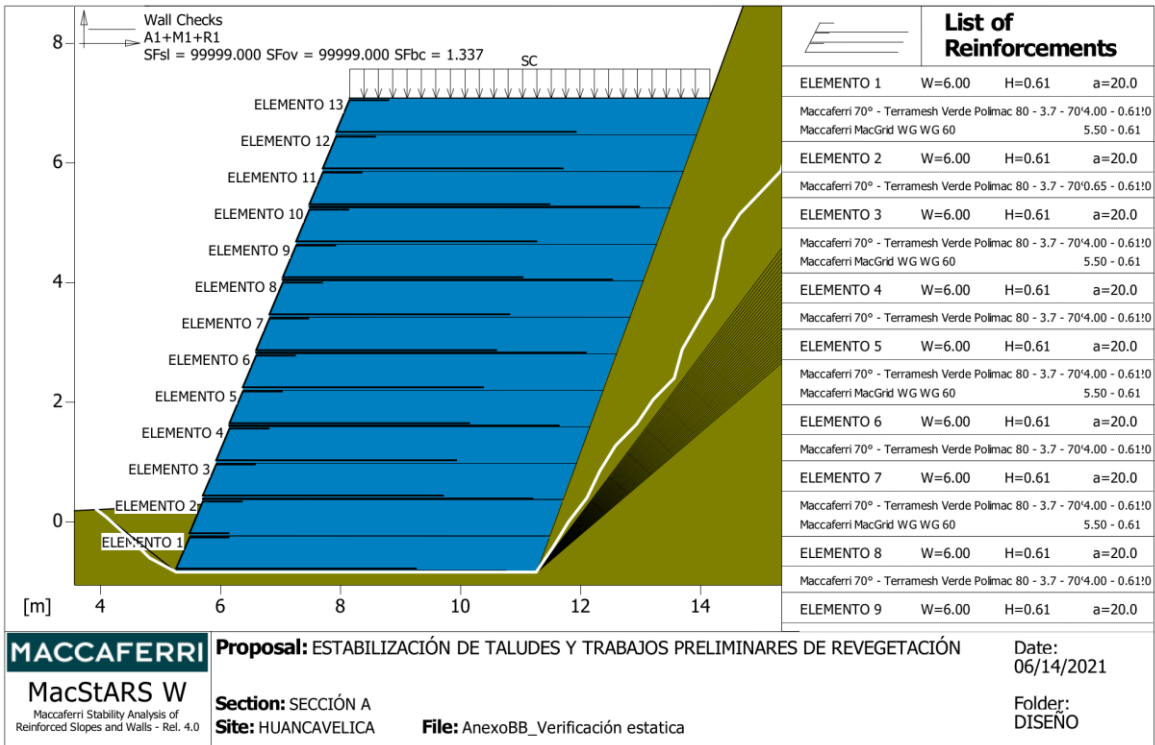
Inferior limit search angle [°] : 0.00

Block : ELEMENTO 6

Maccaferri - 70° - Terramesh Verde Polimac - 80 - 3.7 - 70° Polimac 120 anos

Y	Tb	Tp	Td	Tb/Td	Tp/Td
[m]	breakage [kN/m]	pullout [kN/m]	design [kN/m]	1/Fmax	
0.000	50.0	26.8	26.8	1.87	1.00

Multiplier	Class
1.35	Permanent unfavourable
1.00	Angle of shearing resistance (Tan phi)
1.00	Effective cohesion
1.00	Weight density
1.00	Tensile strength of reinforcement
1.00	Pullout resistance of reinforcement
1.00	Ground resistance for overall stability

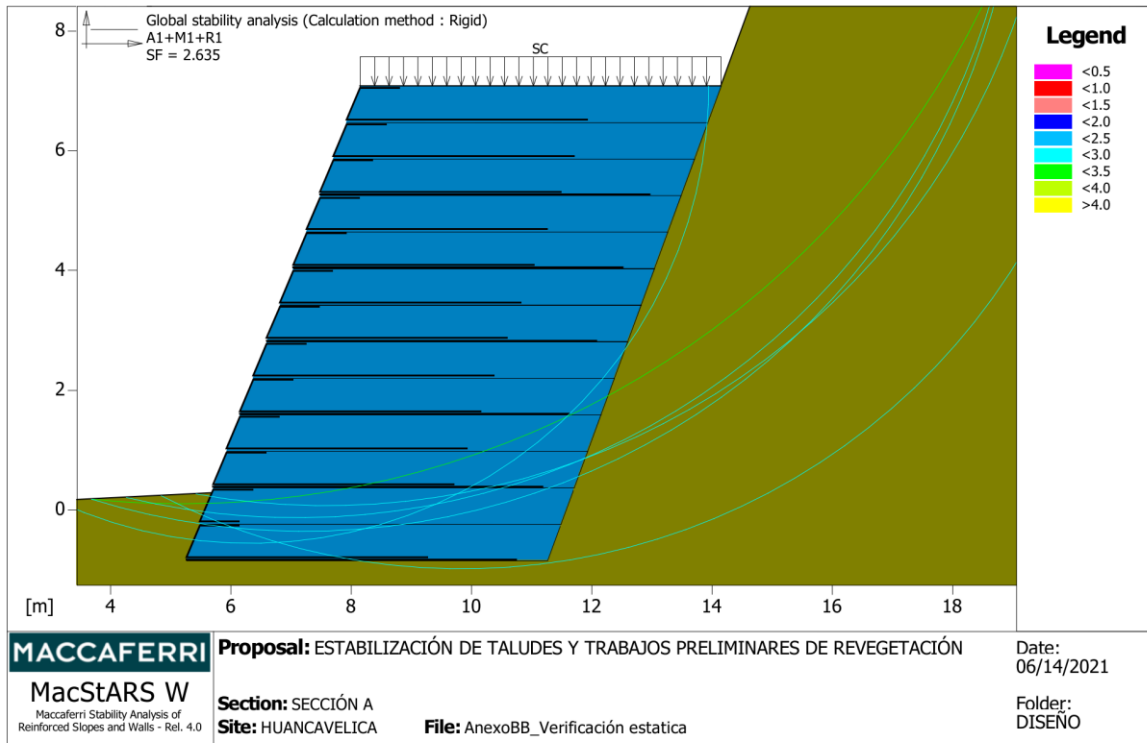


MACCAFERRI **Proposal:** ESTABILIZACIÓN DE TALUDES Y TRABAJOS PRELIMINARES DE REVEGETACIÓN **Date:** 06/14/2021
MacStARS W **Section:** SECCIÓN A **Folder:** DISEÑO
Maccaferri Stability Analysis of Reinforced Slopes and Walls - Rel. 4.0 **Site:** HUANCAVELICA **File:** AnexoBB_Verificación estática

Wall Checks :

Multiplier combination : A1+M1+R1; Considered block : ELEMENTO 1
 Resisting force [kN/m] : 470.46
 Active force [kN/m] :-1079.10
 Sliding class : Sliding resistance
 Sliding safety factor :99999.000
 Restoring moment [kN*m/m] : 3670.40
 Overturning moment [kN*m/m] :-10597.00
 Overturning class : Overturning
 Overturning safety factor :99999.000
 Imposed ultimate bearing pressure
 Ultimate bearing pressure [kN/m²] : 183.41
 Active pressure [kN/m²] : 137.17
 Pressure class : Bearing capacity
 Bearing capacity safety factor : 1.337
 Equivalent bearing area [m] : 6.00
 Eccentricity of normal force [m] : -14.34
 Lever arm of overturning force [m] : 9.82
 Normal force on the base [kN] : 823.01
 Outer edge stress [kN/m²] : -174.04
 Inner edge stress [kN/m²] : 101.43

Multiplier	Class
1.35	Permanent unfavourable
1.00	Angle of shearing resistance (Tan phi)
1.00	Effective cohesion
1.00	Weight density
1.00	Tensile strength of reinforcement
1.00	Pullout resistance of reinforcement
1.00	Sliding resistance
1.00	Bearing capacity
1.00	Overturning



Global Stability Check :

Multiplier combination : A1+M1+R1

Reinforcements active Forces according to Rigid Method

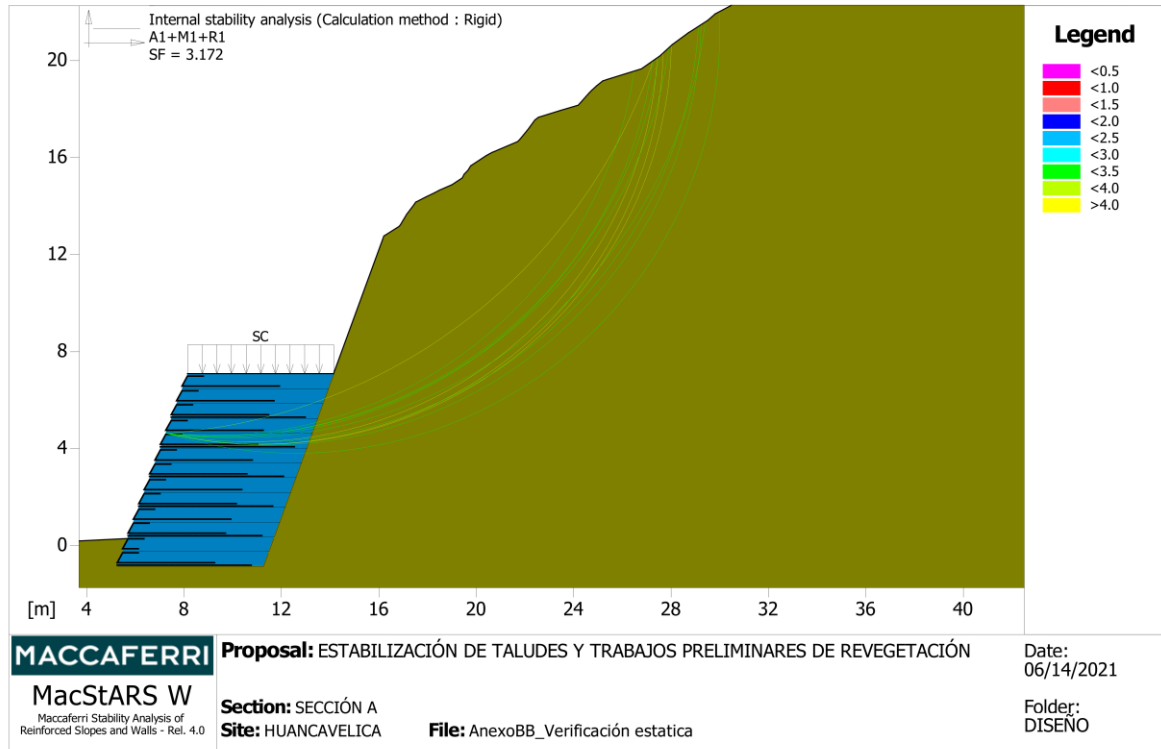
Stability analysis with circular surfaces according to Bishop's Method

Evaluated Safety Factor : 2.635

Surfaces searching range

Starting range, abscises [m]		Arrival range, abscises [m]	
First point	Second point	First point	Second point
3.10	6.00	12.00	20.00
Number of starting point on the starting segment..... :		6	
Total number of trial surfaces..... :		102	
Minimum base length of slices..... [m] :		0.50	
Superior limit search angle..... [°] :		0.00	
Inferior limit search angle..... [°] :		0.00	

Multiplier	Class
1.35	Permanent unfavourable
1.00	Angle of shearing resistance (Tan phi)
1.00	Effective cohesion
1.00	Weight density
1.00	Tensile strength of reinforcement
1.00	Pullout resistance of reinforcement
1.00	Ground resistance for overall stability



Internal Stability :

Multiplier combination : A1+M1+R1

Reinforcements active Forces according to Rigid Method

Stability analysis with circular surfaces according to Janbu's Method

Evaluated Safety Factor.....: **3.172**

Block	Surfaces searching range	
	Arrival range, abscises [m]	
ELEMENTO 10	First point	Second point
	10.00	30.00
Number of starting point on the starting segment.....:	1	
Total number of trial surfaces.....:	100	
Minimum base length of slices..... [m].....:	0.50	
Superior limit search angle..... [°].....:	0.00	
Inferior limit search angle..... [°].....:	0.00	

Multiplier	Class
1.35	Permanent unfavourable
1.00	Angle of shearing resistance (Tan phi)
1.00	Effective cohesion
1.00	Weight density
1.00	Tensile strength of reinforcement
1.00	Pullout resistance of reinforcement
1.00	Ground resistance for overall stability

Verificación de la estabilidad en condiciones pseudoestáticas

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

Project Title.....: ESTABILIZACIÓN DE TALUDES Y TRABAJOS PRELIMINARES DE REVEGETACIÓN

Cross Section.....: SECCIÓN A

Site.....: HUANCAVELICA

Folder.....: DISEÑO

File.....: 01_Verificacion_Cerro del Águila - pseudoestatico

Date.....: 06/14/2021

Checks according to Eurocode 7 EN 1997-1
Eurocode 7 EN 1997-1

TABLE OF CONTENTS

Soil: RELLENO	Description:	
Cohesion Class.....	: Effective cohesion	
Cohesion.....	[kN/m ²].....	48.00
Friction Angle Class.....	: Angle of shearing resistance (Tan phi)	
Friction Angle.....	[°].....	12.50
Ru value.....		0.00
Weight Class.....	: Weight density	
Bulk unit weight - above GWT.....	[kN/m ³].....	16.91
Bulk unit weight - below GWT.....	[kN/m ³].....	16.91
Elastic Modulus.....	[kN/m ²].....	0.00
Poisson's ratio.....		0.30
Soil: TERRENO	Description:	
Cohesion Class.....	: Effective cohesion	
Cohesion.....	[kN/m ²].....	48.00
Friction Angle Class.....	: Angle of shearing resistance (Tan phi)	
Friction Angle.....	[°].....	12.50
Ru value.....		0.00
Weight Class.....	: Weight density	
Bulk unit weight - above GWT.....	[kN/m ³].....	9.80
Bulk unit weight - below GWT.....	[kN/m ³].....	9.80
Elastic Modulus.....	[kN/m ²].....	0.00
Poisson's ratio.....		0.30

STRATA PROFILES

Stratum: TERRENO

Description:

Soil : TERRENO

X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
3.08	0.15	11.79	0.59	16.22	12.76	16.73	13.08
16.84	13.15	16.90	13.21	17.16	13.65	17.45	14.04
17.53	14.15	17.95	14.37	18.30	14.54	18.51	14.65
19.02	14.87	19.44	15.15	19.52	15.31	19.67	15.46
19.79	15.65	20.43	16.07	20.57	16.15	20.67	16.20
20.74	16.23	20.97	16.33	21.72	16.65	21.79	16.72
22.14	17.15	22.42	17.54	22.57	17.65	23.47	17.93
24.20	18.15	24.65	18.65	24.75	18.76	24.95	18.95
25.21	19.15	25.43	19.23	26.80	19.65	27.56	20.18
28.07	20.65	28.75	21.15	28.82	21.19	29.52	21.65
29.83	21.92	30.45	22.25	31.02	22.65	31.57	23.04
33.60	24.65	33.98	24.91	34.22	25.06	34.32	25.15
34.40	25.22	34.90	25.65	35.23	25.95	35.56	26.15
35.89	26.37	36.20	26.65	36.63	26.87	36.79	26.93
37.23	27.15	37.60	27.38	37.85	27.59	37.95	27.65
38.01	27.68	62.24	42.39				

REINFORCED BLOCKS

Block : ELEMENTO 1

Block dimensions.....[m].....: Base width..... = 6.00 Height.... = 0.61
 Block Origin.....[m].....: Abscissa..... = 5.27 Ordinate.. = -0.85
 Face inclination.....[°].....: 20.00

Structural embankment type.....: Sandy Clay
 Structural embankment.....: RELLENO
 Backfill soil.....: RELLENO
 Covering soil.....: RELLENO
 Foundation soil.....: RELLENO

Brinch Hansen, Vesic or Meyerhof bearing capacity parameters

Embedment depth.....[m] : 1.50
 Natural soil slope.....[°] : 0.00

Reinforcements pattern :

Maccaferri - 70° - Terramesh Verde Polimac - 80 - 3.7 - 70° Polimac 120 anos

Length.....[m]..... = 4.00
 Vertical spacing.....[m]..... = 0.61
 Wrapped length.....[m]..... = 0.65

Maccaferri - MacGrid WG - WG 60

Length.....[m]..... = 5.50
 Vertical spacing.....[m]..... = 0.61
 Offset.....[m]..... = 0.00

Block : ELEMENTO 2

Block dimensions.....[m].....: Base width..... = 6.00 Height.... = 0.61
 Back Shift.....[m]..... = 0.00 by ELEMENTO 1
 Face inclination.....[°].....: 20.00

Structural embankment type.....: Sandy Clay
Structural embankment.....: RELLENO
Backfill soil.....: RELLENO
Covering soil.....: RELLENO
Foundation soil.....: RELLENO

Brinch Hansen, Vesic or Meyerhof bearing capacity parameters

Embedment depth.....[m] : 0.00
Natural soil slope.....[°] : 0.00

Reinforcements pattern :

Maccaferri - 70° - Terramesh Verde Polimac - 80 - 3.7 - 70° Polimac 120 anos

Length.....[m] = 0.65
Vertical spacing.....[m] = 0.61
Wrapped length.....[m] = 0.65

Block : ELEMENTO 3

Block dimensions.....[m] : Base width = 6.00 Height = 0.61
Back Shift.....[m] = 0.00 by ELEMENTO 2
Face inclination.....[°] : 20.00

Structural embankment type.....: Sandy Clay
Structural embankment.....: RELLENO
Backfill soil.....: RELLENO
Covering soil.....: RELLENO
Foundation soil.....: RELLENO

Brinch Hansen, Vesic or Meyerhof bearing capacity parameters

Embedment depth.....[m] : 0.00
Natural soil slope.....[°] : 0.00

Reinforcements pattern :

Maccaferri - 70° - Terramesh Verde Polimac - 80 - 3.7 - 70° Polimac 120 anos

Length.....[m] = 4.00
Vertical spacing.....[m] = 0.61
Wrapped length.....[m] = 0.65

Maccaferri - MacGrid WG - WG 60

Length.....[m] = 5.50
Vertical spacing.....[m] = 0.61
Offset.....[m] = 0.00

Block : ELEMENTO 4

Block dimensions.....[m] : Base width = 6.00 Height = 0.61
Back Shift.....[m] = 0.00 by ELEMENTO 3
Face inclination.....[°] : 20.00

Structural embankment type.....: Sandy Clay
Structural embankment.....: RELLENO
Backfill soil.....: RELLENO
Covering soil.....: RELLENO
Foundation soil.....: RELLENO

Brinch Hansen, Vesic or Meyerhof bearing capacity parameters

Embedment depth.....[m] : 0.00
Natural soil slope.....[°] : 0.00

Reinforcements pattern :

Maccaferri - 70° - Terramesh Verde Polimac - 80 - 3.7 - 70° Polimac 120 anos

Length.....[m] = 4.00

Vertical spacing.....[m] = 0.61

Wrapped length.....[m] = 0.65

Block : ELEMENTO 5

Block dimensions.....[m] : Base width = 6.00 Height = 0.61

Back Shift.....[m] = 0.00 by ELEMENTO 4

Face inclination.....[°] : 20.00

Structural embankment type.....: Sandy Clay

Structural embankment.....: RELLENO

Backfill soil.....: RELLENO

Covering soil.....: RELLENO

Foundation soil.....: RELLENO

Brinch Hansen, Vesic or Meyerhof bearing capacity parameters

Embedment depth.....[m] : 0.00

Natural soil slope.....[°] : 0.00

Reinforcements pattern :

Maccaferri - 70° - Terramesh Verde Polimac - 80 - 3.7 - 70° Polimac 120 anos

Length.....[m] = 4.00

Vertical spacing.....[m] = 0.61

Wrapped length.....[m] = 0.65

Maccaferri - MacGrid WG - WG 60

Length.....[m] = 5.50

Vertical spacing.....[m] = 0.61

Offset.....[m] = 0.00

Block : ELEMENTO 6

Block dimensions.....[m] : Base width = 6.00 Height = 0.61

Back Shift.....[m] = 0.00 by ELEMENTO 5

Face inclination.....[°] : 20.00

Structural embankment type.....: Sandy Clay

Structural embankment.....: RELLENO

Backfill soil.....: RELLENO

Covering soil.....: RELLENO

Foundation soil.....: RELLENO

Brinch Hansen, Vesic or Meyerhof bearing capacity parameters

Embedment depth.....[m] : 0.00

Natural soil slope.....[°] : 0.00

Reinforcements pattern :

Maccaferri - 70° - Terramesh Verde Polimac - 80 - 3.7 - 70° Polimac 120 anos

Length.....[m] = 4.00

Vertical spacing.....[m] = 0.61

Wrapped length.....[m] = 0.65

Block : ELEMENTO 7

Block dimensions [m] : Base width = 6.00 Height = 0.61
Back Shift [m] = 0.00 by ELEMENTO 6
Face inclination [°] : 20.00

Structural embankment type : Sandy Clay
Structural embankment : RELLENO
Backfill soil : RELLENO
Covering soil : RELLENO
Foundation soil : RELLENO

Brinch Hansen, Vesic or Meyerhof bearing capacity parameters

Embedment depth [m] : 0.00
Natural soil slope [°] : 0.00

Reinforcements pattern :

Maccaferri - 70° - Terramesh Verde Polimac - 80 - 3.7 - 70° Polimac 120 anos

Length [m] = 4.00
Vertical spacing [m] = 0.61
Wrapped length [m] = 0.65

Maccaferri - MacGrid WG - WG 60

Length [m] = 5.50
Vertical spacing [m] = 0.61
Offset [m] = 0.00

Block : ELEMENTO 8

Block dimensions [m] : Base width = 6.00 Height = 0.61
Back Shift [m] = 0.00 by ELEMENTO 7
Face inclination [°] : 20.00

Structural embankment type : Sandy Clay
Structural embankment : RELLENO
Backfill soil : RELLENO
Covering soil : RELLENO
Foundation soil : RELLENO

Brinch Hansen, Vesic or Meyerhof bearing capacity parameters

Embedment depth [m] : 0.00
Natural soil slope [°] : 0.00

Reinforcements pattern :

Maccaferri - 70° - Terramesh Verde Polimac - 80 - 3.7 - 70° Polimac 120 anos

Length [m] = 4.00
Vertical spacing [m] = 0.61
Wrapped length [m] = 0.65

Block : ELEMENTO 9

Block dimensions [m] : Base width = 6.00 Height = 0.61
Back Shift [m] = 0.00 by ELEMENTO 8
Face inclination [°] : 20.00

Structural embankment type : Sandy Clay
Structural embankment : RELLENO

Backfill soil.....: RELLENO
Covering soil.....: RELLENO
Foundation soil.....: RELLENO

Brinch Hansen, Vesic or Meyerhof bearing capacity parameters

Embedment depth.....[m] : 0.00
Natural soil slope.....[°] : 0.00

Reinforcements pattern :

Maccaferri - 70° - Terramesh Verde Polimac - 80 - 3.7 - 70° Polimac 120 anos

Length.....[m] = 4.00
Vertical spacing.....[m] = 0.61
Wrapped length.....[m] = 0.65

Maccaferri - MacGrid WG - WG 60

Length.....[m] = 5.50
Vertical spacing.....[m] = 0.61
Offset.....[m] = 0.00

Block : ELEMENTO 10

Block dimensions.....[m] : Base width = 6.00 Height = 0.61
Back Shift.....[m] = 0.00 by ELEMENTO 9
Face inclination.....[°] : 20.00

Structural embankment type.....: Sandy Clay
Structural embankment.....: RELLENO
Backfill soil.....: RELLENO
Covering soil.....: RELLENO
Foundation soil.....: RELLENO

Brinch Hansen, Vesic or Meyerhof bearing capacity parameters

Embedment depth.....[m] : 0.00
Natural soil slope.....[°] : 0.00

Reinforcements pattern :

Maccaferri - 70° - Terramesh Verde Polimac - 80 - 3.7 - 70° Polimac 120 anos

Length.....[m] = 4.00
Vertical spacing.....[m] = 0.61
Wrapped length.....[m] = 0.65

Block : ELEMENTO 11

Block dimensions.....[m] : Base width = 6.00 Height = 0.61
Back Shift.....[m] = 0.00 by ELEMENTO 10
Face inclination.....[°] : 20.00

Structural embankment type.....: Sandy Clay
Structural embankment.....: RELLENO
Backfill soil.....: RELLENO
Covering soil.....: RELLENO
Foundation soil.....: RELLENO

Brinch Hansen, Vesic or Meyerhof bearing capacity parameters

Embedment depth.....[m] : 0.00
Natural soil slope.....[°] : 0.00

Reinforcements pattern :

Maccaferri - 70° - Terramesh Verde Polimac - 80 - 3.7 - 70° Polimac 120 anos

Length.....[m].....= 4.00
Vertical spacing.....[m].....= 0.61
Wrapped length.....[m].....= 0.65

Maccaferri - MacGrid WG - WG 60

Length.....[m].....= 5.50
Vertical spacing.....[m].....= 0.61
Offset.....[m].....= 0.00

Block : ELEMENTO 12

Block dimensions.....[m].....: Base width.....= 6.00 Height.....= 0.61
Back Shift.....[m].....= 0.00 by ELEMENTO 11
Face inclination.....[°].....: 20.00

Structural embankment type.....: Sandy Clay
Structural embankment.....: RELLENO
Backfill soil.....: RELLENO
Covering soil.....: RELLENO
Foundation soil.....: RELLENO

Brinch Hansen, Vesic or Meyerhof bearing capacity parameters

Embedment depth.....[m] : 0.00
Natural soil slope.....[°] : 0.00

Reinforcements pattern :

Maccaferri - 70° - Terramesh Verde Polimac - 80 - 3.7 - 70° Polimac 120 anos

Length.....[m].....= 4.00
Vertical spacing.....[m].....= 0.61
Wrapped length.....[m].....= 0.65

Block : ELEMENTO 13

Block dimensions.....[m].....: Base width.....= 6.00 Height.....= 0.61
Back Shift.....[m].....= 0.00 by ELEMENTO 12
Face inclination.....[°].....: 20.00

Structural embankment type.....: Sandy Clay
Structural embankment.....: RELLENO
Backfill soil.....: RELLENO
Covering soil.....: RELLENO
Foundation soil.....: RELLENO

Brinch Hansen, Vesic or Meyerhof bearing capacity parameters

Embedment depth.....[m] : 0.00
Natural soil slope.....[°] : 0.00

Reinforcements pattern :

Maccaferri - 70° - Terramesh Verde Polimac - 80 - 3.7 - 70° Polimac 120 anos

Length.....[m].....= 4.00
Vertical spacing.....[m].....= 0.61
Wrapped length.....[m].....= 0.65

SURCHARGE LOADS

Distributed Loads : SC

Description :

Class : Permanent unfavourable

Magnitude [kN/m²] = 2.00 Inclination angle [°] = 0.00

Abscissa [m] : from = 8.15 To = 14.15

Earthquake Load :

Class : Seismic action

Acceleration [m/s²] : Horizontal = 3.43 Vertical = 0.00

PROPERTIES OF THE USED REINFORCEMENTS

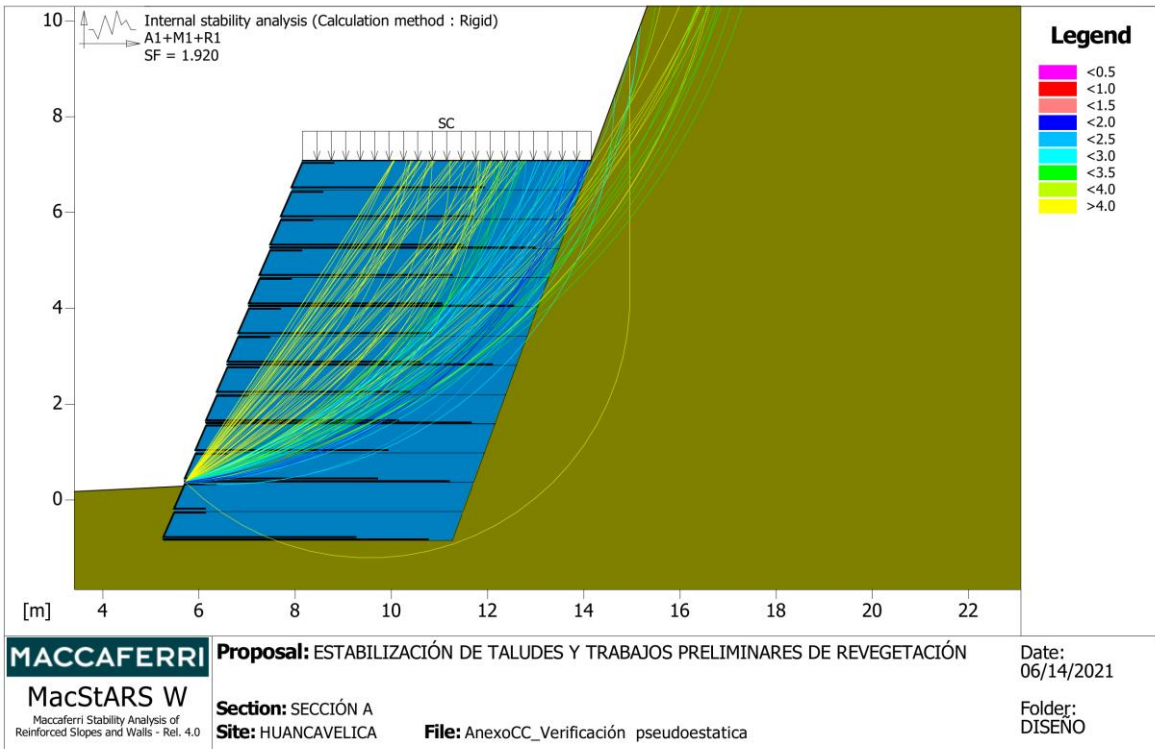
Maccaferri - 70° - Terramesh Verde Polimac - 80 - 3.7 - 70° Polimac 120 anos

Tensile strength UTS	[kN/m]	: 50.00
Plastic extension ratio		: 2.00
Elastic extension coefficient	[m ³ /kN]	: 1.10e-04
Reinforcement Stiffness	[kN/m]	: 500.00
Minimum anchorage length	[m]	: 0.15
Breakage Safety Factor (gravel)		: 1.43
Pull-out Safety Factor		: 1.00
Breakage Safety Factor (sand)		: 1.24
Pull-out Safety Factor		: 1.00
Breakage Safety Factor (silty sand)		: 1.24
Pull-out Safety Factor		: 1.00
Breakage Safety Factor (sandy clay)		: 1.24
Pull-out Safety Factor		: 1.00
Interaction factor reinforcement/reinforcement		: 0.30
Pullout coefficient reinforcement-gravel		: 0.90
Pullout coefficient reinforcement-sand		: 0.65
Pullout coefficient reinforcement-silt		: 0.50
Pullout coefficient reinforcement-clay		: 0.30

Maccaferri - MacGrid WG - WG 60

Tensile strength UTS	[kN/m]	: 60.00
Plastic extension ratio		: 0.00
Elastic extension coefficient	[m ³ /kN]	: 1.10e-04
Reinforcement Stiffness	[kN/m]	: 500.00
Minimum anchorage length	[m]	: 0.15
Breakage Safety Factor (gravel)		: 2.03
Pull-out Safety Factor		: 1.00
Breakage Safety Factor (sand)		: 1.69
Pull-out Safety Factor		: 1.00
Breakage Safety Factor (silty sand)		: 1.69
Pull-out Safety Factor		: 1.00
Breakage Safety Factor (sandy clay)		: 1.69
Pull-out Safety Factor		: 1.00
Interaction factor reinforcement/reinforcement		: 0.20
Pullout coefficient reinforcement-gravel		: 0.90
Pullout coefficient reinforcement-sand		: 0.90
Pullout coefficient reinforcement-silt		: 0.70
Pullout coefficient reinforcement-clay		: 0.50

CHECKS RESULTS



Internal Stability:

Multiplier combination: A1+M1+R1

Reinforcements active Forces according to Rigid Method

Stability analysis with circular surfaces according to Janbu's Method

Evaluated Safety Factor : 1.920

Surfaces searching range

Block	Arrival range, abscises [m]	
ELEMENTO 3	First point	Second point
	10.00	18.00
Number of starting point on the starting segment	1	
Total number of trial surfaces	100	
Minimum base length of slices	0.50 [m]	
Superior limit search angle	0.00 [°]	
Inferior limit search angle	0.00 [°]	

Block : ELEMENTO 4

Maccaferri - 70° - Terramesh Verde Polimac - 80 - 3.7 - 70° Polimac 120 anos

Y	Tb	Tp	Td	Tb/Td	Tp/Td
[m]	breakage	pullout	design	1/Fmax	
	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]		
0.000	50.0	22.0	22.0	2.27	1.00

Block : ELEMENTO 5

Maccaferri - 70° - Terramesh Verde Polimac - 80 - 3.7 - 70° Polimac 120 anos

Y	Tb	Tp	Td	Tb/Td	Tp/Td
---	----	----	----	-------	-------

[m]	breakage [kN/m]	pullout [kN/m]	design [kN/m]	1/Fmax	
0.000	50.0	12.7	12.7	3.94	1.00

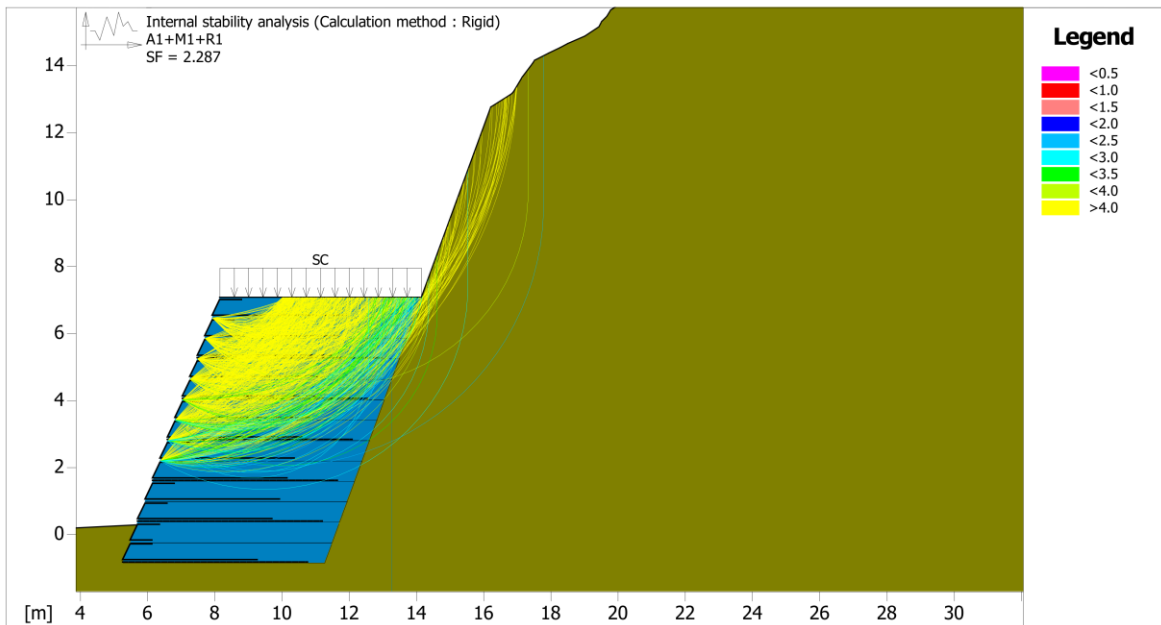
Block : ELEMENTO 5
Maccaferri - MacGrid WG - WG 60

Y	Tb breakage [kN/m]	Tp pullout [kN/m]	Td design [kN/m]	Tb/Td 1/Fmax	Tp/Td
[m]					
0.000	60.0	46.5	35.5	1.69	1.31

Block : ELEMENTO 7
Maccaferri - MacGrid WG - WG 60

Y	Tb breakage [kN/m]	Tp pullout [kN/m]	Td design [kN/m]	Tb/Td 1/Fmax	Tp/Td
[m]					
0.000	60.0	12.8	12.8	4.69	1.00

Multiplier	Class
1.35	Permanent unfavourable
1.00	Seismic action
1.00	Angle of shearing resistance (Tan phi)
1.00	Effective cohesion
1.00	Weight density
1.00	Tensile strength of reinforcement
1.00	Pullout resistance of reinforcement
1.00	Ground resistance for overall stability



MACCAFERRI MacStARS W <small>Maccaferri Stability Analysis of Reinforced Slopes and Walls - Rel. 4.0</small>	Proposal: ESTABILIZACIÓN DE TALUDES Y TRABAJOS PRELIMINARES DE REVEGETACIÓN	Date: 06/14/2021
	Section: SECCIÓN A Site: HUANCAVELICA	File: AnexoCC_Verificación pseudoestatica

Internal Stability :

Multiplier combination : A1+M1+R1

Reinforcements active Forces according to Rigid Method

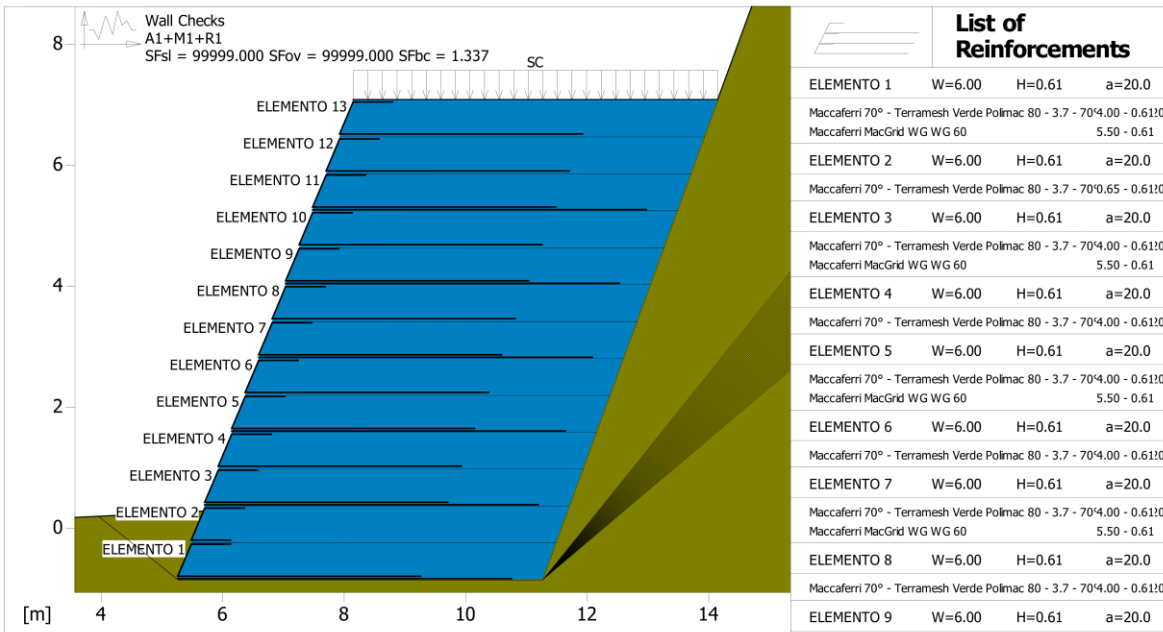
Stability analysis with circular surfaces according to Janbu's Method

Evaluated Safety Factor.....: 2.287

Block Surfaces searching range
 ELEMENTO 6 First point Arrival range, abscises [m] Second point
 10.00 17.00

Number of starting point on the starting segment.....: 1
 Total number of trial surfaces.....: 100
 Minimum base length of slices.....[m].....: 0.50
 Superior limit search angle.....[°].....: 0.00
 Inferior limit search angle.....[°].....: 0.00

Multiplier	Class
1.35	Permanent unfavourable
1.00	Seismic action
1.00	Angle of shearing resistance (Tan phi)
1.00	Effective cohesion
1.00	Weight density
1.00	Tensile strength of reinforcement
1.00	Pullout resistance of reinforcement
1.00	Ground resistance for overall stability



<p>MacStARS W Maccaferri Stability Analysis of Reinforced Slopes and Walls - Rel. 4.0</p>	<p>Proposal: ESTABILIZACIÓN DE TALUDES Y TRABAJOS PRELIMINARES DE REVEGETACIÓN</p>	<p>Date: 06/14/2021</p>
	<p>Section: SECCIÓN A Site: HUANCAVELICA</p>	<p>File: AnexoCC_Verificación pseudoestatica</p>

Wall Checks :

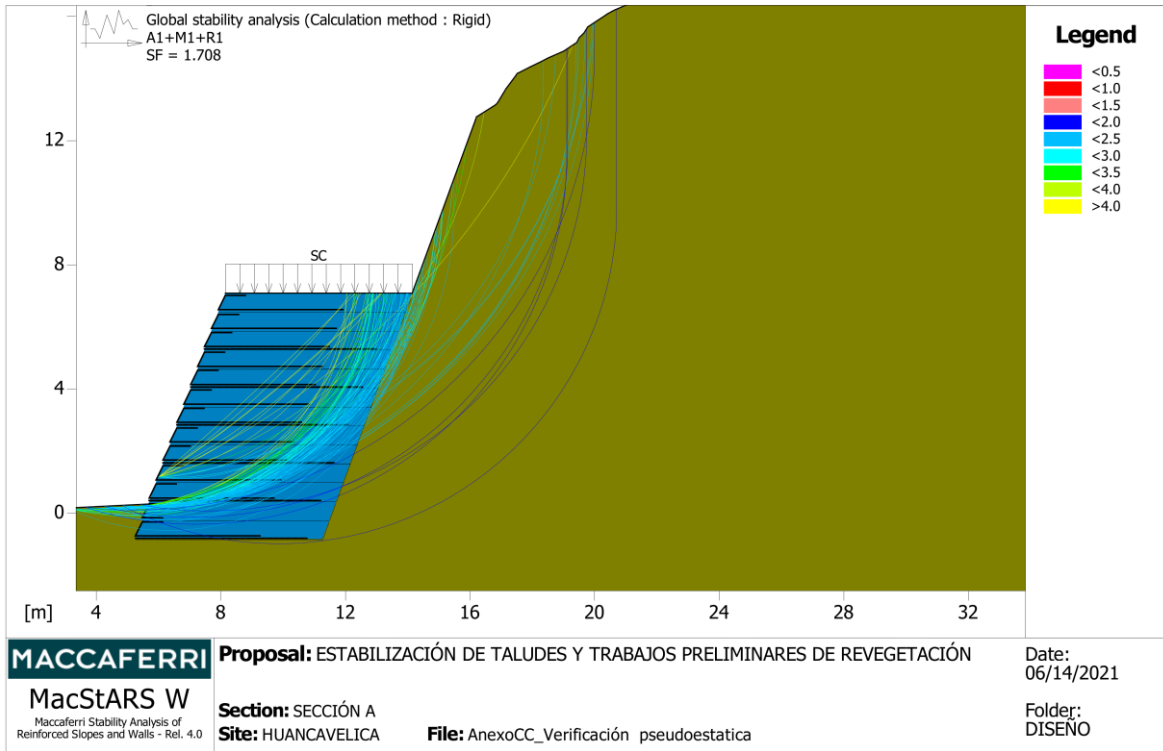
Multiplier combination : A1+M1+R1

Considered block : ELEMENTO 1

Resisting force.....[kN/m].....: 470.46
 Active force.....[kN/m].....: -606.20
 Sliding class.....: Sliding resistance
 Sliding safety factor.....:99999.000
 Restoring moment.....[kN*m/m].....: 3670.40
 Overturning moment.....[kN*m/m].....:-8253.70
 Overturning class.....: Overturning
 Overturning safety factor.....:99999.000
 Imposed ultimate bearing pressure

Ultimate bearing pressure.....[kN/m²].....: 183.41
 Active pressure.....[kN/m²].....: 137.17
 Pressure class.....: Bearing capacity
 Bearing capacity safety factor.....: 1.337
 Equivalent bearing area.....[m].....: 6.00
 Eccentricity of normal force.....[m].....: -11.49
 Lever arm of overturning force.....[m].....: 13.62
 Normal force on the base.....[kN].....: 823.01
 Outer edge stress.....[kN/m²].....: -245.33
 Inner edge stress.....[kN/m²].....: 148.37

Multiplier	Class
1.35	Permanent unfavourable
1.00	Seismic action
1.00	Angle of shearing resistance (Tan phi)
1.00	Effective cohesion
1.00	Weight density
1.00	Tensile strength of reinforcement
1.00	Pullout resistance of reinforcement
1.00	Sliding resistance
1.00	Bearing capacity
1.00	Overturning



Global Stability Check :

Multiplier combination : A1+M1+R1

Reinforcements active Forces according to Rigid Method

Stability analysis with circular surfaces according to Bishop's Method

Evaluated Safety Factor.....: 1.708

Surfaces searching range

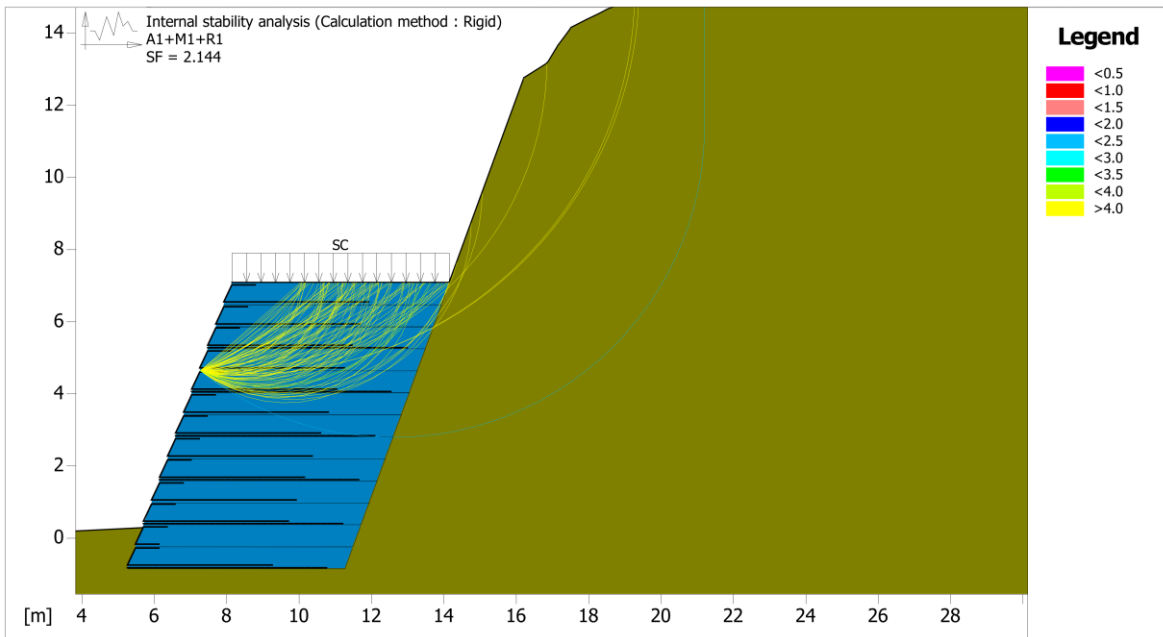
Starting range, abscises [m]		Arrival range, abscises [m]	
First point	Second point	First point	Second point
3.10	6.00	12.00	20.00
Number of starting point on the starting segment.....:		6	
Total number of trial surfaces.....:		102	
Minimum base length of slices..... [m].....:		0.50	
Superior limit search angle..... [°].....:		0.00	
Inferior limit search angle..... [°].....:		0.00	

Block : ELEMENTO 3
 Maccaferri - MacGrid WG - WG 60

Y	Tb	Tp	Td	Tb/Td	Tp/Td
[m]	breakage	pullout	design	1/Fmax	
0.000	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	2.43	1.00
	60.0	24.7	24.7		

Multiplier	Class
1.35	Permanent unfavourable
1.00	Seismic action
1.00	Angle of shearing resistance (Tan phi)
1.00	Effective cohesion

1.00 Weight density
 1.00 Tensile strength of reinforcement
 1.00 Pullout resistance of reinforcement
 1.00 Ground resistance for overall stability



MACCAFERRI	Proposal: ESTABILIZACIÓN DE TALUDES Y TRABAJOS PRELIMINARES DE REVEGETACIÓN	Date: 06/14/2021
MacStARS W Maccaferri Stability Analysis of Reinforced Slopes and Walls - Rel. 4.0	Section: SECCIÓN A Site: HUANCAVELICA	Folder: DISEÑO
	File: AnexoCC_Verificación pseudoestatica	

Internal Stability :

Multiplier combination : A1+M1+R1

Reinforcements active Forces according to Rigid Method

Stability analysis with circular surfaces according to Janbu's Method

Evaluated Safety Factor.....: **2.144**

	Surfaces searching range	
Block	Arrival range, abscises [m]	
ELEMENTO 10	First point	Second point
	10.00	20.00
Number of starting point on the starting segment.....:	1	
Total number of trial surfaces.....:	100	
Minimum base length of slices..... [m].....:	0.50	
Superior limit search angle..... [°].....:	0.00	
Inferior limit search angle..... [°].....:	0.00	

Multiplier	Class
1.35	Permanent unfavourable
1.00	Seismic action
1.00	Angle of shearing resistance (Tan phi)
1.00	Effective cohesion
1.00	Weight density
1.00	Tensile strength of reinforcement
1.00	Pullout resistance of reinforcement
1.00	Ground resistance for overall stability

ANEXO 3: DISEÑO DE DRENAJE

Diseño de cuneta triangular

DISEÑO DE CUNETA TRIANGULAR

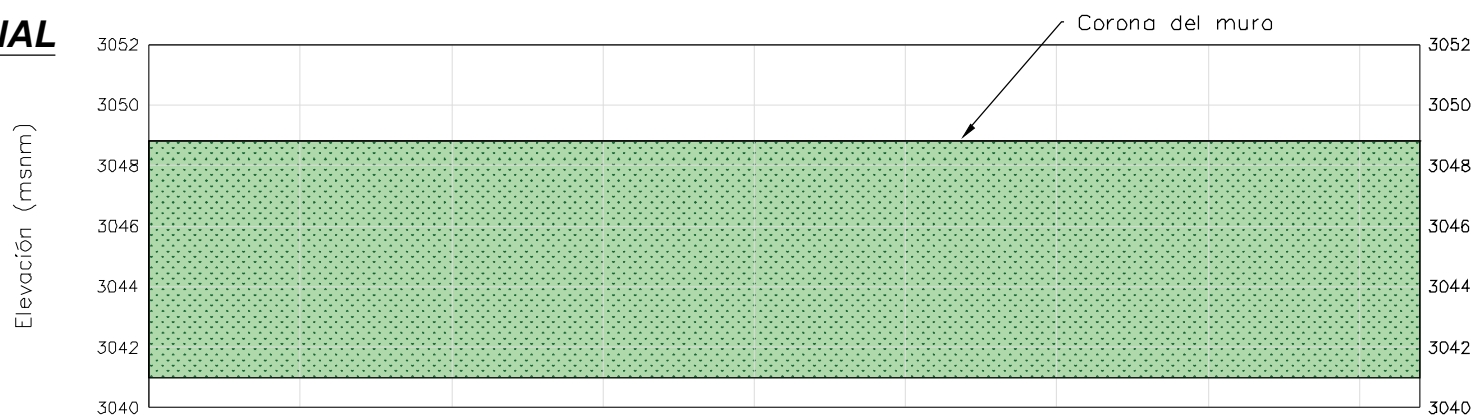
Talud 1 → Q1= 19.18115321 l/s
 Talud 2 → Q2= 42.05675618 l/s
 Talud 3 → Q3= 29.8554015 l/s

ANCHO	ALTURA	AREA HIDRAULICA	RADIO HIDRAULICO	PENDIENTE	VELOCIDAD	Q DE TRANSPORTE m3/s		Q (lt/s)
						100%	75%	
m	m	m2	m	m/m	m/s			
0.2	0.1	0.010	0.031	0.50%	0.54	0.005	0.004	4.017
0.4	0.2	0.040	0.062	1.00%	1.20	0.048	0.036	36.073
0.4	0.2	0.040	0.062	2.00%	1.70	0.068	0.051	51.015
0.4	0.2	0.040	0.062	3.00%	2.08	0.083	0.062	62.481
0.4	0.2	0.040	0.062	4.00%	2.40	0.096	0.072	72.147
0.4	0.2	0.040	0.062	5.00%	2.69	0.108	0.081	80.662
0.4	0.2	0.040	0.062	6.00%	2.95	0.118	0.088	88.361
0.4	0.2	0.040	0.062	7.00%	3.18	0.127	0.095	95.441
0.4	0.2	0.040	0.062	8.00%	3.40	0.136	0.102	102.031
0.4	0.2	0.040	0.062	9.00%	3.61	0.144	0.108	108.220
0.4	0.2	0.040	0.062	10.00%	3.80	0.152	0.114	114.074
0.4	0.2	0.040	0.062	11.00%	3.99	0.160	0.120	119.642
0.4	0.2	0.040	0.062	12.00%	4.17	0.167	0.125	124.962

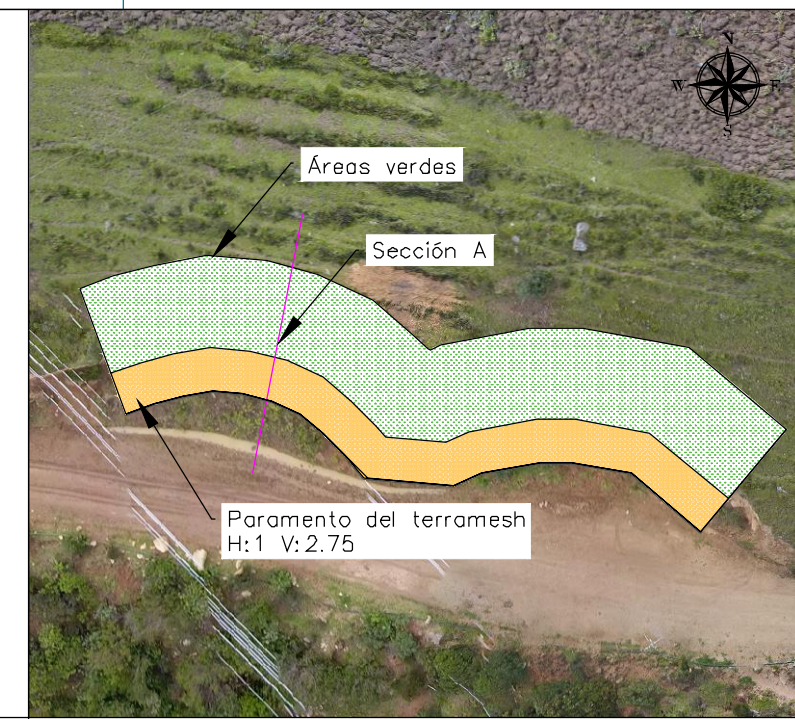
ANEXO 4: PLANOS, METRADOS Y PRESUPUESTO

Planos

PERFIL LONGITUDINAL
ESC : 1:250

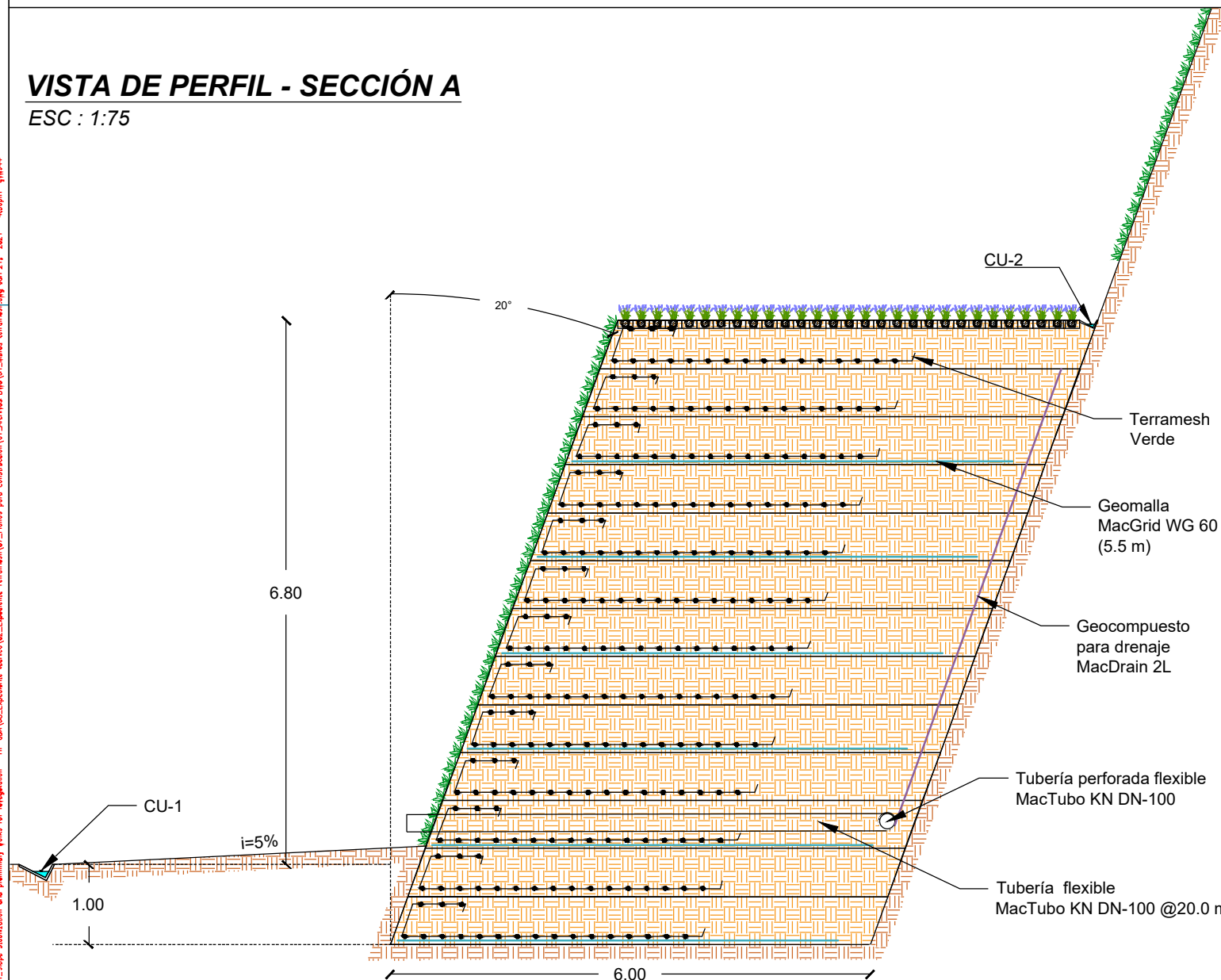


Progresiva	0+000	0+005	0+010	0+015	0+020	0+025	0+030	0+035	0+040	0+042
Terreno	3042.019	3043.032	3043.127	3042.550	3041.627	3041.838	3042.679	3042.401	3041.420	
Longitud total	42.000 m									
Cota de la corona	3048.800 msnm									

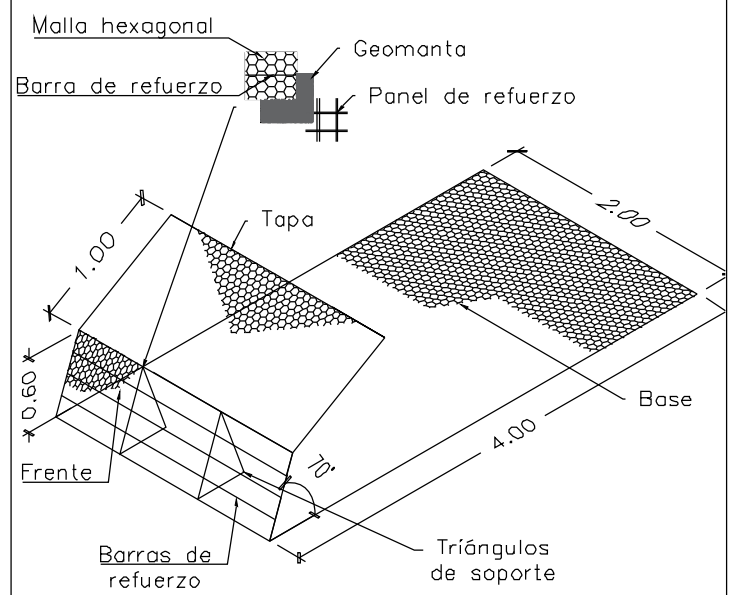


Áreas verdes
Sección A
Paramento del terramesh
H:1 V:2.75

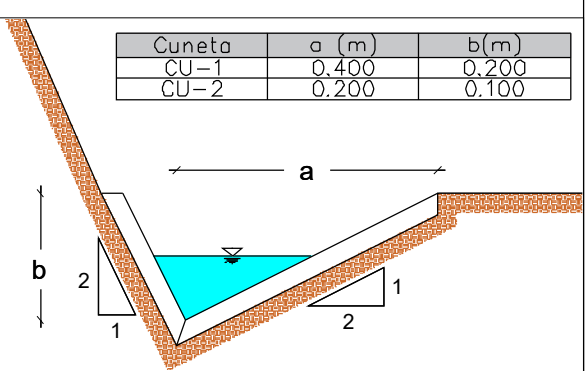
VISTA DE PERFIL - SECCIÓN A
ESC : 1:75



GREEN TERRAMESH
ESC: 1:50



DETALLE CUNETAS
ESC: 1:10



UBICACIÓN
ESC : 1:250

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

- PROPIEDADES DIMENSIONALES DEL TERRAMESH VERDE:
- LARGO DE LOS ELEMENTOS: 4.00 m
 - ANCHO DE LOS ELEMENTOS: 2.00 m
 - ALTURA DE LOS ELEMENTOS: 0.60 m
 - INCLINACIÓN DEL PARAMENTO FRONTAL: 70°
- PROPIEDADES DE DESEMPEÑO DEL TERRAMESH VERDE (Ø3/4"")
- FUERZA MÁXIMA DE PUNCIÓN DE MALLA: 22.75 kN
 - RESISTENCIA A LA TRACCIÓN DEL REFUERZO: 40 kN/m
 - RESISTENCIA DE LA CONEXIÓN EN EL BORDE DE LA MALLA: 27kN/m

- NOTAS:
- 1.- USAR SOLO DIMENSIONES INDICADAS EN EL PLANO
 - 2.- SISTEMA DE COORDENADAS UTM WGS 84 - 18S

ESCALA: INDICADA

FECHA	REV.	DESCRIPCIÓN

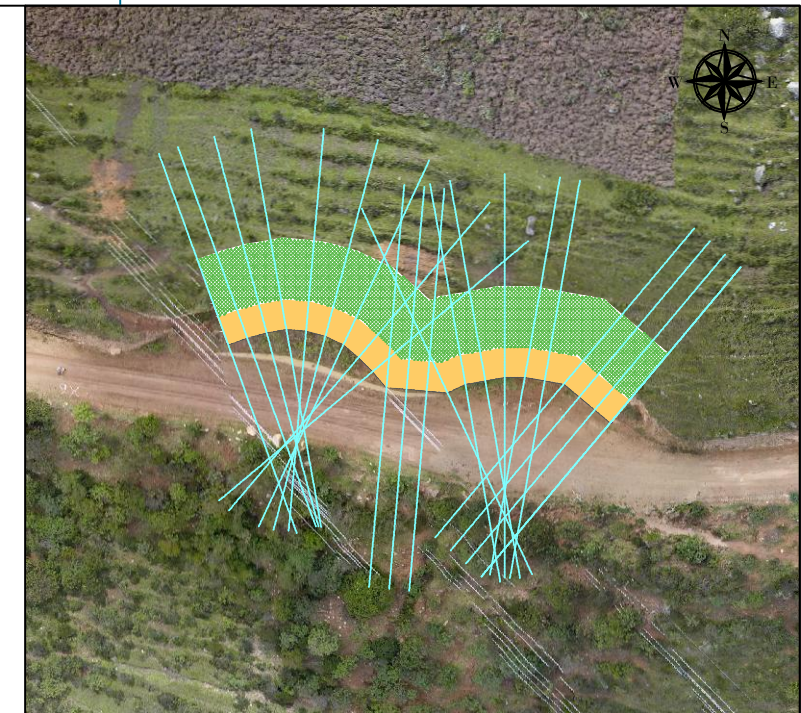
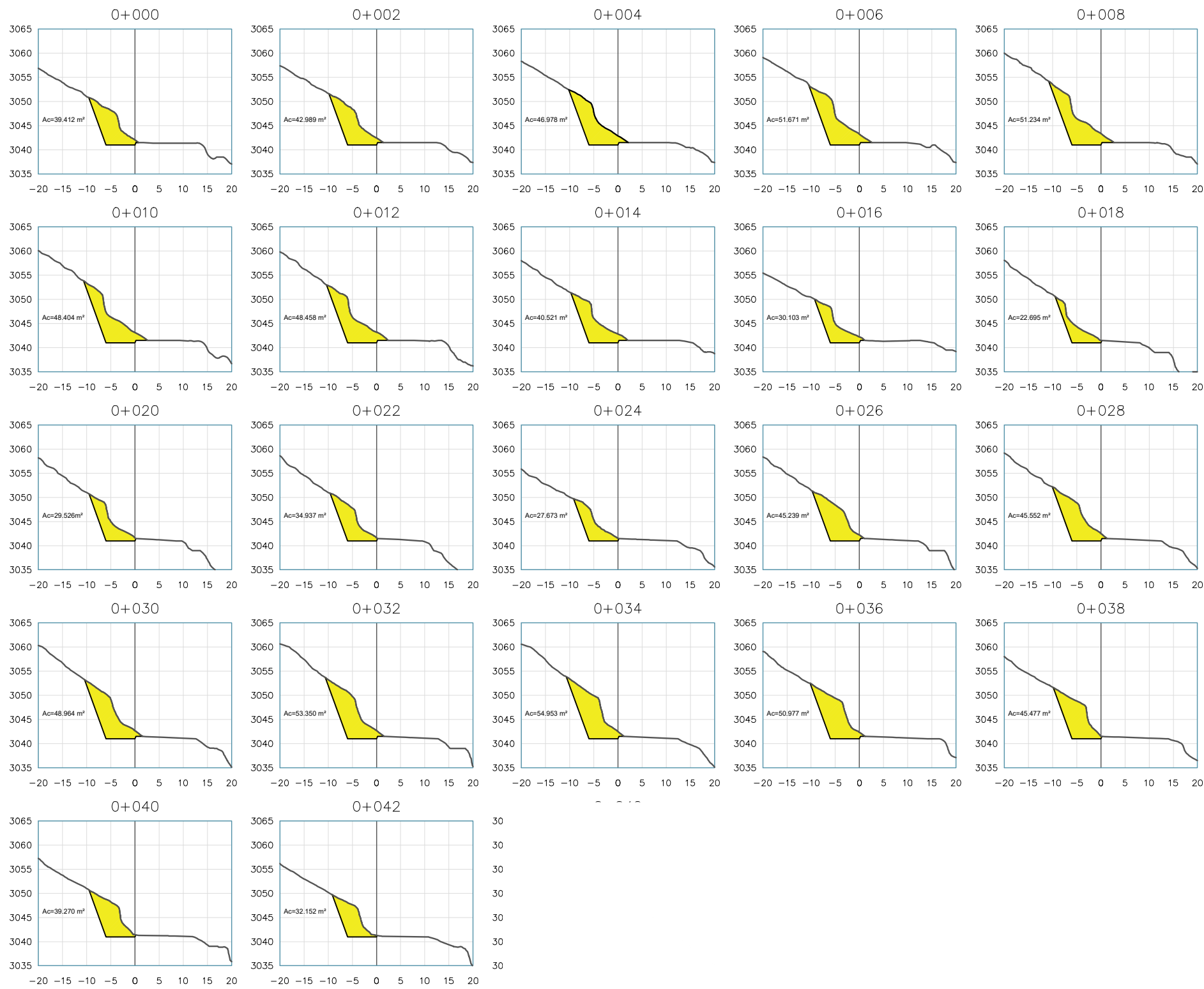
ESTUDIO DE ESTABILIDAD DE TALUD Y TRABAJOS PRELIMINARES DE REVEGETACIÓN
C.H. CERRO DEL ÁGUILA - KALLPA

Plano de Estructuras - Terramesh
Talud I y II
Perfil Estratigrafico

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

ESCALA	LUGAR Y FECHA	NÚMERO DEL PLANO	REVISIÓN
INDICADA	FECHA: 02.07.2021	E E - C D A - D - E T - 0 0 0 1	C

C:\Users\gym41\OneDrive\Documents\120001514_001_Scope stabilization and preliminary works for revegetation - HP_02A_08_Española_tecno\02_Española_Terramesh\07_Plano de construcción\01_Archivos_DWG\01_Muro terramesh.dwg, 2021 - 4:39pm gy444



UBICACIÓN
ESCA : 1:750

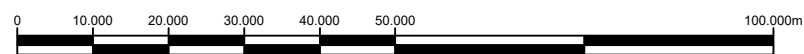
Progresiva	Ac (m ²)	Vc parcial (m ³)	Vc acumulado (m ³)
0+000	39.412	0.000	0.000
0+002	42.989	82.401	82.401
0+004	46.978	89.967	172.368
0+006	51.671	98.649	271.017
0+008	51.234	102.905	373.922
0+010	48.404	99.638	473.560
0+012	48.458	96.862	570.422
0+014	40.521	88.979	659.401
0+016	30.103	70.624	730.025
0+018	22.695	52.798	782.823
0+020	29.526	52.221	835.044
0+022	34.937	64.463	899.507
0+024	27.673	62.610	962.117
0+026	45.239	72.912	1035.029
0+028	45.552	90.791	1125.820
0+030	48.964	94.516	1220.336
0+032	53.350	102.314	1322.650
0+034	54.953	108.303	1430.953
0+036	50.977	105.930	1536.883
0+038	45.477	96.454	1633.337
0+040	32.970	78.447	1711.784
0+042	32.152	65.122	1776.906

Volumen total de corte 1776.906 m³

NOTAS:

- 1.- LA ESCALA GRÁFICA MOSTRADA ES PARA EL FORMATO A-3, PARA A1 CONSIDERAR EL DOBLE
- 2.- USAR SOLO DIMENSIONES INDICADAS EN EL PLANO
- 3.- SISTEMA DE COORDENADAS UTM, WGS 84 ZONA 18-S
- 4.- EL TALUD DE CORTE ES IGUAL A 1:2.75

ESCALA 1:1000



FECHA	REV.	DESCRIPCIÓN



ESTUDIO DE ESTABILIDAD DE TALUD Y TRABAJOS PRELIMINARES DE REVEGETACIÓN
C.H. CERRO DEL ÁGUILA - KALLPA

Plano de Estructuras - Terramesh
Talud I y II
Secciones transversales de corte



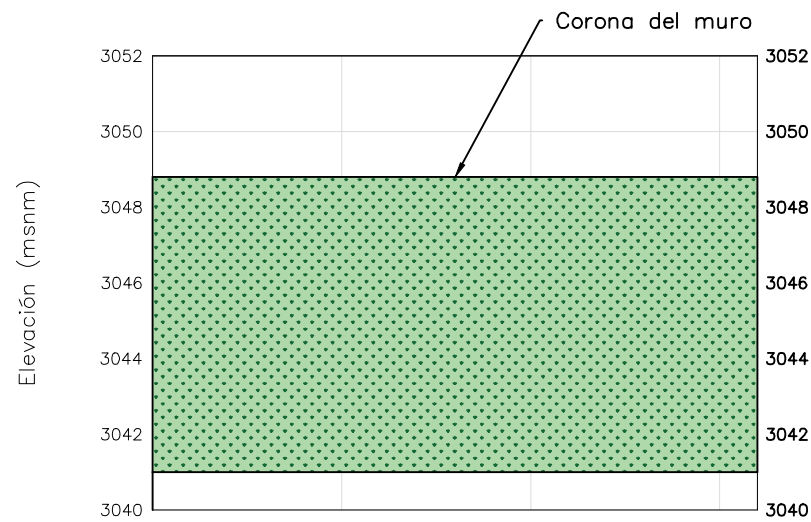
ESCALA	LUGAR HUANCAVELICA	NÚMERO DEL PLANO	REVISIÓN
INDICADA	FECHA: 02.07.2021	E E - C D A - D - E T - 0 0 0 2	C

DIB.	J. SOLIS
CON.	D. CABALLERO
V.B.	R. SCHMIDT

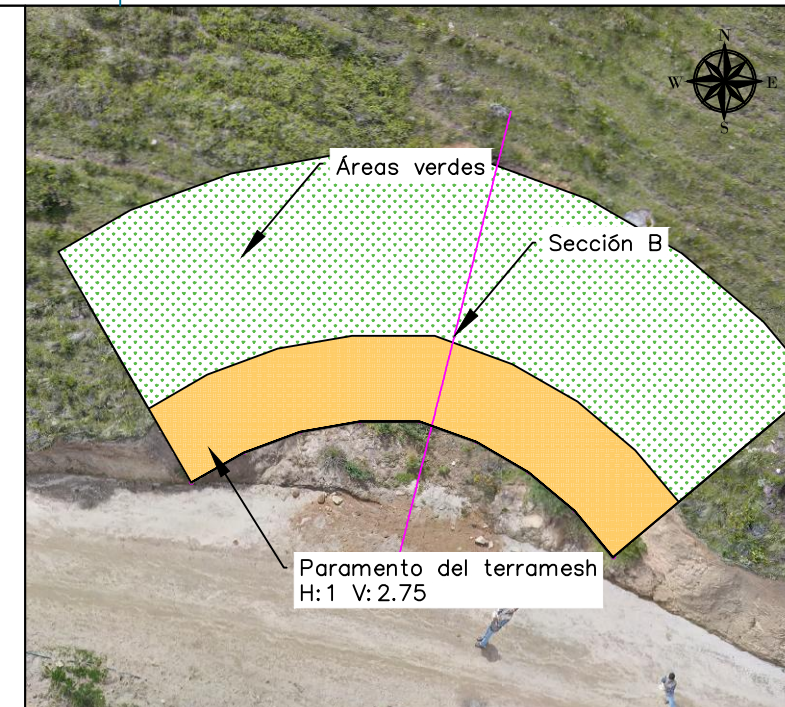
C:\Users\jg944\My Documents\126000014-201_Slope stabilization and preliminary works for revegetation - IP ODA\08_Españoles tecnico\02_Españoles Terremesh\07_Plano para construcción\01_Archivos DWG\01_Muros Terramesh\01_2021 - 4:36pm g9444

PERFIL LONGITUDINAL

ESC : 1:250

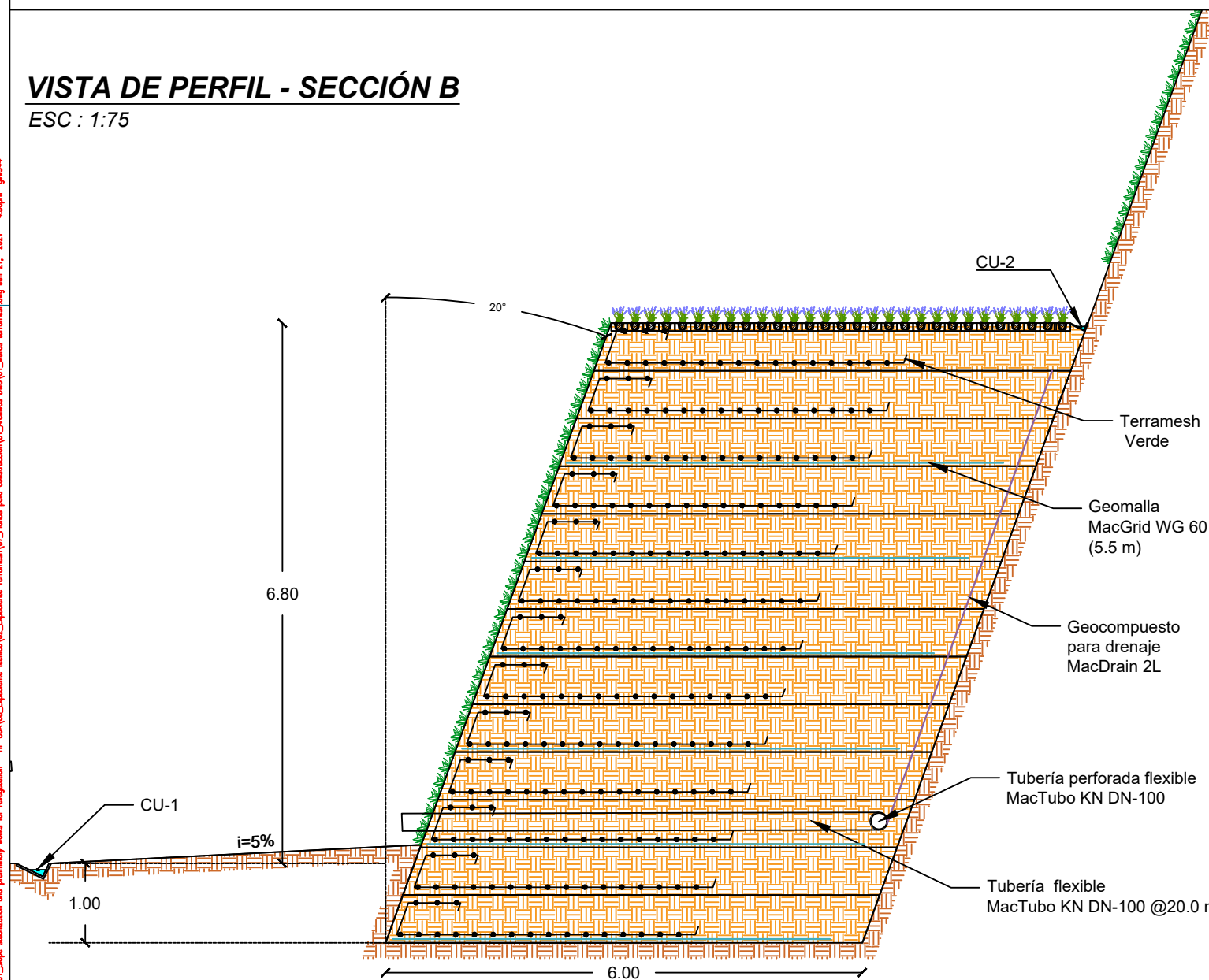


Progresiva	0+000	0+005	0+010	0+015
Terreno	3041.877	3043.735	3044.154	3043.235
Longitud total	16.000 m			
Cota de la corona	3048.800 msnm			



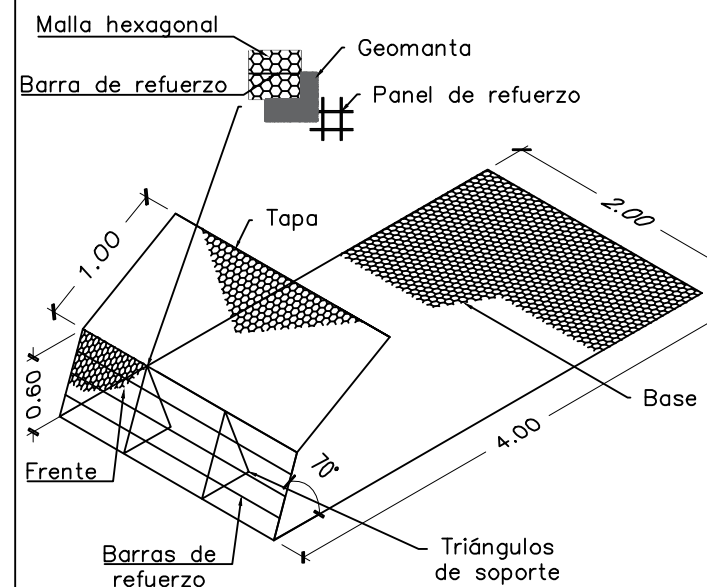
VISTA DE PERFIL - SECCIÓN B

ESC : 1:75



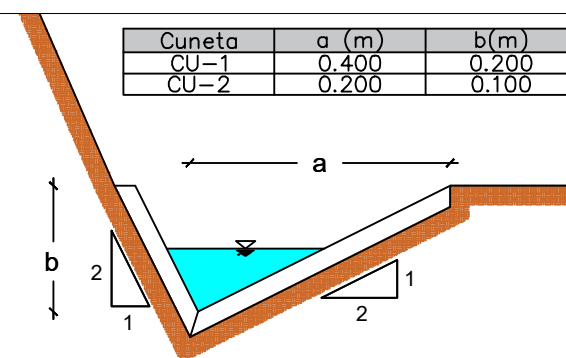
GREEN TERRAMESH

ESC: 1:50



DETALLE CUNETA

ESC: 1:10



UBICACIÓN

ESC : 1:250

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

- PROPIEDADES DIMENSIONALES DEL TERRAMESH VERDE:
- LARGO DE LOS ELEMENTOS: 4.00 m
 - ANCHO DE LOS ELEMENTOS: 2.00 m
 - ALTURA DE LOS ELEMENTOS: 0.60 m
 - INCLINACIÓN DEL PARAMENTO FRONTAL: 70°
- PROPIEDADES DE DESEMPEÑO DEL TERRAMESH VERDE (Ø3/4")
- FUERZA MÁXIMA DE PUNCIÓN DE MALLA: 22.75 kN
 - RESISTENCIA A LA TRACCIÓN DEL REFUERZO: 40 kN/m
 - RESISTENCIA DE LA CONEXIÓN EN EL BORDE DE LA MALLA: 27kN/m

NOTAS:

- 1.- USAR SOLO DIMENSIONES INDICADAS EN EL PLANO
- 2.- SISTEMA DE COORDENADAS UTM WGS 84 - 18S

ESCALA: INDICADA

FECHA	REV.	DESCRIPCIÓN



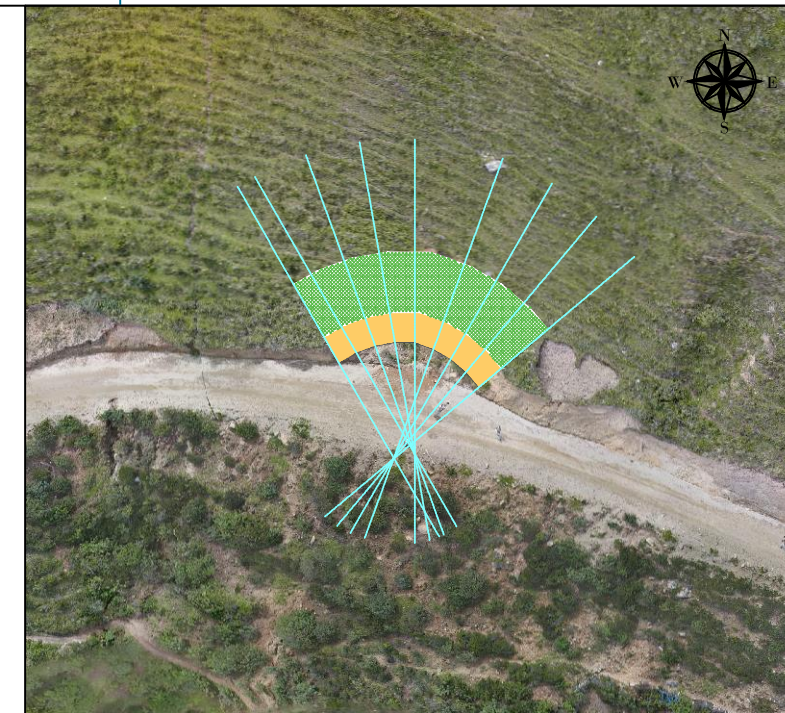
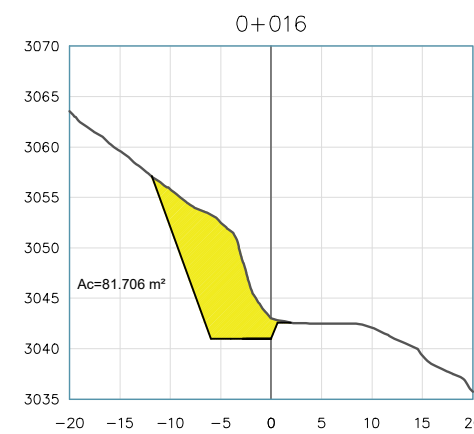
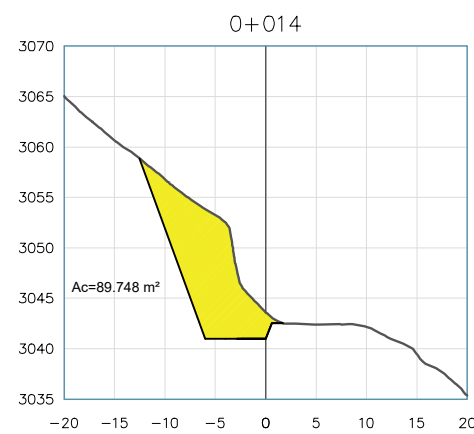
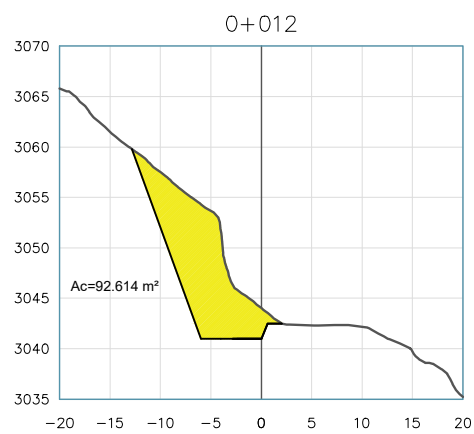
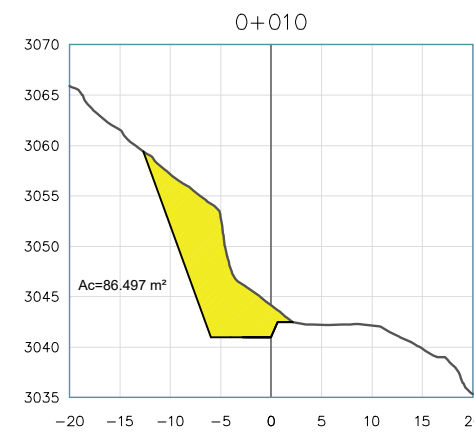
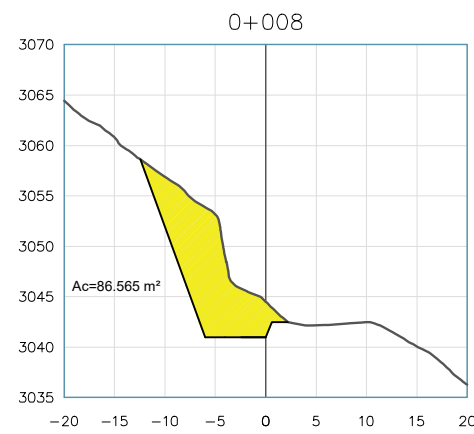
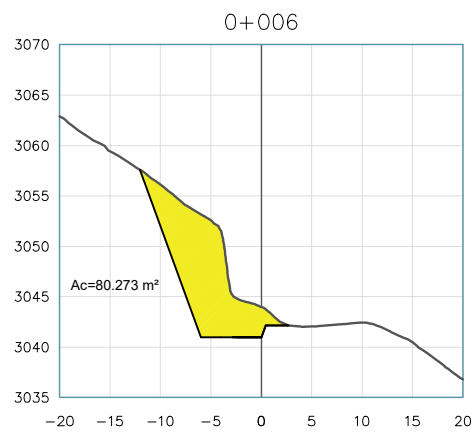
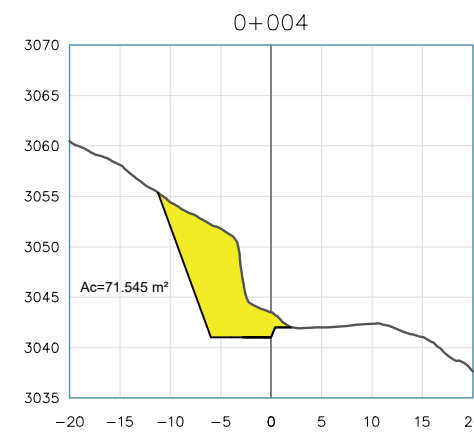
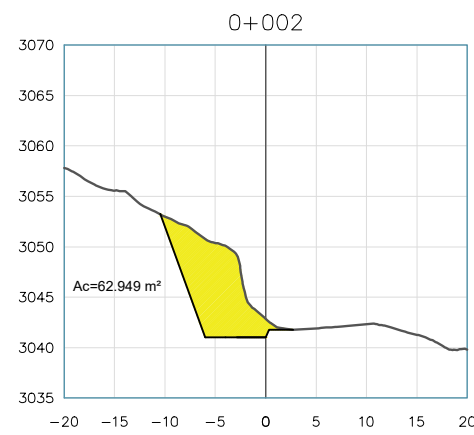
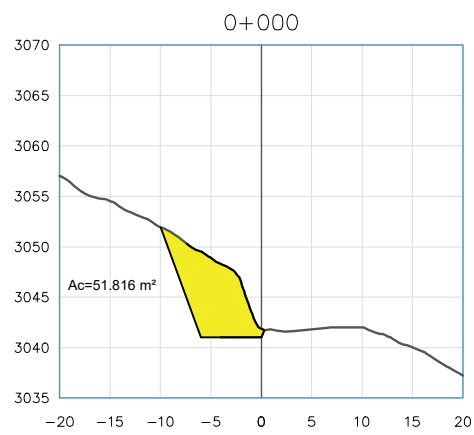
ESTUDIO DE ESTABILIDAD DE TALUD Y TRABAJOS PRELIMINARES DE REVEGETACIÓN
C.H. CERRO DEL ÁGUILA - KALLPA

Plano de Estructuras - Terramesh
Talud III
Perfil Estratigráfico



ESCALA	LUGAR HUANCVELICA	NÚMERO DEL PLANO	REVISIÓN
INDICADA	FECHA: 02.07.2021	E E - C D A - D - E T - 0 0 0 4	C

C:\Users\jg944\My Documents\12600014-01_Slope stabilization and preliminary works for revegetation - IP ODA\08_Españoles tecnico\02_Españoles Terramesh\07_Plano para construcción\01_Archivos DWG\01_Muro Terramesh.dwg Jun 21, 2021 - 4:36pm g9444



UBICACIÓN
ESC : 1:750

Progresiva	Ac (m ²)	Vc parcial (m ³)	Vc acumulado (m ³)
0+000	51.816	0.000	0.000
0+002	62.949	114.765	114.765
0+004	71.545	134.494	249.259
0+006	80.273	151.818	401.077
0+008	86.565	166.838	567.915
0+010	86.497	173.062	740.977
0+012	92.614	179.111	920.088
0+014	89.748	182.362	1102.450
0+016	81.706	171.454	1273.904

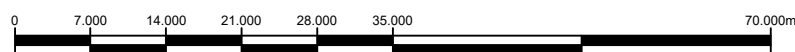
Volumen total de corte 1273.904 m³

NOTAS:

- 1.- LA ESCALA GRÁFICA MOSTRADA ES PARA EL FORMATO A-3, PARA A1 CONSIDERAR EL DOBLE
- 2.- USAR SOLO DIMENSIONES INDICADAS EN EL PLANO
- 3.- SISTEMA DE COORDENADAS UTM, WGS 84 ZONA 18-S
- 4.- EL TALUD DE CORTE ES IGUAL A 1:2.75

C:\Users\jg944\My Documents\12000014-201_Slope stabilization and preliminary works for revegetation - IP-00A-08-Españoles (tercio)\02-Españoles (terceros)\07-Plano para construcción\01-Archivos DWG\01_Muros (terceros)\01-Plano para construcción\01-Plano para construcción.dwg, 21/06/2021, 4:36pm, g9444

ESCALA 1:750



FECHA	REV.	DESCRIPCIÓN



ESTUDIO DE ESTABILIDAD DE TALUD Y TRABAJOS PRELIMINARES DE REVEGETACIÓN
C.H. CERRO DEL ÁGUILA - KALLPA

Plano de Estructuras - Terramesh
Talud III
Secciones transversales de corte

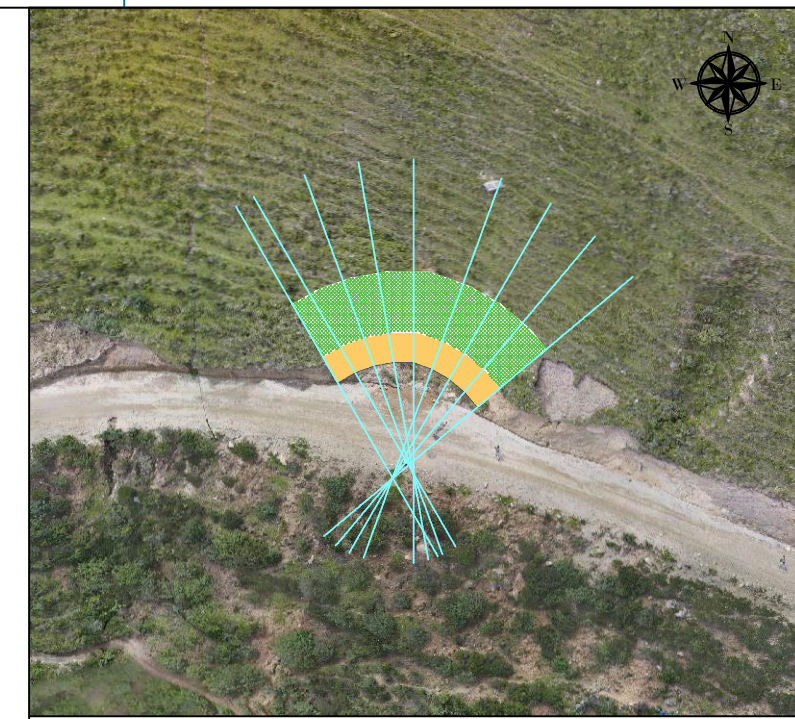
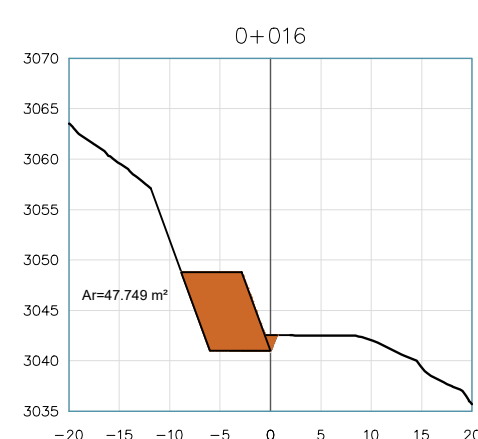
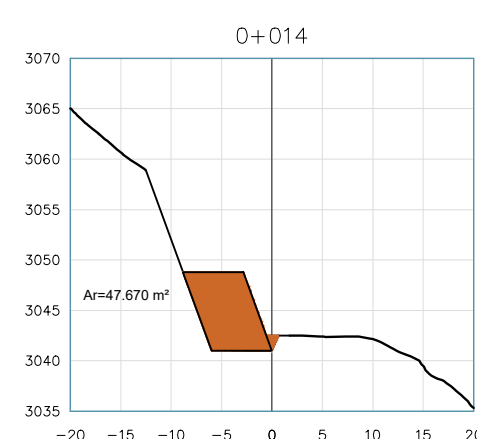
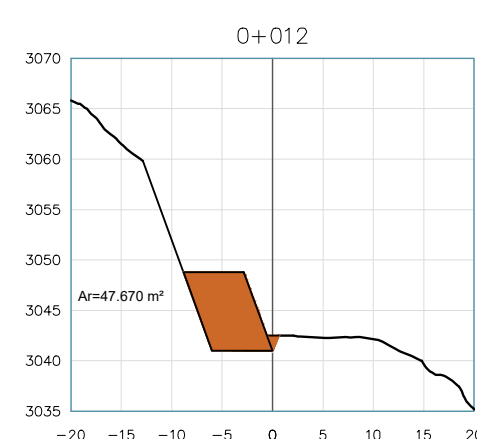
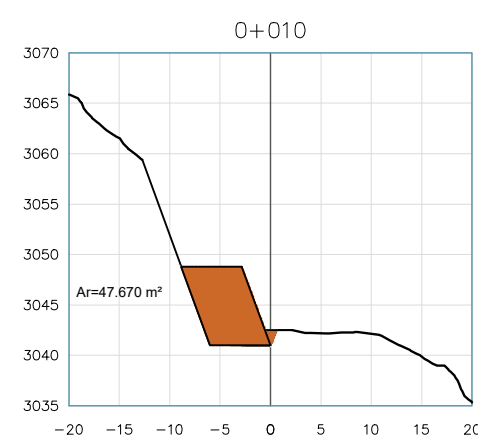
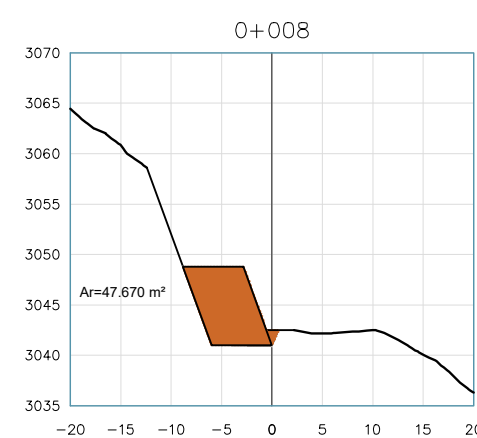
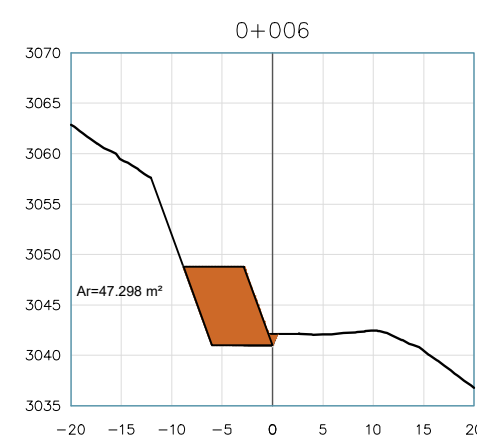
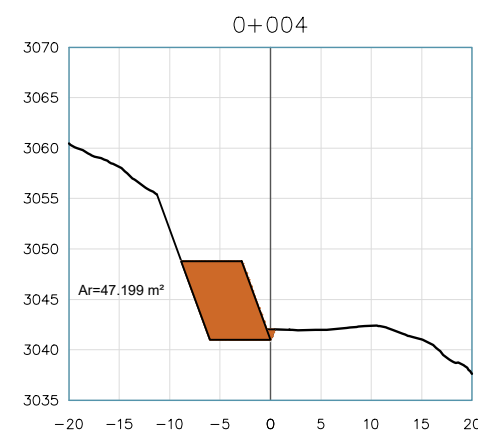
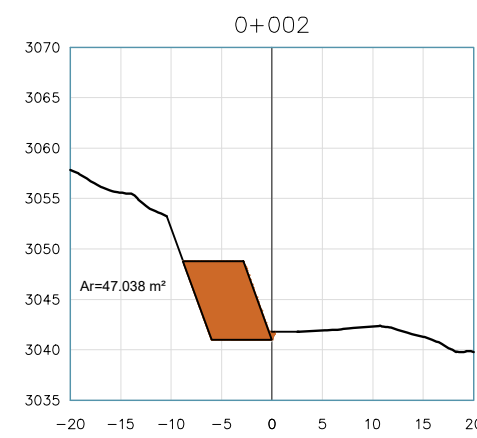
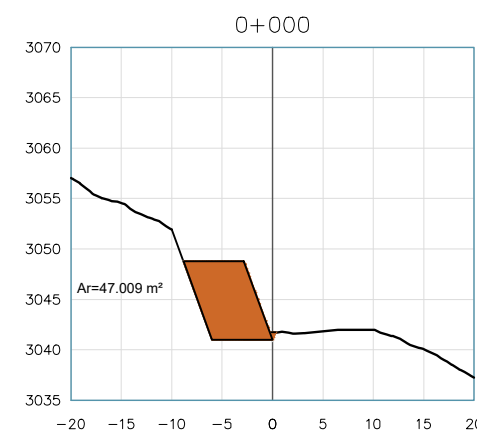


UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
LA MOLINA

DIB. J. SOLIS
CON. D. CABALLERO
V.B. R. SCHMIDT

ESCALA	LUGAR	NÚMERO DEL PLANO	REVISIÓN
INDICADA	FECHA: 02.07.2021	E E - C D A - D - E T - 0 0 0 5	C

C:\Users\p44\OneDrive\Documents\12600014-201_Slope stabilization and preliminary works for revegetation - IP ODA\08_Españoles tecnico\02_Españoles tecnico\07_Plano para construcción\01_Archivos DWG\01_Muros Terramesh\07_Plano para construcción\01_Archivos DWG\01_Muros Terramesh.dwg Jun 21, 2021 - 4:56pm g444



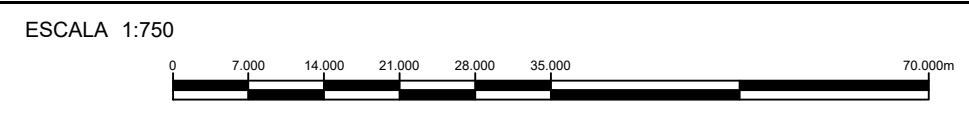
UBICACIÓN
ESC : 1:750

Progresiva	Ar (m²)	Vr parcial (m³)	Vr acumulado (m³)
0+000	47.009	0.000	0.000
0+002	47.038	94.047	94.047
0+004	47.199	94.237	188.284
0+006	47.298	94.497	282.781
0+008	47.670	94.968	377.749
0+010	47.670	95.340	473.089
0+012	47.670	95.340	568.429
0+014	47.670	95.340	663.769
0+016	47.749	95.419	759.188

Volumen total de relleno 759.188 m³

NOTAS:

- 1.- LA ESCALA GRÁFICA MOSTRADA ES PARA EL FORMATO A-3, PARA A1 CONSIDERAR EL DOBLE
- 2.- USAR SOLO DIMENSIONES INDICADAS EN EL PLANO
- 3.- SISTEMA DE COORDENADAS UTM, WGS 84 ZONA 18-S
- 4.- EL TALUD DE CORTE ES IGUAL A 1: 2.75



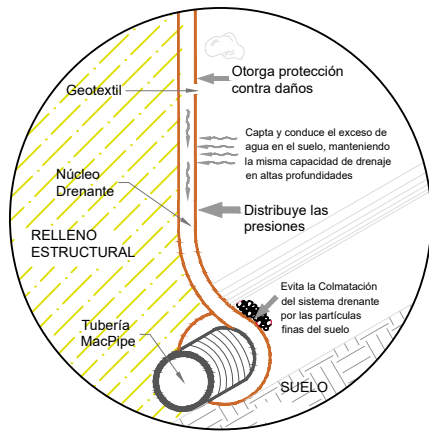
FECHA	REV.	DESCRIPCIÓN

kallpa
ESTUDIO DE ESTABILIDAD DE TALUD Y TRABAJOS PRELIMINARES DE REVEGETACIÓN
C.H. CERRO DEL ÁGUILA - KALLPA

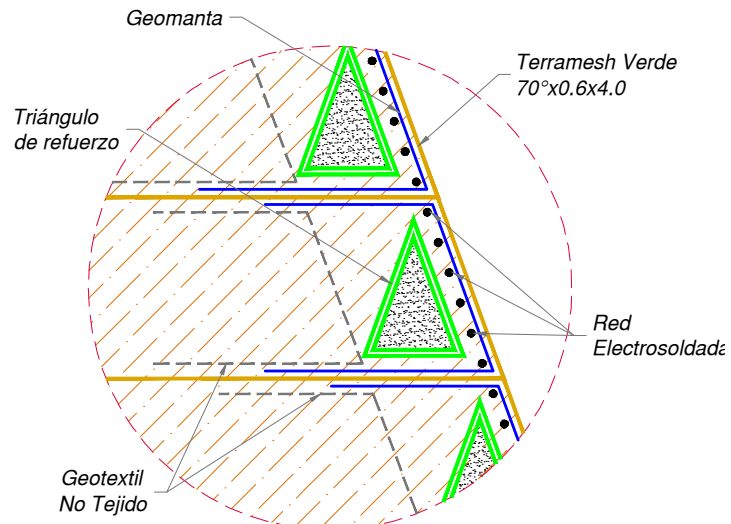
Plano de Estructuras - Terramesh
Talud III
Secciones transversales de relleno

ESCALA	LUGAR HUANCAVELICA	NÚMERO DEL PLANO	DIB.	J. SOLIS
INDICADA	FECHA: 02.07.2021	E E - C D A - D - E T - 0 0 0 6	CON.	D. CABALLERO
			V.B.	R. SCHMIDT
			REVISIÓN	C

DETALLE 01
ESC : 1:75



DETALLE 02
ESC : 1:25



MACDRAIN 2L 20.2		
Propiedades	Unidad	Valor
Abertura de Filtración	mm	0.145
Permisividad	s ⁻¹	1.51
Permeabilidad	cm/s	0.11
Resistencia - Tracción Longitudinal	kN/m	14.21
Resistencia - Tracción Transversal	kN/m	8.57
Deformación Rotura Longitudinal	%	33.23
Deformación Rotura Transversal	%	37.33
Espesor	mm	11.0
Gramaje	gr/m ²	700.0

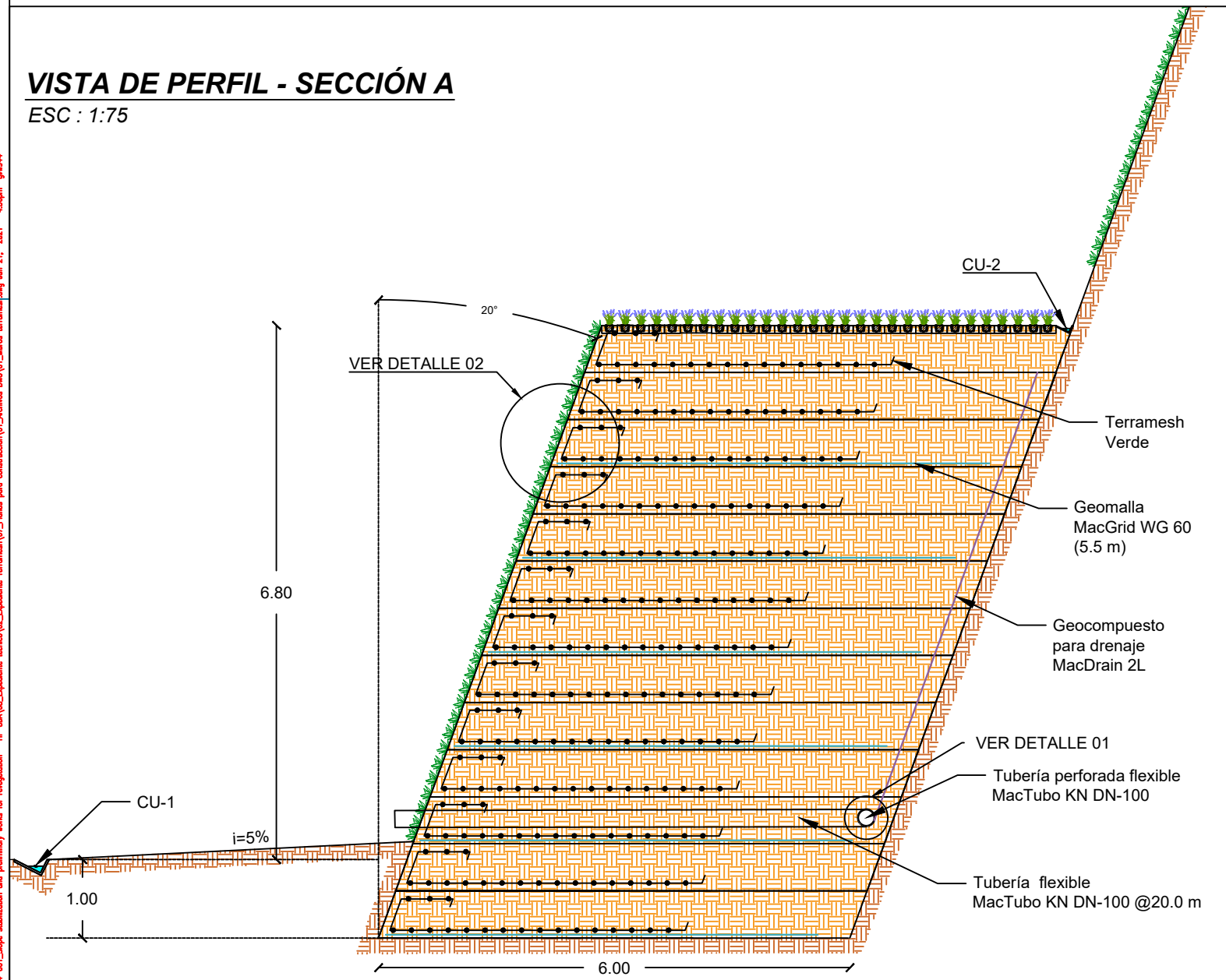
GEOTEXTIL NO TEJIDO MACTEX H 40.2		
Propiedades	Unidad	Valor
Resistencia a la tracción tira ancha - Sentido longitudinal	kN/m	10
Elongación tira ancha	%	50
Resistencia a la tracción GRAB - Sentido longitudinal	N	710
Resistencia al punzonamiento CBR	kN	1.5
Resistencia al desgarre trapezoidal - Sentido longitudinal	N	350
Permeabilidad normal	cm/s	0.36
Permisividad	s ⁻¹	2.8
Abertura aparente (AOS)	mm	0.18
Gramaje	gr/m ²	200

TUBERÍA MACPIPE SP100		
Propiedades	Unidad	Valor
Diámetro Nominal	mm (pulg)	100 (4)
Diámetro Externo (D)	mm	122
Diámetro Interno (d)	mm	101
Rigidez mínima al 5% de deformación	kPa	345
Tipo de Perforación		Ranura
Área Abierta Perforada	cm ² /m	183
Cantidad de Perforaciones	und/m	366
Perforación ancho x longitud	mm x mm	2.0 x 25
Distribución de perforaciones	perf/corruga	6

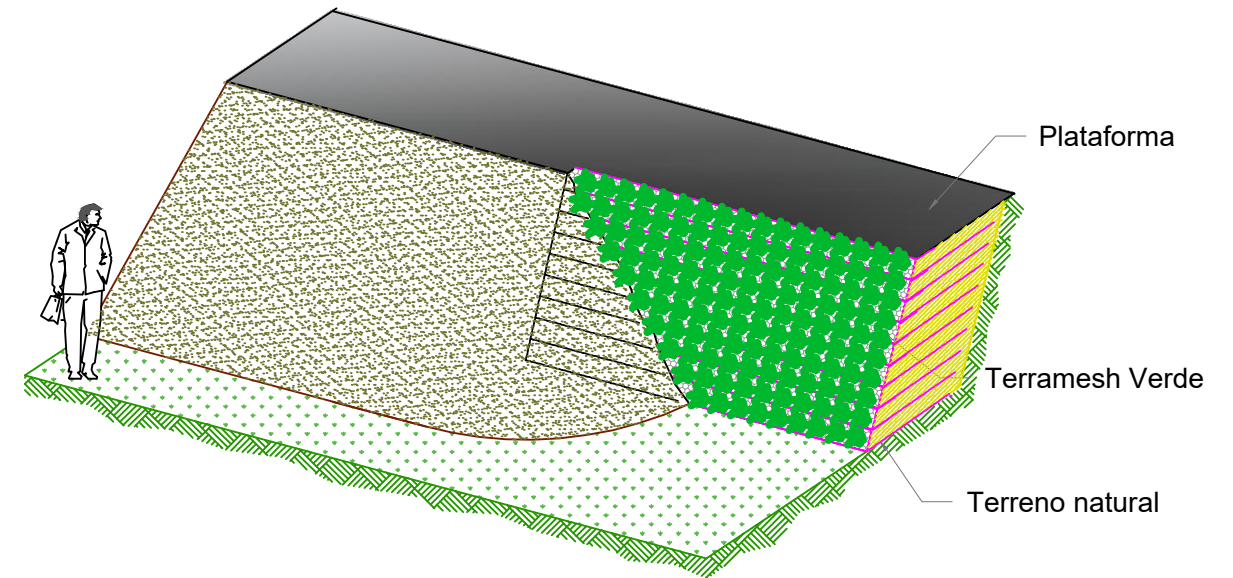
TABLA DE MEDIDAS STANDARD TERRAMESH VERDE®				
H(m)	A(m)	C(m)	TIPO DE MALLA	DIAMETRO DEL ALAMBRE
0.6	2.0	4.0	10X12	Ø 2.7 mm
			DIÁMETRO DE LA PIEDRA : 6" @ 8"	GALMAC 4R + PVC

TUBERÍA MACPIPE S100		
Propiedades	Unidad	Valor
Diámetro Nominal	mm (pulg)	100 (4)
Diámetro Externo (D)	mm	122
Diámetro Interno (d)	mm	101
Rigidez mínima al 5% de deformación	kPa	345
Área	mm ² /mm	2.04
Momento de Inercia (I)	cm ⁴ /cm	0.03

VISTA DE PERFIL - SECCIÓN A
ESC : 1:75



DETALLE TERRAMESH® VERDE
ESC : 1:75



Especificación - Terramesh® Verde GaLmac 4R + PVC

Elementos Terramesh Verde son confeccionados en malla hexagonal de doble torsión, tipo 10x12, a partir de alambres de acero BCC (Bajo Contenido de Carbono) revestidos con aleación Galmac 4R, con diámetro de 2.70 mm y recubiertos con PVC gris, de espesor mínimo 0.40 mm. Los elementos Terramesh Verde son formados a partir de un único paño de red que garantiza la continuidad estructural entre el paramento frontal y el panel de anclaje. Estos elementos presentan su paramento frontal compuesto por la malla hexagonal reforzada con 5 varillas de acero de BBC de 3.40 mm de diámetro y con los revestimientos arriba descritos, por una geomanta tridimensional de polipropileno, por un panel de refuerzo de red electro-soldada de malla 15 cm – 15 cm y barras de acero laminado de 8.00 mm de diámetro y por los triángulos de soporte de acero laminado de 10.00 mm de diámetro. Todos éstos items son montados durante el proceso de fabricación. Los Elementos Terramesh Verde son acompañados por alambre del mismo tipo. Para las operaciones de amarre y atirantado se utiliza el alambre de 2.20 mm de diámetro en proporción al 2% sobre su peso.

ESCALA: INDICADA

FECHA	REV.	DESCRIPCIÓN

kallpa ESTUDIO DE ESTABILIDAD DE TALUD Y TRABAJOS PRELIMINARES DE REVEGETACIÓN
C.H. CERRO DEL ÁGUILA - KALLPA

Plano de Estructuras - Terramesh

Detalle de estructuras

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA **LA MOLINA**

ESCALA	LUGAR HUANCAVELICA	NÚMERO DEL PLANO	DIB. J. SOLIS
INDICADA	FECHA: 02.07.2021	E E - C D A - D - E T - 0 0 0 7	CON. D. CABALLERO
			V.B. R. SCHMIDT
			REVISIÓN
			C

C:\Users\jg94\My Documents\12600014-01_Slope stabilization and preliminary works for revegetation - IP ODA\08_Españoles tecnico\02_Españoles Terramesh\07_Plano para construcción\01_Archivos DWG\01_Muro Terramesh.dwg Jun 21, 2021 - 4:36pm g944

Metrados

Proyecto:	Estabilización de taludes y preparación para la revegetación		
Departamento:	Huancavelica	Provincia:	Tayacaja
		Distrito:	Salcabamba

ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD
01	TRABAJOS PRELIMINARES, SEGURIDAD Y SALUD		
01.01	TRABAJOS PRELIMINARES		
01.01.01	Agua para la construcción (Cisterna de 5000 GL)	und	9
01.02	SEGURIDAD Y SALUD		
01.02.01	Elaboración, implementación y administración del plan de seguridad y salud en el trabajo	glb	1
01.02.02	Equipos de protección individual	gbl	1
01.02.03	Señalización temporal de seguridad	glb	1
01.02.04	Capacitación de seguridad y salud	glb	1
01.02.05	Recursos para respuesta ante emergencias en seguridad y salud	glb	1
02	MUROS DE SUELO REFORZADO TERRAMESH		
02.01	TRABAJOS PRELIMINARES		
02.01.01	Trazo y replanteo	m ²	391.205
02.02	MOVIMIENTO DE TIERRAS		
02.02.01	Corte de terreno con maquinaria	m ³	3050.80
02.02.02	Relleno estructural	m ³	2728.66
02.02.03	Eliminación de material excedente	m ³	5.80
02.02.04	Acondicionamiento de depósito de material excedente	m ³	5.80
02.03	BASE		
02.03.01	Refilado, nivelado y compactado de la base	m ²	391.205
02.04	TERRAMESH		
02.04.01	Instalación terramesh 2.00x4.00x0.60	und	377.00
02.04.02	Instalación de geomalla	m ²	1914.00
02.05	SISTEMA DE DRENAJE		
02.05.01	Suministro e instalación de geocompuesto	m ²	352.06
02.05.02	Tubería perforada flexible	ml	58
02.05.02	Tubería flexible de desfogue	und	5
03	CUNETAS		
03.01	TRABAJOS PRELIMINARES		
03.01.01	Trazo y replanteo	ml	298
03.02	MOVIMIENTO DE TIERRAS		
03.02.01	Corte de terreno manual	m ³	92.20
03.03	BASE		
03.03.01	Perfilado y refino de la excavación manual	m ²	166.36
04	PLAN DE VIGILANCIA, PREVENCIÓN Y CONTROL DEL COVID 19		
04.01	Plan de vigilancia, prevención y control del Covid 19	glb	1
05	ÁREAS VERDES CON ESPECIES ENDEMICAS		
05.01	Compra de plantulas para revegetación	m ²	953.50
05.02	Transporte de plantulos	glb	1
05.03	Preparación de áreas verdes planas	m ²	348.00
05.04	Preparación de áreas verdes inclinadas	m ²	605.50
06	FLETE TERRESTRE		
06.01	Transporte de materiales	glb	1

AGUA PARA LA CONSTRUCCIÓN

1. AGUA PARA LA ETAPA DE COMPACTACIÓN

Estado natural	
δn	9.8 kN/m ³
%H	19.00%

Grado de compactación		95.00%
δn	15.59 kN/m ³	
%H	23.27%	

Wagua a agregar para cada 1kg de suelo → 35.88 g

Para determinar el peso total del agua a necesitar en la obra para la compactación, se debera determinar el peso total del relleno.

Wv 42539.841 kN

A partir del peso obtenemos los kilogramos de suelo a usar

Mv 4337787.5 kg

Este peso lo usamos para obtener el agua necesaria

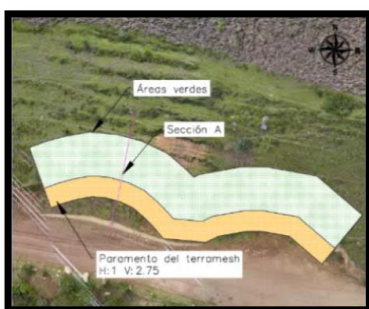
W 155.65002 m³

2. AGUA PARA EL CONSUMO

#días	38 días
#trabajadore racion	25 personas 2 l/persona/dia
Agua total	1.9 m ³

Agua total para la construcción [m ³]	157.550
Capacidad de un camion cisterna [m ³]	18.927
Número de camiones cisterna [m ³]	9.000

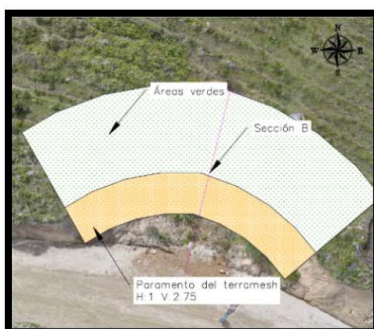
METRADO DE ELEMENTOS TERRAMESH VERDE 4.00x2.00x0.60



Zona 1

Largo= 42.00 m
Altura= 7.80 m

#elementos 273



Zona 2


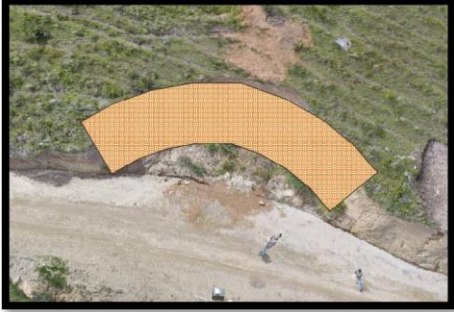
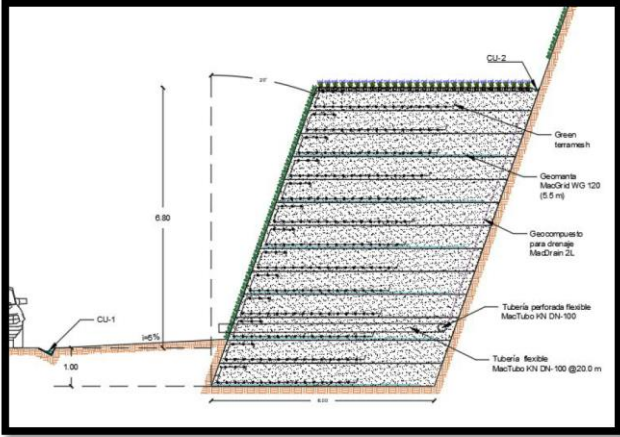
Largo= 16.00 m
Altura= 7.80 m

#elementos 104


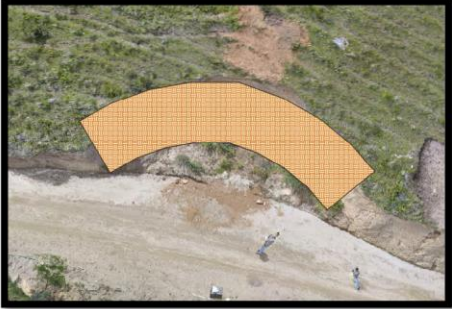
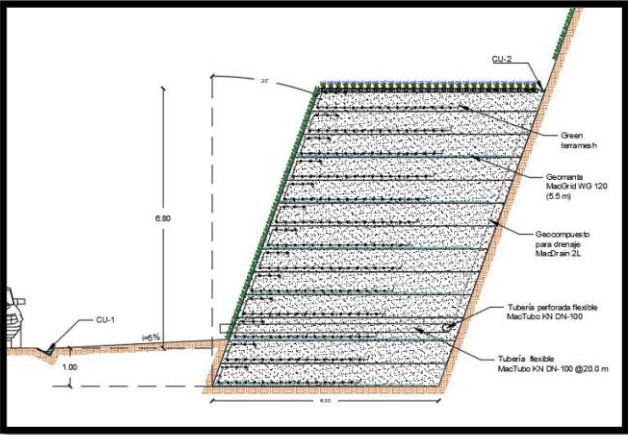
Total de elementos terramesh verde 4.00x2.00x0.60 (und)

377.000

METRADO DE GEOCOMPUESTO PARA DRENAJE

Zona 1		Zona 2	
			
Longitud de la base (AutoCAD) [m ²]	42.000	Área de la base (AutoCAD) [m ²]	16.000
Longitud total de la base (AutoCAD) [m ²]		58.000	
			
Longitud del geocompuesto para drenaje de la sección transversal del muro [m]			6.070
Área total del geocompuesto [m ²]			352.060
Unidades de geocompuesto para drenaje MacDrain 2L 2 m x 30 m [m ²]			6.000

METRADO DE LA GEOMALLA DE REFUERZO

Zona 1	Zona 2
	
Longitud de la base (AutoCAD) [m ²]	42.000
Área de la base (AutoCAD) [m ²]	16.000
Longitud total de la base (AutoCAD) [m ²]	
58.000	
	
Longitud de la geomalla de refuerzo de la sección transversal del muro [m]	
33.000	
Área total de la geomalla de refuerzo [m ²]	
1914.000	

METRADO DE VOLUMEN DE MATERIAL EXCEDENTE

Coefficiente de esponjamiento → e= 0.15

1. CORTE Y RELLENO PARA EL MURO DE SUELO REFORZADO

Zona 1

Volumen de corte				Volumen de relleno			
Progresiva	Ac(m ²)	Vc parc (m ³)	Vc ac (m ³)	Progresiva	Ac(m ²)	Vc parc (m ³)	Vc ac (m ³)
0+000	39.412	0.000	0.000	0+000	46.897	0.000	0.000
0+002	42.989	82.401	82.401	0+002	46.897	93.794	93.794
0+004	46.978	89.967	172.368	0+004	46.897	93.794	187.588
0+006	51.669	98.647	271.015	0+006	46.897	93.794	281.382
0+008	51.234	102.903	373.918	0+008	46.897	93.794	375.176
0+010	48.404	99.638	473.556	0+010	46.897	93.794	468.970
0+012	48.458	96.862	570.418	0+012	46.897	93.794	562.764
0+014	40.521	88.979	659.397	0+014	46.897	93.794	656.558
0+016	30.103	70.624	730.021	0+016	46.897	93.794	750.352
0+018	22.695	52.798	782.819	0+018	46.888	93.785	844.137
0+020	29.526	52.221	835.040	0+020	46.895	93.783	937.920
0+022	34.935	64.461	899.501	0+022	46.895	93.790	1031.710
0+024	27.673	62.608	962.109	0+024	46.894	93.789	1125.499
0+026	45.239	72.912	1035.021	0+026	46.897	93.791	1219.290
0+028	45.552	90.791	1125.812	0+028	46.897	93.794	1313.084
0+030	48.964	94.516	1220.328	0+030	46.897	93.794	1406.878
0+032	53.350	102.314	1322.642	0+032	46.897	93.794	1500.672
0+034	54.953	108.303	1430.945	0+034	46.897	93.794	1594.466
0+036	50.977	105.930	1536.875	0+036	46.897	93.794	1688.260
0+038	45.477	96.454	1633.329	0+038	46.886	93.783	1782.043
0+040	32.970	78.447	1711.776	0+040	46.857	93.743	1875.786
0+042	32.152	65.122	1776.898	0+048	46.831	93.688	1969.474
Volumen total de corte			1776.898	Volumen total de relleno			1969.474
Volumen total de material excedente							-561.197

Zona 2

Volumen de corte				Volumen de relleno			
Progresiva	Ac(m ²)	Vc parc (m ³)	Vc ac (m ³)	Progresiva	Ac(m ²)	Vc parc (m ³)	Vc ac (m ³)
0+000	51.816	0.000	0.000	0+000	47.009	0.000	0.000
0+002	62.949	114.765	114.765	0+002	47.038	94.047	94.047
0+004	71.545	134.494	249.259	0+004	47.199	94.237	188.284
0+006	80.273	151.818	401.077	0+006	47.298	94.497	282.781
0+008	86.565	166.838	567.915	0+008	47.670	94.968	377.749
0+010	86.497	173.062	740.977	0+010	47.670	95.340	473.089
0+012	92.614	179.111	920.088	0+012	47.670	95.340	568.429
0+014	89.748	182.362	1102.450	0+014	47.670	95.340	663.769
0+016	81.706	171.454	1273.904	0+016	47.749	95.419	759.188
Volumen total de corte (m ³)			1273.904	Volumen total de relleno (m ³)			759.188
Volumen total de material excedente							460.963

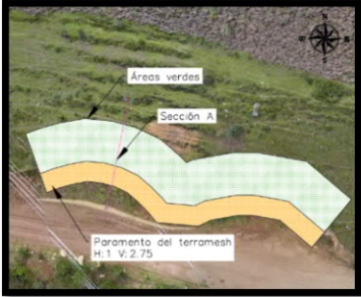
Resumen de ambas zonas

Volumen total de corte (m ³)	3050.802	Volumen total de relleno (m ³)	2728.662
Volumen total de material excedente			-100.233

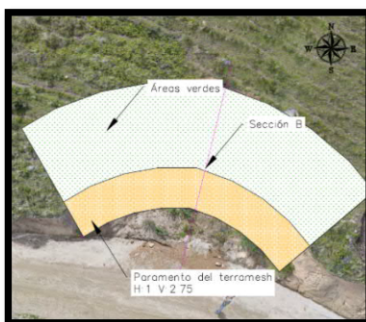
2. CORTE Y RELLENO PARA LA CUNETETA

Volumen de corte			
Progresiva	Ac(m ²)	Vc parc (m ³)	Vc ac (m ³)
0+000	0.350	0.000	0.000
0+010	0.230	2.900	2.900
0+020	0.540	3.850	6.750
0+030	0.460	5.000	11.750
0+040	0.250	3.550	15.300
0+050	0.500	3.750	19.050
0+060	0.610	5.550	24.600
0+070	0.510	5.600	30.200
0+080	0.680	5.950	36.150
0+090	0.610	6.450	42.600
0+100	0.570	5.900	48.500
0+110	0.210	3.900	52.400
0+120	0.270	2.400	54.800
0+130	0.410	3.400	58.200
0+140	0.200	3.050	61.250
0+150	0.160	1.800	63.050
0+160	0.000	0.800	63.850
0+170	0.210	1.050	64.900
0+180	0.510	3.600	68.500
0+190	0.470	4.900	73.400
0+200	0.320	3.950	77.350
0+210	0.280	3.000	80.350
0+220	0.440	3.600	83.950
0+230	0.460	4.500	88.450
0+240	0.290	3.750	92.200
Volumen total de corte			92.200
Volumen de material excedente (m ³)			106.030

METRADO DE ÁREAS VERDES

Zona 1							
							
Áreas verdes planas (m ²)				Áreas verdes inclinadas (m ²)			
Progresiva	L(m)	Av parc (m ³)	Av ac (m ³)	Progresiva	L(m)	Av parc (m ³)	Av ac (m ³)
0+000	6.000	0.000	0.000	0+000	7.133	0.000	0.000
0+002	6.000	12.000	12.000	0+002	7.774	14.907	14.907
0+004	6.000	12.000	24.000	0+004	8.942	16.716	31.623
0+006	6.000	12.000	36.000	0+006	9.732	18.674	50.297
0+008	6.000	12.000	48.000	0+008	11.110	20.842	71.139
0+010	6.000	12.000	60.000	0+010	12.327	23.437	94.576
0+012	6.000	12.000	72.000	0+012	12.934	25.261	119.837
0+014	6.000	12.000	84.000	0+014	7.735	20.669	140.506
0+016	6.000	12.000	96.000	0+016	7.771	15.506	156.012
0+018	6.000	12.000	108.000	0+018	7.766	15.537	171.549
0+020	6.000	12.000	120.000	0+020	7.763	15.529	187.078
0+022	6.000	12.000	132.000	0+022	7.769	15.532	202.610
0+024	6.000	12.000	144.000	0+024	7.957	15.726	218.336
0+026	6.000	12.000	156.000	0+026	8.295	16.252	234.588
0+028	6.000	12.000	168.000	0+028	8.531	16.826	251.414
0+030	6.000	12.000	180.000	0+030	7.981	16.512	267.926
0+032	6.000	12.000	192.000	0+032	9.276	17.257	285.183
0+034	6.000	12.000	204.000	0+034	10.542	19.818	305.001
0+036	6.000	12.000	216.000	0+036	12.558	23.100	328.101
0+038	6.000	12.000	228.000	0+038	11.506	24.064	352.165
0+040	6.000	12.000	240.000	0+040	10.734	22.240	374.405
0+042	6.000	12.000	252.000	0+042	9.735	20.469	394.874
Área verde plana total			252.000	Área verde inclinada total			394.874
Área verde total							646.874

Zona 2





Área verde plana (m ²)				Área verde inclinada (m ²)			
Progresiva	L(m)	Av parc (m ³)	Av ac (m ³)	Progresiva	L(m)	Av parc (m ³)	Av ac (m ³)
0+000	6.000	0.000	0.000	0+000	8.486	0.000	0.000
0+002	6.000	12.000	12.000	0+002	10.392	18.878	18.878
0+004	6.000	12.000	24.000	0+004	11.667	22.059	40.937
0+006	6.000	12.000	36.000	0+006	13.605	25.272	66.209
0+008	6.000	12.000	48.000	0+008	14.456	28.061	94.270
0+010	6.000	12.000	60.000	0+010	14.806	29.262	123.532
0+012	6.000	12.000	72.000	0+012	15.341	30.147	153.679
0+014	6.000	12.000	84.000	0+014	14.258	29.599	183.278
0+016	6.000	12.000	96.000	0+016	13.093	27.351	210.629
Área verde plana total			96.000	Área verde inclinada total			210.629
Área verde total							306.629

Resumen de ambas zonas


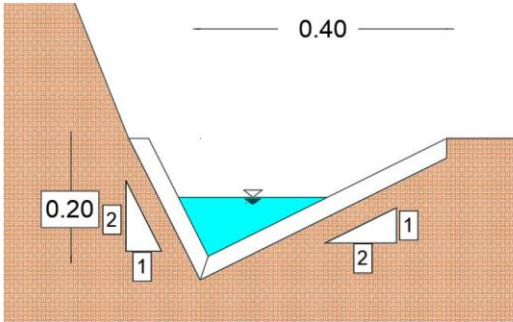
Área verde plana total	348.000	Área verde inclinada total	605.503
Área verde total			953.503



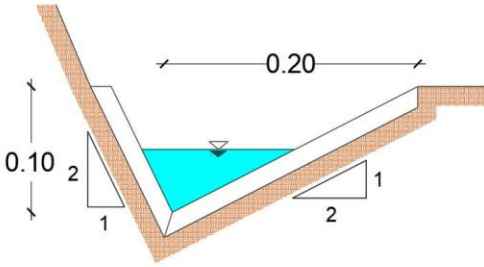
METRADO DE TRAZO Y REPLANTEO Y BASE

1. METRADO DE TRAZO Y REPLANTEO PARA EL MURO DE SUELO REFORZADO

Zona 1		Zona 2	
			
Área de la base (AutoCAD) [m ²]	269.960	Área de la base (AutoCAD) [m ²]	121.245
Área total de la base (AutoCAD) [m ²]		391.205	

2. METRADO DE TRAZO Y REPLANTEO PARA LAS CUNETAS

Cunetas - Al lado de la vía de acceso	
	
Longitud del tramo de la red de cuneta (AutoCAD) [m]	240.000
	
Longitud de la sección transversal de la cuneta [m]	0.671
Área total de la base [m ²]	160.997

Cunetas - En los muros			
Zona 1		Zona 2	
			
Longitud de la base (AutoCAD) [m ²]	42.000	Área de la base (AutoCAD) [m ²]	16.000
Área total de la base (AutoCAD) [m ²]			58.000
			
Longitud de la sección transversal de la cuneta [m]			0.335
Área total de la base [m ²]			5.367

Resumen del metrado de trazo y replanteo, y base para cunetas

Área total de la base [m ²]	166.363	Longitud total [m]	298.000
---	---------	--------------------	---------

Presupuesto

S10

Página

1

Presupuesto

Presupuesto **1103001 CONSTRUCCION DE MURO DE SUELO REFORZADO "TERRAMESH" Y REVEGETACION DE TALUDES**
 Subpresupuesto **001 CONSTRUCCION DE MURO DE SUELO REFORZADO "TERRAMESH" Y REVEGETACION DE TALUDES**
 Cliente **KALLPA** Costo al **18/05/2021**
 Lugar **HUANCAVELICA - TAYACAJA - SURCUBAMBA**

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
01	TRABAJOS PRELIMINARES, SEGURIDAD Y SALUD				21,498.65
01.01	TRABAJOS PRELIMINARES				15,300.00
01.01.01	AGUA PARA LA CONSTRUCCION(CISTERNA 5000GL)	und	9.00	1,700.00	15,300.00
01.02	SEGURIDAD Y SALUD				6,198.65
01.02.01	ELABORACION, IMPLEMENTACION Y ADMINISTRACION DEL PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO	glb	1.00	1,500.00	1,500.00
01.02.02	EQUIPOS DE PROTECCION INDIVIDUAL	glb	1.00	2,368.75	2,368.75
01.02.03	SEÑALIZACION TEMPORAL DE SEGURIDAD	glb	1.00	952.75	952.75
01.02.04	CAPACITACION DE SEGURIDAD Y SALUD	glb	1.00	900.00	900.00
01.02.05	RECURSOS PARA RESPUESTA ANTE EMERGENCIAS EN SEGURIDAD Y SALUD	glb	1.00	477.15	477.15
02	MURO DE SUELO REFORZADO TERRAMESH				389,409.07
02.01	TRABAJOS PRELIMINARES				680.71
02.01.01	TRAZO Y REPLANTEO	m2	391.21	1.74	680.71
02.02	MOVIMIENTO DE TIERRAS				134,606.51
02.02.01	CORTE DE TERRENO CON MAQUINARIA	m3	3,050.80	7.31	22,301.35
02.02.02	RELLENO ESTRUCTURAL	m3	2,728.66	41.12	112,202.50
02.02.03	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE	m3	5.80	12.44	72.15
02.02.04	ACONDICIONAMIENTO DE DEPOSITO DE MATERIAL EXCEDENTE	m3	5.80	5.26	30.51
02.03	BASE				5,203.09
02.03.01	REFILADO, NIVELADO Y COMPACTADO DE LA BASE	m2	391.21	13.30	5,203.09
02.04	TERRAMESH				233,922.12
02.04.01	INSTALACION TERRAMESH VERDE	und	377.00	508.74	191,794.98
02.04.02	INSTALACION DE GEOMALLA	m2	1,914.00	22.01	42,127.14
02.05	SISTEMA DE DRENAJE				14,996.64
02.05.01	SUMINISTRO E INSTALACION DE GEOCOMPUESTO	m2	352.06	37.46	13,188.17
02.05.02	TUBERIA PERFORADA	mll	58.00	15.29	886.82
02.05.03	TUBERIA FLEXIBLE DE DESFOGUE	und	5.00	184.33	921.65
03	CUNETAS				3,558.50
03.01	TRABAJOS PRELIMINARES				500.64
03.01.01	TRAZO Y REPLANTEO	mll	298.00	1.68	500.64
03.02	MOVIMIENTO DE TIERRAS				1,862.44
03.02.01	CORTE DE TERRENO DE FORMA MANUAL	m3	92.20	20.20	1,862.44
03.03	BASE				1,195.42
03.03.01	PERFILADO Y REFINO DE EXCAVACION MANUAL	m2	166.03	7.20	1,195.42
04	PLAN DE VIGILANCIA, PREVENCIÓN Y CONTROL DEL COVID 19				1,000.00
04.01	PLAN DE VIGILANCIA PREVENCIÓN Y CONTROL DEL COVID 19	glb	1.00	1,000.00	1,000.00
05	ÁREAS VERDES CON ESPECIES ENDEMICAS				20,791.97
05.01	COMPRA DE PLANTULOS PARA REVEGETACION	m2	953.50	8.50	8,104.75
05.02	TRANSPORTE DE PLANTULOS	glb	1.00	1,700.00	1,700.00
05.03	PREPARACION DE AREAS VERDES PLANAS	m2	348.00	9.51	3,309.48
05.04	PREPARACION DE AREAS VERDES INCLINADAS	m2	605.50	12.68	7,677.74
06	FLETE TERRESTRE				3,400.00
06.01	TRANSPORTE DE MATERIALES	glb	1.00	3,400.00	3,400.00
	COSTO DIRECTO				439,658.19
	GASTOS GENERALES (9.791698%CD)				43,050.00
	UTILIDAD (5.0%CD)				21,982.91
	SUBTOTAL				504,691.10
	IGV (18.0%)				90,844.40
	PRESUPUESTO DE EJECUCION DE OBRA				595,535.50
	COSTO DE INSPECCION DE OBRA				29,776.78
	COSTO DEL EXPEDIENTE TECNICO				96,284.93
	PRESUPUESTO TOTAL DEL PROYECTO				721,597.21

Presupuesto

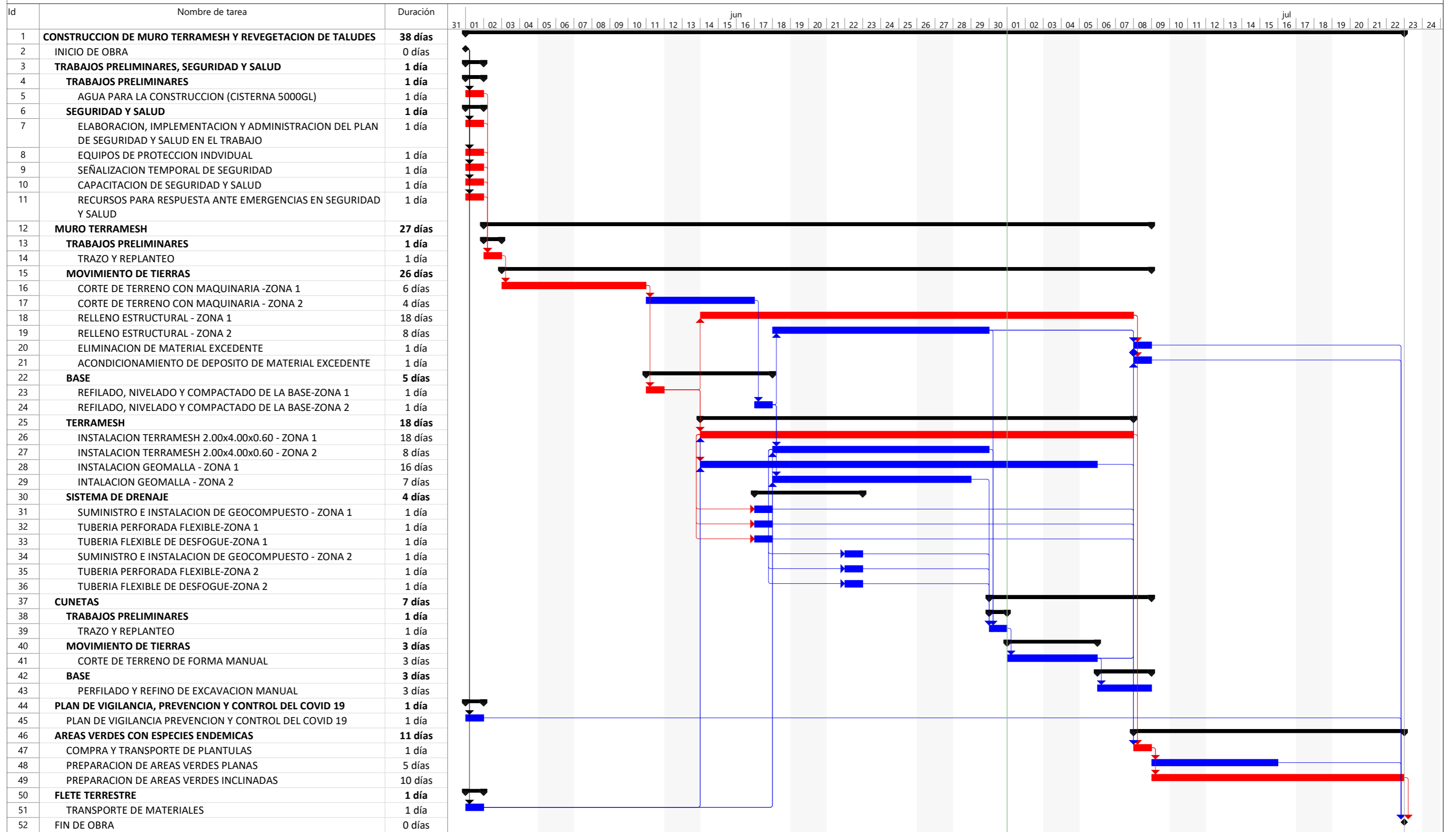
Presupuesto 1103001 CONSTRUCCION DE MURO DE SUELO REFORZADO "TERRAMESH" Y REVEGETACION DE TALUDES
Subpresupuesto 001 CONSTRUCCION DE MURO DE SUELO REFORZADO "TERRAMESH" Y REVEGETACION DE TALUDES
Cliente KALLPA Costo al 18/05/2021
Lugar HUANCAVELICA - TAYACAJA - SURCUBAMBA

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
------	-------------	------	---------	------------	-------------

SON : SETECIENTOS VEINTIUN MIL QUINIENTOS NOVENTISIETE Y 21/100 NUEVOS SOLES

Cronograma

Construccion de muro terramesh y revegetacion de taludes



Proyecto: Muro Terramesh Cliente : Kallpa	Tarea		Resumen del proyecto		Hito resumido		Tarea inactiva		solo duración		solo fin		Fecha límite		Tarea crítica			Progreso
	División		Agrupar por síntesis		Progreso resumido		Hito inactivo		Informe de resumen manual		Resumen manual		Tarea crítica			Progreso		
	Hito		Tarea resumida		Tareas externas		Resumen inactivo		Tarea manual		solo el comienzo		Progreso					
	Resumen		Tarea crítica resumida		Hito externo		Tarea manual		solo el comienzo		Progreso							