



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Determinación del factor de seguridad para comparar técnicas de estabilización de taludes utilizando GEO5 caso: parque El Milagro, Huaraz, Áncash, 2020.

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniera Civil

AUTORA:

Bach. Camacho Macedo, Greysi Milagro (ORCID: 0000-0001-8914-6628)

ASESOR:

Ms. Ing. Aybar Arriola, Gustavo Adolfo (ORCID: 0000-0001-8625-3989)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Infraestructura Vial

LIMA – PERÚ

2021

DEDICATORIA

A mi padre Esteban, por impulsarme a ser una mejor persona ahora fortaleciendo mi camino desde el cielo. Mi madre Santa por su constante apoyo y comprensión en el transcurso de mi vida universitaria. Mi hermana Miriam por ser mi sustento en los momentos difíciles. Mi tío Roger por cuidarme y las largas horas de enseñanza.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por brindarme una familia, salud y encaminarme en mis objetivos trazados. A mis padres por proporcionarme bienestar y educación. A mi asesor Ms. Ing. Gustavo Adolfo Aybar Arriola por guiarme en la elaboración de la presente tesis con consejos, paciencia y comprensión.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
ÍNDICE DE CONTENIDOS	iv
ÍNDICE DE TABLAS	vi
ÍNDICE DE GRÁFICOS	viii
ÍNDICE DE FIGURAS	ix
Resumen	x
Abstract	xi
I. INTRODUCCIÓN	12
II. MARCO TEÓRICO	16
III. METODOLOGÍA	40
3.1. Tipo y diseño de investigación	40
3.2. Variables y operacionalización	41
3.3. Población y muestra.....	41
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	42
3.5. Procedimientos	42
3.6. Método de análisis de datos	43
3.7. Aspectos éticos.....	44
IV. RESULTADOS	45
4.1. Estado actual del talud	45
4.1.1. Ubicación de la Zona de Estudio	45
4.1.2. Información geotécnica.....	47
4.1.3. Diagnóstico del tramo 0+00 – 1+37.61m.....	48
4.2. Determinación del factor de seguridad	50
4.2.1. Levantamiento topográfico.....	50
4.2.2. Estudio de mecánica de suelos.....	52
4.2.3. Análisis de estabilidad de taludes con GEO5	56
4.3. Propuestas de técnicas en estabilización.....	64
4.3.1. Muro de gravedad	64
4.3.2. Refuerzo con geosintéticos.....	71
4.3.3. Sistema de suelo reforzado Terramesh	78
4.4. Comparación de las alternativas de solución.....	82

4.4.1. Comparaciones técnicas	82
4.4.2. Comparaciones económicas	84
V. DISCUSIÓN.....	84
VI. CONCLUSIONES.....	89
VII. RECOMENDACIONES	91
REFERENCIAS.....	92
ANEXOS	98

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Clasificación de ensayos de corte directo.	22
Tabla 2. Descripción de movimientos del suelo	28
Tabla 3. Agentes condicionantes y desencadenantes.	29
Tabla 4. Coeficientes de seguridad	31
Tabla 5. Ecuaciones estáticas.....	33
Tabla 6. Superficies de falla circular.....	33
Tabla 7. Superficie de falla poligonal.....	34
Tabla 8. BM's del levantamiento topográfico	50
Tabla 9. Datos del talud	51
Tabla 10. Clasificación de suelo y contenido de humedad.....	54
Tabla 11. Ensayo límite de consistencia del suelo	54
Tabla 12. Resultados del ensayo de corte.	54
Tabla 13. Factor de seguridad 1-1 condición estática	58
Tabla 14. Factor de seguridad 1-1 condición pseudoestática	59
Tabla 15. Factor de seguridad 2-2 condición estática	62
Tabla 16. Factor de seguridad 2-2 condición pseudoestática	63
Tabla 17. Parámetros de resistencia al corte para suelos.....	68
Tabla 18. Factor de seguridad del muro de gravedad en condición estática	70
Tabla 19. Factor de seguridad del muro de gravedad en condición pseudoestática	71
Tabla 20. Factores de reducción para geotextiles.....	71
Tabla 21. Factores de seguridad en condición estática	72
Tabla 22. Factores de seguridad en condición sísmica.....	72
Tabla 23. Factor de seguridad del muro con geosintéticos en condición estática	76
Tabla 24. Factor de seguridad del muro con geosintéticos en condición pseudoestática	77
Tabla 25. Presupuesto técnico de estabilización muro de concreto reforzado.....	78
Tabla 26. Factores de seguridad en condición estática	79
Tabla 27. Factores de seguridad en condición sísmica.....	80
Tabla 28. Factor de seguridad del muro Sistema Terramesh en condición estática	80
Tabla 29. Factor de seguridad del muro Sistema Terramesh en condición pseudoestática	81
Tabla 30. Presupuesto técnico de estabilización con muro sistema Terramesh ..	81
Tabla 31. Comparación en el diseño de técnicas de estabilización	82
Tabla 32. Comparación en el proceso constructivo de técnica de estabilización ..	83
Tabla 33. Comparación del comportamiento de la técnica de estabilización	83
Tabla 34. Comparación económica de técnicas de estabilización	84
Tabla 35. Comparación del F.S del talud con la Norma CE.020	85
Tabla 36. Estabilidad interna del muro de gravedad	86
Tabla 37. Comparación del factor de seguridad - muro de concreto reforzado....	87

Tabla 38. Comparación del factor de seguridad – muro reforzado con geosintéticos	87
Tabla 39. Comparación del factor de seguridad según AASHTO	87
Tabla 40. Comparación del factor de seguridad – Sistema Terramesh.....	88

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Zona 01: Perfil Longitudinal 0+00 – 0+39.67	51
Gráfico 2. Zona 02: Perfil Longitudinal 0+00 – 0+51.45	52
Gráfico 3. Perfil Longitudinal 1-1 en GEO5	56
Gráfico 4. Asignación del tipo de suelo por interfaz perfil 1-1.....	57
Gráfico 5. Análisis estático del perfil longitudinal 1-1	58
Gráfico 6. Análisis pseudoestático del perfil longitudinal 1-1.....	59
Gráfico 7. Perfil Longitudinal 2-2 en GEO5	60
Gráfico 8. Asignación del tipo de suelo por interfaz perfil 2-2.....	61
Gráfico 9. Análisis estático del perfil longitudinal 2-2	62
Gráfico 10. Análisis pseudoestático del perfil longitudinal 2-2.....	63
Gráfico 11. Condiciones geométricas del muro de gravedad.....	67
Gráfico 12. Asignación del suelo de relleno	68
Gráfico 13. Condiciones del terreno sobre el muro	69
Gráfico 14. Condición estática del muro de gravedad.....	69
Gráfico 15. Condición pseudoestática del muro de gravedad	70
Gráfico 16. Condiciones geométricas del muro reforzado con geosintéticos	73
Gráfico 17. Tipo de refuerzo de los geosintéticos	73
Gráfico 18. Refuerzo del geosintético	74
Gráfico 19. Perfil del geosintético.....	74
Gráfico 20. Se ingreso los valores del suelo de grava limosa	75
Gráfico 21. Estabilidad del muro con geosintético.....	75
Gráfico 22. Condición estática del muro reforzado con geosintético.....	76
Gráfico 23. Condición pseudoestática del muro reforzado con geosintéticos	77

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Estados de consistencia.....	21
Figura 2. Aparato de corte directo	22
Figura 3. Ángulo de fricción ϕ	23
Figura 4. Denominación de ladera y talud.....	24
Figura 5. Componentes del deslizamiento.	25
Figura 6. Definiciones básicas MACSTARS 2000.....	27
Figura 7. Teoría de Mohr – Coulomb: envolturas de falla	30
Figura 8. Esquema estabilidad de talud.	31
Figura 9. Métodos en el cálculo de estabilidad de taludes.	32
Figura 10. Esquema del muro de gravedad	35
Figura 11. Estructura de contención de suelo reforzado con geomalla.....	36
Figura 12. Funciones del geotextil.....	38
Figura 13. Elementos del muro Terramesh System.	38
Figura 14. Estructura del Sistema Terramesh	39
Figura 15. Diseño descriptivo correlacional.....	40
Figura 16. Mapa Político de la Provincia de Huaraz.....	45
Figura 17. Ubicación del Parque el Milagro.....	46
Figura 18. Material del talud.....	47
Figura 19. Zona 01: Vista lateral del talud.....	48
Figura 20. Zona 01: Pie del talud.	48
Figura 21. Zona 02: Vista Frontal del talud.	49
Figura 22. Pavimentado aledaño al parque El Milagro.....	49
Figura 23. Levantamiento topográfico del talud.....	50
Figura 24. Excavación de la calicata	52
Figura 25. Calicata con profundidad de 1.50m.....	53
Figura 26. Extracción de 5kg de muestra inalterada.	53
Figura 27. Resultado del análisis granulométrico con tamices.....	53
Figura 28. Esquema de muro de concreto reforzado	64
Figura 29. Predimensionamiento de muro de gravedad.....	65
Figura 30. Muro de gravedad propuesto	65
Figura 31. Verificación de estabilidad de muro.....	66
Figura 32. Componentes del Muro Terramesh.....	78
Figura 33. Refuerzos del sistema Terramesh.....	79

Resumen

La presente tesis se enfoca en la determinación de los factores de seguridad en condición estática y pseudoestática del talud ubicado en el parque El Milagro utilizando el software Geo5. Para el modelamiento se recopiló información topográfica y geológica, aplicándose el método de Equilibrio Límite dentro de ello el Método de Morgenstern-Price, Spencer y Janbu Generalizado para deslizamientos de forma poligonal.

El método de investigación fue no experimental – transversal debido que las variables son inalteradas y descritas en su condición natural durante el periodo comprendido entre agosto hasta noviembre del 2020. Del mismo modo, se describió los factores determinantes para la estabilidad de taludes y se aplicó teorías en concordancia con la normativa vigente.

Se diagnóstico la inestabilidad del talud en el parque El Milagro - Áncash, por lo cual se propuso estructuras de contención como: muro de gravedad, reforzamiento con geosintéticos y sistema de suelo reforzado Terramesh. Mediante la evaluación técnica – económica se optó por el muro reforzado con geosintéticos, debido que posee un factor de seguridad mayor a los mínimos establecidos en la norma CE.020.

Además, el muro reforzado con geosintéticos es resistente a la tracción por su comportamiento flexible, el proceso constructivo es simple y económico.

Palabras Clave: Estabilidad de taludes, técnicas de estabilización, deslizamientos y factor de seguridad.

Abstract

This thesis focuses on the determination of safety factors in static and pseudostatic condition of the slope located in El Milagro park using Geo5 software. For the modeling, topographic and geological information was collected, applying the Limit Equilibrium method within it the Generalized Morgenstern-Price, Spencer and Janbu Method for polygonal landslides.

The research method was non-experimental - transversal because the variables are unchanged and described in their natural condition during the period between August and November 2020. In the same way, the determining factors for slope stability were described and theories were applied. in accordance with current regulations.

The instability of the slope in the El Milagro - Áncash park was diagnosed, for which containment structures were proposed such as: gravity wall, reinforcement with geosynthetics and Terramesh reinforced soil system. Through the technical-economic evaluation, the wall reinforced with geosynthetics was chosen, because it has a safety factor greater than the minimum established in the CE.020 standard.

In addition, the wall reinforced with geosynthetics is resistant to traction due to its flexible behavior, the construction process is simple and economical.

Keywords: Slope stability, stabilization techniques, landslides and safety factor.

I. INTRODUCCIÓN

El movimiento a gran escala de las conformaciones de ladera ocasionó graves accidentes a lo largo de los años alrededor del mundo. La población se vio seriamente afectada por estos sucesos, las zonas con mayor incidencia son ciudades con abundante población y rodeadas de montañas. Una de los efectos de la inestabilidad son la afectación a las carreteras, producto de prominentes pendientes y durante los periodos de avenida (Azoia y Steluti, 2017, p.121).

La inestabilidad del talud en la zona de pendiente genero deslizamientos por diversos factores como: incremento de cargas gravitacionales, fuerza de infiltración, disminución de resistencia del suelo, intemperismo y la erosión; ocasionando la descomposición de las masas de suelo.

El desplazamiento de la masa de suelo ocasiona deformaciones de la superficie y cambios en el paisaje. Este suceso es ocasionado por la falta de planeamiento territorial, el aumento de concentración urbana y el relleno inadecuado de los suelos; produciendo consecuencias socioeconómicas, ambientales e incluso pérdidas humanas (Pereira, et al., 2019, p.36).

Los desprendimientos de suelo son originados por la gravedad, sin embargo, al finalizar la falla dicha estructura se estabiliza naturalmente. En la estabilidad del talud interactúan los agentes generadores del movimiento (intervención del hombre, movimientos sísmicos, factores climáticos y condición subterránea de agua) y los resistentes al desplazamiento (resistencia de corte) (Pereira, et al., 2019, p.36).

Las construcciones contiguas al parque El Milagro se vieron afectadas, debido al movimiento interno del suelo ocasionando la inestabilidad del talud. Por lo cual, se observó los derrumbes, caídas de piedras y el colapso de la vía pavimentada en el tramo de estudio; los residentes mostraron su inquietud por el agrandamiento de dicho fenómeno en la zona.

El desplazamiento interno de los suelos son sucesos inciertos por lo diferentes tipos de movimientos, la velocidad con la que se suscitan y las características de las fallas. Para su determinación se utilizan los datos hallados en campo

para la evaluación de modelos matemáticos y calcular el coeficiente de seguridad considerando la incertidumbre del análisis de estabilidad (Olivia-González, et al., 2019, pp. 143-144).

Durante los últimos años la interacción antrópica y medio ambiente ha ido variando, por el incremento de actividades humanas propiciando el desarrollo económico y afectando la vulnerabilidad física del entorno, por ello se ha acrecentado los fenómenos naturales como resultado del cambio climático. Dada esta situación los movimientos internos de las masas de suelo ocasionarían grandes daños, por ello deben ser diagnosticados y remediados antes que ocurra sucesos catastróficos (Arcila y Atencia, 2016, p. 112).

En la siguiente investigación, se evaluó las condiciones del talud para la determinación de su factor de seguridad, al encontrarse con una estructura inestable se procedió al planteamiento de técnicas de estabilización, que permitió dar una solución técnica – económico aceptable a dicho problema en la zona de estudio del distrito de Independencia.

Formulación del Problema

La inestabilidad de taludes ocasiono el movimiento del suelo, provocando el deslizamiento del material, desprendimiento de rocas y fisuramiento del pavimentado, generando incertidumbre en la población al ser un agente potencialmente perjudicial ante un gran movimiento sísmico.

Problema General

¿Cómo determinar el factor de seguridad para comparar técnicas de estabilización de taludes utilizando el software GEO5 caso: Parque El Milagro, Huaraz, Áncash?

Problemas Específicos

PE1: ¿Cuál es el estado actual del talud ubicado en el Parque El Milagro, Huaraz, Áncash?

PE2: ¿Qué factores influyen en la determinación del factor de seguridad utilizando el software GEO5?

PE3: ¿Cómo es la comparación de técnicas de estabilización, de acuerdo con el factor de seguridad del talud situado en el Parque El Milagro, Huaraz, Áncash?

Justificación del estudio

Justificación técnica

Se realizó la verificación de la zona de estudio mediante el levantamiento topográfico (geometría del talud) y los ensayos en la mecánica de suelos (propiedades del suelo), para el análisis del talud mediante el programa geotécnico GEO5, con el objetivo de determinar el factor de seguridad y las zonas con mayor incidencia de deslizamientos, utilizando el Método de Equilibrio Límite (Método de Morgenstern – Price, Método de Spencer y Método de Janbu Generalizado) propio del software. Finalmente, se propusieron tres técnicas de estabilización: muro de gravedad, reforzamiento con geosintéticos y sistema de suelo reforzado Terramesh, escogiendo la solución más óptima en el campo técnico (factor de seguridad, diseño del muro, comportamiento del muro y procedimiento constructivo).

Justificación económica

En el estudio de investigación se planteó tres técnicas de estabilización: muro de gravedad, reforzamiento con geosintéticos y sistema de suelo reforzado Terramesh, para lo cual se elaboró un presupuesto tentativo de cada alternativa, optando por la solución económicamente más factible y los parámetros de diseño adecuados acorde al tramo específico.

Justificación social

La municipalidad distrital de Independencia en la fomentación de sano esparcimiento, incluyo dentro de sus proyectos la construcción del parque El Milagro, por ello se buscó un entorno adecuado y mediante rellenos de suelo se fue dando forma a dicha zona. Sin embargo, este parque no cuenta con ninguna protección en la parte del talud realizándose deslizamientos constantes, en un lugar donde frecuentemente realizan actividades tanto niños como adultos. Además, de no contar con barandillas propiciando que

los niños puedan sufrir algún accidente jugando en dicho lugar; por ello es necesario colocar medidas de seguridad en el lugar por ser un lugar recreacional.

Hipótesis General

La determinación del factor de seguridad utilizando el software GEO5 permitirá plantear el mejoramiento del talud del Parque El Milagro, Huaraz, Áncash.

Hipótesis Específicas

HE1: El estado actual del talud ubicado en el Parque El Milagro, Huaraz, Áncash, manifiesta un nivel de deslizamiento considerable.

HE2: Es significativo los factores que influyen en la determinación del factor de seguridad utilizando el software GEO5.

HE3: La comparación de las técnicas de estabilización, de acuerdo al factor de seguridad están considerablemente óptimos en el aspecto técnico y económico del talud localizado en el Parque El Milagro, Huaraz, Áncash.

Objetivo General

Determinar el factor de seguridad para comparar técnicas de estabilización de taludes utilizando el software GEO5 caso: Parque El Milagro, Huaraz, Ancash.

Objetivos específicos

OE1: Diagnosticar el estado actual del talud ubicado en el Parque El Milagro, Huaraz, Ancash.

OE2: Determinar los factores que influyen en la determinación del factor de seguridad utilizando el software GEO5.

OE3: Comparar las técnicas de estabilización, de acuerdo con el factor de seguridad del talud en el Parque El Milagro, Huaraz, Áncash.

II. MARCO TEÓRICO

Los trabajos previos a la investigación son:

A nivel nacional.

Silva (2018), en su investigación titulada “Análisis comparativo de estabilidad de talud y propuesta de solución con muros anclados en la carretera Las Pirias – Cajamarca”, Universidad Cesar Vallejo, su objetivo general fue establecer la incidencia de los muros anclados en la estabilidad de talud Las Pirias – Cajamarca. La metodología empleada fue de nivel explicativo y diseño cuasi – experimental; se analizó el tramo 15 + 280Km para lo cual se tomó una muestra de suelo en la calicata (C-1). La problemática de la investigación son los deslizamientos de la carretera ocasionando pérdidas económicas en una de las carreteras primordiales de la provincia de Pirias. Los resultados de análisis del talud, se determinó mediante los métodos de elemento finito y equilibrio limite utilizando el programa Slide y Plaxis 8.2 respectivamente, dando como resultado la inestabilidad del talud, sin embargo, con el refuerzo de muros anclados se obtuvo el factor de seguridad más eficiente para la estructura de Las Pirias.

Sáenz (2017), planteo la investigación denominada: “Análisis para estabilidad de taludes en roca utilizando mallas galvanizadas ancladas, ciudad Nueva Fuerabamba – Apurímac”, Universidad Nacional del Centro del Perú, donde su objetivo principal fue determinar el análisis de estabilidad de taludes de rocas empleando mallas galvanizadas ancladas brindando refuerzo y resistencia al talud. La metodología de su investigación fue de nivel descriptivo y diseño transversal, se realizó el análisis de 84 estaciones utilizando los mapeos geomecánicos a lo largo del talud desde la progresiva 0+000 al 0+340km. La problemática de la investigación se da por el rompimiento de rocas suelta y la presencia de material suelto propiciando el derrumbe, por ello es necesario estabilizar el talud. Finalmente, el reforzamiento con pernos de anclaje y mallas galvanizadas proporcionan un mayor factor de seguridad con aceleración sísmica (F.S=1.25) y sin aceleración sísmica (F.S=1.50), estabilizando el talud en roca.

Tardeo y Zanabria (2016) en su tesis de pre grado titulada “Análisis dinámico de estabilidad de taludes por elementos finitos en la zona de Huayllapampa del distrito de Cuenca – Huancavelica”, Universidad Nacional de Huancavelica, con objetivo fundamental de calcular el factor de seguridad aplicando el Método de Elementos Finitos en la zona de estudio. La metodología de investigación es de nivel descriptivo y diseño no experimental – transversal, con los datos obtenidos en campo se analizará el talud utilizando el software GEOSTUDIO 2012; para su modelamiento y análisis con la aplicación SLOPE/W para calcular su factor de seguridad. La problemática radica en los niveles de riesgo debido a la inestabilidad del talud. En conclusión, el tramo específico es inestable por la orientación de la pendiente y la litología de las rocas, en el cálculo del análisis estático con $F.S < 1$ y en análisis dinámico con un $F.S < 1.20$, por ello se propone la estabilización con pernos de anclaje y mallas de acero permitiendo un sistema más flexible para el talud.

Altamirano y Rivas (2015), desarrollo la investigación denominada: “Propuesta de Remediación Geotécnica de un talud incorporando un muro de suelo reforzado con el sistema Terramesh para el proyecto de la carretera Matarani – El Arenal”, Universidad Ricardo Palma, con objetivo principal es estabilizar el terraplén utilizando el muro de suelo reforzado tipo Terramesh. El método de la investigación será la descripción y diseño será explicativo, con el software MacStars 2000 para el modelamiento de la estructura y la determinación de los factores de seguridad. La problemática se concentra en la inestabilidad del talud observado en el control geotécnico, siendo la carretera Matarani una vía de suma importancia para el comercio y el desarrollo energético. Finalmente, se obtuvo un factor de seguridad superior a 1.30 estabilizándolo con muro de gaviones al pie del talud y sistema de muro Terramesh a lo largo del talud brindando fuerzas resistentes a toda la estructura en estudio, además este sistema proporciona rapidez por la fácil construcción y en el aspecto económico los costos son reducidos a comparación de otras técnicas de estabilización.

A nivel internacional.

Gurruchaga y Viscarra (2020), elaboraron el artículo científico titulado: “Análisis de estabilidad de taludes mediante el empleo de elementos finitos: Un caso de estudio en La Paz – Bolivia”. Cuyo objetivo enfatiza en la evaluación de estabilidad de taludes utilizando el método de elementos finitos, para la determinación de zonas con más presencia de deslizamiento. Se empleó métodos numéricos como elementos finitos para la determinación del factor de seguridad y el método de equilibrio límite para la determinación de las fuerzas resistentes y actuantes en un suelo inestable. Según el estudio de riesgos de Villa Exaltación – La Paz se determinó la presencia de fuertes deslizamientos de suelo por las características topográficas y el entorno social, con una vulnerabilidad moderada. Finalizando, acerca del método de elementos finitos se analizó la respuesta deformación - tensión es más preciso que el método de equilibrio límite y la mejor técnica de estabilización es el talud socavado con un factor de seguridad mayor a 1.20 con un bajo costo y sin mayor complejidad.

Marín y Mattos (2020), mencionan en el artículo científico denominado: “Análisis por confiabilidad de la estabilidad de muros de pilas excavadas considerando las incertidumbres de los parámetros”. Teniendo como objetivo analizar la confiabilidad añadiéndole la incertidumbre en la estabilidad de muro en pilas excavadas y determinar la profundidad de empotramiento de la estructura, empleándose el método numérico. El método de confiabilidad es más adaptable acoplado el diseño para conseguir o sobrepasar la seguridad del muro, con el análisis cuantitativo se obtienen estructuras geotécnicamente adecuadas. Los resultados manifestaron la interacción entre la cohesión y la cantidad de agua del suelo afectando la estabilidad del muro, por ello la cohesión altera el análisis de la profundidad de empotramiento del muro, mientras el nivel freático se suscita en la superficie del terreno ocasionando el movimiento de los empujes activos de la masa de suelo y la probabilidad de falla en el muro de pilas excavadas.

Fernández, Hernández y Martínez (2019), en el artículo científico denominado: “Evaluación de la estabilidad de taludes en cárcavas, Huasca de Ocampo, Hidalgo, México”, con objetivo fundamental de identificar las propiedades físico-mecánicas del suelo y características topográficas en la regresión lineal múltiple (RLM), avance lateral (AV) y análisis de componentes principales (ACP). En la metodología se recolecto datos topográficos y se realizó el muestreo de 30 muestras para la determinación de sus parámetros físico-mecánicas. La problemática radica en el incremento de la degradación de suelos por la erosión hídrica como: la precipitación, patrón de drenaje, conservación y manejo de suelo. Finalizando, los factores que afectan el avance lateral son el espesor de la cresta del talud y el ángulo de la pendiente, siendo contrarrestados estos efectos con la construcción de presas para el control de lodos.

Azoia y Steluti (2017) realizaron el artículo científico denominado: “Evaluación de la estabilidad de un talud de carretera por análisis numérico”. Teniendo como objetivo estabilizar el talud mediante el análisis numérico de la carretera, situado en Guarulhos, São Paulo, Brasil. Para el estudio se realizó el levantamiento topográfico, el diseño geométrico y el Ensayo de Penetración Estándar (SPT); con ello obteniendo el nivel de agua en el talud y aproximarlos a las zonas con mayor incidencia de deslizamiento para su posterior análisis. Las carreteras se han visto interrumpidas por la inestabilidad de los taludes, las cuales se sitúan por los cortes de pendiente y durante periodos de avenida; que durante la fase de construcción no fueron resueltos. Concluye, la infiltración disminuye el factor de seguridad y en el campo de la estadística el análisis de confiabilidad permite determinar el factor de seguridad, la desviación estándar y el índice de confiabilidad.

Teorías referidas a la investigación

Levantamiento topográfico

La topografía se clasifica en planimetría y altimétrica, la primera concierne a las características del terreno en superficie plana con sus detalles y el sentido horizontal de los puntos tomados; mientras la segunda corresponde a la altura

del levantamiento topográfico permitiendo conocer las características del relieve (Del Río Santana, et al., 2020, pp. 1-2).

Mecánica de Suelos

La mecánica es el componente de la ciencia física que implica la interacción entre las fuerzas y la masa. Por ello, en el caso de la Mecánica de Suelos se comprende como la influencia de las fuerzas sobre el terreno y la indagación en las características físicas del suelo (Das y Gonzáles, 2015, p. 1).

Geotecnia

Implica las ramas de la mecánica de suelos y rocas, evaluándose las condiciones internas y externas mediante la determinación de sus propiedades hidráulicas y mecánicas, siendo estas aplicadas en la conformación de tierra, cálculo de cimientos y estructuras de contención (Das y Gonzáles, 2015, p. 1).

Análisis Granulométrico por mallas

El análisis granulométrico según la norma AASHTO T 88, se analiza las características del suelo mediante tamices considerando el porcentaje retenido y el pasante (Quimis-Guerrido, 2019, p.4).

Clasificación de suelos

El suelo está compuesto por material suelto entre sus poros almacena agua, aire y nutrientes. Se ha incrementado los sistemas de clasificación considerando parámetros agrológicos y geotécnicos en base a los materiales que lo constituyen. Para la clasificación del suelo se considera la geometría de los estratos, la forma del manto stratigráfico, los materiales por los que está integrado, el espesor y la extensión a lo largo de la superficie (Cruz, et al., 2020, p. 83).

Los datos son evaluados en el Sistema American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO) y System Unified Soil Classification (SUCS).

Límites de Atterberg

(Sánchez, 2019) menciona que “Los estados de consistencia al contenido de humedad a través de los poros en la masa de suelo, delimitando los límites”. El índice de plasticidad se calcula de la siguiente manera:

$$IP = LL - LP$$

(Sánchez, 2019) alude que “La deformación de los suelos alcanza límites sin fragmentarse denominándose como plasticidad. De este modo, se puede predecir el comportamiento de la masa de suelo en diferentes estaciones”.

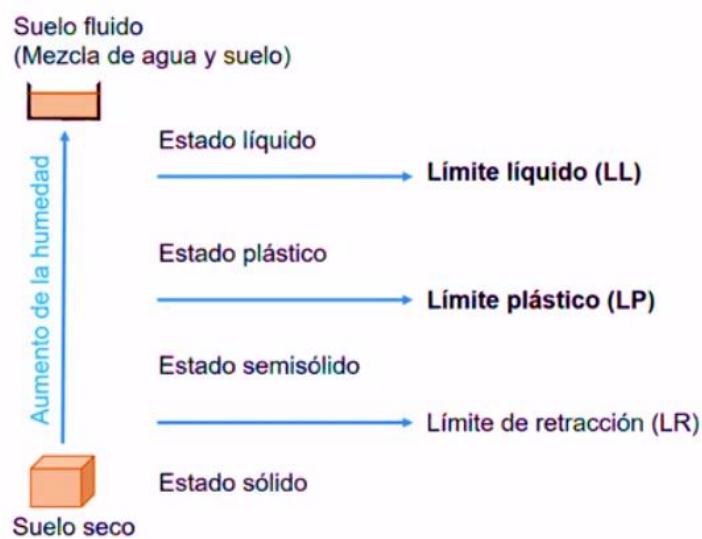


Figura 1. Estados de consistencia

Fuente: Límites de Atterberg: límite líquido y límite plástico gráfico de plasticidad de Casagrande . Sánchez, F., 2019. Recuperado de <https://riunet.upv.es/handle/10251/120398>

Ensayo de corte directo

(Bowles, 1981) relata que “Un plano es sometido al esfuerzo normal vertical y esfuerzo cortante horizontal para generar la falla, generándose el desplazamiento lateral del área. Mediante este ensayo podemos determinar la cohesión y el ángulo de fricción del suelo” p.175.

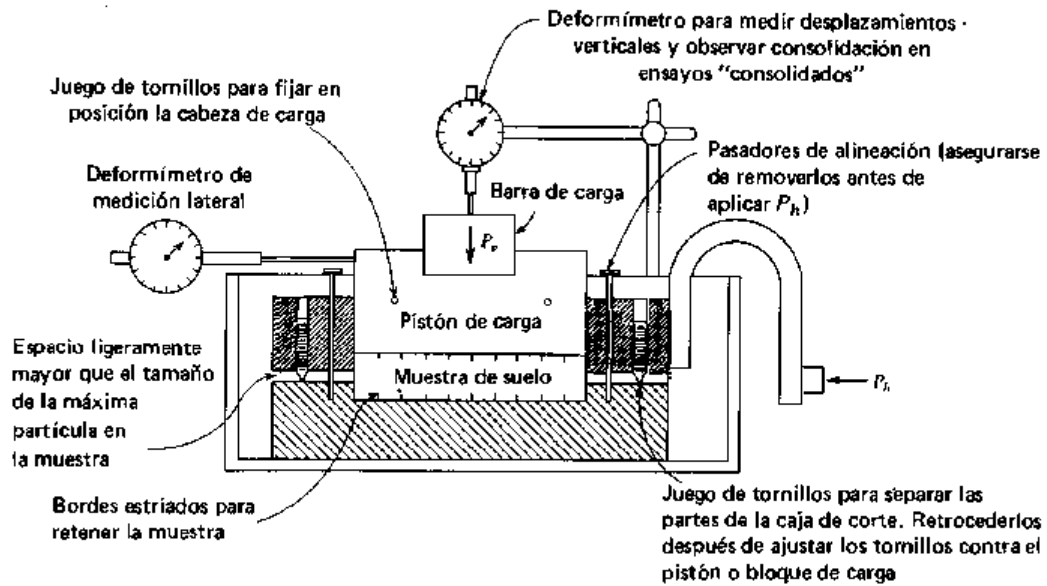


Figura 2. Aparato de corte directo

Fuente: Manual de laboratorio de suelos en ingeniería civil, Bowles, J., 1981, p. 177.

Tabla 1. Clasificación de ensayos de corte directo.

Ensayo de corte directo	Descripción
No consolidado – No drenado	Se inicia el corte antes de ejercer la fuerza normal. En suelo cohesivo-saturado aumenta la presión de poros.
Consolidado – No drenado	Se ejerce la fuerza normal y se percibe el desplazamiento vertical hasta que se detenga el asentamiento antes de ejercer la fuerza de corte.
Consolidado - Drenado	Se ejerce la fuerza normal manifestándose todo el asentamiento, se aplica la fuerza de corte lentamente reduciendo la presión de poros.

Fuente: Manual de laboratorio de suelos en ingeniería civil, Bowles, J., 1981, p. 178.

Ángulo de fricción

La interacción de partículas en un punto de contacto se ve influenciada por la fuerza normal sometida y la resistencia tangencial al corte entre ambas superficies relacionadas proporcionalmente, originando de este modo la fricción (Lambe y Whitman, 1993, p. 75).

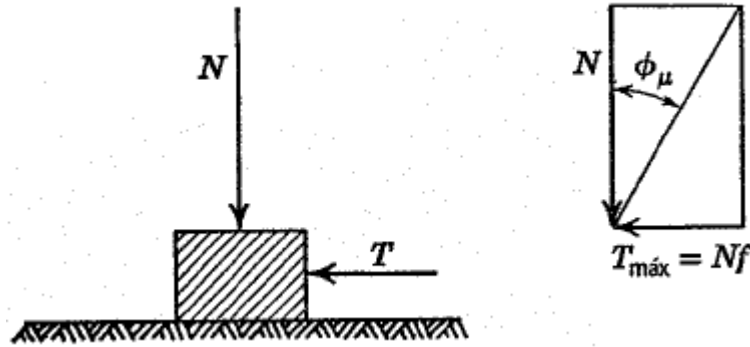


Figura 3. Ángulo de fricción ϕ_{μ}

Fuente: Mecánica de Suelos. Lambe, T., Whitman, V. 1993. p. 76.

Cohesión

(Lambe y Whitman, 1993) mencionan que “Si la fuerza normal cesa la resistencia al deslizamiento toma el nombre de cohesión, por la interacción entre cuerpos solidos a largo plazo, el aporte a la resistencia del suelo es mínima” p.75.

Peso específico de suelos

(Lambe y Whitman, 1993) nombran que “El peso específico relación entre el peso del suelo y su volumen, el peso específico seco relación entre el peso de minerales con el volumen y el peso específico relativo relación entre el peso del suelo y el agua” p.42.

Talud

Se denomina ladera a formaciones naturales y talud a formaciones artificiales de pendiente de suelo. Se comprende por talud a la masa de suelo o roca inclinada (Suárez, 2009, p.3).

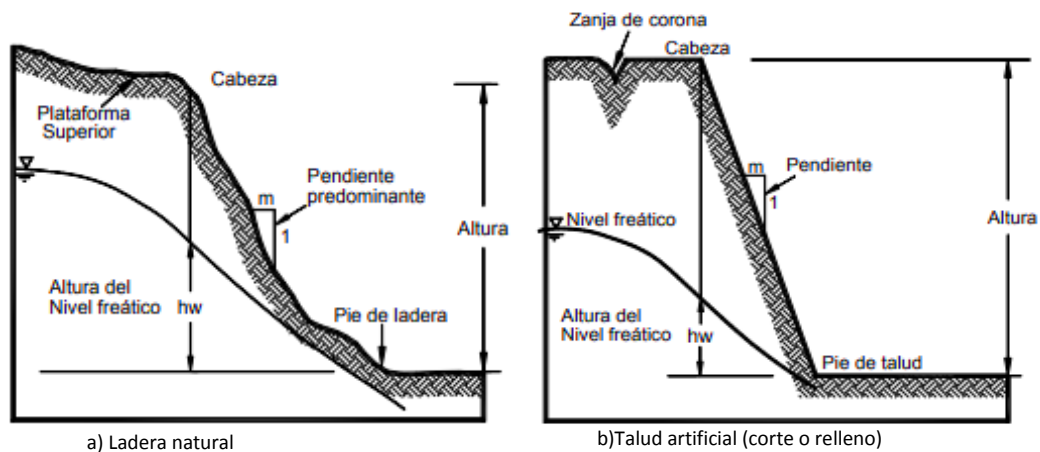


Figura 4. Denominación de ladera y talud.

Fuente: Deslizamientos. Tomo I: Análisis Geotécnico, Suárez, J., 2009, p. 3.

Falla

Las fallas son originadas por los movimientos sísmicos internos de las placas tectónicas, su determinación se ve influenciada por los antecedentes sísmicos, la geomorfología del suelo y la topografía del mismo (Ortega, et al., 2019, p.152).

Las fallas se suscitan esporádicamente en taludes con gran pendiente no interviniendo la geología, mientras los deslizamientos se caracterizan la masa deslizante para establecer medidas de protección interviniendo la topografía, geología y estructura del movimiento.

Deslizamientos

Los deslizamientos superficiales son pronunciados en zonas con reducida vegetación como resultado de la deforestación, en laderas con ángulo de inclinación entre 18° hasta 25° y en áreas con gran cantidad de agua producto de las fuertes precipitaciones. Los flujos de agua en el interior de la masa de suelo afectan la resistencia al corte (Teófilo-Salvador, 2019, p.2).

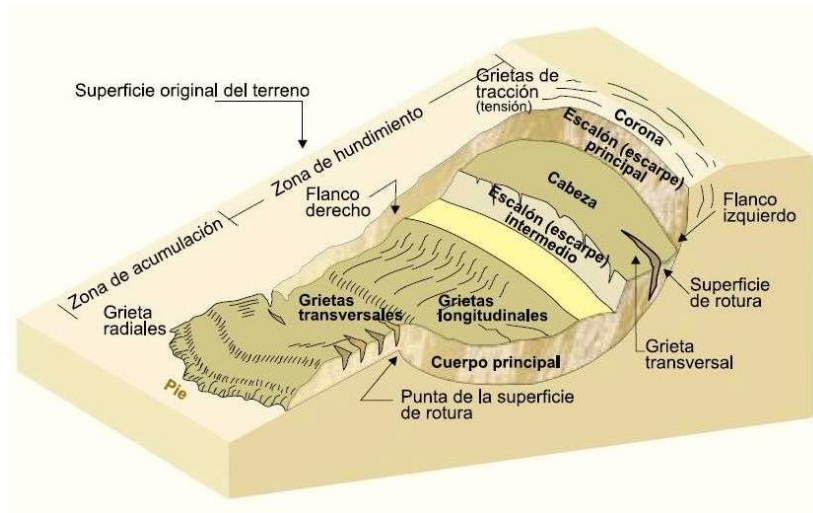


Figura 5. *Componentes del deslizamiento.*

Fuente: <https://docplayer.es/docs-images/64/51318926/images/26-1.jpg>

Estabilidad de taludes

La estabilidad de taludes se define como el equilibrio entre las fuerzas actuantes y resistentes, se evalúan en condición estática (equilibrio entre fuerzas) y pseudoestática (intervención del movimiento dinámico). El análisis pseudoestático en el método de equilibrio limite sustituye la fuerza aplicada dinámica por aceleración constante estática (Bazzi, Noferesti y Farhadian, 2020, pp. 591-592).

Diseño en taludes inestables, evaluando el coeficiente de seguridad, objetivo de la excavación y duración de la estructura contrastándolo con la seguridad, costos de inversión y riesgos por rotura.

GEO5

El GEO5 es la agrupación de software para la solución de problemas geotécnicos, ampliamente usado por su facilidad y multiplicidad de herramientas.

La cohesión puede ser calculada con el software GEO5, comparando el resultado con los factores entre los que varía, para distinguir el tipo de regolito como cohesivo rígido (Hernández, et al., 2019, p. 308).

Características del software geotécnico:

- Incluye el estudio geológico y en simultáneo el diseño avanzado.
- Vinculación de los programas.
- Contiene gran cantidad de normas y permite configuración propia.
- Genera reportes y gráficos para la interpretación de resultados.
- Soporte técnico y material de capacitación.

Modelo pseudoestático

(Valiente et al., 2016) relata que “Los efectos del sismo se analizan mediante aceleraciones pseudoestáticas (constantes y horizontales) sobre el talud generando la inercia en el centro de gravedad de cada dovela” p.53.

El Perú presenta cuatro zonas sísmicas, siendo Áncash la zona 3 con aceleración máxima de suelo igual a 0.35.

Coeficiente sísmico

Para el cálculo del coeficiente de diseño sísmico se considera la reducción del costo total, dentro del mismo el costo inicial antes del movimiento sísmico y el costo de pérdidas ocasionados por el movimiento sísmico (García López y García Pérez, 2019, p. 71).

El tiempo de vibración y el material del talud se relacionan con la carga sísmica horizontal aplicada sobre la misma, permitiéndose ser ajustada calculando el coeficiente sísmico. La aceleración sísmica regula la sobrecarga sísmica horizontal en el pie del talud con el tiempo de vibración y el tipo de suelo.

MACSTARS 2000

Examina la estabilidad del talud incorporando el esfuerzo de tracción, se utiliza el Método de equilibrio limite sin que el talud sea reforzado. La evaluación se realizará tomando en cuenta los procesos de fallas posibles en el suelo, comportamiento del material de refuerzo y cargas aplicadas.

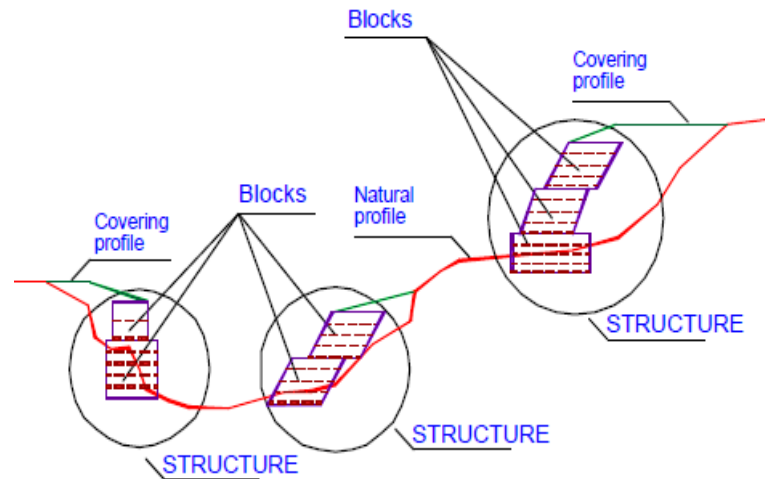


Figura 6. Definiciones básicas MACSTARS 2000

Recuperado de: <https://es.scribd.com/document/371161621/MacSTARS-2000-Reference-Manual-Eng>

Enfoques conceptuales

Clasificación de los movimientos

(Suárez, 2009) nombra que “La identificación entre el diagnóstico del deterioro (antes del deslizamiento) y los factores fundamentales de movimiento en el talud son imperceptibles” p.8.

La susceptibilidad al deslizamiento de la masa de suelo hace referencia a la reiteración de la posibilidad del movimiento en el terreno, es decir, en el caso de una determinada zona haya ocurrido un movimiento en el pasado esta zona es propensa a suscitar el mismo movimiento en la actualidad con las mismas condiciones, por ello estas zonas críticas son detectadas en el espacio y evaluadas para evitar deslizamientos. La técnica de detección de estas zonas son los mapas de susceptibilidad mediante el Sistema de Información Geográfica (SIG) indicando los lugares con mayor o menor incidencia a un proceso geológico devastador en los parámetros cuantitativos y cualitativos del deslizamiento (Barella, Rosa y Sobreira, 2021, p. 2).

Tabla 2. *Descripción de movimientos del suelo*

Movimiento	Descripción
Caído	Desprendimiento de rocas de variado tamaño y con declive pronunciado, sin advertencia previa de movimiento.
Inclinación o Volcamiento	Rotación hacia el frente de formaciones rocosas, suelo cohesivo y residual generadas por las grietas de tensión, cohesión de materiales, altura y pendiente.
Reptación (Creep)	Movimiento lento desarrollado en laderas de pendiente baja a media, no cuenta con una extensión de falla determinada y es causada por alteraciones climáticas.
Deslizamientos en masa	Traslado de corte en toda la longitud de una o más superficies en una zona fina. En el deslizamiento rotacional la falla tiene forma cóncava en la parte superior y el movimiento se efectúa en el eje paralelo y transversal al deslizamiento. En el deslizamiento translación el suelo se traslada hacia abajo o hacia afuera en una superficie ligeramente ondulada o plana.
Hundimiento	Por la reducción en masa de suelo se genera el movimiento vertical originada en procesos naturales.
Flujo	El movimiento parcial de partículas o diminutos bloques de rocas en el interior de la superficie con un flujo laminar o turbulento.

Elaboración propia

Nota. Recuperada de "Deslizamientos. Tomo I: Análisis Geotécnico", Suárez, J., 2009, pp. 8-25.

Factores que influyen en la inestabilidad

Cuanalo et al. (2011), nos menciona que "Los factores que influyen en la inestabilidad son: condicionantes sometidos a las características del suelo y desencadenantes sometidos a factores externos" (p.40).

Tabla 3. *Agentes condicionantes y desencadenantes.*

Agentes	Descripción
Condicionantes	Topografía y Morfología Geología Condiciones hidrogeológicas Vegetación
Desencadenantes	Vulcanismo Lluvias Deshielo y congelación Terremotos Socavación y erosión Actividad humana

Elaboración propia

Nota. Recuperada de “Inestabilidad de laderas influencia de la actividad humana”, Cuanalo, et al., 2011, p. 40.

Resistencia cortante del suelo

Durante el movimiento sísmico los flujos de corte atraviesan el suelo a lo largo de la zona de deslizamiento, originando de este modo tensión entre las partículas internas del suelo al corte, desarrollándose la deformación de la estructura y las partículas toman una forma densa. La acción sísmica ocurre esporádicamente, impidiendo la salida de agua entre poros incrementando su presión y disminuyendo la resistencia al corte del suelo (Fouché, 2020, pp. 22-23).

La resistencia al corte establece las causantes de los taludes en su estabilidad, las cimentaciones en su capacidad de carga admisible y en los muros de contención por el empuje interno de suelo.

Teoría de Mohr – Coulomb

Venkatramaiahn (1995), menciona que “La relación funcional entre la tensión normal en cualquier plano y la resistencia al corte disponible en ese plano” p. 262. Coulomb asumió que era lineal:

$$s = c + \sigma \tan \phi$$

Donde, c y ϕ son parámetros empíricos, conocidos como cohesión y ángulo de fricción interna respectivamente. La generalización de Mohr de la

envolvente de falla como una curva que se vuelve más plana al aumentar la tensión normal. Si los componentes del esfuerzo cortante y normal en un plano en la envolvente de falla, se supone que la falla es incipiente y si la trama de tensiones debajo de la envolvente, la condición representa estabilidad (Venkatramaiah, 1995, p. 263).

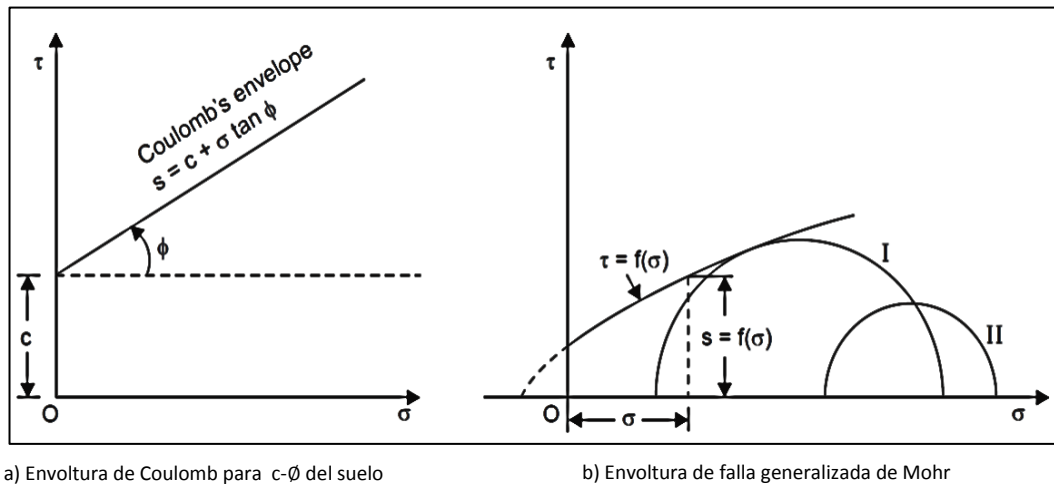


Figura 7. Teoría de Mohr – Coulomb: envolturas de falla

Fuente: Geotechnical engineering, Venkatramaiah, C., 1995, p. 263.

Factor de seguridad

la determinación del coeficiente de seguridad, se evalúa la confrontación entre los esfuerzos que producen el deslizamiento y los esfuerzos que lo contrarrestan (Valiente et al., 2016, p.51).

$$FS_s = \frac{\tau_f}{\tau_d}$$

Se identifica como:

FS_s = coeficiente de seguridad en relación a la resistencia

τ_f = resistencia de la superficie al corte

τ_d = esfuerzo cortante a lo largo del suelo en la falla.

La estabilidad de un talud es determinada con el factor de seguridad, el cual se define como la interacción entre la resistencia al cizallamiento verídico de

la masa de suelo y los esfuerzos opositores induciendo al corte, en una superficie de falla. El resultado permite diagnosticar la zona más propicia al quiebre y el riesgo de falla en el talud (Cartaya, Mucuta y Watson, 2020, p.442).

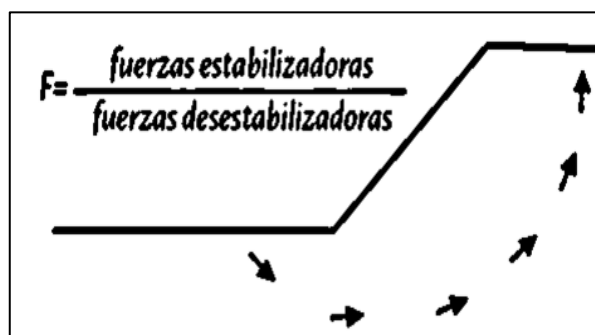


Figura 8. Esquema estabilidad de talud.

Fuente: Estabilidad Taludes, Conceptos Básicos, Parámetros de Diseño y Métodos de Cálculo, Díaz, A., et al., 2016, p. 51.

Actualmente, se cuenta con diversas normativas regulando el coeficiente de seguridad. Se debe tomar en cuenta la duración de la obra (temporal o permanente) y el escenario de cálculo (estática o sísmica) (Valiente et al., 2016, p.52).

Tabla 4. Coeficientes de seguridad

Normativa	Talud Temporal		Talud Permanente	
	Estática	Sísmica	Estática	Sísmica
AASHTO LRFD	1.33 – 1.53	1.1	1.33 – 1.53	1.1
NAVFAC-DM7	1.3 – 1.25	1.2 – 1.15	1.5	1.2 – 1.15
FHWA-NHI-11-032	-	1.1	-	1.1
CE. 020	-	-	1.5	1.25

Fuente: Estabilidad Taludes, Conceptos Básicos, Parámetros de Diseño y Métodos de Cálculo, Díaz, A., et al., 2016, p. 52.

La interacción entre el talud y el factor de seguridad es el siguiente:

- $FS > 1$, talud estable
Mientras el FS sea mayor a 1 es improbable la rotura del talud en condiciones críticas.
- $FS = 1$, condición límite del talud
Mientras el FS sea igual a 1, la rotura del talud es próximo.

- $FS < 1$, talud inestable
Mientras el FS sea menor a 1, en cualquier momento se suscitará la rotura del talud o el desprendimiento de la masa de suelo (Cartaya, Mucuta y Watson, 2020, p.443).

Métodos para determinar la estabilidad de taludes

El análisis de estabilidad de taludes busca detectar las inclinaciones con mayor altura y reforzarlas para su seguridad y evitar las fallas como: volteo, deslizamiento, desprendimiento, etc. Para el diagnóstico es necesario los siguientes datos: describir la resistencia a la rotura del suelo, dibujar el perfil longitudinal del talud, escoger la superficie más propicia al corte y determinar el coeficiente de seguridad (Álvarez, Chávez y Mesa, 2020, p.2).

Después de calcular las propiedades de resistencia al corte y las características de la geometría del talud, se inicia con la evaluación del coeficiente de seguridad (Álvarez, Chávez y Mesa, 2020, p.2).

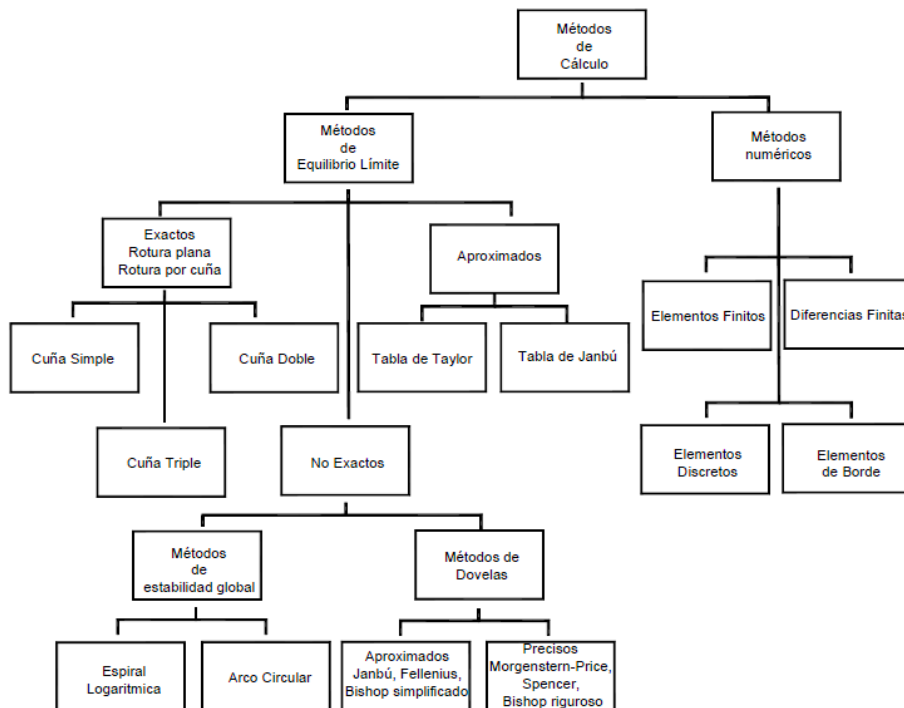


Figura 9. Métodos en el cálculo de estabilidad de taludes.

Fuente: Deslizamientos. Tomo I: Análisis Geotécnico, Suárez, J., 2009, p. 137.

Para determinar la estabilidad de un talud existen diversos métodos, entre ellos el método de equilibrio límite consiste en la fragmentación del suelo en

rebanadas o dovelas, obteniendo el coeficiente de seguridad con los datos de la resistencia al cizallamiento en la situación de falla (Álvarez, Chávez y Mesa, 2020, p.2).

Métodos de equilibrio límite

Suárez (2009) plantea que “El equilibrio se desarrolla cuando los esfuerzos de corte y resistencia son iguales en la longitud de la superficie de falla, teniendo como factor de seguridad la unidad” p.135.

Tabla 5. *Ecuaciones estáticas*

Método	$\sum F = 0$	$\sum M = 0$
Fellenius u Ordinario	No satisface	Si satisface
Bishop Simplificado	No satisface	Si satisface
Janbu Simplificado	Si satisface	No satisface
Spencer	Si satisface	Si satisface
Morgenstern - Price	Si satisface	Si satisface
Janbu Generalizado	Si satisface	Si satisface (por rebanada)
Sarma – rebanadas verticales	Si satisface	Si satisface

Fuente: Deslizamientos. Tomo I: Análisis Geotécnico, Suárez, J., 2009, p. 136.

Tabla 6. *Superficies de falla circular*

Método	Características
Arco circular (Fellenius, 1922)	Se evalúa agrupado la falla circular con suelo cohesivo.
Ordinario o de Fellenius (Fellenius 1927)	La interacción entre dovelas no se considera.
Bishop simplificado (Bishop 1955)	Los esfuerzos cortantes entre dovelas es 0.

Fuente: Deslizamientos. Tomo I: Análisis Geotécnico, Suárez, J., 2009, p. 136.

Tabla 7. *Superficie de falla poligonal*

Método	Características
Janbú Simplificado (Janbu 1986)	Los esfuerzos cortantes entre dovelas es 0.
Spencer (1967)	Las fuerzas en pendiente a los costados son las mismas en cada rebanada, pero son inciertas.
Morgenstern y Price (1965)	Varían subjetivamente las fuerzas entre dovelas.
Sarma (1973)	Se determina el coeficiente sísmico con el método de dovelas para originar el deslizamiento.

Fuente: Deslizamientos. Tomo I: Análisis Geotécnico, Suárez, J., 2009, p. 136.

Estructuras de contención

Los muros de contención son construidos para sostener estructuras inestables; en carreteras, inclinaciones de suelo y muros de defensa. Su función es resistir la presión lateral del suelo, la infiltración del agua, el peso del mismo muro, peso de sobrecargas y los coeficientes de sismicidad. El diseño concierne a la estabilidad interna (equilibrio entre momento flector y fuerza cortante) y la estabilidad externa (equilibrio de fuerzas externas). (Brasil y Rodríguez, 2017, pp. 9-10).

Los muros son utilizados como contención de las masas de suelo, en rellenos naturales o hechas por el hombre.

Muros de Gravedad

Suárez (2009), menciona que “Este tipo de muro resiste las fuerzas de desplazamiento la presión de tierra sobre el muro y su base de cimentación se encuentra por fuera de la inestabilidad del talud” (p. 112).

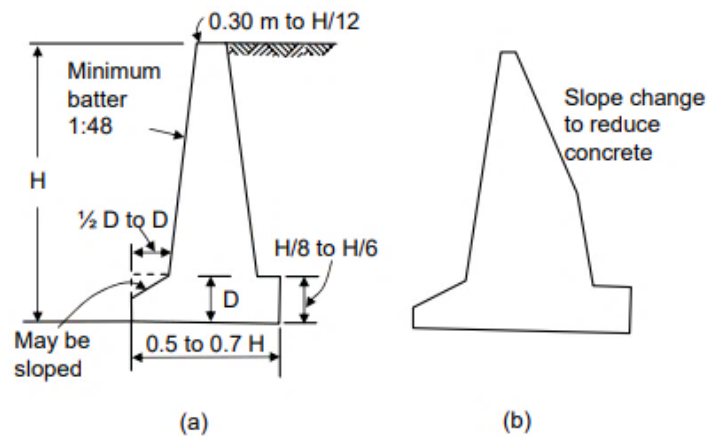


Figura 10. Esquema del muro de gravedad

Recuperado de:

<http://www.jorgealvahurtado.com/files/Diseno%20de%20Muros%20de%20Contencion.pdf>

Brasil y Rodríguez (2017), relatan que “En el diseño de muro de gravedad se consideran las siguientes fallas: volteo del pie de talud, deslizamiento en toda la longitud de la base, suelo de cimentación con inadecuada capacidad portante y falla global de la estructura” pp. 9-10.

Criterios de diseño para muros de gravedad:

- Las secciones y refuerzos internos resistirán los momentos y cortantes.
- En el cálculo de las fuerzas se tomara en cuenta el peso del suelo.
- Las fuerzas externas y los pesos serán necesarios para determinar la capacidad de soporte.
- El muro debe poseer un sistema de drenaje a modo de lloraderos para la salida de agua embalsada detrás del muro.
- Se deben construir juntas para impedir las grietas o fisuras. En estabilización de deslizamientos la separación entre juntas debe ser menor a 10 metros y en suelos estables debe ser menor o igual a 20 metros (Suárez, 2009, pp. 112–113).

Anteriormente, el comportamiento del muro reforzado era evaluado como una cimentación fija, sin embargo, el asentamiento genera la nueva distribución de cargas en la base del muro y la disminución de los momentos flectores. Por ello, es necesario analizar la interacción entre el suelo y el refuerzo, para evaluar la transferencia de capacidad portante de suelos con

mayor asentamiento hacia las de menor asentamiento (Corrêa y Santos, 2018, p.1076).

Muro de contención reforzados con geosintéticos

Los geosintéticos son ampliamente conocidos como material de suelos reforzados, aportan mayor resistencia al corte desacelerando el flujo de agua en situación de presión intersticial negativa; esta condición se denomina infiltración unidimensional entre geotextil-suelo (Gallego, García y Vega, 2016, pp. 105-111).

Los geosintéticos están compuestos por poliéster, polipropileno, polietileno y poliamida representada en forma de lámina, manto o filtro, en contacto con la superficie de suelo.

La infiltración en geosintéticos tejidos como: geotextiles no tejidos y tejidos compuestos no tejidos, se determinó con la presión entre los poros de agua y la capacidad volumétrica en un periodo de tiempo. Los geosintéticos fueron impermeables en suelo insaturados, sin embargo, la masa de suelo saturado empieza a drenar el agua por los costados de la estructura en condición de presión positiva y culminara la infiltración cuando la presión de suelo es negativa o se acerca al cero (Gallego, García y Vega, 2016, pp. 105-111).

Los muros con geosintéticos son utilizados en reducida capacidad portante del suelo o en características geométricas de inclinación mayor al ángulo de reposo, brindando menor volumen al área de construcción.

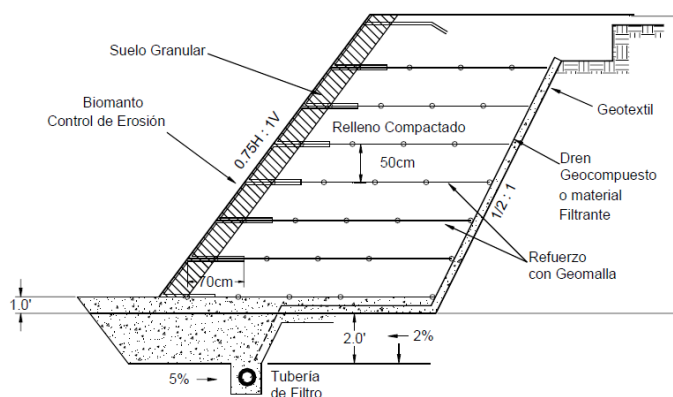


Figura 11. Estructura de contención de suelo reforzada con geomalla.

Fuente. Deslizamientos. Tomo I: Análisis Geotécnico. Suárez, J. 2009. p. 216.

Criterios de diseño en muros de geosintéticos

- La estructura no contiene presiones hidrostáticas.
- La falla activa en superficie plana será determina con el método Rankine.
- El espaciamiento, longitud y distancia entre geosintéticos (estabilidad interna).
- Verificación por volteo, deslizamiento y falla de fundación (estabilidad externa).

Existen diferentes tipos de geosintéticos como; geomallas, geotextiles, geomembranas, etc. Además, cumplen las siguientes funciones:

- Separador: entre distintos materiales y su función es proporcionar tensión en un periodo largo.
- Refuerzo: estabiliza la masa de suelo y aporta resistencia a la tracción.
- Contención: control del líquido producto de la percolación de solidos almacenados (lixiviado) en un relleno sanitario.
- Filtración: retiene las pequeñas partículas en el movimiento del flujo y propicia el flujo de agua en todo el material (Ganesh-Kumar y Sivapriya, 2019, p.39).

Los geotextiles son ampliamente usados en actividades de construcción como carreteras, presas, sistema de drenaje, etc. Posee diferentes funciones como dividir, resguardar, drenar e impedir el agrietamiento del componente de construcción como hormigón o plástico. Los geotextiles son materiales duraderos, resistentes y escasa impregnación de humedad (Caicedo, et al., 2019, p. 290).

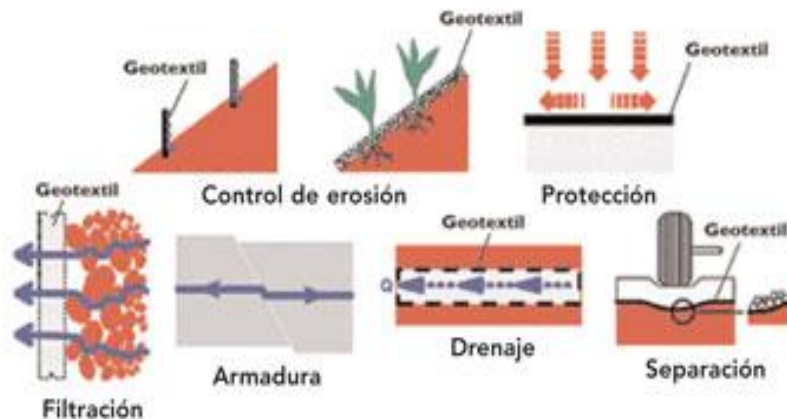


Figura 12. Funciones del geotextil

Fuente: <http://www.ciaindumentaria.com.ar/plataforma/wpcontent/uploads/2015/01/Geotexopener.jpg>

Sistema de Suelo Reforzado Terramesh

Los suelos son ampliamente resistentes a las fuerzas de compresión, pero disminuye la resistencia con las fuerzas a tracción. El suelo reforzado comprende la adición de fuerzas en tracción mejorando la resistencia al corte y aminorando las deformaciones de masa del suelo. Al aplicar una carga vertical al suelo sufre deformaciones verticales y laterales, sin embargo, al aplicar cargas laterales aumenta la rigidez de la estructura (MACCAFERRI, 2010).

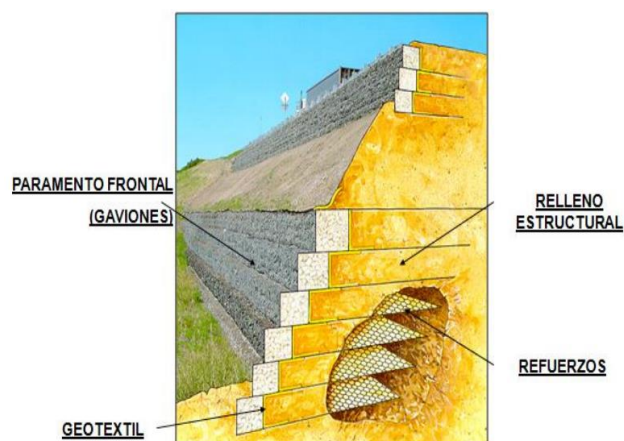


Figura 13. Elementos del muro Terramesh System.

Recuperado de: <https://radioalianca.com.br/cms/storage/news/be98ed2c7cfe936d47096a73551dc0a4.jpg>

El sistema Terramesh conformado por paneles de malla hexagonal con revestimiento de plástico (PVC) para evitar la corrosión. La red proporciona cohesión ficticia reduciendo el empuje y deformación del suelo, brindando esfuerzos de tracción por la capacidad de anclaje (MACCAFERRI, 2010).

Criterio de diseño del sistema de suelo reforzado Terramesh

- Los empujes activo y pasivo originados por el peso propio o sobrecargas del suelo.
- Utilizando el método de equilibrio limite se determina los empujes por el equilibrio de fuerzas.
- Calcular el área de ruptura, crítica y el empuje máximo (MACCAFERRI, 2010).

El Terramesh® System es una caja de malla (0.8 x 1m) semejante a un gavión de malla a triple torsión y se adiciona la malla de refuerzo sobre la superficie del suelo. La colocación implica que la tapa, la cara frontal y la malla son monolíticas, la caja de malla se asegura con otra caja por detrás y está unida a la frontal. La inclinación es cuasi vertical con características de drenaje y permeabilidad (Eseverri, Majoral y Portela, 2012, p. 16).

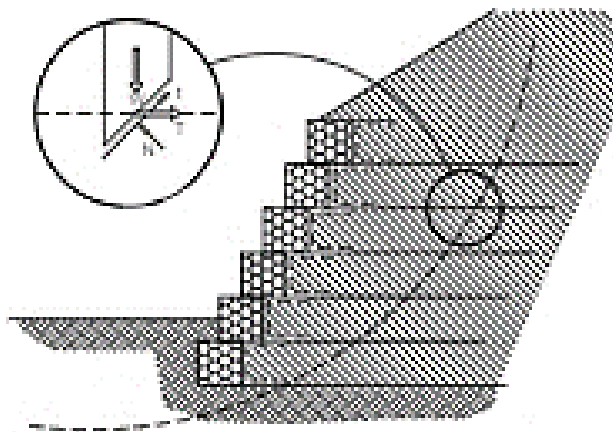


Figura 14. Estructura del Sistema Terramesh

Recuperado de: <https://docplayer.es/22971767-Refuerzo-y-estabilizacion-de-suelos-necesidades-y-soluciones.html>

MACCAFERRI provee el software Macstars® para la evaluación de estabilidad interna y externa de la masa de suelo, para su aplicación se cuenta con el

catálogo de materiales MACCAFERRI y las propiedades físico-mecánica de los suelos. Interactúan componentes metálicos como el Terramesh® y materiales sintéticos como pull – out y ángulo de fricción (Eseverri, Majoral y Portela, 2012, p. 18).

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

Tipo de Investigación: **Aplicada** por el empleo de teorías y enfoques conceptuales ya conocidos sin alteraciones cumpliendo con la normativa vigente.

Diseño de la Investigación:

El diseño **No Experimental** se analizó el talud en su condición natural sin modificaciones en las variables. El diseño **Transversal** se adquirió los datos del talud comprendido durante agosto-2020 hasta noviembre-2020. El diseño **Descriptivo** se determinó parámetros físicos del suelo para la determinación del factor de seguridad, comparando las alternativas de solución y optando por la viable técnica – económica. El diseño es **Correlacional** debido que posee una muestra con dos variables relacionadas linealmente con la finalidad de ser asociadas descriptiva y comparativamente (Abreu, 2012, pp. 191-194).

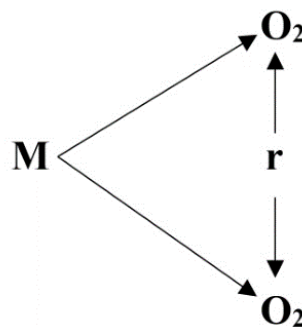


Figura 15. Diseño descriptivo correlacional

Fuente: Calidad educativa y gestión institucional en la Universidad Nacional Intercultural de la Amazonía – Perú, Quispe et al., 2020. Recuperado de: <https://doi.org/10.36996/delectus.v3i2.48>

M = Muestra.

O_1 = Observación V_1 .

O_2 = Observación V_2 .

r = Correlación entre V_1 y V_2 .

El enfoque **Cuantitativo** debido a la recopilación de la información para la evaluación del talud, se obtuvo resultados numéricos para cada técnica de estabilización calculando el coeficiente de seguridad.

3.2. Variables y operacionalización

Definición conceptual

Variable Independiente: Factor de seguridad

El coeficiente de seguridad se determina relacionando las fuerzas que ocasionan el deslizamiento con las fuerzas que la contrapesan (Valiente et al., 2016, p.51).

Variable Dependiente: Estabilidad de taludes

Se establece como el corte en todo el largo del espacio de rotura más notable a la renuencia del suelo por corte (Braja, 2015, p. 334).

Definición Operacional

Variable Independiente: La definición de la operacionalidad de la variable independiente Factor de Seguridad esta mediante sus dimensiones: propiedades del suelo y métodos de equilibrio limite.

Variable Dependiente: La definición de la operacionalidad de la variable dependiente Estabilidad de Taludes esta mediante sus dimensiones: técnicas de estabilización y evaluación económica.

3.3. Población y muestra

Población

La población de investigación fue el talud ubicado en el parque El Milagro provincia de Huaraz – Áncash, se observó su condición actual.

Muestra

Se estudio el tramo desde 0+00m hasta 1+37.61m con altura de 20m del parque El Milagro. Mediante el análisis y dar respuesta a la inestabilidad del talud, para evitar incidentes futuros.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Técnicas

La técnica utilizada fue la observación debido a la inspección de campo para la determinación de las propiedades de suelo y las características geométricas del talud ubicado en el parque El Milagro.

Instrumentos

El instrumento utilizado fueron las fichas técnicas de recolección de datos, generando datos que posteriormente serán ingresados en el software GEO5 para la determinación del factor de seguridad. Además, se utilizó herramientas informáticas como hojas de Excel para la verificación de la solución.

Validez y Confiabilidad

Se utilizo las Norma CE. 020. Estabilización de Suelos y Taludes del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento del Perú (2012) y la Norma E.030. Diseño Sismorresistente del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento del Perú (2016); ante ello no precisa la validez por disposición de expertos ni la estimación de confiabilidad, al tratarse de normas elaborados por especialistas en cada área.

3.5. Procedimientos

En la recolección de información se desarrollaron las siguientes actividades:

Información de campo

- Inspección de las zonas de mayor deslizamiento.
- Levantamiento topográfico y capturas fotográficas.

- Exploración de suelos mediante calicatas (C-1) y (C-2) ambas con profundidad de 1.50m.
- Reconocimiento del perfil estratigráfico.
- Determinación del Nivel Freático

Ensayos de Laboratorio

- Análisis Granulométrico
- Distribución de suelos según SUCS y AASHTO.
- Contenido de Humedad del Suelo
- Límites de Consistencia (Limite Líquido, Limite Plástico e Índice de Plasticidad)
- Peso Específico Relativo de las partículas Sólidas de un suelo.
- Ensayo de Corte Directo

El factor de seguridad y las técnicas de estabilización fueron determinados con el software geotécnico GEO5, adicionalmente se utilizó el programa Excel para la verificación del diseño de las estructuras de contención y el programa S10 para la comparación de costos en la evaluación económica. Los datos obtenidos del laboratorio de suelos están anexados.

3.6. Método de análisis de datos

Procesamiento de datos

AutoCAD CIVIL 3D 2018

Con los datos obtenidos del levantamiento topográfico, se procesó utilizando el programa AutoCAD Civil 3D elaborando el plano en planta y el perfil longitudinal del tramo 0+00m hasta 1+37.61m del parque El Milagro, con ello se determinó 02 ejes con mayor deslizamiento mediante la observación en campo, la geometría del talud y la ubicación de las calicatas en la zona de estudio.

GEO5 2021

Se realizó la exportación en formato.dxf del AutoCAD al GEO5, delimitando las interfaces y asignando el tipo de suelo con los datos del

peso unitario, ángulo de fricción interna y cohesión del suelo obtenidos del laboratorio de suelos.

Análisis de datos

- Se determinó la estabilidad de taludes con el software GEO5 en los 02 perfiles longitudinales ubicados 0+00 al 1+37.61m, el análisis se desarrolló en las superficies de falla, permitiendo calcular el coeficiente de seguridad y las zonas de deslizamiento.
- Se analizó y diseñó el muro de gravedad con el software GEO5 y el programa Excel, para el tramo 0+00 al 1+37.61m comprendiendo las zonas inestables.
- Se analizó y diseñó el reforzamiento con geosintéticos con el software GEO5 y el programa Excel, para el tramo 0+00 al 1+37.61m comprendiendo las zonas inestables.
- Se analizó y diseñó el muro Terramesh con el software MACSTARS 2000 y el programa Excel, para el tramo 0+00 al 1+37.61m comprendiendo las zonas inestables.
- Después del cálculo técnico se desarrolló la evaluación de costos para la elección de la solución técnica – económica más eficiente.

3.7. Aspectos éticos

Para la redacción de la tesis se utilizó la normativa ISO 069 brindada por la Universidad Cesar Vallejo aplicada en citas y referencias, además la Norma CE.020 – E.030 se utilizó en el análisis de la solución, se tomó con honestidad y compromiso la elaboración de la tesis.

La investigación busca mejorar la transitabilidad del parque El Milagro generando la menor afectación al medio ambiente. Mi cometido es brindar autenticidad con la investigación desarrollándolo con responsabilidad.

IV. RESULTADOS

4.1. Estado actual del talud

4.1.1. Ubicación de la Zona de Estudio

Ubicación Política

Departamento : Ancash
Provincia : Huaraz
Distrito : Independencia
Lugar : Parque El Milagro



Figura 16. Mapa Político de la Provincia de Huaraz.

Fuente: <https://www.mapade.org/huaraz.html>

Ubicación Geográfica

Altitud media : 2995 m.s.n.m.
Coordenadas UTM : 221803.19 m E
8947805.32 m S



Figura 17. Ubicación del Parque el Milagro.

Fuente: Google Earth

Delimitación

Norte : Distrito de Tarica y Jangas.

Este y Nor-Este : Provincia de Huari

Sur y Sur Oeste : Distrito de Huaraz y Provincia de Aija

Oeste y Nor-Este : Distrito de Cajamarquilla, Jangas y Pira.

Vías de acceso

El parque El Milagro se encuentra a 15 min de la ciudad de Huaraz-Áncash, la vía esta pavimentada con un recorrido de 3.5Km, atravesando las principales avenidas del distrito de Huaraz e Independencia.

4.1.2. Información geotécnica

El tramo estudiado se encuentra comprendido 0+00 al 1+37.61m, en la Av. Independencia del barrio El Milagro, distrito de Independencia, provincia de Huaraz – Áncash.

Ámbito de estudio

a. Plano de ubicación y accesos. Ver Anexos

b. Plano topográfico

- Uso del terreno : Parque
- Obras anteriores : No presenta
- Obras actuales : No presenta
- Zonas de drenaje : No presenta
- Construcciones de seguridad : No presenta
- Camino de herradura : Si presenta
- Defensa ribereña – Rio Santa : Gavión

c. Origen del talud

El parque se origina con la conformación de rellenos o desmontes de obra, para la ampliación del terreno, este proceso se suscitó por años. En la actualidad estas actividades ya cesaron.



Figura 18. Material del talud.

4.1.3. Diagnóstico del tramo 0+00 – 1+37.61m

Se pudo observar la mayor presencia de deslizamientos de material suelto en dos zonas:



Figura 19. Zona 01: Vista lateral del talud.

Nota. El deslizamiento del material suelto aumenta la geometría del talud, acercándolo a los gaviones de la defensa ribereña.



Figura 20. Zona 01: Pie del talud.

Nota. El pie del talud esta acumulado de material deslizado.



Figura 21. Zona 02: Vista Frontal del talud.

Nota. Debido a la apertura del camino se observó a través del mismo la cantidad de material suelto deslizándose por el cuerpo y pie del talud.

Los deslizamientos del talud, generan fallas en el pavimentado lateral al parque en la Av. Independencia.



Figura 22. Pavimentado aledaño al parque El Milagro.

Por lo cual se establecieron 02 perfiles longitudinales, encontrándose dentro de las zonas de deslizamiento y en la extracción de la muestra de suelo.

4.2. Determinación del factor de seguridad

4.2.1. Levantamiento topográfico

Se realizó el levantamiento topográfico de la zona con la Estación Total Leica formando una poligonal abierta se tomaron todos los puntos de intervención y en los cambios de estación se tomaron las coordenadas con el GPS.



Figura 23. Levantamiento topográfico del talud.

Se observó la forma del talud y se realizó la evaluación de las zonas más propensas al deslizamiento. Los cambios de estación fueron los siguientes:

Tabla 8. *BM's del levantamiento topográfico*

PUNTO	NORTE (m)	ESTE (m)	ALTITUD (m.s.n.m.)	DESCRIPCIÓN
BM1	8947742.37	221754.09	2992.00	Pie del Talud
BM2	8947755.62	221761.60	2991.00	Pie del Talud
BM3	8947817.92	221793.27	3012.01	Corona del Talud
BM4	8947790.64	221795.48	3011.93	Corona del Talud

Elaboración propia

El estudio se realizó a lo largo del parque en el tramo comprendido desde 0+00m hasta 1+37.61m, para determinar sus características geométricas como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 9. *Datos del talud*

Tramo	Altura (m)	Longitud (m)
0+00 – 1+37.61m	20	137.61

Elaboración propia

Se ingresaron los datos obtenidos al software AutoCAD CIVIL 3D para la determinación de las zonas con mayor deslizamiento en 02 perfiles longitudinales:

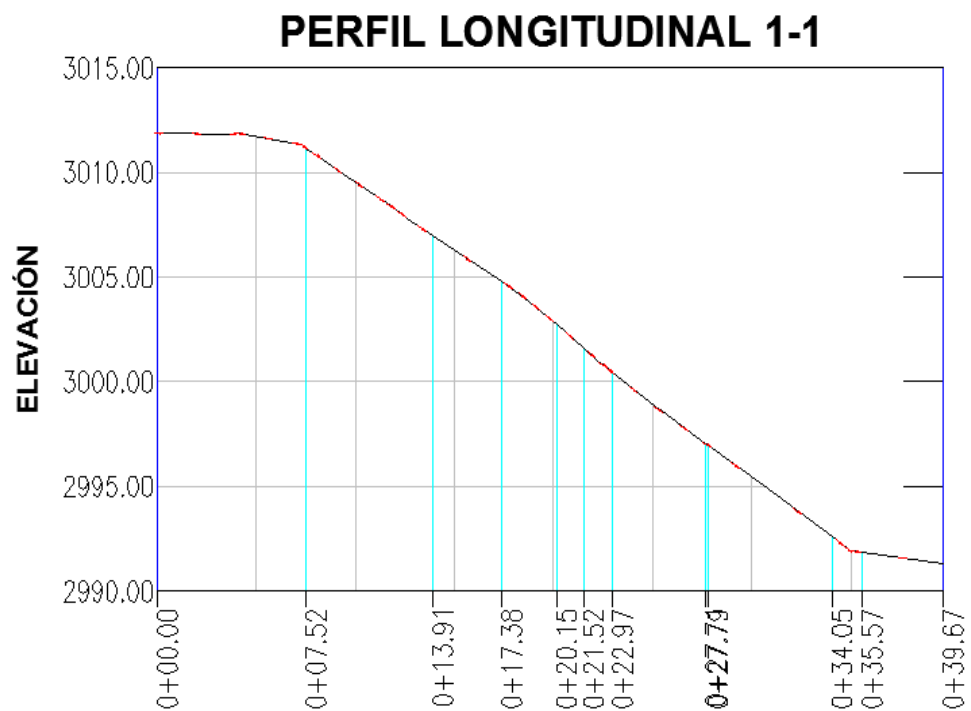


Gráfico 1. Zona 01: Perfil Longitudinal 0+00 – 0+39.67

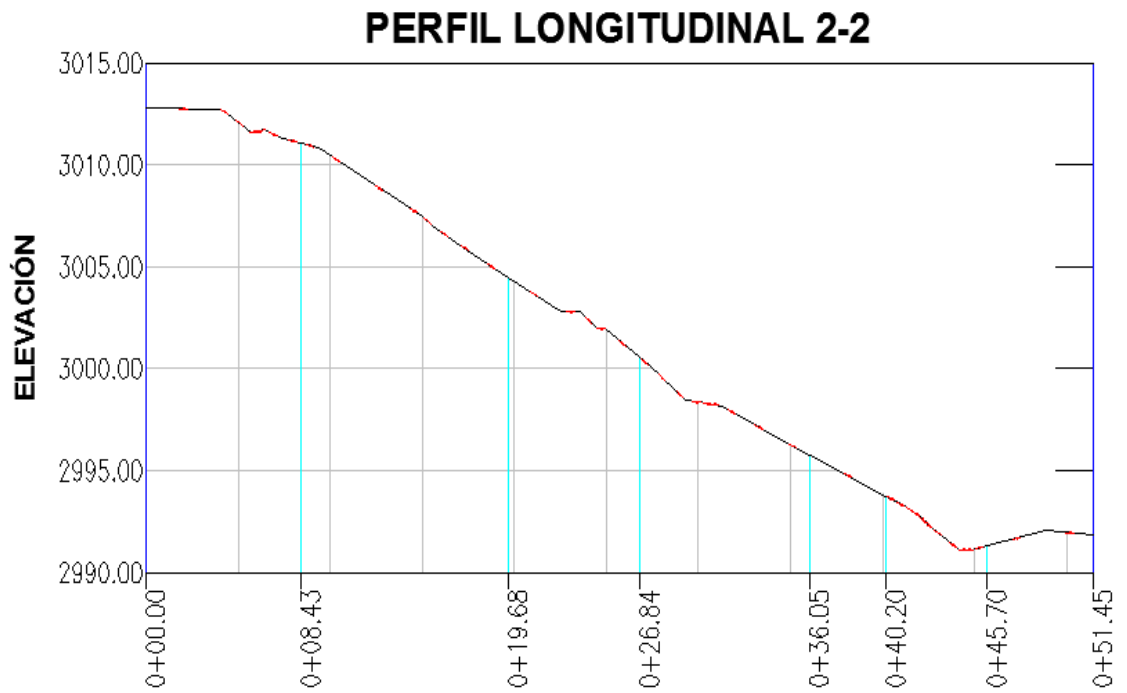


Gráfico 2. Zona 02: Perfil Longitudinal 0+00 – 0+51.45

4.2.2. Estudio de mecánica de suelos

En las zonas con mayor deslizamiento se realizó la exploración de suelos con calicata:

- Zona de deslizamiento 01: Calicata 01 – Prof.=1.50m
- Zona de deslizamiento 02: Calicata 02 – Prof.=1.50m



Figura 24. Excavación de la calicata



Figura 25. Calicata con profundidad de 1.50m.



Figura 26. Extracción de 5kg de muestra inalterada.

Se realizó la extracción de muestras de suelo inalteradas en dos calicatas (C-1) y (C-2). Las muestras fueron llevadas a laboratorio para la determinación de sus parámetros:



Figura 27. Resultado del análisis granulométrico con tamices.

En la tabla 10, se muestra los resultados obtenidos de laboratorio como: la clasificación de suelo y el contenido de humedad.

Tabla 10. *Clasificación de suelo y contenido de humedad*

Tramo	Calicata	% de Humedad	Clasificación AASHTO	Clasificación SUCS
0+52.50m	C-1	4.72	A-1-a Fragmentos de roca, grava y arena	GW GM Grava bien graduada con limo con arena
1+28.65m	C-2	5.88	A-1-a Fragmentos de roca, grava y arena	SWSM Arena bien graduada con limo con grava

Elaboración propia

En la tabla 11, se muestra los resultados del ensayo de Límites de Atterberg, para caracterizar el comportamiento de suelos finos.

Tabla 11. *Ensayo límite de consistencia del suelo*

Tramo	Calicata	Límite Plástico	Límite Líquido	Índice de Plasticidad
0+52.50m	C-1	22.24	23.43	1.19
1+28.65m	C-2	18.65	20.66	1.81

Elaboración propia

Además, se realizó el Ensayo de Corte Directo obteniendo los siguientes parámetros geotécnicos: ángulo de fricción y cohesión del talud como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 12. *Resultados del ensayo de corte.*

Tramo	Angulo de fricción	Cohesión
0+52.50m	23.75°	0.00 kg/cm ²
1+28.65m	23.70°	0.02 kg/cm ²

Elaboración propia

Nivel Napa Freática

(Alsina et al., 2020) mencionan que “La napa freática es el límite del area saturada en una masa de suelo” p. 263.

Durante la exploración de suelos mediante calicata no se encuentro el nivel freático en el talud.

Perfil estratigráfico

(Das y Gonzáles, 2015) nombra que “El perfil se realiza con la perforación del suelo observándose los diversos tipos de suelos en capas” p.2.

Los perfiles estratigráficos permiten observar cada estrato de suelo con su altura y características del suelo, según la clasificación que se hizo en campo.

Calicata N° 01:

Con una profundidad de 1.50m no se encontró nivel freático. Presenta 0.30m de material de relleno con desmontes de construcción, en la perforación un espesor de 1.20m un material de Grava con limo y arena, contiene un 3% de bloques con puntas redondeadas, color gris, olor natural, sin humedad, consistencia firme y estructura homogénea; la cual se clasifica según SUCS como (Grava bien graduada con limo con arena) GW GM con 45.12% de grava, 44.47% de arena y 10.41% de finos.

Calicata N° 02:

Con una profundidad de 1.50m no se encontró nivel freático. Presenta 0.30m de material de relleno con desmontes de construcción, en la perforación un espesor de 1.20m un material de arena con limo y grava, contiene un 15% de bloques con puntas redondeadas, color gris, olor natural, sin humedad, consistencia firme y estructura homogénea; la cual se clasifica según SUCS como (Arena bien graduada con limo con

grava) SW SM con 42.29% de grava, 46.07% de arena y 11.64% de finos.

4.2.3. Análisis de estabilidad de taludes con GEO5

4.2.3.1. Perfil Longitudinal 1-1

Con los datos obtenidos, se modelará el talud utilizando el software Geo5 para la determinación del factor de seguridad en condición estática y pseudoestática.

Importación del talud

El perfil longitudinal 1-1 se importó del AutoCAD CIVIL 3D al GEO5, se colocaron las interfaces de acuerdo al diagnóstico en campo de la cobertura del suelo.

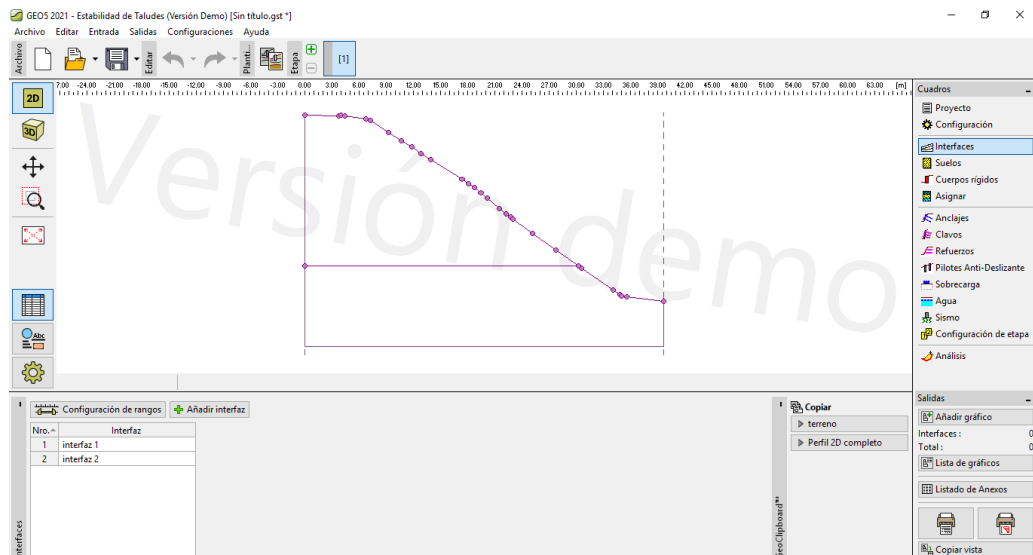


Gráfico 3. Perfil Longitudinal 1-1 en GEO5

Asignación del tipo de suelo

Se ingresaron los datos obtenidos del laboratorio en las calicatas (C-1) y (C-2) los cuales son: la cohesión, ángulo de fricción y peso específico. Posteriormente se asignó cada tipo de suelo en cada interfaz del talud.

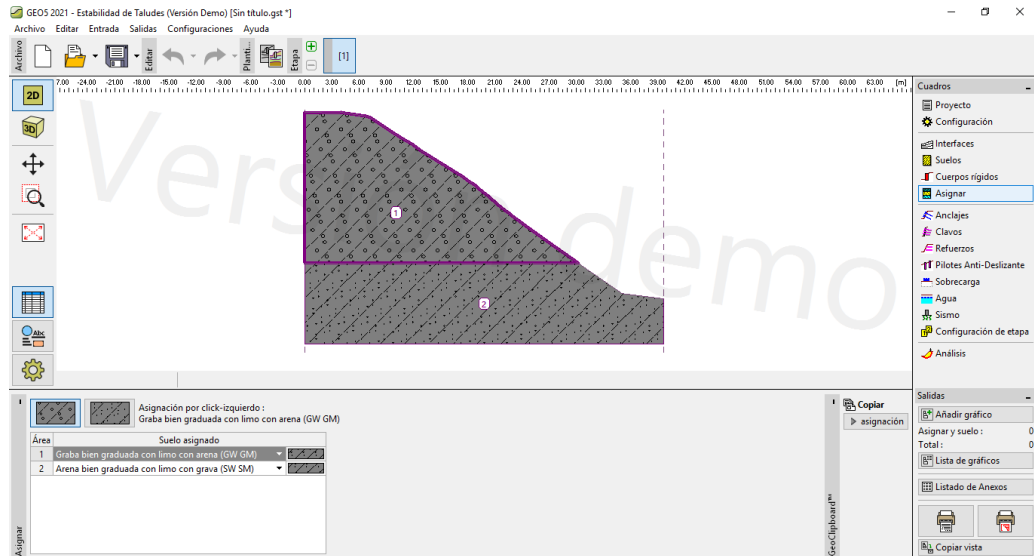


Gráfico 4. Asignación del tipo de suelo por interfaz perfil 1-1

Análisis del perfil 1-1 del talud

Para el análisis se configuro la situación permanente con factor de seguridad 1.50. Es decir:

$F.S > 1.50$ Condición estable

$F.S < 1.50$ Condición inestable

La superficie de deslizamiento se estableció poligonal debido que no podemos determinar con exactitud la forma del deslizamiento. El análisis se realizó con la optimización para establecer la zona de con mayor deslizamiento y menor factor de seguridad.

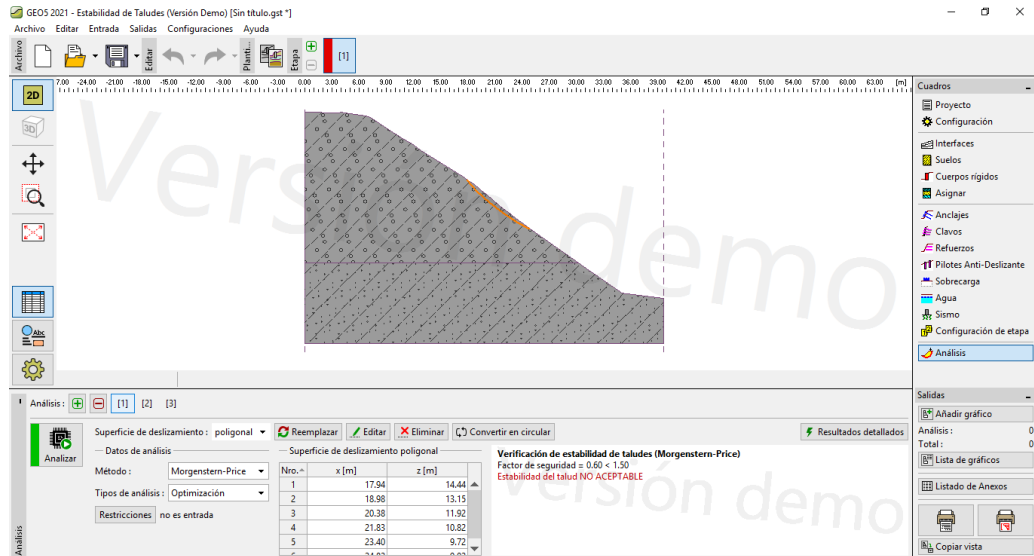


Gráfico 5. Análisis estático del perfil longitudinal 1-1

Obteniendo los siguientes factores de seguridad sin sismo mediante el método de equilibrio límite para la superficie de deslizamiento poligonal.

Tabla 13. Factor de seguridad 1-1 condición estática

Método Morgenstern	Método Spencer	Método Janbu Generalizado
0.60	0.60	0.60

Elaboración propia

Se comprueba el talud inestable con factores de seguridad menores a 1.50. Posteriormente, se agrega la condición pseudoestática (con sismo).

$$K_H = 0.5 * A_S$$

$$0.3K_H < K_V < 0.5K_H$$

Donde:

K_H = Coeficiente sísmico horizontal.

K_V = Coeficiente sísmico vertical.

Como la aceleración máxima del suelo (A_S) es:

Zona 3 = 0.35 en la región de Ancash, provincia de Huaraz y distrito de Independencia. Los coeficientes sísmicos ingresados al software GEO5 son los siguientes:

$$K_H = 0.175$$

$$K_V = 0.065625$$

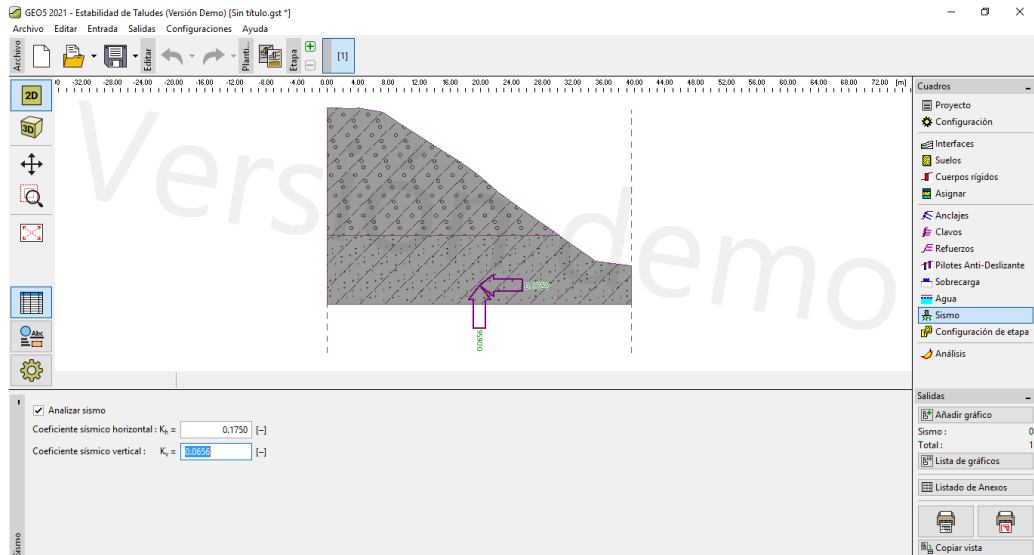


Gráfico 6. Análisis pseudoestático del perfil longitudinal 1-1

Obteniendo los siguientes factores de seguridad con sismo mediante el método de equilibrio límite para la superficie de deslizamiento poligonal.

Tabla 14. Factor de seguridad 1-1 condición pseudoestática

Método Morgenstern	Método Spencer	Método Janbu Generalizado
0.43	0.43	0.43

Elaboración propia.

Por lo tanto, se corrobora la situación inestable del talud en condición estática y pseudoestática, por ello es necesario aplicar técnicas de estabilización para obtener el factor de seguridad admisible para el talud del parque El Milagro.

4.2.3.2. Perfil Longitudinal 2-2

Con los datos obtenidos, se modelará el talud utilizando el software Geo5 para la determinación del factor de seguridad en condición estática y pseudoestática.

Importación del talud

El perfil longitudinal 2-2 se importó del AutoCAD CIVIL 3D al GEO5, se colocaron las interfaces de acuerdo al diagnóstico en campo de la cobertura del suelo.

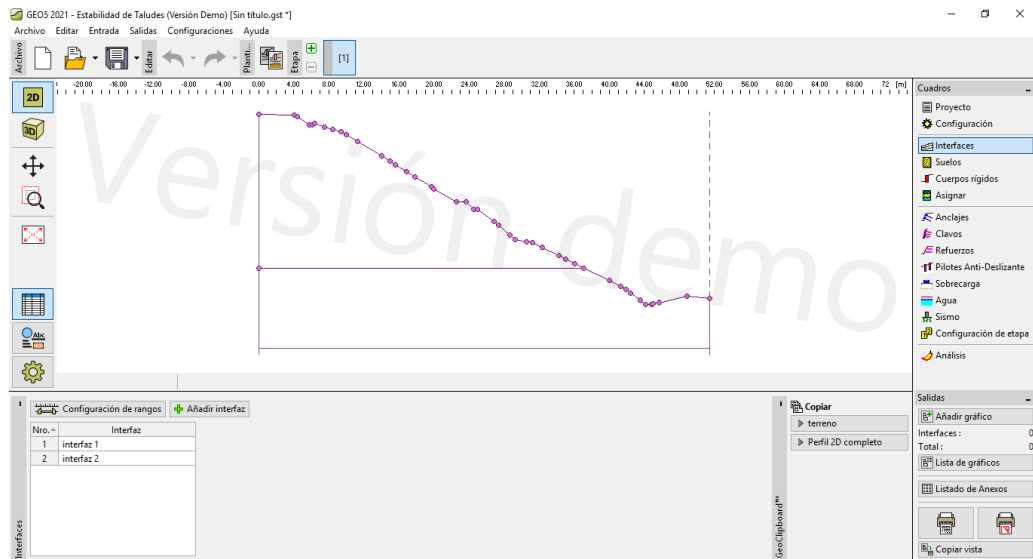


Gráfico 7. Perfil Longitudinal 2-2 en GEO5

Asignación del tipo de suelo

Se ingresaron los datos obtenidos del laboratorio en las calicatas (C-1) y (C-2) los cuales son: la cohesión, ángulo de fricción y peso específico. Posteriormente se asignó cada tipo de suelo en cada interfaz del talud.

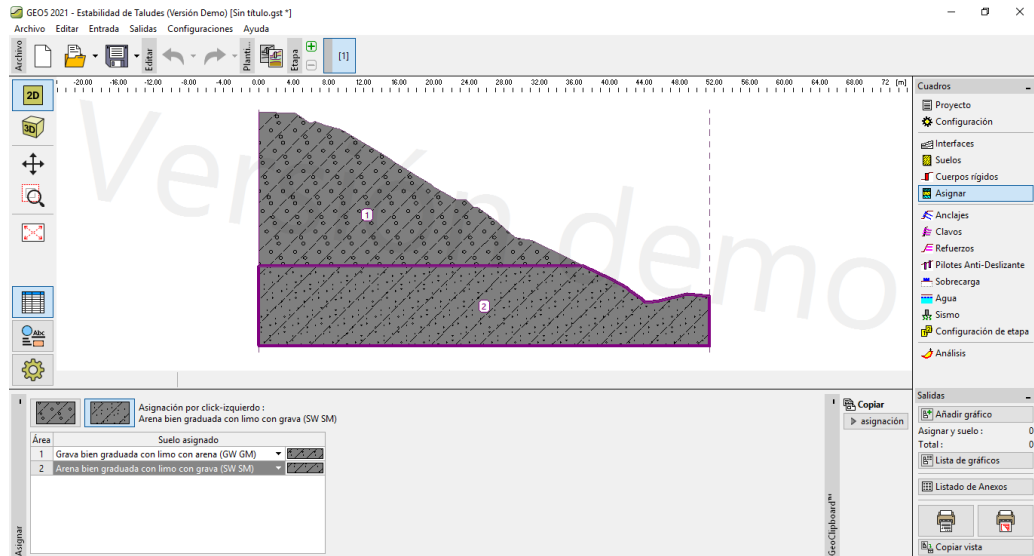


Gráfico 8. Asignación del tipo de suelo por interfaz perfil 2-2

Análisis del perfil 2-2 del talud

Para el análisis se configuro la situación permanente con factor de seguridad 1.50. Es decir:

$F.S > 1.50$ Condición estable

$F.S < 1.50$ Condición inestable

La superficie de deslizamiento se estableció poligonal debido que no podemos determinar con exactitud la forma del deslizamiento. El análisis se realizó con la optimización para establecer la zona de con mayor deslizamiento y menor factor de seguridad.

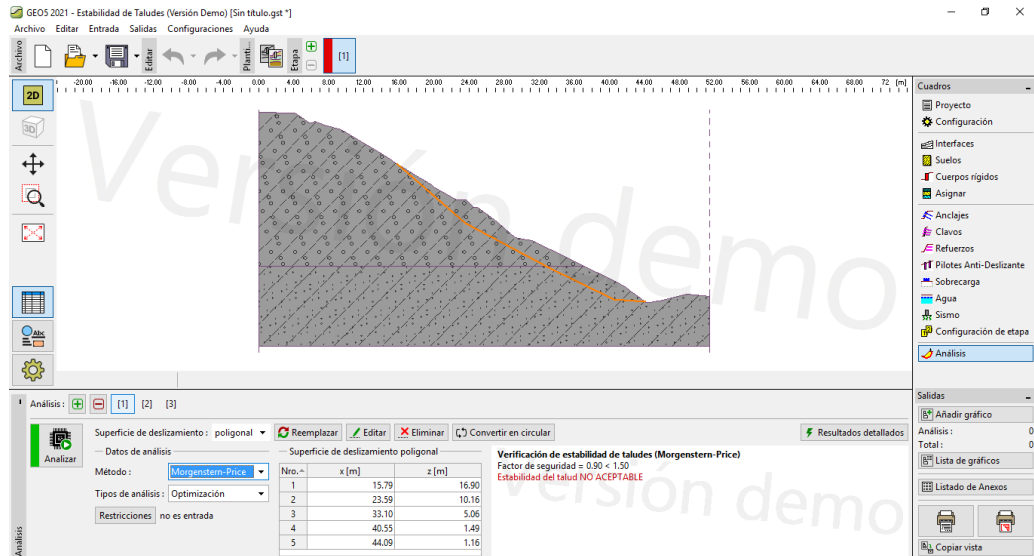


Gráfico 9. Análisis estático del perfil longitudinal 2-2

Obteniendo los siguientes factores de seguridad sin sismo mediante el método de equilibrio límite para la superficie de deslizamiento poligonal.

Tabla 15. Factor de seguridad 2-2 condición estática

Método	Método	Método Janbu
Morgenstern	Spencer	Generalizado
0.90	0.84	0.84

Elaboración propia

Se comprueba el talud inestable con factores de seguridad menores a 1.50. Posteriormente, se agrega la condición pseudoestática (con sismo).

$$K_H = 0.5 * A_S$$

$$0.3K_H < K_V < 0.5K_H$$

Donde:

K_H = Coeficiente sísmico horizontal.

K_V = Coeficiente sísmico vertical.

Como la aceleración máxima del suelo (A_S) es:

Zona 3 = 0.35 en la región de Ancash, provincia de Huaraz y distrito de Independencia. Los coeficientes sísmicos ingresados al software GEO5 son los siguientes:

$$K_H = 0.175$$

$$K_V = 0.065625$$

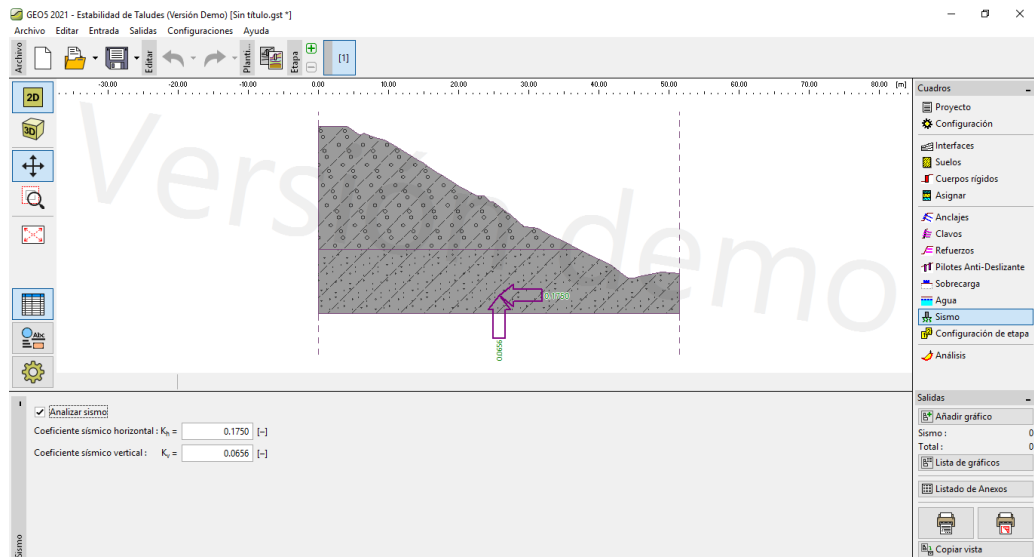


Gráfico 10. Análisis pseudoestático del perfil longitudinal 2-2

Obteniendo los siguientes factores de seguridad con sismo mediante el método de equilibrio límite para la superficie de deslizamiento poligonal.

Tabla 16. Factor de seguridad 2-2 condición pseudoestática

Método Morgenstern	Método Spencer	Método Janbu Generalizado
0.57	0.57	0.57

Elaboración propia.

Por lo tanto, se corrobora la situación inestable del talud en condición estática y pseudoestática, por ello es necesario aplicar técnicas de estabilización para obtener el factor de seguridad admisible para el talud del parque El Milagro.

4.3. Propuestas de técnicas en estabilización

4.3.1. Muro de gravedad

4.3.1.1. Diseño del muro de gravedad

(Suarez, 2009) relata que “Los muros de gravedad se clasifican en rígidos (muro de concreto ciclópeo, muro de concreto simple y muro de concreto reforzado) y flexibles (gaviones, muros de criba, muros con llantas entre otros)” p.110.

Para nuestro caso, utilizamos el muro de concreto reforzado, las principales partes de un muro de concreto reforzado son las siguientes:

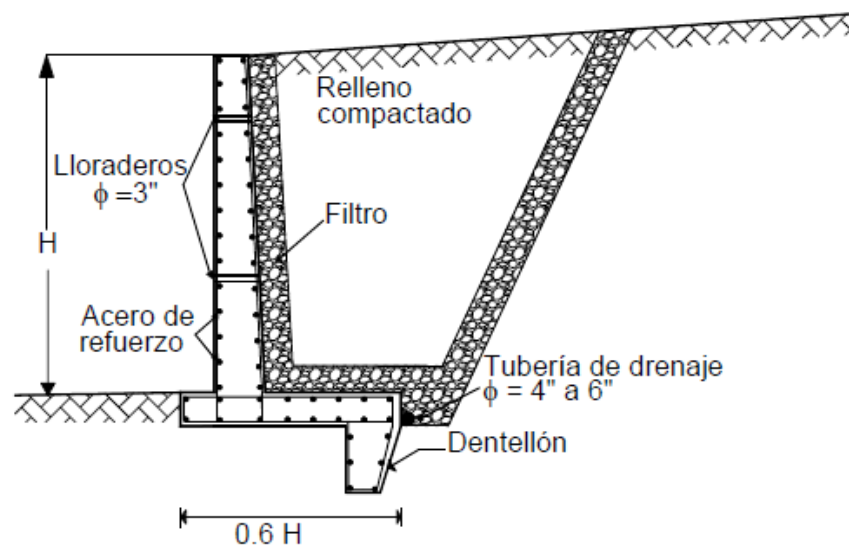


Figura 28. Esquema de muro de concreto reforzado

Fuente: Deslizamiento. Tomo II: Técnicas de Remediación, Suarez, J., 2009, p.113.

Los muros de gravedad varían entre las alturas de 4 a 8 metros, al igual que los muros de concreto reforzado. Iniciamos el diseño determinando el predimensionamiento de la estructura.

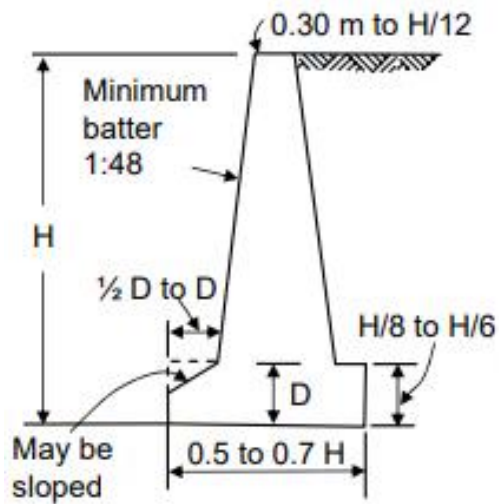


Figura 29. Predimensionamiento de muro de gravedad

Fuente: Diseño de Muros de Contención. Alva, J., 2012. p. 12.

Posteriormente, con el apoyo del programa Excel realizamos el análisis de estabilidad interna del muro de concreto armado.

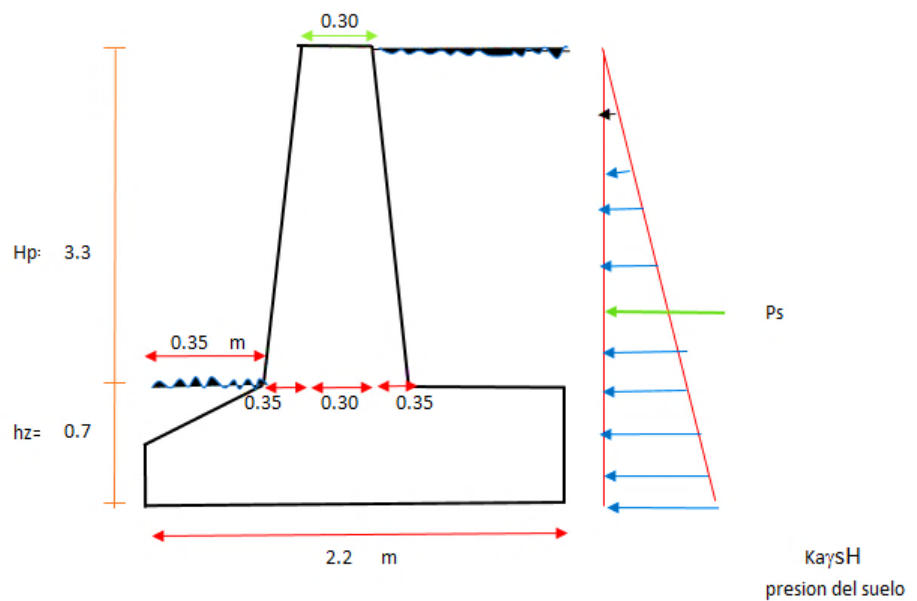


Figura 30. Muro de gravedad propuesto

Elaboración propia

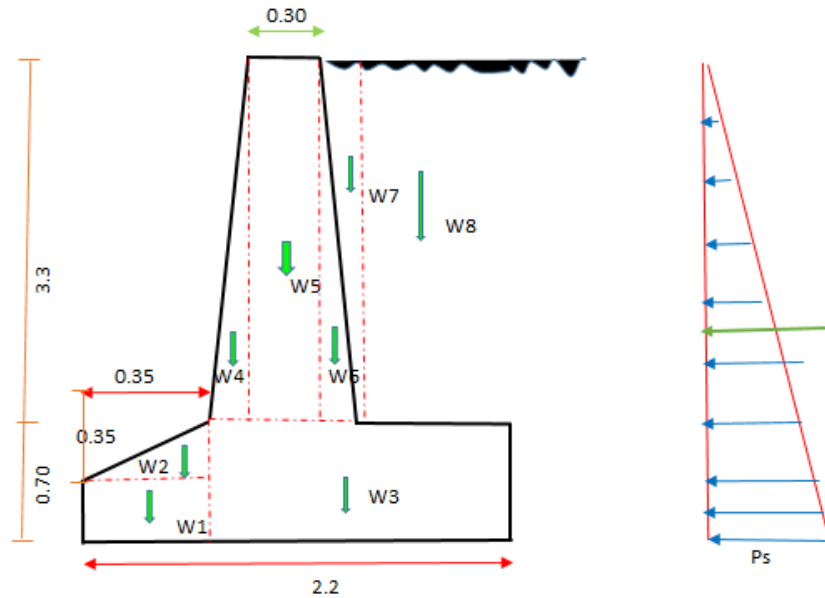


Figura 31. Verificación de estabilidad de muro

Elaboración propia

a) Chequeo de factor de seguridad

a.1. Factor de seguridad por volteo

$$FSV = \frac{\sum M_{resistentes}}{\sum M_{actuantes}} \geq 1.75$$

$$FSV = 2.75 > 1.75 \dots\dots \text{Cumple}$$

a.2. Factor de seguridad por deslizamiento

$$FSV = \frac{\sum M_{resistentes}}{\sum M_{actuantes}} \geq 1.50$$

$$FSV = 1.75 > 1.5 \dots\dots \text{Cumple}$$

b) Factor de seguridad por asentamiento

Comprobación: $e < \frac{B}{6}$

Significa si pasa por el tercio medio central.

$$e = 0.30 < 0.37 \text{ Pasa por el tercio medio central, CASO A}$$

CASO A: Cuando la resultante de la fuerza vertical pasa por el tercio medio central.

$$q_1 = 14.0 \frac{tn}{m^2} \rightarrow < 15 \frac{tn}{m^2}$$

$$q_2 = 1 \frac{tn}{m^2} \rightarrow < 15 \frac{tn}{m^2}$$

No hay falla por asentamiento

CASO B: Cuando la resultante de la fuerza vertical pasa por el inicio del tercio medio central.

$$q_1 = 14.70 \frac{tn}{m^2} \rightarrow < 15 \frac{tn}{m^2}$$

$$q_2 = 0 \frac{tn}{m^2} \rightarrow < 15 \frac{tn}{m^2}$$

No hay falla por asentamiento

CASO C: Cuando la resultante de la fuerza vertical pasa por el primer tercio.

$$q_1 = 13.47 \frac{tn}{m^2} \rightarrow < 15 \frac{tn}{m^2}$$

$$q_2 = 0 \frac{tn}{m^2} \rightarrow < 15 \frac{tn}{m^2}$$

No hay falla por asentamiento. Ver Anexos.

4.3.1.2. Verificación de la estabilidad con GEO5

Se ingreso los datos geométricos del muro de gravedad al software GEO5, como resultado del predimensionamiento.

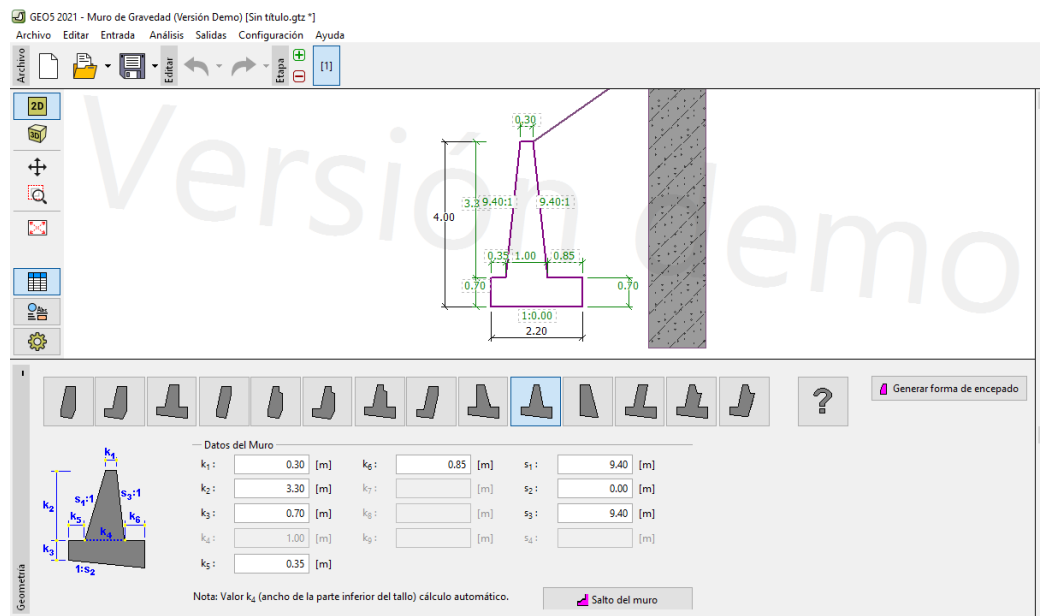


Gráfico 11. Condiciones geométricas del muro de gravedad

Elaboración propia

Se ingresaron los datos del suelo como: ángulo de fricción, peso específico del suelo y cohesión interior. Posteriormente, se asignaron al relleno del suelo.

Tabla 17. *Parámetros de resistencia al corte para suelos*

Material	Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS)	Cohesión (Kpa)	Ángulo de fricción efectiva ϕ (°)
Grava con arena, arena bien graduada, granos angulares.	GW, GP, GM, SW	0	30 – 45
Arena uniforme, granos redondos.	SW, SM, SP, ML	0 - 25	15 - 30

Fuente: Hawley, Cuning, Dorador & Junquiera, Guidelines for Mine Waste Dump and Stockpile Design 2017

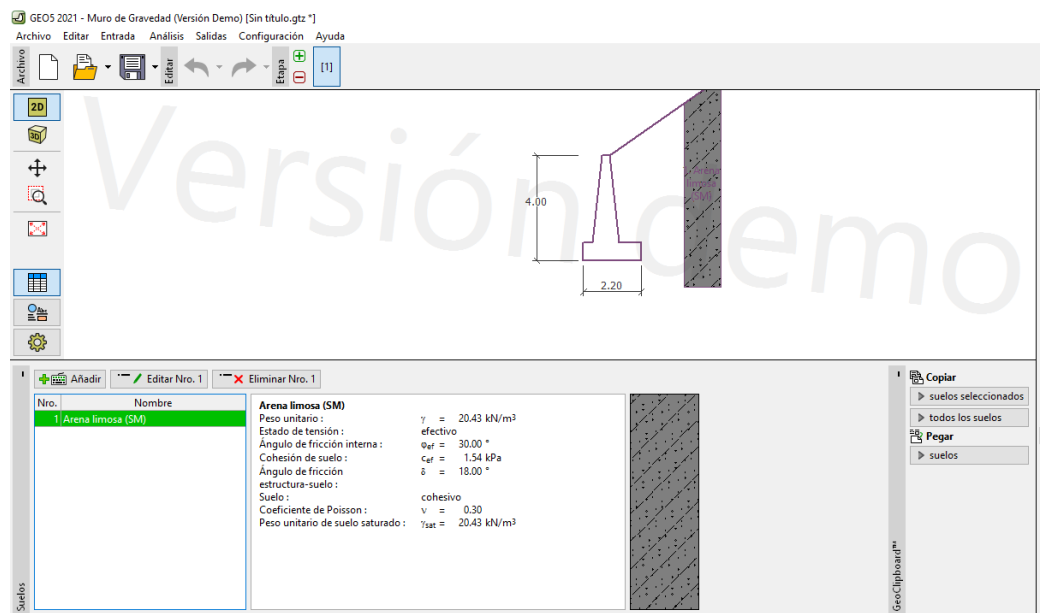


Gráfico 12. Asignación del suelo de relleno

Elaboración propia

Además, se ingresaron las condiciones del terreno por encima del muro de gravedad.

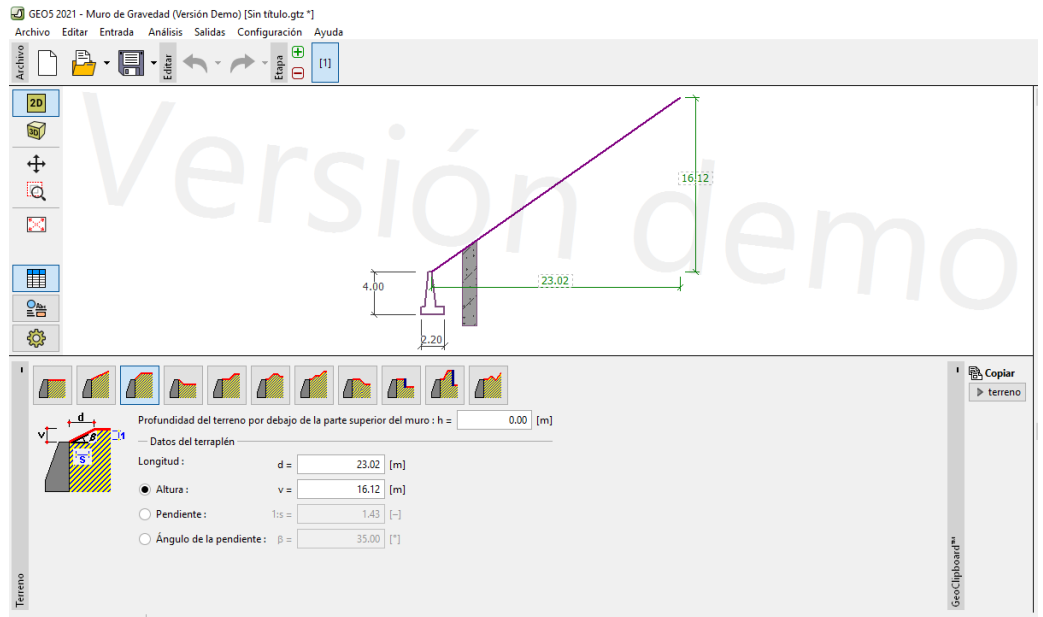


Gráfico 13. Condiciones del terreno sobre el muro

Elaboración propia

Finalmente, se realizó la estabilidad del talud en condición estática.

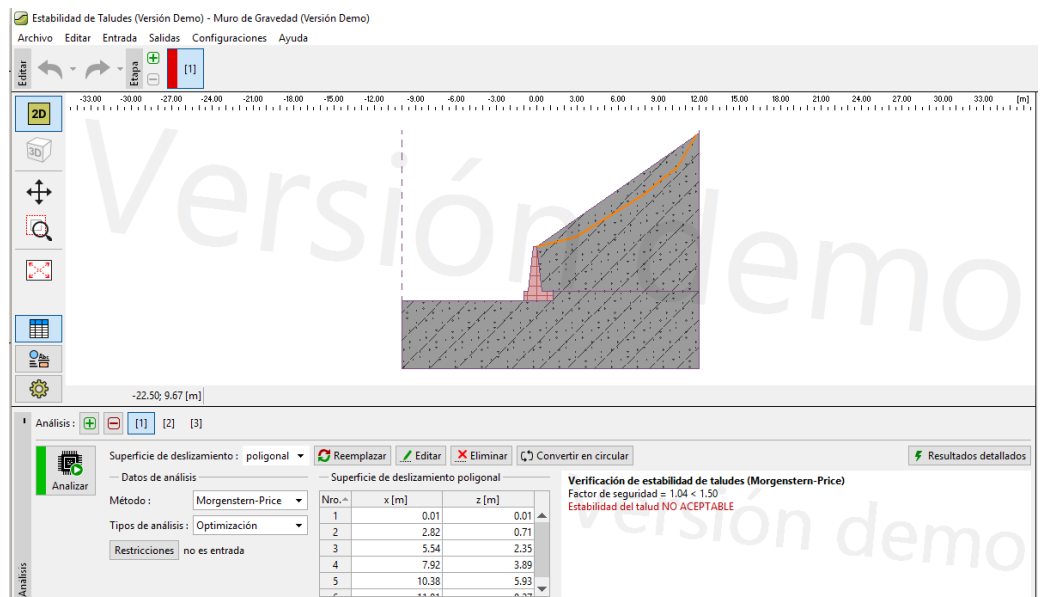


Gráfico 14. Condición estática del muro de gravedad

Elaboración propia

Se determino los factores de seguridad mediante el método de equilibrio en superficie de deslizamiento poligonal. Los F.S < 1.50 por ello el muro de gravedad es una técnica de

estabilización que no satisface las condiciones del terreno en estado estático.

Tabla 18. *Factor de seguridad del muro de gravedad en condición estática*

Método	Método	Método Janbu
Morgenstern	Spencer	Generalizado
1.04	1.05	1.05

Se realizó el análisis de estabilidad de taludes en condición pseudoestática. Ingresándose las condiciones sísmicas como el coeficiente horizontal y vertical.

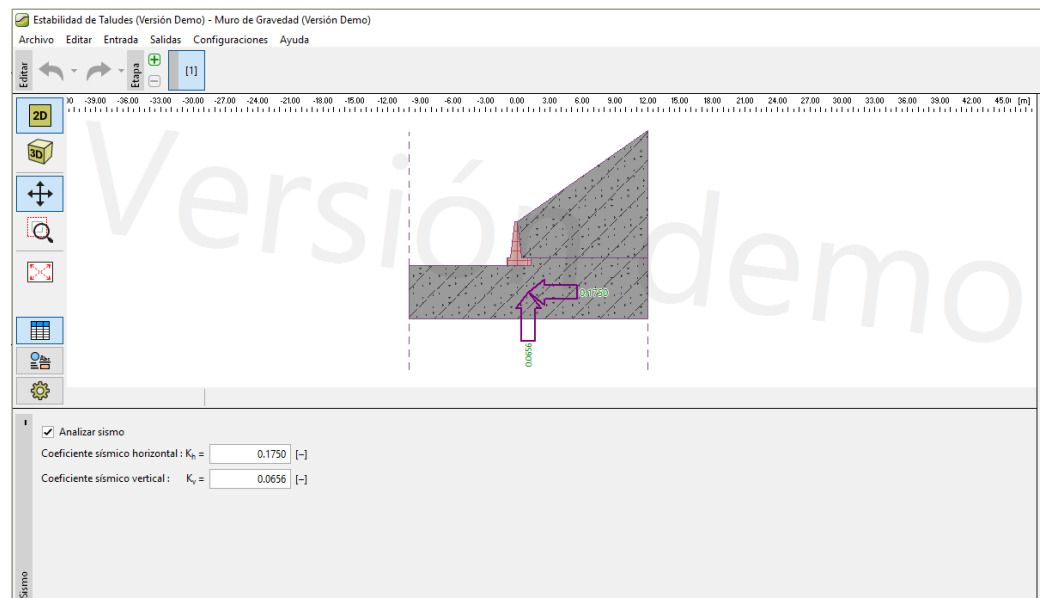


Gráfico 15. Condición pseudoestática del muro de gravedad

Elaboración propia

Se determino los factores de seguridad mediante el método de equilibrio en superficie de deslizamiento poligonal. Los F.S < 1.00 por ello el muro de gravedad es una técnica de estabilización que no satisface las condiciones del terreno en estado pseudoestático.

Tabla 19. *Factor de seguridad del muro de gravedad en condición pseudoestática*

Método	Método	Método Janbu
Morgenstern	Spencer	Generalizado
0.75	0.76	0.76

Elaboración propia

4.3.2. Refuerzo con geosintéticos

4.3.2.1. Diseño del refuerzo con geosintéticos

Resistencia a la tracción del geotextil

$$FS = FR_{DI} \times FR_{FL} \times FR_{DQB}$$

FR_{DI} = Factor de reducción por deterioro de la instalación.

FR_{FL} = Factor de reducción por fluencia a esfuerzo cortante.

FR_{DQB} = Factor de reducción por degradación química y biológica

Tabla 20. *Factores de reducción para geotextiles*

Condición	Deterioro por instalación	Fluencia o Creep	Degradación química y biológica
Separación	1.1 a 2.5	1.5 a 2.5	1.0 a 1.5
Muro de Contención	1.1 a 2.0	2.0 a 4.0	1.0 a 1.7
Terraplenes sobre suelos blandos	1.1 a 2.0	2.0 a 3.5	1.0 a 1.8
Estabilidad de Taludes	1.1 a 1.5	2.0 a 3.0	1.0 a 1.10

Fuente: Geosistemas PAVCO, 2002, P.61

Para la condición de la estabilidad de taludes, tomamos los siguientes factores de reducción para geotextiles:

$$FS = 1.2 \times 2.5 \times 1$$

$$FS = 3$$

$$T_{adm} = \frac{T_{ult}}{FS}$$

T_{adm} = Resistencia a la tracción del geotextil

T_{ult} = Resistencia última del geotextil

Para la resistencia última (T_{ult}), utilizamos el Catalogo de Geotextiles Tejido d Geosistemas PAVCO, 2012.

El geotextil T1700 posee las propiedades de separación, refuerzo y estabilización. Ver Anexos.

$$T_{ult} = 25 \text{ kN/m}$$

$$T_{adm} = \frac{25}{3}$$

$$T_{adm} = 8.33 \text{ kN/m}$$

Tabla 21. *Factores de seguridad en condición estática*

Coefficiente de Seguridad	Especificado en AASHTO
Deslizamiento	1.5
Volcamiento	2.0
Capacidad de soporte	2.5
Estabilidad del talud	1.3
Estabilidad interna	1.5

Fuente: Deslizamientos. Tomo II: Técnicas de Remediación, Suarez, J., 2009, p.236.

Tabla 22. *Factores de seguridad en condición sísmica*

Coefficiente de Seguridad	Especificado en AASHTO
Deslizamiento	1.125
Volcamiento	1.5
Estabilidad del talud	1.1
Estabilidad interna	1.125

Fuente: Deslizamientos. Tomo II: Técnicas de Remediación, Suarez, J., 2009, p.236.

(Suarez, 2009) menciona que “La longitud mínima es 0.7H, donde H es la altura del muro y el espaciamiento entre refuerzo es máximo 0.80m” p. 236.

4.3.2.2. Verificación de la estabilidad con GEO5

Se ingreso los datos geométricos del muro reforzado con geotextil al software GEO5, como resultado del predimensionamiento.

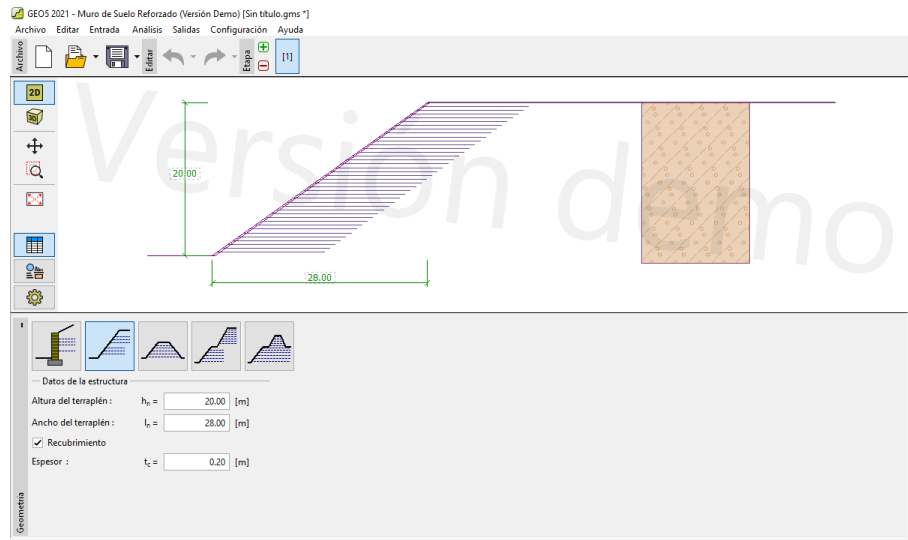


Gráfico 16. Condiciones geométricas del muro reforzado con geosintéticos

Elaboración propia

Se ingresa el tipo de refuerzo a utilizar con las características de la fuerza tensora del material, la resistencia al deslizamiento y arrancamiento. Determinados en el diseño del geotextil.

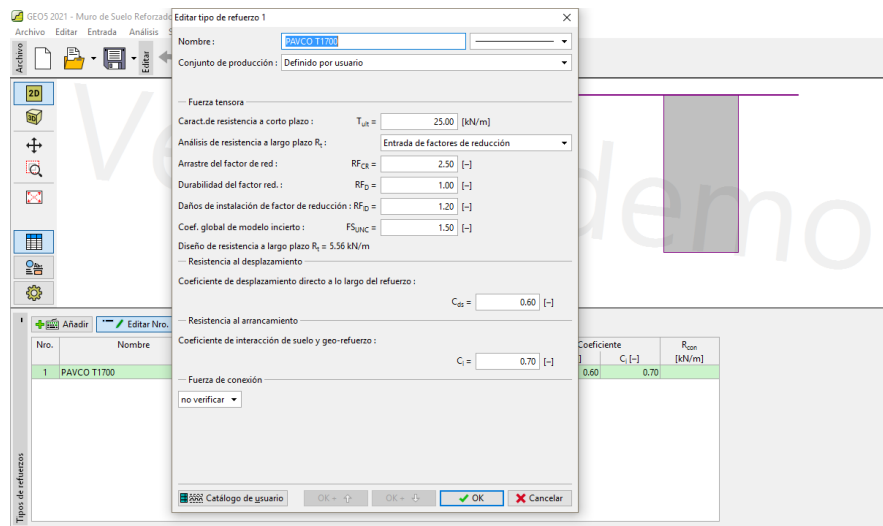


Gráfico 17. Tipo de refuerzo de los geosintéticos

Elaboración propia

Se ingreso el distanciamiento del geosintéticos en el talud, como el espesor y la longitud mínima.

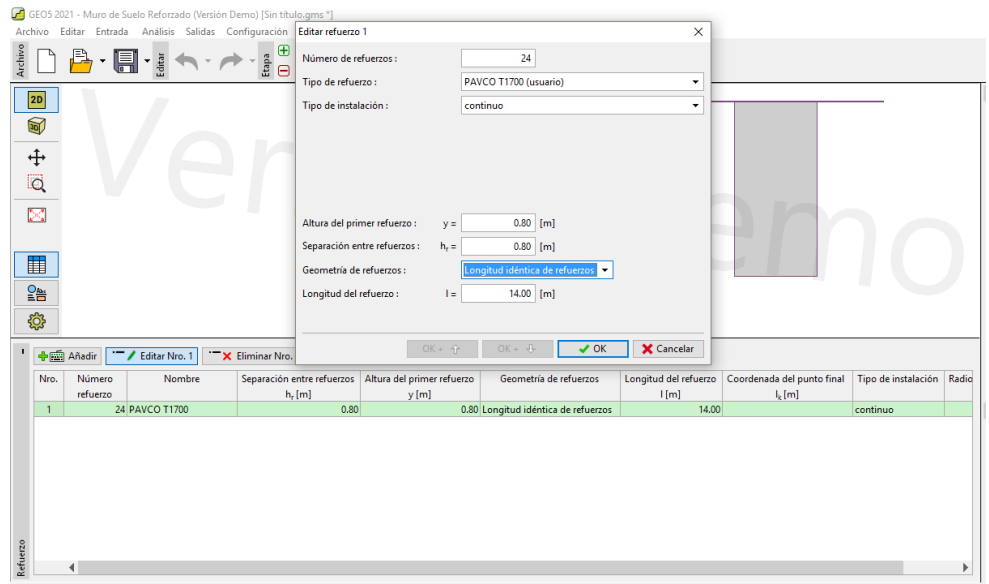


Gráfico 18. Refuerzo del geosintético

Elaboración propia

Se ingresaron las capas del perfil, en nuestro caso tenemos dos tipos de suelo en la corona del talud (GW GM) y en el pie del talud (SW SM), para tales condiciones establecemos sus características en el software.

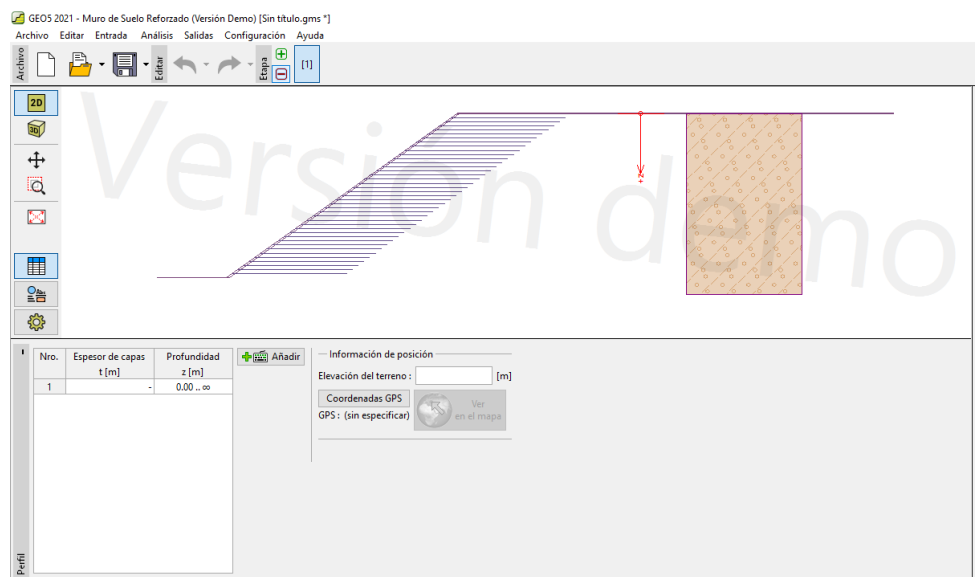


Gráfico 19. Perfil del geosintético

Elaboración propia

Se ingresaron los parámetros físicos del suelo, consideramos el relleno uniforme como Grava limosa (GM), con los parámetros indicados en el software.

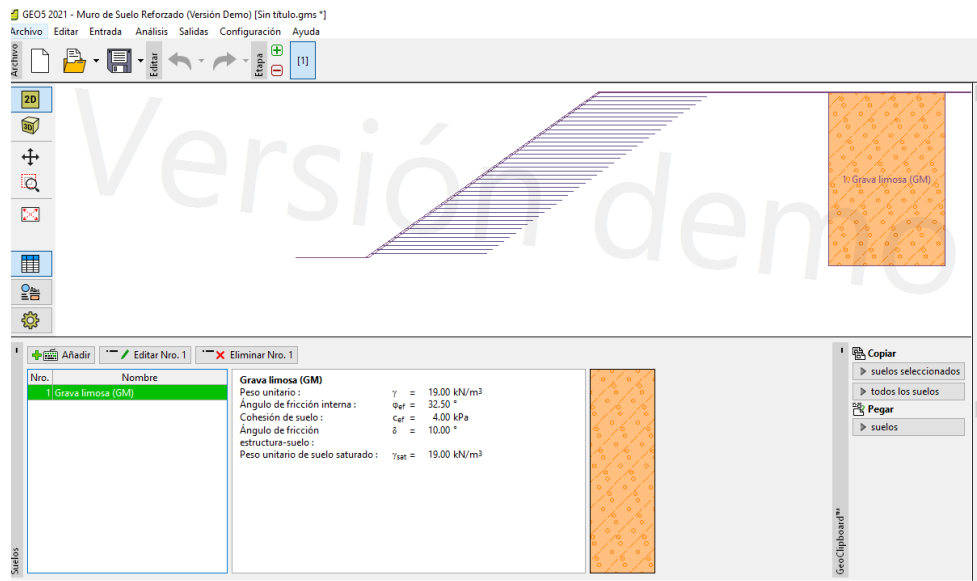


Gráfico 20. Se ingreso los valores del suelo de grava limosa

Elaboración propia

Se realizo el análisis de estabilidad mediante el método de Bishop optimizado.

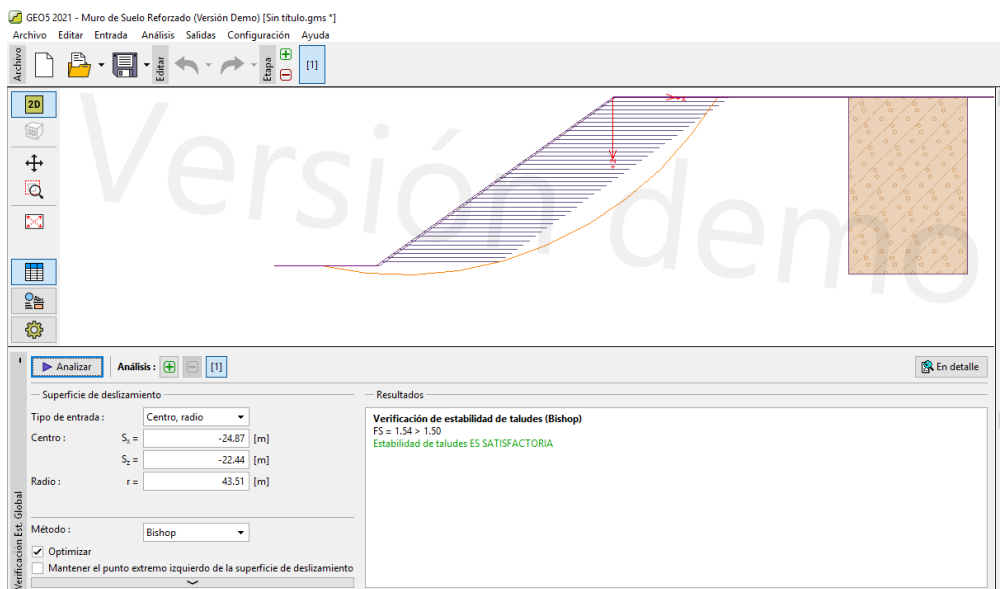


Gráfico 21. Estabilidad del muro con geosintético

Elaboración propia

El factor de seguridad es $1.54 > 1.50$ por lo cual la estructura es estable. Finalmente, se analizó la estabilidad del talud en condición estática.

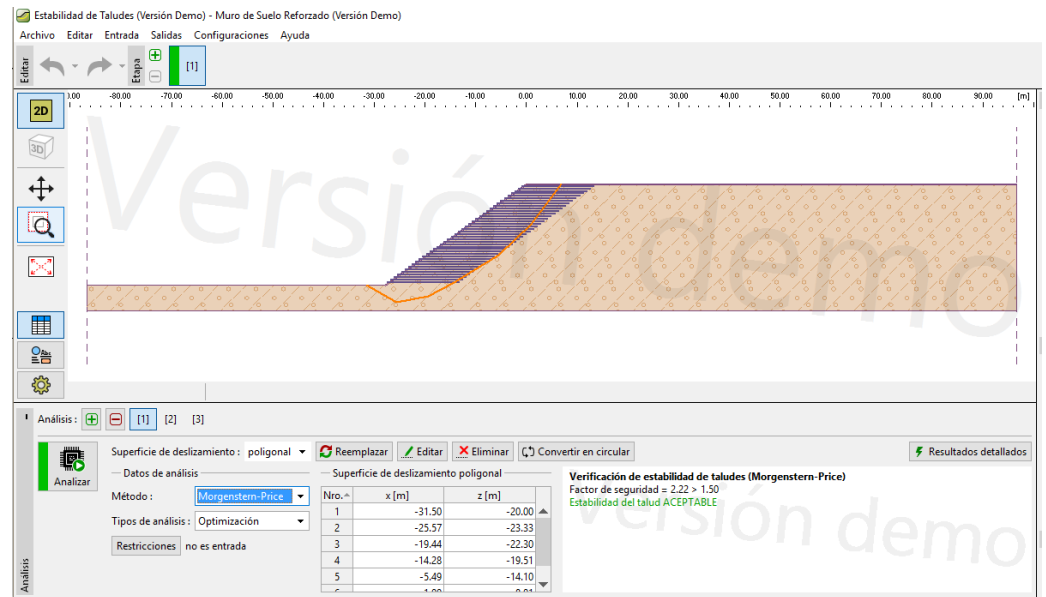


Gráfico 22. Condición estática del muro reforzado con geosintético

Elaboración propia

Se determino los factores de seguridad mediante el método de equilibrio en superficie de deslizamiento poligonal. Los F.S > 1.50 por ello el muro de refuerzo con geosintéticos es una técnica de estabilización que satisface las condiciones del terreno en estado estático.

Tabla 23. Factor se seguridad del muro con geosintéticos en condición estática

Método Morgenstern	Método Spencer	Método Janbu Generalizado
2.22	2.22	2.22

Elaboración propia

Se realizo el análisis de estabilidad de taludes en condición pseudoestática. Ingresándose las condiciones sísmicas como el coeficiente horizontal y vertical.

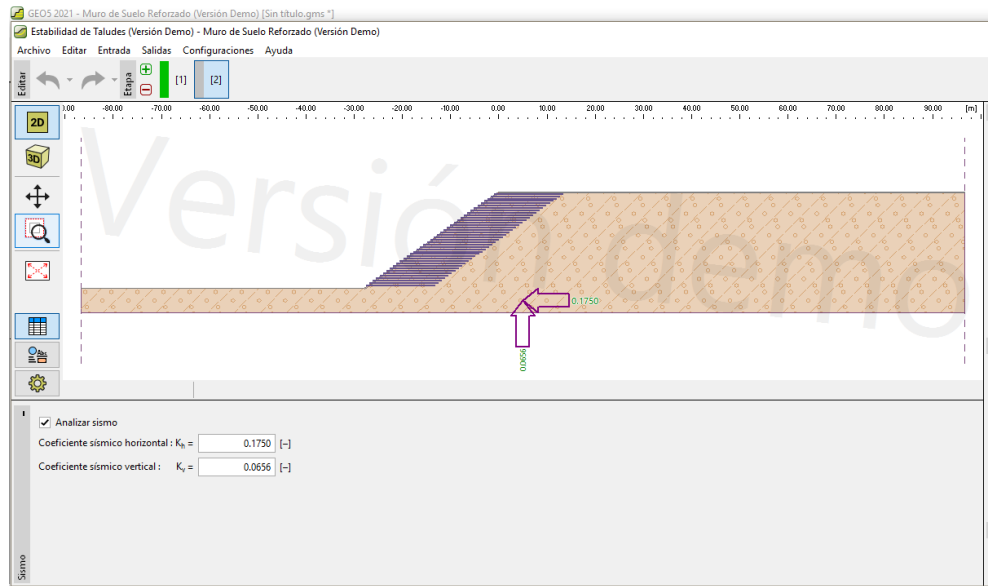


Gráfico 23. Condición pseudoéctica del muro reforzado con geosintéticos

Elaboración propia

Se determino los factores de seguridad mediante el método de equilibrio en superficie de deslizamiento poligonal. Los F.S > 1.00 por ello el muro de refuerzo con geosintéticos es una técnica de estabilización que satisface las condiciones del terreno en estado pseudoestático.

Tabla 24. Factor de seguridad del muro con geosintéticos en condición pseudoestática

Método Morgenstern	Método Spencer	Método Janbu Generalizado
1.00	1.06	1.25

Elaboración propia

En conclusión, el muro de refuerzo con geosintético es una solución técnicamente admisible para la estabilidad del talud ubicado en el parque El Milagro – Huaraz. Posteriormente se realizó el análisis económico de la técnica de estabilización.

4.3.2.3. Presupuesto del muro reforzado con geosintéticos

El presupuesto referencial para el muro reforzado con geosintéticos es el siguiente:

Tabla 25. *Presupuesto técnico de estabilización muro de concreto reforzado.*

Ítem	Descripción	Parcial (S/.)
01	Muro reforzado con geosintéticos	
01.01.	Trabajos Preliminares	391,621.92
01.02.	Movimiento de Tierras	38,875.98
03.03.	Instalación de geotextil tejido	796,264.14
03.04.	Obras de drenaje	61,857.60
03.05.	Estructura de contención	6,408.06
03.06	Control de erosión	247,026.87
COSTO DIRECTO		1,542,054.57

Elaboración propia

4.3.3. Sistema de suelo reforzado Terramesh

4.3.3.1. Diseño del Sistema Terramesh

El Sistema Terramesh están compuesto por elemento Terramesh conteniendo las siguientes partes:

- Parámetro frontal de gavión
- Refuerzo de malla hexagonal triple torsión
- Geotextil
- Sistema de drenaje
- Relleno compactado

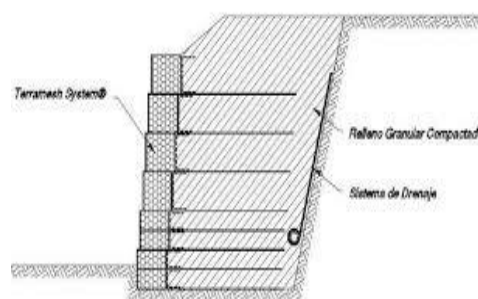


Figura 32. Componentes del Muro Terramesh

Fuente: <https://issuu.com/erosespiaefc/docs/sueloreforzado>

Para la evaluación se considera la capacidad de anclaje y la resistencia de la malla.

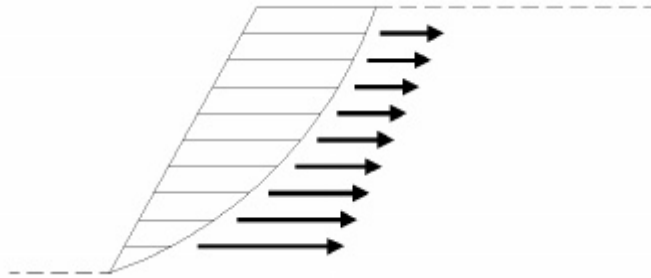


Figura 33. Refuerzos del sistema Terramesh

Fuente: <https://issuu.com/erosespiaefc/docs/sueloreforzadoc>

Resistencia de diseño

$$T_d = \frac{T_{ult}}{FR_{ID} \times FR_{CR} \times FR_D}$$

FR_{ID} = Factor de reducción por daño ambiental

FR_{CR} = Factor de reducción por creep

FR_D = Factor de reducción por danos de instalación

El valor de T_{ult} esta en relación a la dimensión de la malla hexagonal a triple torsión, para nuestro caso utilizamos la malla 10x12cm, entonces:

$$T_{ult} = 41.30 \text{ kN/m}$$

La resistencia de diseño T_d en malla 10x12cm en suelos gravosos y arenas gruesas.

$$T_d = \frac{T_{ult}}{FR_T}$$

$$T_d = \frac{41.30}{1.44}$$

$$T_d = 28.68 \text{ kN/m}$$

Tabla 26. Factores de seguridad en condición estática

Coefficiente de Seguridad	Especificado en AASHTO
Deslizamiento	1.5
Volcamiento	2.0
Capacidad de soporte	2.5
Estabilidad del talud	1.3
Estabilidad interna	1.5

Fuente: Deslizamientos. Tomo II: Técnicas de Remediación, Suarez, J., 2009, p.236.

Tabla 27. Factores de seguridad en condición sísmica

Coefficiente de Seguridad	Especificado en AASHTO
Deslizamiento	1.125
Volcamiento	1.5
Estabilidad del talud	1.1
Estabilidad interna	1.125

Fuente: Deslizamientos. Tomo II: Técnicas de Remediación, Suarez, J., 2009, p.236.

4.3.3.2. Verificación de la estabilidad con MACSTARS 2000

Se determino los factores de seguridad mediante el método de equilibrio en superficie de deslizamiento poligonal. Los F.S >1.50 por ello el muro de Sistema Terramesh es una técnica de estabilización que satisface las condiciones del terreno en estado estático.

Tabla 28. Factor se seguridad del muro Sistema Terramesh en condición estática

Método Morgenstern	Método Spencer	Método Janbu Generalizado
2.00	2.20	2.50

Elaboración propia

Se realizo el análisis de estabilidad de taludes en condición pseudoestática. Ingresándose las condiciones sísmicas como el coeficiente horizontal y vertical.

Se determino los factores de seguridad mediante el método de equilibrio en superficie de deslizamiento poligonal. Los F.S > 1.00 por ello el muro Sistema Terramesh es una técnica de estabilización que satisface las condiciones del terreno en estado pseudoestático.

Tabla 29. *Factor de seguridad del muro Sistema Terramesh en condición pseudoestática*

Método	Método	Método Janbu
Morgenstern	Spencer	Generalizado
1.30	1.50	1.70

Elaboración propia

En conclusión, el muro Sistema Terramesh es una solución técnicamente admisible para la estabilidad del talud ubicado en el parque El Milagro – Huaraz. Posteriormente se realizó el análisis económico de la técnica de estabilización.

4.3.3.3. Presupuesto del muro sistema Terramesh

El presupuesto referencial para el muro de suelo reforzado con Sistema Terramesh es el siguiente:

Tabla 30. *Presupuesto técnico de estabilización con muro sistema Terramesh*

Ítem	Descripción	Parcial (S/.)
01	Muro de Sistema Terramesh	
01.01.	Movimiento de Tierras	74,780.66
01.02.	Suministro Terramesh 0.50x1.0x4.0M	1,983,790.99
01.03.	Suministro Geomalla MacGrid WG120	324,218.01
01.04.	Suministro Geomalla MacGrid WG200	2,638,672.65
01.05	Suministro Geomalla MacGrid WG300	1,683,893.77
01.06	Suministro Geomalla MacGrid WG400	2,460,792.13
01.07	Suministro Geotextil MacTex MT N40.1	66,044.08
01.08	Suministro Geocompuesto Drenaje MacDrain 2L	145,728.85
01.09	Suministro Tubería Perforada Flexible CP100mm	6,944.16
COSTO DIRECTO		9,384,865.30

Elaboración propia

4.4. Comparación de las alternativas de solución

4.4.1. Comparaciones técnicas

La comparación técnica fue dividida entre: diseño, proceso constructivo y comportamiento de los muros de contención.

Tabla 31. *Comparación en el diseño de técnicas de estabilización*

Técnica de Estabilización	Descripción
Muro de gravedad (Muro de concreto armado)	Consiste en la verificación del factor de seguridad mediante: volteo, deslizamiento y asentamiento, para lo cual se realizó el predimensionamiento y en base a las dimensiones halladas se hace el análisis de las fuerzas resistentes y las fuerzas actuantes.
Muro reforzado con geosintéticos	Se realizó el cálculo del factor de seguridad mediante los factores de reducción por daños a la instalación, por fluencia y por degradación química- biológica, para la determinación de la resistencia a la tracción del geotextil. Para ello se utilizó el catálogo PAVCO con el geotextil T1700 para escoger la resistencia última del geotextil.
Muro Sistema Terramesh	Se calculó la resistencia de la geomalla 10x12 cm hexagonal a triple torsión, se utilizó el catálogo de MACCAFERRI para la determinación de los demás componentes y se calculó el factor de seguridad mediante el método de equilibrio límite del programa MACSTARS 2000.

Elaboración propia

Tabla 32. *Comparación en el proceso constructivo de técnica de estabilización*

Técnica de Estabilización	Descripción
Muro de gravedad (Muro de concreto armado)	Se realiza el encofrado de la estructura monolítica colocando el armado de acero de acuerdo a la distribución del plano, posteriormente se realiza el vaciado de concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$ realizando la dosificación correcta, se colocaron lloraderos para la infiltración del agua de la estructura y se colocaron las juntas de dilatación, posteriormente se desencofro y se realiza el curado de la estructura por un lapso de 7 días hasta que alcance su resistencia optima.
Muro reforzado con geosintéticos	Para suelos de relleno la base de cimentación debe ser semiplana, con óptima capacidad portante para soportar el peso del material y no ocurran futuros deslizamientos. Se coloca el geotextil en conjunto con el geodren sobre la superficie inclinada de abajo hacia arriba.
Muro Sistema Terramesh	Los elementos Terramesh son amarrados a lo largo de sus caras en formas de cubos, y se colocan piedras de rellenos en 3 etapas, se instala el geotextil y se compacta la superficie, el proceso se repite en cada piso del muro Terramesh.

Elaboración propia

Tabla 33. *Comparación del comportamiento de la técnica de estabilización*

Técnica de Estabilización	Descripción
Muro de gravedad (Muro de concreto armado)	La estructura es rígida por ello cualquier movimiento sísmico produciría la deformación de la estructura y se manifestaría como el fisuramiento de la misma. Los refuerzos internos del muro dependen del ángulo de inclinación del relleno de la superficie sobre ellos.
Muro reforzado con geosintéticos	La estructura es flexible brindando mayor seguridad a estructura rígidas aledañas. Las propiedades del geotextil aportan el refuerzo a tracción, el elemento del geodren apoya a la infiltración interna del suelo.
Muro Sistema Terramesh	El espacio del muro de contención en la frontal es reducido y son aptos para alturas mayores a 30m, sin embargo, requiere mayor espacio atrás del muro para la colocación del elemento Terramesh y el relleno debe ser granular para adoptar las propiedades del material satisfactoriamente.

Elaboración propia

4.4.2. Comparaciones económicas

La técnica de estabilización de muro de gravedad (muro de concreto reforzado) no cumple con el factor de seguridad, por lo cual no se desarrolló su análisis económico, sin embargo, la estructura de concreto armado implica mayores gastos en material como acero y cemento al ser una estructura de 4m de altura, siendo esta la mínima establecida. Por ello, se calculó el análisis económico del muro reforzado con geosintéticos y el muro Sistema Terramesh.

Tabla 34. *Comparación económica de técnicas de estabilización*

Técnica de Estabilización	Presupuesto
Muro reforzado con geosintéticos	S/. 1,542,054.57
Muro Sistema Terramesh	S/. 9,384,865.30

Elaboración propia

De la tabla 34, podemos concluir que la alternativa más rentable es el muro reforzado con geosintéticos.

V. DISCUSIÓN

En el diagnóstico de campo se identificó el talud ubicado en el parque El Milagro con presencia de deslizamientos, producto del movimiento interno de la masa de suelo como lo menciona (Pereira, et al., 2019) los deslizamientos son perceptibles por la deformación de la superficie y la modificación de las áreas verdes. En campo se pudo observar la intervención del intemperismo por las fuertes precipitaciones y el movimiento de la masa de suelo por acción sísmica como lo menciona (Pereira, et al., 2019) el desprendimiento de partículas del interior de la masa de suelo se debe a la gravedad, de este modo interactúan los factores opositores al movimiento como la resistencia al cizallamiento y los factores originarios del movimiento como traslados sísmicos, condiciones climáticas y aguas subterráneas.

Mediante el software geotécnico GEO5 se determinó el factor de seguridad del talud actual, (Valiente, et al., 2016) relata que el coeficiente de seguridad se ve afectado por la interacción entre los esfuerzos originarios y contra restantes del movimiento. Para el cálculo del mismo se utilizó el método de

Equilibrio Limite intrínseco del GEO5 el cual pretende modelar el equilibrio entre dichos esfuerzos, nombrado por (Suárez, 2009) el equilibrio se suscita entre los esfuerzos de corte y resistencia sean iguales en toda la longitud del área de falla obteniendo el factor de seguridad uno. Además, menciona las formas de superficie de falla entre circular y poligonal, sin embargo, es difícil determinar la forma de la falla interna del suelo por ello se estudia las fallas poligonales con diversidad de formas dentro de ellas: Método de Morgenstern – Price, Método de Janbu Generalizado y Método de Spencer, las cuales satisfacen la suma de fuerzas y momentos internos de la masa de suelo.

Se detectaron dos zonas con mayor deslizamiento, las cuales denominamos perfil 1-1 y perfil 2-2, estas fueron procesadas con la información del levantamiento topográficos y los resultados en laboratorio de las propiedades físico – mecánicas del suelo, para la determinación del factor de seguridad, con esto se pudo comprobar la inestabilidad del talud, como lo menciona (Ortega, et al., 2019) su determinación se ve influenciada por la geomorfología y topografía del suelo.

Tabla 35. *Comparación del F.S del talud con la Norma CE.020*

Condición	Norma CE. 020	Perfil 1-1	Perfil 2-2
Estático	1.5	0.6	0.86
Pseudoestático	1.25	0.43	0.57

Elaboración propia

De la tabla 35, podemos demostrar que el perfil 1-1 y el perfil 2-2 no son estables, debido al factor de seguridad es menor a 1.5 en condición estática y menor a 1.25 en condición pseudoestática en comparación con la norma peruana CE.020 Estabilización de suelos y taludes, la cual establece parámetros mínimos para la construcción de estructuras.

Debido a la situación, es necesario proponer técnicas de estabilización que permitan aportar factor de seguridad en condición estática y pseudoestática admisible para el talud en estudio. (Brasil y Rodríguez, 2017) describen que los muros de contención son utilizados en estructuras inestables brindando

resistencia a la presión lateral del suelo, la infiltración del agua, el peso propio del muro, peso de sobrecargas y acción sísmica.

Por ello, se propusieron tres técnicas de estabilización:

Muro de gravedad

Dentro del muro de gravedad se encuentran los muros rígidos y en este caso utilizaremos el muro de concreto reforzado, (Suárez, 2009) nombra que los muros de concreto reforzado varían entre 4 a 8m de altura y la estabilidad interna del muro se calcula por el factor de seguridad al volteo, deslizamiento y asentamiento.

Tabla 36. *Estabilidad interna del muro de gravedad*

Condiciones	Resultado del Factor de Seguridad	Factor de seguridad según (Suárez, 2009)
Volteo	2.75	1.75
Deslizamiento	1.75	1.50
Asentamiento	14.0 tn/m ^{2*}	15 tn/m ^{2*}

(*) Capacidad portante del suelo.

De la tabla 36, se observan los factores de seguridad son mayores a lo establecido, por lo cual el muro de gravedad es estable según (Diaz, et al., 2016).

Los parámetros resistentes al corte como ángulo de fricción promedio de 30° fueron tomados de (Hawley, 2017) la muestra de suelo se clasifica según SUCS Calicata 01 GW-GM y Calicata 02 SW-SM, debido que el suelo del talud ubicado en el parque El Milagro es desmonte de construcciones aledañas conformadas para el establecimiento del parque, es por ello que según la clasificación de suelo y lo determinado en laboratorio no guarda relación con las teorías establecidas.

Tabla 37. Comparación del factor de seguridad - muro de concreto reforzado

Condición	Norma CE.020	Resultados
Estática	FS = 1.5	F.S = 1.05
Pseudoestática	FS = 1.25	F.S = 0.75

Elaboración propia

De la tabla 37, se observan los factores de seguridad son menores a lo establecido, por lo cual el muro de concreto reforzado es inestable según (Diaz, et al., 2016).

Muro reforzado con geosintéticos

El factor de seguridad calculado fue comparado con la Norma CE.020 Estabilización de suelos y taludes mencionado por (Diaz, et al., 2016), se obtuvo un factor de seguridad superior a lo establecido:

Tabla 38. Comparación del factor de seguridad – muro reforzado con geosintéticos

Condición	Norma CE.020	Resultados
Estática	FS = 1.5	F.S = 2.22
Pseudoestática	FS = 1.25	F.S = 1.25

Elaboración propia

(Cartaya, Mucuta y Watson, 2020) mencionaron que los factores de seguridad mayores a 1 son taludes estables, por lo tanto, el muro de geosintéticos aporta estabilidad al talud reduciendo la resistencia al corte y aportando la resistencia a la tracción.

Tabla 39. Comparación del factor de seguridad según AASHTO

Coefficiente de Seguridad	AASHTO	Resultados
Deslizamiento	1.5	1.91
Volcamiento	2.0	2.34
Capacidad de soporte	2.5	3.73
Estabilidad del talud	1.3	1.54
Estabilidad interna	1.5	8.01

Elaboración propia

(Suarez, 2009) relata que el coeficiente de seguridad mediante AASHTO, como los resultados son mayores a los establecidos, la estructura aporta estabilidad al talud.

Sistema de suelo reforzado Terramesh

El factor de seguridad calculado fue comparado con la Norma CE.020 Estabilización de suelos y taludes mencionado por (Diaz, et al., 2016), se obtuvo un factor de seguridad superior a lo establecido:

Tabla 40. *Comparación del factor de seguridad – Sistema Terramesh*

Condición	Norma CE.020	Resultados
Estática	FS = 1.5	F.S = 2.20
Pseudoestática	FS = 1.25	F.S = 1.50

Elaboración propia

(Cartaya, Mucuta y Watson, 2020) mencionaron que los factores de seguridad mayores a 1 son taludes estables, por lo tanto, el sistema de suelo reforzado Terramesh aporta estabilidad al talud reduciendo la resistencia al corte y aportando la resistencia a la tracción.

Las técnicas de estabilización con factor de seguridad admisible son el muro reforzado con geosintéticos y el muro Terramesh® System, sin embargo, el muro reforzado con geosintéticos es más económico.

VI. CONCLUSIONES

El objetivo principal de la presente tesis fue la determinación del factor de seguridad para la comparación de técnicas de estabilización del talud ubicado en el parque El Milagro, Huaraz – Ancash. Para dicho propósito se resolvieron los objetivos específicos para la solución de la presencia de deslizamientos en la zona de estudio.

1. El talud del parque El Milagro se encuentra ubicado en el distrito de Independencia, provincia de Huaraz, departamento de Ancash. Se verificó la condición de inestabilidad en campo por la presencia de deslizamientos en la zona y el desplazamiento del pie de talud al gavión de la defensa ribereña del río Santa. El origen principal de la problemática se debe al cumplimiento de su vida útil, la infiltración de agua por las fuertes precipitaciones en épocas de avenida y la construcción de viviendas aledañas afectando la cimentación del suelo.
2. Se realizó el levantamiento topográfico para conocer las condiciones geométricas del talud y el estudio de mecánica de suelos para conocer las propiedades físicas y mecánicas del suelo a intervenir. Ambos estudios fueron necesarios para determinar los factores de seguridad en condición estática y pseudoestática del talud. Para ello se detectaron 02 zonas con mayores deslizamientos, todos los datos fueron ingresados al software geotécnico Geo5 para la determinación del coeficiente de seguridad, al correr el análisis de cálculo la inestabilidad del talud mediante el Método de Equilibrio Límite (Método Morgenstern Price, Método Spencer y Método Janbu Generalizado) para una superficie de deslizamiento poligonal.
3. Se realizó el análisis comparativo de las técnicas de estabilización: Muro de concreto reforzado, Muro reforzado con geosintéticos y Muro Suelo Reforzado Sistema Terramesh.
 - El Muro de concreto reforzado no satisface las condiciones del terreno se obtuvo un valor menor a 1.50 en condición estática y menor a 1.00 en condición pseudoestática del factor de seguridad, por ello esta técnica no es la más adecuada técnicamente para la estabilidad del talud.

- El muro reforzado con geosintéticos satisface las condiciones del terreno se obtuvo un valor mayor a 1.50 en condición estática y mayor a 1.00 en condición pseudoestática del factor de seguridad, por ello esta técnica es admisible técnicamente para la estabilidad del talud y en el análisis económico resultó S/. 1,542,054.57 (Un millón quinientos cuarenta y dos mil cincuenta y cuatro con 57/12 nuevos soles).
 - El muro sistema Terramesh satisface las condiciones del terreno se obtuvo un valor mayor a 1.50 en condición estática y mayor a 1.00 en condición pseudoestática del factor de seguridad, por ello esta técnica es admisible técnicamente para la estabilidad del talud y en el análisis económico resultó S/. 9,384,865.30 (Nueve millones trescientos ochenta y cuatro mil ochocientos sesenta y cinco con 30/00 nuevos soles).
4. Se concluyo, la mejor alternativa de solución para la estabilización del talud ubicado en el parque El Milagro es el muro reforzado con geosintéticos, el cual es admisible técnicamente con un factor de seguridad mayor a lo establecido en la norma CE.020: Estabilización de suelos y taludes, además en el análisis económico es el más optimo por la reducción de costos a comparación del Sistema de Muro Terramesh.

VII. RECOMENDACIONES

1. Es necesario el manejo de las normas peruanas CE.020: Estabilización de suelos y taludes y E.030 Diseño Sismorresistente establecidas por el Ministerio de Vivienda y Construcción del Perú.
2. Se debe de tener cuidado en la extracción de muestra de suelo mediante la exploración (calicatas) para que permanezca inalterada y los resultados del laboratorio sean acordes a la realidad.
3. Se recomienda realizar un resumen y presentar a la Municipalidad Distrital de Independencia para que sea de su conocimiento la situación de inestabilidad del talud.
4. Se recomienda obtener la asesoría de MACCAFEERI en lo concerniente a los muros Terramesh en el diseño y materiales a utilizar.
5. Se recomienda el ingreso de las características del refuerzo en el muro reforzado con geotextil, debido que todos los datos son diseños europeos no muy encontrados en nuestro país y con altos costos de transporte.

REFERENCIAS

ABREU, J. Hipótesis, método & diseño de investigación (hypothesis, method & research design). *Daena: International Journal of Good Conscience*, 2012, vol. 7, no 2, p. 187-197. Disponible en [http://www.spentamexico.org/v7-n2/7\(2\)187-197.pdf](http://www.spentamexico.org/v7-n2/7(2)187-197.pdf) ISSN: 1870-557X

ALSINA, SIMON; NOSETTO, DANIEL; GABRIEL JOBBÁGY, ESTEBAN. BASE DE DATOS" NAPA": PRIMERA SÍNTESIS DE LA DINÁMICA FREÁTICA PAMPEANA DESDE 1950 AL PRESENTE. *Ciencia del Suelo*, 2020, vol. 38, no 2. Disponible en <https://www.researchgate.net>

ALTAMIRANO REYNA, Greta Lucia; RIVAS VERA, Jaime Jonathan. Propuesta de remediación geotécnica de un talud incorporando un muro de suelo reforzado con el sistema Terramesh para el proyecto de la carretera Matarani–El Arenal. 2015. Tesis Título Profesional (Ingeniero Civil). Lima: Universidad Ricardo Palma, Facultad de Ingeniería, 2015.

BAZZI, H.; NOFERESTI, H.; FARHADIAN, H. Modelling the effect of blast-induced vibrations on the stability of a faulted mine slope. *Journal of the Southern African Institute of Mining and Metallurgy*, 2020, vol. 120, no 10, p. 591-597. Disponible en <http://www.scielo.org.za/pdf/jsaimm/v120n10/07.pdf> ISSN: 2411-9717

ATENCIA, Yelena Hernández; ARCILA, Hildebrando Ramírez. Evaluación del riesgo asociado a vulnerabilidad física por taludes y laderas inestables en la microcuenca Cay, Ibagué, Tolima, Colombia. *Ciencia e ingeniería neogranadina*, 2016, vol. 26, no 2, p. 111-128. Disponible en <https://www.redalyc.org/pdf/911/91146925007.pdf> ISSN: 0124-8170

BOWLES, Joseph E. Manual de laboratorio de suelos en ingeniería civil. McGraw-Hill, 1981.

BRASIL-CAVALCANTE, André Luís; RODRIGUEZ-REBOLLEDO, Juan Felix. Probabilistic analysis of the active earth pressure on retaining wall for c- ϕ soil backfill under seismic loading conditions. *Dyna*, 2017, vol. 84, no 202, p. 9-15. Disponible en <https://www.redalyc.org/jatsRepo/496/49655539001/49655539001.pdf> ISSN: 0012-7353

CAICEDO, Carolina, et al. Biodegradable polymer nanocomposites applied to technical textiles: A review. *Dyna*, 2019, vol. 86, no 211, p. 288-299. Disponible en <https://www.redalyc.org/jatsRepo/496/49663345033/49663345033.pdf> ISSN: 0012-7353

CRUZ-GUEVARA, Luis Enrique, et al. Proposal for geological classification and nomenclature of soils: both genetic-descriptive and compositional/mineralogical. *Boletín de Geología*, 2020, vol. 42, no 1, p. 81-97. Disponible en: <https://www.redalyc.org/jatsRepo/3496/349665544006/349665544006.pdf> ISSN: 0120-0283

CUANALO CAMPOS, Oscar A.; OLIVA GONZÁLEZ, Aldo O.; GALLARDO AMAYA, Romel. Inestabilidad de laderas: Influencia de la actividad humana. 2011, p. 39-46. Disponible en [https://www.academia.edu/23842487/Inestabilidad de Laderas Influencia de la actividad humana](https://www.academia.edu/23842487/Inestabilidad_de_Laderas_Influencia_de_la_actividad_humana)

CUTIPA, Walter Arturo Quispe; SOLIS, Liliam Carola Zevallos; SÁNCHEZ, José Luis Sangama. Calidad educativa y gestión institucional en la Universidad Nacional Intercultural de la Amazonía, Perú. *Delectus*, 2020, vol. 3, no 2, p. 27-35. Disponible en <https://revista.inicc-peru.edu.pe/index.php/delectus/article/view/48/78> ISSN: 2663-1148

DAS, Braja M.; GONZÁLEZ, Sergio R. Cervantes. *Fundamentos de ingeniería geotécnica*. 4.a ed. México, D.F: Cengage Learning, 2015, pp. 1-2. ISBN: 978-607-519-373-1.

DEL RÍO SANTANA, Omar, et al. Análisis comparativo de levantamiento topográfico tradicional y tecnología de Drones. *Revista Arquitectura e Ingeniería*, 2020, vol. 14, no 2, pp. 1-2. Disponible en <https://www.redalyc.org/jatsRepo/1939/193963490001/193963490001.pdf> ISSN: 1990-830

ESEVERRI, Alex; PORTELA, Juan Carlos; MAJORAL, Roberto. De la tierra al cielo: experiencias en el diseño y construcción de estructuras de suelo reforzado Terramesh® y Paramesh®. *Ingeopres: Actualidad técnica de ingeniería civil*,

minería, geología y medio ambiente, 2012, no 217, p. 16-25. Disponible en: <https://img.interempresas.net/docs-ingeopres/2013-01-Estructuras-de-suelo-reforzado.pdf>

FOUCHÉ, N. The liquefaction potential of the upper quaternary sands of the Cape Flats, Western Cape, South Africa. *Journal of the South african institution of civil engineering*, 2020, vol. 62, no 2, p. 22-30. Disponible en <http://www.scielo.org.za/pdf/jsaice/v62n2/03.pdf> ISSN: 1021-2019

GARCÍA-ARISTIZÁBAL, Edwin Fabián; VEGA-POSADA, Carlos Alberto; GALLEGO-HERNÁNDEZ, Alba Nury. Experimental study of water infiltration on an unsaturated soil-geosynthetic system. *Revista Facultad de Ingeniería Universidad de Antioquia*, 2016, no 78, p. 105-111. Disponible en <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=43044783014> ISSN: 0120-6230

GARCÍA PÉREZ, Jaime; GARCÍA LÓPEZ, Eric. Cálculo de pérdidas indirectas ocasionadas por movimientos sísmicos. *Ingeniería sísmica*, 2019, no 100, p. 71-84. Disponible en <https://www.redalyc.org/jatsRepo/618/61864055004/61864055004.pdf> ISSN: 2395-8251

GURRUCHAGA R, Daniela; VISCARRA A, Fabiana. SLOPE STABILITY ANALYSIS BY FINITE ELEMENTS: A CASE STUDY IN LA PAZ-BOLIVIA. *Investigación & Desarrollo*, 2020, vol. 20, no 1, p. 99-111. Disponible en http://www.scielo.org.bo/pdf/riyd/v20n1/v20n1_a08.pdf ISSN: 2518-4431

HAWLEY, Mark; CUNNING, John. *Guidelines for mine waste dump and stockpile design*. CSIRO Publishing, 2017.

HERNÁNDEZ SÁNCHEZ, Jazmín María de los Dolores, et al. Evaluación de la estabilidad de taludes en cárcavas, Huasca de Ocampo, Hidalgo, México. *Terra Latinoamericana*, 2019, vol. 37, no 3, p. 303-313. Disponible en <http://www.scielo.org.mx/pdf/tl/v37n3/2395-8030-tl-37-03-303.pdf>

LAMBE, W.T. y Whitman R.V. *Mecánica de Suelos*. Limusa. Buenos Aires. 1993.

MATTOS, Álvaro J.; MARIN, Roberto J. Reliability Analysis of Bored-pile Wall Stability Considering Parameter Uncertainties. *TecnoLógicas*, 2020, vol. 23, no 48,

p. 159-175. Disponible en <https://www.redalyc.org/jatsRepo/3442/344263272009/344263272009.pdf> ISSN: 0123-7799

MESA LAVISTA, Milena; ÁLVAREZ PÉREZ, José; CHÁVEZ GÓMEZ, Jorge H. Evaluación del factor de seguridad en taludes de terraplenes carreteros altos ante carga sísmica. *Ingeniería sísmica*, 2020, no 103, p. 1-17. Disponible en <http://www.scielo.org.mx/pdf/ris/n103/0185-092X-ris-103-1.pdf> ISSN: 0185-092X

MUCUTA-LITO, Helder Vemba; CARTAYA-PIRES, Maday; WATSON-QUESADA, Roberto Lincoln. Evaluación de estabilidad en taludes del yacimiento Castellano mediante el cálculo del factor de seguridad. *Minería y Geología*, 2020, vol. 36, no 4, p. 441-450. Disponible en <https://www.redalyc.org/jatsRepo/2235/223564388006/223564388006.pdf> ISSN: 1993-8012

OLIVA-GONZÁLEZ, Aldo O., et al. Landslide risk assessment in slopes and hillsides. Methodology and application in a real case. *Dyna*, 2019, vol. 86, no 208, p. 143-152. Disponible en <https://www.redalyc.org/jatsRepo/496/49660955017/49660955017.pdf>

ISSN: 0012-7353

ORTEGA, Roberto, et al. Probabilistic seismic hazard analysis in La Paz-Los Cabos, Mexico: The importance of active Quaternary fault segments. *Geofísica internacional*, 2019, vol. 58, no 2, p. 151-168. Disponible en <http://www.scielo.org.mx/pdf/geoint/v58n2/0016-7169-geoint-58-02-151.pdf> ISSN: 0016-7169

PEREIRA, Fernanda Cristina, et al. Three-dimensional stability analysis of an urban slope located in João Monlevade, Brazil. *Research, Society and Development*, 2019, vol. 8, no 11, p. 36. Disponible en <https://www.redalyc.org/jatsRepo/5606/560662202016/560662202016.pdf> ISSN: 2525-3409

QUIMIS-GUERRIDO, Byron Leonardo. Technological and Operation Evaluation of the YTO DF-15L Rototiller in Soil Preparation for Watermelon. *Revista Ciencias*

Técnicas Agropecuarias, 2019, vol. 28, no 2. Disponible en <https://www.redalyc.org/jatsRepo/932/93259288007/index.html> ISSN: 2071-0054.

ROSA, Mateus L.; SOBREIRA, Frederico G.; BARELLA, Cesar F. Landslide susceptibility mapping using the statistical method of Information Value: A study case in Ribeirão dos Macacos basin, Minas Gerais, Brazil. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 2021, vol. 93, no 1. Disponible en <http://www.scielo.br/pdf/aabc/v93n1/0001-3765-aabc-93-01-e20180897.pdf> ISSN: 1678-2690

SAENZ SERPA, Alan Alex. Análisis para estabilidad de taludes en roca utilizando mallas galvanizadas ancladas, Ciudad Nueva Fuera Bamba Apurímac. 2017. Tesis Título Profesional (Ingeniero Civil). Huancayo: Universidad Nacional del Centro del Perú, Facultad de Ingeniería, 2017.

SÁNCHEZ ROMERO, Francisco Javier. Límites de Atterberg: limite líquido y limite plástico gráfico de plasticidad de Casagrande. 2019. Disponible en <https://riunet.upv.es/handle/10251/120398>

SANTOS, Marcell Gustavo Chagas; CORRÊA, Márcio Roberto Silva. Analysis of the effects of soil-structure interaction in reinforced concrete wall buildings on shallow foundation. *Revista IBRACON de Estruturas e Materiais*, 2018, vol. 11, no 5, p. 1076-1109. Disponible en <http://www.scielo.br/pdf/riem/v11n5/1983-4195-riem-11-05-01076.pdf> ISSN:1983-4195

SILVA QUESQUEN, Paul Alexander. Análisis comparativo de estabilidad de talud y propuesta de solución con muros anclados en la Carretera Las Pirias-Cajamarca, 2018. Tesis Título Profesional (Ingeniero Civil). Lima: Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería, 2018.

SIVAPRIYA, S. Vijayasimhan; GANESH-KUMAR, Shanmugam. Functional and cost-benefits of geosynthetics as subgrade reinforcement in the design of flexible pavement. *Revista Facultad de Ingeniería*, 2019, vol. 28, no 51, p. 39-49. Disponible en <https://www.redalyc.org/jatsRepo/4139/413959633003/413959633003.pdf> ISSN: 0121-1129

STELUTI MARQUES, Gabriel; AZOIA LUKIANTCHUKI, Juliana. Evaluation of the stability of a highway slope through numerical modeling. *Dyna*, 2017, vol. 84, no 200, p. 121-128. Disponible en <https://www.redalyc.org/pdf/496/49650910015.pdf>

ISSN: 0012-7353

SUÁREZ, Jaime. Deslizamientos. Tomo I: Análisis Geotécnico. 2009.

SUAREZ, J. Deslizamientos Tomo II: Técnicas de Remediación. 2009.

TARDEO DE LA CRUZ, Cesar Augusto; ZANABRIA PARI, Ever. ANÁLISIS DINÁMICO DE ESTABILIDAD DE TALUDES POR ELEMENTOS FINITOS EN LA ZONA DE HUAYLLAPAMPA DEL DISTRITO DE CUENCA HUANCVELICA. 2016. Tesis Título Profesional (Ingeniero Civil). Huancavelica: Universidad Nacional de Huancavelica, Facultad de Ingeniería de Minas, Civil y Ambiental, 2017.

TEÓFILO-SALVADOR, Eduardo, et al. Experimentación reducida-controlada in situ del deslizamiento de suelo por efecto de flujo subsuperficial de agua. *Ingeniería, investigación y tecnología*, 2019, vol. 20, no 3. Disponible en <http://www.scielo.org.mx/pdf/iit/v20n3/1405-7743-iit-20-03-e026.pdf> ISSN: 2594-0732

VALIENTE SANZ, Ricardo; SOBRECASES MARTÍ, Salvador; DÍAZ ORREGO, Aníbal. ESTABILIDAD TALUDES, CONCEPTOS BÁSICOS, PARÁMETROS DE DISEÑO Y MÉTODOS DE CÁLCULO. *Revista civilizate*, 2016, no 7, p. 50-54. Disponible en <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/76781/taludes.pdf?sequence=1&isAllowed=n>

VENKATRAMAIAH, C. Geotechnical engineering. 3° Edition. New Age International, 1995. p. 262-263. ISBN: 978-81-224-2338-9

ANEXOS

Anexo 01. Cuadro de Operacionalización de Variables

Anexo 02. Matriz de consistencia

Anexo 03. Plano de Ubicación

Anexo 04. Plano topográfico

Anexo 05. Plano del perfil longitudinal 1-1 y 2-2

Anexo 06. Estudio geotécnico C-1 y C-2

Anexo 07. Reporte del GEO5 Perfil 1-1

Anexo 08. Reporte del GEO5 Perfil 2-2

Anexo 09. Muro de concreto reforzado

Anexo 10. Muro de refuerzo con geosintéticos

Anexo 11. Prueba de hipótesis estadística

Anexo 1. Cuadro de Operacionalización de variables

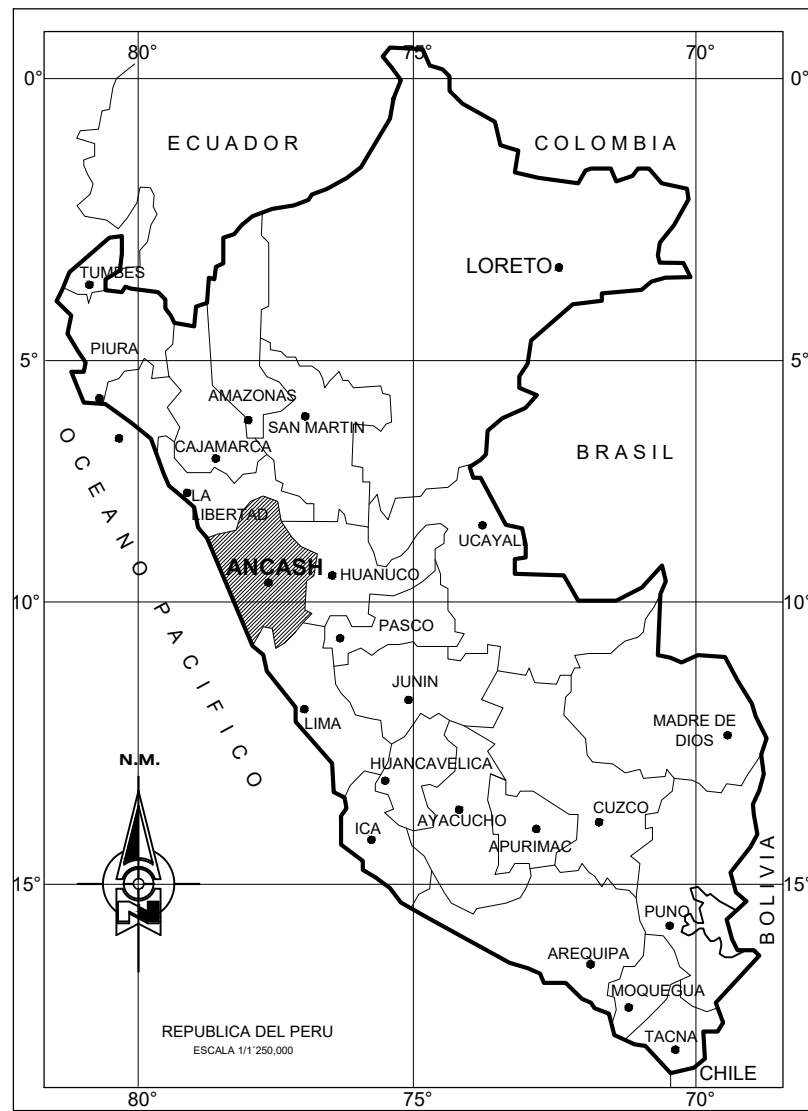
DETERMINACIÓN DEL FACTOR DE SEGURIDAD PARA COMPARAR TÉCNICAS DE ESTABILIZACIÓN DE TALUDES UTILIZANDO EL SOFTWARE GEO5
CASO: PARQUE EL MILAGRO, HUARAZ, ANCASH.

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADOR	INSTRUMENTO	ESCALA DE MEDICIÓN
VARIABLE INDEPENDIENTE: FACTOR DE SEGURIDAD	El coeficiente de seguridad se determina relacionando las fuerzas que ocasionan el deslizamiento con las fuerzas que la contrapesan (Valiente et al., 2016, p.51).	Se obtendrán los datos de laboratorio de cohesión y ángulo de fricción para el modelado del talud utilizando el software GEO5 mediante los métodos de equilibrio limite.	Propiedades del suelo	Cohesión	Ensayo de Corte Directo	Laboratorio / Razón
				Ángulo de fricción	Ensayo de Corte Directo	Laboratorio / Razón
			Métodos de equilibrio limite	Método de Spencer	GEO5	Razón
				Método de Janbu Generalizado	GEO5	Razón
				Método de Morgenstern - Price	GEO5	Razón
VARIABLE DEPENDIENTE: ESTABILIDAD DE TALUDES	Se establece como el corte en todo el largo del espacio de rotura más notable a la renuencia del suelo por corte (Braja, 2015, p. 334).	Se analizará el método de estabilización más eficiente técnico - económico entre muro de gravedad, reforzamiento con geosintéticos y Sistema de suelo Terramesh.	Técnicas de Estabilización	Muro de gravedad	Hoja de Cálculo / GEO5	Ficha Técnica /Razón
				Reforzamiento con geosintéticos	Hoja de Cálculo / GEO5	Ficha Técnica /Razón
			Evaluación Económica	Sistema de suelo reforzado Terramesh	Macstars 2000	Razón
				Presupuesto	S10	Razón
				Comparación de Costos	S10	Razón

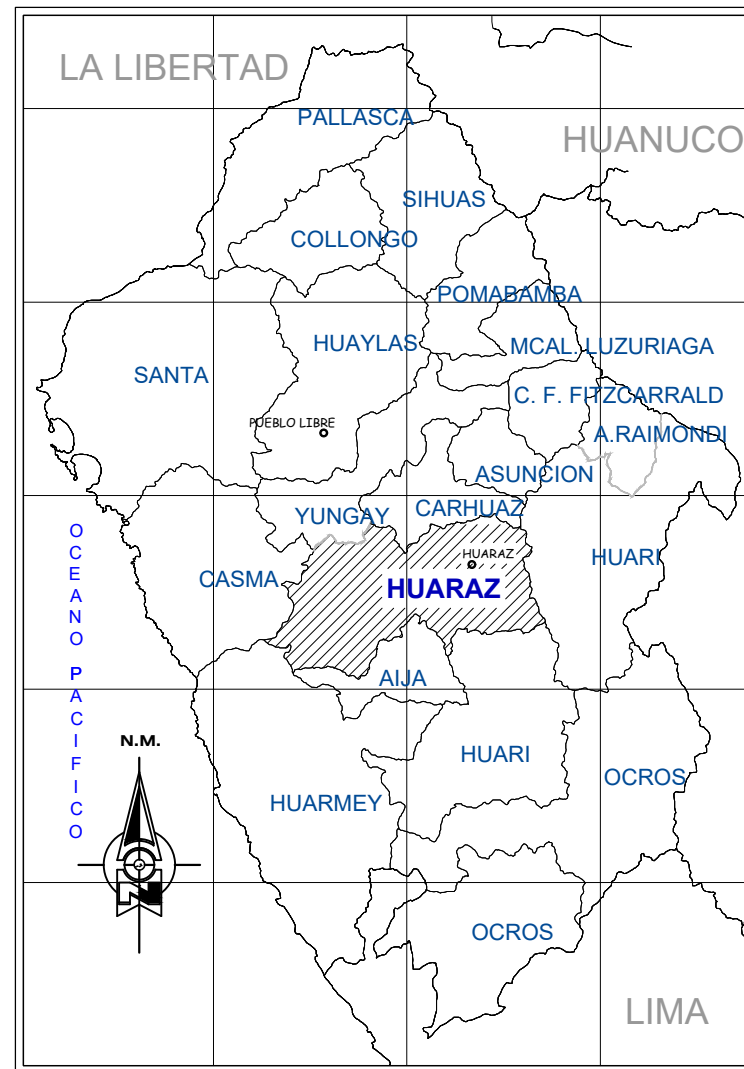
Elaboración propia

Anexo 2. Matriz de consistencia

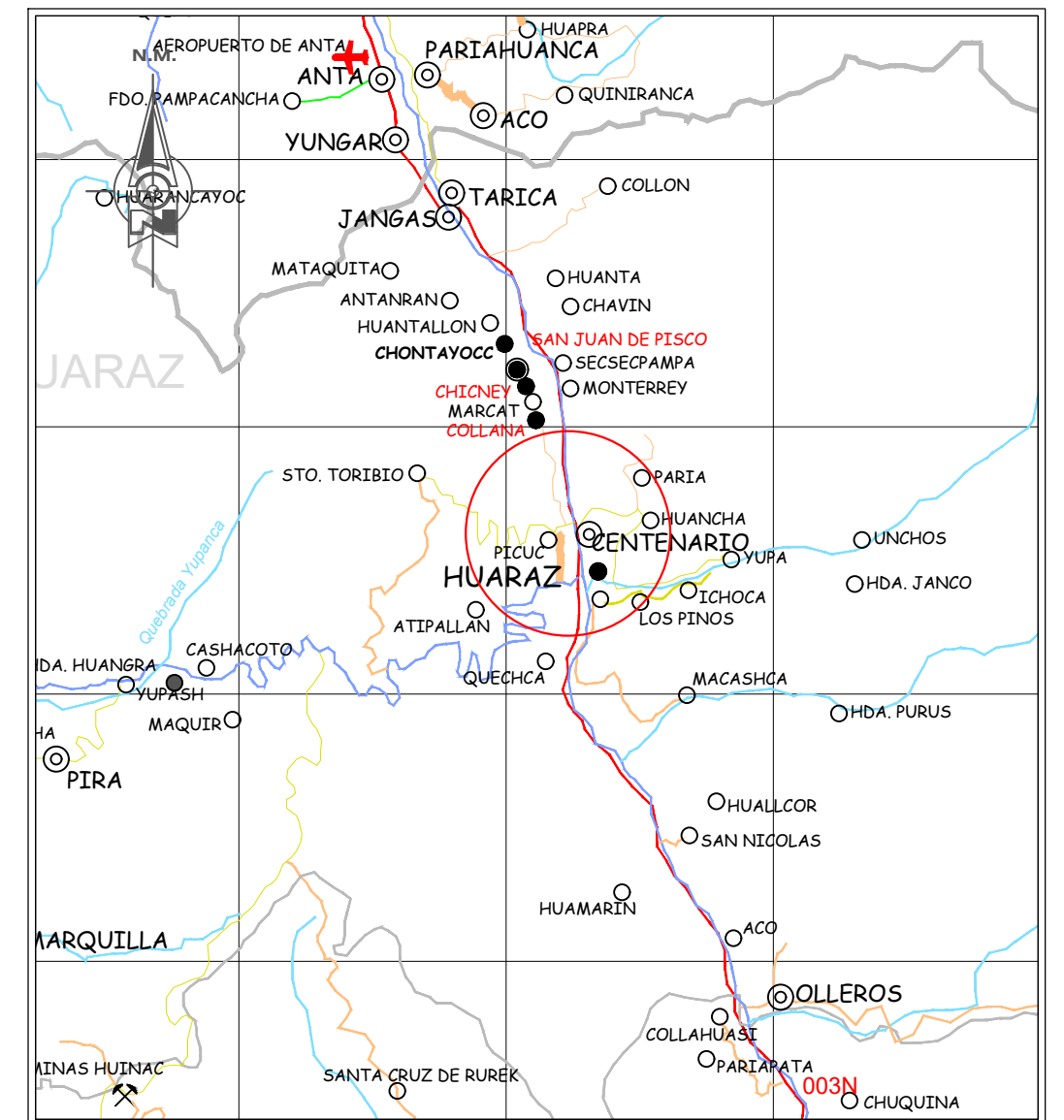
Determinación del Factor de Seguridad para comparar técnicas de estabilización de taludes utilizando Geo5 Caso: Parque El Milagro, Huaraz, Ancash, 2020.						
PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES E INDICADORES			METODOLOGÍA
Problema General	Objetivo General	Hipotesis General	VARIABLE	DIMENSIONES	INDICADORES	Tipo de Investigación: Aplicada
¿Cómo determinar el factor de seguridad para comparar técnicas de estabilización de taludes utilizando el software Geo5 caso: Parque El Milagro, Huaraz, Ancash?	Determinar el factor de seguridad para comparar técnicas de estabilización de taludes utilizando el software Geo5 caso: Parque El Milagro, Huaraz, Ancash.	La determinación del factor de seguridad utilizando el software Geo5 permitirá plantear el mejoramiento del talud del Parque El Milagro, Huaraz, Ancash.	Factor de Seguridad	Propiedades del Suelo	Cohesión	
Problemas Específicos	Objetivos Específicos	Hipotesis Específicas			Métodos de equilibrio límite	Método de Spencer
¿Cuál es el estado actual del talud ubicado en el Parque El Milagro, Huaraz, Ancash?	Diagnosticar el estado actual del talud ubicado en el Parque El Milagro, Huaraz, Ancash.	El estado actual del talud ubicado en el Parque El Milagro, Huaraz, Ancash, manifiesta un nivel de deslizamiento considerable.	Método de Bishop, Ordinary and Janbu	Método de Morgenstern - Price		
				VARIABLE	DIMENSIONES	INDICADORES
¿Qué factores influyen en la determinación del factor de seguridad utilizando el software Geo5?	Determinar los factores que influyen en la determinación del factor de seguridad utilizando el software Geo5.	Es significativo los factores que influyen en la determinación del factor de seguridad utilizando el software Geo5.	Estabilidad de Taludes	Técnicas de Estabilización	Muro de Concreto Reforzado	
					Evaluación Económica	Reforzamiento con geosintéticos
				Sistema de suelo reforzado Terramesh		
¿Cómo es la comparación de técnicas de construcción para la estabilización de taludes, de acuerdo con el factor de seguridad de diseño del Parque El Milagro, Huaraz, Ancash?	Comparar las técnicas de construcción para la estabilización de taludes, de acuerdo con el factor de seguridad de diseño del Parque El Milagro, Huaraz, Ancash.	La comparación de las técnicas de construcción para la estabilización de taludes de acuerdo al factor de seguridad está significativamente óptima en el diseño y en lo económico del Parque El Milagro, Huaraz, Ancash.			Presupuesto	
					Comparación de Costos	



UBICACION NACIONAL



UBICACION PROVINCIAL



MAPA LOCAL

LEYENDA	
Signos Convencionales	
Superficie de Rodadura	
	Asfaltado
	Afirmado
	Sin Afirmar
	Trocha Carrozable
	En Proyecto
	Capital Departamental
	Capital Provincial
	Capital Distrital
	Pueblo
	Puente
	Pontón
	Tunel
	Badén
	Aeropuerto
	Aeródromo
	Caleta
	Embarcadero
	Puerto Fluvial
	Muelle
	Acc. Geográficos
	Abra
	Mina
	Planta Eléctrica
	Otros
	Planta
	Puerto
	Río
	Límite Departamental
	Límite Distrital



UBICACION PARQUE "EL MILAGRO"

UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

PROYECTO :

"DETERMINACIÓN DEL FACTOR DE SEGURIDAD PARA COMPARAR TÉCNICAS DE ESTABILIZACIÓN DE TALUDES UTILIZANDO GEO5 CASO: PARQUE EL MILAGRO, HUARAZ, ÁNCASH, 2020"

PLANO DE :

PLANO DE UBICACION

ANEXO 03	LAMINA :	PU-01
Dibujo : G.M.C.M.		
Escala : INDICADA		

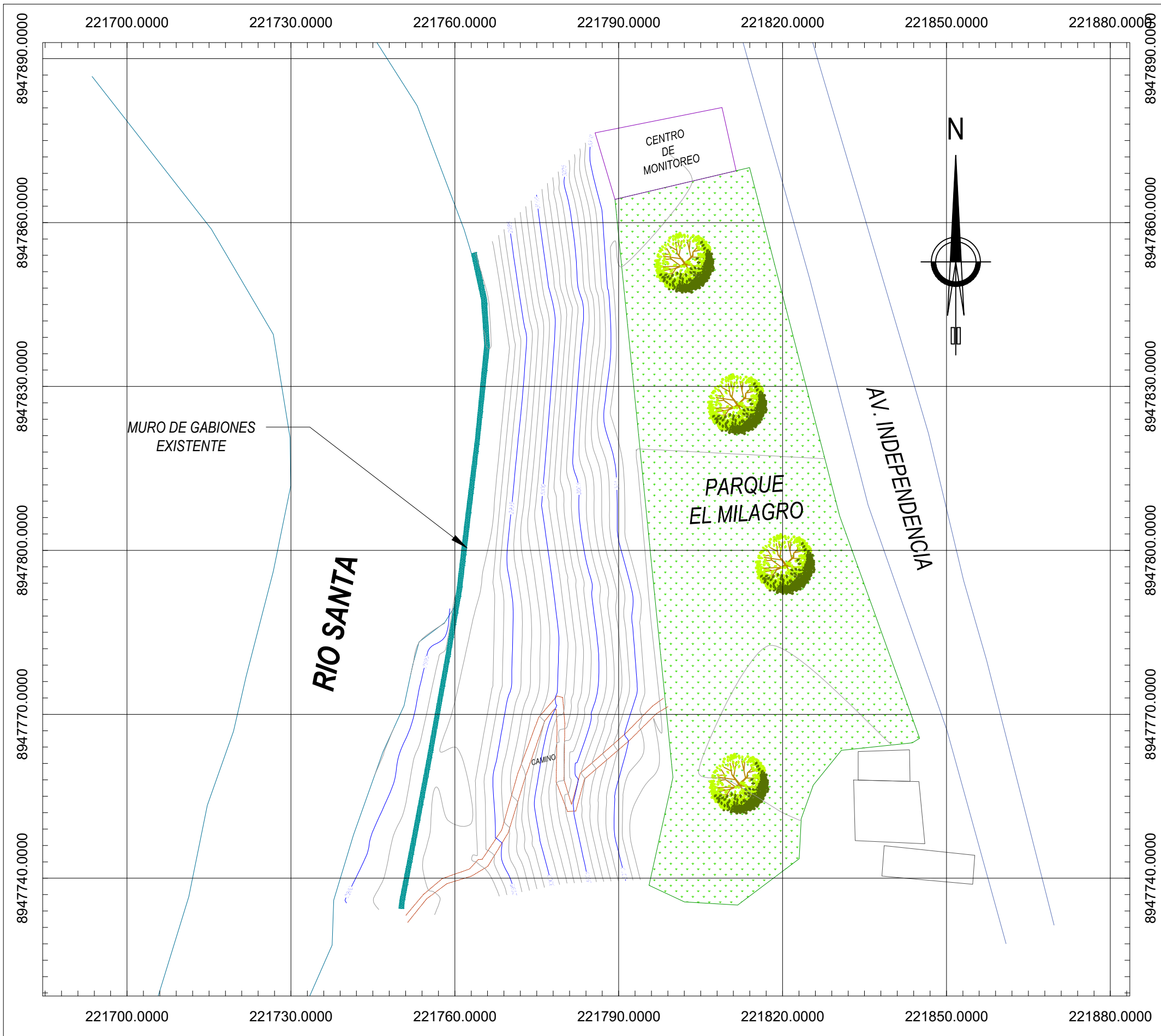
Región : ÁNCASH

Provincia : HUARAZ

Distrito : INDEPENDENCIA

Lugar : PARQUE EL MILAGRO

Fecha : NOVIEMBRE 2020



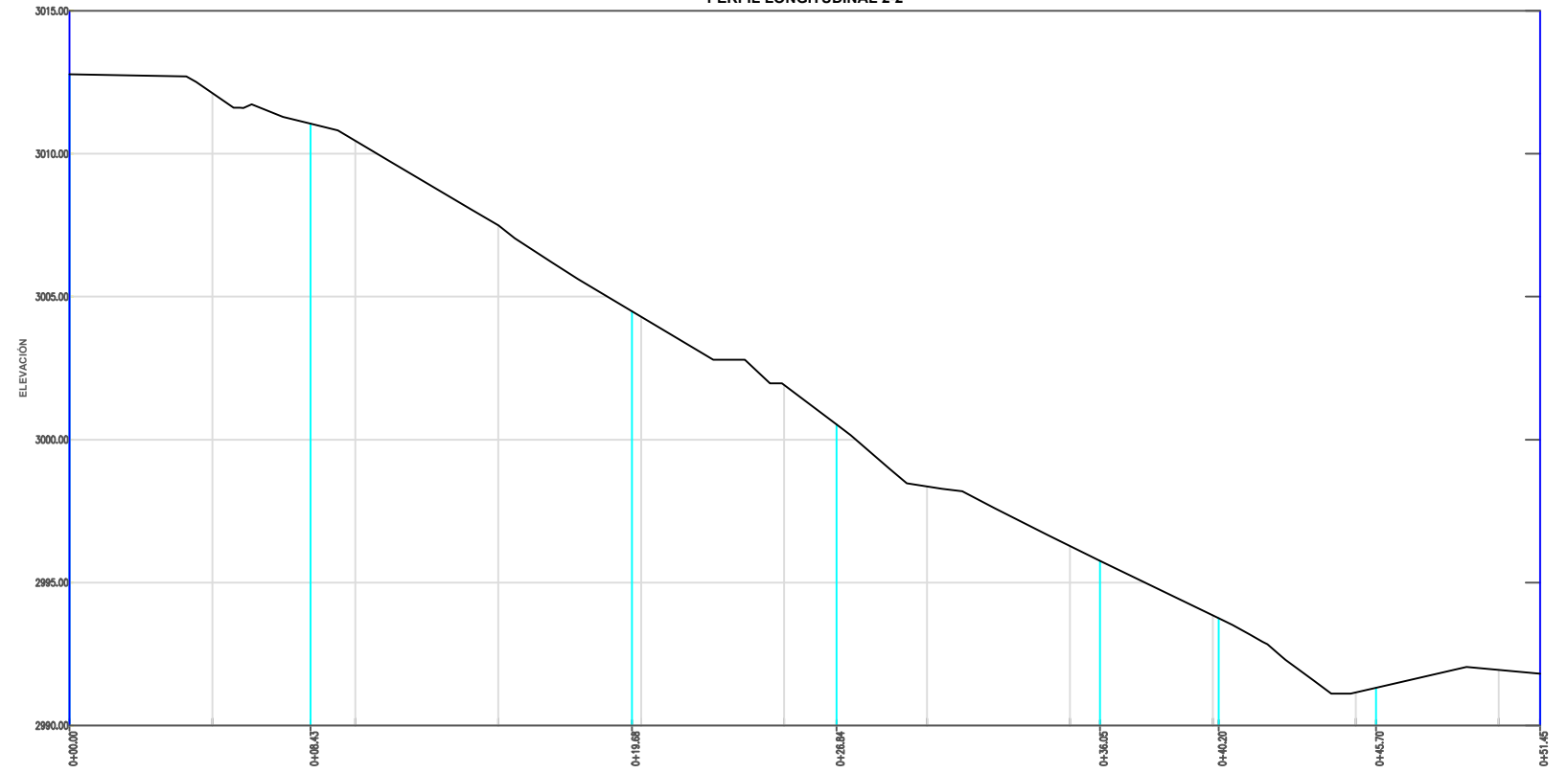
LEYENDA	
	CURVA MAYOR
	CURVA MENOR
	AVENIDA
	RIO SANTA
	VIVIENDA
	NORTE MAGNETICO
	BENCHMARK
	MURO DE GAVIONES
	CAMINO

PUNTO	NORTE (m)	ESTE (m)	ALTITUD (m.s.n.m.)	DESCRIPCIÓN
BM1	8947742.37	221754.09	2992.00	Pie del Talud
BM2	8947755.62	221761.60	2991.00	Pie del Talud
BM3	8947817.92	221793.27	3012.01	Corona del Talud
BM4	8947790.64	221795.48	3011.93	Corona del Talud

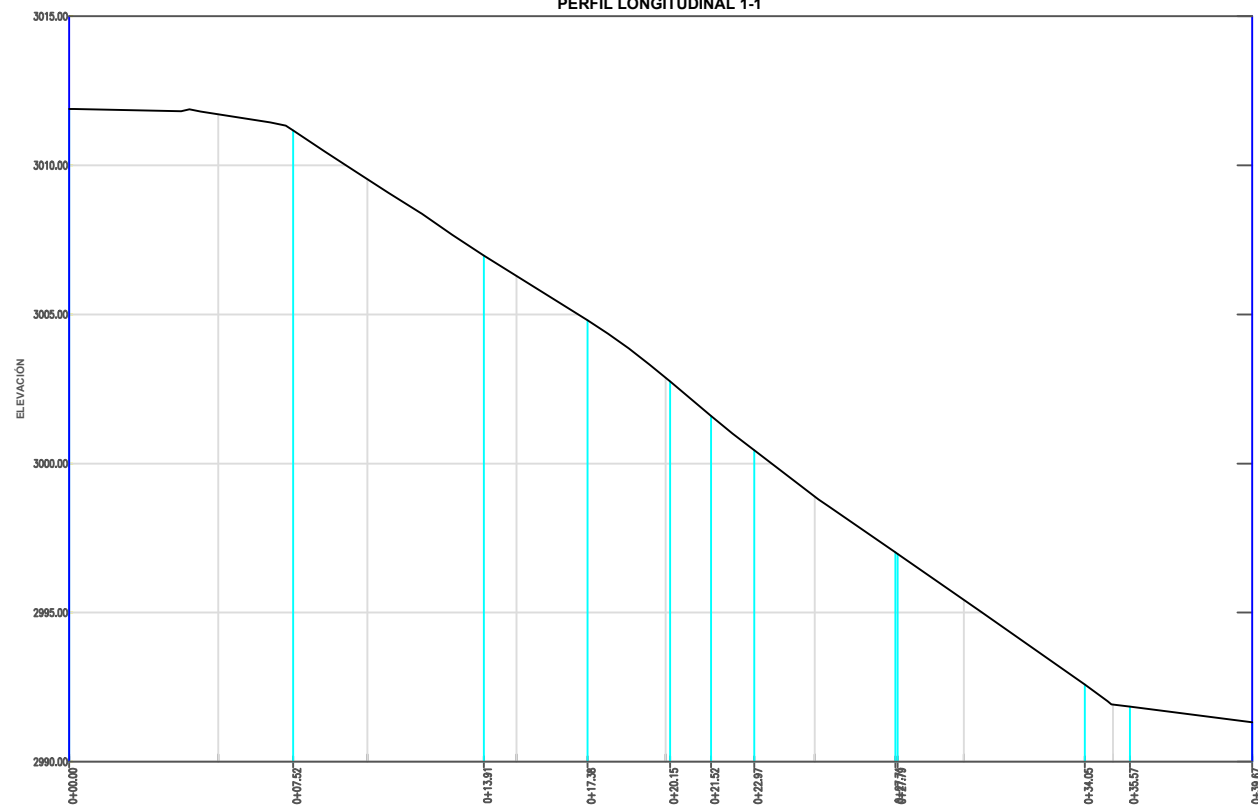
UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

PROYECTO: "DETERMINACIÓN DEL FACTOR DE SEGURIDAD PARA COMPARAR TÉCNICAS DE ESTABILIZACIÓN DE TALUDES UTILIZANDO GE05 CASO: PARQUE EL MILAGRO, HUARAZ, ÁNCASH, 2020"	PLANO DE: PLANO TOPOGRÁFICO
Dibujo: G.M.C.M. Escala: INDICADA	ANEXO 04 LAMINA: PT-01
Región: ÁNCASH Provincia: HUARAZ Distrito: INDEPENDENCIA Lugar: PARQUE EL MILAGRO Fecha: NOVIEMBRE 2020	

PERFIL LONGITUDINAL 2-2



PERFIL LONGITUDINAL 1-1



 **UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

PROYECTO :
 "DETERMINACIÓN DEL FACTOR DE
 SEGURIDAD PARA COMPARAR TÉCNICAS
 DE ESTABILIZACIÓN DE TALUDES
 UTILIZANDO GEO5 CASO: PARQUE EL
 MILAGRO, HUARAZ, ÁNCASH, 2020"

PLANO DE :
PLANO PERFIL LONGITUDINAL

ANEXO 05
 Dibujo : G.M.C.M.
 Escala : INDICADA

LAMINA :
PL-01

Región : **ÁNCASH** Provincia : **HUARAZ** Distrito : **INDEPENDENCIA** Lugar : **PARQUE EL MILAGRO** Fecha : **NOVIEMBRE 2020**

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
(NTP 339.128-1999)

Pag.01 de 08

Solicitud N° H-213-2020

Proyecto : "DETERMINACIÓN DEL FACTOR DE SEGURIDAD PARA COMPARAR TÉCNICAS DE ESTABILIZACIÓN DE TALUDES UTILIZANDO GEO5 CASO: PARQUE EL MILAGRO, HUARAZ, ANCASH, 2020."

Solicita : CAMACHO MACEDO, Greyssi Milagro.
Lugar : El Milagro, Distr. Independencia - Huaraz - Ancash

Fecha : Nov-20
Muestreado por : Consultor
Tecnico: M.E.C

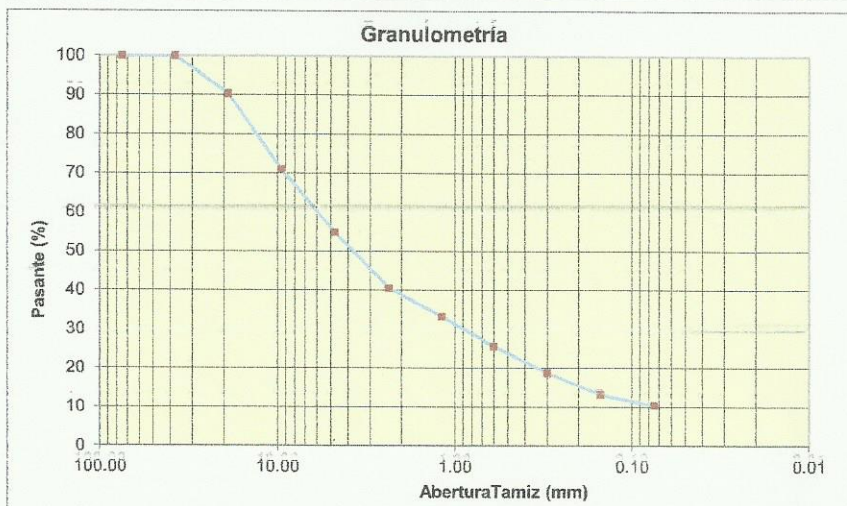
DATOS DE LA MUESTRA

Coord. Este (X) : 221800.31 **Coord. Norte (Y)** : 8947823.58 **Material** : GW GM
Calicata : CA - 01/Corona del Talud **Muestra** : Mab-01 **Profundidad** : 1.50

DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA

Masa inicial seca(gr) = 4122.00 **% que pasa N°200** = 10.41
Masa Lavada y Seca(gr) = 3693.00 **Tamaño Max** = 3"
Masa Retenido 3"(gr) = 0.00

	Abertura de tamices		RETENIDO EN CADA TAMIZ		PORCENTAJE ACUMULADO	
	ASTM E11	mm	Masa (gr)	%	Retenido	Pasante
BOLONES						
GRAVA	Gruesa	3"	75.000	0.00	0.00	100.00
		1 1/2"	37.500	0.00	0.00	100.00
	Fina	3/4"	19.000	400.00	9.70	90.30
		3/8"	9.500	795.00	19.29	71.01
ARENA	Gruesa	# 4	4.750	665.00	16.13	54.88
		# 8	2.360	591.50	14.35	40.53
	Media	# 16	1.180	301.50	7.31	33.21
		# 30	0.600	316.00	7.67	25.55
	Fina	# 50	0.300	281.50	6.83	18.72
		# 100	0.150	227.00	5.51	13.21
		# 200	0.075	115.50	2.80	10.41
LIMOS Y ARCILLA		< 200	0.000	429.0	10.41	0.00



DESCRIPCIÓN DE DATOS

Limite Líquido, LL :	23.43
Limite Plástico, LP :	22.24
Ind. de plasticidad, IP :	1.19
Cont. Humedad (%) :	4.72
Clasificación SUCS :	Grava bien graduada con limo con arena GW GM
Clasificación AASHTO :	A-1-a Fragmentos de roca, grava y arena

% GRAVA	45.12	% Gruesa :	9.70	D60 (mm) =	6.26
		% Fina :	35.42	D30 (mm) =	0.94
% ARENA	44.47	% Gruesa :	14.35	D10 (mm) =	0.07
		% Media :	14.98	Coefficiente uniformidad (Cu) =	86.85
		% Fina :	15.14	Coefficiente compacidad (Cc) =	1.95
% FINOS	10.41				


COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ
Alberto Villanueva Medina
 INGENIERO CIVIL
 IP 96217

DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD DEL SUELO
(NTP 339.127-1998)

Pag.02 de 08

Solicitud N°

H-213-2020

Proyecto : "DETERMINACIÓN DEL FACTOR DE SEGURIDAD PARA COMPARAR TÉCNICAS DE ESTABILIZACIÓN DE TALUDES UTILIZANDO GEO5 CASO: PARQUE EL MILAGRO, HUARAZ, ANCASH, 2020."

Solicita : CAMACHO MACEDO, Greyssi Milagro.

Fecha : Nov-20

Lugar : El Milagro, Distr. Independencia - Huaraz - Ancash

Muestreado por : Consultor

Tecnico: M.E.C

DATOS DE LA MUESTRA

Coord. Este (X) : 221800.31	Coord. Norte (Y) :	8947823.58	Material :	GW GM
Calicata : CA - 01/Corona del Talud	Muestra :	Mab-01	Profundidad :	1.50

DESCRIPCION		M-01	M-02
Peso Suelo Humedo + Contenedor	Mcws	115.40	112.20
Peso Suelo Seco + Contenedor	Mcs	111.10	108.10
Peso Contenedor	Mc	20.80	20.40
Peso Suelo Seco (Ms=Mcs - Mc)	Ms	90.30	87.70
Peso del Agua (Mw=Mcws - Mcs)	Mw	4.30	4.10
Contenido de Humedad (w=Mw/Ms)	w	4.76	4.68

HUMEDAD PROMEDIO (%)	4.72
-----------------------------	-------------


COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ
Alberto Villanueva Medina
INGENIERO CIVIL
 CIP 96217

LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS (NTP 339.129-1999)

Pag.03 de 08

Solicitud N° H-213-2020

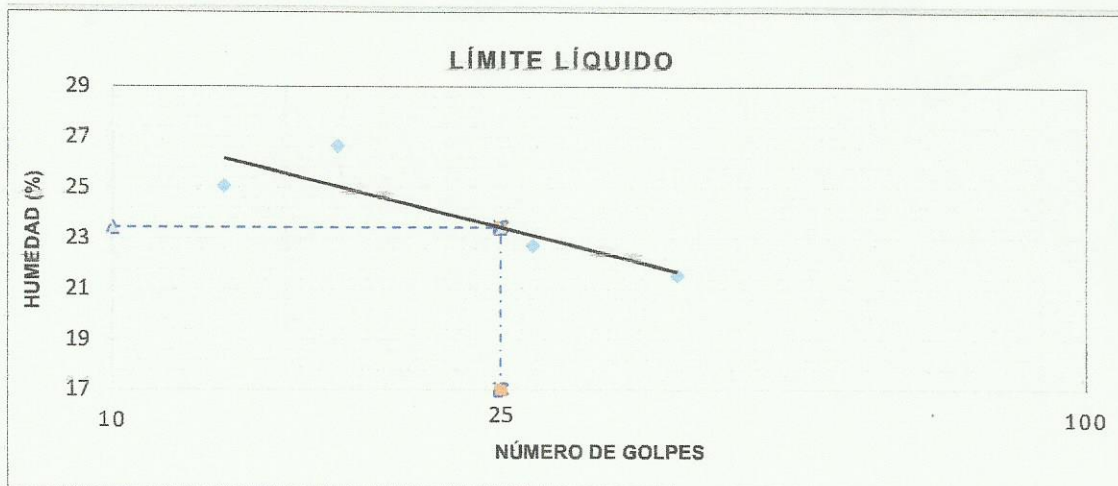
Proyecto	: "DETERMINACIÓN DEL FACTOR DE SEGURIDAD PARA COMPARAR TÉCNICAS DE ESTABILIZACIÓN DE TALUDES UTILIZANDO GEO5 CASO: PARQUE EL MILAGRO, HUARAZ, ANCASH, 2020."		
Solicita	: CAMACHO MACEDO, Greyssi Milagro.	Fecha : Nov-20	
Lugar	: El Milagro, Distr. Independencia - Huaraz - Ancash	Muestreado por : Consultor	
		Tecnico : M.E.C	

DATOS DE LA MUESTRA

Coord. Este (X) : 221800.31	Coord. Norte (Y) : 8947823.58	Material : GW GM
Calicata : CA - 01/Corona del Talud	Muestra : Mab-01	Profundidad : 1.50

DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO

ENSAYO DE LABORATORIO / DATOS	LÍMITE LÍQUIDO			
	1	2	3	4
N° de frasco	1	2	3	4
N° de golpes	13	17	27	38
(1) P. Suelo Húmedo + Rec. (gr)	33.75	34.72	33.42	33.84
(2) P. Suelo Seco + Rec. (gr)	31.17	31.76	31.04	31.54
(3) Peso del Recipiente (gr)	20.88	20.66	20.56	20.87
(4) Peso del agua (gr) (1) - (2)	2.58	2.96	2.38	2.30
(5) P. Suelo Seco (gr) (2) - (3)	10.29	11.10	10.48	10.67
(6) C. de Humedad (%) (4) / (5)	25.07	26.67	22.71	21.56



DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO

ENSAYO DE LABORATORIO / DATOS	LÍMITE PLÁSTICO		
	1	2	3
N° de frasco	1	2	3
(1) P. Suelo Húmedo + Rec. (gr)	23.99	23.23	23.84
(2) P. Suelo Seco + Rec. (gr)	23.40	22.80	23.30
(3) Peso del Recipiente (gr)	20.78	20.65	21.07
(4) Peso del agua (gr) (1) - (2)	0.59	0.43	0.54
(5) P. Suelo Seco (gr) (2) - (3)	2.62	2.15	2.23
(6) C. de Humedad (%) (4) / (5)	22.52	20.00	24.22

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ
Alberto Villarueva Medina
 INGENIERO CIVIL
 T.P. 96217

Límite Líquido (L.L.) = 23.43 Límite Plástico (L.P.) = 22.24 Índice Plasticidad (I.P.) = 1.19

PESO ESPECIFICO RELATIVO DE LAS PARTICULAS SOLIDAS DE UN SUELO
(NTP 339.131-1998)

Pag.04 de 08

Solicitud N° H-213-2020

Proyecto : "DETERMINACIÓN DEL FACTOR DE SEGURIDAD PARA COMPARAR TÉCNICAS DE ESTABILIZACIÓN DE TALUDES UTILIZANDO GEO5 CASO: PARQUE EL MILAGRO, HUARAZ, ANCASH, 2020."

Solicita : CAMACHO MACEDO, Greyssi Milagro.

Fecha : Nov-20

Lugar : El Milagro, Distr. Independencia - Huaraz - Ancash

Muestreado por : Consultor

Tecnico: M.E.C

DATOS DE LA MUESTRA

Coord. Este (X) : 221800.31	Coord. Norte (Y) :	8947823.58	Material	GW GM
Calicata : CA - 01/Corona del Talud	Muestra :	Mab-01	Profundidad	1.50

MUESTRA DE ENSAYO		M-01	M-02
Porcion de muestra de ensayo		Pasa Malla #4	Pasa Malla #4
Tipo de frasco Utilizado		Picnometro 500 ml	Picnometro 500 ml
Masa picnometro + agua	gr (Ma)	650.14	648.14
Masa picnometro + agua + suelo	(Mb)	722.25	725.85
Masa muestra seco al horno + recip.	gr (A)	130.00	130.00
Masa recipiente	gr (B)	0.00	0.00
Masa muestra de suelo seco al horno (Mo=A-B)	gr (Mo)	130.00	130.00
Peso Especifico Relativo de Solidos ($G_s = Mo / (M_0 + (M_a - M_b))$)		2.25	2.49

PESO ESPECIFICO RELATIVO DE SOLIDOS (Gs)	2.37
---	-------------


COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU
Albero Villanueva Medina
INGENIERO CIVIL
 (CIP 96217)

CAPACIDAD DE CARGA Y ASENTAMIENTOS - CIMENTACIONES
(MET. TERZAGHI)

Pag.05 de 08

Solicitud N° H-213-2020

Proyecto : "DETERMINACIÓN DEL FACTOR DE SEGURIDAD PARA COMPARAR TÉCNICAS DE ESTABILIZACIÓN DE TALUDES UTILIZANDO GEO5 CASO: PARQUE EL MILAGRO, HUARAZ, ANCASH, 2020."

Solicita : CAMACHO MACEDO, Greyssi Milagro.
Lugar : El Milagro, Distr. Independencia - Huaraz - Ancash

Fecha : Nov-20
Muestreado por : Consultor
Tecnico : M.E.C

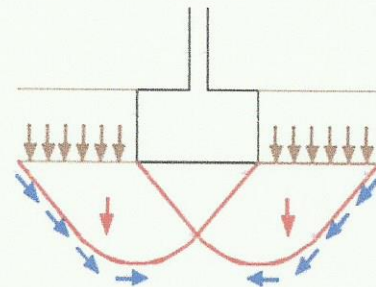
DATOS DE LA MUESTRA

Coord. Este (X) : 221800.31 **Coord. Norte (Y)** : 8947823.58 **Material** : GW GM
Calicata : CA - 01/Corona del Talud **Muestra** : Mab-01 **Profundidad** : 1.50

Datos del Ensayo de Corte Directo

Características del suelo

Angulo de fricción interna ϕ : 23.75 °
Cohesion : 0.17 Kpa
Tipo de suelo : GW GM
Peso específico natural : 23.21 KN/m3
Profundidad de Nivel Freatico : NE



Características de la cimentación

Tipo de cimentación : **Cuadrada**
Ancho de Base : 1.00 m
Longitud de Base : 1.00 m
Relación : 1.00
Profundidad de fundación : 1.50 m
Factor de seguridad : 3.00
Inclinación de carga : 0.00 °
Sobrecarga efectiva : 34.81 kN/m2

$D_f/B = 1.50$

Características de la estructura

Carga de Ser. de la Estr.= 10.00Tn
Car. muerta+viva+sismo= 10.00Tn
 $Q_{apl-corte} = 1.01 \text{ Kg/cm}^2$
 $Q_{apl-asen.} = 1.01 \text{ Kg/cm}^2$

Factores de corrección

Angulo de fricción interna $\phi' = 23.75$ Cohesion $c' = 0.17 \text{ Kpa}$

F. Carga (Tabla 3.20)

$N'_c = 22.96$
 $N'_q = 11.11$
 $N'_y = 6.81$

Capacidad de Carga Admisible

$1.3 * c' * N_c + q * N_q + 0.4 * \gamma * B * N_y$

$Q_{ult} = 454.7 \text{ Kpa}$
 $Q_{adm} = 151.57 \text{ Kpa}$

Falla por Corte General

$<> 4.64 \text{ kg/cm}^2$
 $<> 1.55 \text{ kg/cm}^2$

Asentamiento Elástico

Tipo de Cimentacion	Rectangular		$S_i = \frac{qB(1 - \mu^2)}{E_s} I_f$
Presion de Carga Sobre la Cimentacion	Δq (Kpa)	151.57	
Ancho de Base	B (m)	1.00	
Longitud de Base	L (m)	1.00	
Profundidad de Fundacion	D_f (m)	1.50	
Modulo de Elasticidad promedio	E'_m (Kpa)	25000.00	
Coefficiente de poisson	ν	0.25	
Modulo de Corte	G'_m (Kpa)	10000.00	
Espesor debajo del nivel de fundacion	H (m)	8.00	
			$l_{fc} = 1.12$ $l_{fe} = 0.56$
Asentamiento Maximo Permisible	Smax (cm)	2.50	
Capacidad de carga Admisible	q_{adm1} (Kpa)	151.57	$<> 1.55 \text{ kg/cm}^2$
Asentamiento en el centro de cimentacion	S_c (cm)	0.635	
Asentamiento en la esquina de cimentacion	S_e (cm)	0.317	
Asentamiento Diferencial	D_s (cm)	0.318	
Capacidad de Carga Verificado por asentamiento			Cap. Adm. De Diseño
Capacidad de carga Admisible	q_{adm2} (Kpa)	151.57	$<> 1.55 \text{ kg/cm}^2$
Asentamiento en el centro de cimentacion	S_c (cm)	0.635	
Asentamiento en la esquina de cimentacion	S_e (cm)	0.317	
Asentamiento Diferencial	D_s (cm)	0.318	

Alberto Villanueva Medina
 INGENIERO CIVIL
 C.P. 96217

CAPACIDAD DE CARGA Y ASENTAMIENTOS - CIMENTACIONES
(MET. TERZAGHI)

Pag.06 de 08

Solicitud N° H-213-2020

Proyecto : "DETERMINACIÓN DEL FACTOR DE SEGURIDAD PARA COMPARAR TÉCNICAS DE ESTABILIZACIÓN DE TALUDES UTILIZANDO GEO5 CASO: PARQUE EL MILAGRO, HUARAZ, ANCASH, 2020."

Solicita : CAMACHO MACEDO, Greysi Milagro.
Lugar : El Milagro, Distr. Independencia - Huaraz - Ancash

Fecha : Nov-20
Muestreado por : Consultor
Tecnico : M.E.C

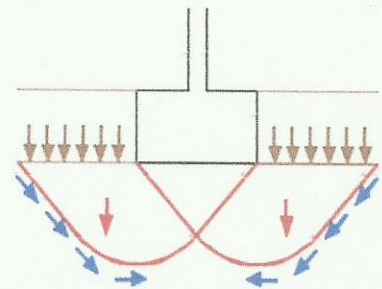
DATOS DE LA MUESTRA

Coord. Este (X) : 221800.31	Coord. Norte (Y) : 8947823.58	Material : GW GM
Calicata : CA - 01/Corona del Talud	Muestra : Mab-01	Profundidad : 1.50

Datos del Ensayo de Corte Directo

Características del suelo

Angulo de fricción interna ϕ	23.75 °
Cohesion	0.17 Kpa
Tipo de suelo	GW GM
Peso específico natural	23.21 KN/m3
Profundidad de Nivel Freatico	NE



Características de la cimentación

Tipo de cimentación	<u>Corrida</u>
Ancho de Base	0.25 m
Longitud de Base	2.50 m
Relación	0.10
Profundidad de fundación	1.50 m
Factor de seguridad	3.00
Inclinación de carga	0.00 °
Sobrecarga efectiva	34.81 kN/m2

Df/B = 6.00

Características de la estructura

Carga de Ser. de la Estr.=	10.00Tn
Car. muerta+viva+sismo=	10.00Tn
Qapl-corte=	1.60 Kg/cm2
Qapl-asen.=	1.60 Kg/cm2

Factores de corrección

Angulo de fricción interna ϕ' =	23.75	Cohesion c' =	0.17	Kpa
--------------------------------------	-------	-----------------	------	-----

F. Carga (Tabla 3.20)

N'c =	22.96
N'q =	11.11
N'y =	6.81

Capacidad de Carga Admisible

$$c*Nc+q*Nq+0.5*y*B*Ny$$

Qult =	410.32 Kpa
Qadm =	136.77 Kpa

Falla por Corte General

<>	4.18 kg/cm2
<>	1.39 kg/cm2

Asentamiento Elástico

Tipo de Cimentacion	Rectangular		
Presion de Carga Sobre la Cimentacion	Δq (Kpa)	136.77	$S_i = \frac{qB(1-\mu^2)}{E_s} I_f$
Ancho de Base	B (m)	0.25	
Longitud de Base	L (m)	2.50	
Profundidad de Fundacion	Df (m)	1.50	
Módulo de Elasticidad promedio	E'm (Kpa)	25000.00	
Coefficiente de poisson	μ	0.25	
Modulo de Corte	G'm (Kpa)	10000.00	lfc = 1.53
Espesor debajo del nivel de fundacion	H (m)	8.00	lfe = 0.77
Asentamiento Maximo Permissible	Smax (cm)	2.50	
Capacidad de carga Admisible	qamd1 (Kpa)	136.77	<> 1.39 kg/cm2
Asentamiento en el centro de cimentacion	Sc (cm)	0.196	
Asentamiento en la esquina de cimentacion	Se (cm)	0.099	
Asentamiento Diferencial	Ds (cm)	0.097	
Capacidad de Carga Verificado por asentamiento			Cap. Adm. De Diseño
Capacidad de carga Admisible	qamd2 (Kpa)	136.77	<> 1.39 kg/cm2
Asentamiento en el centro de cimentacion	Sc (cm)	0.196	
Asentamiento en la esquina de cimentacion	Se (cm)	0.099	
Asentamiento Diferencial	Ds (cm)	0.097	

ALBERTO VILLENUEVA MEDINA
 INGENIERO CIVIL
 I.P. 96217

ENSAYO DE CORTE DIRECTO
(ASTM D3080)

07 de 08

Solicitud N° H-213-2020

Proyecto : "DETERMINACIÓN DEL FACTOR DE SEGURIDAD PARA COMPARAR TÉCNICAS DE ESTABILIZACIÓN DE TALUDES UTILIZANDO GEO5 CASO: PARQUE EL MILAGRO, HUARAZ, ANCASH, 2020."

Solicita : CAMACHO MACEDO, Greysi Milagro.

Fecha : Nov-20

Lugar : El Milagro, Distr. Independencia - Huaraz - Ancash

Muestreado por : Consultor

Tecnico : M.E.C

DATOS DE LA MUESTRA

Coord. Este (221800.31

Coord. Norte (Y) : 8947823.58

Material : GW GM

Calicata : CA - 01/Corona del Talud

Muestra : Mab-01

Profundidad : 1.50

Especimen	A	B	C
Lado (cm)	6.00	6.00	6.00
Altura (cm)	2.54	2.54	2.54
Densidad Seca (gr/cm ³)	1.50	1.50	1.50
humedad Inicial (%)	4.72	4.72	4.72
humedad Saturación (%)	6.04	7.82	9.00
Esfuerzo Normal (Kg/cm ²)	0.50	1.00	1.50

Deformación Unitaria (ξ - %)	Gn= 0.50	Gn= 1.00	Gn= 1.50
	Esfuerzo Cortante (kg/cm ²)		
0.50	0.01	0.02	0.04
1.00	0.03	0.05	0.06
2.00	0.05	0.08	0.13
3.00	0.06	0.09	0.16
4.00	0.10	0.12	0.20
5.00	0.12	0.16	0.22
6.00	0.14	0.17	0.27
7.00	0.16	0.20	0.30
8.00	0.17	0.27	0.37
9.00	0.20	0.32	0.42
10.00	0.20	0.35	0.48
11.00	0.21	0.37	0.52
13.00	0.22	0.38	0.60
15.00	0.24	0.42	0.68
16.00	0.27	0.49	0.72

Angulo de Fricción Interna del suelo (°)	23.75
Cohesión Aparente del Suelo (Kg/cm ²)	0.00


COLLEJO DE INGENIEROS DEL PERU
Alberto Villanueva Medina
 INGENIERO CIVIL
 (°IP 96217)

ENSAYO DE CORTE DIRECTO (ASTM D3080)

08 de 08

Solicitud N° H-213-2020

Proyecto : "DETERMINACIÓN DEL FACTOR DE SEGURIDAD PARA COMPARAR TÉCNICAS DE ESTABILIZACIÓN DE TALUDES UTILIZANDO GEO5 CASO: PARQUE EL MILAGRO, HUARAZ, ANCASH, 2020."

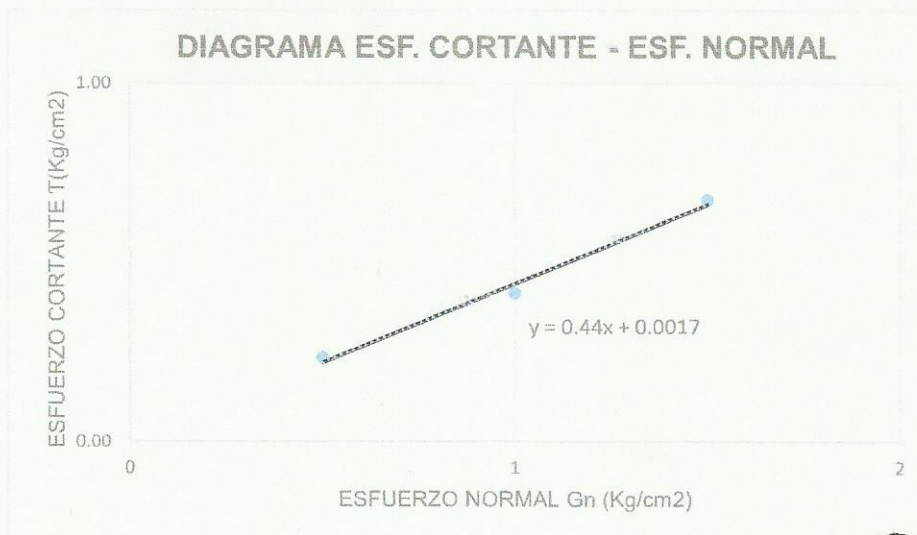
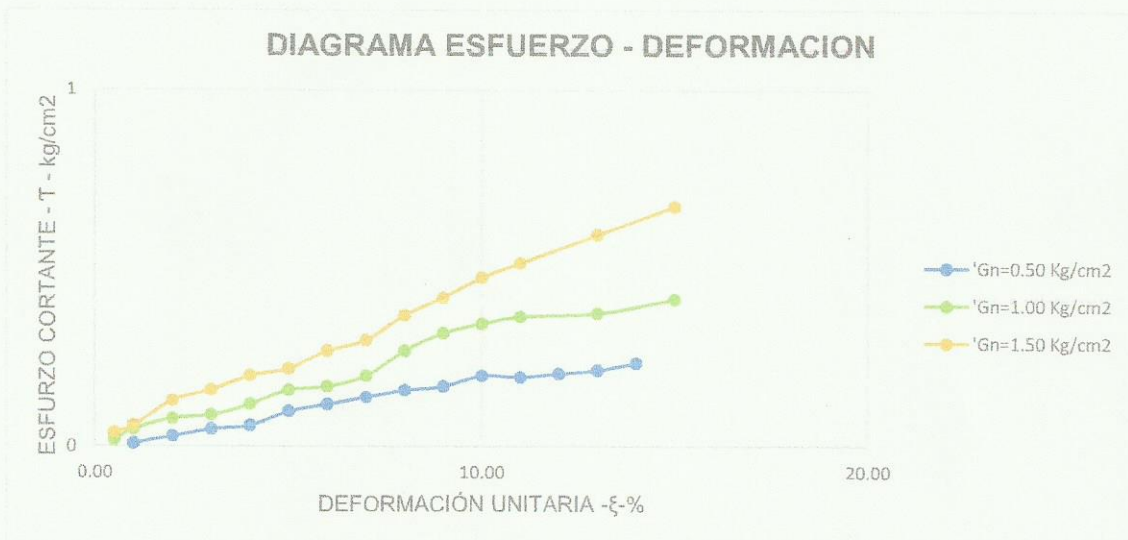
Solicita : CAMACHO MACEDO, Greysi Milagro.
Lugar : El Milagro, Distr. Independencia - Huaraz - Ancash

Fecha : Nov-20
Muestreado por : Consultor
Tecnico : M.E.C

DATOS DE LA MUESTRA

Coord. Este (E) : 221800.31	Coord. Norte (Y) : 8947823.58	Material : GW GM
Calicata : CA - 01/Corona del Talud	Muestra : Mab-01	Profundidad : 1.50

Angulo de Fricción Interna del suelo (°)	23.75
Cohesión Aparente del Suelo (Kg/cm ²)	0.00
Densidad Seca Promedio (Yd<N°4)	1.50
Humedad Natural (%)	4.72




COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ
Alberto Villanueva Medina
INGENIERO CIVIL
 FIP 90217

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
(NTP 339.128-1999)

Pag.01 de 08

Solicitud N° H-213-2020

Proyecto : "DETERMINACIÓN DEL FACTOR DE SEGURIDAD PARA COMPARAR TÉCNICAS DE ESTABILIZACIÓN DE TALUDES UTILIZANDO GEO5 CASO: PARQUE EL MILAGRO, HUARAZ, ANCASH, 2020.."

Solicitante : CAMACHO MACEDO, Greyssi Milagro.
Lugar : El Milagro, Distr. Independencia - Huaraz - Ancash

Fecha : Nov-20
Muestreado por : Consultor
Técnico: M.E.C

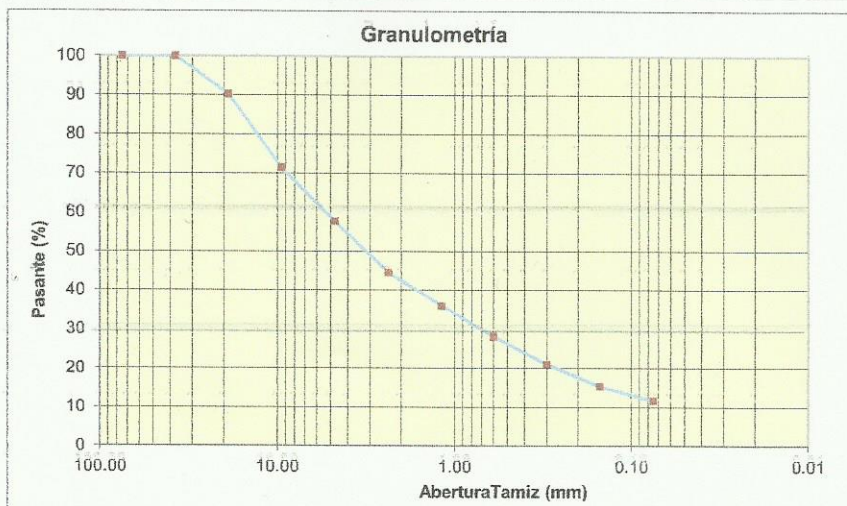
DATOS DE LA MUESTRA

Coord. Este (X) : 221762.84 **Coord. Norte (Y)** : 8947746.77 **Material** : SW SM
Calicata : CA - 02/Pie del Talud **Muestra** : Mab-01 **Profundidad** : 1.50

DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA

Masa inicial seca(gr) = 4350.00 **% que pasa N°200** = 11.64
Masa Lavada y Seca(gr) = 3843.60 **Tamaño Max** = 3"
Masa Retenido 3"(gr) = 0.00

		Abertura de tamices		RETENIDO EN CADA TAMIZ		PORCENTAJE ACUMULADO	
		ASTM E11	mm	Masa (gr)	%	Retenido	Pasante
BOLONES		3"	75.000	0.00	0.00	0.0	100.00
GRAVA	Gruesa	1 1/2"	37.500	0.00	0.00	0.00	100.00
		3/4"	19.000	425.30	9.78	9.78	90.22
	Fina	3/8"	9.500	815.20	18.74	28.52	71.48
		# 4	4.750	598.90	13.77	42.29	57.71
ARENA	Gruesa	# 8	2.360	578.30	13.29	55.58	44.42
		Media	# 16	1.180	365.20	8.40	63.97
	# 30		0.600	347.20	7.98	71.96	28.04
	Fina		# 50	0.300	305.20	7.02	78.97
		# 100	0.150	245.10	5.63	84.61	15.39
		# 200	0.075	163.20	3.75	88.36	11.64
LIMOS Y ARCILLA		< 200	0.000	506.4	11.64	100.00	0.00



DESCRIPCIÓN DE DATOS

Limite Líquido, LL :	20.66
Limite Plástico, LP :	18.85
Ind. de plasticidad, IP :	1.81
Cont. Humedad (%) :	5.88
Clasificación SUCS :	Arena bien graduada con limo con grava SW SM
Clasificación AASHTO :	A-1-a Fragmentos de roca, grava y arena

% GRAVA	42.29	% Gruesa :	9.78	D60 (mm) =	5.54
		% Fina :	32.51	D30 (mm) =	0.74
% ARENA	46.07	% Gruesa :	13.29	D10 (mm) =	0.06
		% Media :	16.38	Coefficiente uniformidad (Cu) =	85.97
		% Fina :	16.40	Coefficiente compacidad (Cc) =	1.54
% FINOS	11.64				


COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ
Alberto Villanueva Medina
 INGENIERO CIVIL
 (IP 96217)

DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD DEL SUELO
(NTP 339.127-1998)

Pag.02 de 08

Solicitud N°

H-213-2020

Proyecto : "DETERMINACIÓN DEL FACTOR DE SEGURIDAD PARA COMPARAR TÉCNICAS DE ESTABILIZACIÓN DE TALUDES UTILIZANDO GEO5 CASO: PARQUE EL MILAGRO, HUARAZ, ANCASH, 2020.."

Solicita : CAMACHO MACEDO, Greyssi Milagro.

Fecha : Nov-20

Lugar : El Milagro, Distr. Independencia - Huaraz - Ancash

Muestreado por : Consultor

Tecnico: M.E.C

DATOS DE LA MUESTRA

Coord. Este (X) 221762.84	Coord. Norte (Y) :	8947746.77	Material :	SW SM
Calicata : CA - 02/Pie del Talud	Muestra :	Mab-01	Profundidad :	1.50

DESCRIPCION		M-01	M-02
Peso Suelo Humedo + Contenedor	Mcws	142.20	132.10
Peso Suelo Seco + Contenedor	Mcs	136.50	125.90
Peso Contenedor	Mc	25.30	32.40
Peso Suelo Seco (Ms=Mcs - Mc)	Ms	111.20	93.50
Peso del Agua (Mw=Mcws - Mcs)	Mw	5.70	6.20
Contenido de Humedad (w=Mw/Ms)	w	5.13	6.63

HUMEDAD PROMEDIO (%)	5.88
-----------------------------	-------------


COLEGIO DE INGENIEROS DEL PER
Alberto Villanueva Medina
INGENIERO CIVIL
 CIP 96217

LÍMITE LIQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E INDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS (NTP 339.129-1999)

Pag.03 de 08

Solicitud N° H-213-2020

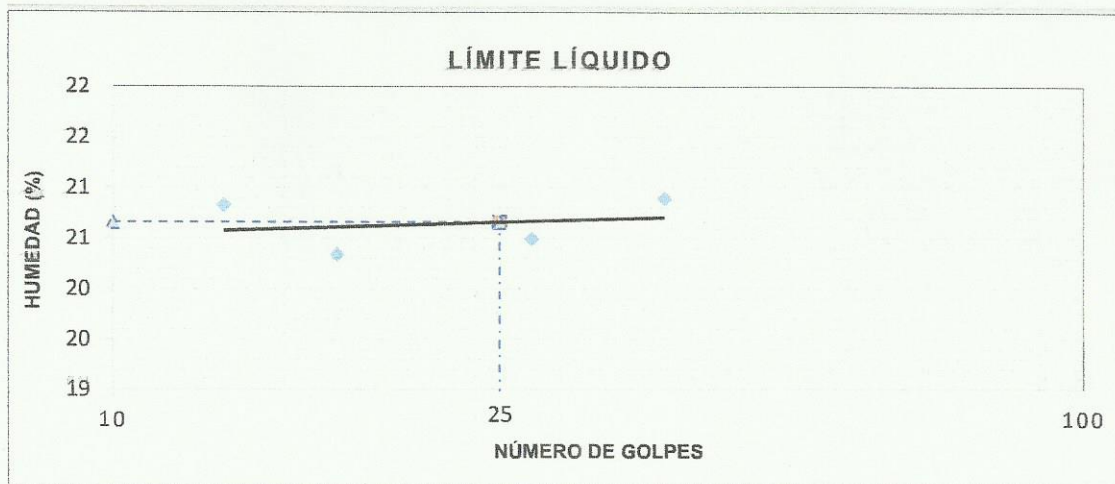
Proyecto	: "DETERMINACIÓN DEL FACTOR DE SEGURIDAD PARA COMPARAR TÉCNICAS DE ESTABILIZACIÓN DE TALUDES UTILIZANDO GEO5 CASO: PARQUE EL MILAGRO, HUARAZ, ANCASH, 2020.."		
Solicita	: CAMACHO MACEDO, Greyssi Milagro.	Fecha : Nov-20	
Lugar	: El Milagro, Distr. Independencia - Huaraz - Ancash	Muestreado por : Consultor	
		Tecnico : M.E.C	

DATOS DE LA MUESTRA

Coord. Este (X) : 221762.84	Coord. Norte (Y) : 8947746.77	Material : SW SM
Calicata : CA - 02/Pie del Talud	Muestra : Mab-01	Profundidad : 1.50

DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO

ENSAYO DE LABORATORIO / DATOS	LÍMITE LÍQUIDO			
	1	2	3	4
N° de frasco	1	2	3	4
N° de golpes	13	17	27	37
(1) P. Suelo Húmedo + Rec. (gr)	31.20	31.36	31.82	31.85
(2) P. Suelo Seco + Rec. (gr)	29.44	29.33	29.99	29.89
(3) Peso del Recipiente (gr)	20.99	19.35	21.06	20.51
(4) Peso del agua (gr) (1) - (2)	1.76	2.03	1.83	1.96
(5) P. Suelo Seco (gr) (2) - (3)	8.45	9.98	8.93	9.38
(6) C. de Humedad (%) (4) / (5)	20.83	20.34	20.49	20.90



DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO

ENSAYO DE LABORATORIO / DATOS	LÍMITE PLÁSTICO		
N° de frasco	1	2	3
(1) P. Suelo Húmedo + Rec. (gr)	15.94	15.51	15.71
(2) P. Suelo Seco + Rec. (gr)	15.49	15.11	15.30
(3) Peso del Recipiente (gr)	13.12	13.05	13.04
(4) Peso del agua (gr) (1) - (2)	0.45	0.40	0.41
(5) P. Suelo Seco (gr) (2) - (3)	2.37	2.06	2.26
(6) C. de Humedad (%) (4) / (5)	18.99	19.42	18.14

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ
Alberto Villanueva Medina
 INGENIERO CIVIL
 #IP 96217

Límite Líquido (L.L.) =	20.66	Límite Plástico (L.P.) =	18.85	Índice Plasticidad (I.P.) =	1.81
-------------------------	-------	--------------------------	-------	-----------------------------	------

PESO ESPECIFICO RELATIVO DE LAS PARTICULAS SOLIDAS DE UN SUELO
(NTP 339.131-1998)

Pag.04 de 08

Solicitud N° H-213-2020

Proyecto	: "DETERMINACIÓN DEL FACTOR DE SEGURIDAD PARA COMPARAR TÉCNICAS DE ESTABILIZACIÓN DE TALUDES UTILIZANDO GEO5 CASO: PARQUE EL MILAGRO, HUARAZ, ANCASH, 2020.."		
Solicita	: CAMACHO MACEDO, Greyssi Milagro.	Fecha	: Nov-20
Lugar	: El Milagro, Distr. Independencia - Huaraz - Ancash	Muestreado por	: Consultor
		Tecnico	: M.E.C

DATOS DE LA MUESTRA

Coord. Este (X) : 221762.84	Coord. Norte (Y) :	8947746.77	Material	SW SM
Calicata : CA - 02/Pie del Talud	Muestra :	Mab-01	Profundidad	1.50

MUESTRA DE ENSAYO	M-01	M-02
Porcion de muestra de ensayo	Pasa Malla #4	Pasa Malla #4
Tipo de frasco Utilizado	Picnometro 500 ml	Picnometro 500 ml
Masa picnometro + agua	651.40	652.14
Masa picnometro + agua + suelo	721.60	716.85
Masa muestra seco al horno + recip.	130.00	130.00
Masa recipiente	0.00	0.00
Masa muestra de suelo seco al horno (Mo=A-B)	130.00	130.00
Peso Especifico Relativo de Solidos (Gs=Mo/(M0+(Ma-Mb))	2.17	1.99

PESO ESPECIFICO RELATIVO DE SOLIDOS (Gs)	2.08
---	-------------


COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ
Alberto Villanueva Medina
INGENIERO CIVIL
 T.º 96217

CAPACIDAD DE CARGA Y ASENTAMIENTOS - CIMENTACIONES
(MET. TERZAGHI)

Pag.05 de 08

Solicitud N° H-213-2020

Proyecto : "DETERMINACIÓN DEL FACTOR DE SEGURIDAD PARA COMPARAR TÉCNICAS DE ESTABILIZACIÓN DE TALUDES UTILIZANDO GEO5 CASO: PARQUE EL MILAGRO, HUARAZ, ANCASH, 2020.."

Solicita : CAMACHO MACEDO, Greyssi Milagro.
Lugar : El Milagro, Distr. Independencia - Huaraz - Ancash

Fecha : Nov-20
Muestreado por : Consultor
Tecnico: M.E.C

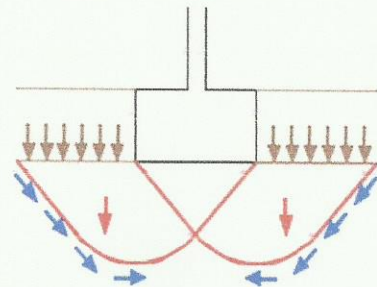
DATOS DE LA MUESTRA

Coord. Este (X) : 221762.84 **Coord. Norte (Y)** : 8947746.77 **Material** : SW SM
Calicata : CA - 02/Pie del Talud **Muestra** : Mab-01 **Profundidad** : 1.50

Datos del Ensayo de Corte Directo

Características del suelo

Angulo de fricción interna ϕ 23.70 °
Cohesion 1.54 Kpa
Tipo de suelo SW SM
Peso específico natural 20.43 KN/m3
Profundidad de Nivel Freatico NE



Características de la cimentación

Tipo de cimentación Cuadrada
Ancho de Base 1.00 m
Longitud de Base 1.00 m
Relación 1.00
Profundidad de fundación 1.50 m
Factor de seguridad 3.00
Inclinación de carga 0.00 °
Sobrecarga efectiva 30.64 kN/m2

$D_f/B = 1.50$

Características de la estructura

Carga de Ser. de la Estr.= 10.00Tn
Car. muerta+viva+sismo= 10.00Tn
 $Q_{apl-corte} = 1.01 \text{ Kg/cm}^2$
 $Q_{apl-asen.} = 1.01 \text{ Kg/cm}^2$

Factores de corrección

Angulo de fricción interna $\phi' = 23.7$ Cohesion $c' = 1.54$ Kpa

F. Carga (Tabla 3.20)

$N'c = 22.88$
 $N'q = 11.05$
 $N'y = 6.76$

Capacidad de Carga Admisible

$$1.3 * c' * N_c + q * N_q + 0.4 * y' * B * N_y$$

$Q_{ult} = 439.4 \text{ Kpa}$
 $Q_{adm} = 146.47 \text{ Kpa}$

Falla por Corte General

$\langle \rangle 4.48 \text{ kg/cm}^2$
 $\langle \rangle 1.49 \text{ kg/cm}^2$

Asentamiento Elástico

Tipo de Cimentación	Rectangular		$S_i = \frac{qB(1 - \mu^2)}{E_s} I_f$
Presion de Carga Sobre la Cimentación	Δq (Kpa)	146.47	
Ancho de Base	B (m)	1.00	
Longitud de Base	L (m)	1.00	
Profundidad de Fundacion	D_f (m)	1.50	
Modulo de Elasticidad promedio	E'_m (Kpa)	25000.00	
Coefficiente de poisson	ν	0.25	
Modulo de Corte	G'_m (Kpa)	10000.00	
Espesor debajo del nivel de fundacion	H (m)	8.00	
			$l_{fc} = 1.12$ $l_{fe} = 0.56$
Asentamiento Maximo Permisible	Smax (cm)	2.50	
Capacidad de carga Admisible	q_{adm1} (Kpa)	146.47	$\langle \rangle 1.49 \text{ kg/cm}^2$
Asentamiento en el centro de cimentación	S_c (cm)	0.613	
Asentamiento en la esquina de cimentación	S_e (cm)	0.307	
Asentamiento Diferencial	D_s (cm)	0.306	
Capacidad de Carga Verificado por asentamiento			Cap. Adm. De Diseño
Capacidad de carga Admisible	q_{adm2} (Kpa)	146.47	$\langle \rangle 1.49 \text{ kg/cm}^2$
Asentamiento en el centro de cimentación	S_c (cm)	0.613	
Asentamiento en la esquina de cimentación	S_e (cm)	0.307	
Asentamiento Diferencial	D_s (cm)	0.306	


COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ
 Alberto Villanueva Medina
 INGENIERO CIVIL
 N° 90217

CAPACIDAD DE CARGA Y ASENTAMIENTOS - CIMENTACIONES
(MET. TERZAGHI)

Pag.06 de 08

Solicitud N° H-213-2020

Proyecto : "DETERMINACIÓN DEL FACTOR DE SEGURIDAD PARA COMPARAR TÉCNICAS DE ESTABILIZACIÓN DE TALUDES UTILIZANDO GEO5 CASO: PARQUE EL MILAGRO, HUARAZ, ANCASH, 2020.."

Solicita : CAMACHO MACEDO, Greysi Milagro.
Lugar : El Milagro, Distr. Independencia - Huaraz - Ancash

Fecha : Nov-20
Muestreado por : Consultor
Tecnico : M.E.C

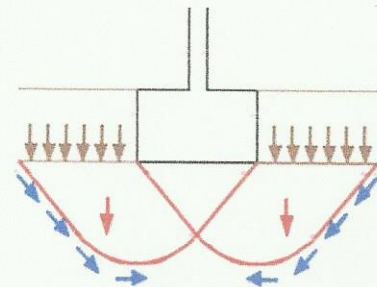
DATOS DE LA MUESTRA

Coord. Este (X) : 221762.84 **Coord. Norte (Y)** : 8947746.77 **Material** : SW SM
Calicata : CA - 02/Pie del Talud **Muestra** : Mab-01 **Profundidad**: 1.50

Datos del Ensayo de Corte Directo

Características del suelo

Angulo de fricción interna ϕ 23.70 °
Cohesión 1.54 Kpa
Tipo de suelo SW SM
Peso específico natural 20.43 KN/m3
Profundidad de Nivel Freatico NE



Características de la cimentación

Tipo de cimentación Corrida
Ancho de Base 0.25 m
Longitud de Base 2.50 m
Relación 0.10
Profundidad de fundación 1.50 m
Factor de seguridad 3.00
Inclinación de carga 0.00 °
Sobrecarga efectiva 30.64 kN/m2

Df/B = 6.00
Características de la estructura
Carga de Ser. de la Estr.= 10.00Tn
Car. muerta+viva+sismo= 10.00Tn
Qapl-corte= 1.60 Kg/cm2
Qapl-asen.= 1.60 Kg/cm2

Factores de corrección

Angulo de fricción interna ϕ' = 23.7 Cohesión c'= 1.54 Kpa

F. Carga (Tabla 3.20)

N'c = 22.88
N'q = 11.05
N'y = 6.76

Capacidad de Carga Admisible

$$c \cdot N_c + q \cdot N_q + 0.5 \cdot \gamma \cdot B \cdot N_y$$

Qult = 391.09 Kpa <> 3.99 kg/cm2
Qadm = 130.36 Kpa <> 1.33 kg/cm2

Falla por Corte General

Asentamiento Elástico

Tipo de Cimentación	Rectangular		
Presion de Carga Sobre la Cimentacion	Δq (Kpa)	130.36	$S_i = \frac{qB(1-\mu^2)}{E_s} I_f$
Ancho de Base	B (m)	0.25	
Longitud de Base	L (m)	2.50	
Profundidad de Fundacion	Df (m)	1.00	
Módulo de Elasticidad promedio	E'm (Kpa)	25000.00	
Coefficiente de poisson	μ	0.25	
Modulo de Corte	G'm (Kpa)	10000.00	
Espesor debajo del nivel de fundacion	H (m)	8.00	lfc = 1.53 lfe = 0.77
Asentamiento Maximo Permissible	Smax (cm)	2.50	
Capacidad de carga Admisible	qamd1 (Kpa)	130.36	<> 1.33 kg/cm2
Asentamiento en el centro de cimentacion	Sc (cm)	0.187	
Asentamiento en la esquina de cimentacion	Se (cm)	0.094	
Asentamiento Diferencial	Ds (cm)	0.093	
Capacidad de Carga Verificado por asentamiento			Cap. Adm. De Diseño
Capacidad de carga Admisible	qamd2 (Kpa)	130.36	<> 1.33 kg/cm2
Asentamiento en el centro de cimentacion	Sc (cm)	0.187	
Asentamiento en la esquina de cimentacion	Se (cm)	0.094	
Asentamiento Diferencial	Ds (cm)	0.093	

ENSAYO DE CORTE DIRECTO
(ASTM D3080)

07 de 08

Solicitud N° H-213-2020

Proyecto : "DETERMINACIÓN DEL FACTOR DE SEGURIDAD PARA COMPARAR TÉCNICAS DE ESTABILIZACIÓN DE TALUDES UTILIZANDO GEO5 CASO: PARQUE EL MILAGRO, HUARAZ, ANCASH, 2020.."

Solicita : CAMACHO MACEDO, Greyssi Milagro.

Fecha : Nov-20

Lugar : El Milagro, Distr. Independencia - Huaraz - Ancash

Muestreado por : Consultor

Tecnico : M.E.C

DATOS DE LA MUESTRA

Coord. Este | 221762.84

Coord. Norte (Y) : 8947746.77

Material : SW SM

Calicata : CA - 02/Pie del Talud

Muestra : Mab-01

Profundidad : 1.50

Especimen	A	B	C
Lado (cm)	6.00	6.00	6.00
Altura (cm)	2.54	2.54	2.54
Densidad Seca (gr/cm ³)	1.48	1.48	1.48
humedad Inicial (%)	5.88	5.88	5.88
humedad Saturación (%)	7.20	8.98	10.16
Esfuerzo Normal (Kg/cm ²)	0.50	1.00	1.50

Deformación Unitaria (ξ - %)	Gn= 0.50	Gn= 1.00	Gn= 1.50
	Esfuerzo Cortante (kg/cm ²)		
0.50	0.01	0.02	0.04
1.00	0.03	0.05	0.06
2.00	0.05	0.08	0.13
3.00	0.06	0.09	0.16
4.00	0.10	0.12	0.20
5.00	0.12	0.16	0.22
6.00	0.14	0.17	0.27
7.00	0.16	0.20	0.30
8.00	0.17	0.27	0.37
9.00	0.20	0.32	0.42
10.00	0.20	0.35	0.48
11.00	0.21	0.37	0.52
13.00	0.22	0.38	0.60
15.00	0.26	0.475	0.655
16.00	0.26	0.455	0.699

Angulo de Fricción Interna del suelo (°)	23.70
Cohesión Aparente del Suelo (Kg/cm ²)	0.02


COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ
 Arturo Villanueva Medina
 INGENIERO CIVIL
 CIP 90217

ENSAYO DE CORTE DIRECTO (ASTM D3080)

08 de 08

Solicitud N° H-213-2020

Proyecto : "DETERMINACIÓN DEL FACTOR DE SEGURIDAD PARA COMPARAR TÉCNICAS DE ESTABILIZACIÓN DE TALUDES UTILIZANDO GEO5 CASO: PARQUE EL MILAGRO, HUARAZ, ANCASH, 2020.."

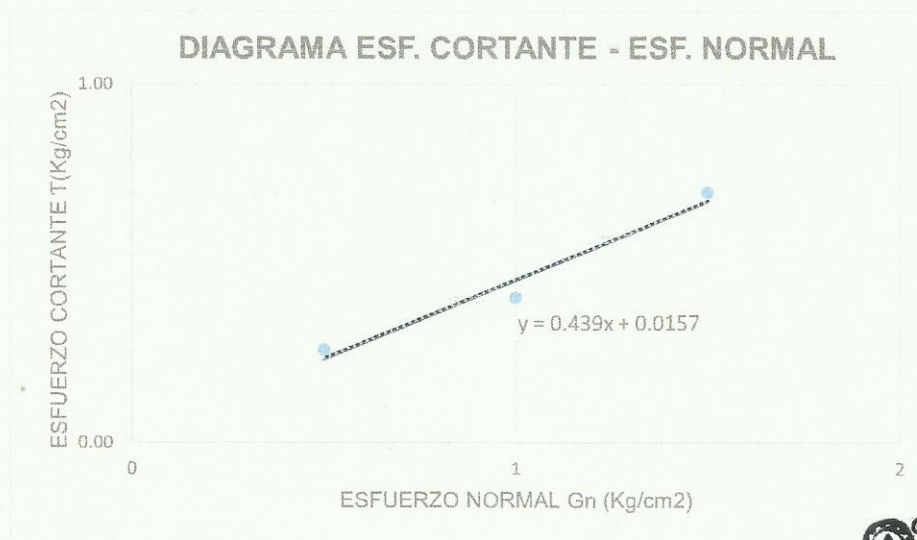
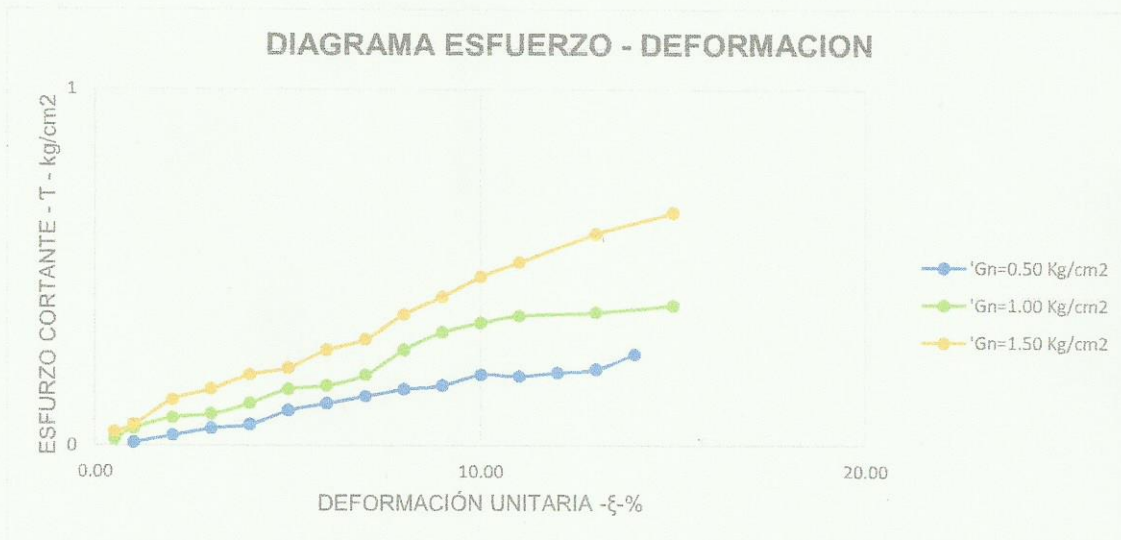
Solicita : CAMACHO MACEDO, Greysi Milagro.
Lugar : El Milagro, Distr. Independencia - Huaraz - Ancash

Fecha : Nov-20
Muestreado por : Consultor
Tecnico : M.E.C

DATOS DE LA MUESTRA

Coord. Este (X) : 221762.84	Coord. Norte (Y) : 8947746.77	Material : SW SM
Calicata : CA - 02/Pie del Talud	Muestra : Mab-01	Profundidad : 1.50

Angulo deFricción Interna del suelo (°)	23.70
Cohesión Aparente del Suelo (Kg/cm2)	0.02
Densidad Seca Promedio (Yd<N°4)	1.48
Humedad Natural (%)	5.88



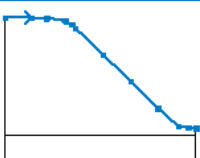
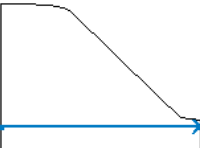
Anexo 07. Reporte del GEO5 Perfil 1-1

Análisis de estabilidad


Análisis sísmico : Estándar
 Metodología de verificación : Factores de seguridad (ASD)

Factores de seguridad	
Situación de diseño permanente	
Factor de seguridad :	$SF_s = 1.50 [-]$

Interfaz

Nro.	Ubicación de la Interfaz	Coordenadas de puntos de interfaz [m]					
		x	z	x	z	x	z
1		0.00	21.92	4.92	21.92	7.59	21.82
		7.84	21.89	11.00	21.34	11.29	21.28
		12.30	20.64	12.96	20.00	18.12	15.00
		23.23	10.00	28.23	5.00	31.94	1.59
		33.81	1.31	35.25	1.22		
2		0.00	0.00	35.25	0.00		

Parámetros de suelo - Estado de tensión efectiva

Nro.	Nombre	Trama	φ_{ef} [°]	c_{ef} [kPa]	γ [kN/m ³]
1	Grava bien graduada con limo con arena (GW GM)		23.75	0.17	23.21
2	Arena bien graduada con limo con grava (SW SM)		23.70	1.54	20.43

Datos del suelo

Grava bien graduada con limo con arena (GW GM)

Peso unitario : $\gamma = 23.21 \text{ kN/m}^3$
 Estado de tensión : efectivo
 Ángulo de fricción interna : $\varphi_{ef} = 23.75^\circ$
 Cohesión de suelo : $c_{ef} = 0.17 \text{ kPa}$
 Peso unitario de suelo saturado : $\gamma_{sat} = 23.21 \text{ kN/m}^3$

Arena bien graduada con limo con grava (SW SM)

Peso unitario : $\gamma = 20.43 \text{ kN/m}^3$
 Estado de tensión : efectivo
 Ángulo de fricción interna : $\varphi_{ef} = 23.70^\circ$
 Cohesión de suelo : $c_{ef} = 1.54 \text{ kPa}$
 Peso unitario de suelo saturado : $\gamma_{sat} = 20.43 \text{ kN/m}^3$

Asignación y superficies

Nro.	Posición de superficie	Coordenadas de puntos de superficie [m]				Asignado suelo
		x	z	x	z	
1		35.25	0.00	35.25	1.22	Grava bien graduada con limo con arena (GW GM)
		33.81	1.31	31.94	1.59	
		28.23	5.00	23.23	10.00	
		18.12	15.00	12.96	20.00	
		12.30	20.64	11.29	21.28	
		11.00	21.34	7.84	21.89	
		7.59	21.82	4.92	21.92	
		0.00	21.92	0.00	0.00	
2		0.00	0.00	0.00	-5.00	Arena bien graduada con limo con grava (SW SM)
		35.25	-5.00	35.25	0.00	

Resultados (Etapa de construcción 1)

Análisis 1

superficie poligonal de deslizamiento

Coordenadas de los puntos de la superficie de deslizamiento [m]									
x	z	x	z	x	z	x	z	x	z
11.46	21.17	16.49	15.06	21.02	10.59	23.01	8.68	26.66	5.25
28.49	3.76	30.90	2.10	31.94	1.59				

La superficie de deslizamiento después de la optimización.

Verificación de estabilidad de taludes (Morgenstern-Price)

Factor de seguridad = 0.47 < 1.50

Estabilidad del talud NO ACEPTABLE

Análisis 2

superficie poligonal de deslizamiento

Coordenadas de los puntos de la superficie de deslizamiento [m]									
x	z	x	z	x	z	x	z	x	z
9.91	21.53	15.98	14.06	19.53	10.37	22.44	7.67	25.52	5.08
28.23	3.08	30.73	1.47	33.62	1.34				

La superficie de deslizamiento después de la optimización.

Verificación de estabilidad de taludes (Spencer)

Factor de seguridad = 0.52 < 1.50

Estabilidad del talud NO ACEPTABLE

Análisis 3

superficie poligonal de deslizamiento

Coordenadas de los puntos de la superficie de deslizamiento [m]									
x	z	x	z	x	z	x	z	x	z
10.65	21.40	15.96	14.57	19.54	10.44	22.83	8.23	25.60	5.08
29.04	3.55	30.45	1.47	33.18	1.41				

La superficie de deslizamiento después de la optimización.

Verificación de estabilidad de taludes (Janbu)

Factor de seguridad = 0.46 < 1.50

Estabilidad del talud NO ACEPTABLE

Análisis 4

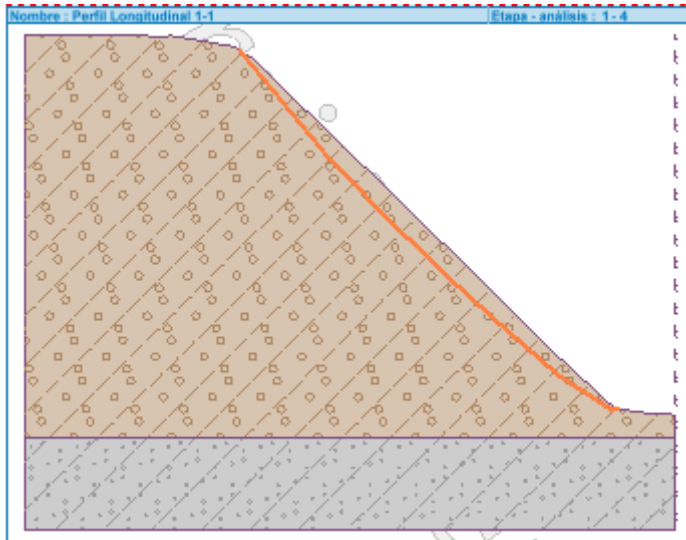
superficie poligonal de deslizamiento

Coordenadas de los puntos de la superficie de deslizamiento [m]									
x	z	x	z	x	z	x	z	x	z
11.64	21.06	16.29	15.41	19.54	12.00	23.50	8.18	25.76	6.13
28.89	3.39	31.76	1.50	32.18	1.55				
La superficie de deslizamiento después de la optimización.									

Verificación de estabilidad de taludes (Sarma)

Factor de seguridad = $0.47 < 1.50$

Estabilidad del talud NO ACEPTABLE



Sismo

Coefficiente sísmico horizontal : $K_h = 0.1750$

Coefficiente sísmico vertical : $K_v = 0.0656$

Análisis 1

superficie poligonal de deslizamiento

Coordenadas de los puntos de la superficie de deslizamiento [m]									
x	z	x	z	x	z	x	z	x	z
11.46	21.17	16.58	15.06	21.04	10.59	23.01	8.72	26.73	5.36
28.49	3.92	30.97	2.10	31.94	1.59				
La superficie de deslizamiento después de la optimización.									

Verificación de estabilidad de taludes (Morgenstern-Price)

Factor de seguridad = $0.33 < 1.00$

Estabilidad del talud NO ACEPTABLE

Análisis 2

superficie poligonal de deslizamiento

Coordenadas de los puntos de la superficie de deslizamiento [m]									
x	z	x	z	x	z	x	z	x	z
8.53	21.77	15.98	13.74	19.41	10.37	22.44	7.67	25.52	5.08
28.19	3.08	30.73	1.47	33.62	1.34				
La superficie de deslizamiento después de la optimización.									

Verificación de estabilidad de taludes (Spencer)

Factor de seguridad = $0.42 < 1.00$

Estabilidad del talud NO ACEPTABLE

Análisis 3

superficie poligonal de deslizamiento

Coordenadas de los puntos de la superficie de deslizamiento [m]									
x	z	x	z	x	z	x	z	x	z
10.65	21.40	15.96	14.57	19.54	10.44	22.83	8.23	26.00	5.08
29.04	2.99	30.89	1.47	32.64	1.49				

La superficie de deslizamiento después de la optimización.

Verificación de estabilidad de taludes (Janbu)

Factor de seguridad = $0.34 < 1.00$

Estabilidad del talud NO ACEPTABLE

Análisis 4

superficie poligonal de deslizamiento

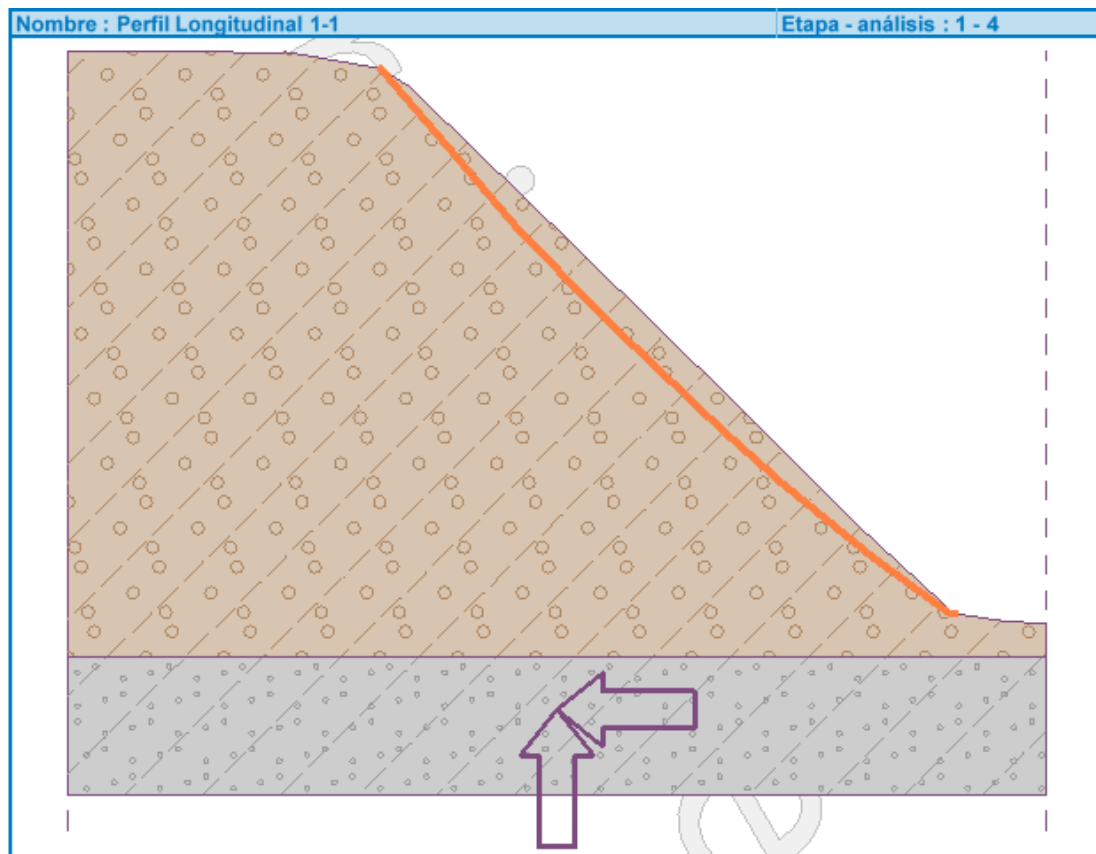
Coordenadas de los puntos de la superficie de deslizamiento [m]									
x	z	x	z	x	z	x	z	x	z
11.27	21.28	16.29	15.41	19.54	12.07	23.58	8.22	25.76	6.28
28.94	3.68	31.76	1.60	32.00	1.58				

La superficie de deslizamiento después de la optimización.

Verificación de estabilidad de taludes (Sarma)

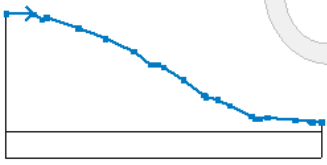
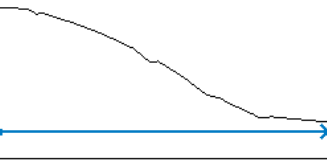
Factor de seguridad = $0.33 < 1.00$

Estabilidad del talud NO ACEPTABLE




Anexo 08. Reporte del GEO5 Perfil 2-2

Interfaz

Nro.	Ubicación de la Interfaz	Coordenadas de puntos de interfaz [m]					
		x	z	x	z	x	z
1		0.00	22.80	5.22	22.73	6.90	21.66
		7.67	22.00	13.73	20.02	19.00	18.00
		24.22	15.54	24.36	15.55	27.39	13.01
		27.50	12.92	28.30	12.94	29.01	13.02
		29.97	12.45	33.69	10.06	37.57	7.05
		38.02	6.72	40.22	6.19	42.55	5.00
		46.67	3.05	47.40	2.48	48.13	2.57
		49.66	2.72	55.03	2.22	57.80	1.98
2		0.00	0.00	60.02	0.00		

Parámetros de suelo - Estado de tensión efectiva

Nro.	Nombre	Trama	ϕ_{ef}	c_{ef}	γ
			[°]	[kPa]	[kN/m ³]
1	Grava bien graduada con limo con arena (GW GM)		23.75	0.17	23.21
2	Arena bien graduada con limo con grava (SW SM)		23.70	1.54	20.43

Datos del suelo

Grava bien graduada con limo con arena (GW GM)

Peso unitario : $\gamma = 23.21 \text{ kN/m}^3$
 Estado de tensión : efectivo
 Ángulo de fricción interna : $\phi_{ef} = 23.75^\circ$
 Cohesión de suelo : $c_{ef} = 0.17 \text{ kPa}$
 Peso unitario de suelo saturado : $\gamma_{sat} = 23.21 \text{ kN/m}^3$

Arena bien graduada con limo con grava (SW SM)

Peso unitario : $\gamma = 20.43 \text{ kN/m}^3$
 Estado de tensión : efectivo
 Ángulo de fricción interna : $\phi_{ef} = 23.70^\circ$
 Cohesión de suelo : $c_{ef} = 1.54 \text{ kPa}$
 Peso unitario de suelo saturado : $\gamma_{sat} = 20.43 \text{ kN/m}^3$

Asignación y superficies

Nro.	Posición de superficie	Coordenadas de puntos de superficie [m]				Asignado suelo
		x	z	x	z	
1		60.02	0.00	60.02	1.87	Grava bien graduada con limo con arena (GW GM)
		58.27	1.84	57.80	1.98	
		55.03	2.22	49.66	2.72	
		48.13	2.57	47.40	2.48	
		46.67	3.05	42.55	5.00	
		40.22	6.19	38.02	6.72	
		37.57	7.05	33.69	10.06	
		29.97	12.45	29.01	13.02	
		28.30	12.94	27.50	12.92	
		27.39	13.01	24.36	15.55	
		24.22	15.54	19.00	18.00	
		13.73	20.02	7.67	22.00	
		6.90	21.66	5.22	22.73	
0.00	22.80	0.00	0.00			

Nro.	Posición de superficie	Coordenadas de puntos de superficie [m]				Asignado suelo
		x	z	x	z	
2		0.00	0.00	0.00	-5.00	Arena bien graduada con limo con grava (SW SM)
		60.02	-5.00	60.02	0.00	

Análisis 1

superficie poligonal de deslizamiento

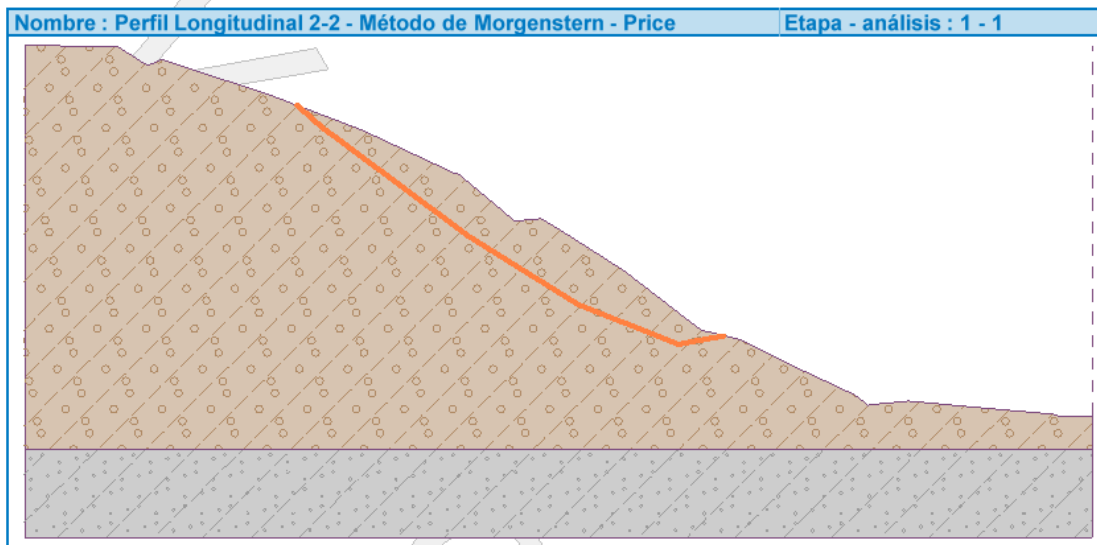
Coordenadas de los puntos de la superficie de deslizamiento [m]										
x	z	x	z	x	z	x	z	x	z	
15.29	19.42	16.64	18.22	24.94	12.02	31.09	8.17	36.73	5.92	
39.30	6.41									

La superficie de deslizamiento después de la optimización.

Verificación de estabilidad de taludes (Morgenstern-Price)

Factor de seguridad = 0.83 < 1.50

Estabilidad del talud NO ACEPTABLE



Análisis 2

superficie poligonal de deslizamiento

Coordenadas de los puntos de la superficie de deslizamiento [m]									
x	z	x	z	x	z	x	z	x	z
15.29	19.42	16.64	18.22	24.94	12.02	31.09	8.17	36.73	5.94
39.30	6.41								

La superficie de deslizamiento después de la optimización.

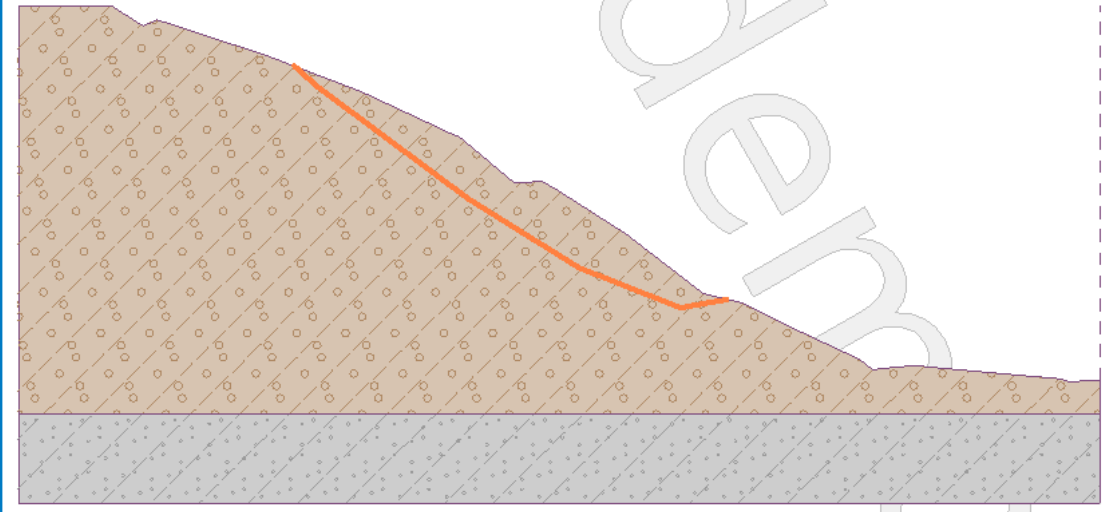
Verificación de estabilidad de taludes (Janbu)

Factor de seguridad = $0.83 < 1.50$

Estabilidad del talud NO ACEPTABLE

Nombre : Perfil Longitudinal 2-2 - Método de Janbu

Etapas - análisis : 1 - 2



Análisis 3

superficie poligonal de deslizamiento

Coordenadas de los puntos de la superficie de deslizamiento [m]									
x	z	x	z	x	z	x	z	x	z
17.12	18.72	17.34	18.58	25.88	12.81	33.99	8.11	37.28	6.64
38.80	6.53								

La superficie de deslizamiento después de la optimización.

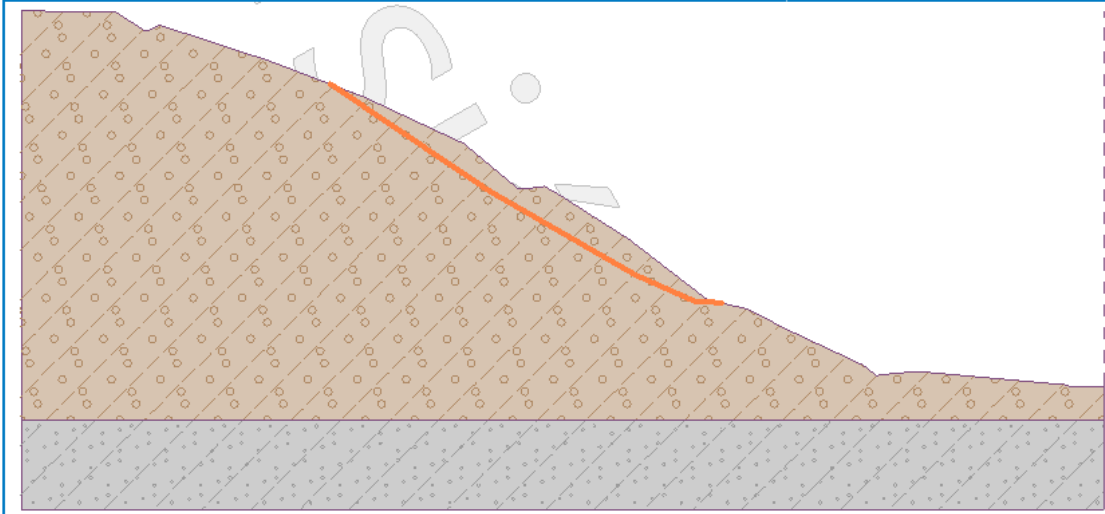
Verificación de estabilidad de taludes (Spencer)

Factor de seguridad = $0.78 < 1.50$

Estabilidad del talud NO ACEPTABLE

Nombre : Perfil Longitudinal 2-2 - Método de Spencer

Etapas - análisis : 1 - 3



Análisis 4

superficie poligonal de deslizamiento

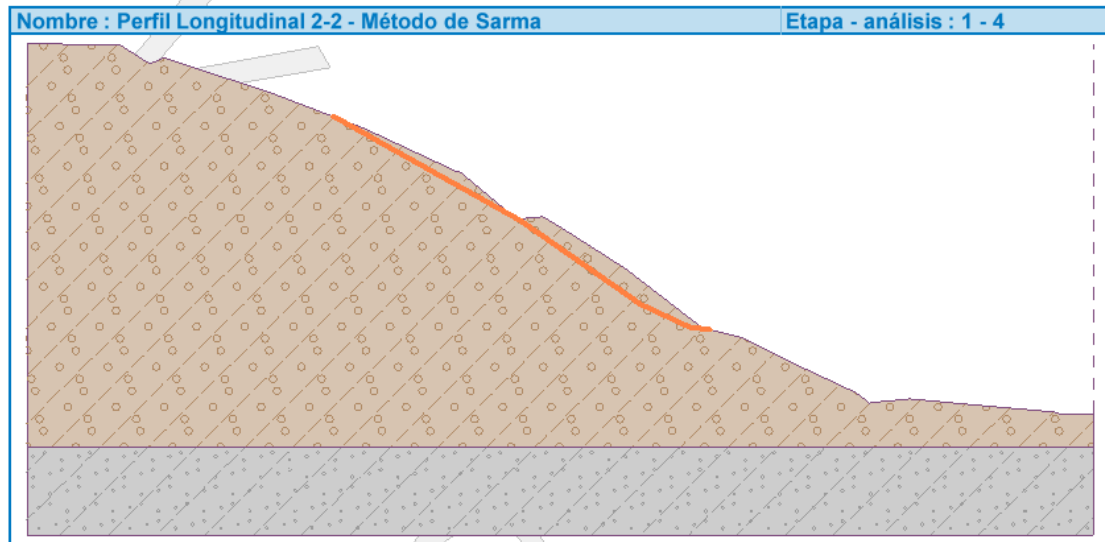
Coordenadas de los puntos de la superficie de deslizamiento [m]									
x	z	x	z	x	z	x	z	x	z
17.23	18.68	17.44	18.58	27.75	12.81	34.51	8.07	37.29	6.76
38.41	6.63								

La superficie de deslizamiento después de la optimización.

Verificación de estabilidad de taludes (Sarma)

Factor de seguridad = $0.75 < 1.50$

Estabilidad del talud NO ACEPTABLE



Sismo

Coefficiente sísmico horizontal : $K_h = 0.1750$

Coefficiente sísmico vertical : $K_v = 0.0656$

Análisis 1

superficie poligonal de deslizamiento

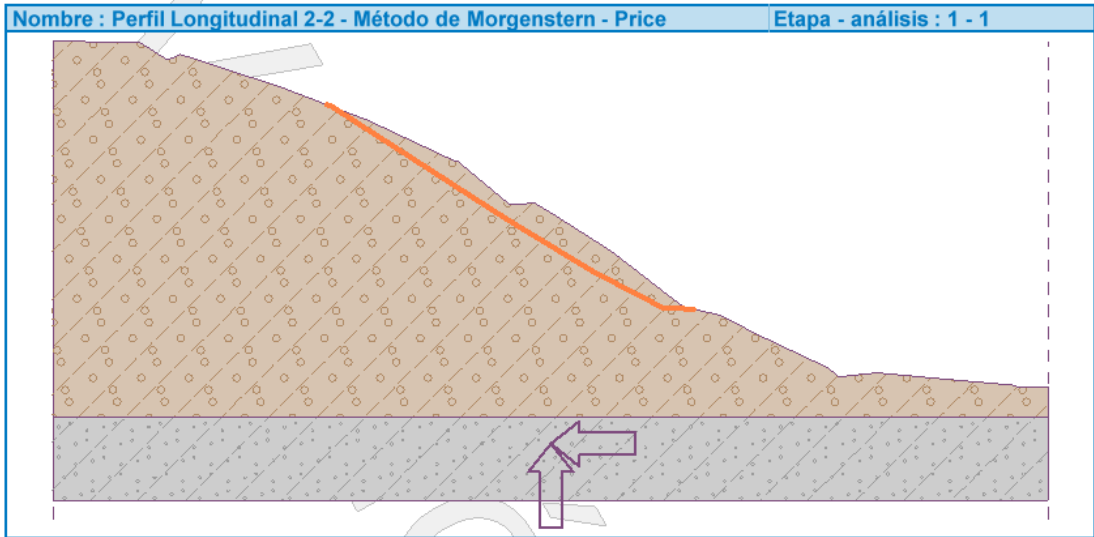
Coordenadas de los puntos de la superficie de deslizamiento [m]									
x	z	x	z	x	z	x	z	x	z
16.52	18.95	16.79	18.84	27.37	12.02	32.60	8.83	36.79	6.64
38.62	6.58								

La superficie de deslizamiento después de la optimización.

Verificación de estabilidad de taludes (Morgenstern-Price)

Factor de seguridad = $0.53 < 1.00$

Estabilidad del talud NO ACEPTABLE



Análisis 2

superficie poligonal de deslizamiento

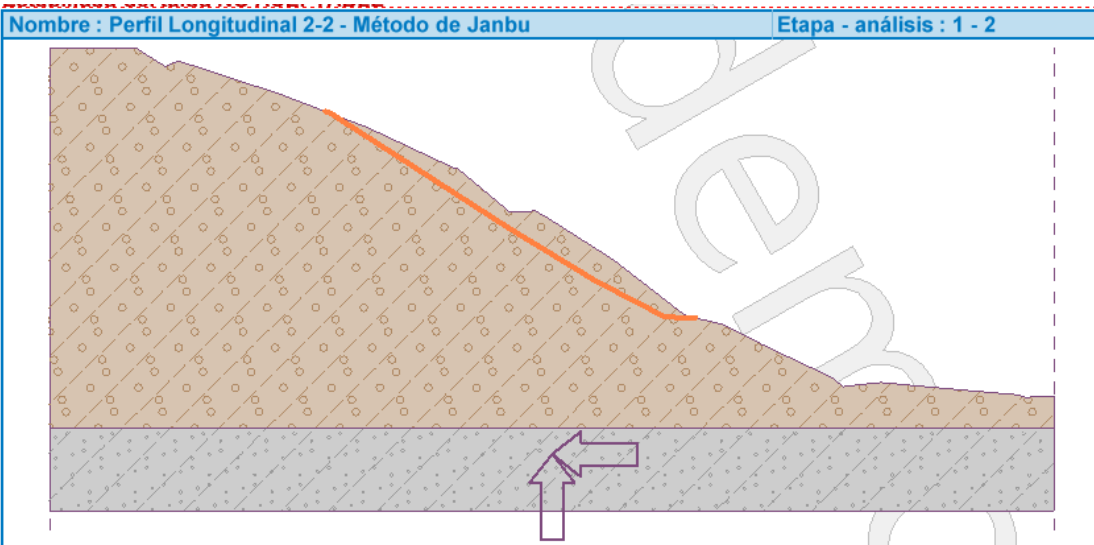
Coordenadas de los puntos de la superficie de deslizamiento [m]									
x	z	x	z	x	z	x	z	x	z
16.46	18.97	16.79	18.84	27.37	12.02	32.58	8.83	36.76	6.64
38.57	6.59								

La superficie de deslizamiento después de la optimización.

Verificación de estabilidad de taludes (Janbu)

Factor de seguridad = 0.53 < 1.00

Estabilidad del talud NO ACEPTABLE



Análisis 3

superficie poligonal de deslizamiento

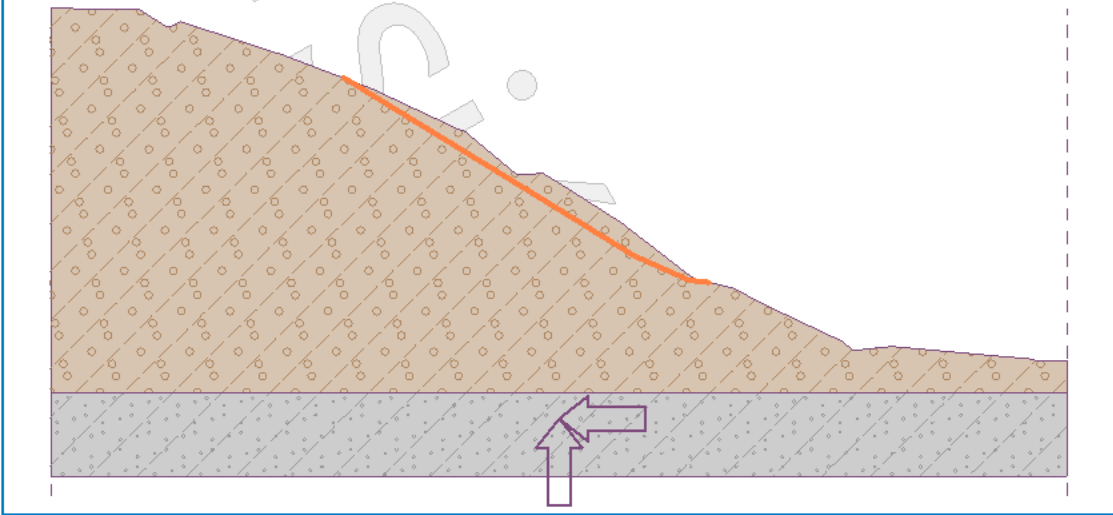
Coordenadas de los puntos de la superficie de deslizamiento [m]									
x	z	x	z	x	z	x	z	x	z
17.27	18.66	17.44	18.58	26.83	12.81	34.43	8.11	37.71	6.64
38.85	6.52								

La superficie de deslizamiento después de la optimización.

Verificación de estabilidad de taludes (Spencer)

Factor de seguridad = 0.53 < 1.00

Estabilidad del talud NO ACEPTABLE



Análisis 4

superficie poligonal de deslizamiento

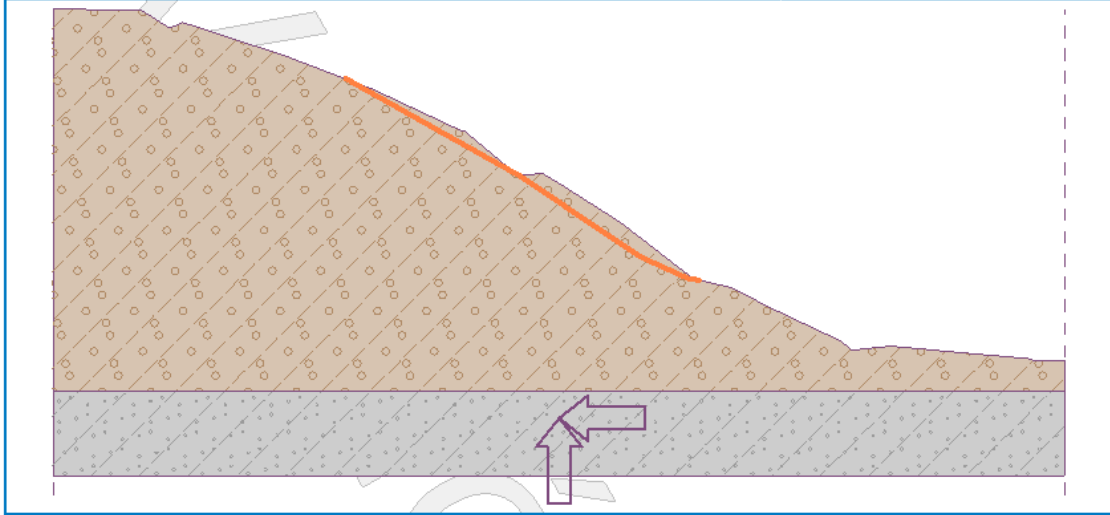
Coordenadas de los puntos de la superficie de deslizamiento [m]										
x	z	x	z	x	z	x	z	x	z	
17.34	18.64	17.47	18.58	27.75	12.81	34.77	8.07	37.61	6.76	
38.31	6.65									

La superficie de deslizamiento después de la optimización.

Verificación de estabilidad de taludes (Sarma)

Factor de seguridad = 0.52 < 1.00

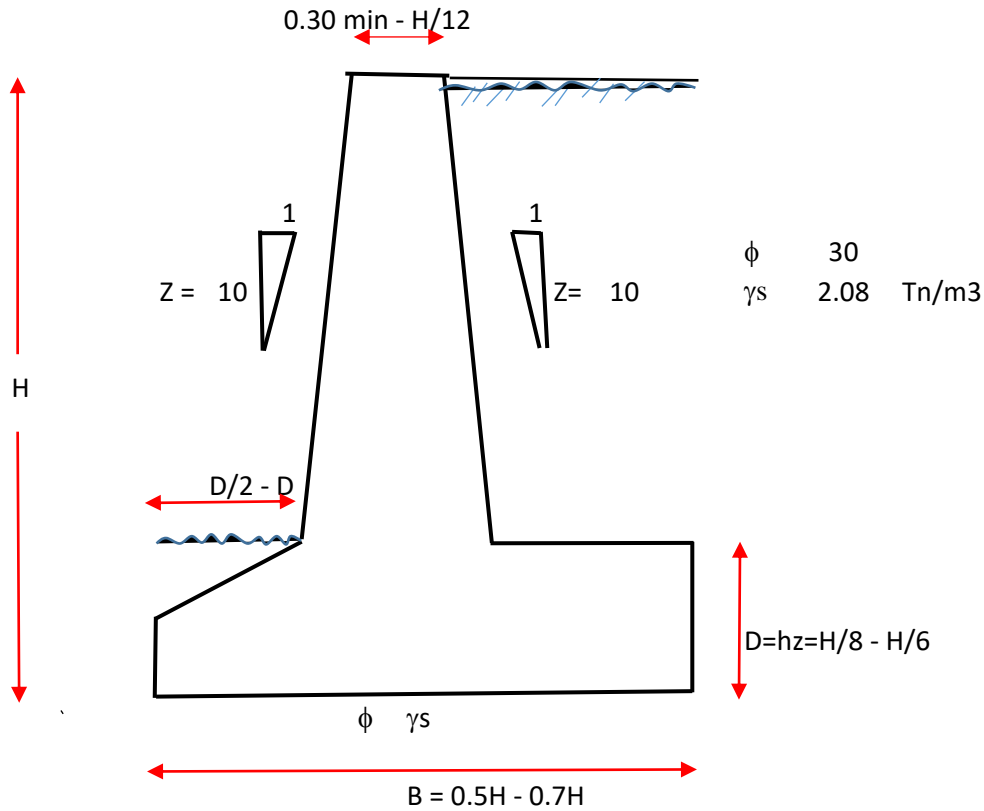
Estabilidad del talud NO ACEPTABLE



**ANEXO 09. MURO DE CONCRETO
REFORZADO**

DISEÑO DE UN MURO DE GRAVEDAD

DETERMINACIÓN DEL FACTOR DE SEGURIDAD PARA COMPARAR TÉCNICAS DE ESTABILIZACIÓN DE TALUDES UTILIZANDO GEO5 CASO: PARQUE EL MILAGRO, HUARAZ, ÁNCASH, 2020.



A) DATOS DE GEOTECNIA

PESO ESPECIFICO DEL SUELO:
CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO:
ANGULO DE FRICCION DEL TERRENO:

$\gamma_s =$	2.08 Tn/m³
$\sigma_t =$	1.49 kg/cm²
$\phi =$	30 grados

B) DATOS ESTRUCTURALES

ALTURA DEL MURO: $H = 4.00 \text{ m}$
PESO ESPECIFICO DEL CONCRETO: $\gamma_c = 2.4 \text{ Tn/m}^3$
CALIDAD DEL CONCRETO: $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$
FACTOR DE SEGURIDAD VOLTEO : $= 1.75$
FACTOR DE SEGURIDAD AL DESLIZAMIENTO: $= 1.50$

SOLUCION

PASAO Nº 1 calculo y procedimiento preliminares

CORONA: $t = 0.3 \text{ m}$
 ALTURA DEL MURO: $H = 4 \text{ m}$
 ALTURA TOTAL: $H_t = 4.00 \text{ m}$

COEF. ACTIVO: $k_a = \frac{1 - \text{sen}(\beta)}{1 + \text{sen}(\)} = 0.33$

COEF. PASIVO: $k_p = \frac{1}{k_a} = 3.00$

FACTOR DE FRICCION

$f = \text{Tg}(\phi) \leq 0.6$

$f = 0.58 \rightarrow 0.6$

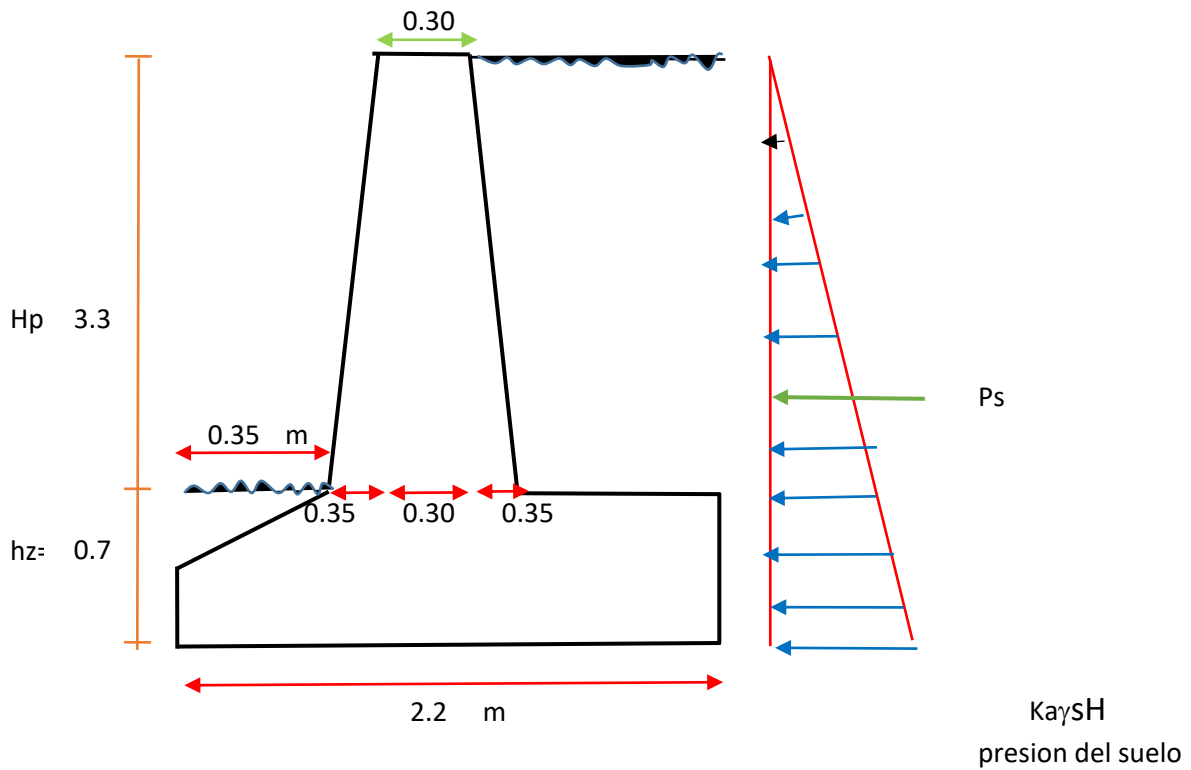
PREDIMENSIONAMIENTO ALTURA DE ZAPATA

$h_z = \frac{Ht}{6}$

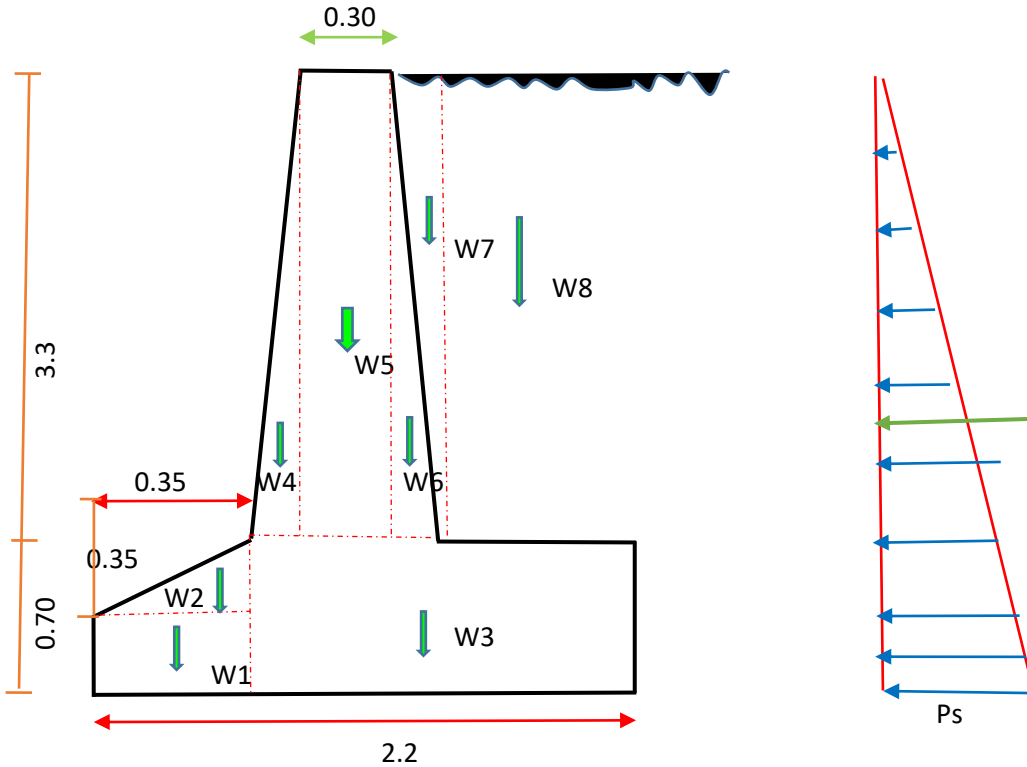
$h_z = 0.67 \text{ m} \rightarrow 0.70 \text{ m}$

$D = 0.35 \text{ m}$

$B = 2.2 \text{ m}$



PASO Nº 3 VERIFICACION DE ESTABILIDAD DE MURO



A) FUERZAS Y MOMENTOS ACTUANTES

CARGA QUE ACTUA	EMPUJE, PRESION O FUERZA (Tn)	DISTANCIA O BRAZO DE PANTALLA	MOMENTOS ACTUANTES (Tn-m)
PRESION DEL SUELO	$P_s = K_a \gamma_s (Ht^2 / 2)$ 5.55	$Y_{ps} = Ht/3$ 1.33	$M_s = P_s Y_{ps}$ 7.3972

$$\sum F_{act} = 5.55 \text{ tn}$$

$$\sum M_{act} = 7.4 \text{ tn-m}$$

B) Fza Y MOMENTOS RESISTENTES

PARTES DEL MURO Y RELLENO	PESO DEL MURO Y RELLENO (Tn)	BRAZO DE PALANCA	MOMENTO RESISTENTE DE CADA PARTE (Tn-m)
1	W1= 0.59	X1= 0.18	M1 = 0.103
2	W2= 0.294	X2= 0.23	M2= 0.069
3	W3= 3.11	X3= 1.275	M3= 3.963
4	W4= 1.39	X4= 0.583	M4= 0.809

5	W5= 2.38	X5= 0.85	M5= 2.02
6	W6= 1.39	X6= 1.117	M6= 1.548
7	W7= 1.20	X7= 1.23	M7= 1.481
8	W8= 5.83	X8= 1.775	M8= 10.36

$$\Sigma F_{z.a.Re} = 16.17 \text{ Tn}$$

$$\Sigma M_{to.Res} = 20.35$$

C) CHEQUEO DE FACTOR DE SEGURIDAD

I) FACTOR DE SEGURIDAD POR VOLTEO

$$FSV = \frac{\Sigma M_{resistentes}}{\Sigma M_{actuantes}} \geq 1.75$$

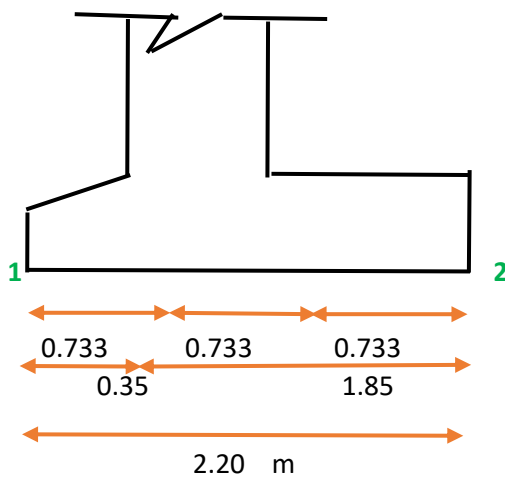
$$FSV = 2.75 > 1.75 \quad \text{OK Bien dimensionado}$$

II) FACTOR DE SEGURIDAD POR DESLIZAMIENTO

$$FSD = \frac{f \cdot \Sigma F_{resistentes}}{\Sigma F_{actuantes}} \geq 1.50$$

$$FSD = 1.75 > 1.5 \quad \text{OK Bien dimensionado}$$

D) FACTOR DE SEGURIDAD POR ASENTAMIENTO



I) UBICACIÓN DE LA RESULTANTE

$$X = \frac{\Sigma M_{resistentes} - \Sigma M_{actuante}}{\Sigma F_{resistentes}}$$

$$X = 0.80 \text{ m}$$

II) CALCULO DE EXCENTRICIDAD

$$e = \frac{B}{2} - X$$

$$e = 0.30 \text{ m}$$

COMPROBACION

$$e < \frac{B}{6} \quad \text{SIGNIFICA SI PASA POR EL TERCIO MEDIO CENTRAL}$$

$$e = 0.30 < 0.37 \quad \text{Pasa por el tercio medio central, CASO A}$$

CASO A: CUANDO LA RESUL. DE LA Fza VERTICAL PASA POR EL TERCIO MEDIO CENTRAL

$$\left. \begin{array}{l} q_1 = 14.0 \text{ tn/m}^2 \\ q_2 = 1 \text{ tn/m}^2 \end{array} \right\} < 15 \text{ tn/m}^2 \quad \text{No hay falla por asentamiento}$$

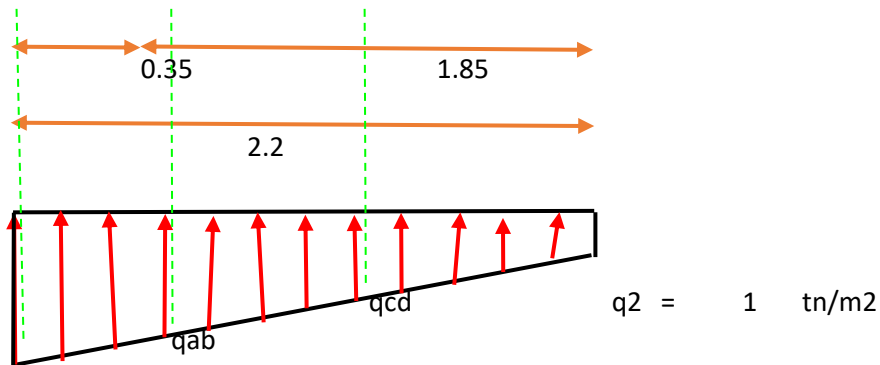
CASO B: CUANDO LA RESUL. Fza V. PASA POR EL INICIO DEL TERCIO MEDIO CENTRAL

$$\left. \begin{array}{l} q_1 = 14.70 \text{ tn/m}^2 \\ q_2 = 0.0 \text{ tn/m}^2 \end{array} \right\} < 15 \text{ tn/m}^2 \quad \text{No hay falla por asentamiento}$$

CASO C: CUANDO LA RESUL. Fza VERTICAL PASA POR EL PRIMER TERCIO

$$\left. \begin{array}{l} q_1 = 13.47 \text{ tn/m}^2 \\ q_2 = 0.0 \text{ tn/m}^2 \end{array} \right\} < 15 \text{ tn/m}^2 \quad \text{No hay falla por asentamiento}$$

E) VERIFICACION DE CORTE DE LA PANTALLA



$$q_1 = 14.0 \text{ tn/m}^2$$

VERIFICACION DE CORTE Y TENSION EN LA PUNTA

se verifica en el punto B, a una distancia $X = 0.35$

FUERZA CORTANTE EN EL PUNTO B

$$V = q_0X + (q_1 - q_0) X/2$$

calculando "q₀"

$$q_{ab} = 12 \text{ tn/m}^2$$

$$q_{cd} = 2.81 \text{ tn/m}^2$$

$$V = 4.5 \text{ tn} \quad \text{Fuerza cortante actuante en el punto B}$$

ESFUERZO CORTANTE RESISTIDO POR EL CONCRETO "V_c"

$$V_c = 0.53 \phi \sqrt{f'_c}$$

$$V_c = 6.528 \text{ kg/cm}^2$$

FUERZA CORTANTE ACTUANTE

$$V = v/Bd$$

$$V = 0.643 \text{ kg/cm}^2$$

LUEGO:

$$V = 0.643 < V_c = 6.528 \quad \text{No hay falla por corte}$$

MOMENTOS ACTUANTES DE REACCION DEL SUELO

$$M_{act} = q_0X^2/2 + q_{bc}X^2/3$$

$$M_{act} = 0.84 \text{ tn.m}$$

LA TENSION ACTUANTE

$$f = MC/bh^2$$

$$f = 2.05 \text{ kg/cm}^2$$

TENSION ADMISIBLE

$$f_t = 1.33 \phi \sqrt{f'_c}$$

$$f_t = 12.53 \text{ kg/cm}^2$$

luego:

$$f = 2.045 \text{ kg/cm}^2 < f_t = 12.53 \text{ kg/cm}^2 \quad \text{No hay falla por tension en la punta}$$

PASO Nº 5 VERIFICACION DE ESTABILIDAD DEL MURO

VERIFICACION DE ESFUERZOS EN TRACCION EN LA UNION DEL MURO Y LA BASE

tension actuante : $f = 6M/bh^2$

$$P_s = 5.55 \text{ tn}$$

$$W_8 = 5.83 \text{ tn}$$

$$M_a = 6.783 \text{ Tn.m}$$

Tension admisible

$$f = 6M^2/bh^2$$

$$f = 8.14 \text{ kg/cm}^2$$

$$f = 8.14 \text{ kg/cm}^2 < \quad f_t = 12.53 \text{ kg/cm}^2 \quad \text{No hay falla en el muro y la base}$$

PASO Nº 6 TENCION Y COMPRESION A UNA ALTURA DE 1/3 DE PANTALLA

EL DISEÑO DE CORTE CHEQUEANDO DESDE 1/3 DEL ARRANQUE DE PANTALLA

$$d = 1.10 \text{ m}$$

II) CALCULO DE LA FUERZA CORTANTE A LA DISTANCIA "d" DESDE LA CORONA

Del diagrama de presiones

$$V_{ud} = 1.7 P_s/c + 1.7 P_s$$

$$V_{ud} = 1.7(s/c k_a)(H_p - d) + 1.7(k_a \gamma s)(H_p - d)^2/2$$

$$V_{ud} = 4.10 \text{ Tn}$$

iii) Fza CORTANTE ULTIMO RESISTIDO POR CONCRETO

$$v_c = 0.53 \sqrt{f'_c} b d$$

$$v_c = 176.65 \text{ Tn/mL}$$

iv) EL DISEÑO O CHEO POR CORTE SE TIENE QUE CUMPLIR

$$v_c > V_n$$

Donde:

$$V_n = \frac{V_{ud}}{\phi} \quad \text{La fuerza cortante nominal}$$

$$\phi = 0.85 \quad \text{factor de reduccion por corte}$$

$$V_n = 4.82 \text{ Tn}$$

$$V_c = 176.65 \text{ Tn} > V_n = 4.82 \text{ Tn} \quad \text{OK no hay falla por corte}$$

MURO DE GRAVEDAD

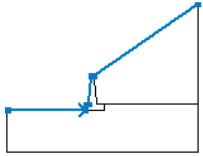
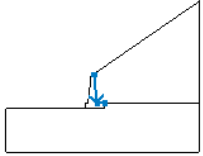
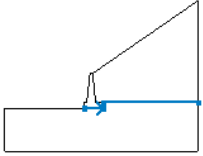
ANÁLISIS ESTÁTICO

Análisis de estabilidad

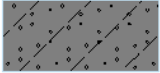
Análisis sísmico : Estándar
 Metodología de verificación : Factores de seguridad (ASD)

Factores de seguridad	
Situación de diseño permanente	
Factor de seguridad :	SF _s = 1.50 [-]

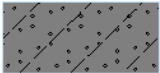
Interfaz

Nro.	Ubicación de la Interfaz	Coordenadas de puntos de interfaz [m]					
		x	z	x	z	x	z
1		-10.00	-4.00	-1.00	-4.00	-1.00	-3.30
		-0.65	-3.30	-0.30	0.00	0.00	0.00
		12.00	8.40				
2		0.00	0.00	0.35	-3.30	1.20	-3.30
3		-1.00	-4.00	1.20	-4.00	1.20	-3.30
		12.00	-3.30				

Parámetros de suelo - Estado de tensión efectiva

Nro.	Nombre	Trama	φ _{ef} [°]	c _{ef} [kPa]	γ [kN/m ³]
1	Arena limosa (SM)		30.00	1.54	20.43

Parámetros de suelo - subpresión

Nro.	Nombre	Trama	γ _{sat} [kN/m ³]	γ _s [kN/m ³]	n [-]
1	Arena limosa (SM)		20.43		

Datos del suelo

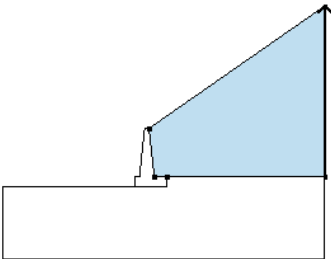
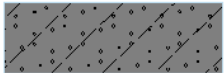
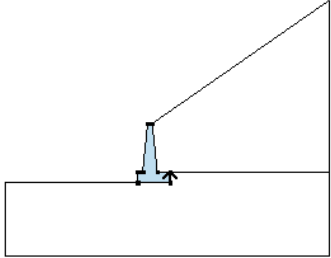

Arena limosa (SM)

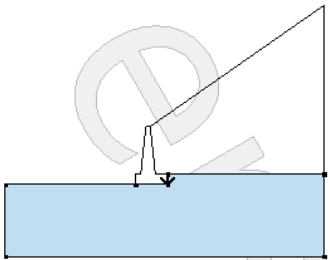
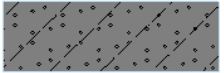
Peso unitario : $\gamma = 20.43 \text{ kN/m}^3$
 Estado de tensión : efectivo
 Ángulo de fricción interna : $\phi_{ef} = 30.00^\circ$
 Cohesión de suelo : $c_{ef} = 1.54 \text{ kPa}$
 Peso unitario de suelo saturado : $\gamma_{sat} = 20.43 \text{ kN/m}^3$

Cuerpos rígidos

Nro.	Nombre	Patrón	γ [kN/m ³]
1	Material de la estructura		24.00

Asignación y superficies

Nro.	Posición de superficie	Coordenadas de puntos de superficie [m]				Asignado suelo
		x	z	x	z	
1		12.00	-3.30	12.00	8.40	Arena limosa (SM) 
		0.00	0.00	0.35	-3.30	
		1.20	-3.30			
2		1.20	-4.00	1.20	-3.30	Material de la estructura 
		0.35	-3.30	0.00	0.00	
		-0.30	0.00	-0.65	-3.30	
		-1.00	-3.30	-1.00	-4.00	

Nro.	Posición de superficie	Coordenadas de puntos de superficie [m]				Asignado suelo
		x	z	x	z	
3		1.20	-3.30	1.20	-4.00	Arena limosa (SM) 
		-1.00	-4.00	-10.00	-4.00	
		-10.00	-9.00	12.00	-9.00	
		12.00	-3.30			

Análisis 1

superficie poligonal de deslizamiento

Coordenadas de los puntos de la superficie de deslizamiento [m]									
x	z	x	z	x	z	x	z	x	z
0.01	0.01	2.82	0.71	5.54	2.35	7.92	3.89	10.38	5.93
11.81	8.27								

La superficie de deslizamiento después de la optimización.

Verificación de estabilidad de taludes (Morgenstern-Price)

Factor de seguridad = 1.04 < 1.50

Estabilidad del talud NO ACEPTABLE

Análisis 2

superficie poligonal de deslizamiento

Coordenadas de los puntos de la superficie de deslizamiento [m]									
x	z	x	z	x	z	x	z	x	z
0.01	0.01	2.32	0.67	5.49	2.30	7.94	3.95	10.38	6.09
11.81	8.27								

La superficie de deslizamiento después de la optimización.

Verificación de estabilidad de taludes (Spencer)

Factor de seguridad = 1.05 < 1.50

Estabilidad del talud NO ACEPTABLE

Análisis 3

superficie poligonal de deslizamiento

Coordenadas de los puntos de la superficie de deslizamiento [m]									
x	z	x	z	x	z	x	z	x	z
0.01	0.01	2.29	0.64	5.46	2.30	7.96	3.95	10.38	6.09
11.81	8.27								

La superficie de deslizamiento después de la optimización.

Verificación de estabilidad de taludes (Janbu)

Factor de seguridad = 1.05 < 1.50

Estabilidad del talud NO ACEPTABLE

ANÁLISIS PSEUDOESTÁTICO

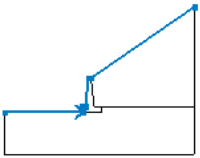
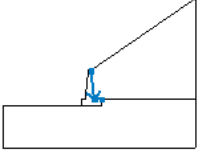
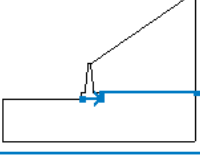
Análisis de estabilidad

Análisis sísmico : Estándar

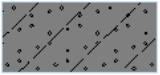
Metodología de verificación : Factores de seguridad (ASD)

Factores de seguridad		
Situación de diseño sísmico		
Factor de seguridad :	SF _s =	1.00 [-]

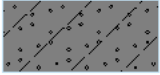
Interfaz

Nro.	Ubicación de la Interfaz	Coordenadas de puntos de interfaz [m]					
		x	z	x	z	x	z
1		-10.00	-4.00	-1.00	-4.00	-1.00	-3.30
		-0.65	-3.30	-0.30	0.00	0.00	0.00
		12.00	8.40				
2		0.00	0.00	0.35	-3.30	1.20	-3.30
3		-1.00	-4.00	1.20	-4.00	1.20	-3.30
		12.00	-3.30				

Parámetros de suelo - Estado de tensión efectiva

Nro.	Nombre	Trama	ϕ_{ef} [°]	c_{ef} [kPa]	γ [kN/m ³]
1	Arena limosa (SM)		30.00	1.54	20.43

Parámetros de suelo - subpresión

Nro.	Nombre	Trama	γ_{sat} [kN/m ³]	γ_s [kN/m ³]	n [-]
1	Arena limosa (SM)		20.43		

Datos del suelo

Arena limosa (SM)

Peso unitario : $\gamma = 20.43 \text{ kN/m}^3$
 Estado de tensión : efectivo
 Ángulo de fricción interna : $\phi_{ef} = 30.00^\circ$
 Cohesión de suelo : $c_{ef} = 1.54 \text{ kPa}$
 Peso unitario de suelo saturado : $\gamma_{sat} = 20.43 \text{ kN/m}^3$

Cuerpos rígidos

Nro.	Nombre	Patrón	γ [kN/m ³]
1	Material de la estructura		24.00

Asignación y superficies

Nro.	Posición de superficie	Coordenadas de puntos de superficie [m]				Asignado suelo
		x	z	x	z	
1		12.00	-3.30	12.00	8.40	Arena limosa (SM)
		0.00	0.00	0.35	-3.30	
		1.20	-3.30			
2		1.20	-4.00	1.20	-3.30	Material de la estructura
		0.35	-3.30	0.00	0.00	
		-0.30	0.00	-0.65	-3.30	
		-1.00	-3.30	-1.00	-4.00	

Nro.	Posición de superficie	Coordenadas de puntos de superficie [m]				Asignado suelo
		x	z	x	z	
3		1.20	-3.30	1.20	-4.00	Arena limosa (SM)
		-1.00	-4.00	-10.00	-4.00	
		-10.00	-9.00	12.00	-9.00	
		12.00	-3.30			

Sismo

Coefficiente sísmico horizontal : $K_h = 0.1750$

Coefficiente sísmico vertical : $K_v = 0.0656$

Análisis 1 (etapa 1)

superficie poligonal de deslizamiento

Coordenadas de los puntos de la superficie de deslizamiento [m]									
x	z	x	z	x	z	x	z	x	z
0.01	0.01	2.37	0.71	5.48	2.35	7.89	3.89	10.38	5.93
11.81	8.27								

La superficie de deslizamiento después de la optimización.

Verificación de estabilidad de taludes (Morgenstern-Price)

Factor de seguridad = $0.75 < 1.00$

Estabilidad del talud NO ACEPTABLE

Análisis 2 (etapa 1)

superficie poligonal de deslizamiento

Coordenadas de los puntos de la superficie de deslizamiento [m]									
x	z	x	z	x	z	x	z	x	z
0.01	0.01	2.18	0.67	5.41	2.30	7.95	3.95	10.48	6.11
11.81	8.27								

La superficie de deslizamiento después de la optimización.

Verificación de estabilidad de taludes (Spencer)

Factor de seguridad = $0.76 < 1.00$

Estabilidad del talud NO ACEPTABLE

Análisis 3 (etapa 1)

superficie poligonal de deslizamiento

Coordenadas de los puntos de la superficie de deslizamiento [m]									
x	z	x	z	x	z	x	z	x	z
0.01	0.01	2.20	0.64	5.38	2.30	7.96	3.95	10.43	6.09
11.81	8.27								

La superficie de deslizamiento después de la optimización.

Verificación de estabilidad de taludes (Janbu)

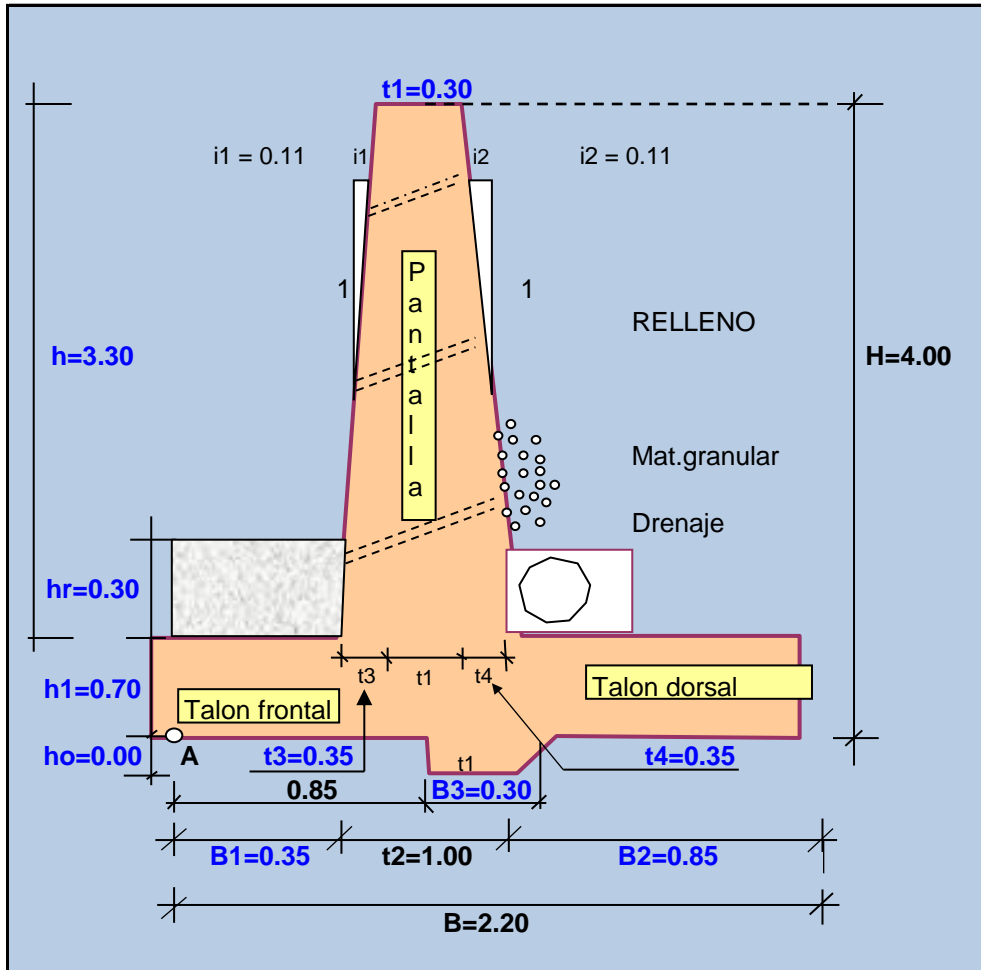
Factor de seguridad = $0.76 < 1.00$

Estabilidad del talud NO ACEPTABLE

DISEÑO DE MURO DE CONCRETO ARMADO H=4.00 M

DETERMINACIÓN DEL FACTOR DE SEGURIDAD PARA COMPARAR TÉCNICAS DE ESTABILIZACIÓN DE TALUDES UTILIZANDO GEO5 CASO: PARQUE EL MILAGRO, HUARAZ, ÁNCASH, 2020.

PREDIMENSIONAMIENTO



DATOS

Peso específico del relleno	γ_s	2083.28	Kg/m ³
Peso específico del concreto	γ_c	2400.00	Kg/m ³
Calidad diseño de concreto	f_c	210.00	Kg/cm ²
Ang. fricc. Intern. suelo a contener	ϕ	30.00	°
Capacidad portante del terreno	σ_t	1.49	Kg/cm ²
Coef. de fricción concreto-terreno	f_2	0.50	
Espesor de recubrimiento del acero	r	0.05	m
Esfuerzo de fluencia del acero	f_y	4200.00	Kg/cm ²

RESULTADO DE ESTABILIDAD

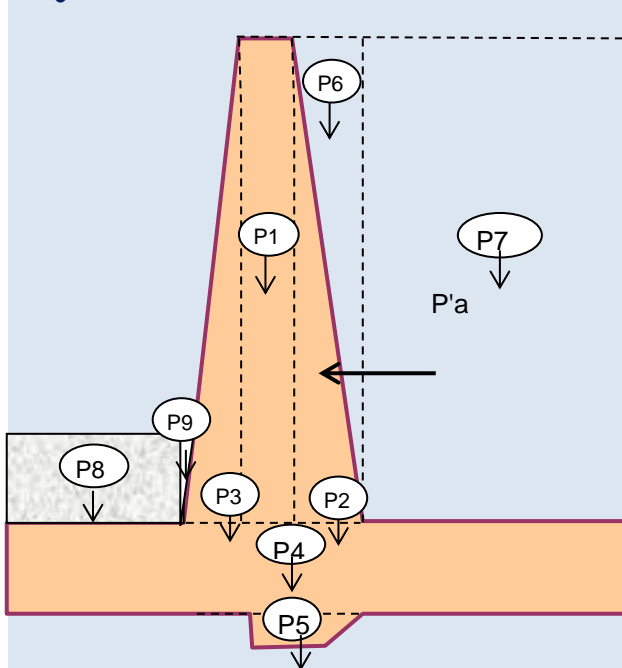
Soporte del suelo	OK	OK
Excentricidad de la resultante	OK	
Estabilidad al volteo	OK	
Estabilidad al deslizamiento	OK	
Fuerzas cortantes		
Base del muro	OK	En talón frontal OK
En talón dorsal	OK	Diente

DIMENSIONAMIENTO DEL ACERO

	ϕ	@	Smax	
Acero vertical en muro	1/2"	7.0 cm	23cm	OK
Acero horizontal parte baja del muro				
Exterior	1/2"	7.5 cm	45cm	OK
Interior	3/8"	8.5 cm	45cm	OK
Acero horizontal parte alta del muro				
Exterior	1/2"	11.5 cm	45cm	OK
Interior	3/8"	13.0 cm	45cm	OK
Acero en talón dorsal	1/2"	9.0 cm	45cm	OK
Acero en talón frontal	1/2"	9.0 cm	45cm	OK
Acero en diente contra deslizam.	1/2"	28.5 cm	45cm	OK

Cortar la mitad del acero vertical a una altura de 1.66 m
Longitud de anclaje del acero vertical será de 0 cm

ESQUEMATIZACION DE LAS CARGAS



CALCULOS

CALCULO DE LOS COEFICIENTES DE PRESIÓN ACTIVA Y PASIVA

Para un relleno con superficie superior horizontal, se tiene

$$K_a = (1 - \text{SEN}\phi) / (1 + \text{SEN}\phi) = 0.33$$

$$K_p = (1 + \text{SEN}\phi) / (1 - \text{SEN}\phi) = 3.00$$

CÁLCULO DEL MOMENTO DE VUELCO DEBIDO A LA PRESIÓN ACTIVA Pa

Cálculo de altura equivalente de la sobrecarga h_s

$$h_s = Sc / \gamma_s = 0.00 \text{ m}$$

Pi	Pa (Tn)	Xi (m)	Mv (Tn-m)	
Empuje activo	$1/2 * K_a * \gamma_s * H^2$	5.500	1.33	7.315
Sobrecarga	$K_a * \gamma_s * h_s * H$	0.00	2.00	0.000
TOTAL	5.500 Tn			7.315 Tn-m

DISEÑO DE MURO DE CONCRETO ARMADO H=4.00 M

DETERMINACIÓN DEL FACTOR DE SEGURIDAD PARA COMPARAR TÉCNICAS DE ESTABILIZACIÓN DE TALUDES UTILIZANDO GEO5 CASO: PARQUE EL MILAGRO, HUARAZ, ÁNCASH, 2020.

CÁLCULO DEL MOMENTO DE VOLTEO M_v CON RESPECTO AL PUNTO "A" DEBIDO AL SUELO

Pi	Pi (Tn)	Xi (m)	Mr (Tn-m)
P1	$t1 \cdot h \cdot \gamma_c^0$	2.376	0.850
P2	$1/2 \cdot (t4 \cdot h) \cdot \gamma_c^0$	1.386	1.117
P3	$1/2 \cdot (t3 \cdot h) \cdot \gamma_c^0$	1.386	0.583
P4	$B \cdot h1 \cdot \gamma_c^0$	3.696	1.100
P5	$1/2 \cdot (t1 + B3) \cdot ho \cdot \gamma_c^0$	0.000	1.000
P6	$1/2 \cdot (t4 \cdot h) \cdot \gamma_s$	1.203	1.233
P7	$B2 \cdot h \cdot \gamma_s$	5.844	1.775
P8	$hr \cdot B1 \cdot \gamma_s$	0.219	0.175
P9	$t3 \cdot hr^2 \cdot \gamma_s / (2 \cdot h)$	0.010	0.361
P10	P	0.000	0.850
Sc	$B2 \cdot hs \cdot \gamma_s$	0.000	1.775
TOTAL	16.119 Tn		20.339

CÁLCULO DEL PUNTO DE APLICACIÓN DE LA FUERZA ACTUANTE

$$X = (Mr - Mv) / P = 0.81 \text{ m}$$

Excentricidad

$$e = B/2 - X = 0.29 \text{ m, como } e < B/6, \text{ entonces OK}$$

$$q_{\max} = P(1 + 6e/B) / B = 1.32 \text{ kg/cm}^2 < = \text{Cps} = 1.6 \text{ OK}$$

$$q_{\min} = P(1 - 6e/B) / B = 0.15 \text{ kg/cm}^2 < \text{Cps} = 1.6 \text{ OK}$$

$$\text{Luego, } q = (q_{\min} - q_{\max}) / B \cdot X + q_{\max}$$

$$\text{Para } X=B1, \quad q1 = 7,599.77 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Para } X=B1+t2, \quad q2 = 7,013.11 \text{ kg/m}^2$$

CHEQUEO POR VOLTEO (Cv)

$$Cv = Mr / Mv = 2.78 > FSV=2 \quad \text{OK}$$

CHEQUEO POR DESLIZAMIENTO (Cd)

El deslizamiento se puede producir en la interfase base del muro y el suelo

$$\text{Coefic. de fricción } \mu = 0.50$$

El deslizamiento se puede producir entresuelo-suelo por debajo de la base del muro

$$\mu = 0.9 \cdot \tan(\phi_s) = 0.52$$

Utilizando el menor μ , se tiene:

$$Pp = 1/2 \cdot Kp \cdot \gamma_s \cdot (ho + h1 + hr)^2 = 3.125$$

$$FD = (\mu \cdot P + Pp) / Pa = 2.00 > FSD=1.5 \quad \text{OK}$$

CÁLCULO DEL ACERO EN EL MURO

Cálculo de presión activa que hace fallar la pantalla

Cálculo de altura equivalente de la sobrecarga hs

$$hs = Sc / \gamma_s = 0.00 \text{ m}$$

Pi	Pa (Tn)	Yi (m)	M (Tn-m)
Empuje activo	$1/2 \cdot Ka \cdot \gamma_s \cdot h^2$	3.74	h/3 1.10
Sobrecarga	$Ka \cdot \gamma_s \cdot hs \cdot h$	0.00	h/2 1.65
TOTAL	3.743 Tn		4.118 Tn-m

$$\text{Luego, el } Mu = 1.7 \cdot Mv = 7.00 \text{ Tn-m}$$

Cálculo del peralte efectivo (d)

$$d = t2 - r = 95.00 \text{ cm}$$

Cálculo de la cuantía del acero mediante el parámetro R_u :

$$R_u = Mu / (b \cdot d^2), \text{ para } b=1 \text{ m, } R_u = 1.00 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\text{Por otro lado, } R_u = 0.9 \cdot p \cdot Fy \cdot (1 - 0.59 \cdot p \cdot Fy / f'c)$$

$$\text{Resolviendo la ecuación cuadrática, } p = 0.03 \%$$

Area de acero vertical

$$As = p \cdot d \cdot b, \text{ } b=100, \text{ } As = 2.52 \text{ cm}^2$$

$$As_{\min} = 0.0015b \cdot t2 = 15.00 \text{ cm}^2$$

$$\text{Luego resulta } As = 15.00 \text{ cm}^2$$

Area del acero horizontal

De la base hasta la parte media

$$As_{\min} = 0.0025b \cdot t2 = 25.00 \text{ cm}^2$$

De la parte media a superior

$$As_{\min} = 0.0025b \cdot t' = 16.25 \text{ cm}^2$$

Espaciamiento máximo del acero

$$S < = 3d \text{ Y } S < = 45 \text{ cm}$$

DISTRIBUCION DEL ACERO EN EL MURO

Distribución del acero vertical

$$\text{Usar } \emptyset 1/2" \text{ @ } 8.5 \text{ cm} \quad S_{\max} / 2 = 23 \text{ cm} \quad \text{OK}$$

Como el ancho de la corona $> 25 \text{ cm}$, colocar acero en las dos caras

DISEÑO DE MURO DE CONCRETO ARMADO H=4.00 M

DETERMINACIÓN DEL FACTOR DE SEGURIDAD PARA COMPARAR TÉCNICAS DE ESTABILIZACIÓN DE TALUDES UTILIZANDO GEO5 CASO: PARQUE EL MILAGRO, HUARAZ, ÁNCASH, 2020.

Distribución del acero horizontal inferior

El exterior con las 2/3 partes
 Usar \emptyset 1/2 @ 7.5 cm Smax = 45cm **OK**
 El interior con 1/3
 Usar \emptyset 3/8 @ 8.5 cm Smax = 45cm **OK**

Distribución del acero horizontal superior

El exterior con las 2/3 partes
 Usar \emptyset 1/2 @ 11.5 cm Smax = 45cm **OK**
 El interior con 1/3
 Usar \emptyset 3/8 @ 13.0 cm Smax = 45cm **OK**

LONGITUD DE ANCLAJE PARA EL ACERO VERTICAL

Para $\emptyset < 7/8$, $L = \emptyset * f_y * 0.9 / (6.63 * f_c^{0.5})$
 Para $\emptyset \geq 7/8$, $L = \emptyset * f_y * 0.9 / (5.31 * f_c^{0.5})$
 Luego, resulta $L = 50$ cm

CORTE DE LA MITAD DEL ACERO VERTICAL

Momento resistente en base y corona para el acero elegido a doble espaciamiento, es decir

\emptyset 1" @ 17cm Luego $A_s = 7.59$ cm² Smax = 45cm **OK**

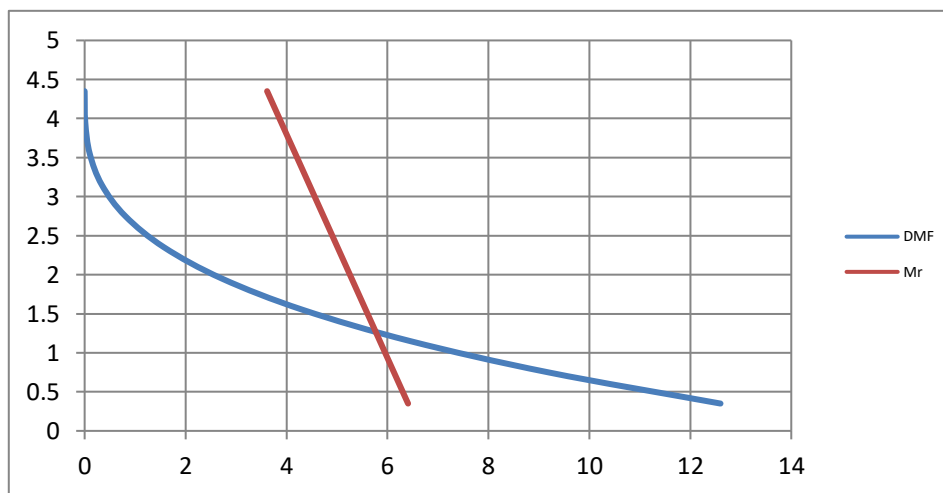
$a = A_s * f_y / (0.85 * f_c * 100) = 1.79$ cm

En la corona $M_1 = \emptyset * A_s * f_y * (t_1 - r - a/2) = 6.91$ Tn-m

En la base $M_2 = \emptyset * A_s * f_y * (d - a/2) = 27.24$ Tn-m

hi	hi + d	Mr	DMF
3.00	3.35	1.521	0
2.70	3.05	1.637	0.005
2.40	2.75	1.752	0.043
2.10	2.45	1.868	0.143
1.80	2.15	1.983	0.34
1.50	1.85	2.099	0.664
1.20	1.55	2.214	1.148
0.90	1.25	2.329	1.823
0.60	0.95	2.445	2.721
0.30	0.65	2.56	3.874
0.00	0.35	2.676	5.315

0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.71
0.00
0.00
0.00
0.71



Hallando la intersección de la ecuación cúbica del DMF y la recta formada

por M1 y M2, se determina el punto de intersección para $hi = 0.71$ m

El corte de la mitad del refuerzo vertical se efectuará en $hi + d = 1.66$ m

VERIFICACION DE LA FUERZA CORTANTE EN LA BASE DEL MURO

$V_u = 1.7 * (1/2 * K_a * \gamma_s * h^2 + K_a * \gamma_s * h * h) = 6364$ Kg

$\emptyset V_c = 0.85 * 0.53 * f_c^{0.5} * b * d = 62019$ Kg

Como $V_u < \emptyset V_c$, **OK**

CÁLCULO DE ACERO EN LA ZAPATA

Talón dorsal

$W_u = 1.4 * (\gamma_s * h + h_1 + C156 + h_1 * \gamma_c^0) + 1.7 * S_c = 11977$ Kg/m

$M_u = W_u * B^2 / 2 - 1.7 * (q_2 * B^2 / 6 + q_{min} * B^2 / 3) = 2280$ Kg-m

Calculo de la cuantía del acero mediante el parámetro Ru:

$R_u = M_u / (b * d^2)$, para $b = 1$ m, $R_u = 0.54$ Kg/cm²

Por otro lado, $R_u = 0.9 * p * F_y * (1 - 0.59 * p * F_y / f_c)$

Resolviendo la ecuación cuadrática, $p = 0.01$ %

$A_s = p * d * b$, $b = 100$, $A_s = 0.9$ cm²

$A_{s \text{ mín}} = 0.0020 * b * h_1 = 14.0$ cm²

Luego, $A_s = 14.0$ cm²

Distribución del acero vertical: Usar \emptyset 1/2" @ 9.0 cm Smax = 45cm **OK**

Verificando la fuerza cortante

$V_u = W_u * B^2 - 1.7 * (q_2 + q_{min}) * B^2 / 2 = 4035$ Kg

$\emptyset V_c = 0.85 * 0.53 * f_c^{0.5} * b * d = 42434$ Kg

Como $V_u < \emptyset V_c$ **OK**

Talón frontal

$M_u = 1.7 * (q_{max} * B^2 / 3 + q_1 * B^2 / 6) = 1177$ Kg-m

DISEÑO DE MURO DE CONCRETO ARMADO H=4.00 M

DETERMINACIÓN DEL FACTOR DE SEGURIDAD PARA COMPARAR TÉCNICAS DE ESTABILIZACIÓN DE TALUDES UTILIZANDO GEO5 CASO: PARQUE EL MILAGRO, HUARAZ, ÁNCASH, 2020.

Calculo de la cuantía del acero mediante el parámetro Ru:

$$Ru = Mu / (b \cdot d^2), \text{ para } b=1 \text{ m, } l = 0.28 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\text{Por otro lado, } Ru = 0.9 \cdot p \cdot Fy \cdot (1 - 0.59 \cdot p \cdot Fy / fc)$$

$$\text{Resolviendo la ecuación cuadrática, } p = \mathbf{0.01 \%}$$

$$As = p \cdot d \cdot b, \text{ b}=100, \text{ As} = 0.5 \text{ cm}^2$$

$$As \text{ mín} = 0.0020b \cdot h1 = 14.0 \text{ cm}^2$$

$$\text{Luego, } As = 14.0 \text{ cm}^2$$

Distribución del acero vertical: Usar \varnothing 1/2" @ 9.0 cm Smax = 45cm **OK**

Verificando la fuerza cortante

$$Vu = 1.7 \cdot B1/2 \cdot (q_{max} + q1) = 6177 \text{ Kg}$$

$$\varnothing Vc = 0.85 \cdot 0.53 \cdot fc^{0.5} \cdot b \cdot d = 42434 \text{ Kg}$$

Como $Vu < \varnothing Vc$, **OK**

Diente contra el deslizamiento

$$\text{Empuje pasivo } Pp = Kp \cdot \gamma_s \cdot (h1 + hr) \cdot ho + Kp \cdot \gamma_s \cdot ho^2 / 2 = 0.00 \text{ Tn}$$

$$\text{Brazo del momento } Y = (3 \cdot (h1 + hr) + 2 \cdot ho) \cdot ho / (6 \cdot (h1 + hr) + 3 \cdot ho) = 0.00$$

$$Mn = Pp \cdot Y = 0.00 \text{ Tn-m}$$

$$Mu = 1.4 \cdot Mn = 0$$

Peralte

$$d = B3 - r = 25 \text{ cm}$$

Calculo de la cuantía del acero mediante el parámetro Ru:

$$Ru = Mu / (b \cdot d^2), \text{ para } b=1 \text{ m, } Ru = 0 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\text{Por otro lado, } Ru = 0.9 \cdot p \cdot Fy \cdot (1 - 0.59 \cdot p \cdot Fy / fc)$$

$$\text{Resolviendo la ecuación cuadrática, } p = \mathbf{0.00 \%}$$

Area de acero vertical

$$As = p \cdot d \cdot b, \text{ b}=100, \text{ As} = 0.00 \text{ cm}^2$$

$$As \text{ mín} = 0.0015b \cdot B3 = 4.50 \text{ cm}^2$$

$$\text{Luego resulta } As = 4.50 \text{ cm}^2$$

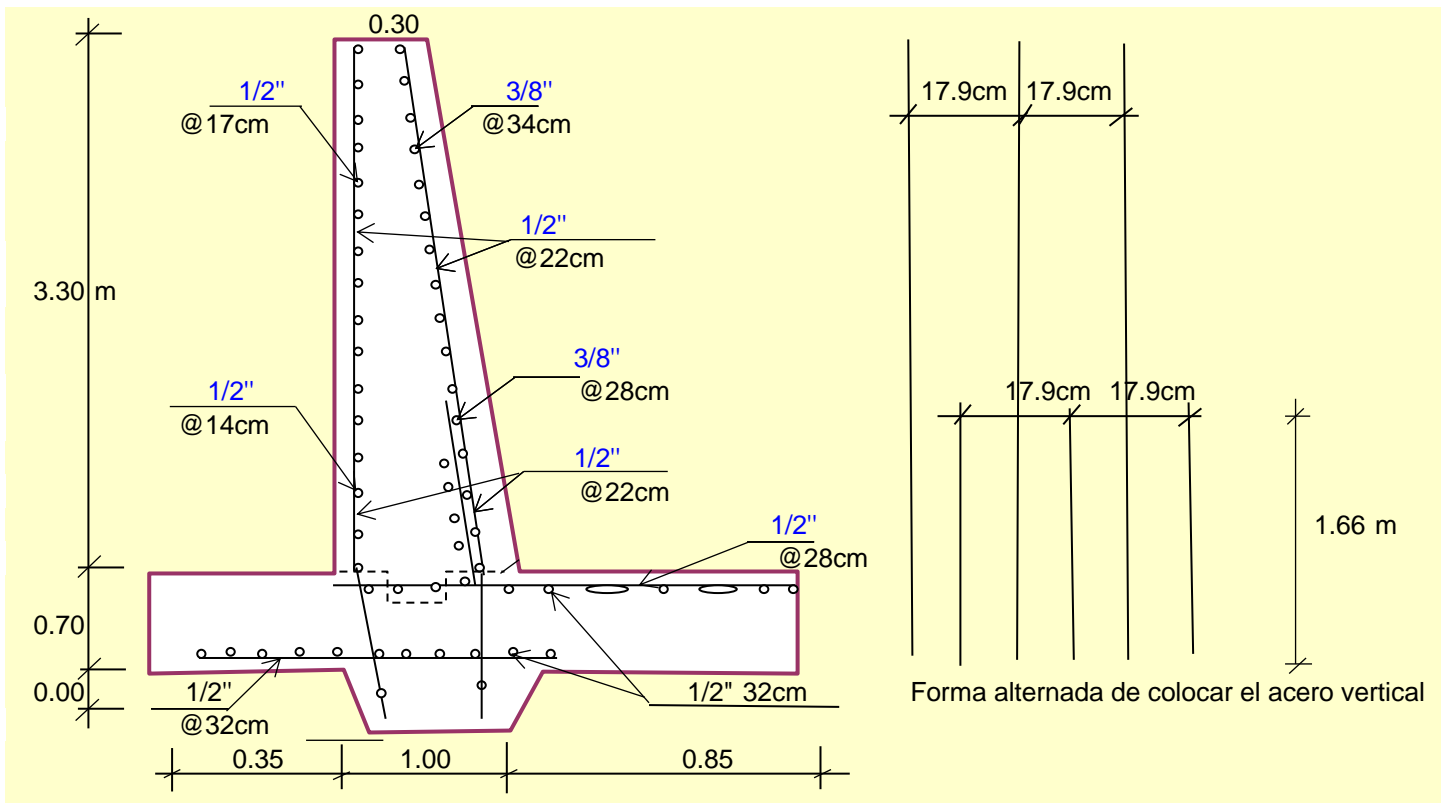
Distribución del acero vertical: Usar \varnothing 1/2" @ 28.5 cm Smax = 45cm **OK**

Verificando la fuerza cortante

$$Vu = 1.7 \cdot (1/2 \cdot Kp \cdot \gamma_s \cdot (ho + h1 + hr)^2) = 5312 \text{ Kg}$$

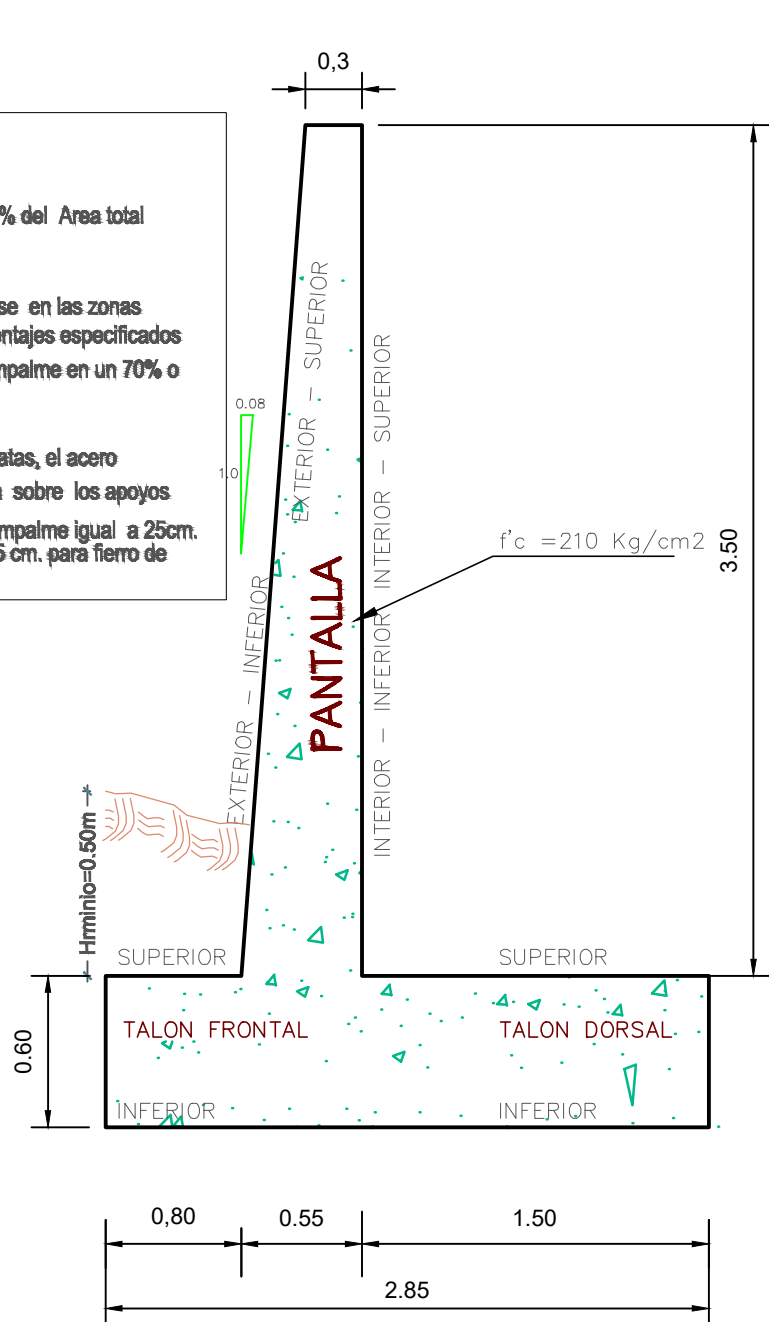
$$\varnothing Vc = 0.85 \cdot 0.53 \cdot fc^{0.5} \cdot b \cdot d = 16321 \text{ Kg}$$

Como $Vu < \varnothing Vc$, **OK**



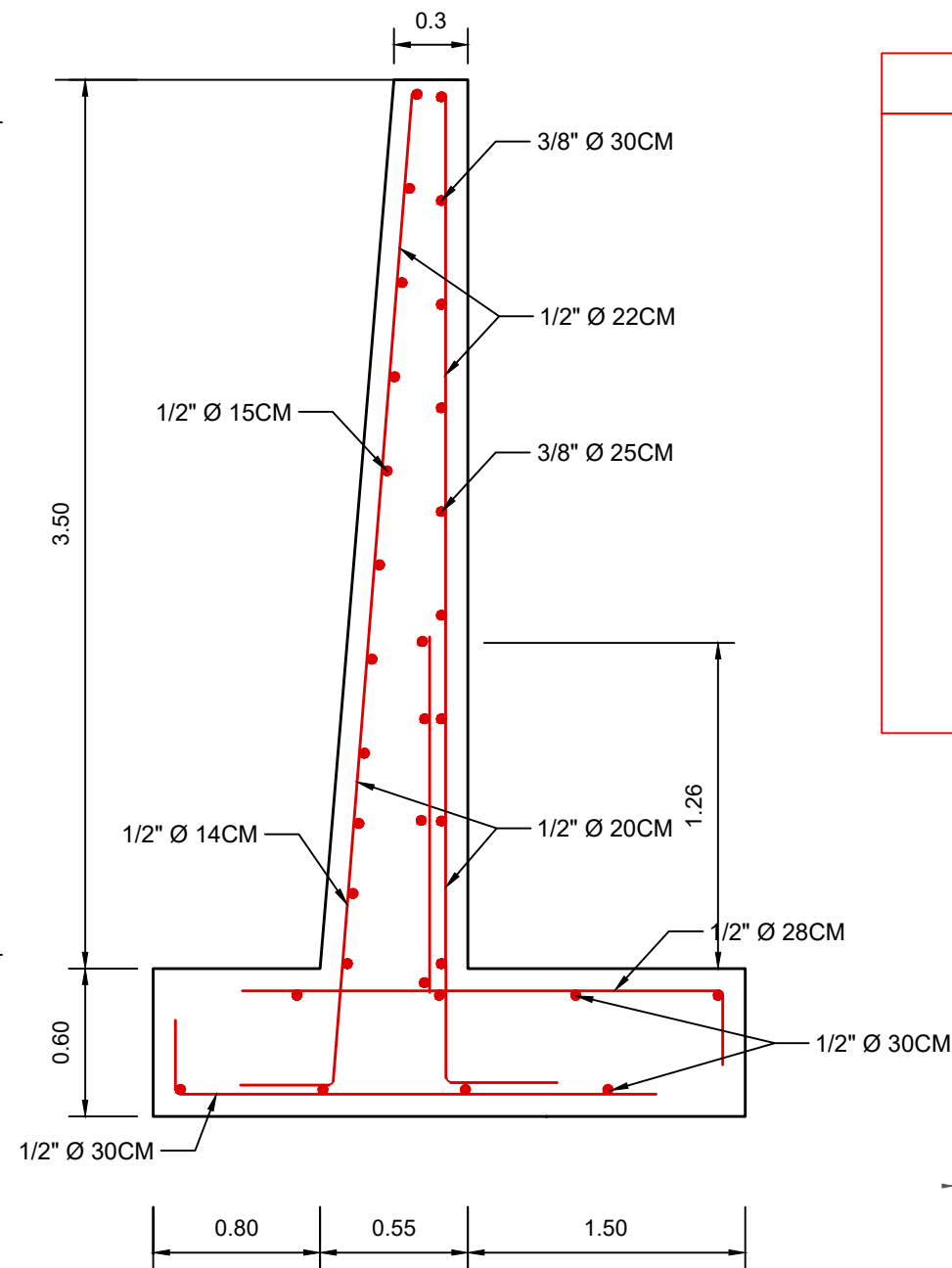
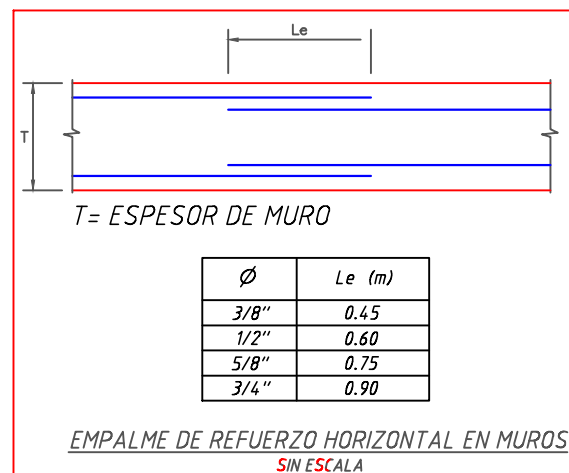
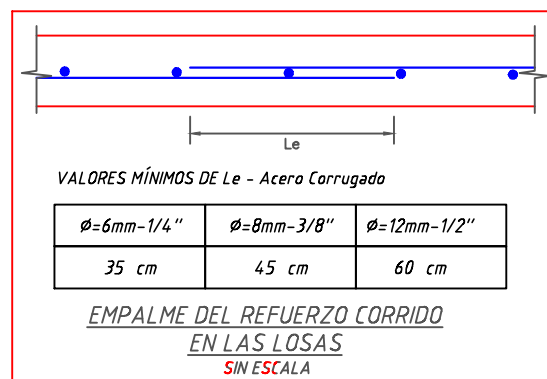
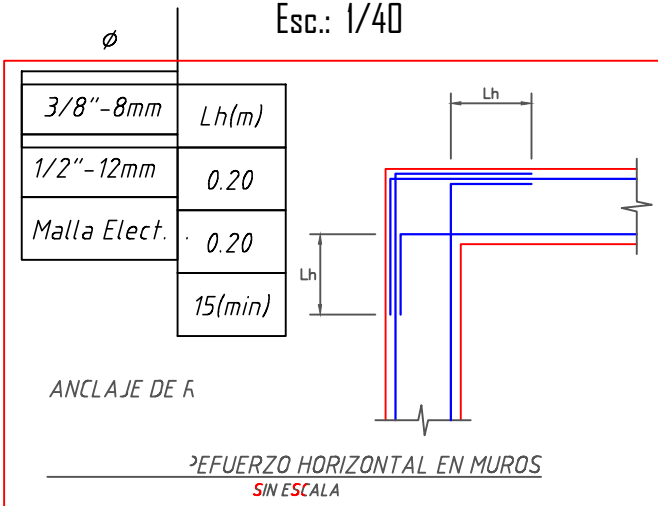
NOTA

- a.- No empalmar mas del 50% del Area total en una misma seccion
- b.- En caso de no empalmarse en las zonas indicadas ó con los porcentajes especificados aumentar la longitud de empalme en un 70% o consultar al proyectista.
- c.- Para aligerados y vigas chatas, el acero interior se empalmara sobre los apoyos siendo la longitud de empalme igual a 25cm. para fierro de 3/8" y 35 cm. para fierro de 1/2" o 5/8".



MURO TIPO II - ARQUITECTURA

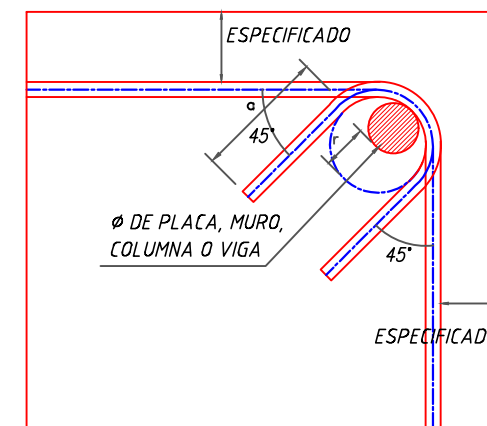
Esc.: 1/40



MURO TIPO II - ESTRUCTURA

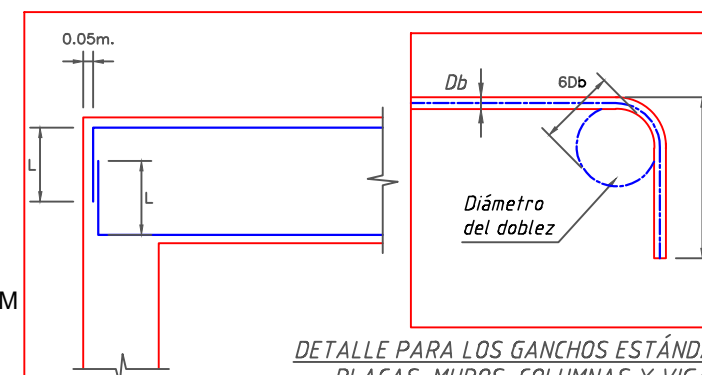
Esc.: 1/40

DETALLES VARIOS



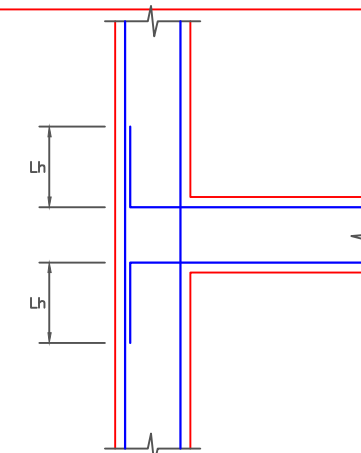
φ	r(cm.)	a(cm.)
1/4"-6mm	1.3	6.5
3/8"-8mm	2.0	10.0
1/2"-12mm	2.5	12.5

DETALLE PARA EL DOBLADO DE ESTRIBOS EN PLACAS, MUROS, COLUMNAS Y VIGAS
SIN ESCALA



Db	L(m)
3/8"-8mm	.15
1/2"-12mm	.15
5/8"	.20
3/4"	.25
1"	.30
1-3/8"	.40

DETALLE PARA LOS GANCHOS ESTÁNDAR EN PLACAS, MUROS, COLUMNAS Y VIGAS
SIN ESCALA



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

PROYECTO : DETERMINACIÓN DEL FACTOR DE SEGURIDAD PARA COMPARAR TÉCNICAS DE ESTABILIZACIÓN DE TALUDES UTILIZANDO GEOS CASO: PARQUE EL MILAGRO, HUARAZ, ÁNCASH, 2020

PLANO DE : PLANO MURO DE CONCRETO REFORZADO

Proyectista : G.M.C.M. LAMINA : PMR-01

Uso : INEVCADA

Fecha : NOVIEMBRE 2020

País : ÁNCASH Provincia : HUARAZ Distrito : INDEPENDENCIA Lugar : PARQUE EL MILAGRO

ANEXO 10. MURO DE REFUERZO CON GEOSINTÉTICOS

MURO REFORZADO CON GEOSINTÉTICOS

Reporte de GEO5 diseño de muro reforzado con geosintéticos

Materiales y estándares

Estructuras de hormigón : EN 1992-1-1 (EC2)
 Coeficientes EN 1992-1-1 : Estándar

Análisis de muro

Cálculo de la presión activa de la tierra : Coulomb
 Cálculo de la presión pasiva de la tierra : Caquot-Kerisel
 Análisis sísmico : Mononobe-Okabe
 Forma de la cuña de la tierra : Calcular oblicuo
 Excentricidad permitida : 0.333
 Estabilidad interna : Estándar- superficie de deslizamiento recta
 Metodología de verificación : Factores de seguridad (ASD)

Factores de seguridad		
Situación de diseño permanente		
Frente al vuelco :	$SF_o =$	1.50 [-]
Para resistencia al deslizamiento :	$SF_s =$	1.50 [-]
Para capacidad portante :	$SF_b =$	1.50 [-]
Para deslizamiento a lo largo del geo-refuerzo :	$SF_{sr} =$	1.50 [-]
Para fuerza de geo-refuerzo :	$SF_{st} =$	1.50 [-]
Para la resistencia a la extracción del geo-refuerzo :	$SF_{po} =$	1.50 [-]
Factor de seguridad para resistencia de conexiones :	$SF_{con} =$	1.50 [-]

Análisis de estabilidad

Metodología de verificación : Factores de seguridad (ASD)

Factores de seguridad		
Situación de diseño permanente		
Factor de seguridad :	$SF_s =$	1.50 [-]

Geometría de la estructura

Altura del terraplén $h_n = 20.00$ m
 Ancho del terraplén $l_n = 28.00$ m
 Espesor $t_c = 0.20$ m

Material

Material de recubrimiento

Peso unitario $\gamma = 23.00$ kN/m³
 Resistencia de corte $R_s = 0.00$ kPa

Tipos de refuerzos

Nro.	Nombre	Tipo de refuerzo	Tipo de línea	Refuerzo de resistencia		Coeficiente	
				T_{ult} [kN/m]	R_t [kN/m]	C_{ds} [-]	C_i [-]
1	Stabilenka 100/50	Stabilenka 100/50	—————	100.00	34.07	0.60	0.70

Detalles de refuerzos

1. Stabilenka 100/50

Caract.de resistencia a corto plazo $T_{ult} = 100.00$ kN/m
 Diseño de resistencia a largo plazo $R_t = 34.07$ kN/m
 Coef. global de modelo incierto $FS_{UNC} = 1.50$

Cálculo de factores de reducción

Tiempo de vida : 120 años
 Arrastre del factor de red $RF_{CR} = 1.52$
 Química : pH 4.0-9.0
 Durabilidad del factor red. $RF_D = 1.03$
 Tamaño parcial : $D_{90} \leq 32$ mm
 Daños de instalación de factor de reducción $RF_{ID} = 1.25$

Refuerzo

Nro.	Número de refuerzos	Tipo de refuerzo	Separación entre refuerzos h_r [m]	Altura del primer refuerzo y [m]	Geometría de refuerzos
1	39	Stabilenka 100/50	0.50	0.50	Longitud idéntica de refuerzos

Tipo de instalación

Nro.	Número de refuerzos	Tipo de refuerzo	Tipo de instalación	a [m]	b [m]	k_{cr} [-]	α [-]
1	39	Stabilenka 100/50	continuo				

Detalles de refuerzo

Refuerzo Nro. 1

Tipo de refuerzo: Stabilenka 100/50

Número de refuerzo 39

Geometría de refuerzo : Longitud idéntica de refuerzos

Longitud de refuerzo : 14.00 m

Nro.	Origen l_1 [m]	Fin l_2 [m]	Altura desde la parte inferior y [m]	Longitud l [m]
1	-27.30	-13.30	0.50	14.00
2	-26.60	-12.60	1.00	14.00
3	-25.90	-11.90	1.50	14.00
4	-25.20	-11.20	2.00	14.00
5	-24.50	-10.50	2.50	14.00
6	-23.80	-9.80	3.00	14.00
7	-23.10	-9.10	3.50	14.00
8	-22.40	-8.40	4.00	14.00
9	-21.70	-7.70	4.50	14.00
10	-21.00	-7.00	5.00	14.00
11	-20.30	-6.30	5.50	14.00
12	-19.60	-5.60	6.00	14.00
13	-18.90	-4.90	6.50	14.00

Nro.	Origen l_1 [m]	Fin l_2 [m]	Altura desde la parte inferior y [m]	Longitud l [m]
14	-18.20	-4.20	7.00	14.00
15	-17.50	-3.50	7.50	14.00
16	-16.80	-2.80	8.00	14.00
17	-16.10	-2.10	8.50	14.00
18	-15.40	-1.40	9.00	14.00
19	-14.70	-0.70	9.50	14.00
20	-14.00	0.00	10.00	14.00
21	-13.30	0.70	10.50	14.00
22	-12.60	1.40	11.00	14.00
23	-11.90	2.10	11.50	14.00
24	-11.20	2.80	12.00	14.00
25	-10.50	3.50	12.50	14.00
26	-9.80	4.20	13.00	14.00
27	-9.10	4.90	13.50	14.00
28	-8.40	5.60	14.00	14.00
29	-7.70	6.30	14.50	14.00
30	-7.00	7.00	15.00	14.00
31	-6.30	7.70	15.50	14.00
32	-5.60	8.40	16.00	14.00
33	-4.90	9.10	16.50	14.00
34	-4.20	9.80	17.00	14.00
35	-3.50	10.50	17.50	14.00
36	-2.80	11.20	18.00	14.00


37	-2.10	11.90	18.50	14.00
38	-1.40	12.60	19.00	14.00
39	-0.70	13.30	19.50	14.00

Datos del suelo

Grava limosa (GM)

Peso unitario :	γ = 19.00 kN/m ³
Ángulo de fricción interna :	φ_{ef} = 32.50 °
Cohesión de suelo :	c_{ef} = 4.00 kPa
Ángulo de fricción estructura-suelo :	δ = 10.00 °
Peso unitario de suelo saturado :	γ_{sat} = 19.00 kN/m ³

Perfil geológico y suelos asignados

Nro.	Espesor de capas t [m]	Profundidad z [m]	Suelo asignado	Trama
1	-	0.00 .. ∞	Grava limosa (GM)	

Perfil de terreno

Detrás de la estructura el terreno es plano.

Influencia del agua

El nivel freático no es considerado!

Resistencia en la cara frontal de la estructura

No se considera la resistencia en la cara frontal de la estructura.

Configuraciones de la etapa de construcción

Situación de diseño : permanente

Verificación Nro.1

Fuerzas que actúan sobre la construcción

Nombre	F_{hor} [kN/m]	Pto.Apl. z [m]	F_{vert} [kN/m]	Pto.Apl. x [m]	Diseño Coeficiente
Peso - Suelo reforzado	0.00	-9.99	5316.68	20.99	1.000
Presión activa	28.42	-3.56	-11.46	18.98	1.000

Verificación del muro completo

Verificación de la estabilidad de vuelco

Momento estabilizador M_{res} = 111364.44 kNm/m

Momento de vuelco M_{ovr} = 101.03 kNm/m

Factor de seguridad = 1102.34 > 1.50

Muro para vuelco ES SATISFACTORIA

Verificación del deslizamiento

Fuerza horizontal resistente H_{res} = 3435.80 kN/m

Fuerza horizontal activa H_{act} = 28.42 kN/m

Factor de seguridad = 120.91 > 1.50

Muro para deslizamiento ES SATISFACTORIA

Verificación completa - MURO ES SATISFACTORIA

Advertencia - se ha excedido la cantidad permitida de datos de entrada durante el análisis de presiones!

El análisis se realiza con el valor modificado de la inclinación de la estructura α .

Capacidad portante del terreno de cimentación

Carga de diseño actuando en el centro del fondo de la zapata

Nro.	Momento [kNm/m]	Fuerza Normal [kN/m]	Resistencia al corte [kN/m]	Excentricidad [-]	Tensión [kPa]
1	-74126.90	5305.22	28.42	0.000	378.94

Carga de servicio actuando en el centro del fondo de la zapata

Nro.	Momento [kNm/m]	Fuerza Normal [kN/m]	Resistencia al corte [kN/m]
1	-74126.90	5305.22	28.42

Verificación de la capacidad portante del terreno de cimentación

Tensión en el fondo de la zapata : Rectángulo

Verificación de excentricidad

Máx. excentricidad de fuerza normal $e = 0.000$

Máxima excentricidad permitida $e_{alw} = 0.333$

Excentricidad de la fuerza normal ES SATISFACTORIA

Excentricidad de la fuerza normal ES SATISFACTORIA

Verificación de la capacidad portante del fondo de la zapata

Max. tensión en el fondo de la zapata $\sigma = 378.94$ kPa

Capacidad portante del terreno de cimentación $R_d = 1412.16$ kPa

Factor de seguridad = 3.73 > 1.50

Capacidad portante del terreno de cimentación ES SATISFACTORIA

Estabilidad global - Cap. portante del terreno de cimentación ES SATISFACTORIA

Verificación del desliz del geofuerzo Nro.1

Fuerzas que actúan sobre la construcción (verificación del refuerzo Nro.: 1)

Nombre	F_{hor} [kN/m]	Pto.Apl. z [m]	F_{vert} [kN/m]	Pto.Apl. x [m]	Diseño Coeficiente
Presión activa	171.25	-5.37	-7.48	17.76	1.000
Peso - Suelo reforzado	0.00	-6.66	2658.56	13.99	1.000
Refuerzo	-34.07	-0.50	0.00	14.35	1.000
Refuerzo	-34.07	-1.00	0.00	14.70	1.000
Refuerzo	-34.07	-1.50	0.00	15.05	1.000
Refuerzo	-34.07	-2.00	0.00	15.40	1.000
Refuerzo	-34.07	-2.50	0.00	15.75	1.000
Refuerzo	-34.07	-3.00	0.00	16.10	1.000
Refuerzo	-34.07	-3.50	0.00	16.45	1.000
Refuerzo	-34.07	-4.00	0.00	16.80	1.000
Refuerzo	-34.07	-4.50	0.00	17.15	1.000
Refuerzo	-34.07	-5.00	0.00	17.50	1.000
Refuerzo	-34.07	-5.50	0.00	17.85	1.000
Refuerzo	-34.07	-6.00	0.00	18.20	1.000
Refuerzo	-34.07	-6.50	0.00	18.55	1.000
Refuerzo	-34.07	-7.00	0.00	18.90	1.000
Refuerzo	-34.07	-7.50	0.00	19.25	1.000
Refuerzo	-34.07	-8.00	0.00	19.60	1.000
Refuerzo	-34.07	-8.50	0.00	19.95	1.000
Refuerzo	-34.07	-9.00	0.00	20.30	1.000

Refuerzo	-34.07	-9.00	0.00	20.30	1.000
Refuerzo	-34.07	-9.50	0.00	20.65	1.000
Refuerzo	-34.07	-10.00	0.00	21.00	1.000
Refuerzo	-34.07	-10.50	0.00	21.35	1.000
Refuerzo	-34.07	-11.00	0.00	21.70	1.000
Refuerzo	-34.07	-11.50	0.00	22.05	1.000
Refuerzo	-34.07	-12.00	0.00	22.40	1.000
Refuerzo	-34.07	-12.50	0.00	22.75	1.000
Refuerzo	-34.07	-13.00	0.00	23.10	1.000
Refuerzo	-34.07	-13.50	0.00	23.45	1.000
Refuerzo	-34.07	-14.00	0.00	23.80	1.000
Refuerzo	-34.07	-14.50	0.00	24.15	1.000
Refuerzo	-34.07	-15.00	0.00	24.50	1.000
Refuerzo	-34.07	-15.50	0.00	24.85	1.000
Refuerzo	-34.07	-16.00	0.00	25.20	1.000
Refuerzo	-34.07	-16.50	0.00	25.55	1.000
Refuerzo	-34.07	-17.00	0.00	25.90	1.000
Refuerzo	-34.07	-17.50	0.00	26.25	1.000
Refuerzo	-34.07	-18.00	0.00	26.60	1.000
Refuerzo	-34.07	-18.50	0.00	26.95	1.000
Refuerzo	-34.07	-19.00	0.00	27.30	1.000

Verificación contra el deslizamiento a lo largo de un geotextil Nro. 1

Inclinación de superficie de deslizamiento = 55.00 °
 Fuerza total normal actuando en el refuerzo = 2651.08 kN/m

Coefficiente de reducción de deslizamiento a lo largo del geotextil = 0.60
 Resistencia a lo largo del geo-refuerzo = 1013.36 kN/m
 Muro de resistencia = 0.00 kN/m
 Capacidad portante total de refuerzos = 1294.50 kN/m

Comprobar si hay deslizamiento:

Fuerzas de resistencia horizontal $H_{res} = 2307.85$ kN/m
 Fuerza horizontal activa $H_{act} = 171.25$ kN/m

Factor de seguridad = 13.48 > 1.50

Deslizamiento a lo largo de un geotextil ES SATISFACTORIA

Cálculo de estabilidad interna Nro.1

Verificación de la capacidad portante del refuerzo Nro.: 1

Verificación de resistencia a la tracción

Resistencia a la tracción $R_t = 34.07$ kN/m
 Fuerza en refuerzo $F_x = 4.25$ kN/m

Factor de seguridad = 8.01 > 1.50

Refuerzo para resistencia a la tracción ES SATISFACTORIA

Verificación de la resistencia a la extracción

Resistencia a la extracción $T_p = 4628.65$ kN/m
 Fuerza en refuerzo $F_x = 4.25$ kN/m

Factor de seguridad = 1000.00 > 1.50

Refuerzo para resistencia a la extracción ES SATISFACTORIA

Verificación global - refuerzo ES SATISFACTORIA

Análisis de estabilidad global Nro.1

Datos de la superficie de deslizamiento

(superficie de deslizamiento luego de la optimización)

Centro S = (-24.87;-22.44) m

Radio r = 43.51 m

Ángulo α_1 = -12.73 °

α_2 = 58.95 °

Verificación de estabilidad de taludes (Bishop)

FS = 1.54 > 1.50

Estabilidad de taludes ES SATISFACTORIA

Análisis de estabilidad de taludes

Entrada de datos

Proyecto

Configuración

Estándar - Factor de seguridad

MURO REFORZADO CON GEOSINTÉTICOS

Reporte de GEO5 análisis de estabilidad reforzado con geosintéticos



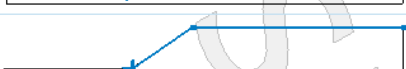
Análisis de estabilidad

Análisis sísmico : Estándar
 Metodología de verificación : Factores de seguridad (ASD)

Factores de seguridad		
Situación de diseño permanente		
Factor de seguridad :	SF _s =	1.50 [-]

Factores de seguridad		
Situación de diseño sísmico		
Factor de seguridad :	SF _s =	1.00 [-]

Interfaz

Nro.	Ubicación de la Interfaz	Coordenadas de puntos de interfaz [m]					
		x	z	x	z	x	z
1		0.00	0.00	0.12	-0.16		
2		-86.67	-20.00	-28.00	-20.00	0.00	0.00
		96.67	0.00				
3		-28.00	-20.00	-27.88	-20.16	0.12	-0.16
		96.67	-0.16				

Parámetros de suelo - Estado de tensión efectiva

Nro.	Nombre	Trama	φ _{ef} [°]	C _{ef} [kPa]	γ [kN/m ³]
1	Grava limosa (GM)		32.50	4.00	19.00

Parámetros de suelo - subpresión

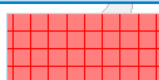
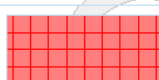
Nro.	Nombre	Trama	γ _{sat} [kN/m ³]	γ _s [kN/m ³]	n [-]
1	Grava limosa (GM)		19.00		

Datos del suelo





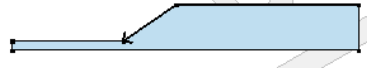

Grava limosa (GM)

Peso unitario : γ = 19.00 kN/m³
 Estado de tensión : efectivo
 Ángulo de fricción interna : φ_{ef} = 32.50 °
 Cohesión de suelo : C_{ef} = 4.00 kPa
 Peso unitario de suelo saturado : γ_{sat} = 19.00 kN/m³

Cuerpos rígidos

Nro.	Nombre	Patrón	γ [kN/m ³]
1	Recubrimiento		23.00
2	Material de recubrimiento		23.00

Asignación y superficies

Nro.	Posición de superficie	Coordenadas de puntos de superficie [m]				Asignado suelo
		x	z	x	z	
1		96.67	-0.16	96.67	0.00	Grava limosa (GM) 
		0.00	0.00	0.12	-0.16	
2		-27.88	-20.16	0.12	-0.16	Recubrimiento 
		0.00	0.00	-28.00	-20.00	
3		0.12	-0.16	-27.88	-20.16	Grava limosa (GM) 
		-28.00	-20.00	-86.67	-20.00	
		-86.67	-25.16	96.67	-25.16	
		96.67	-0.16			

Refuerzos

Nro.	Punto a la izquierda x [m]	z [m]	Punto a la derecha x [m]	z [m]	Longitud L [m]	Resistencia R_t [kN/m]	Resistencia al arrancamiento	Fin de refuerzo
1	-0.70	-0.50	13.30	-0.50	14.00	34.07	$T_p = 8.47$ kN/m ²	Fijo
2	-1.40	-1.00	12.60	-1.00	14.00	34.07	$T_p = 16.95$ kN/m ²	Fijo
3	-2.10	-1.50	11.90	-1.50	14.00	34.07	$T_p = 25.42$ kN/m ²	Fijo
4	-2.80	-2.00	11.20	-2.00	14.00	34.07	$T_p = 33.89$ kN/m ²	Fijo
5	-3.50	-2.50	10.50	-2.50	14.00	34.07	$T_p = 42.37$ kN/m ²	Fijo
6	-4.20	-3.00	9.80	-3.00	14.00	34.07	$T_p = 50.84$ kN/m ²	Fijo
7	-4.90	-3.50	9.10	-3.50	14.00	34.07	$T_p = 59.31$ kN/m ²	Fijo
8	-5.60	-4.00	8.40	-4.00	14.00	34.07	$T_p = 67.78$ kN/m ²	Fijo
9	-6.30	-4.50	7.70	-4.50	14.00	34.07	$T_p = 76.26$ kN/m ²	Fijo
10	-7.00	-5.00	7.00	-5.00	14.00	34.07	$T_p = 84.73$ kN/m ²	Fijo
11	-7.70	-5.50	6.30	-5.50	14.00	34.07	$T_p = 93.20$ kN/m ²	Fijo
12	-8.40	-6.00	5.60	-6.00	14.00	34.07	$T_p = 101.68$ kN/m ²	Fijo
13	-9.10	-6.50	4.90	-6.50	14.00	34.07	$T_p = 110.15$ kN/m ²	Fijo
14	-9.80	-7.00	4.20	-7.00	14.00	34.07	$T_p = 118.62$ kN/m ²	Fijo
15	-10.50	-7.50	3.50	-7.50	14.00	34.07	$T_p = 127.10$ kN/m ²	Fijo
16	-11.20	-8.00	2.80	-8.00	14.00	34.07	$T_p = 135.57$ kN/m ²	Fijo
17	-11.90	-8.50	2.10	-8.50	14.00	34.07	$T_p = 144.04$ kN/m ²	Fijo

Nro.	Punto a la izquierda		Punto a la derecha		Longitud	Resistencia	Resistencia al	Fin de
	x [m]	z [m]	x [m]	z [m]	L [m]	R_t [kN/m]	arrancamiento	refuerzo
18	-12.60	-9.00	1.40	-9.00	14.00	34.07	$T_p = 152.51$ kN/m ²	Fijo
19	-13.30	-9.50	0.70	-9.50	14.00	34.07	$T_p = 160.99$ kN/m ²	Fijo
20	-14.00	-10.00	0.00	-10.00	14.00	34.07	$T_p = 169.46$ kN/m ²	Fijo
21	-14.70	-10.50	-0.70	-10.50	14.00	34.07	$T_p = 177.93$ kN/m ²	Fijo
22	-15.40	-11.00	-1.40	-11.00	14.00	34.07	$T_p = 186.41$ kN/m ²	Fijo
23	-16.10	-11.50	-2.10	-11.50	14.00	34.07	$T_p = 194.88$ kN/m ²	Fijo
24	-16.80	-12.00	-2.80	-12.00	14.00	34.07	$T_p = 203.35$ kN/m ²	Fijo
25	-17.50	-12.50	-3.50	-12.50	14.00	34.07	$T_p = 211.83$ kN/m ²	Fijo
26	-18.20	-13.00	-4.20	-13.00	14.00	34.07	$T_p = 220.30$ kN/m ²	Fijo
27	-18.90	-13.50	-4.90	-13.50	14.00	34.07	$T_p = 228.77$ kN/m ²	Fijo
28	-19.60	-14.00	-5.60	-14.00	14.00	34.07	$T_p = 237.24$ kN/m ²	Fijo
29	-20.30	-14.50	-6.30	-14.50	14.00	34.07	$T_p = 245.72$ kN/m ²	Fijo
30	-21.00	-15.00	-7.00	-15.00	14.00	34.07	$T_p = 254.19$ kN/m ²	Fijo
31	-21.70	-15.50	-7.70	-15.50	14.00	34.07	$T_p = 262.66$ kN/m ²	Fijo
32	-22.40	-16.00	-8.40	-16.00	14.00	34.07	$T_p = 271.14$ kN/m ²	Fijo
33	-23.10	-16.50	-9.10	-16.50	14.00	34.07	$T_p = 279.61$ kN/m ²	Fijo
34	-23.80	-17.00	-9.80	-17.00	14.00	34.07	$T_p = 288.08$ kN/m ²	Fijo
35	-24.50	-17.50	-10.50	-17.50	14.00	34.07	$T_p = 296.56$ kN/m ²	Fijo
36	-25.20	-18.00	-11.20	-18.00	14.00	34.07	$T_p = 305.03$ kN/m ²	Fijo
37	-25.90	-18.50	-11.90	-18.50	14.00	34.07	$T_p = 313.50$ kN/m ²	Fijo
38	-26.60	-19.00	-12.60	-19.00	14.00	34.07	$T_p = 321.98$ kN/m ²	Fijo
39	-27.30	-19.50	-13.30	-19.50	14.00	34.07	$T_p = 330.45$ kN/m ²	Fijo

Agua

Tipo de agua : Sin presencia de agua

Grieta de tracción

No se ha introducido la grieta de tracción.

Sismo

Sismo no incluido.

Configuraciones de la etapa de construcción

Situación de diseño : permanente

Resultados (Etapa de construcción 1)

Análisis 1 (etapa 1)

superficie poligonal de deslizamiento

Coordenadas de los puntos de la superficie de deslizamiento [m]									
x	z	x	z	x	z	x	z	x	z
-31.50	-20.00	-25.62	-23.33	-19.44	-22.30	-14.28	-19.51	-5.49	-14.10
1.00	-8.01	6.93	0.00						

La superficie de deslizamiento después de la optimización.

Capacidad portante del refuerzo

Refuerzo	Capacidad portante [kN/m]
1	34.07
2	34.07
3	34.07
4	34.07
5	34.07
6	34.07
7	34.07
8	34.07
9	34.07
10	34.07
11	34.07
12	34.07
13	34.07
14	34.07
15	34.07
16	34.07
17	34.07
18	34.07
19	34.07
20	34.07
21	34.07
22	34.07
23	34.07
24	34.07
25	34.07
26	25.94
27	0.00
28	0.00
29	0.00
30	0.00
31	16.99
32	34.07
33	34.07
34	34.07
35	34.07

36	34.07
37	34.07
38	34.07
39	34.07

Verificación de estabilidad de taludes (Morgenstern-Price)

Factor de seguridad = 2.22 > 1.50

Estabilidad del talud ACEPTABLE

Análisis 2 (etapa 1)

superficie poligonal de deslizamiento

Coordenadas de los puntos de la superficie de deslizamiento [m]									
x	z	x	z	x	z	x	z	x	z
-31.73	-20.00	-25.39	-23.33	-19.36	-22.30	-14.28	-19.51	-5.49	-14.10
1.00	-8.01	6.93	0.00						
La superficie de deslizamiento después de la optimización.									

Capacidad portante del refuerzo

Refuerzo	Capacidad portante [kN/m]
1	34.07
2	34.07
3	34.07
4	34.07
5	34.07
6	34.07
7	34.07
8	34.07
9	34.07
10	34.07
11	34.07
12	34.07
13	34.07
14	34.07
15	34.07
16	34.07
17	34.07
18	34.07
19	34.07
20	34.07
21	34.07
22	34.07
23	34.07
24	34.07
25	34.07
26	25.94
27	0.00
28	0.00
29	0.00
30	0.00
31	16.99
32	34.07
33	34.07
34	34.07
35	34.07
36	34.07
37	34.07
38	34.07
39	34.07

Verificación de estabilidad de taludes (Spencer)

Factor de seguridad = 2.22 > 1.50

Estabilidad del talud ACEPTABLE

Análisis 3 (etapa 1)

superficie poligonal de deslizamiento

Coordenadas de los puntos de la superficie de deslizamiento [m]									
x	z	x	z	x	z	x	z	x	z
-31.73	-20.00	-25.39	-23.38	-19.36	-22.30	-14.28	-19.51	-5.49	-14.10
1.00	-8.01	6.93	0.00						
La superficie de deslizamiento después de la optimización.									

Capacidad portante del refuerzo

Refuerzo	Capacidad portante [kN/m]
1	34.07
2	34.07
3	34.07
4	34.07
5	34.07
6	34.07
7	34.07
8	34.07
9	34.07
10	34.07
11	34.07
12	34.07
13	34.07
14	34.07
15	34.07
16	34.07
17	34.07
18	34.07
19	34.07
20	34.07
21	34.07
22	34.07
23	34.07
24	34.07
25	34.07
26	25.94
27	0.00
28	0.00
29	0.00
30	0.00
31	16.99
32	34.07
33	34.07
34	34.07
35	34.07
36	34.07
37	34.07
38	34.07
39	34.07



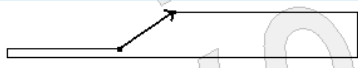
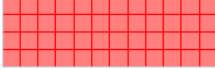


Verificación de estabilidad de taludes (Janbu)

Factor de seguridad = 2.22 > 1.50

Estabilidad del talud **ACEPTABLE**

Entrada de datos (Etapas de construcción 2)

Asignación y superficies

Nro.	Posición de superficie	Coordenadas de puntos de superficie [m]				Asignado suelo
		x	z	x	z	
1		96.67	-0.16	96.67	0.00	Grava limosa (GM) 
		0.00	0.00	0.12	-0.16	
2		-27.88	-20.16	0.12	-0.16	Recubrimiento 
		0.00	0.00	-28.00	-20.00	
3		0.12	-0.16	-27.88	-20.16	Grava limosa (GM) 
		-28.00	-20.00	-86.67	-20.00	
		-86.67	-25.16	96.67	-25.16	
		96.67	-0.16			

Refuerzos

Nro.	Refuerzo Nuevo	Punto a la izquierda x [m]	Punto a la izquierda z [m]	Punto a la derecha x [m]	Punto a la derecha z [m]	Longitud L [m]	Resistencia R_t [kN/m]	Resistencia al arrancamiento	Fin de refuerzo
1	No	-0.70	-0.50	13.30	-0.50	14.00	34.07	$T_p = 8.47$ kN/m ²	Fijo
2	No	-1.40	-1.00	12.60	-1.00	14.00	34.07	$T_p = 16.95$ kN/m ²	Fijo
3	No	-2.10	-1.50	11.90	-1.50	14.00	34.07	$T_p = 25.42$ kN/m ²	Fijo
4	No	-2.80	-2.00	11.20	-2.00	14.00	34.07	$T_p = 33.89$ kN/m ²	Fijo
5	No	-3.50	-2.50	10.50	-2.50	14.00	34.07	$T_p = 42.37$ kN/m ²	Fijo
6	No	-4.20	-3.00	9.80	-3.00	14.00	34.07	$T_p = 50.84$ kN/m ²	Fijo
7	No	-4.90	-3.50	9.10	-3.50	14.00	34.07	$T_p = 59.31$ kN/m ²	Fijo
8	No	-5.60	-4.00	8.40	-4.00	14.00	34.07	$T_p = 67.78$ kN/m ²	Fijo
9	No	-6.30	-4.50	7.70	-4.50	14.00	34.07	$T_p = 76.26$ kN/m ²	Fijo
10	No	-7.00	-5.00	7.00	-5.00	14.00	34.07	$T_p = 84.73$ kN/m ²	Fijo
11	No	-7.70	-5.50	6.30	-5.50	14.00	34.07	$T_p = 93.20$ kN/m ²	Fijo
12	No	-8.40	-6.00	5.60	-6.00	14.00	34.07	$T_p = 101.68$ kN/m ²	Fijo

Nro.	Refuerzo Nuevo	Punto a la izquierda x [m]	Punto a la izquierda z [m]	Punto a la derecha x [m]	Punto a la derecha z [m]	Longitud L [m]	Resistencia R_t [kN/m]	Resistencia al arrancamiento	Fin de refuerzo
13	No	-9.10	-6.50	4.90	-6.50	14.00	34.07	$T_p = 110.15$ kN/m ²	Fijo
14	No	-9.80	-7.00	4.20	-7.00	14.00	34.07	$T_p = 118.62$ kN/m ²	Fijo
15	No	-10.50	-7.50	3.50	-7.50	14.00	34.07	$T_p = 127.10$ kN/m ²	Fijo
16	No	-11.20	-8.00	2.80	-8.00	14.00	34.07	$T_p = 135.57$ kN/m ²	Fijo
17	No	-11.90	-8.50	2.10	-8.50	14.00	34.07	$T_p = 144.04$ kN/m ²	Fijo
18	No	-12.60	-9.00	1.40	-9.00	14.00	34.07	$T_p = 152.51$ kN/m ²	Fijo
19	No	-13.30	-9.50	0.70	-9.50	14.00	34.07	$T_p = 160.99$ kN/m ²	Fijo
20	No	-14.00	-10.00	0.00	-10.00	14.00	34.07	$T_p = 169.46$ kN/m ²	Fijo
21	No	-14.70	-10.50	-0.70	-10.50	14.00	34.07	$T_p = 177.93$ kN/m ²	Fijo
22	No	-15.40	-11.00	-1.40	-11.00	14.00	34.07	$T_p = 186.41$ kN/m ²	Fijo

23	No	-16.10	-11.50	-2.10	-11.50	14.00	34.07	$T_p = 194.88 \text{ kN/m}^2$	Fijo
24	No	-16.80	-12.00	-2.80	-12.00	14.00	34.07	$T_p = 203.35 \text{ kN/m}^2$	Fijo
25	No	-17.50	-12.50	-3.50	-12.50	14.00	34.07	$T_p = 211.83 \text{ kN/m}^2$	Fijo
26	No	-18.20	-13.00	-4.20	-13.00	14.00	34.07	$T_p = 220.30 \text{ kN/m}^2$	Fijo
27	No	-18.90	-13.50	-4.90	-13.50	14.00	34.07	$T_p = 228.77 \text{ kN/m}^2$	Fijo
28	No	-19.60	-14.00	-5.60	-14.00	14.00	34.07	$T_p = 237.24 \text{ kN/m}^2$	Fijo
29	No	-20.30	-14.50	-6.30	-14.50	14.00	34.07	$T_p = 245.72 \text{ kN/m}^2$	Fijo
30	No	-21.00	-15.00	-7.00	-15.00	14.00	34.07	$T_p = 254.19 \text{ kN/m}^2$	Fijo
31	No	-21.70	-15.50	-7.70	-15.50	14.00	34.07	$T_p = 262.66 \text{ kN/m}^2$	Fijo
32	No	-22.40	-16.00	-8.40	-16.00	14.00	34.07	$T_p = 271.14 \text{ kN/m}^2$	Fijo
33	No	-23.10	-16.50	-9.10	-16.50	14.00	34.07	$T_p = 279.61 \text{ kN/m}^2$	Fijo
34	No	-23.80	-17.00	-9.80	-17.00	14.00	34.07	$T_p = 288.08 \text{ kN/m}^2$	Fijo
35	No	-24.50	-17.50	-10.50	-17.50	14.00	34.07	$T_p = 296.56 \text{ kN/m}^2$	Fijo

Nro.	Refuerzo Nuevo	Punto a la izquierda x [m]	Punto a la izquierda z [m]	Punto a la derecha x [m]	Punto a la derecha z [m]	Longitud L [m]	Resistencia R_t [kN/m]	Resistencia al arrancamiento	Fin de refuerzo
36	No	-25.20	-18.00	-11.20	-18.00	14.00	34.07	$T_p = 305.03 \text{ kN/m}^2$	Fijo
37	No	-25.90	-18.50	-11.90	-18.50	14.00	34.07	$T_p = 313.50 \text{ kN/m}^2$	Fijo
38	No	-26.60	-19.00	-12.60	-19.00	14.00	34.07	$T_p = 321.98 \text{ kN/m}^2$	Fijo
39	No	-27.30	-19.50	-13.30	-19.50	14.00	34.07	$T_p = 330.45 \text{ kN/m}^2$	Fijo

Agua

Tipo de agua : Sin presencia de agua

Grieta de tracción

No se ha introducido la grieta de tracción.

Sismo

Coefficiente sísmico horizontal : $K_h = 0.1750$

Coefficiente sísmico vertical : $K_v = 0.0656$

Configuraciones de la etapa de construcción

Situación de diseño : sísmico

Resultados (Etapa de construcción 2)

Análisis 1 (etapa 2)

superficie poligonal de deslizamiento

Coordenadas de los puntos de la superficie de deslizamiento [m]									
x	z	x	z	x	z	x	z	x	z
-29.54	-20.00	-26.45	-21.65	-22.35	-21.98	-12.98	-19.51	-8.42	-16.47
-4.95	-14.28	14.55	0.00						

La superficie de deslizamiento después de la optimización.

Capacidad portante del refuerzo

Refuerzo	Capacidad portante [kN/m]
1	0.00
2	0.00
3	0.00
4	0.00
5	0.00
6	0.00
7	0.00
8	0.00
9	0.00
10	0.00
11	0.00
12	0.00
13	0.00
14	0.00
15	0.00
16	0.00
17	0.00
18	0.00
19	0.00
20	0.00
21	0.00
22	0.00
23	0.00
24	0.00
25	0.00
26	0.00
27	0.00
28	0.00
29	0.00
30	0.00
31	0.00
32	0.00
33	0.00
34	0.00
35	0.00
36	0.00
37	0.00
38	0.00
39	0.00

Verificación de estabilidad de taludes (Morgenstern-Price)

Factor de seguridad = 1.00 > 1.00

Estabilidad del talud **ACEPTABLE**

Análisis 2 (etapa 2)

superficie poligonal de deslizamiento

Coordenadas de los puntos de la superficie de deslizamiento [m]									
x	z	x	z	x	z	x	z	x	z
-36.01	-20.00	-24.84	-22.07	-19.36	-21.21	-13.22	-19.51	-7.39	-16.12
5.46	-6.40	13.99	0.00						

La superficie de deslizamiento después de la optimización.

Capacidad portante del refuerzo

Refuerzo Capacidad portante [kN/m]

1	0.00
2	0.00
3	0.00
4	0.00
5	0.00
6	0.00
7	0.00
8	0.00
9	0.00
10	0.00
11	0.00
12	0.00
13	0.00
14	0.00
15	0.00
16	0.00
17	0.00
18	0.00
19	0.00
20	0.00
21	0.00
22	0.00
23	0.00
24	0.00
25	0.00
26	0.00
27	0.00
28	0.00
29	0.00
30	0.00
31	0.00
32	0.00
33	0.00
34	0.00
35	0.00
36	0.00
37	0.00
38	0.00
39	0.00

Verificación de estabilidad de taludes (Spencer)

Factor de seguridad = 1.06 > 1.00

Estabilidad del talud ACEPTABLE

Análisis 3 (etapa 2)

superficie poligonal de deslizamiento

Coordenadas de los puntos de la superficie de deslizamiento [m]									
x	z	x	z	x	z	x	z	x	z
-25.79	-18.42	-23.22	-18.96	-14.25	-19.67	-13.82	-15.68	-2.07	-12.48
3.51	-7.49	16.87	0.00						

La superficie de deslizamiento después de la optimización.

Capacidad portante del refuerzo

Refuerzo	Capacidad portante [kN/m]
1	0.00
2	0.00
3	0.00
4	0.00
5	0.00
6	0.00
7	0.00
8	0.00
9	0.00
10	0.00
11	0.00
12	0.00
13	0.00
14	0.00
15	0.15
16	0.00
17	0.00
18	0.00
19	0.00
20	0.00
21	0.00
22	0.00
23	0.00
24	0.00
25	0.00
26	0.00
27	34.07
28	34.07
29	34.07
30	34.07
31	34.07
32	34.07
33	34.07
34	34.07
35	34.07
36	34.07
37	34.07
38	34.07
39	34.07

Verificación de estabilidad de taludes (Janbu)

Factor de seguridad = 1.25 > 1.00

Estabilidad del talud **ACEPTABLE**

PLANILLA DE METRADO

DETERMINACIÓN DEL FACTOR DE SEGURIDAD PARA COMPARAR TÉCNICAS DE ESTABILIZACIÓN DE TALUDES UTILIZANDO GEO5 CASO: PARQUE EL MILAGRO, HUARAZ, ÁNCASH, 2020.

PARTIDA	DESCRIPCIÓN	UND	N° vez	N° Caras	MEDIDAS			Coefic	Metrado Parcial	Total
					Largo	Ancho	Alto			
01	MURO REFORZADO CON GEOSINTETICOS									
01.01	TRABAJOS PRELIMINARES									
01.01.01	TRAZO, NIVELACION Y REPLANTEO	m2	1.00		138.00	20.00			2760.00	2760.00
01.01.02	DESBROCE Y LIMPIEZA MANUAL	m3	1.00			Área =	2760.00	0,1	276.00	276.00
01.02	MOVIMIENTO DE TIERRAS									
01.02.01	EXCAVACION PARA EXPLANACION DE MATERIAL SUELTO	m3	1.00		138.00	20.00	0.50		1380.00	1380.00
01.02.02	CONFORMACION Y COMPACTADO DEL RELLENO	m3	1.00			Área =	2760.00	0.20	552.00	552.00
01.02.03	NIVELACION Y COMPACTACION DE LA SUB RASANTE	m2	1.00			Área =	2760.00	0.10	276.00	276.00
01.02.04	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE	m3	1.00			Vol =	1380.00	1.25	1725.00	1725.00
01.03	INSTALACIÓN DE GEOTEXTIL TEJIDO									
01.03.01	INSTALACION DE GEOTEXTIL TEJIDO COMO REFUERZO DEL TALUD	m2	1.00							29946.00
					138.00	10.00		8.00	11040.00	
					138.00	9.00		6.00	7452.00	
					138.00	8.00		6.00	6624.00	
					138.00	7.00		5.00	4830.00	
01.04	OBRAS DE DRENAJE									
01.04.01	SUBDREN POSTERIOR CHIMENEA CON MATERIAL DRENANTE	m3	1.00		138.00	2.00	0.10		140.10	140.10
01.04.02	SUBDREN LATERAL CHIMENEA CON TUBERIA PERFORADA 6" (INC. COLCHON)	m	1.00		138.00				138.00	138.00
01.05	ESTRUCTURA DE CONTENCIÓN									
01.05.01	EXCAVACION DE MATERIAL SUELTO CON EQUIPO	m3	1.00		138.00	5.00	1.00		144.00	144.00
01.05.02	RELLENO CON ROCA AL PIE DEL TALUD (<2M)	m3	1.00		138.00	5.00	0.80		143.80	143.80
01.05.03	ACOMODO DE MATERIAL DE ENROCADO	m3	1.00		138.00	5.00	0.50		143.50	143.50
01.06	CONTROL DE EROSIÓN									
01.06.01	EXCAVACION DE ZANJAS PARA ANCLAJE	m3	1.00		138.00	0.40	0.30		16.56	16.56
01.06.02	RELLENO DE LA ZANJA PARA ANCLAJE	m3	1.00			Vol =	16.56	1.15	19.04	19.04
01.06.03	SUMINISTRO Y COLOCACION DE GEOMANTA	m2	1.00		138.00	20.00			2760.00	2760.00
01.06.04	RELLENO DE TOPSOIL CON EQUIPO	m3	1.00		138.00	20.00	1.00		2760.00	2760.00
01.06.05	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE PASTOS	ha	1.00					0.00	2760.00	0.28

Presupuesto

Presupuesto **0405015 MURO REFORZADO CON GEOSINTETICOS**
 Subpresupuesto **001 MURO REFORZADO CON GEOSINTETICOS**
 Cliente **UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO**
 Lugar **ANCASH - HUARAZ - INDEPENDENCIA**

Costo al **15/01/2021**

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
01	MURO REFORZADO CON GEOSINTETICOS				1,542,054.57
01.01	TRABAJOS PRELIMINARES				391,621.92
01.01.01	TRAZO, NIVELACION Y REPLANTEO	m2	2,760.00	3.79	10,460.40
01.01.02	DESBROCE Y LIMPIEZA MANUAL	m3	276.00	1,381.02	381,161.52
01.02	MOVIMIENTO DE TIERRAS				38,875.98
01.02.01	EXCAVACION PARA EXPLANACION DE MATERIAL SUELTO	m3	1,380.00	4.11	5,671.80
01.02.02	CONFORMACION Y COMPACTADO DEL RELLENO	m3	552.00	4.13	2,279.76
01.02.03	NIVELACION Y COMPACTACION DE LA SUB RASANTE	m2	276.00	0.92	253.92
01.02.04	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE	m3	1,725.00	17.78	30,670.50
01.03	INSTALACIÓN DE GEOTEXTIL TEJIDO				796,264.14
01.03.01	INSTALACION DE GEOTEXTIL TEJIDO COMO REFUERZO DEL TALUD	m2	29,946.00	26.59	796,264.14
01.04	OBRAS DE DRENAJE				61,857.60
01.04.01	SUBDREN POSTERIOR CHIMENEA CON MATERIAL DRENANTE	m3	140.10	179.63	25,166.16
01.04.02	SUBDREN LATERAL CHIMENEA CON TUBERIA PERFORADA 6" (INC. COLCHON) m		138.00	265.88	36,691.44
01.05	ESTRUCTURA DE CONTENCIÓN				6,408.06
01.05.01	EXCAVACION DE MATERIAL SUELTO CON EQUIPO	m3	144.00	7.06	1,016.64
01.05.02	RELLENO CON ROCA AL PIE DEL TALUD (<2M)	m3	143.80	24.34	3,500.09
01.05.03	ACOMODO DE MATERIAL DE ENROCADO	m3	143.50	13.18	1,891.33
01.06	CONTROL DE EROSIÓN				247,026.87
01.06.01	EXCAVACION DE ZANJAS PARA ANCLAJE	m3	16.56	34.53	571.82
01.06.02	RELLENO DE LA ZANJA PARA ANCLAJE	m3	19.04	39.29	748.08
01.06.03	SUMINISTRO Y COLOCACION DE GEOMANTA	m2	2,760.00	16.28	44,932.80
01.06.04	RELLENO DE TOPSOIL CON EQUIPO	m3	2,760.00	71.62	197,671.20
01.06.05	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE PASTOS	ha	0.28	11,082.05	3,102.97
	Costo Directo				1,542,054.57

SON : UN MILLON QUINIENTOS CUARENTIDOS MIL CINCUENTICUATRO Y 57/100 NUEVOS SOLES

Análisis de precios unitarios

Presupuesto **0405015 MURO REFORZADO CON GEOSINTETICOS**
 Subpresupuesto **001 MURO REFORZADO CON GEOSINTETICOS** Fecha presupuesto **15/01/2021**
 Partida **01.01.01 TRAZO, NIVELACION Y REPLANTEO**

Rendimiento **m2/DIA** MO. **250.0000** EQ. **250.0000** Costo unitario directo por : m2 **3.79**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra						
0147000032	TOPOGRAFO	hh	1.0000	0.0320	26.42	0.85
0147010004	PEON	hh	3.0000	0.0960	16.76	1.61
2.46						
Materiales						
0229060001	YESO	kg		0.0100	3.81	0.04
0230990080	WINCHA	u		0.0025	25.42	0.06
0244010002	ESTACA DE MADERA	p2		0.0400	2.11	0.08
0.18						
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	2.46	0.07
0337020045	JALONES	he	2.0000	0.0640	4.23	0.27
0337020046	MIRA TOPOGRAFICA	he	2.0000	0.0640	4.23	0.27
0349880016	NIVEL OPTICO	hm	1.0000	0.0320	8.47	0.27
0349880020	ESTACION TOTAL CON PRISMAS	hm	1.0000	0.0320	8.47	0.27
1.15						

Partida **01.01.02 DESBROCE Y LIMPIEZA MANUAL**

Rendimiento **m3/DIA** MO. **1.0000** EQ. **1.0000** Costo unitario directo por : m3 **1,381.02**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra						
0147010004	PEON	hh	10.0000	80.0000	16.76	1,340.80
1,340.80						
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	1,340.80	40.22
40.22						

Partida **01.02.01 EXCAVACION PARA EXPLANACION DE MATERIAL SUELTO**

Rendimiento **m3/DIA** MO. **1,000.0000** EQ. **1,000.0000** Costo unitario directo por : m3 **4.11**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra						
0147010004	PEON	hh	2.0000	0.0160	16.76	0.27
0147010100	OPERARIO DE EQUIPO PESADO	hh	2.0000	0.0160	23.44	0.38
0.65						
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	0.65	0.02
0349040033	TRACTOR DE ORUGAS DE 140-160 HP	hm	1.0000	0.0080	200.00	1.60
0349040093	EXCAVADORA SOBRE ORUGAS 115-165 HP	hm	1.0000	0.0080	230.00	1.84
3.46						

Análisis de precios unitarios

Presupuesto	0405015 MURO REFORZADO CON GEOSINTETICOS			Fecha presupuesto	15/01/2021		
Subpresupuesto	001 MURO REFORZADO CON GEOSINTETICOS						
Partida	01.02.02	CONFORMACION Y COMPACTADO DEL RELLENO					
Rendimiento	m3/DIA	MO. 800.0000	EQ. 800.0000	Costo unitario directo por : m3			4.13
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
Mano de Obra							
0147010004	PEON	hh	2.0000	0.0200	16.76	0.34	
0.34							
Equipos							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	0.34	0.01	
0349030007	RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO 101-135HP 10-12 ton	hm	0.5000	0.0050	135.00	0.68	
0349040033	TRACTOR DE ORUGAS DE 140-160 HP	hm	1.0000	0.0100	200.00	2.00	
0349090000	MOTONIVELADORA DE 125 HP	hm	0.5000	0.0050	220.00	1.10	
3.79							
Partida	01.02.03	NIVELACION Y COMPACTACION DE LA SUB RASANTE					
Rendimiento	m2/DIA	MO. 4,000.0000	EQ. 4,000.0000	Costo unitario directo por : m2			0.92
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
Mano de Obra							
0147010004	PEON	hh	6.0000	0.0120	16.76	0.20	
0.20							
Equipos							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	0.20	0.01	
0349030007	RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO 101-135HP 10-12 ton	hm	1.0000	0.0020	135.00	0.27	
0349090000	MOTONIVELADORA DE 125 HP	hm	1.0000	0.0020	220.00	0.44	
0.72							
Partida	01.02.04	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE					
Rendimiento	m3/DIA	MO. 250.0000	EQ. 250.0000	Costo unitario directo por : m3			17.78
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
Mano de Obra							
0147010002	OPERARIO	hh	3.0000	0.0960	23.44	2.25	
2.25							
Equipos							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	2.25	0.07	
0348040034	CAMION VOLQUETE 12 m3	hm	2.0000	0.0640	135.60	8.68	
0349040007	CARGADOR SOBRE LLANTAS 80-95 HP 1.5-1.75 yd3	hm	1.0000	0.0320	211.86	6.78	
15.53							
Partida	01.03.01	INSTALACION DE GEOTEXTIL TEJIDO COMO REFUERZO DEL TALUD					
Rendimiento	m2/DIA	MO. 300.0000	EQ. 300.0000	Costo unitario directo por : m2			26.59
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
Mano de Obra							
0147010002	OPERARIO	hh	2.0000	0.0533	23.44	1.25	
0147010004	PEON	hh	4.0000	0.1067	16.76	1.79	
3.04							
Materiales							
0210000014	GEOTEXTIL TEJIDO DE 0.6 MM	m2		1.0500	16.95	17.80	
17.80							
Equipos							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	3.04	0.09	
0349040007	CARGADOR SOBRE LLANTAS 80-95 HP 1.5-1.75 yd3	hm	1.0000	0.0267	211.86	5.66	
5.75							

Análisis de precios unitarios

Presupuesto **0405015 MURO REFORZADO CON GEOSINTETICOS**
 Subpresupuesto **001 MURO REFORZADO CON GEOSINTETICOS** Fecha presupuesto **15/01/2021**
 Partida **01.04.01 SUBDREN POSTERIOR CHIMENEA CON MATERIAL DRENANTE**

Rendimiento **m3/DIA** MO. **25.0000** EQ. **25.0000** Costo unitario directo por : m3 **179.63**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra						
0147010002	OPERARIO	hh	2.0000	0.6400	23.44	15.00
0147010004	PEON	hh	3.0000	0.9600	16.76	16.09
31.09						
Materiales						
0205000043	GRAVA PARA DRENAJE	m3		1.0000	100.00	100.00
0210000015	GEOTEXTIL NO TEJIDO DE 270 g/m	m2		6.8500	6.95	47.61
147.61						
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	31.09	0.93
0.93						

Partida **01.04.02 SUBDREN LATERAL CHIMENEA CON TUBERIA PERFORADA 6" (INC. COLCHON)**

Rendimiento **m/DIA** MO. **25.0000** EQ. **25.0000** Costo unitario directo por : m **265.88**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra						
0147010002	OPERARIO	hh	2.0000	0.6400	23.44	15.00
0147010004	PEON	hh	3.0000	0.9600	16.76	16.09
31.09						
Materiales						
0205000043	GRAVA PARA DRENAJE	m3		1.6400	100.00	164.00
0210000015	GEOTEXTIL NO TEJIDO DE 270 g/m	m2		6.8500	6.95	47.61
0273010039	TUBERIA PVC-SAP C-5 DE 6" X 5M	m		1.0500	21.19	22.25
	TUBERIA PVC-SAL 2" X 3m					
233.86						
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	31.09	0.93
0.93						

Partida **01.05.01 EXCAVACION DE MATERIAL SUELTO CON EQUIPO**

Rendimiento **m3/DIA** MO. **300.0000** EQ. **300.0000** Costo unitario directo por : m3 **7.06**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra						
0147010004	PEON	hh	2.0000	0.0533	16.76	0.89
0.89						
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	0.89	0.03
0349040093	EXCAVADORA SOBRE ORUGAS 115-165 HP	hm	1.0000	0.0267	230.00	6.14
6.17						

Análisis de precios unitarios

Presupuesto	0405015	MURO REFORZADO CON GEOSINTETICOS					
Subpresupuesto	001	MURO REFORZADO CON GEOSINTETICOS					Fecha presupuesto 15/01/2021
Partida	01.06.03	SUMINISTRO Y COLOCACION DE GEOMANTA					
Rendimiento	m2/DIA	MO. 400.0000	EQ. 400.0000			Costo unitario directo por : m2	16.28
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
	Mano de Obra						
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	0.0200	23.44	0.47	
0147010004	PEON	hh	1.0000	0.0200	16.76	0.34	
						0.81	
	Materiales						
0265460033	PINES	u		4.2000	0.50	2.10	
0265460034	GEOMANTA P300	m2		1.0500	12.71	13.35	
						15.45	
	Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	0.81	0.02	
						0.02	
Partida	01.06.04	RELLENO DE TOPSOIL CON EQUIPO					
Rendimiento	m3/DIA	MO. 30.0000	EQ. 30.0000			Costo unitario directo por : m3	71.62
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
	Mano de Obra						
0147010004	PEON	hh	6.0000	1.6000	16.76	26.82	
						26.82	
	Materiales						
0238000003	TIERRA DE CULTIVO	m3		1.1000	40.00	44.00	
						44.00	
	Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	26.82	0.80	
						0.80	
Partida	01.06.05	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE PASTOS					
Rendimiento	ha/DIA	MO. 1.0000	EQ. 1.0000			Costo unitario directo por : ha	11,082.05
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
	Mano de Obra						
0147010004	PEON	hh	20.0000	160.0000	16.76	2,681.60	
						2,681.60	
	Materiales						
0205010039	MATAS DE PASTO NATIVO	m2		2,760.0000	3.00	8,280.00	
						8,280.00	
	Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	2,681.60	80.45	
0348130051	CAMION BARANDA 3 ton	hm	0.0500	0.4000	100.00	40.00	
						120.45	

Precios y cantidades de recursos requeridos por tipo

Obra **0405015** **MURO REFORZADO CON GEOSINTETICOS**
 Subpresupuesto **001** **MURO REFORZADO CON GEOSINTETICOS**
 Fecha **15/01/2021**
 Lugar **020105** **ANCASH - HUARAZ - INDEPENDENCIA**

Código	Recurso	Unidad	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
MANO DE OBRA					
0147000032	TOPOGRAFO	hh	88.3200	26.42	2,333.41
0147010002	OPERARIO	hh	2,024.2180	23.44	47,447.67
0147010004	PEON	hh	30,473.4228	16.76	510,734.57
0147010100	OPERARIO DE EQUIPO PESADO	hh	22.0800	23.44	517.56
					561,033.21
MATERIALES					
0205000043	GRAVA PARA DRENAJE	m3	366.4200	100.00	36,642.00
0205010039	MATAS DE PASTO NATIVO	m2	772.8000	3.00	2,318.40
0210000014	GEOTEXTIL TEJIDO DE 0.6 MM	m2	31,443.3000	16.95	532,963.94
0210000015	GEOTEXTIL NO TEJIDO DE 270 g/m	m2	1,904.9850	6.95	13,239.65
0229060001	YESO	kg	27.6000	3.81	105.16
0230990080	WINCHA	u	6.9000	25.42	175.40
0238000003	TIERRA DE CULTIVO	m3	3,036.0000	40.00	121,440.00
0244010002	ESTACA DE MADERA	p2	110.4000	2.11	232.94
0265460033	PINES	u	11,592.0000	0.50	5,796.00
0265460034	GEOMANTA P300	m2	2,898.0000	12.71	36,833.58
0273010039	TUBERIA PVC-SAP C-5 DE 6" X 5M	m	144.9000	21.19	3,070.43
	TUBERIA PVC-SAL 2" X 3m				
					752,817.50
EQUIPOS					
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO			17,060.46
0337020045	JALONES	he	176.6400	4.23	747.19
0337020046	MIRA TOPOGRAFICA	he	176.6400	4.23	747.19
0348040034	CAMION VOLQUETE 12 m3	hm	110.4000	135.60	14,970.24
0348080002	MOTOBOMBA 12 HP 4"	hm	4.7786	16.95	81.00
0348130051	CAMION BARANDA 3 ton	hm	0.1120	100.00	11.20
0349030007	RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO 101-135HP 10-12 ton	hm	10.5020	135.00	1,417.77
0349030073	COMPACTADORA VIBRATORIA TIPO PLANCHA 7 HP	hm	10.1540	15.00	152.31
0349040007	CARGADOR SOBRE LLANTAS 80-95 HP 1.5-1.75 yd3	hm	854.7582	211.86	181,089.07
0349040033	TRACTOR DE ORUGAS DE 140-160 HP	hm	28.5286	200.00	5,705.72
0349040093	EXCAVADORA SOBRE ORUGAS 115-165 HP	hm	14.8848	230.00	3,423.50
0349060020	RETROEXCAVADORA SOBRE ORUGAS 170-250 HP yd3	hm	4.7786	120.00	573.43
0349090000	MOTONIVELADORA DE 125 HP	hm	3.3120	220.00	728.64
0349880016	NIVEL OPTICO	hm	88.3200	8.47	748.07
0349880020	ESTACION TOTAL CON PRISMAS	hm	88.3200	8.47	748.07
					228,203.86
Total				S/.	1,542,054.57

GEOTEXTILES TEJIDOS

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS |

PROPIEDADES MECÁNICAS	NORMA	UNIDAD	T 1050	T 1400	T 1700	T 2100	T 2400	TR 3000	TR 4000	TR 6000
Método Grab Resistencia a la tensión Elongación	ASTM D4632	N (lb) %	730 (164) 20	950 (213) 16	990 (222) 17	1360 (306) 17	1519 (340) 17	2150 (484) 18	2540 (572) 19	3070 (691) 20
Método tira ancha Sentido longitudinal Elongación	ASTM D4595	kN/m %	19 22	24 21	25 16	35 19	42 21	60 23	72 24	122 19
Sentido transversal Elongación	ASTM D4595	kN/m %	19 14	25 15	27 13	37 14	43 15	58 16	64 17	127 18
Resistencia al punzonamiento	ASTM D4833	N (lb)	400 (90)	470 (106)	490 (110)	560 (126)	680 (153)	950 (213)	1100 (247)	1100 (247)
Método CBR Resistencia al punzonamiento	ASTM D6241	kN	2.9	3.4	3.6	5.0	5.5	8.0	8.1	12.0
Resistencia al rasgado trapezoidal	ASTM D4533	N (lb)	300 (67)	270 (61)	340 (76)	470 (106)	520 (117)	630 (142)	770 (173)	1611 (363)
Método Mullen Burst Resistencia al estallido	ASTM D3786	kPa (psi)	2302 (334)	2909 (422)	3088 (448)	3957 (574)	4653 (675)	6288 (912)	7074 (1026)	8100 (1174)

CONVENCIONES

ASTM: American Society for Testing and Materials.
N. A. No aplica.

La presente ficha técnica está vigente a partir de agosto de 2011. Geosistemas PAVCO se reserva el derecho de introducir las modificaciones de especificaciones que considere necesarias para garantizar la óptima calidad y funcionalidad de sus productos sin previo aviso. La información aquí contenida se ofrece gratis, es cierta y exacta a nuestro leal saber y entender; no obstante, todas las recomendaciones y sugerencias están hechas sin garantía, puesto que las condiciones de uso están fuera de nuestro control.

Los valores enunciados corresponden a los promedios estadísticos de los lotes de producción (valores típicos).

Los geotextiles son productos fotodegradables, no biodegradables, no deben ser incinerados y se debe disponer de ellos en forma adecuada.

Estos productos han sido manufacturados bajo los controles de calidad establecidos por un sistema de gestión de calidad que cumple con los requisitos ISO 9001:2008.

Para asesoría en diseño, proceso constructivo e instalación, favor contactar al Departamento de Ingeniería de Geosistemas PAVCO al correo ingenieriageosinteticos.amco@pavco.com.co

PROPIEDADES HIDRÁULICAS	NORMA	UNIDAD	T 1050	T 1400	T 1700	T 2100	T 2400	TR 3000	TR 4000	TR 6000
Tamaño de abertura aparente	ASTM D4751	mm (N.° Tamiz)	0.425 (40)	0.300 (50)	0.300 (50)	0.300 (50)	0.425 (40)	0.425 (40)	0.425 (40)	0.425 (40)
Permeabilidad	ASTM D4491	cm/s	1.2×10^{-2}	1.2×10^{-2}	1.2×10^{-2}	6.3×10^{-2}	5.3×10^{-2}	6.0×10^{-2}	8.1×10^{-2}	7.0×10^{-2}
Permitividad	ASTM D4491	s ⁻¹	0.30	0.20	0.17	0.66	0.55	0.55	0.62	1.20
Tasa de flujo	ASTM D4491	L/min/m ²	831	490	458	2100	1506	1513	1720	1900

PROPIEDADES FÍSICAS	NORMA	UNIDAD	T 1050	T 1400	T 1700	T 2100	T 2400	TR 3000	TR 4000	TR 6000
Espesor	ASTM D5199	mm	0.4	0.6	0.7	1.0	1.0	1.1	1.3	0.6
Resistencia UV @ 500 horas	ASTM D4355	%	>70	>70	>70	>70	>70	>70	>70	>70
Rollo ancho	Medido	m	3.85	3.85	3.85	3.85	3.85	3.85	3.85	3.75
Rollo largo	Medido	m	200	160	160	140	120	100	100	100
Rollo área	Calculado	m ²	770	616	616	539	462	385	385	375

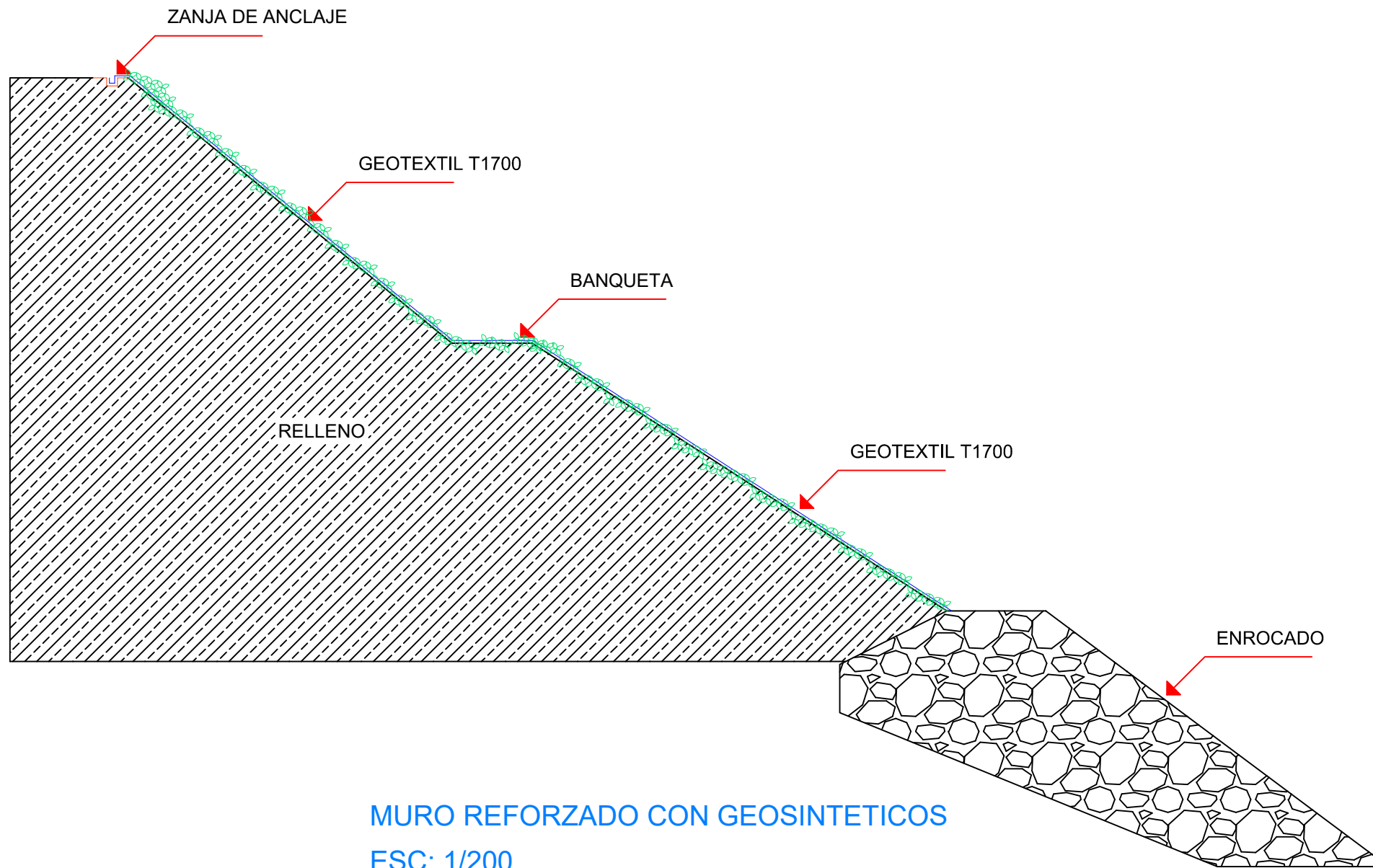
PROPIEDADES GEOTEXTIL	NORMA	UNIDAD	T 1050	T 1400	T 1700	T 2100	T 2400	TR 3000	TR 4000	TR 6000
Separación			✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Estabilización				✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Refuerzo					✓	✓	✓	✓	✓	✓

COLOMBIA: Oficina principal: Autopista Sur N.° 71-75 • Bogotá D. C., Colombia • Tel.: (571) 782 5100 • Fax: (571) 782 5013.
Servicio al cliente Bogotá: (571) 782 5100 Exts.: 3301 / 02 / 03 / 04 / 05 • Todo el país: 01 8000 912 286 - 01 8000 972 826.
Medellín: (574) 325 6660 • Cali: (572) 442 3444 • Barranquilla: (575) 375 8100.
E-mail: ingenieriageosinteticos.amco@pavco.com.co • www.pavco.com.co
PERÚ: Av. Separadora Industrial 2557, Ate • Lima, Perú • Tels.: (511) 627 6038 / 39 • Fax: (511) 627 6039.
E-mail: geosperu@mexichem.com

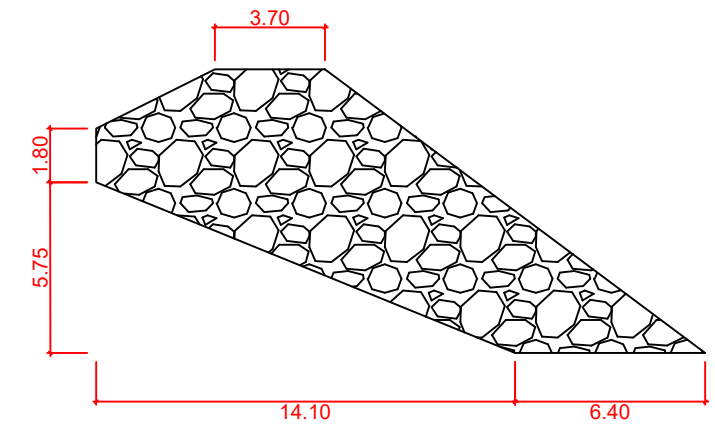
SEPTIEMBRE 2012 |

Geosistemas
PAVCO

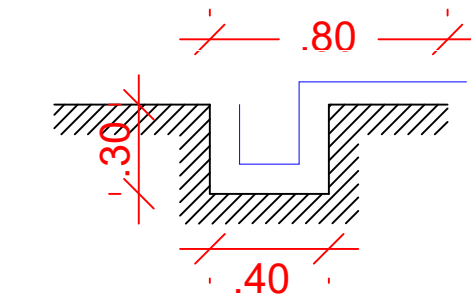
Mexichem.
SOLUCIONES INTEGRALES



MURO REFORZADO CON GEOSINTETICOS
ESC: 1/200



ENROCADO DEL PIE DE TALUD
ESC: 1/250



ZANJA DE ANCLAJE
ESC: 1/25

 **UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

PROYECTO :
"DETERMINACIÓN DEL FACTOR DE
SEGURIDAD PARA COMPARAR TÉCNICAS
DE ESTABILIZACIÓN DE TALUDES
UTILIZANDO GEO5 CASO: PARQUE EL
MILAGRO, HUARAZ, ÁNCASH, 2020"

PLANO DE :
MURO REFORZADO CON GEOSINTETICOS

Dibujo : G.M.C.M.
Escala : INDICADA

LAMINA :
MG-01

Región : ÁNCASH Provincia : HUARAZ Distrito : INDEPENDENCIA Lugar : PARQUE EL MILAGRO Fecha : NOVIEMBRE 2020

Anexo 11. Prueba de hipótesis estadística

Para el análisis se configuro la situación permanente con factor de seguridad 1.50.

Es decir:

F.S > 1.50. Condición estable

F.S < 1.50. Condición inestable

Planteamiento de la Hipotesis nula y alternativa

H₀: El promedio del factor de seguridad es mayor a 1.50 se considera estable.

H₁: El promedio del factor de seguridad es menor a 1.50 se considera inestable.

$$H_0: \bar{X} \geq \mu$$

$$H_1: \bar{X} < \mu$$

Estadísticas de muestra única

	N	Media	Desviación estándar	Media de error estándar
Factor de Seguridad	6	1,6617	,61717	,25196

Prueba de muestra única

	Valor de prueba = 1.50					
	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
					Inferior	Superior
Factor de Seguridad	,642	5	,549	,16167	-,4860	,8093

Grado de significancia: $\alpha = 0.05$

Significancia bilateral = 0.549 > α No se rechaza la hipótesis nula.