

FACULTAD DE INGENIERÍA



Carrera de Ingeniería de Minas

“ANÁLISIS GEOMECÁNICO Y GEOTÉCNICO APLICANDO
ESFUERZOS TOTALES EN LOS TALUDES DEL TRAMO KM
6+00 A 6+ 350 BAÑOS DEL INCA A LLACANORA”

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniero de Minas

Autores:

Gilmer Carrasco Alva
Rodrigo Urbina Vilchez

Asesor:

Ing. Mg. Shonel Miguel Cáceres Pérez

Cajamarca - Perú

2020

DEDICATORIA

A Dios y a mi familia, por haberme acompañado e iluminado a lo largo de todos mis años de estudio y por haberme dado fortaleza y salud para cumplir mis objetivos.

Carrasco Alva, Gilmer

A mis padres quienes con su amor, paciencia y esfuerzo me han permitido llegar a cumplir un sueño más y a Dios por darnos la vida y valentía para poder culminar este trabajo de investigación.

Urbina Vílchez, Rodrigo

AGRADECIMIENTO

Agradezco a la Universidad Privada del Norte por formarme íntegramente a lo largo del desarrollo académico de mi carrera, a los docentes que con su experiencia contribuyeron al fortalecimiento de mis competencias como ingeniero.

Carrasco Alva, Gilmer

Agradezco a mis profesores que estuvieron presentes apoyándonos de manera incondicional con sus conocimientos y enseñanzas para la realización de la presente tesis.

Urbina Vílchez, Rodrigo

TABLA DE CONTENIDOS

| | |
|--|-----------|
| DEDICATORIA | 2 |
| AGRADECIMIENTO | 3 |
| ÍNDICE DE TABLAS | 5 |
| ÍNDICE DE FIGURAS | 7 |
| RESUMEN | 8 |
| ABSTRACT | 9 |
| CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN | 10 |
| 1.1. Realidad problemática | 10 |
| 1.2. Formulación del problema | 12 |
| 1.3. Objetivos..... | 12 |
| 1.4. Hipótesis | 12 |
| CAPÍTULO II. METODOLOGÍA | 14 |
| 2.1. Tipo de investigación..... | 14 |
| 2.2. Población y muestra..... | 14 |
| 2.4. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos..... | 15 |
| 2.5. Procedimiento..... | 21 |
| CAPÍTULO III. RESULTADOS | 23 |
| 3.1. Datos Generales:..... | 23 |
| 3.2. Unidades Geomorfológicas..... | 24 |
| 3.3. Caracterización de macizo rocoso (Análisis general de todo el talud)..... | 28 |
| 3.4. Análisis de estabilidad..... | 35 |
| 3.5. Análisis de Mapeo Lineal a detalle..... | 48 |
| 3.6. Análisis de relleno..... | 51 |
| CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES | 58 |
| 4.1. Discusión | 58 |
| 4.2. Conclusiones..... | 59 |
| REFERENCIAS | 60 |
| ANEXOS | 62 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|--|----|
| Tabla 1: Grado de fracturación en función al RQD | 15 |
| Tabla 2: Grado de resistencia en función a los golpes de picota..... | 16 |
| Tabla 3: Resistencia de la roca | 16 |
| Tabla 4: Cálculo del RQD..... | 17 |
| Tabla 5: Separación de las discontinuidades..... | 17 |
| Tabla 6: Aberturas de las discontinuidades..... | 17 |
| Tabla 7: Continuidad o persistencia de las discontinuidades..... | 18 |
| Tabla 8: Rugosidad de las discontinuidades..... | 18 |
| Tabla 9: Relleno de las discontinuidades..... | 18 |
| Tabla 10: Alteración de las discontinuidades..... | 19 |
| Tabla 11. Tabla de clasificación para la determinación de los buzamientos con respecto al efecto relativo con relación al eje de la obra..... | 19 |
| Tabla 12. valoración para Taludes..... | 19 |
| Tabla 13. Cálculo de RMR..... | 20 |
| Tabla 24: Ubicación de puntos en UTM WGS84 ZONA 17..... | 22 |
| Tabla 15: Tramo de accesibilidad | 23 |
| Tabla 16: Grado de fracturación en función al RQD..... | 28 |
| Tabla 17: Grado de resistencia en función a los golpes de picota..... | 28 |
| Tabla 18: Resultados de USC (MPa)..... | 29 |
| Tabla 19: Parámetros geomecánicos..... | 29 |
| Tabla 20: Resistencia de la roca..... | 30 |
| Tabla 21: Cálculo del RQD..... | 30 |
| Tabla 22: Separación de las discontinuidades..... | 31 |
| Tabla 23: Aberturas de las discontinuidades..... | 31 |
| Tabla 24: Continuidad o persistencia de las discontinuidades..... | 31 |
| Tabla 25: Rugosidad de las discontinuidades..... | 32 |
| Tabla 26: Relleno de las discontinuidades..... | 32 |
| Tabla 27: Alteración de las discontinuidades..... | 32 |

| | |
|---|----|
| Tabla 28. Tabla de clasificación para la determinación de los buzamientos con respecto al efecto relativo con relación al eje de la obra..... | 33 |
| Tabla 29. valoración para Taludes..... | 33 |
| Tabla 30. Cálculo de RMR..... | 33 |
| Tabla 31. Resultados obtenidos de cada una de las estaciones | 34 |
| Tabla 32. Cuadro de Factor de seguridad del primer tramo..... | 35 |
| Tabla 33. Cuadro de Factor de seguridad del segundo tramo..... | 36 |
| Tabla 34. Cuadro de Factor de seguridad del tercer tramo..... | 36 |
| Tabla 35. Cuadro de Factor de seguridad del cuarto tramo..... | 37 |
| Tabla 36. Cuadro de Factor de seguridad del quinto tramo..... | 37 |
| Tabla 37. Valor de coeficiente sísmico recomendados en el análisis pseudoestatico..... | 42 |
| Tabla 38. Cuadro de Factor de seguridad del Primer tramo con coeficiente sísmico 1.5..... | 42 |
| Tabla 39. Cuadro de Factor de seguridad del segundo tramo con coeficiente sísmico 1.5..... | 43 |
| Tabla 40. Cuadro de Factor de seguridad del tercer tramo con coeficiente sísmico 1.5..... | 43 |
| Tabla 41. Cuadro de Factor de seguridad del cuarto tramo con coeficiente sísmico 1.5..... | 44 |
| Tabla 42. Cuadro de Factor de seguridad del quinto tramo con coeficiente sísmico 1.5..... | 44 |
| Tabla 43. Análisis de Mapeo lineal a detalle Tramo 01..... | 46 |
| Tabla 44. Análisis lineal a detalle de tramo 02..... | 47 |
| Tabla 45. Análisis lineal a detalle de tramo 03..... | 48 |
| Tabla 46. Análisis lineal a detalle de tramo 04..... | 49 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1. Población Global de zona de estudio | 13 |
| Figura 2. Muestra de una parte del Tramo de Talud..... | 14 |
| Figura 3. Ubicación zona de estudio: GEOCATMIN | 22 |
| Figura 4. Accesibilidad a la zona de estudio de zona de investigación en GEOCATMIN..... | 23 |
| Figura 5. Valle en U. Llacanora, “Fuente” Vargas 2018..... | 24 |
| Figura 6. Superficie de erosión en roca areniscas de la formación Farrat y Carhuaz “Fuente” Vargas 2018..... | 24 |
| Figura 6. Afloramiento en el acceso baños del inca a Llacanora..... | 26 |
| Figura 7. Afloramiento de areniscas cuarzosas..... | 27 |
| Figura 9. Perfil general del Talud a estudiar..... | 34 |
| Figura 10. Deslizamiento planar Software Dips..... | 38 |
| Figura 11. Deslizamiento en Circular Software Dips..... | 38 |
| Figura 12. Deslizamiento cuña software Dips..... | 39 |
| Figura 13. Deslizamiento pandeo software Dips..... | 39 |
| Figura 14. Derrumbe tipo vuelco software Dips..... | 40 |
| Figura 15. Rosette..... | 40 |
| Figura 16. Análisis de resistencia de roca en RocLab..... | 45 |

RESUMEN

El objetivo del presente estudio fue calcular el factor de seguridad aplicando esfuerzos totales en los taludes de la carretera Baños del Inca – Llacanora, esto quiere decir que nuestra investigación permitirá conocer si la zona es susceptible a deslizamientos por cualquier tipo de agente de movilidad que puede ser estático o dinámico dependiendo de los factores de las propiedades del material rocoso y la vulnerabilidad de cada espacio de relleno presente en el medio que conforma la formación de estos taludes. La población lo constituye los Taludes de la carretera Baños del Inca –Llacanora y la muestra vienen a ser Macizo rocoso de los Taludes del km 6 + 00 a km 6 + 350 de la carretera Baños del Inca – Llacanora. Entre el medio continuo las características de cada talud son diversas entre sí por diversos agentes de esfuerzos existentes con anterioridad o paleoesfuerzos que nos demuestran como eran los taludes y que paso luego para tomar la forma actual que las compone. Los resultados indican un tipo de roca moderadamente resistente (R3) a resistente (R4) ante un margen general inspeccionando todo el talud, pero cuando realizamos un mapeo lineal a detalle nos damos cuenta de más información que resulta enriquecedor para el conocimiento geotécnico y geomecánico, respectivamente; el factor de seguridad por tramos nos plantea que el 25 % del total del talud es inestable a agentes diversos como clima, sismicidad, meteorización y más. En conclusión, el factor de seguridad influye directamente en la estabilidad de taludes, se logró calcular el factor de seguridad de los taludes en el trayecto de la carretera Baños del Inca – Llacanora.

Palabras clave: Geotecnia, Geomecánica, Estabilidad, Sismicidad y Resistencia

ABSTRACT

The objective of the present study was to calculate the safety factor by applying total efforts on the slopes of the Baños del Inca - Llacanora highway, this means that our research will allow us to know if the area is susceptible to landslides by any type of mobility agent that can be static or dynamic depending on the factors of the properties of the rocky material and the vulnerability of each fill space present in the environment that makes up the formation of these slopes. The population is made up of the Slopes of the Baños del Inca –Llacanora road and the sample is the Rocky Massif of the Slopes from km 6 + 00 to km 6 + 350 of the Baños del Inca - Llacanora road. Among the continuous medium, the characteristics of each slope are different from each other due to different agents of previously existing forces or paleo-efforts that show us how the slopes were and what happened later to take the current form that composes them. The results indicate a type of rock that is moderately resistant (R3) to resistant (R4) before a general margin inspecting the entire slope, but when we carry out a detailed linear mapping we realize more information that is enriching for geotechnical and geomechanical knowledge. respectively; the safety factor for sections suggests that 25% of the total slope is unstable to various agents such as weather, seismicity, weathering and more. In conclusion, the safety factor directly influences the stability of slopes, it was possible to calculate the safety factor of the slopes on the route of the Baños del Inca - Llacanora highway.

Keywords: Geotechnics, Geomechanics, Stability, Seismicity and Resistance

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática

(Ochoa, 2016, pp.14) Señaló que “Los problemas de inestabilidad de taludes se hallan entre los fenómenos naturales más destructivos, lo cual representa una de las mayores amenazas para la vida y bienes materiales de la población” asimismo las obras de ingeniería en todo el mundo tienden a tener problemas con la estabilidad por los materiales usados o el tipo de falla que pre dispone, activados por fenómenos naturales que las hacen inestables.

(Núñez, 2018, pp.21). Mencionó “Cabe mencionar que existen muchos factores que provocan la inestabilidad del talud, aquellos factores se dividen en los que ocasionan la inestabilidad directamente con el talud como es la topografía, litología y la estructura del suelo. Por otro parte, están los factores indirectos, como la acción humana, sismos, precipitaciones, etc.” de tal manera que el problema de esta zona radica en que la zona de estudio presenta lugares inestables por factores ya mencionados y puestos en análisis mediante la capacidad de tensiones totales.

(Ávila, 2017, pp.14) Mencionó que “El diseño y la evaluación de la estabilidad física de taludes en un determinado sector de estudio, es vital para avalar la seguridad de las diferentes labores. Existe varias técnicas para evaluar la estabilidad en laderas y taludes: empíricos, modelos matemáticos y más desarrollados tecnológicamente”

Uno de los parámetros que ayudó en la evaluación de la estabilidad de estructuras es el factor de seguridad, cuyo resultado indicó cuán seguro es una determinada área de uso diverso, llámese para construcción civil, de vías, taludes, frentes de explotación, carreteras, espacios de uso agrícola y ganadero. Su determinación conllevó a establecer ciertas medidas de control ante las amenazas de carácter natural y artificial, lo cual puede traer secuelas no gratas para la sociedad, ambiente y economía.

(Arteaga, 2017, pp.18). Señaló que “Cabe mencionar que las evaluaciones y análisis de estabilidad se destinan al diseño de taludes cuando éstos presentan inconvenientes de

inestabilidad. Se debe elegir un factor de seguridad adecuado, muy dependiente de cada labor y de las condiciones del talud, junto con los aspectos de seguridad, costos de operación, riesgos que podrían producir su rotura, etc. Una patente importante indicó que el coeficiente de seguridad oscila de 1,5 a 2,0 para taludes”

El factor de seguridad del talud no solo radicó en la geometría global, sino en cada parte que engloba una falla la cual puede provocar un pronto deslizamiento y esto a su vez tapar parte de la carrera mitigando el pase vehicular.

(Escobar & Valencia, 2012, pp.8). Mencionó que “En la práctica de la ingeniería, es muy importante definir la estabilidad de un talud en términos de un Factor de Seguridad (F.S.), obtenido de un análisis matemático; cuyos modelos tienen en cuenta los factores que afectan la estabilidad, los cuales son: la geometría del talud, parámetros geológicos, cargas dinámicas por efectos sísmicos, filtraciones de agua, intemperismo,”

Los factores que establecieron el talud de la zona de estudio fueron los parámetros geológicos de carga dinámica como la filtración de agua y que el material rocoso que tiene es moderadamente resistente y débil en ciertas zonas, las cuales se tiene que dar una geometría determinada y analizar con este el factor de seguridad.

(Estaire & Olivenza, 2013, pp. 10) Describió que “Al respecto, el factor de seguridad resulta ser óptimo al reducir la resistencia al corte del terreno mediante la minoración paralela de los valores de cohesión y ángulo de rozamiento de los materiales implicados en el deslizamiento”. Los agentes que integraron estos materiales como cohesión y ángulo de rozamiento nos indicaron el factor de falla para luego asegurar el factor de seguridad de este talud sabiendo así la geometría y este cuan inestable es el talud.

(Rodrigo, 2017, 12) Mencionó que “presentó el factor de seguridad como la relación entre la resistencia al corte real, calculada del material en el talud y los esfuerzos de corte críticos que tratan de producir la falla, a lo largo de una superficie supuesta de posible falla”.

1.2. Formulación del problema

¿Cuál es la relación entre las propiedades geomecánicas y geotécnicas con la inestabilidad de los taludes del tramo km 6+00 a 6+ 350 de la carretera Baños del Inca a Llacanora?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Determinar la relación entre las propiedades geomecánicas y geotécnicas con la inestabilidad de los taludes del tramo km 6+00 a 6+ 350 de la carretera Baños del Inca a Llacanora.

1.3.2. Objetivos específicos

- Determinar las caracterizar el macizo rocoso que circunda el sector de estudio evaluando las propiedades de cada talud en el tramo km 6+00 a 6+ 350 Baños del Inca a Llacanora.
- Analizar la relación entre las propiedades del macizo rocoso y la inestabilidad de cada talud en del tramo km 6+00 a 6+ 350 Baños del Inca a Llacanora.
- Calcular el factor de seguridad de los taludes en el trayecto de la carretera Baños del Inca – Llacanora.

1.4. Hipótesis

1.4.1. Hipótesis general

Las propiedades geomecánicas y geotécnicas impactan directamente en la inestabilidad de los taludes del tramo km 6+00 a 6+ 350 de la carretera Baños del Inca a Llacanora.

1.4.2. Hipótesis específicas

- Existe una relación significativa entre las características del macizo rocoso que circunda el sector de estudio, evaluando las propiedades de cada talud en el tramo km 6+00 a 6+ 350 Baños del Inca a Llacanora.
- Existe una relación significativa al analizar la relación entre las propiedades del macizo rocoso y la inestabilidad de cada talud en del tramo km 6+00 a 6+ 350 Baños del Inca a Llacanora.

- Existe una relación significativa en el cálculo del factor de seguridad de los taludes en el trayecto de la carretera Baños del Inca – Llacanora mediante la aplicación de tensiones.

CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

2.1. Tipo de investigación

Esta investigación según su finalidad es “aplicativa” porque se usó la ciencia y la teoría, ya que se aplicó de manera directa en los casos prácticos reales, en razón, que se utilizó el factor de seguridad. En la investigación “descriptiva” se trabaja sobre la realidad de los hechos y su correcta interpretación (Sanca, 2011). En tal sentido, en el presente trabajo se tomó como base la información proporcionada por las diversas fuentes de información, respecto al factor de seguridad, estabilidad de taludes y tensiones totales. Se realizó con el propósito de resaltar uno o más puntos de un problema determinado además de encontrar la mejor manera de cómo enfocarlo (Sanca, 2011). Se enfocó principalmente en calcular el factor de seguridad, analizar las tensiones existentes para su posterior interpretación de estabilidad de taludes. Según el diseño de la investigación se divide en “No experimental”, porque no existe manipulación alguna de las variables (Huamán, 2017) y “Transversal”, porque los datos han sido tomados en un solo periodo de tiempo (Huamán, 2017).

2.2. Población y muestra (Materiales, instrumentos y métodos)

2.2.1. Población

Taludes de la carretera Baños del Inca – Llacanora



Figura 8: Población Global de zona de estudio

2.2.2. Muestra

Macizo rocoso de los Taludes del km 6 + 00 a km 6 + 350 de la carretera Baños del Inca a Llacanora



Figura 9: Muestra de una parte del Tramo de Talud.

2.3. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos

En campo se ha realizado la toma de datos como orientación de los taludes, resistencia de macizo rocoso, evaluación de la calidad de macizo rocoso, presencia de agua, y toma de muestras de diferentes puntos del sector de estudio. Se han usado como instrumentos: fichas de observación, fichas de campo, tablas geomecánicas.

Además, también se realizó la búsqueda de información de fuentes secundarias relacionadas con el tema en cuestión, además de la revisión documentaria de diversos autores que han desarrollado temas similares. El criterio de inclusión ha sido por los objetivos que están enfocados al cálculo del factor de seguridad y estabilidad de taludes, su enfoque de la realidad es bien conciso, en relación a la pregunta de investigación ¿Qué importancia tiene el análisis geomecánico y geotécnico aplicando tensiones totales en los taludes del tramo km 6+00 a 6+ 350 Baños del inca a Llacanora?, demás porque los resultados son claros y explícitos; además de presentar una metodología bien estructurada. La exclusión se ha hecho debido a que las fuentes no presentan resultados que apuntan con lo que se quiere lograr en el presente trabajo, por su cronología, pero en algunos no está completo el informe, en estos casos solo se presenta un índice o un resumen más no por completo, lo cual obstaculiza poder rescatar información selecta.

2.3.1. Técnicas e instrumentos de análisis de datos

Se utilizó una computadora Laptop para procesar los datos de campo y gabinete mediante los softwares mineros lográndose el análisis de los datos para obtener los planos que demuestren el comportamiento de los taludes. Los resultados tuvieron la consistencia y validez necesaria, debido a que las técnicas y análisis de datos fueron verificados adecuadamente, para que los planos temáticos, cuadros y gráficos muestren la realidad de la información de los taludes y plantear alternativas de solución con obras de ingeniería, necesarias para mantener estable la carretera en todo el trayecto de la carretera Baños del Inca a Llacanora.

a. Tablas de análisis para clasificación geomecánica

Tabla 1: Grado de fracturación en función al RQD

| Categoría | Calificación | Separación | Numero de fracturas | RQD (%) |
|-----------|------------------------------|-------------|---------------------|---------|
| F1 | Roca levemente fracturada | >200 cm | menos de 2 | > 90 |
| F2 | Roca fracturada | 60 - 200 cm | 2 a 6 | 75 - 90 |
| F3 | Roca muy fracturada | 20 - 60 cm | 6 a 12 | 50 - 75 |
| F4 | Roca Intensamente fracturada | 6 - 20 cm | 12 a 20 | 25 - 50 |
| F5 | Roca triturada | < 6cm | más de 20 | < 25 |

Fuente: ISRM (1981)

Tabla 2: Grado de resistencia en función a los golpes de picota

| Categoría | Calificación | Resistencia a la compresión | Equivalencia con golpes de picota |
|-----------|-------------------------------|-----------------------------|--|
| R6 | Roca muy resistente | >250 Mpa | Se astilla con golpes de picota |
| R5 | Roca resistente | 100 - 250 Mpa | Se rompe con varios golpes de picota |
| R4 | Roca moderadamente resistente | 50 - 100 Mpa | Se rompe con uno o dos golpes de picota |
| R3 | Roca suave | 25 - 50 Mpa | Se disgrega con golpes de picota y esta se indenta superficialmente |
| R2 | Roca muy suave | 5- 25 Mpa | |
| R1 | Roca extremadamente suave | 1 - 5 Mpa | Se rompe fácilmente con la mano y la picota se indenta profundamente |
| R0 | Roca excepcionalmente | 0,25 - 1 Mpa | |

Fuente: ISRM (1981)

b. Resistencia de la roca

Tabla 3: Resistencia de la roca

| Descripción | Resistencia a la compresión Simple | Ensayo de carga puntual (Mpa) | valoración |
|---------------------|------------------------------------|-------------------------------|------------|
| Extremadamente dura | > 250 | > 10 | 15 |
| Muy Dura | 100 – 250 | 4-10 | 12 |
| Dura | 50 – 100 | 2-4 | 7 |
| Moderadamente Dura | 25 – 50 | 1-2 | 4 |
| | 5-25 | | 2 |
| Blanda Muy Blanda | 1-5 | | 1 |
| | <1 | < 1 | 0 |

Fuente: Propia

1. RQD

Tabla 4: Cálculo del RQD

| Descripción del índice de calidad de roca | Valor del RQD (%) | Valoración |
|---|-------------------|------------|
| Muy podre | 0-25 | 3 |
| Podre | 25-50 | 8 |
| Regular | 50-75 | 13 |
| Buena | 75-90 | 17 |
| Excelente | 90-100 | 20 |

Fuente: Propia

2. SEPARACION DE LAS FICONTINUIDADES

Tabla 5: Separación de las discontinuidades

| Descripción | Espaciado de las juntas | Tipo de macizo rocoso | Valoración |
|----------------------|-------------------------|-----------------------|------------|
| Muy separadas | > 2 m | Solido | 20 |
| Separadas | 0.6 - 2 m | Masivo | 15 |
| Moderadamente juntas | 200 - 600 mm | En bloques | 10 |
| Juntas | 60 - 200 mm | Fracturado | 8 |
| Muy juntas | < 60 mm | Machado | 5 |

Fuente: propia

3. CONDICIONES DE LAS DISCONTINUIDADES

Tabla 6: Aberturas de las discontinuidades

| Grado | Descripción | Separación de las caras | Valoración |
|-------|-----------------------|-------------------------|------------|
| 1 | Abierta | > 5 mm | 0 |
| 2 | Moderadamente abierta | 1 - 5 mm | 1 |
| 3 | Cerrada | 0.1 - 1 mm | 4 |
| 4 | Muy cerrada | < 0.1 mm | 5 |
| 5 | Ninguna | 0 | 6 |

Fuente: propia

Tabla 7: Continuidad o persistencia de las discontinuidades

| Grado | Descripción | Continuidad d | Valoración n |
|-------|-------------|------------------|-----------------|
| 1 | Muy baja | < 1 m | 6 |
| 2 | Baja | 1-5 m | 4 |
| 3 | Media | 5 - 10 m | 2 |
| 4 | Alta | 10 - 20 m | 1 |
| 5 | Muy Alta | > 20 m | 0 |

Fuente: propia

Tabla 8: Rugosidad de las discontinuidades

| Grado | Descripción | Valoración n |
|-------|-----------------------|-----------------|
| 1 | Muy rugosa | 6 |
| 2 | Rugosa | 5 |
| 3 | Ligeramente rugosa | 3 |
| 4 | Lisa | 1 |
| 5 | Plana | 0 |

Fuente: Propia

Tabla 9: Relleno de las discontinuidades

| Grado | Descripción | Valoración |
|-------|------------------|------------|
| 1 | Blando > 5 mm | 0 |
| 2 | Blando < 5 mm | 2 |
| 3 | Duro > 5 mm | 2 |
| 4 | Duro < 5 mm | 4 |
| 5 | Ninguno | 6 |

Fuente: Propia

Tabla 60: Alteración de las discontinuidades

| Grado | Descripción | Valoración |
|-------|------------------------|------------|
| 1 | Descompuesta | 0 |
| 2 | Muy alterada | 1 |
| 3 | Moderadamente alterada | 3 |
| 4 | Ligeramente alterada | 5 |
| 5 | No alterada | 6 |

Fuente: Propia

Tabla 11.

Tabla de clasificación para la determinación de los buzamientos con respecto al efecto relativo con relación al eje de la obra.

| Dirección Perpendicular al Eje de la obra | | | | Dirección Paralelo al Eje de la obra | | Buzamiento 0°-20° Cualquier dirección |
|---|----------------|--------------------------|----------------|--------------------------------------|----------------|--|
| Excav. Con buzamiento | | Excav. Contra buzamiento | | Buz. 45° - 90° | Buz. 20° - 90° | |
| Buz. 45° - 90° | Buz. 20° - 90° | Buz. 45° - 90° | Buz. 20° - 90° | Buz. 45° - 90° | Buz. 20° - 90° | |
| Muy favorable | Favorable | Medio | Desfavorable | Muy desfavorable | Medio | Desfavorable |

Fuente: Propia

Tabla 12

valoración para Taludes

| Calificativo | valoración |
|------------------|------------|
| Muy favorable | 0 |
| Favorable | -5 |
| Medio | -25 |
| Desfavorable | -50 |
| Muy desfavorable | -60 |

Fuente: Propia

Tabla 13

Cálculo de RMR

| CLASE | CALIDAD | VALORACION RMR |
|-------|-----------|-------------------|
| I | Muy Buena | 100-81 |
| II | Buena | 80-61 |
| III | Media | 60-41 |
| IV | Mala | 40-21 |
| V | Muy mala | <20 |

Fuente: Propia

2.4. Procedimiento

1. Etapa de Gabinete

Esta etapa está conformada en dos fases: la primera comprende una planificación de tareas a realizar anexado a una recopilación de información y varios análisis de ortofoto e imágenes satelitales para un mejor estudio de estructuras geomorfológicas. La segunda fase lo conforma campañas de campo constituyendo un análisis e interpretaciones de los datos obtenidos en campo. El criterio de inclusión ha sido por los objetivos que están enfocados al cálculo del factor de seguridad y estabilidad de taludes, su enfoque de la realidad es bien conciso, en relación con la pregunta de investigación ¿Qué importancia tiene el análisis geotécnico aplicando esfuerzos totales en los taludes del tramo km 6+00 a 6+ 350 baños del inca a Llacanora?, demás porque los resultados son claros y explícitos; además de presentar una metodología bien estructurada. La exclusión se ha hecho debido a que las fuentes no presentan resultados que apuntan con lo que se quiere lograr en el presente trabajo, por su cronología, pero en algunos no está completo el informe, en estos casos solo se presenta un índice o un resumen más no por completo, lo cual obstaculiza poder rescatar información selecta.

Además, para elaborar esta tesis fue muy importante recolectar de documentos bibliográfico, publicaciones de organismos gubernamentales y afines de trabajo anteriores desarrollados en la zona de estudio, documentos asociados a esfuerzos que son implícitos en taludes; lo cual permitió determinar las limitaciones de la investigación y elaboración un adecuado plan de trabajo

2. Etapa de Campo

Consiste en realizar el reconocimiento de la zona y el área de influencia, realizando el cartografiado geológico de talud ubicado en la carretera Baños del Inca – Llacanora recolectando la información geológica, geotécnica y geomecánica para su análisis y evaluación

3. Etapa de Laboratorio

Las muestras tomadas en campo se analizaron en el laboratorio de mecánica de rocas de la Universidad Privada del Norte para hallar los parámetros físicos y mecánicos. Las muestras representativas fueron sometidas en el siguiente ensayo:

- Parámetros Geomecánico como resistencia a la compresión uniaxial.

4. Etapa Final

Con la información obtenida en las etapas anteriores, se procesó e interpretó gracias a softwares como: ArcGis 10.3, Dips V7, Roc Data v5 y Slide V7, con los cuales se logró obtener los mapas temáticos y finales. Pudiéndose terminar con la redacción del informe, siguiendo los lineamientos del formato de proyecto de tesis de la Universidad Privada del Norte.

CAPÍTULO III. RESULTADOS

3.1. Datos Generales:

3.1.1. Ubicación:

La zona de estudio tuvo como ubicación principal el kilómetro seis que tiene por puntos:

Tabla 74: Ubicación de puntos en UTM WGS84 ZONA 17

| PUNTO | NORTE | ESTE |
|-------|------------|-----------|
| 01 | 9203622.29 | 784192.33 |
| 02 | 9203617.86 | 784769.74 |
| 03 | 9203073.72 | 784761.93 |
| 04 | 9203074.59 | 784188.04 |

Fuente: Propia



Figura 10: Ubicación zona de estudio: GEOCATMIN

3.1.2. Accesibilidad:

La accesibilidad tiene dos puntos de acceso desde Cajamarca uno por la Baños del Inca y otro por Carretera a Jesús.

Tabla 15: Tramo de accesibilidad

| TRAMO | |
|--------------------------|--------|
| Carretera Baños del Inca | 20 min |
| Carretera Jesús | 25 min |

Fuente: Propia



Figura 11: Accesibilidad a la zona de estudio de zona de investigación en GEOCATMIN

3.2. Unidades Geomorfológicas

3.2.2. Valle

Este valle abarca gran parte del área de estudio, se ubica en la vertiente del río Chonta, está controlada por la falla Cajamarca.



Figura 12: Valle en U. Llacanora, “Fuente” Vargas 2018

En el área de estudio se han observado un tipo de superficie de erosión que está controlado por la composición de los macizos rocosos. Presenta colinas de pendientes medias a abruptas. Esta superficie de erosión se ha formado sobre rocas de composición clástica que poseen formas medias abruptas a diferencia en la parte inferior formas suaves debido a la composición de las rocas que son más susceptibles a los agentes de erosión (Vargas 2018).



Figura 6: Superficie de erosión en roca areniscas de la formación Farrat y Carhuaz “Fuente” Vargas 2018

En la zona de estudio afloran unidades litológicas sedimentarias del período Cretácico inferior. En la parte inferior está representado por la Formación Carhuáz (Ki-ca), que consta de una secuencia de niveles de areniscas, limolitas y lutitas, así mismo en la parte superior está la Formación Farrat (Ki-fa) que consta de secuencia de areniscas cuarzosas, ambas unidades son de un ambiente marino transicional

3.2.3. Grupo Goyllarisquizga

3.2.3.1. Formación Carhuáz (Ki – ca)

Esta unidad estratigráfica fue descrita por Benavides, en el año 1956 en su localidad típica situada en Carhuáz, Callejón de Huaylas.

En el área de estudio la formación Carhuáz está compuesta por una alternancia lutitas grises, limolitas amarillentas y areniscas de grano fino a grano medio conforme ocurre el paso transicional hacia la formación Farrat, presenta un espesor aproximado de 500m.

Edad y Correlación. Según los estudios realizados Quispe y Lagos, en el 2008 reportan que se han identificado la siguiente flora fósil. *Weichselia peruviana* Zeiller y *Pelcurdia* sp, que indica una edad Valanginiano– Hauteriviano (Aldana, 2008).

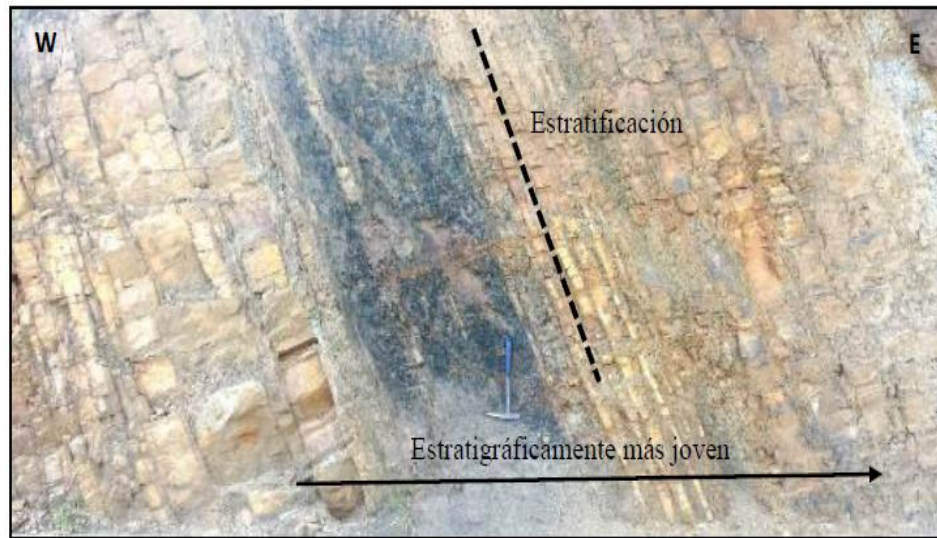


Figura 13: Afloramiento en el acceso baños del inca a Llacanora

3.2.3.2. Formación Farrat (Ki-fa)

Formación Farrat (Ki-fa). Su localidad tipo es la hacienda Farrat, donde tiene un grosor de 500 m. En el área de estudio se muestran en estratos delgados en la base y gruesos al tope. Consiste en areniscas de grano medio a grueso, cuarzosas y en algunos lugares presenta estratificación sesgada, por sus características de composición son resistentes a procesos de erosión por lo tanto casi siempre se presentan como formas de relieve positivo.

Edad y Correlación. Se le asigna una edad Aptiana Inferior según Reyes (1980).



Figura 14: Afloramiento de areniscas cuarzosas

3.3. Caracterización de macizo rocoso (Análisis general de todo el talud)

Existen dos formas para definir el comportamiento de una roca en rotura: mediante el estado de tensiones o mediante el de deformaciones. Normalmente se utiliza la primera de esta forma, se toma como resistencia de la roca la máxima tensión que ésta puede soportar. (González Vallejo, 2002). La caracterización de un macizo rocoso, es el acto que se refiere a la investigación geológica-geotécnica del medio rocoso; donde, la descripción de las características físico- mecánicas del macizo rocoso, es la fase inicial de esta investigación y, por otro lado, las características geológicas que condicionan el medio rocoso (litología, estratigrafía, estructuras, etc.). La recolección de datos para la caracterización del macizo rocoso se basa en medidas directas (mapeo geológico directo en superficie o subterráneo), medidas indirectas (técnicas geofísicas) y medidas puntuales (sondeos y ensayos). Su objetivo fue reconocer e identificar la mayor cantidad de datos relevantes de las características geológicas y geomecánicas. Una parte importante de la caracterización de los macizos rocoso, la constituye los sistemas de clasificación geomecánico (Luis Calle, 2014)

Tabla 16: Grado de fracturación en función al RQD

| Categoría | Calificación | Separación | Numero de fracturas | RQD (%) |
|-----------|------------------------------|--------------------|---------------------|----------------|
| F1 | Roca levemente fracturada | >200 cm | menos de 2 | > 90 |
| F2 | Roca fracturada | 60 - 200 cm | 2 a 6 | 75 - 90 |
| F3 | Roca muy fracturada | 20 - 60 cm | 6 a 12 | 50 - 75 |
| F4 | Roca Intensamente fracturada | 6 - 20 cm | 12 a 20 | 25 - 50 |
| F5 | Roca triturada | < 6cm | más de 20 | < 25 |

Fuente: ISRM (1981)

Tabla 17: Grado de resistencia en función a los golpes de picota

| Categoría | Calificación | Resistencia a la compresión | Equivalencia con golpes de picota |
|-----------|--------------------------------------|-----------------------------|--|
| R6 | Roca muy resistente | >250 Mpa | Se astilla con golpes de picota |
| R5 | Roca resistente | 100 - 250 Mpa | Se rompe con varios golpes de picota |
| R4 | Roca moderadamente resistente | 50 - 100 Mpa | Se rompe con uno o dos golpes de picota |
| R3 | Roca suave | 25 - 50 Mpa | Se disgrega con golpes de picota y esta se indenta superficialmente |
| R2 | Roca muy suave | 5- 25 Mpa | |
| R1 | Roca extremadamente suave | 1 - 5 Mpa | Se rompe fácilmente con la mano y la picota se indenta profundamente |
| R0 | Roca excepcionalmente | 0,25 - 1 Mpa | |

Fuente: ISRM (1981)

Tabla 18: Resultados de USC (MPa)

| N.º Muestras | Estación | Geometría de la | | Fuerza (KN) | Diámetro Ruptura (cm) | Diámetro Equivalent e (cm) | UCS (Mpa) | Grado de resistencia | Denominación de Resistencia de roca |
|-----------------|----------|-----------------|------------------|----------------|-----------------------------|----------------------------------|--------------|-------------------------|---|
| | | Muestra | | | | | | | |
| | | Largo (cm) | Diámetro (cm) | | | | | | |
| M-1 | E-1 | 8.00 | 6.30 | 50.00 | 6.27 | 6.28 | 98.88 | R4 | RESISTENTE |
| M-2 | E-2 | 9.50 | 6.30 | 3.00 | 6.28 | 6.29 | 18.48 | R2 | DEBIL |
| M-3 | E-3 | 9.00 | 6.30 | 42.00 | 6.28 | 6.29 | 82.42 | R4 | RESISTENTE |
| M-4 | E-4 | 8.20 | 6.30 | 24.00 | 6.26 | 6.28 | 48.50 | R3 | MODERADAMENTE RESISTENTE |
| M-5 | E-5 | 8.20 | 6.30 | 20.00 | 6.20 | 6.25 | 31.52 | R3 | MODERADAME NTE RESISTENTE |

Fuente: Datos tomados en campo

Deduciendo las propiedades mecánicas de las rocas sometidas a compresión a partir de las características de los cristales, partículas y material cementante que las componen y de las micro fisuras y otras discontinuidades de mayor rango existentes en ellas, es prácticamente imposible. Los ensayos de laboratorio para determinar dichas propiedades. Este ensayo sirve para determinar la resistencia a compresión uniaxial de una probeta cilíndrica de roca de altura entre el doble y el triple del diámetro. Normalmente estas probetas se obtienen a partir de testigos de sondeos. También obtenemos muestras a partir de bloques de roca mediante una sonda, en el laboratorio; la extracción de estos bloques en la mina o en la obra se debe llevar a cabo sin voladuras, ya que éstas pueden generar en la roca nuevas micro fisuras o aumentar las existentes, lo cual se traduciría en una pérdida de resistencia de las probetas que se obtengan de ellos.

Tabla 19: Parámetros geomecánicos

| ISRM | UCS (Mpa) | Termino | Valoración |
|-----------|--------------|---------------------------------|------------|
| R0 | 0.25.-1 | Extremadamente débil | 15 |
| R1 | 1-5 | Muy Débil | 12 |
| R2 | 5-25 | Débil | 7 |
| R3 | 25-50 | Moderadamente Resistente | 4 |
| R4 | 50-100 | Resistente | 2 |
| R5 | 100-250 | Muy Resistente | 1 |
| R6 | >250 Mpa | Extremadamente Resistente | 0 |

Fuente: Propia

Con lo obtenido se infiere que la calidad de roca es de regular (moderadamente resistente) a buena calidad (resistente). Para luego poder registrar cada muestra detallada en un cuadro resumen. Además, la clasificación Q está basado en una evaluación numérica de seis parámetros dados por la expresión:

3.3.2.1. Resistencia de la roca

Tabla 20: Resistencia de la roca

| Descripción | Resistencia a la compresión simple | Ensayo de carga puntual (Mpa) | valoración |
|---------------------------|------------------------------------|-------------------------------|------------|
| Extremadamente dura | > 250 | > 10 | 15 |
| Muy Dura | 100 – 250 | 4-10 | 12 |
| Dura | 50 – 100 | 2-4 | 7 |
| Moderadamente Dura | 25 – 50 | 1-2 | 4 |
| | 5-25 | | 2 |
| Blanda Muy | 1-5 | | 1 |
| Blanda | <1 | < 1 | 0 |

Fuente: Propia

3.3.2.2. RQD

Tabla 21: Cálculo del RQD

| Descripción del índice de calidad de roca | Valor del RQD (%) | Valoración |
|---|-------------------|------------|
| Muy podre | 0-25 | 3 |
| podre | 25-50 | 8 |
| Regular | 50-75 | 13 |
| Buena | 75-90 | 17 |
| Excelente | 90-100 | 20 |

Fuente: Propia

3.3.2.3. SEPARACION DE LAS FICONTINUIDADES

Tabla 22: Separación de las discontinuidades

| Descripción | Espaciado de las juntas | Tipo de macizo rocoso | Valoración |
|-----------------------------|-------------------------|-----------------------|------------|
| Muy separadas | > 2 m | Solido | 20 |
| Separadas | 0.6 - 2 m | Masivo | 15 |
| Moderadamente juntas | 200 - 600 mm | En bloques | 10 |
| Juntas | 60 - 200 mm | Fracturado | 8 |
| Muy juntas | < 60 mm | Machado | 5 |

Fuente: propia

3.3.2.4. CONDICIONES DE LAS DISCONTINUIDADES

Tabla 23: Aberturas de las discontinuidades

| Grado | Descripción | Separación de las caras | Valoración |
|----------|-----------------------|-------------------------|------------|
| 1 | Abierta | > 5 mm | 0 |
| 2 | Moderadamente abierta | 1 - 5 mm | 1 |
| 3 | Cerrada | 0.1 - 1 mm | 4 |
| 4 | Muy cerrada | < 0.1 mm | 5 |
| 5 | Ninguna | 0 | 6 |

Fuente: propia

Tabla 84: Continuidad o persistencia de las discontinuidades

| Grado | Descripción | Continuidad | Valoración |
|----------|-------------|--------------|------------|
| 1 | Muy baja | < 1 m | 6 |
| 2 | baja | 1-5 m | 4 |
| 3 | Media | 5 - 10 m | 2 |
| 4 | Alta | 10 - 20 m | 1 |
| 5 | Muy Alta | > 20 m | 0 |

Fuente: propia

Tabla 259: Rugosidad de las discontinuidades

| Grado | Descripción | Valoración |
|-------|------------------------|------------|
| 1 | Muy rugosa | 6 |
| 2 | Rugosa | 5 |
| 3 | Ligerament e rugosa | 3 |
| 4 | Lisa | 1 |
| 5 | Plana | 0 |

Fuente: Propia

Tabla 26: Relleno de las discontinuidades

| Grado | Descripción | Valoración |
|-------|---------------|------------|
| 1 | Blando > 5 mm | 0 |
| 2 | Blando < 5 mm | 2 |
| 3 | Duro > 5 mm | 2 |
| 4 | Duro < 5 mm | 4 |
| 5 | Ninguno | 6 |

Fuente: Propia

Tabla 2710: Alteración de las discontinuidades

| Grado | Descripción | Valoración |
|-------|----------------------------|------------|
| 1 | Descompuesta | 0 |
| 2 | Muy alterada | 1 |
| 3 | Moderadament e alterada | 3 |
| 4 | Ligeramente alterada | 5 |
| 5 | No alterada | 6 |

Fuente: Propia

Tabla 28.

Tabla de clasificación para la determinación de los buzamientos con respecto al efecto relativo con relación al eje de la obra.

| Dirección Perpendicular al Eje de la obra | | | | Dirección Paralelo al Eje de la obra | | Buzamiento 0°-20° Cualquier dirección |
|---|-------------------|-----------------------------|-------------------|--------------------------------------|-------------------|--|
| Excav. Con buzamiento | | Excav. Contra buzamiento | | Buz. 45° - 90° | Buz. 20° - 90° | |
| Buz. 45° - 90° | Buz. 20° - 90° | Buz. 45° - 90° | Buz. 20° - 90° | Buz. 45° - 90° | Buz. 20° - 90° | |
| Muy favorable | Favorable | Medio | desfavorable | Muy desfavorable | Medio | Desfavorable |

Fuente: Propia

Tabla 29.

valoración para Taludes

| Calificativo | valoración |
|---------------------|------------|
| Muy favorable | 0 |
| Favorable | -5 |
| Medio | -25 |
| Desfavorable | -50 |
| Muy desfavorable | -60 |

Fuente: Propia

Tabla 30

Cálculo de RMR

| CLASE | CALIDAD | VALORACION RMR |
|-------|-----------|-------------------|
| I | Muy Buena | 100-81 |
| II | Buena | 80-61 |
| III | Media | 60-41 |
| IV | Mala | 40-21 |
| V | Muy mala | <20 |

Fuente: Propia

Tabla 31

Resultados obtenidos de cada una de las estaciones

| Estación | humedad | Cohesión Mpa | Angulo de fricción | Factor de seguridad |
|----------|---------|-----------------|-----------------------|------------------------|
| E - 01 | Seco | 17.4 | 32 | 0.669 |
| E - 02 | Seco | 16.9 | 35 | 0.945 |
| E - 03 | Seco | 17.2 | 38 | 0.948 |
| E - 04 | Seco | 19 | 43 | 1.191 |
| E - 05 | Humedad | 17.8 | 48 | 1.268 |

Fuente: Propia

3.4 Análisis de estabilidad

3.4.1. Estabilidad estática

Para un análisis de estabilidad de la zona de estudio es recomendable realizar un mapeo a detalle el cual nos va a facilitar conocer que zonas son inestables, además nos ayudara a entender que un talud no solo porque se ve a simple vista material rocoso podemos decir que es estable sino la geometría y las condiciones de propiedades del material y como se presenta en el ambiente por su formación en tensiones mediante su formación rocosa.

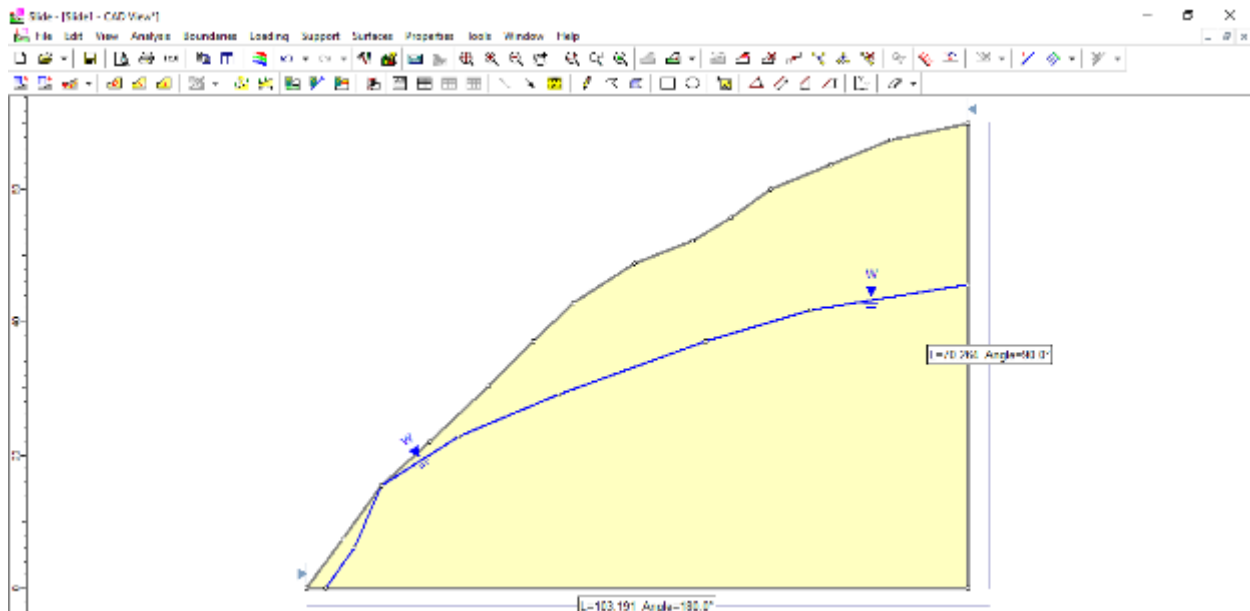


Figura 09. Perfil general del Talud a estudiar

EL perfil general del talud nos da una idea general que a simple vista es estable, pero el margen de reconocimiento en tensiones totales mediante un software, nos dirá la realizar así poder dar a conocer cuál debería ser su geometría adecuada para prevenir un daño futuro.

Las obras ingenieriles tienen como énfasis la tarea de arreglar estas zonas, por ello la importancia de una tesis que demuestre que dichas zonas no son lo que asumen, sino el mismo criterio de seguridad ante una estabilidad es importante para no perjudicar una carretera transitable.

Tramo 01: Valores Inestables del tramo inicial los cuales nos indica que con una cohesión de 17.4 KN/m² y un ángulo de fricción de 32° extraídos con la primera muestra de laboratorio tramo 6+0.00 a 6+70.

Tabla 32.

Cuadro de Factor de seguridad del primer tramo

| Nº | Metodo | F.S. |
|----|----------------------|------|
| 1 | Met. Fellenius | 0.87 |
| 2 | Met. J. Simplificado | 0.81 |
| 3 | M. Spencer | 0.88 |
| 4 | Met. Bishop | 0.87 |
| 5 | Met. M. Prince | 0.88 |

Fuente: Propia

El talud nos da como resultado vales de factor de seguridad menores a 1, esto nos dice que todo este tramo de carretera es inestable aun así re puede ver zonas humedad y con drenaje de agua superficial que es un agente que suscite una caída de material rocoso.

Las propiedades del material es una arenisca de grano medio la cual por sus tensiones en cristales son fáciles de inestabilizar esto nos conlleva a decir que se tiene que hacer una limpieza y reformular una geometría nueva de talud para así prevenir futuras caídas de rocas.

Tramo 02: Valores Inestables del tramo inicial los cuales nos indica que con una cohesión de 16.9 KN/m² y un ángulo de fricción de 35° extraídos con la primera muestra de lavatorio tramo 6+70 a 6+140.

Tabla 33

Cuadro de Factor de seguridad del segundo tramo

| Nº | Metodo | F.S. |
|----|----------------------|------|
| 1 | Met. Fellenius | 0.91 |
| 2 | Met. J. Simplificado | 0.92 |
| 3 | M. Spencer | 0.98 |
| 4 | Met. Bishop | 0.97 |
| 5 | Met. M. Prince | 0.98 |

Fuente: Propia

Tramo 3: Valores Inestables del tramo inicial los cuales nos indica que con una cohesión de 17.2 KN/m² y un ángulo de fricción de 38° extraídos con la primera muestra de lavatorio tramo 6+140 a 6+210.

Tabla 34

Cuadro de Factor de seguridad del tercer tramo

| Nº | Metodo | F.S. |
|----|----------------------|------|
| 1 | Met. Fellenius | 0.96 |
| 2 | Met. J. Simplificado | 0.96 |
| 3 | M. Spencer | 0.99 |
| 4 | Met. Bishop | 0.99 |
| 5 | Met. M. Prince | 0.99 |

Fuente: Propia

Tramo 4: Valores estables del tramo inicial los cuales nos indica que con una cohesión de 19 KN/m² y un ángulo de fricción de 43° extraídos con la primera muestra de laboratorio tramo 6+210 a 6+280.

Tabla 35

Cuadro de Factor de seguridad del cuarto tramo

| Nº | Metodo | F.S. |
|----|----------------------|-------|
| 1 | Met. Fellenius | 1.297 |
| 2 | Met. J. Simplificado | 1.3 |
| 3 | M. Spencer | 1.329 |
| 4 | Met. Bishop | 1.325 |
| 5 | Met. M. Prince | 1.328 |

Fuente: Propia

Tramo 5: Valores estables del tramo inicial los cuales nos indica que con una cohesión de 17.8 KN/m² y un ángulo de fricción de 48° extraídos con la primera muestra de laboratorio tramo 6+280 a 6+350.

Tabla 36

Cuadro de Factor de seguridad del quinto tramo

| Nº | Metodo | F.S. |
|----|----------------------|-------|
| 1 | Met. Fellenius | 1.426 |
| 2 | Met. J. Simplificado | 1.433 |
| 3 | M. Spencer | 1.493 |
| 4 | Met. Bishop | 1.486 |
| 5 | Met. M. Prince | 1.487 |

Fuente: Propia

Tipo de fallas que se pueden hallar en la zona de estudio

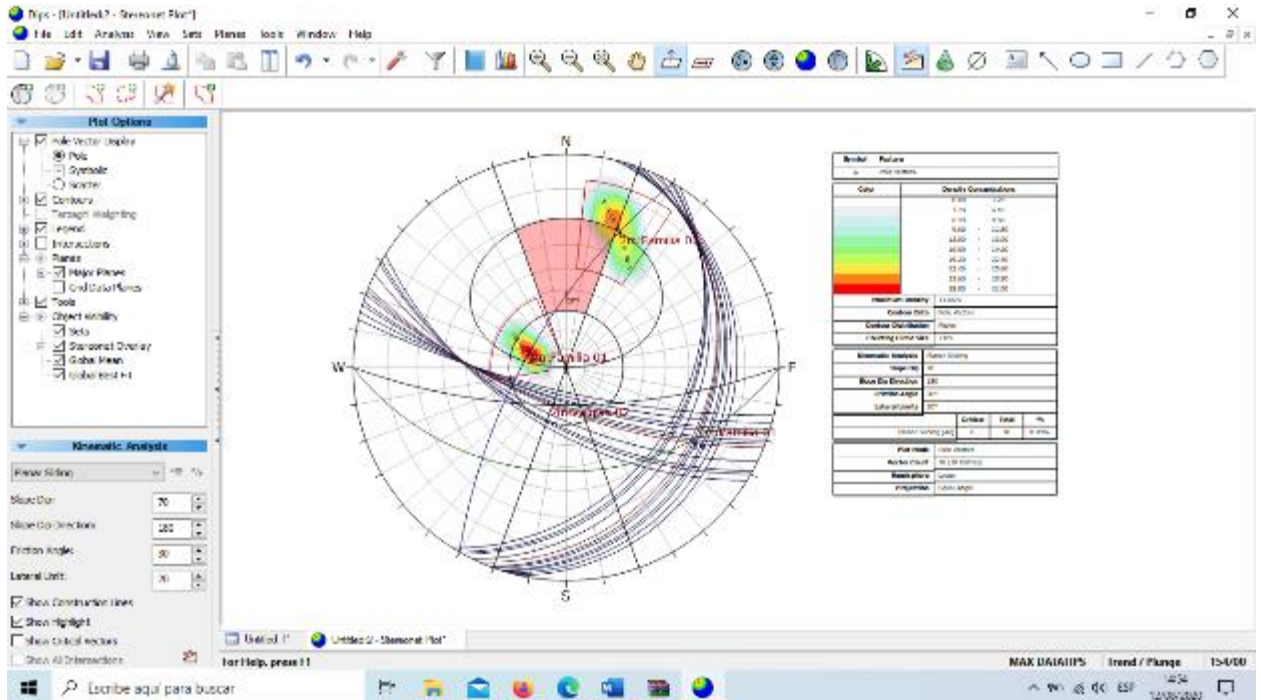


Figura 10. Deslizamiento planar Software Dips

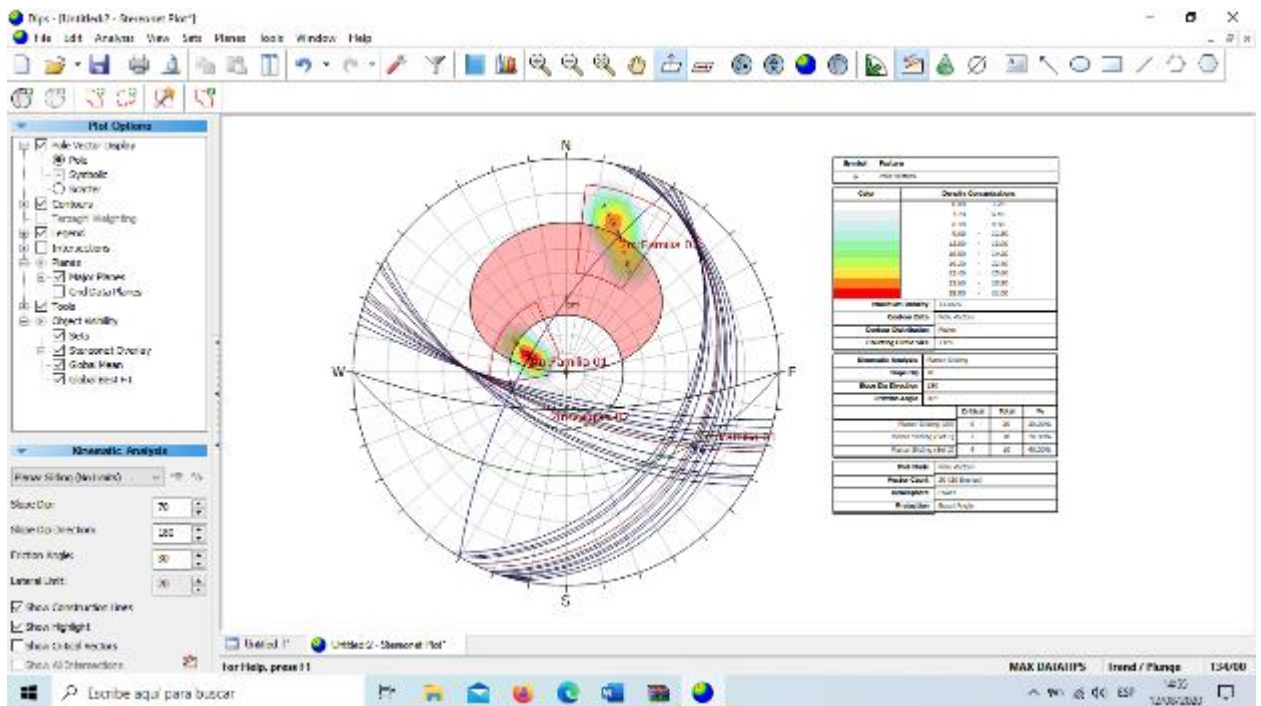


Figura 11. Deslizamiento en Circular Software Dips

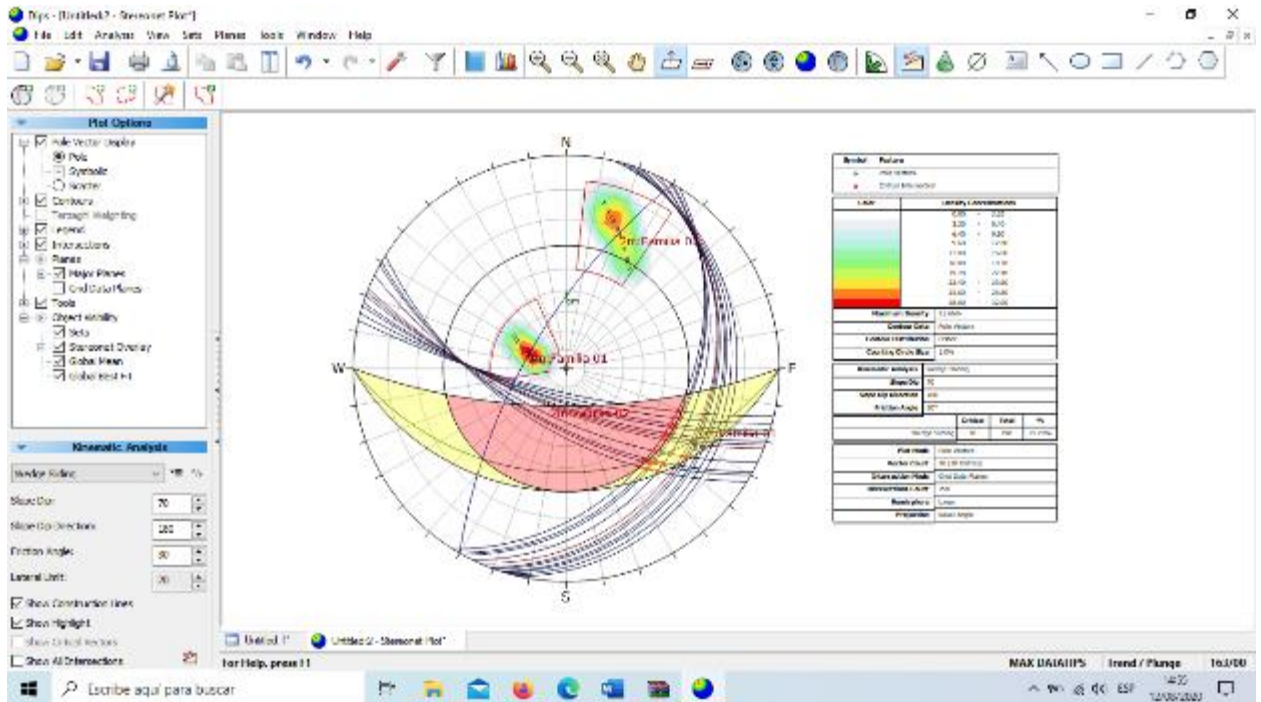


Figura 12. Deslizamiento cuña software Dips

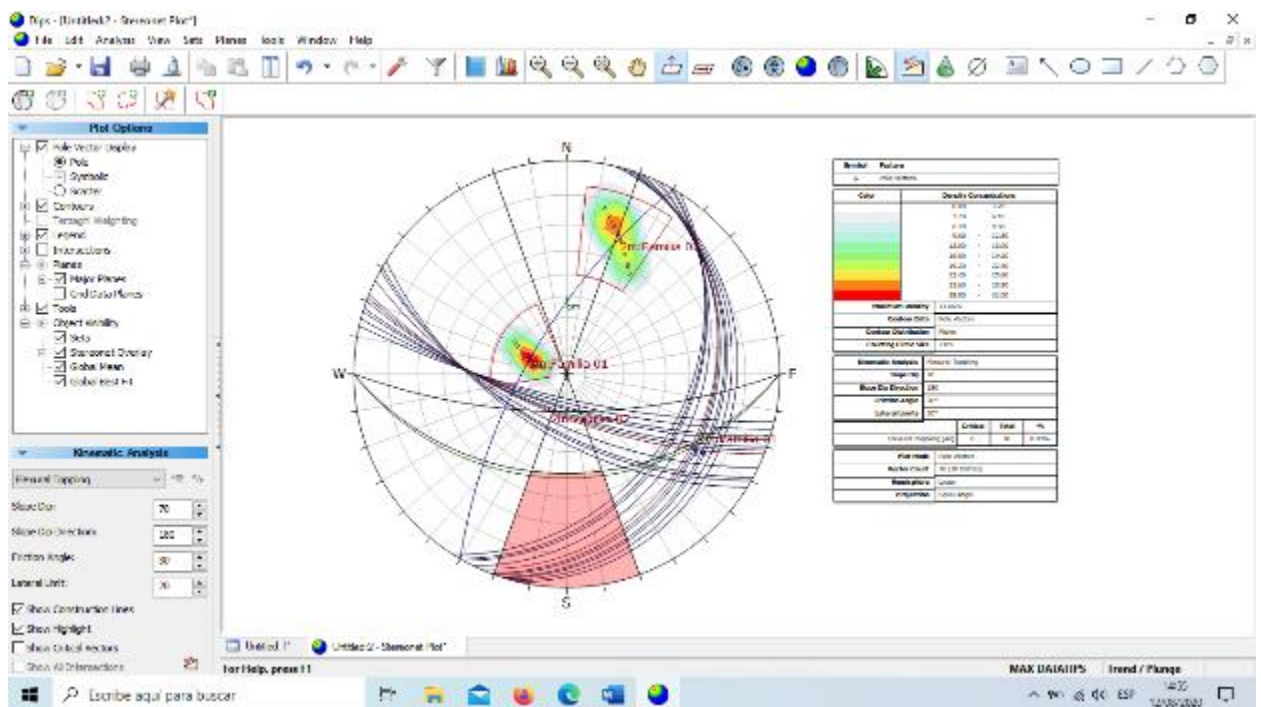


Figura 13. Deslizamiento pandeo software Dips

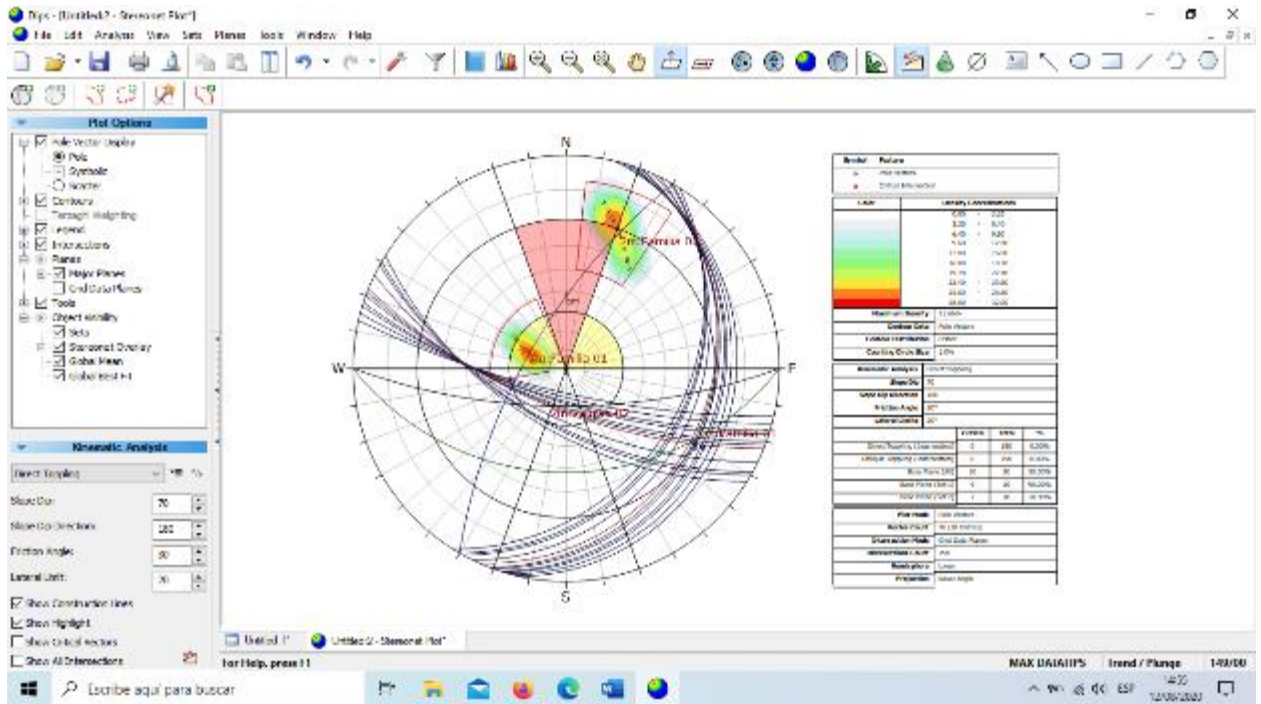


Figura 14. Derrumbe tipo vuelco software Dips

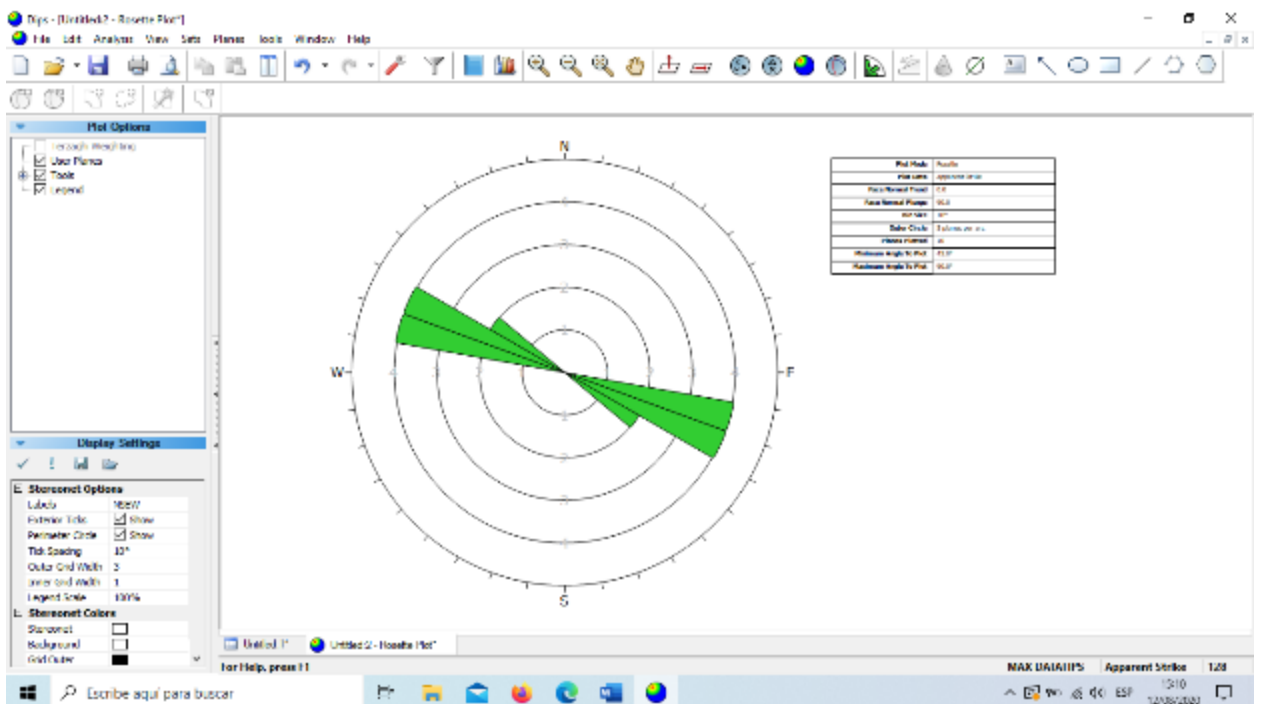


Figura 15. Rosette

3.4.2. Análisis pseudoestático

En la ciudad de Cajamarca en las últimas décadas no han ocurrido sismos de gran intensidad, sin embargo, debido a su formación geológica, naturaleza de sus suelos y presencia volcánica, existe una gran probabilidad de ocurrencia de sismos, cuyos efectos se amplificarían por las características de sus suelos, es por esto que se la considera zona de silencio sísmico. (Mosqueira 2012).

De acuerdo al Mapa de Zonificación Sísmica para el territorio peruano, la norma E-030 del Reglamento Nacional de Construcciones, la ciudad de Cajamarca está ubicada dentro de la zona de sismicidad III. El Estudio Mapa de Peligros de la ciudad de Cajamarca elaborado por el Instituto Nacional de Defensa Civil en el marco del convenio INDECI –PNUD-PER/02/051, ha identificado cuatro zonas sísmicas en función al análisis de las variables de aceleración, amplificación de ondas, factor de sitio y tiempo de recurrencia, determinando las variaciones de intensidades sísmicas en el área urbana de la ciudad. (INDECI –PNUD2005).

Se denomina vulnerabilidad al grado de daño que sufre una estructura debido a un evento sísmico de determinadas características. Se debe tener en cuenta que la vulnerabilidad sísmica de una estructura es una propiedad intrínseca a sí misma, y, además, es independiente de la peligrosidad del lugar ya que se ha observado en sismos anteriores que edificaciones de un tipo estructural similar sufren daños diferentes, teniendo en cuenta que se encuentran en la misma zona sísmica.

En otras palabras, una estructura puede ser vulnerable, pero no estar en riesgo si no se encuentra en un lugar con un determinado peligro sísmico o amenaza sísmica (Vizconde 2004).

Tabla 37

Valor de coeficiente sísmico recomendados en el análisis pseudoestático

| Coeficiente de sismicidad k | Observación |
|---|--|
| 0.1 | Sismo importante, FS >1 Sismo de gran magnitud FS |
| 0.15 | > 1 |
| 0.15 a 0.25 | Japon FS >1.0 |
| 0.05 a 0.15 | Estado de California |
| 0.1 para $\mu = 6.5$ | FS > 1.15 |
| 0.15 para $\mu = 8.5$ | |
| 1/3 a 1/2 de la aceleracion pico superficial | FS > 1.0 |
| 1/2 de la aceleracion pico superficial | FS > 1.0 y un 20% de reduccion de resistencia |

Fuente: J. Suarez

Tramo 01: Valores Inestables del tramo inicial los cuales nos indica que con una cohesión de 17.4 KN/m² y un ángulo de fricción de 32° extraídos con la primera muestra de laboratorio tramo 6+0.00 a 6+70, esfuerzo sísmico con coeficiente sísmico 0.15.

Tabla 38

Cuadro de Factor de seguridad del Primer tramo con coeficiente sísmico 1.5

| Nº | Metodo | F.S. |
|----|----------------------|-------|
| 1 | Met. Fellenius | 0.592 |
| 2 | Met. J. Simplificado | 0.593 |
| 3 | M. Spencer | 0.664 |
| 4 | Met. Bishop | 0.647 |
| 5 | Met. M. Prince | 0.666 |

Fuente: Propia

Tramo 02: Valores Inestables del tramo inicial los cuales nos indica que con una cohesión de 16.9 KN/m² y un ángulo de fricción de 35° extraídos con la primera muestra de lavatorio tramo 6+70 a 6+140, coeficiente sísmico 0.15.

Tabla 39

Cuadro de Factor de seguridad del segundo tramo con coeficiente sísmico 1.5

| Nº | Metodo | F.S. |
|----|----------------------|-------|
| 1 | Met. Fellenius | 0.885 |
| 2 | Met. J. Simplificado | 0.880 |
| 3 | M. Spencer | 0.928 |
| 4 | Met. Bishop | 0.915 |
| 5 | Met. M. Prince | 0.918 |

Fuente: Propia

Tramo 3: Valores Inestables del tramo inicial los cuales nos indica que con una cohesión de 17.2 KN/m² y un ángulo de fricción de 38° extraídos con la primera muestra de lavatorio tramo 6+140 a 6+210, coeficiente de sismicidad 0.15.

Tabla 40

Cuadro de Factor de seguridad del tercer tramo con coeficiente sísmico 1.5

| Nº | Metodo | F.S. |
|----|----------------------|-------|
| 1 | Met. Fellenius | 0.973 |
| 2 | Met. J. Simplificado | 1.017 |
| 3 | M. Spencer | 1.022 |
| 4 | Met. Bishop | 0.969 |
| 5 | Met. M. Prince | 1.003 |

Fuente: Propia

Tramo 4: Valores estables del tramo inicial los cuales nos indica que con una cohesión de 19 KN/m² y un ángulo de fricción de 43° extraídos con la primera muestra de laboratorio tramo 6+210 a 6+280, coeficiente de sismicidad 0.15.

Tabla 41

Cuadro de Factor de seguridad del cuarto tramo con coeficiente sísmico 1.5

| Nº | Metodo | F.S. |
|----|----------------------|-------|
| 1 | Met. Fellenius | 1.149 |
| 2 | Met. J. Simplificado | 1.440 |
| 3 | M. Spencer | 1.186 |
| 4 | Met. Bishop | 1.187 |
| 5 | Met. M. Prince | 1.187 |

Fuente: Propia

Tramo 5: Valores estables del tramo inicial los cuales nos indica que con una cohesión de 17.8 KN/m² y un ángulo de fricción de 48° extraídos con la primera muestra de laboratorio tramo 6+280 a 6+350, coeficiente de sismicidad 0.15.

Tabla 42

Cuadro de Factor de seguridad del quinto tramo con coeficiente sísmico 1.5

| Nº | Metodo | F.S. |
|----|----------------------|-------|
| 1 | Met. Fellenius | 1.356 |
| 2 | Met. J. Simplificado | 1.349 |
| 3 | M. Spencer | 1.448 |
| 4 | Met. Bishop | 1.369 |
| 5 | Met. M. Prince | 1.450 |

Fuente: Propia

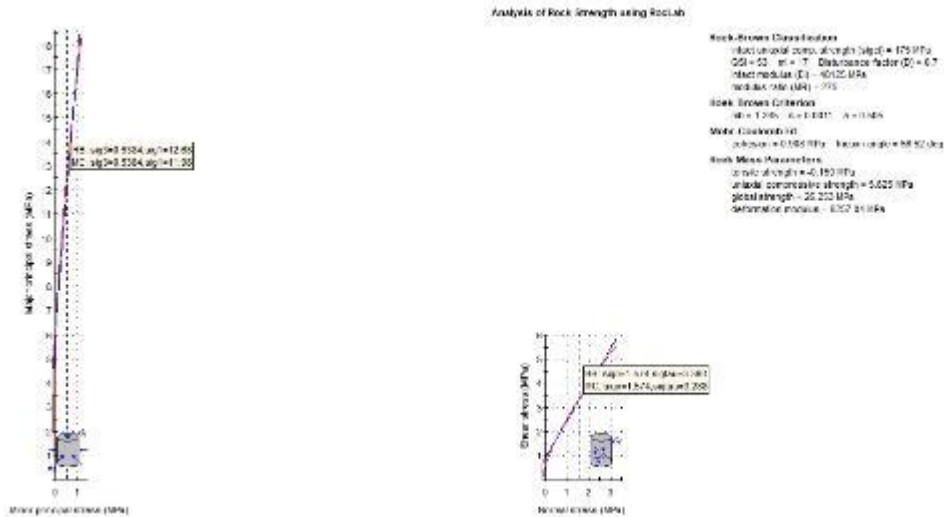
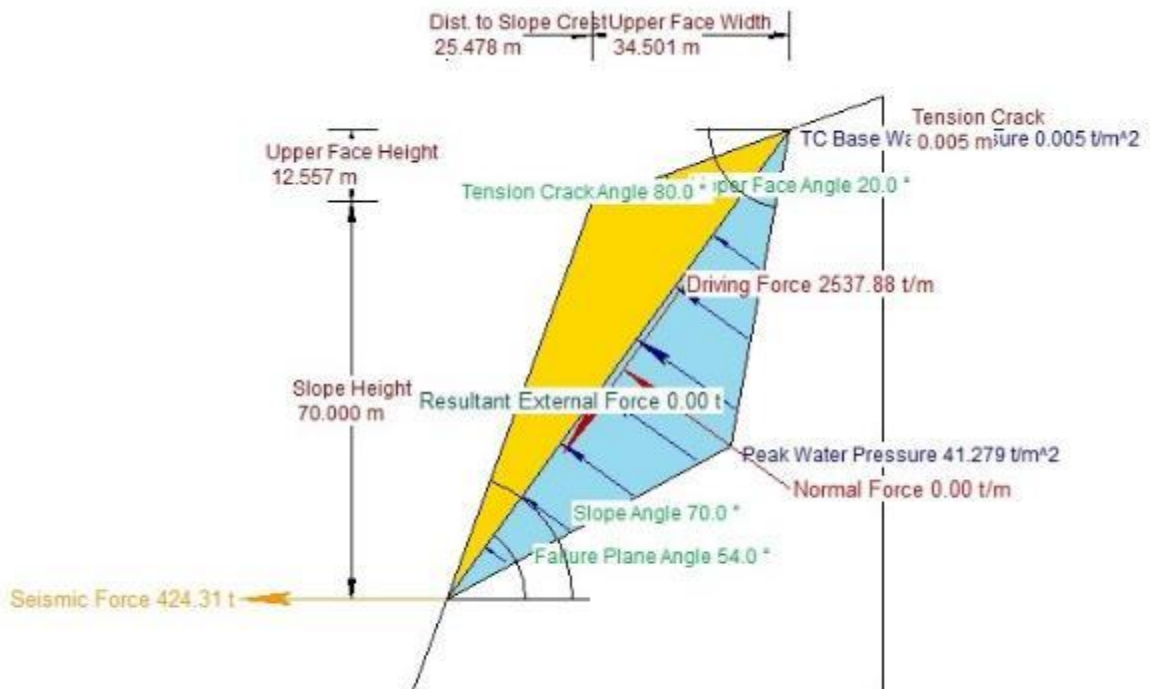


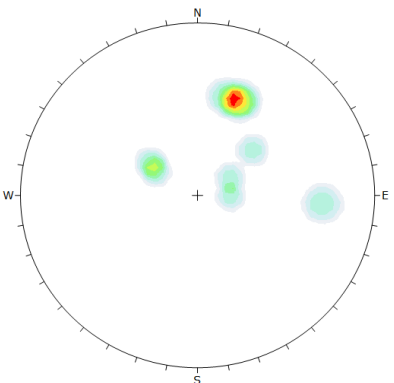


Figura 16. Análisis de resistencia de roca en RocLab



3.5. Análisis de Mapeo Lineal a detalle

Tabla 43.

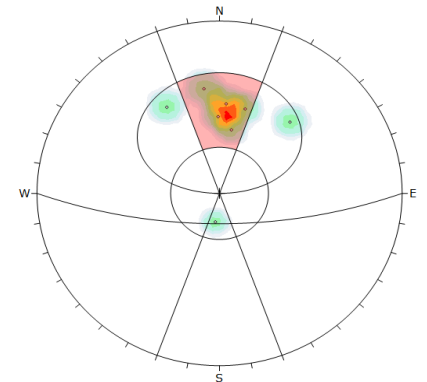

Análisis de Mapeo lineal a detalle Tramo 01.

| Nº Estacion | Orientacion de | | Area de la estacion | | Parametros | Valoracion del macizo rocoso (RMR 1889) | | | | | Valor | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|------------------------|----------------|---------------------|--|---|---|-------------------|---|-------------------|--|------------------------|---------------|-------------|----------------------|------|---------------------|------|------------|-------------|--------------|------------|----------|-------|------------|-------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--|--|--|
| | Azimet | Buzamiento | Longitud (m) | Altura (m) | | Rango de valores | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Tramo 01 | N85º | 93º | 50 | 70 | | Valor de Estimacion | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Tipo de Roca | Dureza "R" | RQD "%" | Agua | Sistem. Coord. | RESISTENCIA COMPRESIVA Dureza "R" | >250 Mpa (15) | 250-100MPa (12) | x | 100-50MPa (7) | 50-25MPa (4) | 25-5 (2) o 5-1 (0) | 51 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Arenisca | 5 | 76 | goteo | WGS84 | RQD | 90-100% (20) | 75-90% (17) | | 50-25% (8) | <25% (3) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Características de las discontinuidades | | | | | ESPACIAMIENTO | >2m (20) | 0,6-2m (15) | | 0,2-0,6m (10) | x | 0,06-0,2m (8) | | <0,06m (5) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Nº de familia | Dir. Buz. | Buzamiento | Nº de estructuras | Foto | PERSISTENCIA | < 1 m (6) | 1-3 m (4) | | 3-10m (2) | | 10-20 m (1) | | x | > 20 m | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | ABERTURA | cerrada (6) | <0.1 mm (5) | | 0.1-1.0 (4) | | 1-5 mm (1) | | x | > 5 mm | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | RUGOSIDAD | Muy rugosa (6) | Rugosa (5) | | Lig. Rugosa (3) | x | Lisa (1) | | | Espejo de falla | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | RELLENO | Limpio (6) | Duro < 5mm (4) | | Duro >5 mm (2) | x | Suave < 5 mm (1) | | | Suave > 5 mm | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | ALTERACION | sano (6) | Lig. Alterada (5) | x | Mod. Alterada (3) | | Muy Alterada (2) | | | Descompuesta | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | AGUA SUBTERRANEA | seco (15) | Humedo (10) | | Saturada (7) | | Goteo (4) | | x | Flujo (0) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | GSI | Valor total RMR | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | 100-81 | 80-61 | | 60-41 | | 40-21 | | 20-0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | MUY BUENA | II BUENA | | III REGULAR | | IV MALA | | V MUY MALA | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | x | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | Proyeccion esteografica de la estacion | | | | | Fotografia e la estacion | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | |  | | | | |  | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | <table border="1"> <thead> <tr> <th>Color</th> <th>Density Concentrations</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>0.00</td><td>0.00</td></tr> <tr><td>0.20</td><td>0.40</td></tr> <tr><td>0.40</td><td>0.80</td></tr> <tr><td>0.60</td><td>1.20</td></tr> <tr><td>0.80</td><td>1.60</td></tr> <tr><td>1.00</td><td>2.00</td></tr> <tr><td>1.20</td><td>2.40</td></tr> <tr><td>1.40</td><td>2.80</td></tr> <tr><td>1.60</td><td>3.20</td></tr> <tr><td>1.80</td><td>3.60</td></tr> <tr><td>2.00</td><td>4.00</td></tr> <tr><td>2.20</td><td>4.40</td></tr> <tr><td>2.40</td><td>4.80</td></tr> <tr><td>2.60</td><td>5.20</td></tr> <tr><td>2.80</td><td>5.60</td></tr> <tr><td>3.00</td><td>6.00</td></tr> </tbody> </table> | | | | | Color | Density Concentrations | 0.00 | 0.00 | 0.20 | 0.40 | 0.40 | 0.80 | 0.60 | 1.20 | 0.80 | 1.60 | 1.00 | 2.00 | 1.20 | 2.40 | 1.40 | 2.80 | 1.60 | 3.20 | 1.80 | 3.60 | 2.00 | 4.00 | 2.20 | 4.40 | 2.40 | 4.80 | 2.60 | 5.20 | 2.80 | 5.60 | 3.00 | 6.00 | | | |
| Color | Density Concentrations | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0.00 | 0.00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0.20 | 0.40 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0.40 | 0.80 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0.60 | 1.20 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0.80 | 1.60 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1.00 | 2.00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1.20 | 2.40 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1.40 | 2.80 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1.60 | 3.20 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1.80 | 3.60 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2.00 | 4.00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2.20 | 4.40 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2.40 | 4.80 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2.60 | 5.20 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2.80 | 5.60 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3.00 | 6.00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | <table border="1"> <tbody> <tr><td>Maximum Density</td><td>31.00%</td></tr> <tr><td>Center Circle</td><td>1000 meters</td></tr> <tr><td>Contour Distribution</td><td>100%</td></tr> <tr><td>Contour Circle Size</td><td>1.0%</td></tr> <tr><td>Grid Lines</td><td>1000 meters</td></tr> <tr><td>Vector Count</td><td>1/1 000000</td></tr> <tr><td>Horizaph</td><td>Level</td></tr> <tr><td>Projection</td><td>Equal Angle</td></tr> </tbody> </table> | | | | | Maximum Density | 31.00% | Center Circle | 1000 meters | Contour Distribution | 100% | Contour Circle Size | 1.0% | Grid Lines | 1000 meters | Vector Count | 1/1 000000 | Horizaph | Level | Projection | Equal Angle | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Maximum Density | 31.00% | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Center Circle | 1000 meters | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Contour Distribution | 100% | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Contour Circle Size | 1.0% | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Grid Lines | 1000 meters | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Vector Count | 1/1 000000 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Horizaph | Level | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Projection | Equal Angle | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | 274 | 70 | 10 |  | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 61 | 195 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 | 36 | 126 | 6 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 44 | 230 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 24 | 240 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3 | 62 | 205 | 8 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 21 | 273 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4 | 60 | 203 | 7 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 30 | 120 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Fuente: Propia

Tabla 44

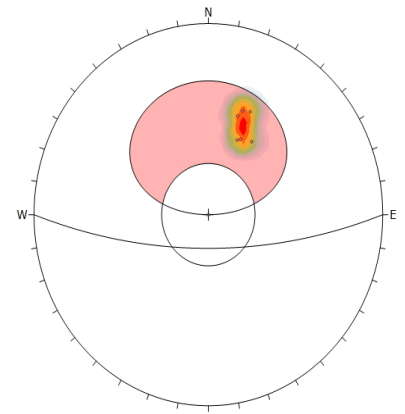

Análisis lineal a detalle de tramo 02

| Nº Estacion | Orientacion de | | Area de la estacion | | Parametros | Valoracion del macizo rocoso (RMR 1889) | | | | | Valor | | | |
|---|-------------------|------------------------|----------------------|-----------------------|---|---|-------------------|---|-------------------|--|--------------------|------------|------------|-----------------|
| | Azimut | Buzamiento | Longitud (m) | Altura (m) | | Rango de valores | | | | | | | | |
| Tramo 01 | N65º | 84º | 50 | 70 | | Valor de Estimacion | | | | | | | | |
| Tipo de Roca | Dureza "R" | RQD"%" | Agua | Sistem. Coord. | RESISTENCIA COMPRESIVA Dureza "R" | >250 Mpa (15) | 250-100MPa (12) | x | 100-50MPa (7) | 50-25MPa (4) | 25-5 (2) o 5-1 (0) | 42 | | |
| Arenisca | 5 | 46 | goteo | WGS84 | RQD | 90-100% (20) | 75-90% (17) | | 75-50% (13) | 50-25% (8) | x | | <25% (3) | |
| Caracterisctas de las discontinuidades | | | | | ESPACIAMIENTO | >2m (20) | 0,6-2m (15) | | 0,2-0,6m (10) | x | 0,06-0,2m (8) | | <0,06m (5) | |
| Nº de familia Dir. Buz. Buzamiento Nº de estructuras | 1 | 8 223 172 150 | 19 59 63 60 | 5 | PERSISTENCIA | < 1 m (6) | 1-3 m (4) | | 3-10m (2) | x | 10-20 m | | > 20 m | |
| | | | | | ABERTURA | cerrada (6) | <0.1 mm (5) | | 0.1-1.0 (4) | | 1-5 mm | | x | > 5 mm |
| | | | | | RUGOSIDAD | Muy rugosa (6) | Rugosa (5) | | Lig. Rugosa (3) | | Lisa | | x | Espejo de falla |
| | | | | | RELLENO | Limpio (6) | Duro <5mm (4) | | Duro >5 mm (2) | x | Suave < 5 mm | | | Suave > 5 mm |
| | | | | | ALTERACION | sano (6) | Lig. Alterada (5) | | Mod. Alterada (3) | | Muy Alterada (2) | | x | Descompuesta |
| | | | | | AGUA SUBTERRANEA | seco (15) | Humedo (10) | | Saturada (7) | | Goteo (4) | | x | Flujo (0) |
| | | | | | | | | | | Valor total RMR | 100-81 | | 80-61 | |
| | | | | | GSI | MUY BUENA | II BUENA | | III REGULAR | | IV MALA | V MUY MALA | | |
| | | | | | Proyeccion esteografica de la estacion | | | | | Fotografia e la estacion | | | | |
| | | | | |  | | | | |  | | | | |

Fuente: Propia

Tabla 45

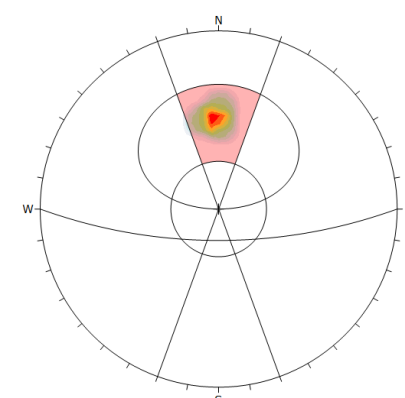

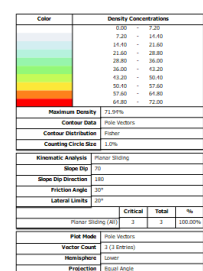
Análisis lineal a detalle de tramo 03

| Nº Estacion | Orientacion de | | Area de la estacion | | Parametros | Valoracion del macizo rocoso (RMR 1889) | | | | | Valor | | | |
|---|------------------|---------------|---------------------|-----------------------|---|---|-------------------|-------------|-------------------|--|--------------------|-----------|------------|-----------------|
| | Azimut | Buzamiento | Longitud (m) | Altura (m) | | Rango de valores | | | | | | | | |
| Tramo 01 | N85º | 64º | 50 | 70 | | Valor de Estimacion | | | | | | | | |
| Tipo de Roca | Dureza"R" | RQD"%" | Agua | Sistem. Coord. | RESISTENCIA COMPRESIVA Dureza "R" | >250 Mpa (15) | 250-100MPa (12) | x | 100-50MPa (7) | 50-25MPa (4) | 25-5 (2) o 5-1 (0) | 63 | | |
| Arenisca | 5 | 76 | goteo | WGS84 | RQD | 90-100% (20) | 75-90% (17) | x | 75-50% (13) | 50-25% (8) | <25% (3) | | | |
| Caracterisctas de las discontinuidades | | | | | ESPACIAMIENTO | >2m (20) | 0,6-2m (15) | | 0,2-0,6m (10) | x | 0,06-0,2m (8) | | <0,06m (5) | |
| Nº de familia | Dir. Buz. | Buzamiento | Nº de estructuras | | PERSISTENCIA | < 1 m (6) | 1-3 m (4) | x | 3-10m (2) | | 10-20 m | | > 20 m | |
| | | | | | ABERTURA | cerrada (6) | x | <0.1 mm (5) | | 0.1-1.0 (4) | | | 1-5 mm | |
| | | | | | RUGOSIDAD | Muy rugosa (6) | Rugosa (5) | | Lig. Rugosa (3) | | Lisa | | x | Espejo de falla |
| | | | | | RELLENO | Limpio (6) | Duro < 5mm (4) | x | Duro >5 mm (2) | | Suave < 5 mm | | | Suave > 5 mm |
| | | | | | ALTERACION | sano (6) | Lig. Alterada (5) | x | Mod. Alterada (3) | | Muy Alterada (2) | | | Descompuesta |
| | | | | | AGUA SUBTERRANEA | seco (15) | Humedo (10) | | Saturada (7) | | Goteo (4) | | x | Flujo (0) |
| | | | | | GSI | 100-81 | 80-61 | | 60-41 | | 40-21 | | | 20-0 |
| | | | | | | MUY BUENA | II BUENA | | III REGULAR | | IV MALA | | V MUY MALA | |
| | | | | | | | | x | | | | | | |
| | | | | | Proyeccion esteografica de la estacion | | | | | Fotografia e la estacion | | | | |
| 1 | 61 | 204 | 4 | |  | | | | |  | | | | |
| | 60 | 200 | | | | | | | | | | | | |
| | 57 | 198 | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 | 47 | 205 | 4 | | | | | | | | | | | |
| | 46 | 203 | | | | | | | | | | | | |
| | 49 | 213 | | | | | | | | | | | | |
| 3 | | | | | | | | | | | | | | |
| 4 | | | | | | | | | | | | | | |

Fuente: Propia

Tabla 46

Análisis lineal a detalle de tramo 04


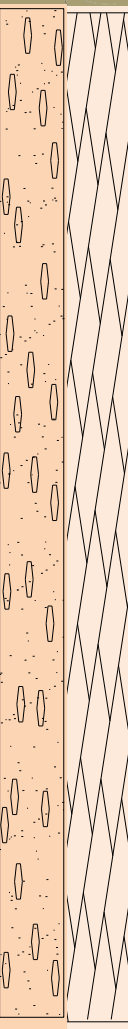

| Nº Estacion | Orientacion de | | Area de la estacion | | Parametros | Valoracion del macizo rocoso (RMR 1889) | | | | | Valor | | | |
|---|-------------------|----------------|---------------------|-----------------------|--|---|------------------------|-------------------|----------------------|--|---------------------------|------------|--------------|-----------------|
| | Azimet | Buzamiento | Longitud (m) | Altura (m) | | Rango de valores | | | | | | | | |
| Tramo 01 | N82º | 61º | 50 | 70 | | Valor de Estimacion | | | | | | | | |
| Tipo de Roca | Dureza"R" | RQD"%" | Agua | Sistem. Coord. | RESISTENCIA COMPRESIVA | >250 Mpa (15) | 250-100MPa (12) | x | 100-50MPa (7) | 50-25MPa (4) | 25-5 (2) o 5-1 (0) | 85 | | |
| Arenisca | 5 | 91 | goteo | WGS84 | RQD | 90-100% (20) | x | 75-90% (17) | 75-50% (13) | 50-25% (8) | <25% (3) | | | |
| Caracteristicas de las discontinuidades | | | | | ESPACIAMIENTO | >2m (20) | | 0,6-2m (15) | x | 0,2-0,6m (10) | 0,06-0,2m (8) | | <0,06m (5) | |
| Nº de familia Dir. Buz. Buzamiento Nº de estructuras | 181 182 169 | 59 49 53 | 4 | | PERSISTENCIA | < 1 m (6) | | 1-3 m (4) | x | 3-10m (2) | 10-20 m | | > 20 m | |
| | | | | | ABERTURA | cerrada (6) | x | <0.1 mm (5) | | 0.1-1.0 (4) | 1-5 mm | | > 5 mm | |
| | | | | | RUGOSIDAD | Muy rugosa (6) | | Rugosa (5) | | Lig. Rugosa (3) | Lisa | | x | Espejo de falla |
| | | | | | RELLENO | Limpio (6) | x | Duro < 5mm (4) | | Duro >5 mm (2) | Suave < 5 mm | | | Suave > 5 mm |
| | | | | | ALTERACION | sano (6) | x | Lig. Alterada (5) | | Mod. Alterada (3) | Muy Alterada (2) | | Descompuesta | |
| | | | | | AGUA SUBTERRANEA | seco (15) | x | Humedo (10) | | Saturada (7) | Goteo (4) | | Flujo (0) | |
| | | | | | GSI | Valor total RMR | | | | | | | | |
| | | | | | | 100-81 | | 80-61 | | 60-41 | 40-21 | 20-0 | | |
| | | | | | | MUY BUENA | | II BUENA | | III REGULAR | IV MALA | V MUY MALA | | |
| | | | | | | x | | | | | | | | |
| | | | | | Proyeccion esteografica de la estacion | | | | | Fotografia e la estacion | | | | |
| | | | | |  | | | | |  | | | | |
| | | | | |  | | | | | | | | | |

Fuente Propia

3.6. Análisis de relleno

REGISTRO DE EXCAVACION: CALICATA DE PLATAFORMA

| | |
|------------------|--|
| TESIS | : ANÁLISIS GEOMECÁNICO Y GEOTÉCNICO APLICANDO ESFUERZOS TOTALES EN LOS TALUDES DEL TRAMO KM 6+00 A 6+350 BAÑOS DEL INCA A LLACANORA |
| UBICACIÓN | : DIST. LOS BAÑOS DEL INCA, LLACANORA, PROV. CAJAMARCA, DPTO. CAJAMARCA |
| MUESTRA | : N°2 PROF. 3,50 |
| TESISTAS | : BACH. GILMER CARRASCO ALVA - BACH. RODRIGO URBINA VILCHEZ |
| FECHA | : AGOSTO DEL 2020 |

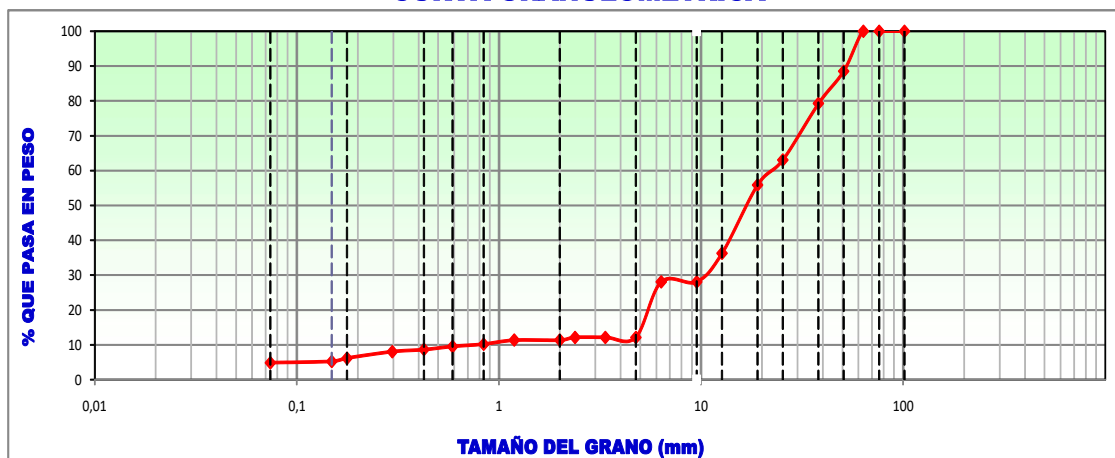
| UBICACIÓN : PERFORACION AL TIPO CIELO ABIERTO | CALICATA | | SIMBOLOGIA | CLASIF. | | CONSTANTES FISICAS | | | % Pasa Malla N° 200 |
|--|----------|---|--|----------|------|--------------------|-----|----|---------------------------|
| | MUESTRA | DESCRIPCION | | AASHTO | SUCS | L.L. | L.P | IP | |
| 0,20 | | Material orgánico de color marrón oscuro con cobertura vegetal pasto natural y plantas nativas de la zona | | | | | | | |
| 0,40 | |  <p>Formado por gravas mal graduadas mezclada con arenas y roca arenisca, disgregada, de color marrón claro amarillento beige con 87,8% de gravas de tamaño máximo de 2" con 7,3% de arena 3,49% de arena gruesa, 3,79% de arena fina y 4,9% de material fino, estos suelos son permeable a muy permeable con resistencia a la tubificación alta, y a la cortante alta, la compresibilidad es baja, susceptibilidad al agrietamiento no susceptible, susceptibilidad a la licuación no susceptibles, manejabilidad es muy buena</p> |  | A-1-a(0) | GP | 17,15 | NP | NP | 4,9 |
| 0,60 | | | | | | | | | |
| 0,80 | | | | | | | | | |
| 1,00 | | | | | | | | | |
| 1,40 | M-1 | | | | | | | | |
| 1,60 | | | | | | | | | |
| 2,00 | | | | | | | | | |
| 2,50 | | | | | | | | | |
| 3,00 | | | | | | | | | |
| 3,50 | | | | | | | | | |
|  <p>MUESTRA EXTRAIDA</p> | | | | | | | | | |

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (AASHTO T-27 ASTM D 422)

| | |
|------------------|--|
| TESIS | : ANÁLISIS GEOMECÁNICO Y GEOTÉCNICO APLICANDO ESFUERZOS TOTALES EN LOS TALUDES DEL TRAMO KM 6+00 A 6+350 BAÑOS DEL INCA A LLACANORA |
| UBICACIÓN | : DIST. LOS BAÑOS DEL INCA, LLACANORA, PROV. CAJAMARCA, DPTO. CAJAMARCA |
| MUESTRA | : N° 2 PROFUNDIDAD (m): 3,50 |
| TESISTAS | : BACH. GILMER CARRASCO ALVA - BACH. RODRIGO URBINA VILCHEZ |
| FECHA | : AGOSTO DEL 2020 |

| MALLAS SERIE AMERICANA | ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO - ASTM 422 | | | | | | CONTENIDO DE HUMEDAD (NORMA ASTM D 2216 / 4643) | | |
|------------------------------|---|--------------------------|------------------------|------------------------|-------------|-----------------------|--|---------------|---------|
| | ABERTURA (mm) | PESO RETENIDO (gr) | RET. PARCIAL (%) | RET. ACUMUL. (%) | PASA (%) | ESPECIFICA- CIONES | | | |
| 4" | 101,6 | | | | | | Numero de la Tara | S/N | |
| 3" | 76,200 | | | | | | Peso de la Tara | 8,7 | |
| 2 1/2" | 63,500 | | | | 100,0 | | Tara + Suelo Humedo | 512,6 | |
| 2" | 50,800 | 641,5 | 11,5 | 11,5 | 88,5 | | Tara + Suelo Seco | 486,5 | |
| 1 1/2" | 38,100 | 519,0 | 9,3 | 20,7 | 79,3 | | Peso del agua | 26,1 | |
| 1" | 25,400 | 906,0 | 16,2 | 36,9 | 63,1 | | Peso del suelo neto | 477,8 | |
| 3/4" | 19,050 | 402,0 | 7,2 | 44,1 | 55,9 | | % de Humedad | 5,46 | |
| 1/2" | 12,700 | 1.095,0 | 19,6 | 63,7 | 36,3 | | RESULTADOS DE ENSAYOS | | |
| 3/8" | 9,525 | 461,0 | 8,2 | 71,9 | 28,1 | | - LÍMITE LÍQUIDO (%) | : 17,15 | |
| 1/4" | 6,350 | - | | | | | - LÍMITE PLÁSTICO (%) | : NP | |
| N° 4 | 4,760 | 890,5 | 15,9 | 87,8 | 12,2 | | - ÍNDICE PLASTICIDAD (%) | : NP | |
| N° 6 | 3,360 | | | | | | - CLACIFICACIÓN SUCS | : GP | |
| N° 8 | 2,380 | | | | | | - CLACIFICACIÓN AASHTO | : A-1-a (0) | |
| N° 10 | 2,000 | 44,6 | 0,8 | 88,6 | 11,4 | | - % DE HUMEDAD | : 5,5 | |
| N° 16 | 1,190 | | | | | | DATOS DE LA MUESTRA | | |
| N° 20 | 0,840 | 66,8 | 1,2 | 89,8 | 10,2 | | - PESO TOTAL (gr) | : 5595,0 | 100,0 % |
| N° 30 | 0,590 | 35,1 | 0,6 | 90,5 | 9,5 | | - PESO GRAVA (gr) | : 4915,0 | 87,8 % |
| N° 40 | 0,426 | 48,7 | 0,9 | 91,3 | 8,7 | | - PESO ARENA (gr) | : 680,0 | 12,2 % |
| N° 50 | 0,297 | | | | | | - PESO FRACCIÓN (gr) | | |
| N° 80 | 0,177 | 104,9 | 1,9 | 93,8 | 6,2 | | | | |
| N° 100 | 0,149 | 50,7 | 0,9 | 94,7 | 5,3 | | | | |
| N° 200 | 0,074 | 21,5 | 0,4 | 95,1 | 4,9 | | | | |
| -200 | | 272,7 | 4,9 | | | | | | |

CURVA GRANULOMÉTRICA



LIMITES DE CONSISTENCIA (ASTM D423 - ASTM D424)

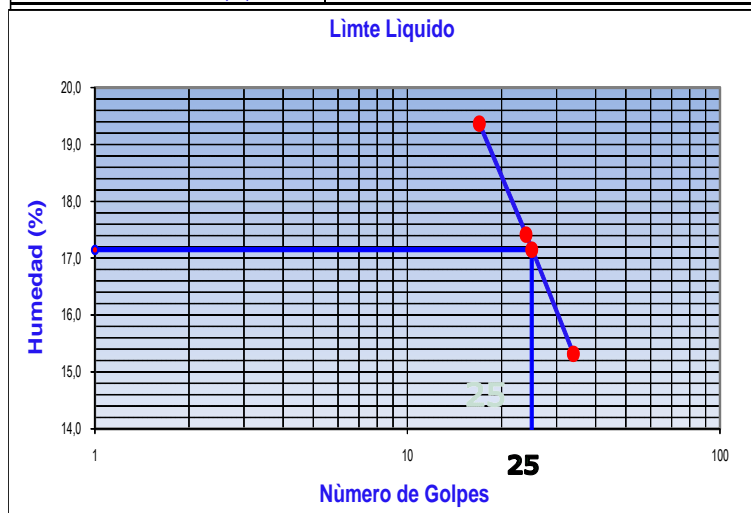
| | |
|------------------|---|
| TESIS | : ANÁLISIS GEOMECÁNICO Y GEOTÉCNICO APLICANDO ESFUERZOS TOTALES EN LOS TALUDES DEL TRAMO KM 6+00 A 6+350 BAÑOS DEL INCA A LLACANORA. |
| UBICACIÓN | : DIST. LOS BAÑOS DEL INCA, PROV. CAJAMARCA, DPTO. CAJAMARCA |
| MUESTRA | : N° 2 PROFUNDIDAD (m): 3,50 |
| TESISTAS | : BACH. GILMER CARRASCO ALVA - BACH. RODRIGO URBINA VILCHEZ |
| FECHA | : AGOSTO DEL 2020 |

LIMITE LIQUIDO ASTM D-423

| TARA N° | A | B | C |
|---------------------|--------------|--------------|--------------|
| N° DE GOLPES | 17 | 24 | 34 |
| TARA+SUELO HUMEDO | 61,53 | 66,18 | 64,27 |
| TARA+SUELO SECO | 54,02 | 58,86 | 58,19 |
| PESO DEL AGUA | 7,51 | 7,32 | 6,08 |
| PESO DE LA TARA | 15,23 | 16,82 | 18,49 |
| PESO DEL SUELO SECO | 38,79 | 42,04 | 39,70 |
| HUMEDAD (%) | 19,36 | 17,41 | 15,31 |

LIMITE PLASTICO ASTM D-424

| TARA N° | | | |
|-----------------------------|--------------------|--|--|
| TARA+SUELO HUMEDO | NO PLASTICO | | |
| TARA+SUELO SECO | NO PLASTICO | | |
| PESO DEL AGUA | NO PLASTICO | | |
| PESO DE LA TARA | NO PLASTICO | | |
| PESO DEL SUELO SECO | NO PLASTICO | | |
| HUMEDAD (%) | NO PLASTICO | | |
| HUMEDAD PROMEDIO (%) | NO PLASTICO | | |





| Limites de Consistencia | |
|-------------------------|--------------|
| Limite Liquido | 17,15 |
| Limite Plastico | NP |
| Indice Plastico | NP |

| Observaciones | |
|---------------|--|
| | |
| | |
| | |
| | |

REGISTRO DE EXCAVACION: CALICATA DE PLATAFORMA

| | |
|------------------|--|
| TESIS | : ANÁLISIS GEOMECÁNICO Y GEOTÉCNICO APLICANDO ESFUERZOS TOTALES EN LOS TALUDES DEL TRAMO KM 6+00 A 6+350 BAÑOS DEL INCA A LLACANORA |
| UBICACIÓN | : DIST. LOS BAÑOS DEL INCA, LLACANORA, PROV. CAJAMARCA, DPTO. CAJAMARCA |
| MUESTRA | : N° 1 PROF. 3,50 |
| TESISTAS | : BACH. GILMER CARRASCO ALVA - BACH. RODRIGO URBINA VILCHEZ |
| FECHA | : AGOSTO DEL 2020 |

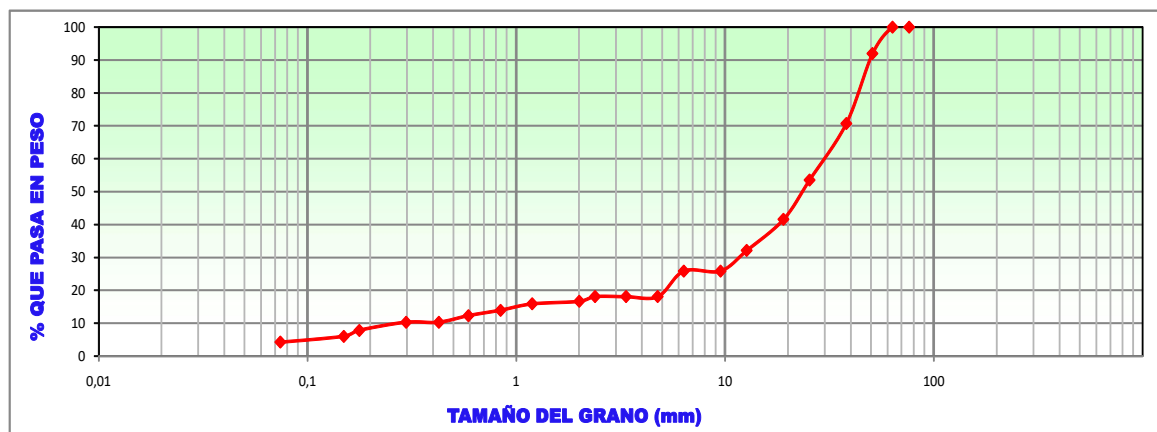
| UBICACIÓN : PERFORACION AL TIPO CIELO ABIERTO | CALICATA | | | SIMBOLOGIA | CLASIF. | | CONSTANTES FISICAS | | | % Pasa Malla N° 200 |
|--|----------|--|----------|------------|---------|------|--------------------|-----|----|---------------------------|
| | MUESTRA | DESCRIPCION | | | AASHTO | SUCS | L.L. | L.P | IP | |
| 0,20 | | Material orgánico de color marrón oscuro con cobertura vegetal pasto natural y plantas nativas de la zona | | | | | | | | |
| 0,40 | |  <p>Se encuentra formado por gravas mal graduadas, mezclada con arenas y roca arenisca disgregada, de color marrón claro amarillento beige con 81,9% de gravas de tamaño máximo de 2" con 13,84% de arena 7,79% de arena gruesa, 6,05% de arena fina y 4,3% de material fino, estos suelos son permeable a muy permeable con resistencia a la tubificación alta, y a la cortante alta, la comprensibilidad es baja, susceptibilidad al agrietamiento no susceptible, susceptibilidad a la licuación no susceptibles, manejabilidad es muy buena.</p> | | | | | | | | |
| 0,60 | | | | | | | | | | |
| 0,80 | | | | | | | | | | |
| 1,00 | | | | | | | | | | |
| 1,40 | M-1 | | | | | | | | | |
| 1,70 | | | A-1-a(0) | GP | 18,70 | NP | NP | 4,3 | | |
| 2,00 | | | | | | | | | | |
| 2,60 | |  <p style="text-align: center;">MUESTRA EXTRAIDA</p> | | | | | | | | |
| 3,00 | | | | | | | | | | |
| 3,50 | | | | | | | | | | |

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (AASHTO T-27 ASTM D 422)

| | |
|------------------|--|
| TESIS | : ANÁLISIS GEOMECÁNICO Y GEOTÉCNICO APLICANDO ESFUERZOS TOTALES EN LOS TALUDES DEL TRAMO KM 6+00 A 6+350 BAÑOS DEL INCA A LLACANORA |
| UBICACIÓN | : DIST. LOS BAÑOS DEL INCA, LLACANORA, PROV. CAJAMARCA, DPTO. CAJAMARCA |
| MUESTRA | : N° 1 PROFUNDIDAD (m): 3,50 |
| TESISTAS | : BACH. GILMER CARRASCO ALVA - BACH. RODRIGO URBINA VILCHEZ |
| FECHA | : AGOSTO DEL 2020 |

| MALLAS SERIE AMERICANA | ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO - ASTM 422 | | | | | | CONTENIDO DE HUMEDAD | | |
|------------------------------|---|--------------------------|------------------------|------------------------|-------------|-----------------------|------------------------------|-------|---------------------|
| | ABERTURA (mm) | PESO RETENIDO (gr) | RET. PARCIAL (%) | RET. ACUMUL. (%) | PASA (%) | ESPECIFICA- CIONES | | | |
| 4" | 101,6 | | | | | | Numero de la Tara | S/N | |
| 3" | 76,200 | | | | | | Peso de la Tara | 8,7 | |
| 2 1/2" | 63,500 | | | | 100,0 | | Tara + Suelo Humedo | 519,0 | |
| 2" | 50,800 | 321,5 | 8,0 | 8,0 | 92,0 | | Tara + Suelo Seco | 496,7 | |
| 1 1/2" | 38,100 | 850,7 | 21,2 | 29,2 | 70,8 | | Peso del agua | 22,3 | |
| 1" | 25,400 | 690,0 | 17,2 | 46,4 | 53,6 | | Peso del suelo neto | 488,0 | |
| 3/4" | 19,050 | 479,3 | 12,0 | 58,4 | 41,6 | | % de Humedad | 4,57 | |
| 1/2" | 12,700 | 380,4 | 9,5 | 67,9 | 32,1 | | RESULTADOS DE ENSAYOS | | |
| 3/8" | 9,525 | 250,6 | 6,2 | 74,1 | 25,9 | | LÍMITE LÍQUIDO (%) | : | 18,70 |
| 1/4" | 6,350 | | | | | | LÍMITE PLÁSTICO (%) | : | NP |
| N° 4 | 4,760 | 310,9 | 7,8 | 81,9 | 18,1 | | ÍNDICE PLASTICIDAD (%) | : | NP |
| N° 6 | 3,360 | | | | | | CLACIFICACIÓN SUCS | : | GP |
| N° 8 | 2,380 | | | | | | CLACIFICACIÓN AASHTO | : | A-1-a (0) |
| N° 10 | 2,000 | 56,8 | 1,4 | 83,3 | 16,7 | | % DE HUMEDAD | : | 4,6 |
| N° 16 | 1,190 | | | | | | DATOS DE LA MUESTRA | | |
| N° 20 | 0,840 | 78,6 | 2,0 | 86,0 | 14,0 | | - PESO TOTAL (gr) | : | 4010,0 100,0 % |
| N° 30 | 0,590 | 64,1 | 1,6 | 87,6 | 12,4 | | - PESO GRAVA (gr) | : | 3283,4 81,9 % |
| N° 40 | 0,426 | 81,4 | 2,0 | 89,7 | 10,3 | | - PESO ARENA (gr) | : | 726,6 18,1 % |
| N° 50 | 0,297 | | | | | | - PESO FRACCION (gr) | : | |
| N° 80 | 0,177 | 98,6 | 2,5 | 92,1 | 7,9 | | | | |
| N° 100 | 0,149 | 73,5 | 1,8 | 94,0 | 6,0 | | | | |
| N° 200 | 0,074 | 70,7 | 1,8 | 95,7 | 4,3 | | | | |
| -200 | | 171,5 | 4,3 | | | | | | |

CURVA GRANULOMÉTRICA



LIMITES DE CONSISTENCIA (ASTM D423 - ASTM D424)

| | |
|------------------|---|
| TESIS | : ANÁLISIS GEOMECÁNICO Y GEOTÉCNICO APLICANDO ESFUERZOS TOTALES EN LOS TALUDES DEL TRAMO KM 6+00 A 6+350 BAÑOS DEL INCA A LLACANORA. |
| UBICACIÓN | : : DIST. LOS BAÑOS DEL INCA, LLACANORA, PROV. CAJAMARCA, DPTO. CAJAMARCA |
| MUESTRA | : N° 1 PROFUNDIDAD (m): 3,50 |
| TESISTAS | : BACH. GILMER CARRASCO ALVA - BACH. RODRIGO URBINA VILCHEZ |
| FECHA | : AGOSTO DEL 2020 |

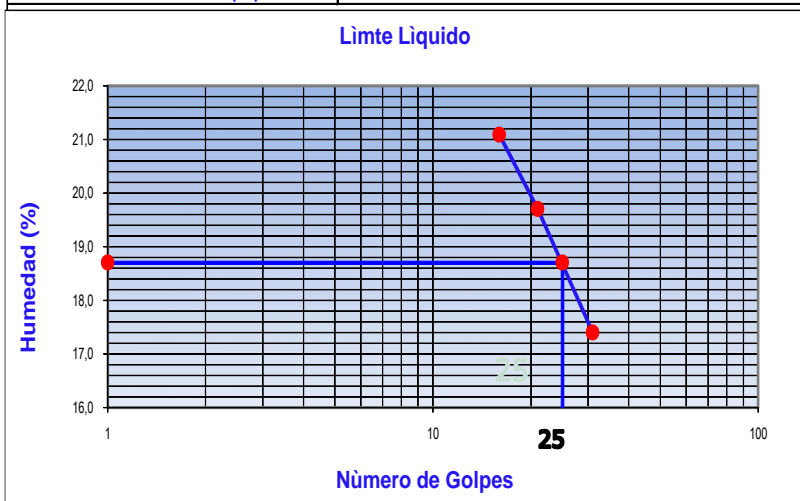
LIMITE LIQUIDO ASTM D-423

| TARA N° | I | II | III |
|---------------------|--------------|--------------|--------------|
| N° DE GOLPES | 16 | 21 | 31 |
| TARA+SUELO HUMEDO | 60,05 | 55,50 | 52,50 |
| TARA+SUELO SECO | 53,68 | 49,72 | 46,88 |
| PESO DEL AGUA | 6,37 | 5,78 | 5,62 |
| PESO DE LA TARA | 23,47 | 20,38 | 14,58 |
| PESO DEL SUELO SECO | 30,21 | 29,34 | 32,30 |
| HUMEDAD (%) | 21,09 | 19,70 | 17,40 |

LIMITE PLASTICO ASTM D-424

| TARA N° | | | |
|-----------------------------|--|--|--|
| TARA+SUELO HUMEDO | | | |
| TARA+SUELO SECO | | | |
| PESO DEL AGUA | | | |
| PESO DE LA TARA | | | |
| PESO DEL SUELO SECO | | | |
| HUMEDAD (%) | | | |
| HUMEDAD PROMEDIO (%) | | | |

NO PLASTICO



Límites de Consistencia

| | |
|-----------------|--------------|
| Limite Liquido | 18,70 |
| Limite Plastico | NP |
| Indice Plastico | NP |

Observaciones

| |
|--|
| |
| |
| |
| |

La zona de inestabilidad la cual está entre los tramos 01 – 02 de la muestra 01, está compuesta por suelo formado con gravas mal graduadas, mezclada con arena y roca arenisca, disgregada, de color marrón claro amarillento, estos tipos de suelos son permeable a muy permeables con resistencia de tubificación, la comprensibilidad es baja, susceptible a licuación, el límite liquido es 17.16 con una humedad superficial de 5,46.

En el Tramo 03 de la muestra 02, tiene un límite liquido de 18,70 con un porcentaje de humedad de 4,57 lo cual tienen un mayor porcentaje de gravas las cuales en tiempo de lluvia con la diferencia de finos es comporta inestable.

ENSAYOS A COMPRESION UNIAXIAL DE NUCLEOS O CORAZONES CILINDRICOS DE ROCA A.S.T.M. C 42M-13 / N.T.P. 339.059

| | |
|------------------|--|
| TESIS | : ANÁLISIS GEOMECÁNICO Y GEOTÉCNICO APLICANDO ESFUERZOS TOTALES EN LOS TALUDES DEL TRAMO KM 6+00 A 6+350 BAÑOS DEL INCA A LLACANORA |
| UBICACIÓN | : DIST. LOS BAÑOS DEL INCA, LLACANORA, PROV. CAJAMARCA, DPTO. CAJAMARCA |
| TESISTAS | : BACH. GILMER CARRASCO ALVA - BACH. RODRIGO URBINA VILCHEZ |
| FECHA | : AGOSTO DEL 2020 |

| N° | Fecha de ejecución del ensayo | Fecha de Rotura | N° días | Ø | Identificación | Area secc. Probeta C° Cm2 | Lectura del Dial | Resistencia máxima (Mpa) | F'c (Mpa) | % a la Compresión | Altura (cm) | Esbetuz (n/o) | F.C |
|----|-------------------------------|-----------------|---------|---|----------------|---------------------------|------------------|--------------------------|-----------|-------------------|-------------|---------------|------|
| 1 | 26/08/2020 | 28/08/2020 | 2 | 7 | MUESTRA 1 | 38,265 | 9250 | 241,736 | 210 | 115,11 | 14,20 | 2,03 | 1,00 |
| 2 | 26/08/2020 | 28/08/2020 | 2 | 7 | MUESTRA 2 | 38,265 | 8085 | 211,29 | 210 | 100,61 | 15,95 | 2,29 | 1,00 |

LOS ENSAYOS FUERON EJECUTADOS EN PRESENCIA DE LOS TESISTAS

El valor de la resistencia de cada muestra extraída del talud nos indica que la muestra numero 1 la cual pertenece a la los tramo del mapeo a detalle de los tramos 3 y 4 es más resistente que la muestra 2 la cual es del tramo 1 y 2, por ende; damos a conocer que el valor más alto y con el factor de seguridad más estable es de estos tramos porque no han sufrido esfuerzos secundarios se mantienen en toda tu extensión geomecánica y son más estables ante un movimiento por esfuerzos diversos.

CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSION

4.1 Discusión

- La presente investigación tuvo como objetivo el cálculo del factor de seguridad aplicando esfuerzos totales, por lo cual se analizó los diferentes métodos computacionales mas usados. Mediante esta investigación se logra demostrar que los taludes son susceptibles a cada esfuerzo que esta implícito en los agentes de inestabilidad.
- En las tablas se presentan los resultados de las características del macizo rocoso no indica que la roca es fracturada con una dureza entre 75 – 90 % en un margen general con una resistencia de R5 y R6 aberturas muy cerradas por parte, persistencia baja, rugosa y ligeramente alterada.
- Los profesionales de cada enseñanza universitaria siempre analizan los métodos de estabilidad para pregrado por los métodos para factores de seguridad para identificar inestabilidades, aun así las propiedades geotécnicas y geomecánicas de los taludes mas si son de tipo rocoso sin embargo identifican cuan importantes son para la inestabilidad que son ejercidos por los esfuerzos y estos se analizan en los software como el Slide, en esta tesis de Aguilar y Zúñiga (2015) otras tesis usan todos los métodos, eso seria innecesario debido a que los métodos tienen valores semejantes, si uno no toma datos correctos no se da los resultados positivos en el software.
- Además, La inestabilidad radica entre los tramos 1 y 2 la cual por esfuerzos de dispersión se rellenaron dos espacios la cual contiene suelo con características de inestabilidad por las características siguientes 81.9 % grava y de material fino y finos entre 6 a 4 % lo cual por agentes de lluvia provoca un arrastre e inestabilización.

- Se presenta la relación existente entre el factor de seguridad nos indica a nivel general como a detalle que los tramos 1 al 3 es inestable y a detalle desde el 1 a 2 por factores ya expuestos, aun así, los últimos tramos son más resistentes una geometría más estable y con más predominancia de ser estable.
- Una limitación de esta tesis es no poder hacer perforaciones diamantinas para ver que se suscita en todos estos taludes y analizarlas para datos más reales.
- Se recomienda hacer un diseño de taludes que sea óptimo geométricamente e incluido pernos de anclaje para mitigar futuros deslizamientos por el incremento de actividad sísmica.
- La tesis de Mendoza (2016) se realizó un análisis mediante el software Slide. Esta tesis se desarrollo con el Software Slide se concluye que es importante para esfuerzos dinámicos.

4.2 Conclusiones

- Con los resultados presentados líneas atrás se concluye que las características del macizo rocoso dan a conocer una visión que nos puede indicar una inestabilidad posible la cual es una evidencia para poder formular investigación que refuerce si esta suba tiene un factor de seguridad bajo.
- Con el método de esfuerzos totales se logró calcular el factor de seguridad de los taludes en el trayecto de la carretera Baños del Inca – Llacanora. El macizo rocoso que circunda el sector de estudio es de regular a buena calidad, lo cual indica que es una zona inminente a sufrir desprendimiento de roca y deslizamientos.
- La estabilidad de los taludes en el trayecto de la carretera Baños del Inca – Llacanora es baja puesto que es muy cercano a 1, para ser considerablemente estable se tiene que plantear y proponer técnicas y diseños ingenieriles para compensar la zona frente a los repentinos deslizamientos. El factor de seguridad de los taludes en el trayecto de la carretera Baños del Inca – Llacanora, está en el rango de 1 a 1.5

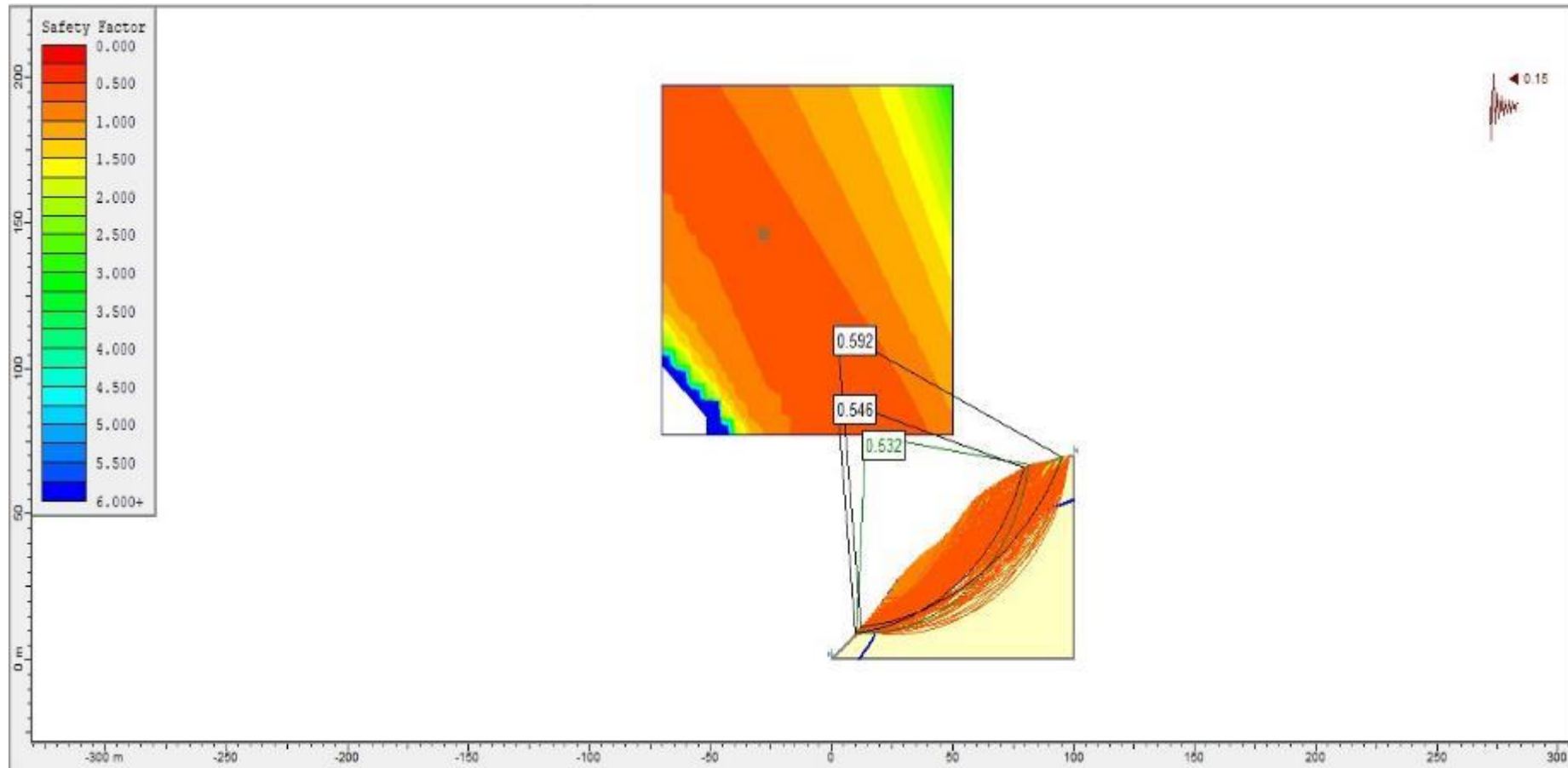
REFERENCIAS

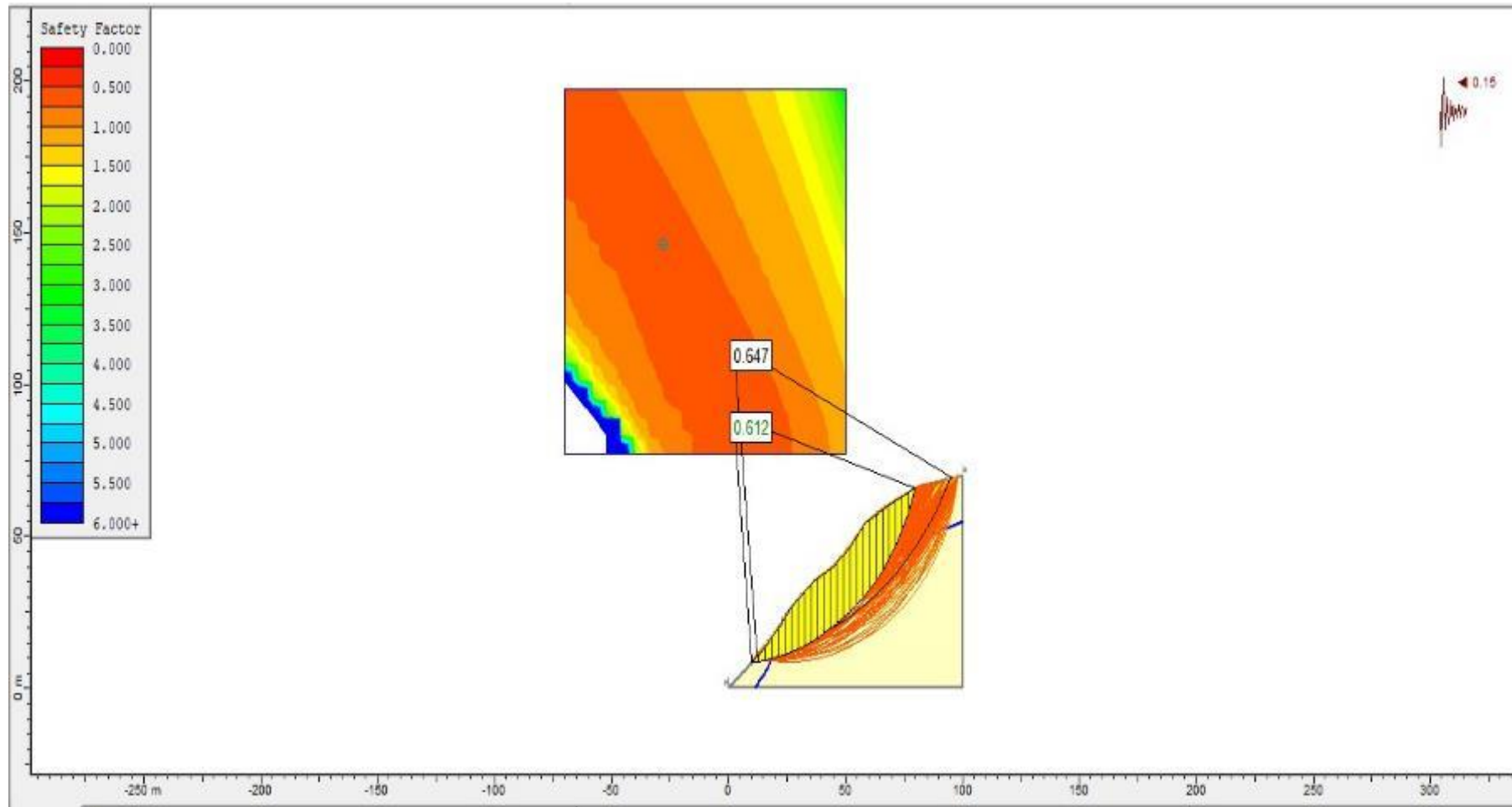
- Arteaga Fernández, N. (2017). *Análisis Geológico - Geotécnico en los Taludes de la Carretera Choropampa - Magdalena*. (Tesis de grado). Universidad Nacional de Cajamarca, Perú.
- Ávila Pareja, R. (2017). *Análisis sísmico - dinámico en taludes para aseguramiento de estructuras de irrigación Sangallaya – Huarochirí – Región Lima 2017*. Universidad César Vallejo, Lima, Perú.
- Cruzado Merino, S. R. (2017). *Análisis geotécnico de los taludes del tajo Apumayo Norte, Proyecto Minero Apumayo Dto. Cora-Cora – Dpto. Ayacucho*. (Tesis de grado). Universidad Nacional de Cajamarca, Perú.
- Estaire, J., & Olivenza, G. (2013). Factores de seguridad en la estabilidad de taludes de acuerdo con el Eurocódigo Ec-7 y el Anejo Nacional Español. *VIII Simposio Nacional sobre Taludes y Laderas Inestables*, 269 - 280. Recuperado el 08 de abril de 2019, de http://oa.upm.es/29893/1/INVE_MEM_2013_167047.pdf
- Huamán Ramírez, R. (2017). *Geotecnia de inestabilidad de taludes, en el tramo de la carretera Huañimba - Cungunday, Cajamarca, Cajabamba*. (Tesis de grado). Universidad Nacional de Ingeniería.
- Mamani Larico, R. (2016). *Análisis de la estabilidad de taludes en macizo rocoso de la carretera Sina Yanahuaya Tramo III - Sub Tramo 02, a partir de la caracterización geológica y resistencia a la compresión simple*. (Tesis de grado). Universidad Nacional del Altiplano, Puno, Perú.
- Montoya Toroverero, F. R. (2014). *Evaluación geotécnica de los taludes de la carretera Cruz Blanca- El Gavilán*. (Tesis de grado). Universidad Nacional de Cajamarca, Perú.
- Núñez Mendoza, N. A. (2018). *Riesgo sísmico en la estabilidad de taludes de la comunidad urbana autogestionaria de HUAYCÈN ZONA “S” y “X” 2018*. Universidad César Vallejo, Lima, Perú.
- Ochoa Quispe, L. (2016). *Inestabilidad de taludes en el sector de Santa Bárbara de la Ciudad De Huancavelica*. Universidad Peruana los Andes, Huancayo, Perú.
- Cabrera Laura, J. (2005). Estudio de Estabilidadde Taludes del tajo Suro Sur y Suro Norte "Mina la Virgen". Puno: Tesis, Universidad Nacional del Altiplano. Cosillo
- Pinto, A. G. (1999). Consideraciones Geológico -Geotécnicas para el Diseño de Taludes en Macizos Rocosos. Guatemala: Tesis, Universidad de San Carlos de Guatemala
- Flores G., G., & Karzulovic L., A. (2003). Guías geotécnicas para una transición desde rajo abierto a minería subterránea. Santiago de Chile: División Chuquicamata de Codelco.

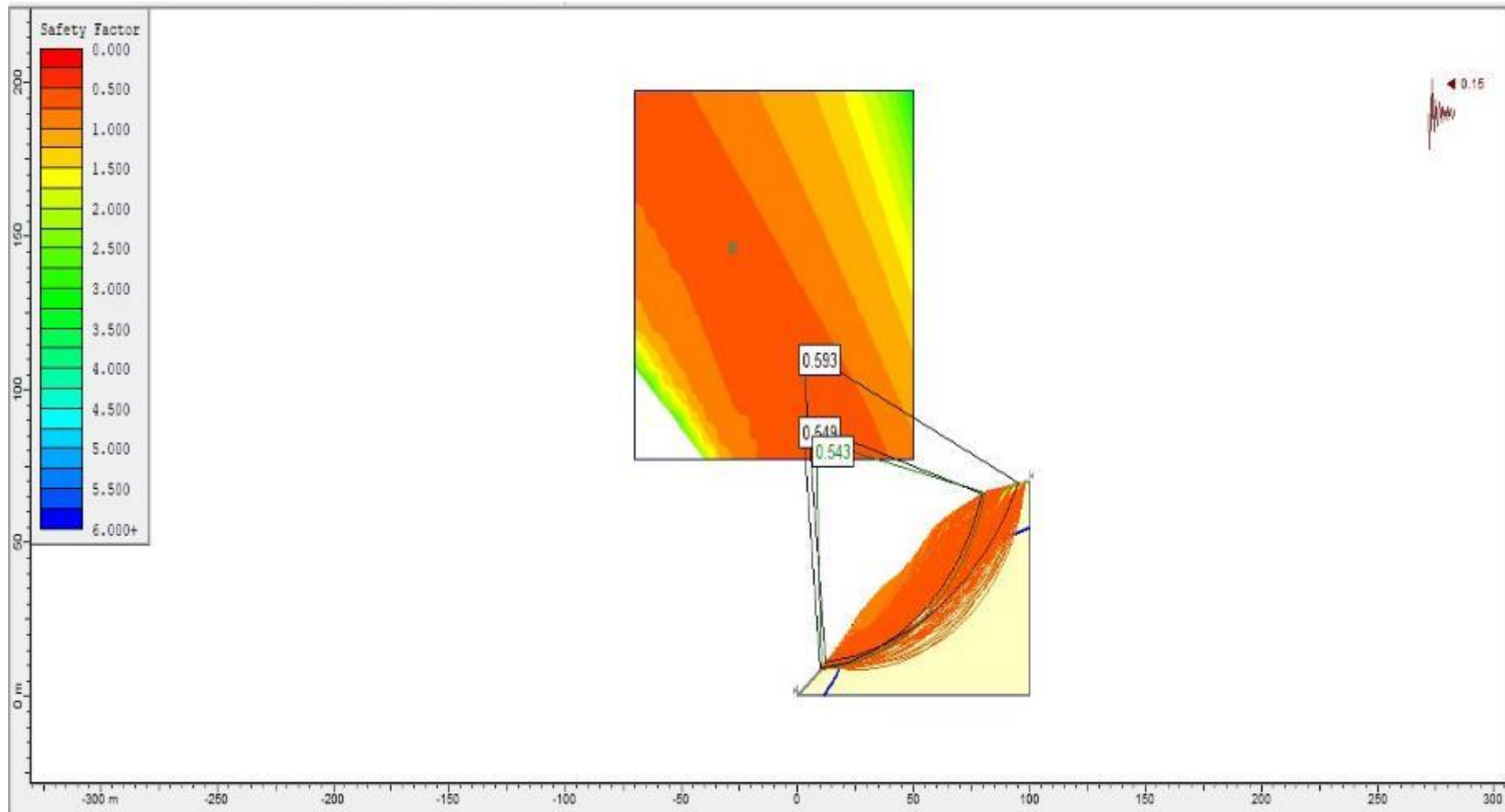
- García Nuñez, J. C. (2005). Análisis de Estabilidad de Taludes en Macizos Rocosos aplicando el Método de Elementos Distintos. Puno: Tesis, Universidad Nacional del Altiplano.
- Giani, G. P. (1991). Rock Slope Stability Analysis. Australia: CRC Press.
- Gonzales de Vallejo, L. (2002). Ingeniería Geológica (2da ed.). Madrid, España: Pearson Education.
- Hoek, E. (2000). Practical Rock Engineering. Toronto, Canadá: Rocscience
- Hoek, E., & Bray, J. (1981). Rock Slope Engineering (2 da ed.). Londres: The Institution of mining and metallurgy.
- Instituto Tecnológico GeoMinero de España. (1987). Manual de ingeniería de Taludes. Madrid: ITGE.
- International society for rock mechanics commission on standardization of laboratory and field test. (1978). Suggested methods for the quantitative description of discontinuities in rock masses. Ankara, Turkia:
- ISRM. Jorda Bordehore, L. (2013). Clasificaciones Geomecánicas y Diseño Empírico de Sostenimiento. Lima: Elite.
- Morales Cárdenas, M. (2009). Caracterización geotécnica y determinación de ángulos de talud en yacimiento Franke. Santiago, Chile: Tesis. Universidad de Chile.
- Morales, M. O. (2009). Caracterización geotécnica y determinación de ángulos de talud en yacimiento Franke. Santiago de Chile: Tesis, Universidad de Chile. Palacios, Oscar; De la Cruz, Julio; De la Cruz, Natalio; Klinck, B.A.; Ellison, R.A.; Hawkins, M.P. (1993). Geología de la Cordillera Occidental y Altiplano al Oeste del Lago Titicaca Sur del Perú (Proyecto Integrado del Sur). Lima Perú: INGEMMET.
- Ramírez Oyanguren, P., & Alejano Monge, L. (2007). Mecánica de Rocas: Fundamentos e Ingeniería de Taludes. Madrid: Universidad Politécnica de Madrid.
- Read, J., & Stacey, P. (2009). Guidelines for Open Pit Slope Design (1ra ed.). Australia: CSIRO Publishing.
- Rodríguez Copare, J. D., Morales Cabrera, D. U., & Paredes Lupaca, L. (2003). Evaluación de la Estabilidad de Taludes en la Mina Lourdes. Tacna: Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann.
- Rodríguez Illachura, H. T. (2014). Problemas Estructurales y la Estabilidad de los Macizos Rocosos. El Ingeniero, 72.
- Sociedad Nacional de Minería Petróleo y Energía. (2004). Manual de Geomecánica Aplicada a la Prevención de Accidentes por Caídas de Rocas en Minería Subterránea. Lima: SNMPE. Suarez

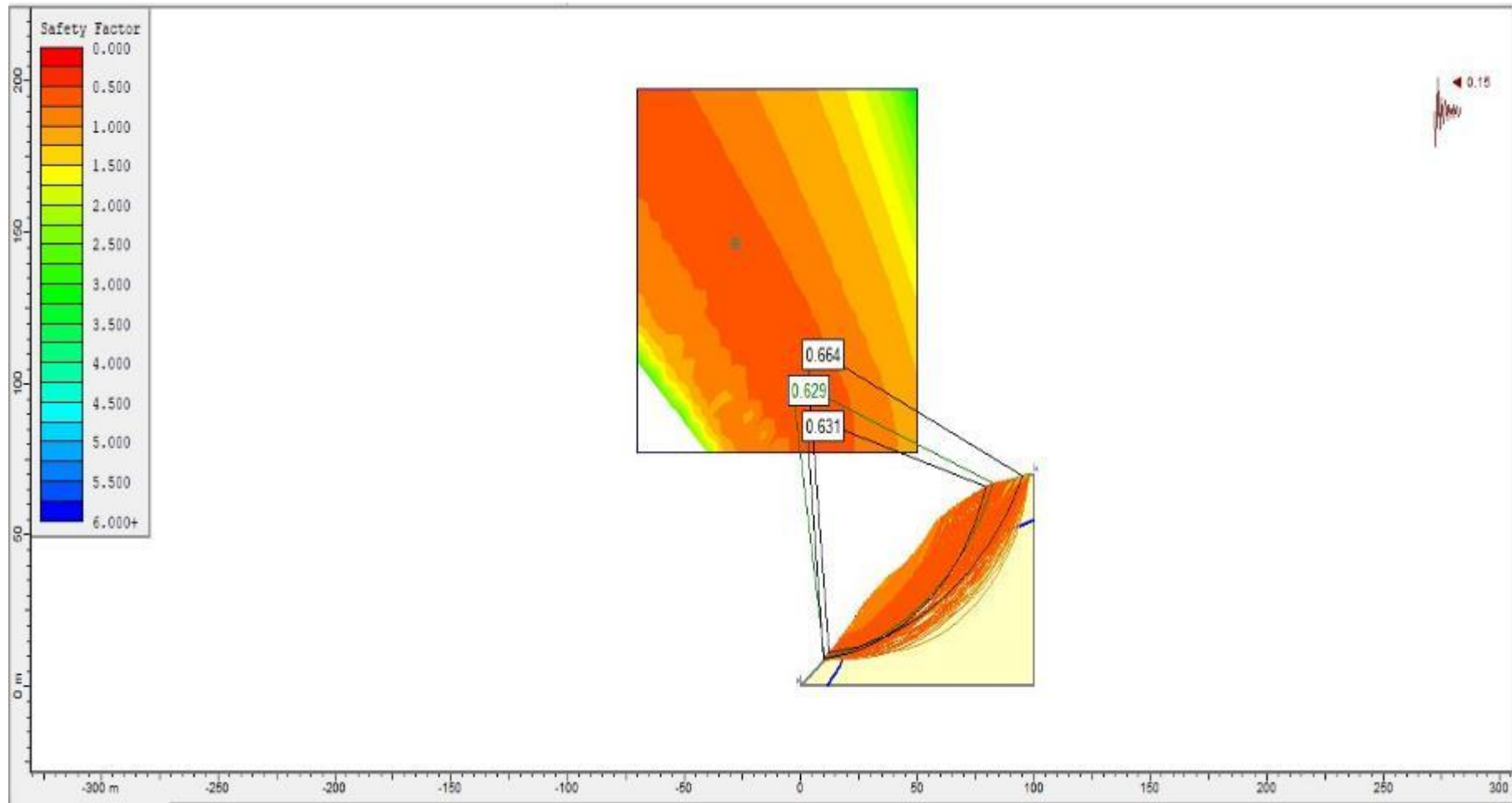
ANEXOS

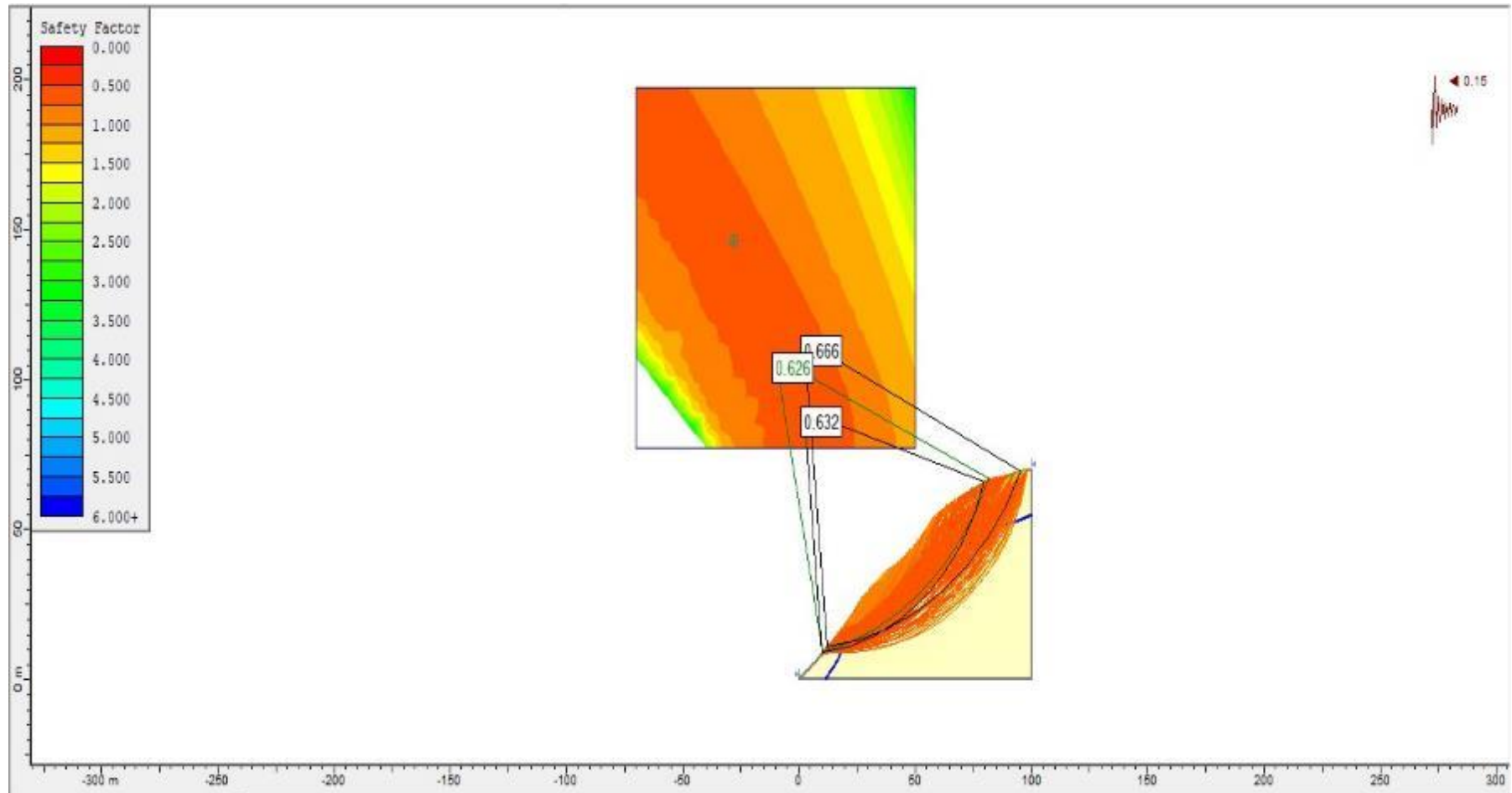
TRAMO 01



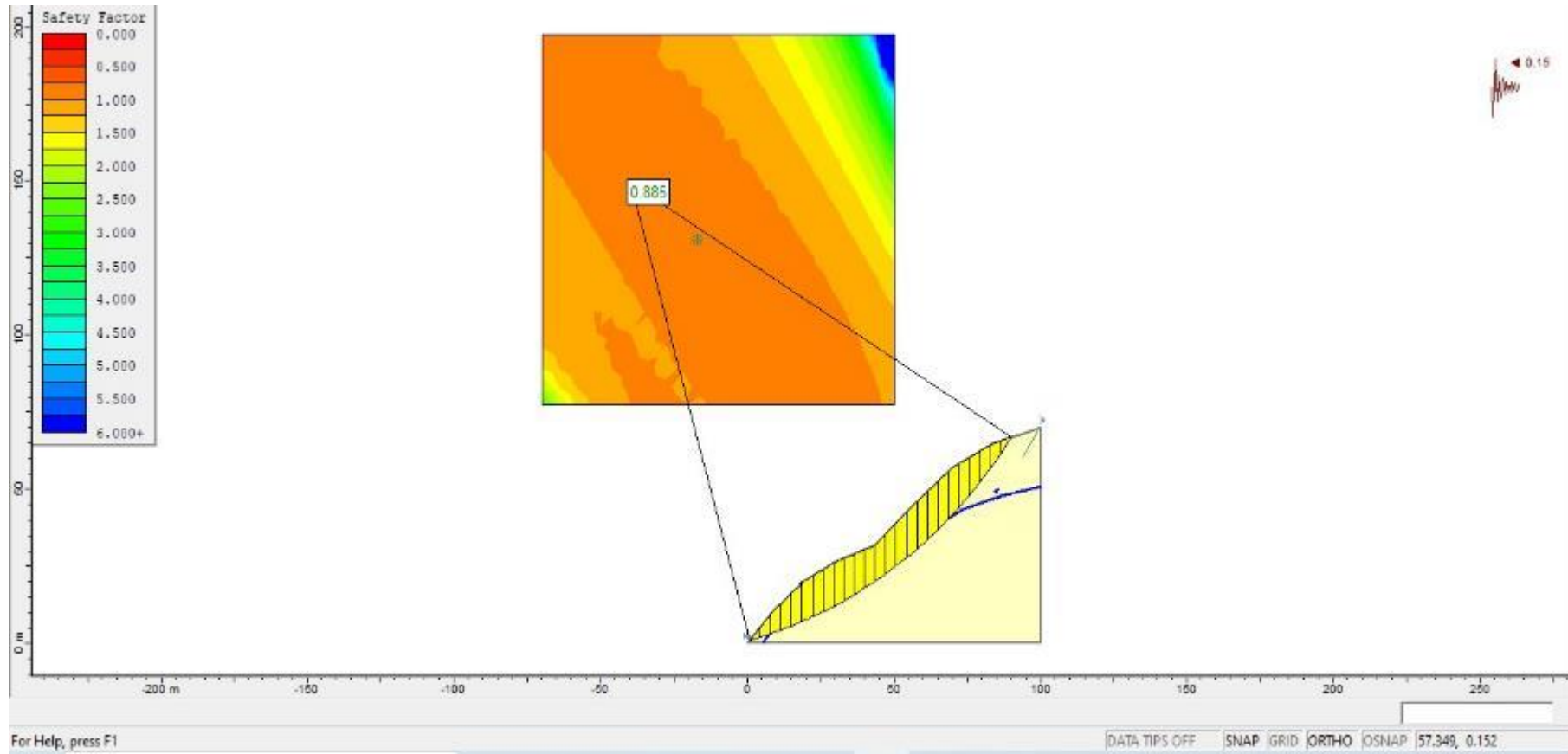


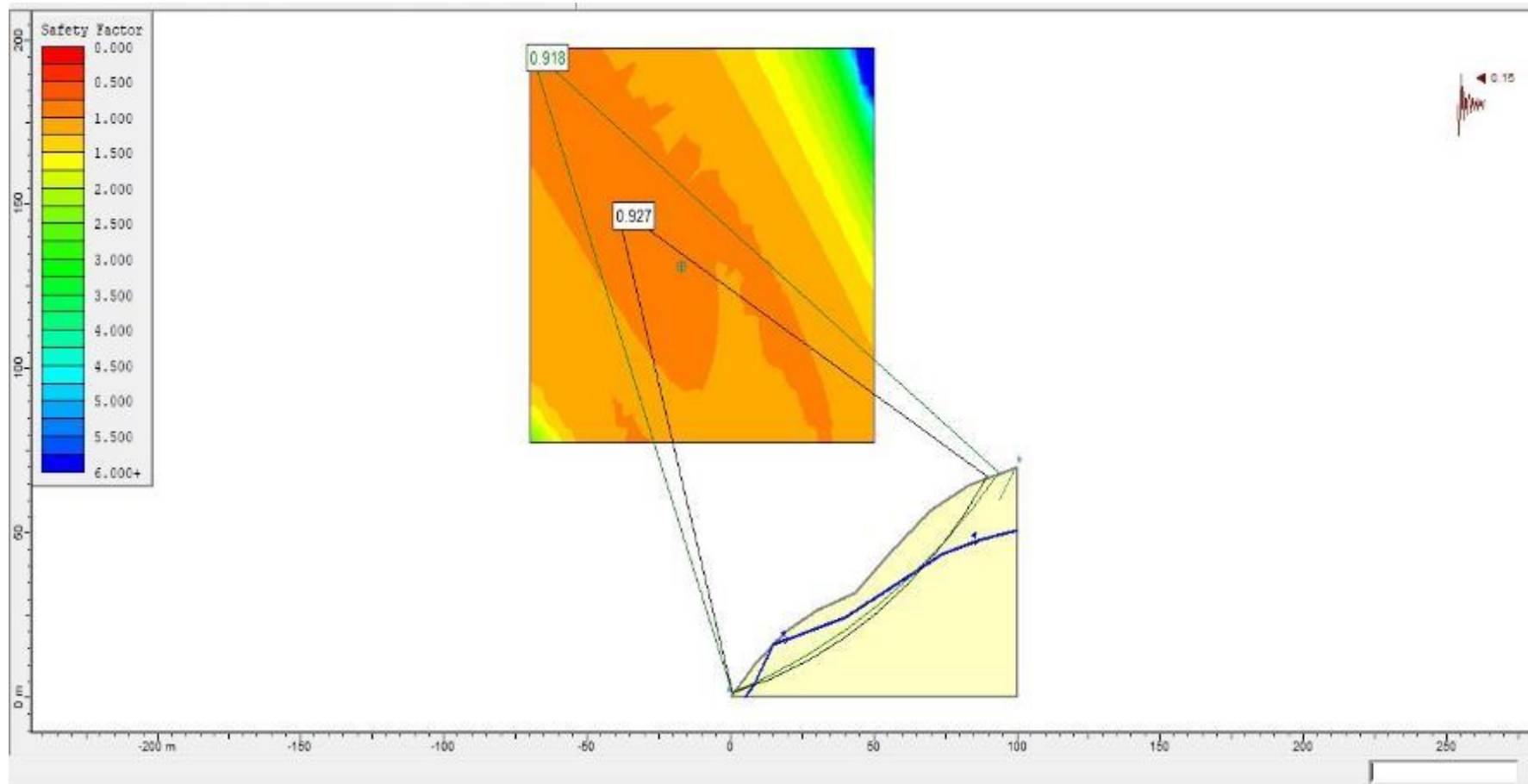


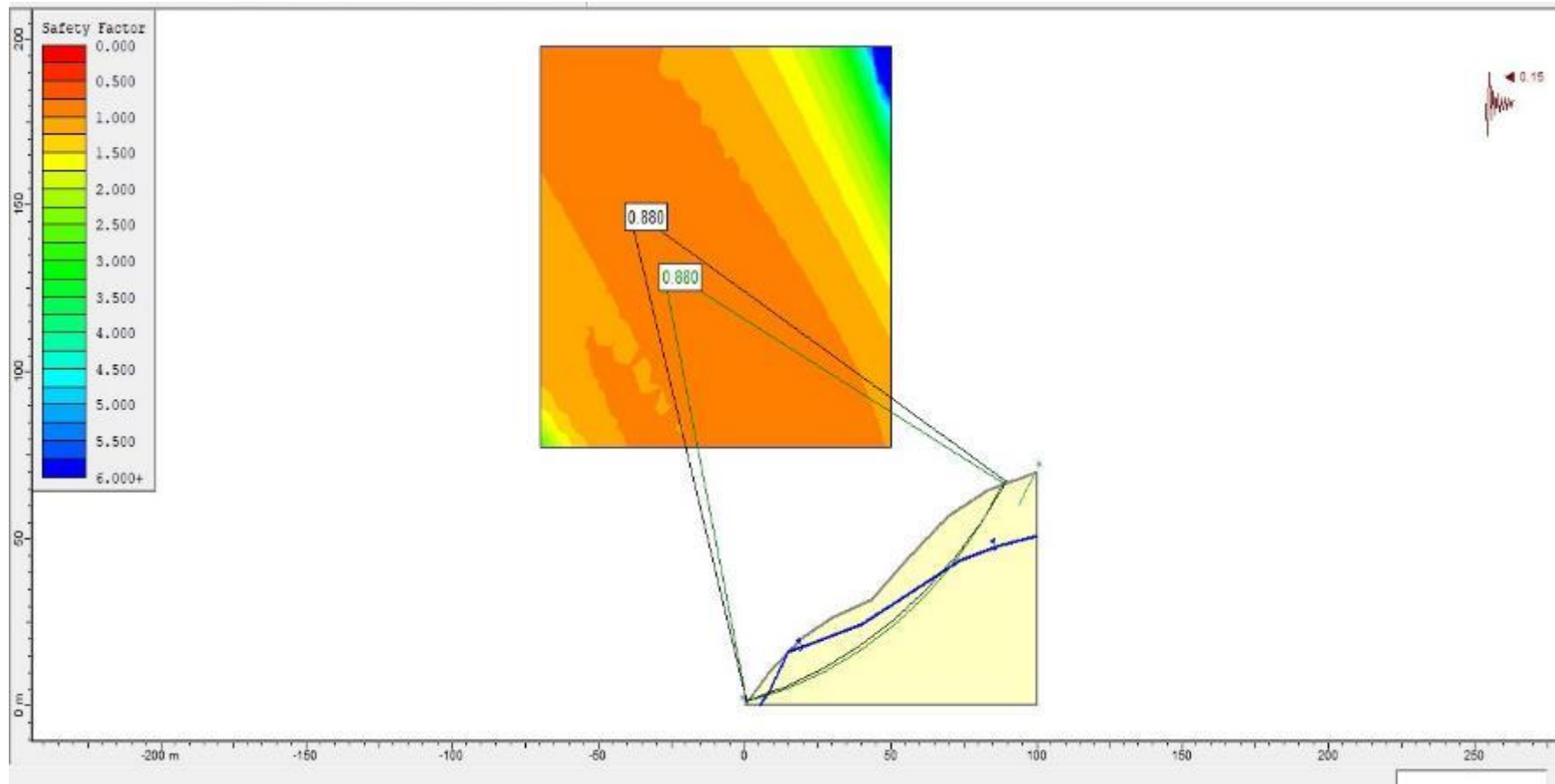


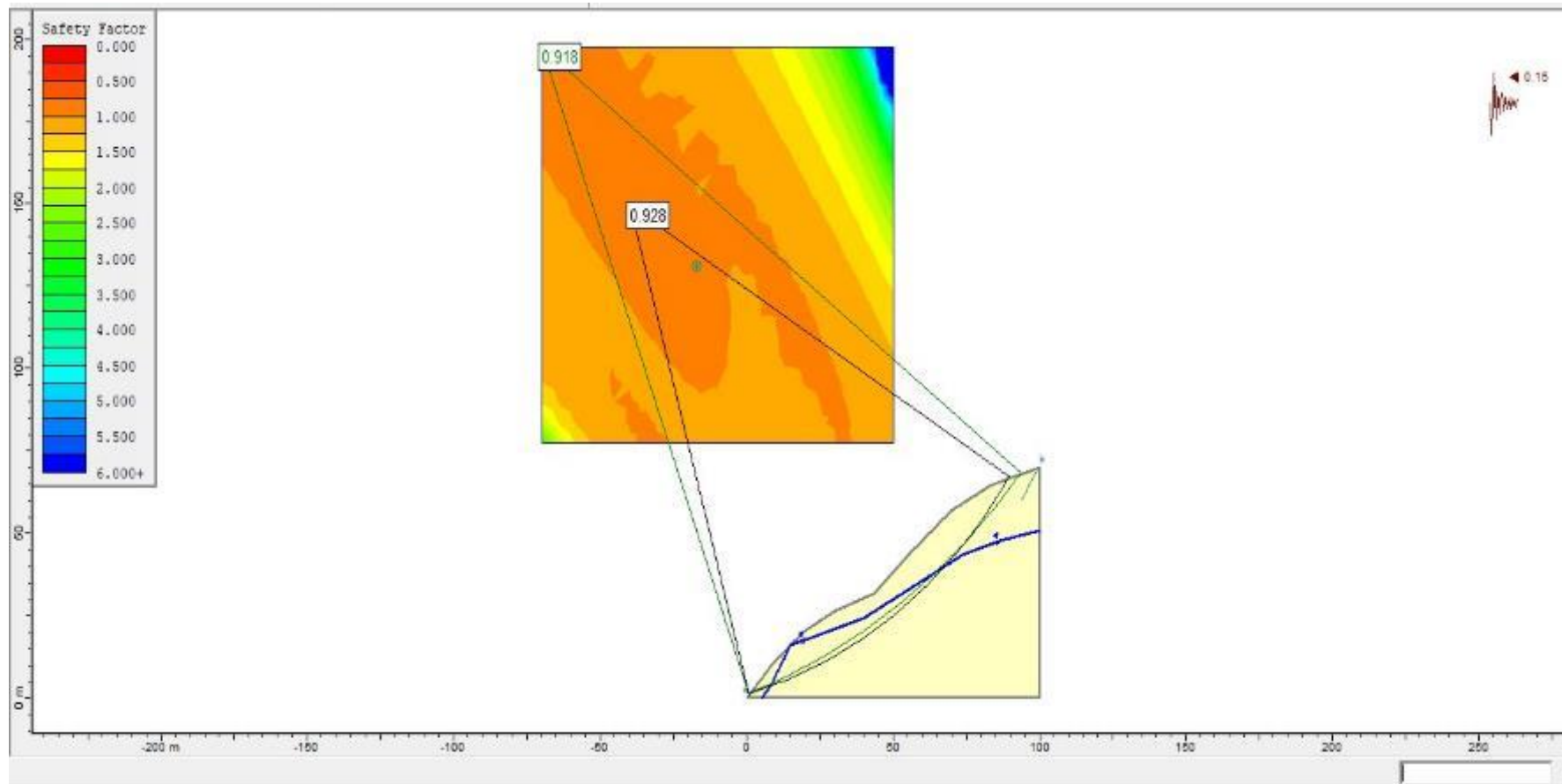


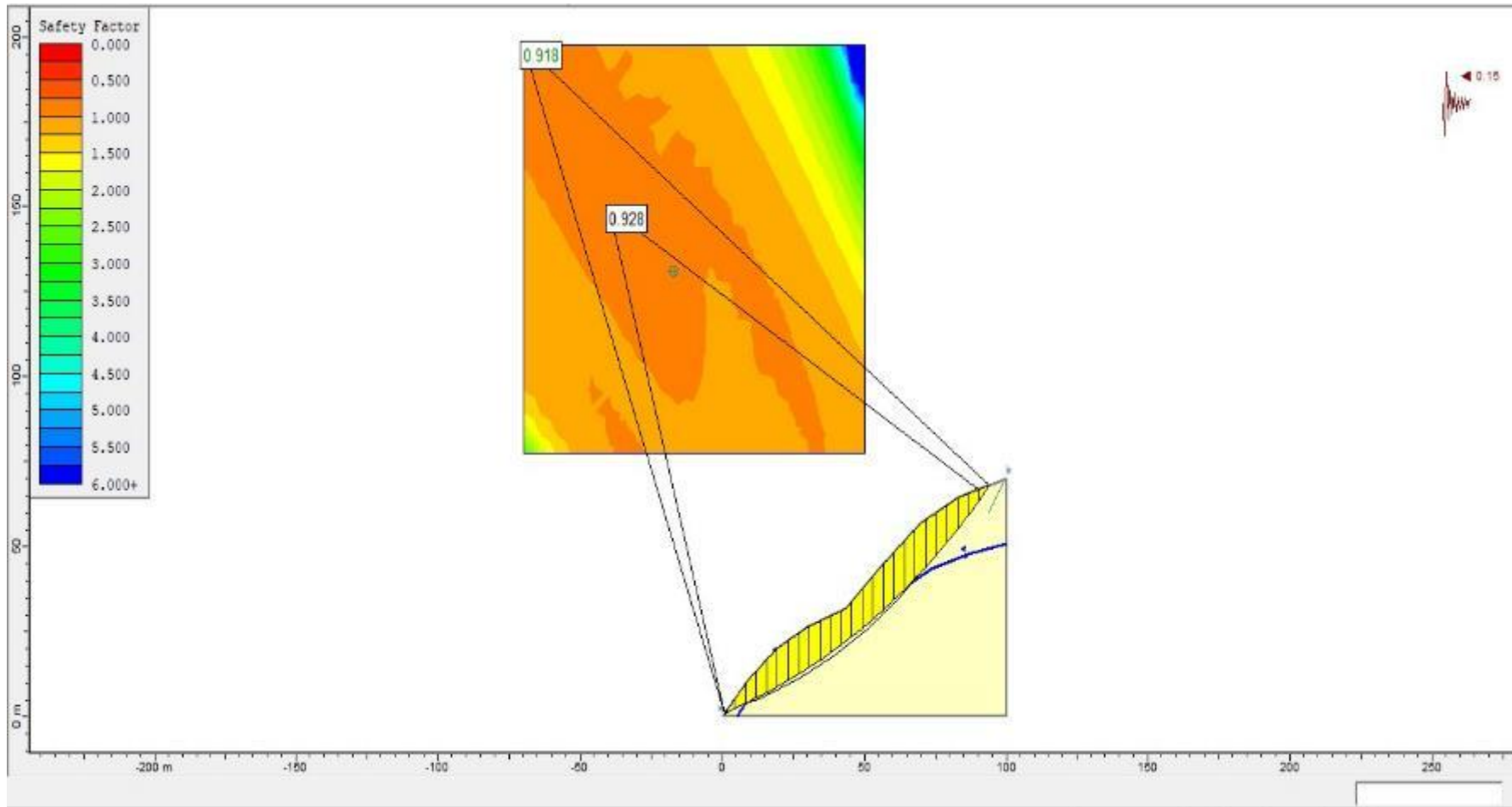
ANEXO
TRAMO 02





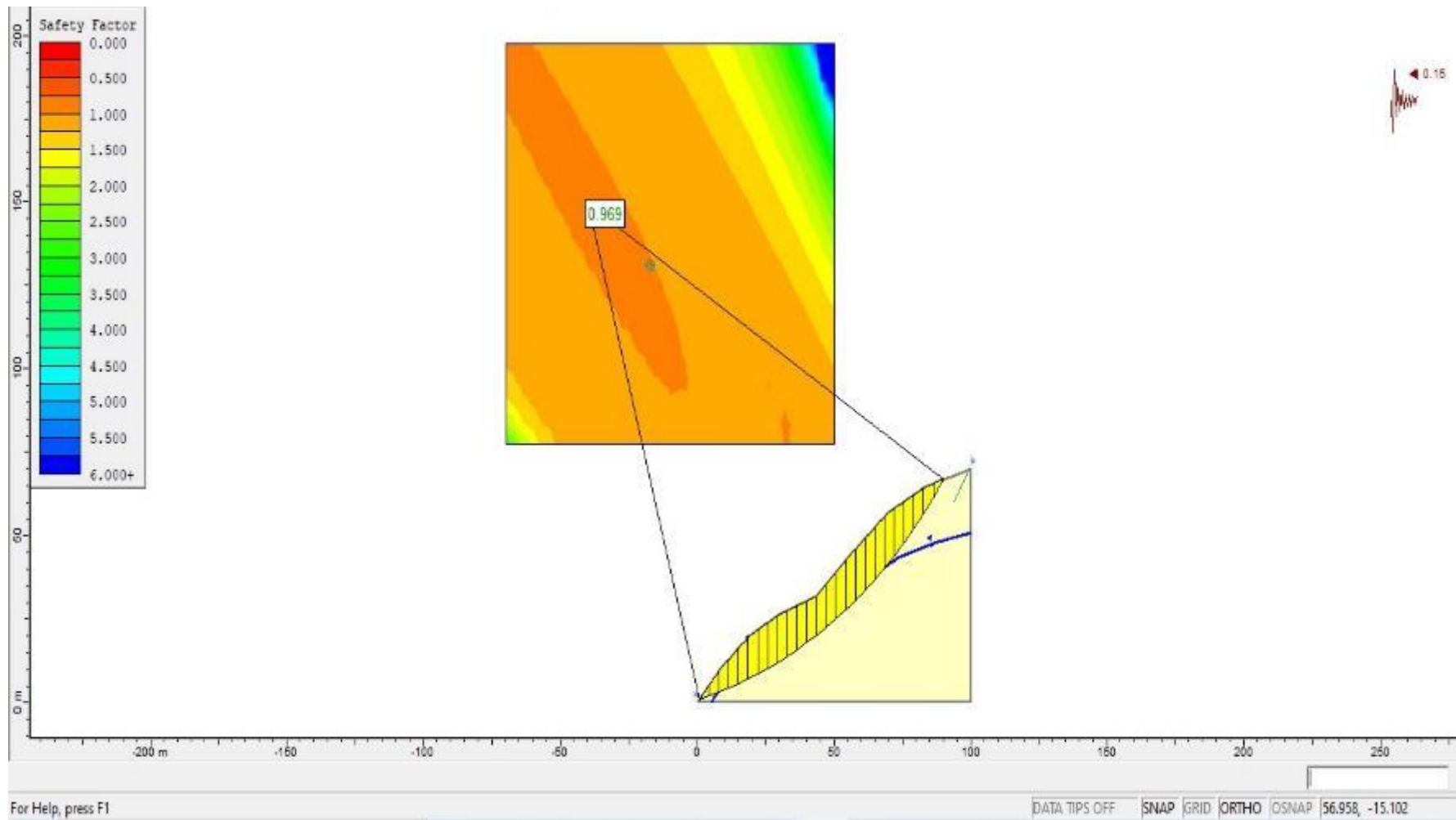


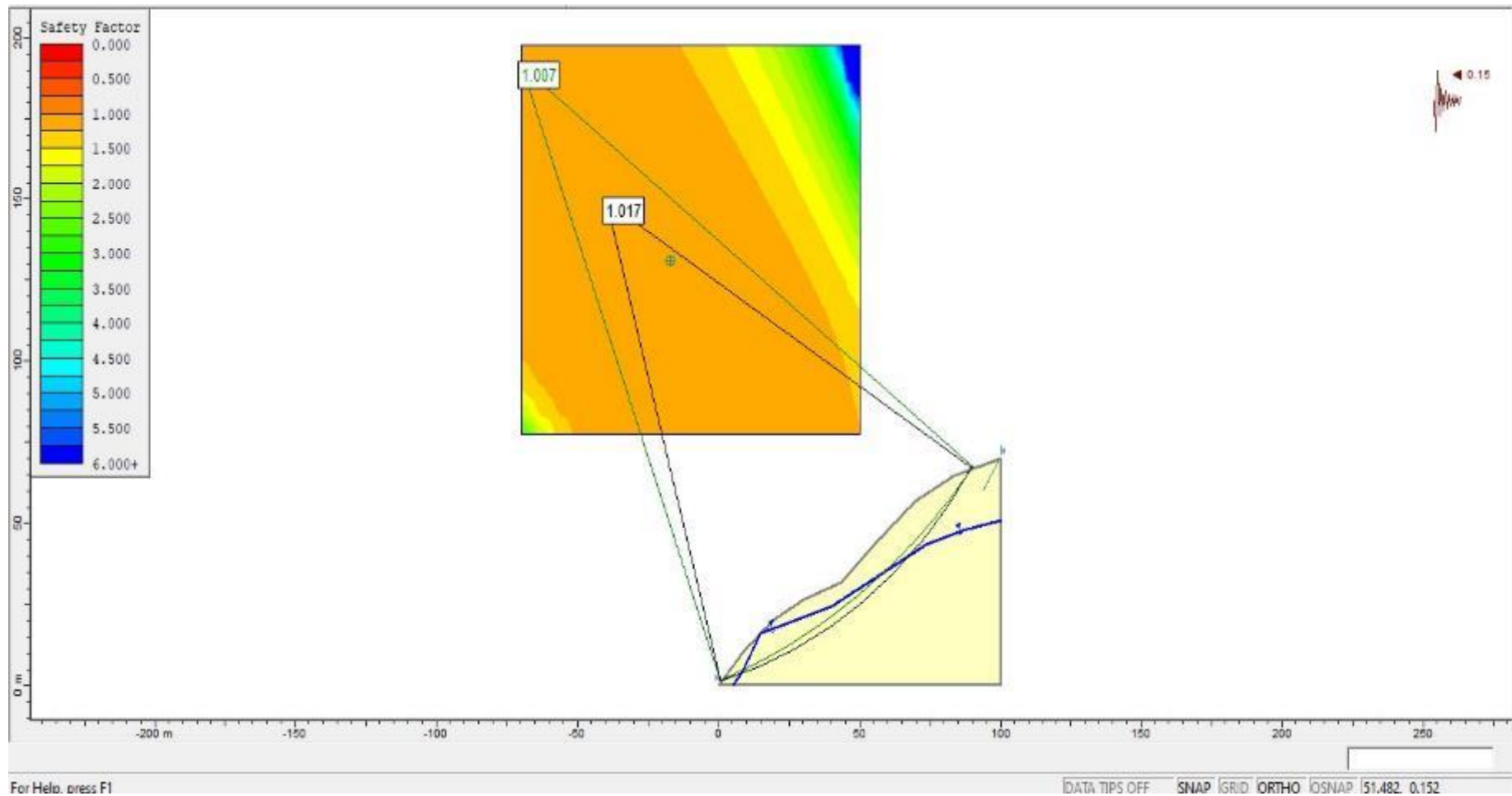


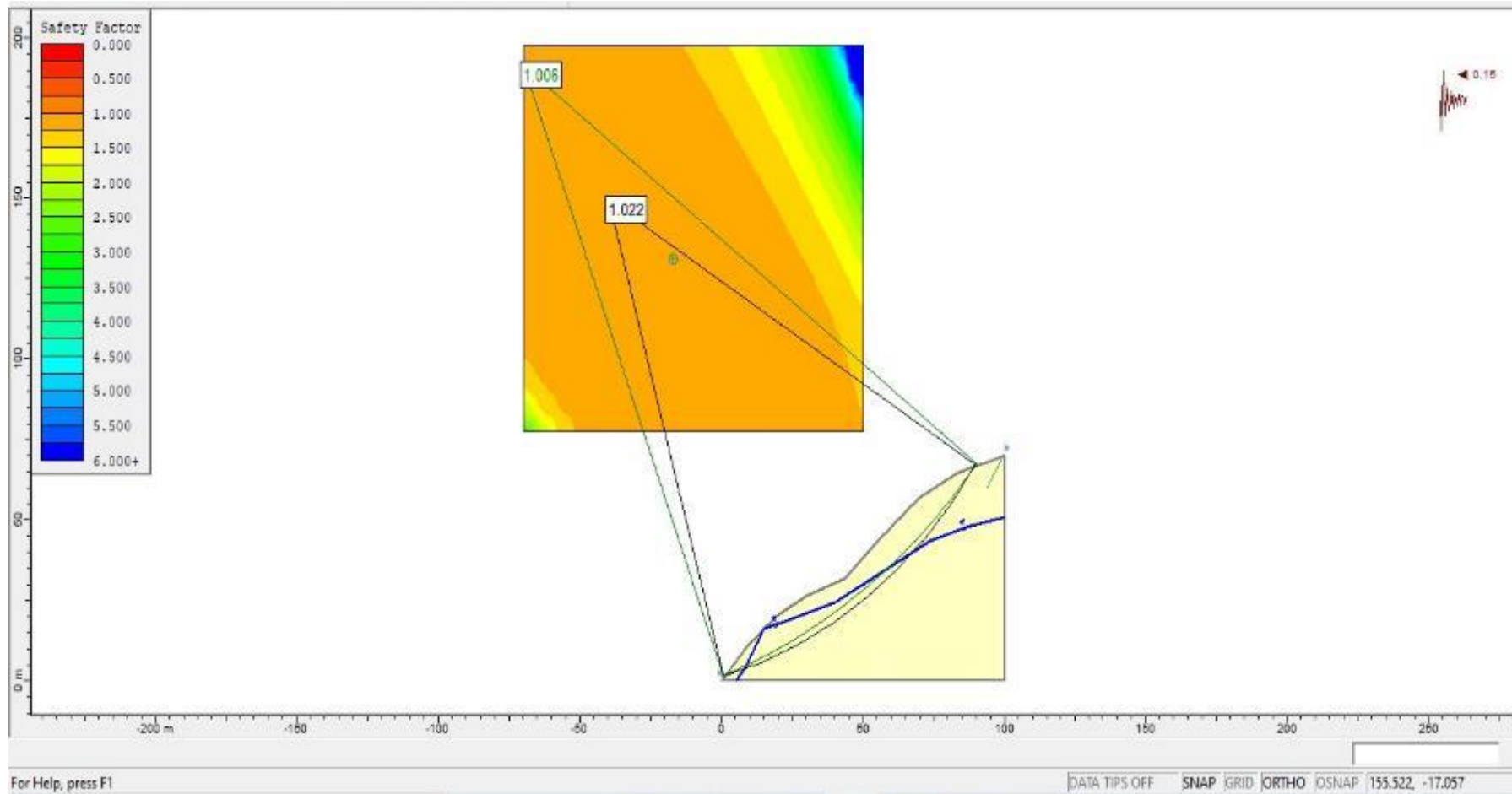


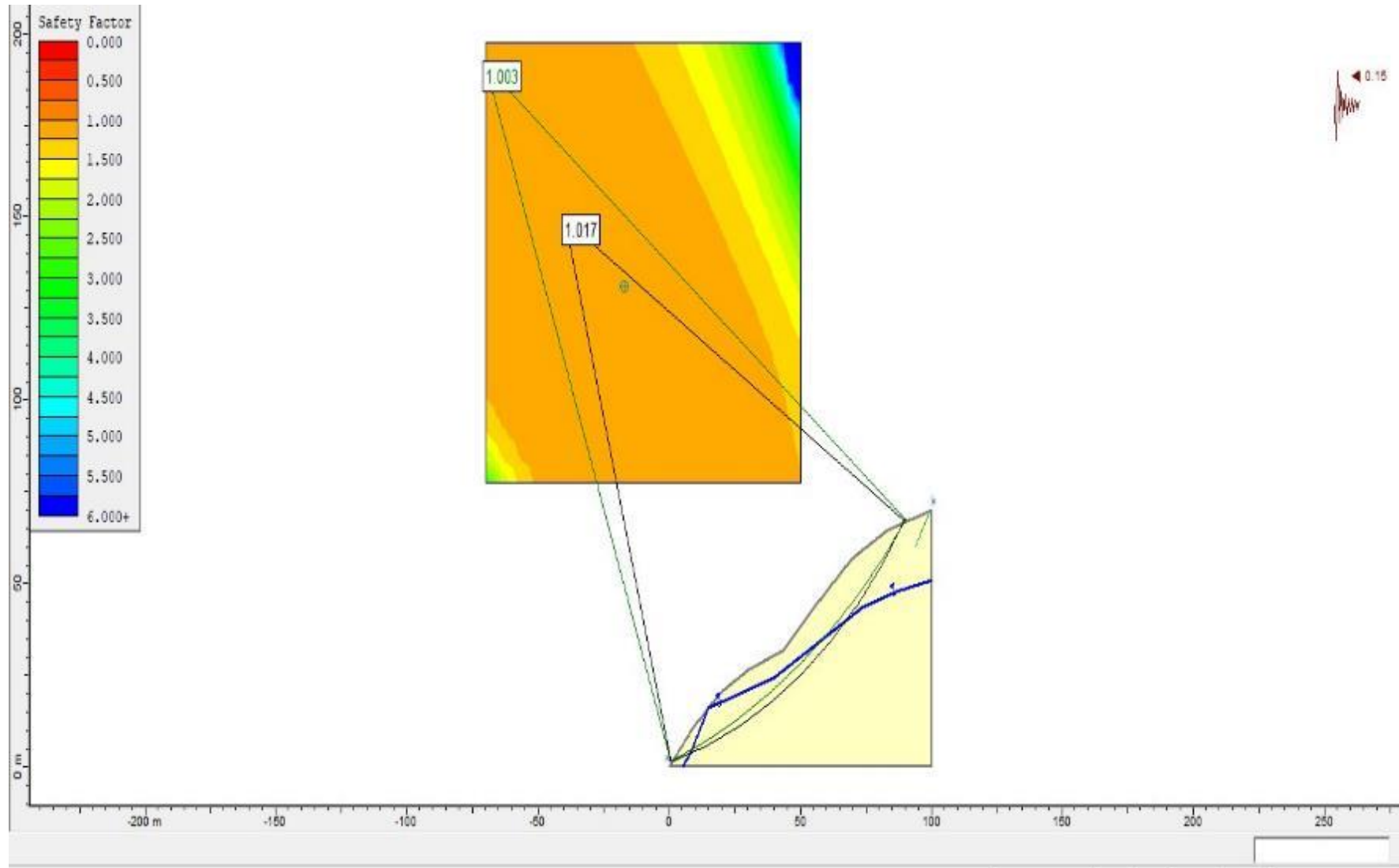
Anexo

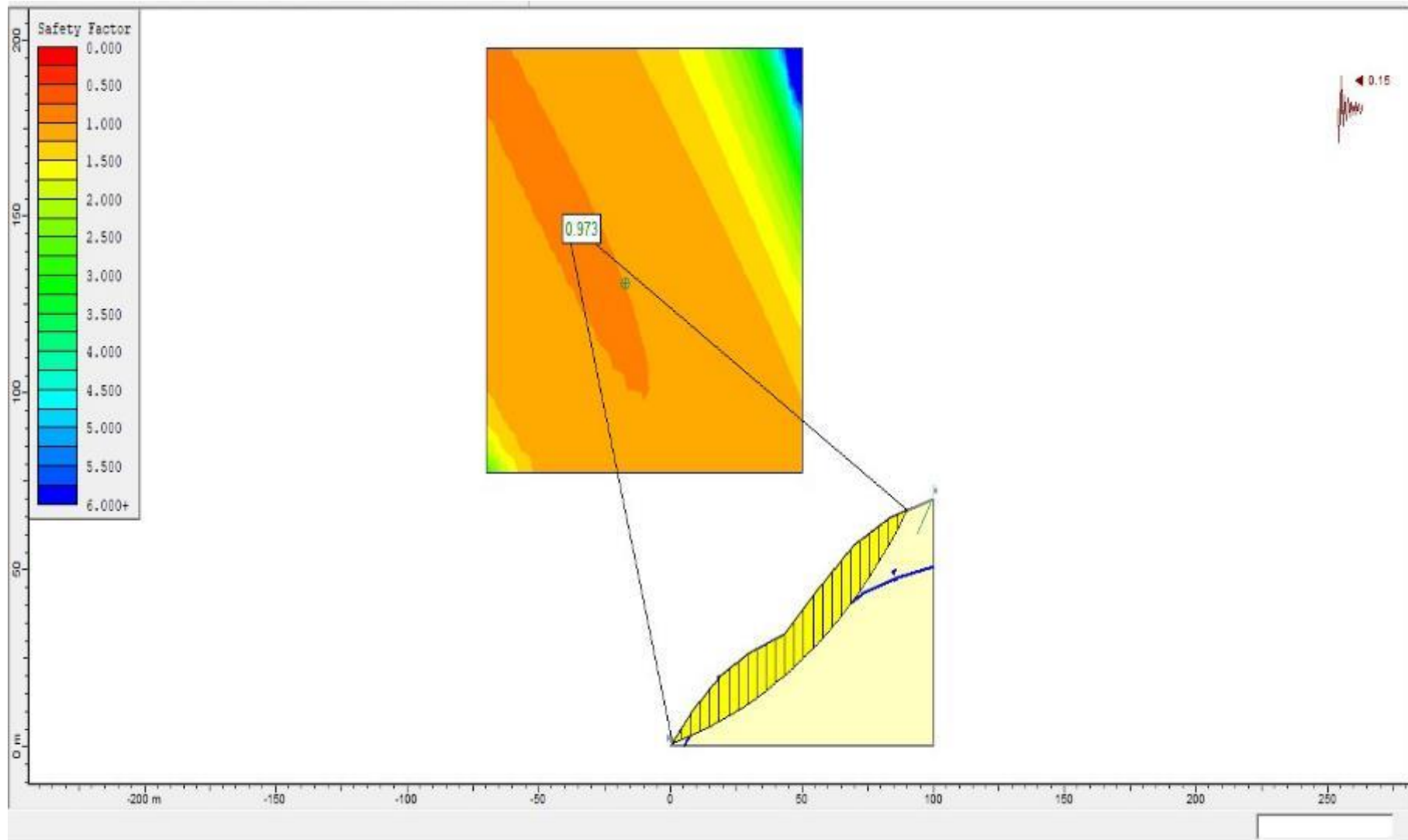
Tramo 3





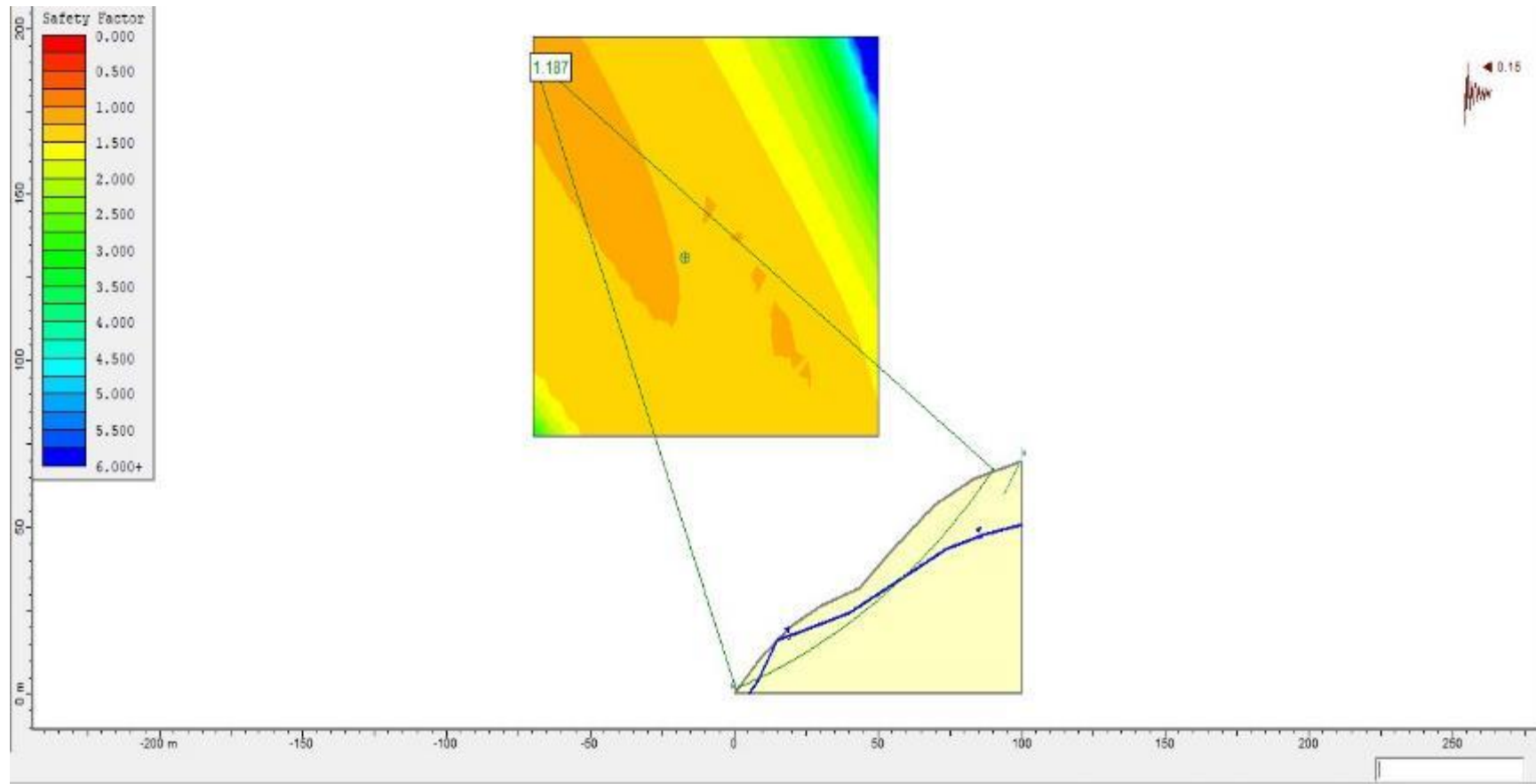


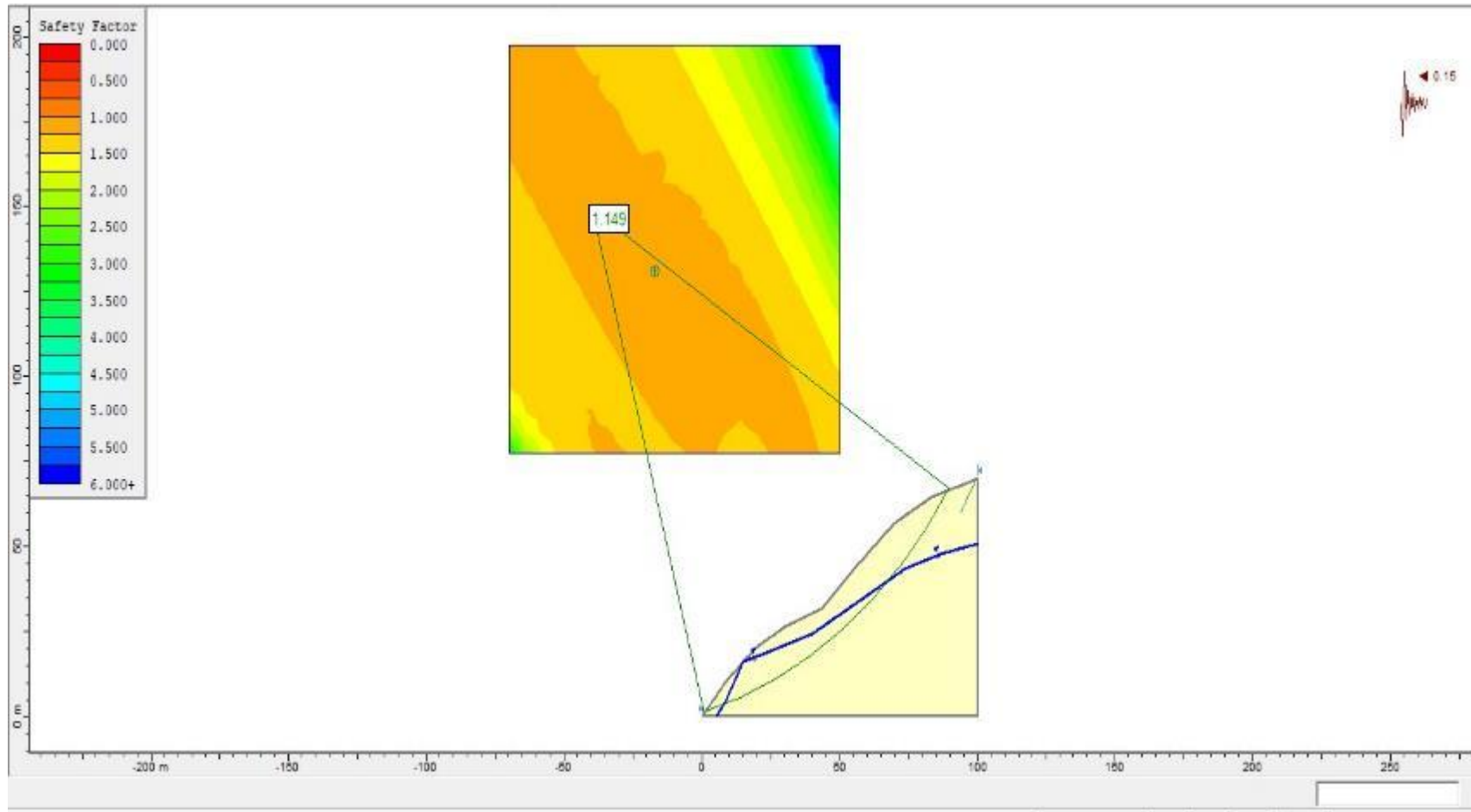


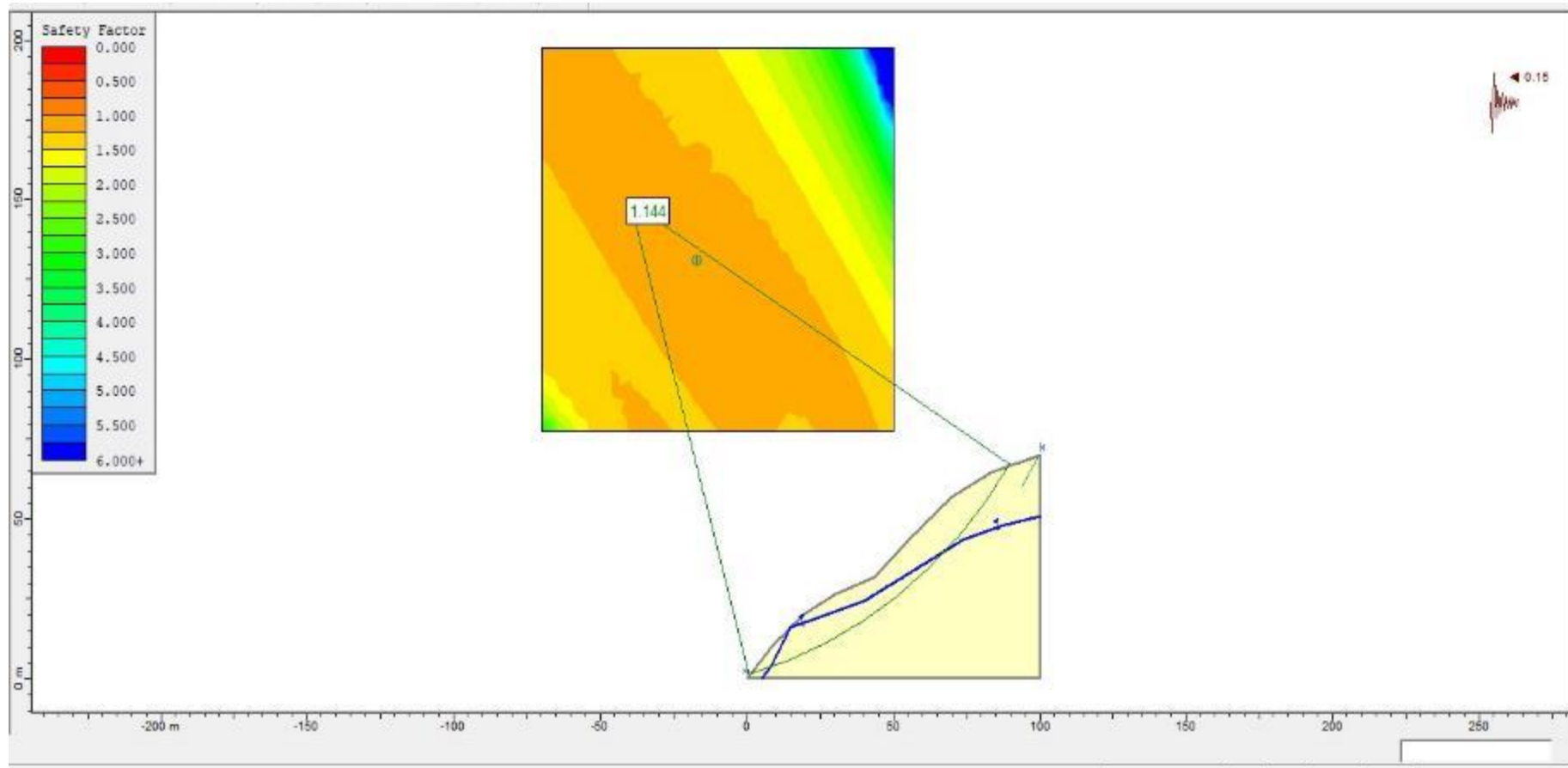


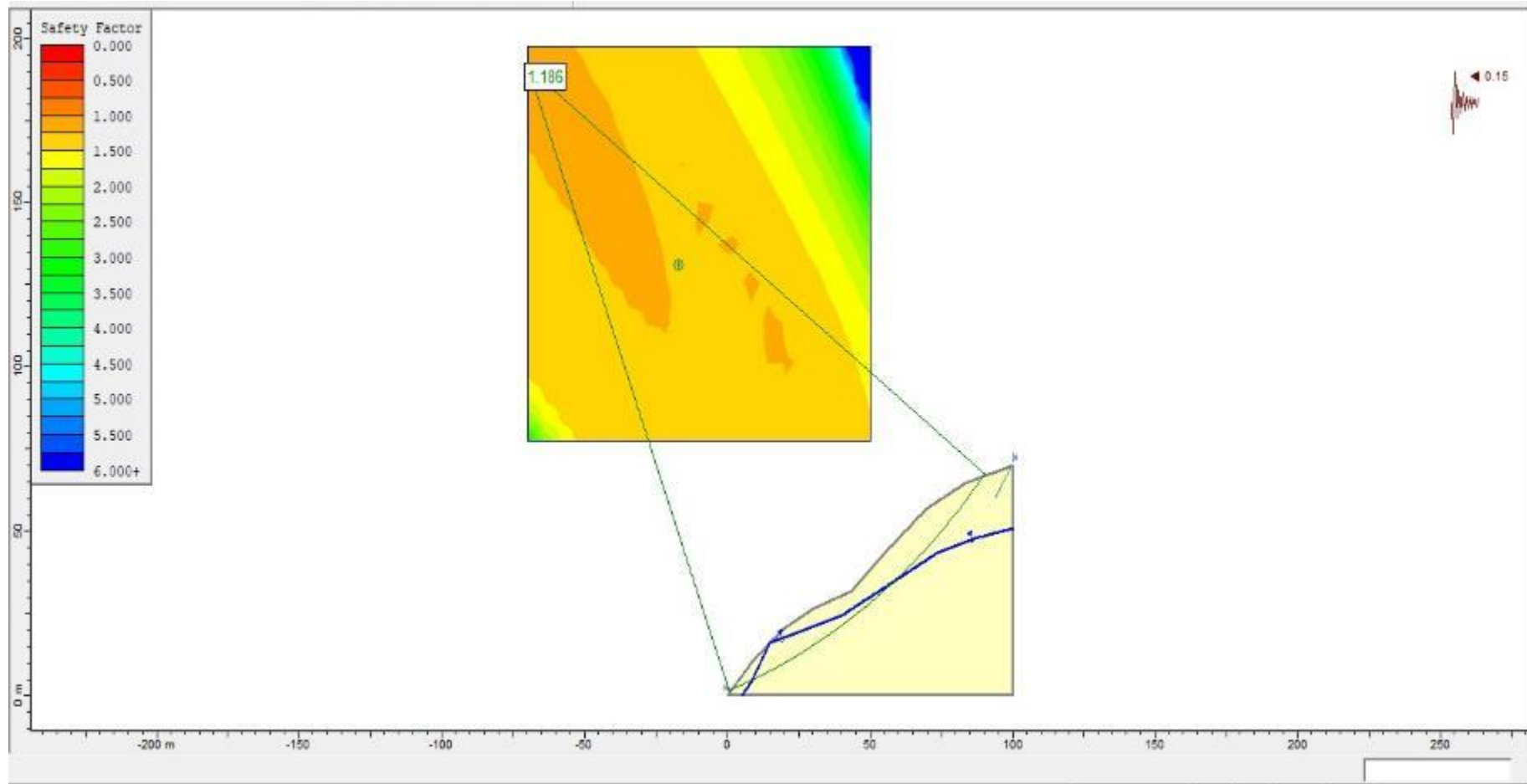
ANEXO

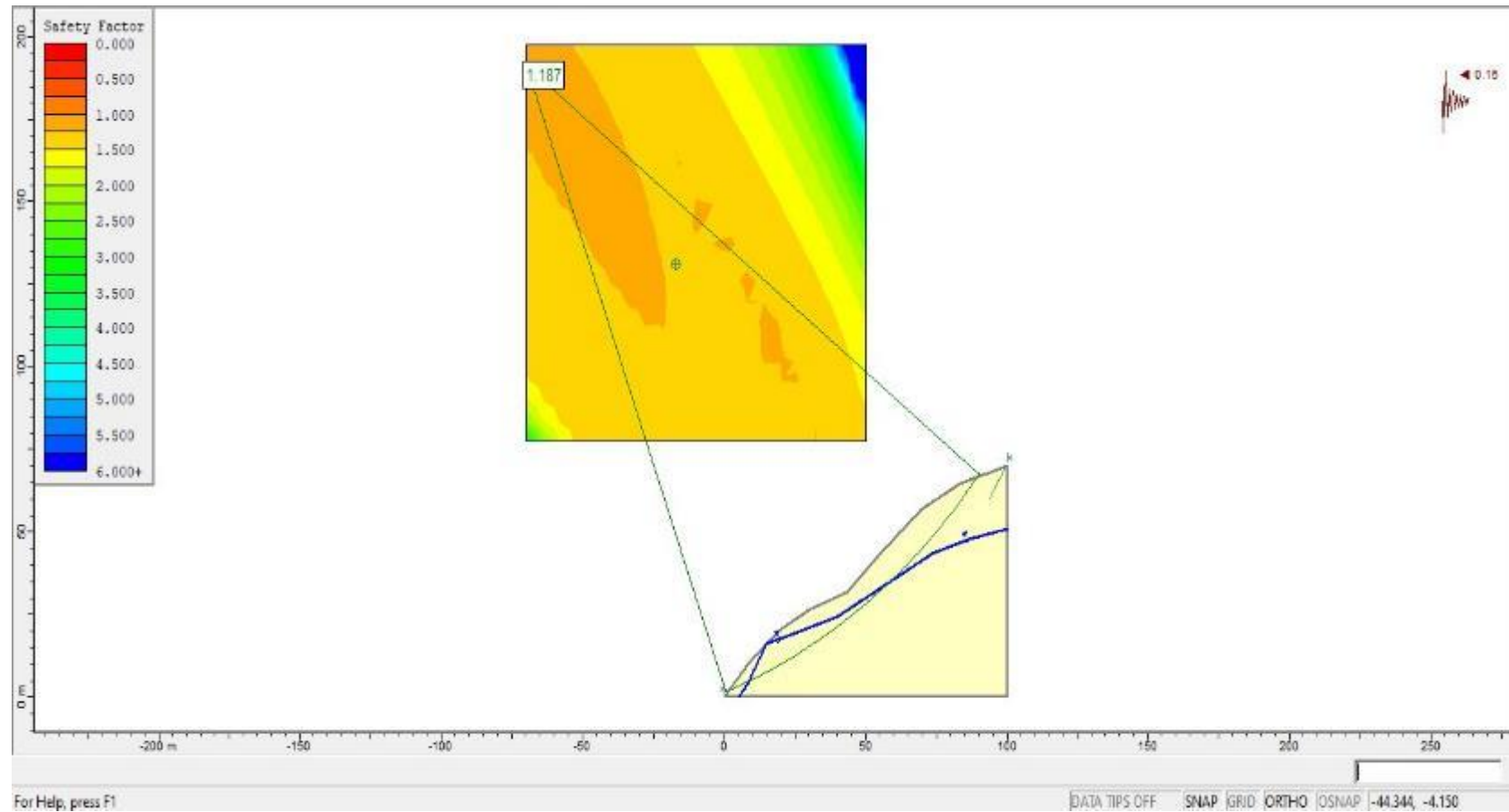
TRAMO 4





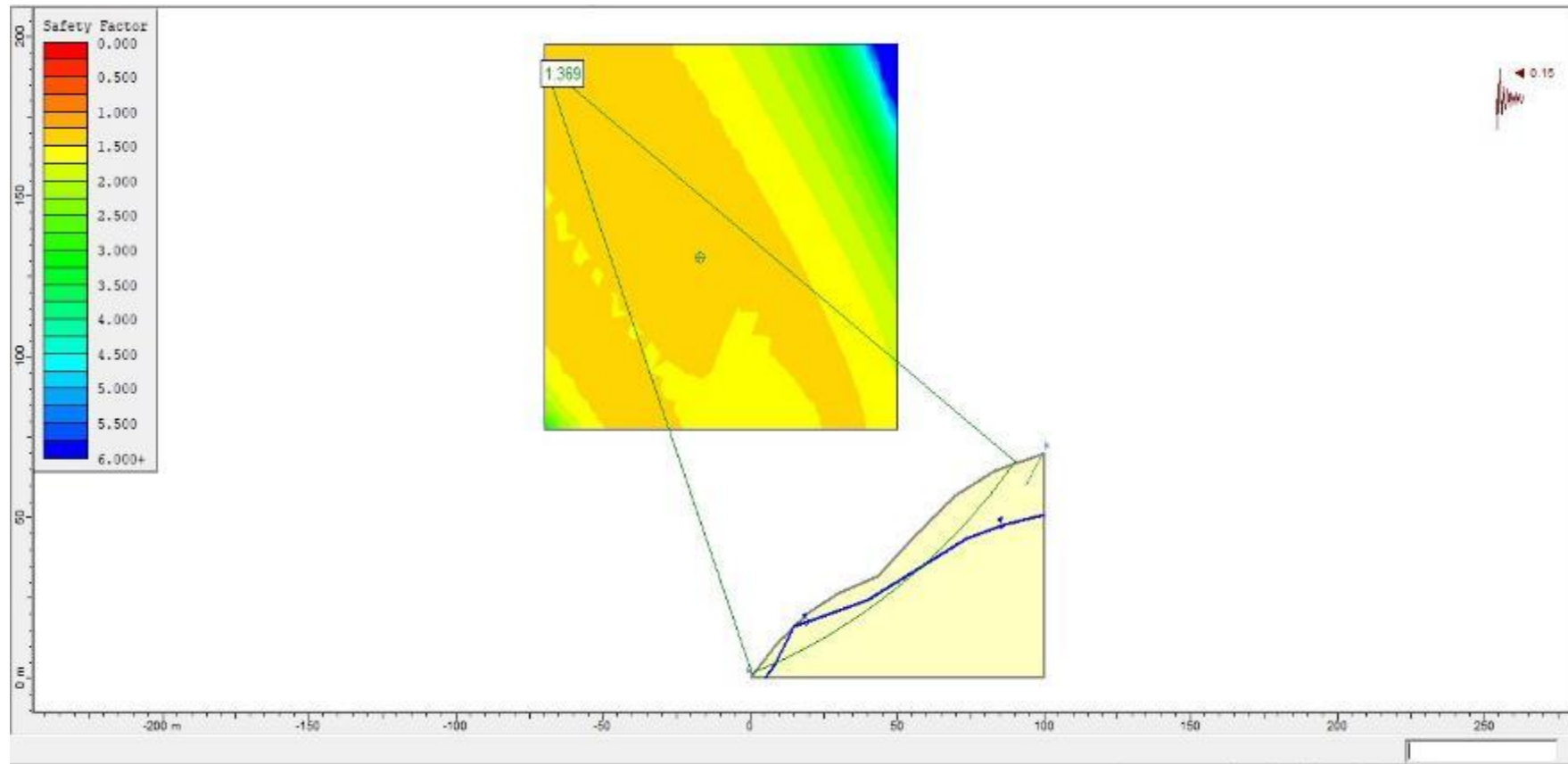


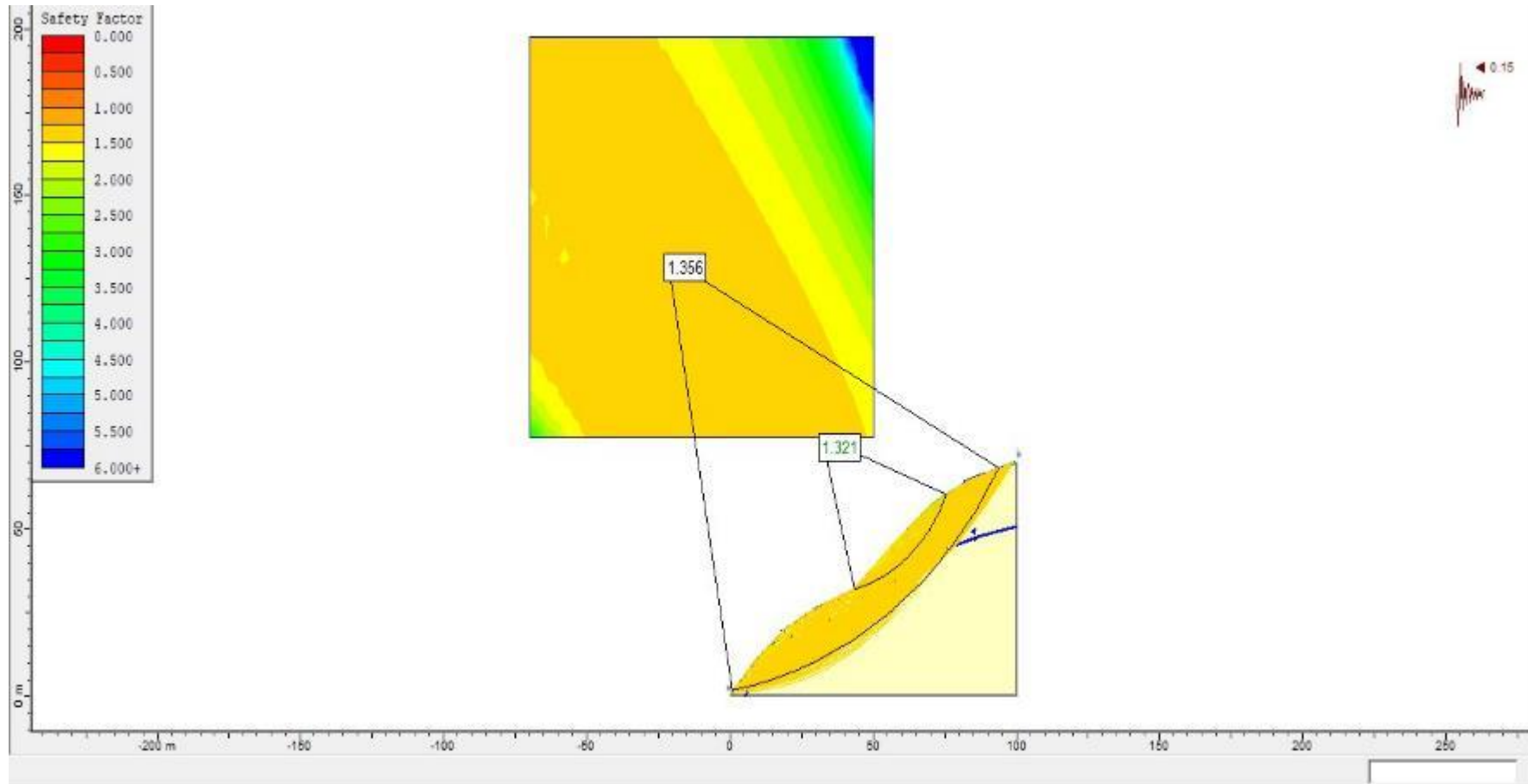


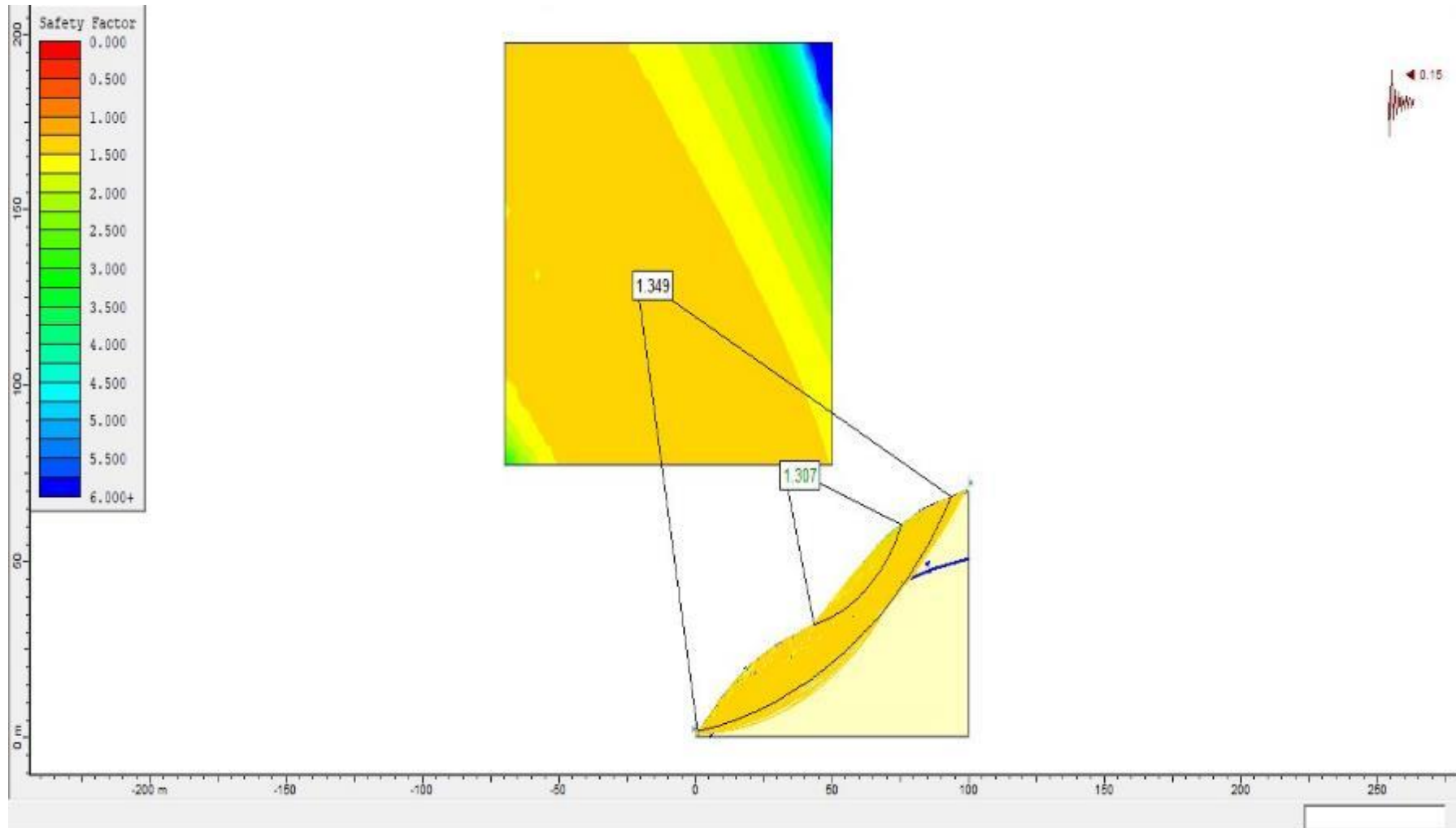


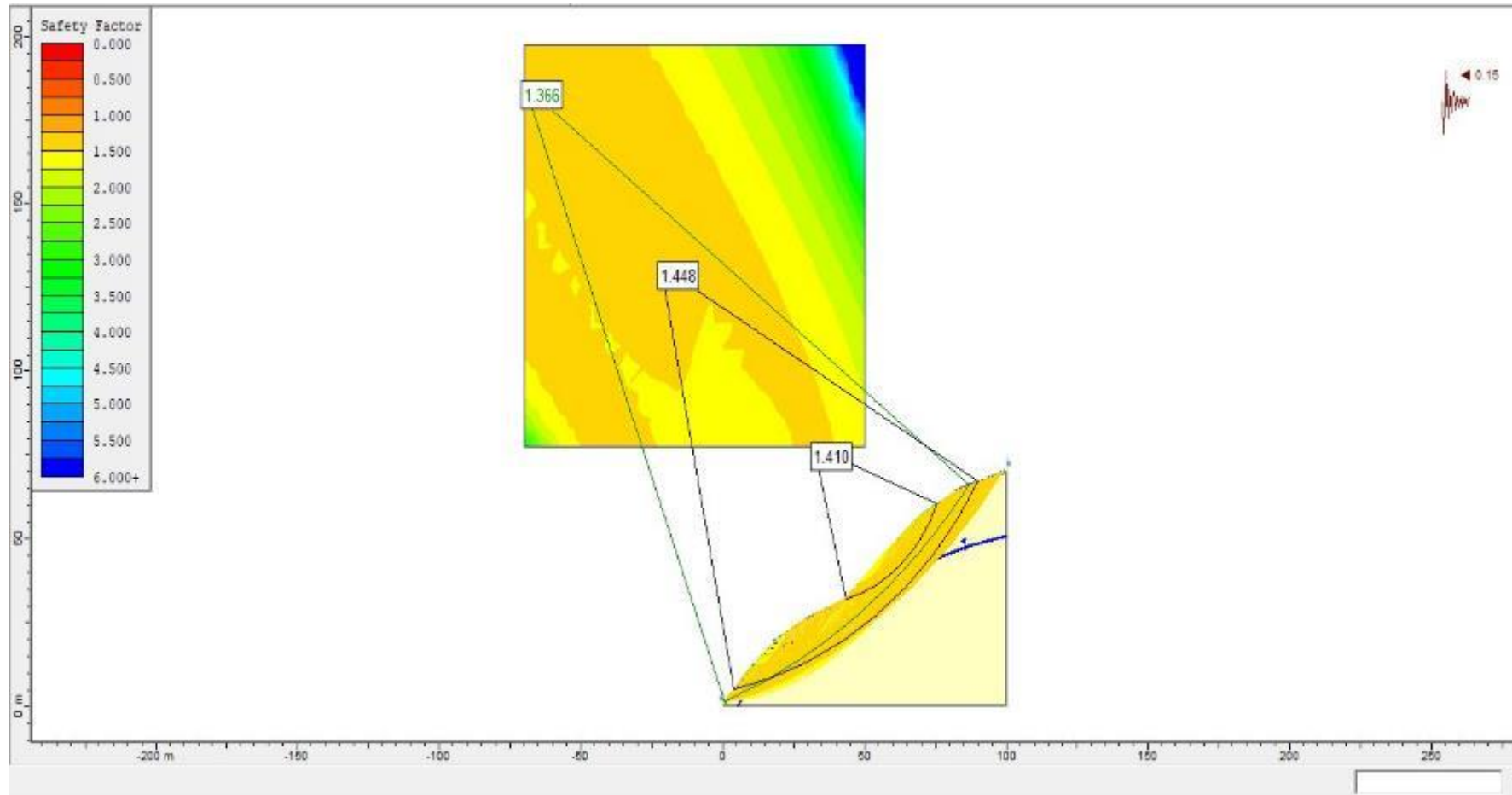
ANEXO

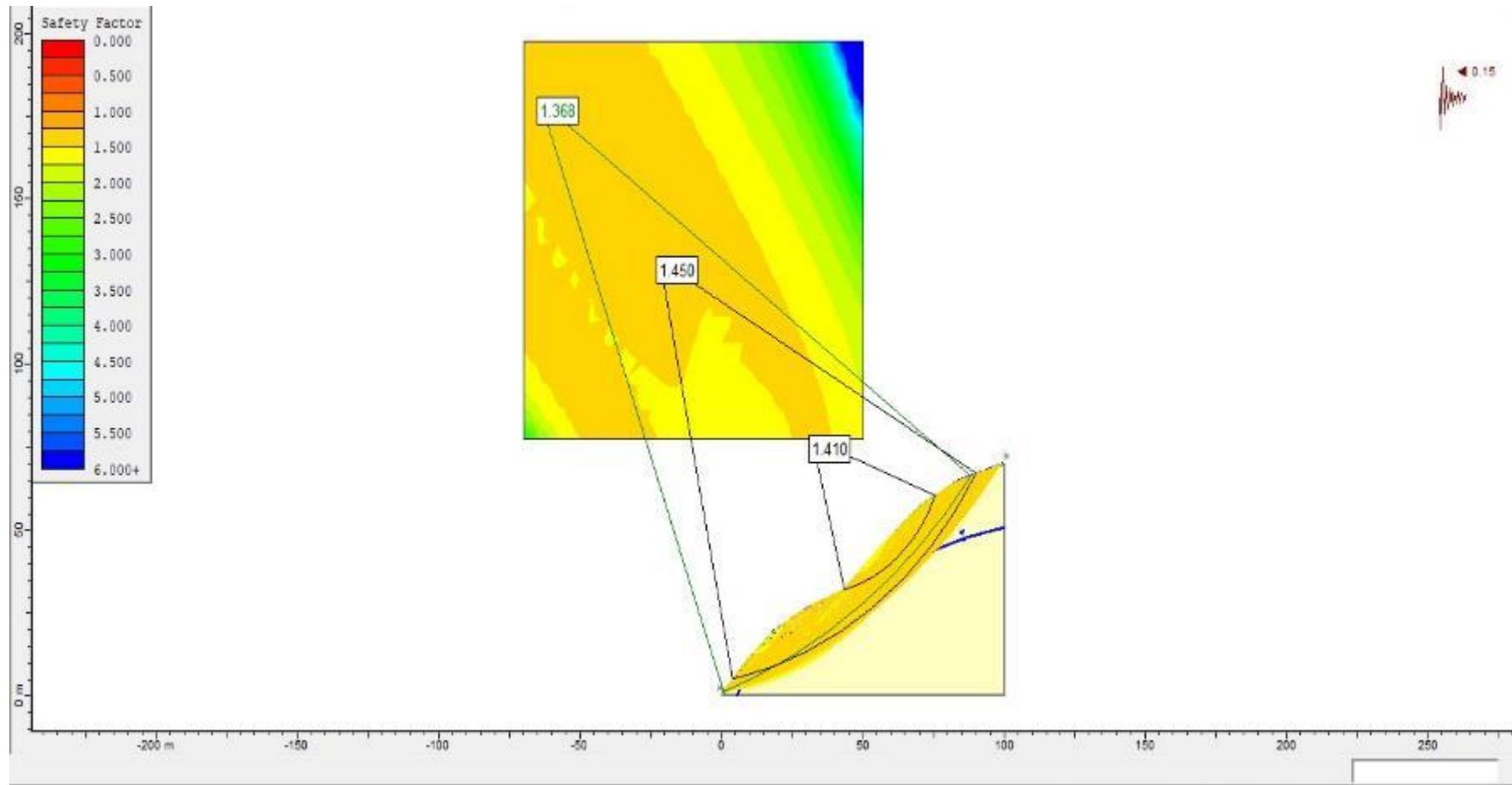
Tramo 5











ANEXO 2. MAPA SATELITAL DE UBICACIÓN DE LA ZONA



ANEXO 3. CARACTERÍSTICAS DE LAS DISCONTINUIDAD



ANEXO 5. MATERIAL DE RELLENO



ANEXO 6. MUESTRA DE ROCA OBTENIDA EN CAMPO



ANEXO 7. ANÁLISIS DE MAPEO LINEAL A DETALLE TRAMO 02



ANEXO 8. ANÁLISIS DE COMPRESIÓN UNIAxIAL EN LABORATORIO





Laboratorio de Mecánica de Suelos, Concreto y Pavimentos

Estudios Geológicos, Hidrológicos, Hidrogeológicos, Geotécnicos, Impacto Ambiental y Análisis Químicos

Resolución Nº 014751-2005/OSD-INDECOPI
Dr. WILFREDO R. FERNÁNDEZ MUÑOZ
Ing. Civil C.I.P. 26682 - Reg. de Consultor Nº C2755
RUC. 10266305856

TESIS

“ANÁLISIS GEOMECÁNICO Y GEOTÉCNICO APLICANDO ESFUERZOS TOTALES EN LOS TALUDES DEL TRAMO KM 6+00 A 6+350 BAÑOS DEL INCA A LLACANORA”



UBICACIÓN

DISTRITO : BAÑOS DEL INCA -
LLACANORA
PROVINCIA : CAJAMARCA
DEPARTAMENTO : CAJAMARCA

TESISTAS

BACH. GILMER CARRASCO ALVA
BACH. RODRIGO URBINA VILCHEZ

CAJAMARCA AGOSTO DEL 2020


Dr. Wilfredo R. Fernández Muñoz
INGENIERO CIVIL
CIP. 26682



Laboratorio de Mecánica de Suelos, Concreto y Pavimentos

Estudios Geológicos, Hidrológicos, Hidrogeológicos, Geotécnicos, Impacto Ambiental y Análisis Químicos

Resolución N° 014751-2005/OSD-INDECOPI
Dr. WILFREDO R. FERNÁNDEZ MUÑOZ
Ing. Civil C.I.P. 26682 - Reg. de Consultor N° C2755
RUC. 10266305856

I. EVALUACIÓN GEOTÉCNICA

Las calicatas 1 y 2 presentan un estrato de 20 a 30cm. de material orgánico de color marrón oscuro a negruzco con cobertura vegetal (pasto natural) y plantas nativas de la zona.

MUESTRA N° 1

Se encuentra formado por gravas mal graduadas, mezclada con arenas y roca arenisca disgregada, de color marrón claro amarillento beige con 81,9% de gravas de tamaño máximo de 2" con 13,84% de arena 7,79% de arena gruesa, 6,05% de arena fina y 4,3% de material fino, de clasificación SUCS (GP) con un equivalente a la clasificación AASHTO A-1-a(0), estos suelos son permeable a muy permeable con resistencia a la tubificación alta, y a la cortante alta, la compresibilidad es baja, susceptibilidad al agrietamiento no susceptible, susceptibilidad a la licuación no susceptibles, manejabilidad es muy buena.

MUESTRA N° 2

Formado por gravas mal graduadas mezclada con arenas y roca arenisca, disgregada, de color marrón claro amarillento beige con 87,8% de gravas de tamaño máximo de 2" con 7,3% de arena 3,49% de arena gruesa, 3,79% de arena fina y 4,9% de material fino, de clasificación SUCS (GP) con un equivalente a la clasificación AASHTO A-1-a(0), estos suelos son permeable a muy permeable con resistencia a la tubificación alta, y a la cortante alta, la compresibilidad es baja, susceptibilidad al agrietamiento no susceptible, susceptibilidad a la licuación no susceptibles, manejabilidad es muy buena.

II. SISMICIDAD.

El Perú por estar comprendido como una de las regiones de más alta actividad sísmica, forma parte del Cinturón Circumpacífico, que es una de las zonas sísmicas más activas del mundo. De acuerdo al Mapa del Reglamento Nacional de Edificaciones, Normas de Diseño Sismo - resistente y del mapa de Distribución de Máximas Intensidades Sísmicas observadas en el Perú y basándose en isosistas de sismos peruanos y datos de intensidades puntuales de sismos históricos y recientes sismos, se concluye que el área de estudio se encuentra dentro de la Zona 3.


Dr. Wilfredo R. Fernández Muñoz
INGENIERO CIVIL
CIP. 26682

2



Laboratorio de Mecánica de Suelos, Concreto y Pavimentos

Estudios Geológicos, Hidrológicos, Hidrogeológicos, Geotécnicos, Impacto Ambiental y Análisis Químicos

Resolución N° 014751-2005/OSD-INDECOP
 Dr. WILFREDO R. FERNÁNDEZ MUÑOZ
 Ing. Civil C.I.P. 26682 - Reg. de Consultor N° C2753
 RUC: 10266305856

| | |
|-------------------------------|----------------------------|
| Factor de Zona 3 | $z = 0,35g$ |
| Perfil de Suelo Tipo | S_2 (suelos intermedios) |
| Periodo Predominante | $T_p = 1.0 \text{ s}$ |
| Periodo | $T_1 = 1.6 \text{ s}$ |
| Factor de Ampliación de Suelo | $S = 1.20$ |
| Factor U (edificación) | $U = 1.5$ |
| Coefficiente de reducción | $R = 8$ |

ZONAS SISMICAS



Figura 1: Mapa de zonas sísmicas

Wilfredo R. Fernández Muñoz
 Dr. Wilfredo R. Fernández Muñoz
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 26682



Laboratorio de Mecánica de Suelos, Concreto y Pavimentos

Estudios Geológicos, Hidrológicos, Hidrogeológicos, Geotécnicos, Impacto Ambiental y Análisis Químicos

Resolución N° 014751-2005/OSD-INDECOPI
Dr. WILFREDO R. FERNÁNDEZ MUÑOZ
Ing. Civil C.I.P. 25682 - Reg. de Consultor N° C2755
RUC: 10266305856

finalidad de alcanzar el grado de hidratación y por ende la resistencia mecánica requerida en obra.

- 13 De acuerdo a la norma E.030 de la Resolución Ministerial N°355 – 2018 – Vivienda del 22 de octubre del 2018 la zona del lugar del proyecto se encuentra en la zona 3 del sismo resistente.

Para este diseño Sismo resistente se recomienda utilizar.

| | |
|-------------------------------|------------------------|
| Factor de Zona 3 | $z = 0,35g$ |
| Perfil de Suelo Tipo | S1 (rocas fracturadas) |
| Periodo Predominante | $T_p = 1.0 \text{ s}$ |
| Periodo | $T_1 = 1.6 \text{ s}$ |
| Factor de Ampliación de Suelo | $S = 2.00$ |
| Factor U (talud) | $U = 1.5$ |
| Coefficiente de reducción | $R = 8$ |


Dr. Wilfredo R. Fernández Muñoz
INGENIERO CIVIL
C.I.P. 25682

5



Laboratorio de Mecánica de Suelos, Concreto y Pavimentos

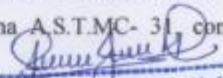
Estudios Geológicos, Hidrológicos, Hidrogeológicos, Geotécnicos, Impacto Ambiental y Análisis Químicos

Resolución N° 014751-2005/OSD-INDECOPI
Dr. WILFREDO R. FERNÁNDEZ MUÑOZ
Ing. Civil C.I.P. 35582 - Reg. de Consultor N° C2755
RUC: 10266305456


III. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Según la evaluación geotécnica realizadas en campo y los resultados de los ensayos de laboratorio y el análisis efectuado en el transcurso de este informe, establecemos las siguientes conclusiones y recomendaciones:

- 1 El subsuelo del área en estudio está constituido básicamente por material de tipo, GP descritos en la evaluación geotecnia.
- 2 Se ha considerado para el diseño estructural del proyecto una sección de cimentación de acorde a la capacidad portante admisible del terreno de la Muestra 1 es $\sigma_1 = 2.65\text{Kg/cm}^2$, muestra 2 es $\sigma_1 = 2.62\text{Kg/cm}^2$, compatible con las cargas transmitidas y las Normas Técnicas de Edificación E-030.
- 3 El coeficiente de balasto de las calicatas es 81.64 Kg/cm^3
- 4 El asentamiento inmediato es 0.16cm .
- 5 En la exploración geotécnica ejecutada el nivel freático no se encontró.
- 6 Se recomienda sacar toda la materia orgánica existente en la ejecución del proyecto.
- 7 Para la construcción del Proyecto se recomienda que el terreno de fundación sea debidamente drenado y sub drenado si en caso fuera construido en tiempo de lluvia, para evitar que la estructura sufra asentamientos diferenciales considerables
- 8 Se recomienda cimentar, mediante la construcción de zapatas de concreto armado conectadas a vigas de cimentación.
- 9 El nivel del terreno de fundación, para la construcción del proyecto se recomienda que sea mínimo $- 3.00\text{m}$ de profundidad y un mejoramiento que consistirá en tres capas: La primera capa inferior de material de relleno compactado, de grava bien graduada (GW) en un espesor de 0.20m . la segunda un material de afirmado debidamente compactado con un espesor de 0.20m , luego un solado de 10cm , con una proporción de $1:12 \text{ C:H}$.
- 10 El factor de seguridad es 3 utilizando la fórmula de Perk - Terzaghi para el diseño de la capacidad portante del terreno.
- 11 El concreto a utilizar para los diferentes elementos estructurales será de 210Kg/cm^2 , utilizando agregados de la zona previo diseño de mezclas.
- 12 Se recomienda utilizar un método de curado adecuado para la mezcla de concreto empleadas en el elemento estructural acorde a la norma A.S.T.M.C- 31 con la


Dr. Wilfredo R. Fernández Muñoz 4
INGENIERO CIVIL
996120002

Urb. de los Docentes UNC H-3 Cajamarca, Perú – Tel. 076 341560 RPM. #976 385815
RPC. 976 385815 – Email. wilfredofernandezm@hotmail.com



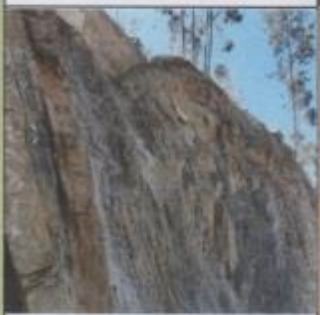


Laboratorio de Mecánica de Suelos, Concreto y Pavimentos

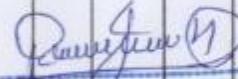
Estudios Geológicos, Hidrológicos, Hidrogeológicos, Geotécnicos, Impacto Ambiental y Análisis Químicos

Resolución N° 014751-2005/OSD-INDECOPI
Dr. WILFREDO R. FERNÁNDEZ MUÑOZ
Ing. Civil C.I.P. 26682 - Reg. de Consultor N° C2755
RUC. 10266305856

REGISTRO DE EXCAVACION: CALICATA DE PLATAFORMA

| | | | | | | | | | |
|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| TESIS : ANÁLISIS GEOMECÁNICO Y GEOTÉCNICO APLICANDO ESFUERZOS TOTALES EN LOS TALUDES DEL TRAMO KM 6+00 A 6+350 BAÑOS DEL INCA A LLACANORA | | | | | | | | | |
| UBICACIÓN : DIST. LOS BAÑOS DEL INCA, LLACANORA, PROV. CAJAMARCA, DPTO. CAJAMARCA | | | | | | | | | |
| MUESTRA : N° 1 PROF. 3,50 | | | | | | | | | |
| TESISTAS : BACH. GILMER CARRASCO ALVA - BACH. RODRIGO URBINA VILCHEZ | | | | | | | | | |
| FECHA : AGOSTO DEL 2020 | | | | | | | | | |

| UBICACIÓN PERFORACIÓN AL TIPO CIELO ABIERTO | MUESTRA | CALICATA | | SIMBOLOGIA | CLASIF. | | CONSTANTES FISICAS | | | % Paso Malla N° 200 | |
|--|---------|-------------|---|--|---------|------|--------------------|----|----|---------------------------|--|
| | | DESCRIPCION | | | AASHTO | SUCS | LL | LP | IP | | |
| 0,20 | | | Material orgánico de color marrón oscuro con cobertura vegetal pasto natural y plantas nativas de la zona | | | | | | | | |
| 0,40 | | |  Se encuentra formado por gravas mal graduadas, mezclada con arenas y roca arenisca disgregada, de color marrón claro amarillento beige con 81,0% de gravas de tamaño máximo de 2" con 13,84% de arena 7,79% de arena gruesa, 6,05% de arena fina y 4,3% de material fino, estos suelos son permeable a muy permeable con resistencia a la tubificación alta, y a la cortante alta, la compresibilidad es baja, susceptibilidad al agrietamiento no susceptible, susceptibilidad a la licuación no susceptibles, manejabilidad es muy buena. |  | | | | | | | |
| 0,60 | | | | | | | | | | | |
| 0,80 | | | | | | | | | | | |
| 1,00 | | | | | | | | | | | |
| 1,40 | | | | | | | | | | | |
| 1,70 | M-1 | | | | | | | | | | |
| 2,00 | | | | | | | | | | | |
| 2,60 | | | | | | | | | | | |
| 3,00 | | | | | | | | | | | |
| 3,50 | | | | | | | | | | | |
| | | |  MUESTRA EXTRAIDA | | | | | | | | |


 Dr. Wilfredo R. Fernández Muñoz
 INGENIERO CIVIL
 C.I.P. 26682

Urb. de los Docentes UNC H-3 Cajamarca, Perú – Tel. 076 341560 RPM. #976 699861
RPC. 976 385815 – Email. wilfredofernandezm@hotmail.com



Laboratorio de Mecánica de Suelos, Concreto y Pavimentos

Estudios Geológicos, Hidrológicos, Hidrogeológicos, Geotécnicos, Impacto Ambiental y Análisis Químicos

Resolución N° 014751-2005/OSD-INDECOPI
Dr. WILFREDO R. FERNÁNDEZ MUÑOZ
Ing. Civil C.I.P. 26682 - Reg. de Consultor N° C2755
RUC. 10266305956

LIMITES DE CONSISTENCIA (ASTM D423 - ASTM D424)

| | |
|------------------|--|
| TESIS | : ANALISIS GEOMECANICO Y GEOTECNICO APLICANDO ESFUERZOS TOTALES EN LOS TALUDES DEL TRAMO KM 6+00 A 6+350 BAÑOS DEL INCA A LLACANORA. |
| UBICACIÓN | : : DIST. LOS BAÑOS DEL INCA, LLACANORA, PROV. CAJAMARCA, DPTO. CAJAMARCA |
| MUESTRA | : N° 1 PROFUNDIDAD (m): 3,50 |
| TESISTAS | : BACH. GILMER CARRASCO ALVA - BACH. RODRIGO URBINA VILCHEZ |
| FECHA | : AGOSTO DEL 2020 |

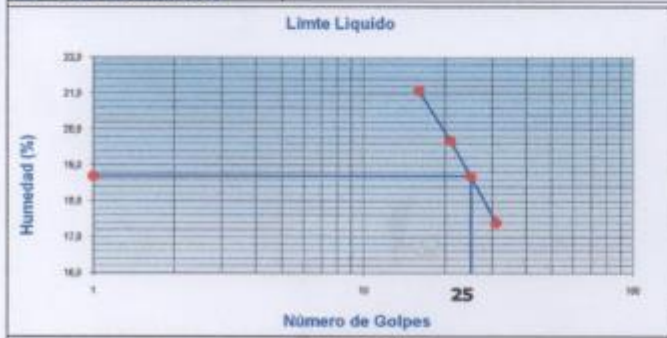
LIMITE LIQUIDO ASTM D-423

| TARA N° | I | II | III |
|---------------------|--------------|--------------|--------------|
| N° DE GOLPES | 16 | 21 | 31 |
| TARA+SUELO HUMEDO | 60,05 | 55,50 | 52,50 |
| TARA+SUELO SECO | 53,68 | 49,72 | 46,88 |
| PESO DEL AGUA | 6,37 | 5,78 | 5,62 |
| PESO DE LA TARA | 23,47 | 20,38 | 14,58 |
| PESO DEL SUELO SECO | 30,21 | 29,34 | 32,30 |
| HUMEDAD (%) | 21,09 | 19,70 | 17,40 |

LIMITE PLASTICO ASTM D-424

| TARA N° | | |
|-----------------------------|--|--|
| TARA+SUELO HUMEDO | | |
| TARA+SUELO SECO | | |
| PESO DEL AGUA | | |
| PESO DE LA TARA | | |
| PESO DEL SUELO SECO | | |
| HUMEDAD (%) | | |
| HUMEDAD PROMEDIO (%) | | |

NO PLASTICO



Limites de Consistencia

| | |
|-----------------|--------------|
| Límite Líquido | 18,70 |
| Límite Plástico | NP |
| Índice Plástico | NP |

Observaciones

| | |
|--|--|
| | |
| | |
| | |


Dr. Wilfredo R. Fernández Muñoz
INGENIERO CIVIL
CIP. 26682



Laboratorio de Mecánica de Suelos, Concreto y Pavimentos

Estudios Geológicos, Hidrológicos, Hidrogeológicos, Geotécnicos, Impacto Ambiental y Análisis Químicos

Resolución Nº 014751-2005/OSD-INDECOPI
Dr. WILFREDO R. FERNÁNDEZ MUÑOZ
Ing. Civil C.I.F. 24682 - Reg. de Consultor Nº C2755
RUC: 10266305856

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (AASHTO T-27 ASTM D 422)

| | |
|------------------|---|
| TESIS | : ANÁLISIS GEOMECÁNICO Y GEOTÉCNICO APLICANDO ESFUERZOS TOTALES EN LOS TALUDES DEL TRAMO KM 6+00 A 6+350 BAÑOS DEL INCA A LLACANORA |
| UBICACIÓN | : DIST. LOS BAÑOS DEL INCA, LLACANORA, PROV. CAJAMARCA, DPTO. CAJAMARCA |
| MUESTRA | : N° 1 PROFUNDIDAD (m): 3,50 |
| TESISTAS | : BACH. GILMER CARRASCO ALVA - BACH. RODRIGO URBINA VILCHEZ |
| FECHA | : AGOSTO DEL 2020 |

| MALLAS SERIE AMERICANA | ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO - ASTM 422 | | | | | | CONTENIDO DE HUMEDAD | |
|------------------------------|---|--------------------------|------------------------|------------------------|-------------|-----------------------|------------------------------|----------------|
| | ABERTURA (mm) | PESO RETENIDO (gr) | RET. PARCIAL (%) | RET. ACUMEL. (%) | PASA (%) | ESPECIFICA- CIONES | | |
| 4" | 101,6 | | | | | | Numero de la Tara | 8/8 |
| 3" | 76,200 | | | | | | Peso de la Tara | 8,7 |
| 2 1/2" | 63,500 | | | | 100,0 | | Tara + Suelo Humedo | 519,0 |
| 2" | 50,800 | 321,5 | 8,0 | 8,0 | 92,0 | | Tara + Suelo Seco | 496,7 |
| 1 1/2" | 38,100 | 850,7 | 21,3 | 29,3 | 70,8 | | Peso del agua | 22,3 |
| 1" | 25,400 | 690,0 | 17,3 | 46,4 | 53,6 | | Peso del suelo seco | 488,0 |
| 3/4" | 19,000 | 479,3 | 13,0 | 58,4 | 41,6 | | % de Humedad | 4,57 |
| 1/2" | 12,700 | 380,4 | 9,5 | 67,9 | 32,1 | | | |
| 3/8" | 9,525 | 250,6 | 6,2 | 74,1 | 25,9 | | RESULTADOS DE ENSAYOS | |
| 1/4" | 6,350 | | | | | | - LÍMITE LÍQUIDO (%) | 18,70 |
| N° 4 | 4,750 | 310,9 | 7,8 | 81,9 | 18,1 | | - LÍMITE PLÁSTICO (%) | 8P |
| N° 6 | 3,350 | | | | | | - ÍNDICE PLASTICIDAD (%) | 8P |
| N° 8 | 3,380 | | | | | | - CLASIFICACIÓN SUCS | GP |
| N° 10 | 2,000 | 56,8 | 1,4 | 83,3 | 16,7 | | - CLASIFICACIÓN AASHTO | A-1 + (0) |
| N° 16 | 1,190 | | | | | | - % DE HUMEDAD | 4,6 |
| N° 20 | 0,840 | 78,6 | 2,0 | 86,0 | 14,0 | | DATOS DE LA MUESTRA | |
| N° 30 | 0,890 | 64,1 | 1,6 | 87,6 | 12,4 | | - PESO TOTAL (gr) | 4010,0 100,0 % |
| N° 40 | 0,426 | 81,4 | 2,0 | 89,7 | 10,3 | | - PESO GRAVA (gr) | 3283,4 81,9 % |
| N° 50 | 0,297 | | | | | | - PESO ARENA (gr) | 726,6 18,1 % |
| N° 80 | 0,177 | 98,6 | 2,5 | 92,1 | 7,9 | | - PESO FRACCIÓN (gr) | |
| N° 100 | 0,149 | 73,5 | 1,8 | 94,0 | 6,0 | | | |
| N° 200 | 0,074 | 70,7 | 1,8 | 95,7 | 4,3 | | | |
| -200 | | 171,5 | 4,3 | | | | | |

CURVA GRANULOMÉTRICA



NOTA: LAS MUESTRAS FUERON ALCANZADAS POR EL INTERESADO

Urb. de los Docentes UNC H-3 Cajamarca, Perú – Tel. 076 341560 RPM. #976 699861
RPC. 976 385815 – Email. wilfredofernandezm@hotmail.com

Wilfredo R. Fernández Muñoz
Dr. Wilfredo R. Fernández Muñoz
INGENIERO CIVIL
C.I.F. 24682



Laboratorio de Mecánica de Suelos, Concreto y Pavimentos

Estudios Geológicos, Hidrológicos, Hidrogeológicos, Geotécnicos, Impacto Ambiental y Análisis Químicos

Resolución Nº 014751-2005/OSD-INDECOPI
Dr. WILFREDO R. FERNÁNDEZ MUÑOZ
Ing. Civil C.I.R. 26682 - Reg. de Consultor Nº C2755
RUC: 10266305856

CALCULO DE CAPACIDAD PORTANTE

| | | | |
|------------------|--|-------|--|
| TESIS | : ANÁLISIS GEOMECÁNICO Y GEOTÉCNICO APLICANDO ESFUERZOS TOTALES EN LOS TALUDES DEL TRAMO KM 6+00 A 6+350 BAÑOS DEL INCA A LLACANORA. | | |
| UBICACIÓN | : DIST. LOS BAÑOS DEL INCA, LLACANORA, PROV. CAJAMARCA, DPTO. CAJAMARCA | | |
| MUESTRA | : N° 1 - PROFUNDIDAD (m) : 3,50 | | |
| TESISTAS | : BACH. GILMER CARRASCO ALVA - BACH. RODRIGO URBINA VILCHEZ | | |
| FECHA | : AGOSTO DEL 2020 | TALUD | |

| DATOS DE LA MUESTRA | | | | |
|---------------------------------------|-------------|--------------------|-------------------|--------------------|
| Ángulo rozamiento interno ϕ : | 27,30 | * | 27 | * |
| Peso específico suelo, γ : | 1,50 | gr/cm ³ | 0,0015 | kg/cm ² |
| Profundidad cimentación, D: | 3,00 | m | 300 | cm |
| Tensión vertical, q: | | | 0,45 | kg/cm ² |
| Cohesión, c: | 0,00 | kg/cm ² | 0,00 | kg/cm ² |
| Factor de seguridad, F: | 3 | | 3 | |
| Ancho cimentación, B: | 1,60 | m | 160 | cm |
| Peso de la estructura: | 65,00 | Tn | 65000 | Kg |
| Módulo de poisson (μ) | AG | 0,15 | unidimensional | |
| Módulo de elasticidad [Es] | GS | 9500,00 | Tn/m ² | |
| Forma de Zapata | Rect. L/B=2 | | | |
| Valores del Factor de forma IF (cm/m) | CENTRO | ESQUINA | MEDIO | |
| | 153 | 77 | 120 | |

| para ϕ igual a 0 = | pajonal | 0 | Radianes |
|-------------------------|--|------|----------|
| | $Nq=(1+\text{sen}\phi)/(1-\text{sen}\phi) \cdot e^{2\text{sen}\phi}$ | 1,00 | |
| | $Nc=(Nq-1)\text{cotag}\phi$ | 5,14 | |
| | $N\gamma=2*(Nq-1)\text{tag}\phi$ | 0,00 | |

| para ϕ distinto de 0 | Ángulo de rozamiento interno (ϕ)= | 0,48 | Radianes |
|--------------------------------|--|-------|----------|
| FACTORES DE CAPACIDAD DE CARGA | $Nq=(1+\text{sen}\phi)/(1-\text{sen}\phi) \cdot e^{2\text{sen}\phi}$ | 13,64 | 9,09 |
| | $Nc=(Nq-1)\text{cotag}\phi$ | 24,48 | 16,32 |
| | $N\gamma=2*(Nq-1)\text{tag}\phi$ | 15,11 | 10,07 |

FORMULA GENERAL DE TERZAGHI

| | | | |
|--|---|---|--------------------|
| CIMENTACIÓN CONTINUA | $q_b = \left(\frac{2}{3}c \cdot N_c + q \cdot N_q + \frac{1}{2} \cdot \gamma \cdot B \cdot N_\gamma\right)$ | SUELOS POR FALLA LOCAL POR CORTE REF. BRAJA M. DAS PAG.139 FUNDAMENTOS DE INGENIERIA DE CIMENTACIONES | |
| CIMENTACIÓN CUADRADA | $q_b = (0,867c \cdot N_c + q \cdot N_q + 0,4 \cdot \gamma \cdot B \cdot N_\gamma)$ | | |
| CIMENTACIÓN CIRCULAR | $q_b = (0,867c \cdot N_c + q \cdot N_q + 0,3 \cdot \gamma \cdot B \cdot N_\gamma)$ | | |
| Capacidad Admisible cimentación continua q_{adm} | $\left(\frac{q_b}{F}\right)$ | 2,65 | kg/cm ² |
| Capacidad Admisible cimentación cuadrada q_{adm} | $\left(\frac{q_b}{F}\right)$ | 2,53 | kg/cm ² |
| Capacidad Admisible cimentación circular q_{adm} | $\left(\frac{q_b}{F}\right)$ | 2,41 | kg/cm ² |

Urb. de los Docentes UNC H-3 Cajamarca, Perú – Tel. 076 341560 RPM. #976 699861
RPC. 976 385815 – Email. wilfredofernandezm@hotmail.com

CIP. 26682

Wilfredo R. Fernández Muñoz
INGENIERO CIVIL



Laboratorio de Mecánica de Suelos, Concreto y Pavimentos

Estudios Geológicos, Hidrológicos, Hidrogeológicos, Geotécnicos, Impacto Ambiental y Análisis Químicos

Resolución N° 014751-2005/OSD-INDECOP
Dr. WILFREDO R. FERNÁNDEZ MUÑOZ
Ing. Civil C.I.P. 26682 - Reg. de Consultor N° C2735
RUC: 10266305855

ASENTAMIENTOS INMEDIATOS

$$S_i = \frac{qB(1-\mu^2)}{E_s} I_f$$

| | Centro | Esquina | Medio |
|---------|---------|---------|---------|
| $S_i =$ | 0,16 cm | 0,08 cm | 0,13 cm |


| | |
|---------|---------|
| $S_i =$ | 0,16 cm |
|---------|---------|

COEFICIENTE DE BALASTO

$$K = 1.2 \frac{(E_s)}{(1-\mu^2)} 0.07$$

| | K |
|---------|--------------------------|
| $S_i =$ | 81,64 kg/cm ³ |


Dr. Wilfredo R. Fernández Muñoz
INGENIERO CIVIL
CIP. 26682






Laboratorio de Mecánica de Suelos, Concreto y Pavimentos


Estudios Geológicos, Hidrológicos, Hidrogeológicos, Geotécnicos, Impacto Ambiental y Análisis Químicos

Resolución N° 014751-2005/OSD-INDECOPI
Dr. WILFREDO R. FERNÁNDEZ MUÑOZ
Ing. Civil C.I.P. 26682 - Reg. de Consultor N° C2755
RUC: 10266305856

REGISTRO DE EXCAVACION: CALICATA DE PLATAFORMA

| | | | | | | | | | |
|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| TESIS : ANÁLISIS GEOMECÁNICO Y GEOTÉCNICO APLICANDO ESFUERZOS TOTALES EN LOS TALUDES DEL TRAMO KM 6+00 A 6+350 BAÑOS DEL INCA A LLACANORA | | | | | | | | | |
| UBICACIÓN : DIST. LOS BAÑOS DEL INCA, LLACANORA, PROV. CAJAMARCA, DPTO. CAJAMARCA | | | | | | | | | |
| MUESTRA : N°2 PROF. 3,50 | | | | | | | | | |
| TESISTAS : BACH. GILMER CARRASCO ALVA - BACH. RODRIGO URBINA VILCHEZ | | | | | | | | | |
| FECHA : AGOSTO DEL 2020 | | | | | | | | | |


| UBICACIÓN | CALICATA | | | CLASIF. | | CONSTANTES FÍSICAS | | | % Pasa Malla N° 200 | |
|-----------|-----------------------------------|---------|--|--|----------|--------------------|-------|----|---------------------|-----|
| | PERFORACION AL TIPO CIELO ABIERTO | MUESTRA | DESCRIPCION | SIMBOLOGIA | AASHTO | SUCS | L.L. | LP | | IP |
| 0,20 | | | Material orgánico de color marrón oscuro con cobertura vegetal pasto natural y plantas nativas de la zona | | | | | | | |
| 0,40 | | |  |  | | | | | | |
| 0,60 | | | | | | | | | | |
| 0,80 | | | <p>Formado por gravas mal graduadas mezclada con arenas y roca arenisca, disgregada, de color marrón claro amarillento beige con 87,8% de gravas de tamaño máximo de 2" con 7,3% de arena 3,49% de arena gruesa, 3,79% de arena fina y 4,9% de material fino, estos suelos son permeable a muy permeable con resistencia a la tubificación alta, y a la cortante alta, la compresibilidad es baja, susceptible al agrietamiento no susceptible, susceptibilidad a la licuación no susceptibles, manejabilidad es muy buena</p> | | A-1-a(0) | GP | 17,16 | NP | NP | 4,9 |
| 1,00 | | M-1 | | | | | | | | |
| 1,40 | | |  | | | | | | | |
| 1,60 | | | | | | | | | | |
| 2,00 | | | | | | | | | | |
| 2,50 | | | | | | | | | | |
| 3,00 | | | | | | | | | | |
| 3,50 | | | | | | | | | | |



Dr. Wilfredo R. Fernández Muñoz
INGENIERO CIVIL
C.I.P. 26682

MUESTRA EXTRAIDA

Urb. de los Docentes UNC H-3 Cajamarca, Perú – Tel. 076 341560 RPM. #976 699861
RPC. 976 385815 – Email. wilfredofernandezm@hotmail.com



Laboratorio de Mecánica de Suelos, Concreto y Pavimentos

Estudios Geológicos, Hidrológicos, Hidrogeológicos, Geotécnicos, Impacto Ambiental y Análisis Químicos

Resolución N° 014751-2005/OSD-INDECOPI
Dr. WILFREDO R. FERNÁNDEZ MUÑOZ
Ing. Civil C.I.P. 26682 - Reg. de Consultor N° C2755
RUC: 10266305856

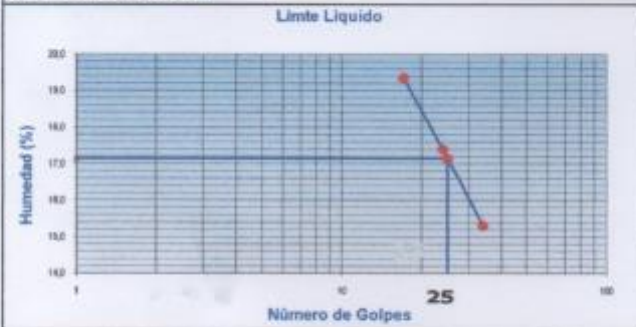
LIMITES DE CONSISTENCIA (ASTM D423 - ASTM D424)

| | | | |
|------------------|--|--|--|
| TESIS | : ANÁLISIS GEOMECÁNICO Y GEOTÉCNICO APLICANDO ESFUERZOS TOTALES EN LOS TALUDES DEL TRAMO KM 6+00 A 6+350 BAÑOS DEL INCA A LLACANORA. | | |
| UBICACIÓN | : DIST. LOS BAÑOS DEL INCA, PROV. CAJAMARCA, DPTO. CAJAMARCA | | |
| MUESTRA | : N° 2 PROFUNDIDAD (m): 3,50 | | |
| TESISTAS | : BACH. GILMER CARRASCO ALVA - BACH. RODRIGO URBINA VILCHEZ | | |
| FECHA | : AGOSTO DEL 2020 | | |

| LIMITE LIQUIDO ASTM D-423 | | | |
|---------------------------|--------------|--------------|--------------|
| TARA N° | A | B | C |
| N° DE GOLPES | 17 | 24 | 34 |
| TARA+SUELO HUMEDO | 61,53 | 66,18 | 64,27 |
| TARA+SUELO SECO | 54,02 | 58,86 | 58,19 |
| PESO DEL AGUA | 7,51 | 7,32 | 6,08 |
| PESO DE LA TARA | 15,23 | 16,82 | 18,49 |
| PESO DEL SUELO SECO | 38,79 | 42,04 | 39,70 |
| HUMEDAD (%) | 19,36 | 17,41 | 15,31 |

| LIMITE PLASTICO ASTM D-424 | | | |
|-----------------------------|---|---|---|
| TARA N° | A | B | C |
| TARA+SUELO HUMEDO | | | |
| TARA+SUELO SECO | | | |
| PESO DEL AGUA | | | |
| PESO DE LA TARA | | | |
| PESO DEL SUELO SECO | | | |
| HUMEDAD (%) | | | |
| HUMEDAD PROMEDIO (%) | | | |

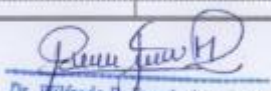
NO PLASTICO



Limite Liquido

| Límites de Consistencia | |
|-------------------------|-------|
| Límite Líquido | 17,15 |
| Límite Plástico | NP |
| Índice Plástico | NP |

| Observaciones | |
|---------------|--|
| | |
| | |
| | |



Dr. Wilfredo R. Fernández Muñoz
INGENIERO CIVIL
CIP. 26682

Urb. de los Docentes UNC H-3 Cajamarca, Perú – Tel. 076 341560 RPM. #976 699861
RPC. 976 385815 – Email. wilfredofernandezm@hotmail.com



Laboratorio de Mecánica de Suelos, Concreto y Pavimentos

Estudios Geológicos, Hidrológicos, Hidrogeológicos, Geotécnicos, Impacto Ambiental y Análisis Químicos

Resolución N° 014751-2005/OSD-INDECOP
Dr. WILFREDO R. FERNÁNDEZ MUÑOZ
Ing. Civil C.I.P. 26682 - Reg. de Consultor N° C2755
R.U.C. 10266309856

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (AASHTO T-27 ASTM D 422)

| | |
|------------------|--|
| TESIS | : ANÁLISIS GEOMECAÁNICO Y GEOTÉCNICO APLICANDO ESFUERZOS TOTALES EN LOS TALUDES DEL TRAMO KM 6+00 A 6+350 BAÑOS DEL INCA A LLACANORA |
| UBICACIÓN | : DIST. LOS BAÑOS DEL INCA, LLACANORA, PROV. CAJAMARCA, DPTO. CAJAMARCA |
| MUESTRA | : N° 2 PROFUNDIDAD (m): 3,50 |
| TESISTAS | : BACH. GILMER CARRASCO ALVA - BACH. RODRIGO URBINA VILCHEZ |
| FECHA | : AGOSTO DEL 2020 |

| MALLAS DEBER AMERICANA | ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO - ASTM D27 | | | | | | CONTENIDO DE HUMEDAD (NORMA ASTM D 2216 / 4643) | | |
|------------------------|---|--------------------|------------------|------------------|----------|------------------|--|------|----------------|
| | ABERTURA (mm) | PESO RETENIDO (gr) | RET. PARCIAL (%) | RET. ACUMUL. (%) | PARA (%) | ESPECIFICACIONES | Numero de la Taza | | |
| 4" | 101,6 | | | | | | 8/X | | |
| 3" | 76,200 | | | | | | 8,7 | | |
| 2 1/2" | 63,500 | | | | 100,0 | | 812,6 | | |
| 2" | 50,800 | 641,5 | 11,8 | 11,8 | 88,5 | | 486,5 | | |
| 1 1/2" | 38,100 | 519,0 | 9,3 | 20,7 | 79,3 | | 26,1 | | |
| 1" | 25,400 | 906,0 | 16,2 | 36,9 | 63,1 | | 477,8 | | |
| 3/4" | 19,050 | 402,0 | 7,2 | 44,1 | 55,9 | | % de Humedad | 5,46 | |
| 1/2" | 12,700 | 1.095,0 | 19,6 | 63,7 | 36,3 | | RESULTADOS DE ENSAYOS | | |
| 3/8" | 9,525 | 461,0 | 8,3 | 71,9 | 28,1 | | LÍMITE LÍQUIDO (%) | : | 17,16 |
| 1/4" | 6,350 | - | - | - | - | | LÍMITE PLÁSTICO (%) | : | 8P |
| N° 4 | 4,750 | 890,5 | 15,9 | 87,8 | 12,2 | | ÍNDICE PLÁSTICIDAD (%) | : | 8P |
| N° 6 | 3,350 | - | - | - | - | | CLASIFICACIÓN SUCS | : | GP |
| N° 8 | 2,380 | - | - | - | - | | CLASIFICACIÓN AASHTO | : | A-1-a (0) |
| N° 10 | 2,000 | 44,6 | 0,8 | 88,6 | 11,4 | | % DE HUMEDAD | : | 5,5 |
| N° 16 | 1,190 | - | - | - | - | | DATOS DE LA MUESTRA | | |
| N° 20 | 0,840 | 66,8 | 1,2 | 89,8 | 10,2 | | PESO TOTAL (gr) | : | 8895,0 100,0 % |
| N° 30 | 0,590 | 35,1 | 0,6 | 90,5 | 9,5 | | PESO GRAVA (gr) | : | 4918,0 87,8 % |
| N° 40 | 0,426 | 48,7 | 0,9 | 91,3 | 8,7 | | PESO ARENA (gr) | : | 680,0 12,2 % |
| N° 80 | 0,297 | - | - | - | - | | PESO FRACCION (gr) | : | |
| N° 100 | 0,149 | 20,7 | 0,9 | 94,7 | 5,3 | | | | |
| N° 200 | 0,074 | 21,5 | 0,4 | 96,1 | 4,9 | | | | |
| -200 | | 272,7 | 4,9 | | | | | | |

CURVA GRANULOMÉTRICA



NOTA: LAS MUESTRAS FUERON ALCANZADAS POR EL INTERESADO

Wilfredo R. Fernández Muñoz
Dr. Wilfredo R. Fernández Muñoz
INGENIERO CIVIL
CIP. 26682

Urb. de los Docentes UNC H-3 Cajamarca, Perú – Tel. 076 341560 RPM, #976 699861
RPC. 976 385815 – Email. wilfredofernandezm@hotmail.com



Laboratorio de Mecánica de Suelos, Concreto y Pavimentos

Estudios Geológicos, Hidrológicos, Hidrogeológicos, Geotécnicos, Impacto Ambiental y Análisis Químicos

Resolución N° 014751-2005/OSD-INDECOPI
Dr. WILFREDO R. FERNÁNDEZ MUÑOZ
Ing. Civil C.I.P. 26682 - Reg. de Consultor N° C2755
RUC. 10266305856

CALCULO DE CAPACIDAD PORTANTE

| | | |
|------------------|--|--------------|
| TESIS | : ANÁLISIS GEOMECÁNICO Y GEOTÉCNICO APLICANDO ESFUERZOS TOTALES EN LOS TALUDES DEL TRAMO KM 6+00 A 6+350 BAÑOS DEL INCA A LLACANORA. | |
| UBICACIÓN | : DIST. LOS BAÑOS DEL INCA, LLACANORA, PROV. CAJAMARCA, DPTO. CAJAMARCA | |
| MUESTRA | : N° 2 - PROFUNDIDAD (m) : 3,50 | |
| TESISTAS | : BACH. GILMER CARRASCO ALVA - BACH. RODRIGO URBINA VILCHEZ | |
| FECHA | : AGOSTO DEL 2020 | TALUD |

DATOS DE LA MUESTRA

| | | | | |
|---------------------------------------|-------|--------------------|-------------|--------------------|
| Ángulo rozamiento interno ϕ : | 27,20 | " | 27 | " |
| Peso específico suelo, γ : | 1,50 | gr/cm ³ | 0,0015 | kg/cm ³ |
| Profundidad cimentación, D: | 3,00 | m | 300 | cm |
| Tensión vertical, q: | | | 0,45 | kg/cm ² |
| Cohesión, c: | 0,00 | kg/cm ² | 0,00 | kg/cm ² |
| Factor de seguridad, F: | 3 | | 3 | |
| Ancho cimentación, B: | 1,80 | m | 180 | cm |
| Peso de la estructura: | 65,00 | Tn | 65000 | Kg |
| Módulo de poisson (μ) | AG | 0,15 | | unidimensional |
| Módulo de elasticidad (Es) | GS | 9500,00 | | Tn/m ² |
| Forma de Zapata | | | Rect. L/B=2 | |
| Valores del Factor de forma IF (cm/m) | | | CENTRO | ESQUINA |
| | | | 153 | 77 |
| | | | MEDIO | 120 |

| | | | |
|--------------------------|--|------|----------|
| Para ϕ igual a 0 => | Ángulo de rozamiento interno (ϕ)= | 0 | Radianes |
| | $Nq=(1+\text{sen}\phi)/(1-\text{sen}\phi) \cdot e^{2\text{sen}\phi}$ | 1,00 | |
| | $Nc=(Nq-1)\text{cotag}\phi$ | 5,14 | |
| | $N\gamma=2*(Nq-1)\text{tag}\phi$ | 0,00 | |


| | | | |
|--------------------------------|--|-------|----------|
| Para ϕ distinto de 0 => | Ángulo de rozamiento interno (ϕ)= | 0,47 | Radianes |
| FACTORES DE CAPACIDAD DE CARGA | $Nq=(1+\text{sen}\phi)/(1-\text{sen}\phi) \cdot e^{2\text{sen}\phi}$ | 13,49 | 8,99 |
| | $Nc=(Nq-1)\text{cotag}\phi$ | 24,30 | 16,20 |
| | $N\gamma=2*(Nq-1)\text{tag}\phi$ | 14,89 | 9,98 |

FORMULA GENERAL DE TERZAGHI

| | | | |
|--|---|---|--------------------|
| CIMENTACIÓN CONTINUA | $q_u = (\frac{2}{3} \cdot c \cdot N_c + q \cdot N_q + \frac{1}{2} \cdot \gamma \cdot B \cdot N_\gamma)$ | SUELOS POR FALLA LOCAL POR CORTE REF. BRAJA M. DAS PAG.139 FUNDAMENTOS DE INGENIERIA DE CIMENTACIONES | |
| CIMENTACIÓN CUADRADA | $q_u = (0,863 \cdot c \cdot N_c + q \cdot N_q + 0,4 \cdot \gamma \cdot B \cdot N_\gamma)$ | | |
| CIMENTACIÓN CIRCULAR | $q_u = (0,863 \cdot c \cdot N_c + q \cdot N_q + 0,3 \cdot \gamma \cdot B \cdot N_\gamma)$ | | |
| Capacidad Admisible cimentación continua q_{adm} | $(\frac{q_u}{F})$ | 2,62 | kg/cm ² |
| Capacidad Admisible cimentación cuadrada q_{adm} | $(\frac{q_u}{F})$ | 2,50 | kg/cm ² |
| Capacidad Admisible cimentación circular q_{adm} | $(\frac{q_u}{F})$ | 2,38 | kg/cm ² |

Urb. de los Docentes UNC H-3 Cajamarca, Perú – Tel. 076 341560 RPM. #976 699861
RPC. 976 385815 – Email. wilfredofernandezm@hotmail.com

Wilfredo R. Fernández Muñoz
Ing. Wilfredo R. Fernández Muñoz
INGENIERO CIVIL
CIP. 26682



Laboratorio de Mecánica de Suelos, Concreto y Pavimentos

Estudios Geológicos, Hidrológicos, Hidrogeológicos, Geotécnicos, Impacto Ambiental y Análisis Químicos

Resolución Nº 014751-2005/OSD-INDECOPI
Dr. WILFREDO R. FERNÁNDEZ MUÑOZ
Ing. Civil C.I.P. 26682 - Reg. de Consultor Nº C2755
RUC: 30266305856

ASENTAMIENTOS INMEDIATOS

$$S_i = \frac{qB(1-\mu^2)}{E_s} I_f$$

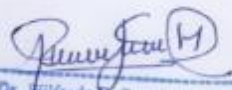
| | Centro | Esquina | Medio |
|-----|---------|---------|---------|
| Si= | 0,16 cm | 0,08 cm | 0,13 cm |

| | |
|-----|---------|
| Si= | 0,16 cm |
|-----|---------|

COEFICIENTE DE BALASTO

$$K = 1.2 \frac{(E_s)}{(1-\mu^2)} 0.07$$


| | K |
|-----|--------------------------|
| Si= | 81,64 kg/cm ³ |



Dr. Wilfredo R. Fernández Muñoz
INGENIERO CIVIL
CIP. 26682

Urb. de los Docentes UNC H-3 Cajamarca, Perú – Tel. 076 341560 RPM. #976 699861
RPC. 976 385815 – Email. wilfredofernandezm@hotmail.com

ANEXO 9. ENSAYO A COMPRESIÓN UNIAxIAL EN LABORATORIO




Laboratorio de Mecánica de Suelos, Concreto y Pavimentos
Estudios Geológicos, Hidrológicos, Hidrogeológicos, Geomecánicos, Impacto Ambiental y Análisis Químicos

Resolución INR 014751-2005-OSD-INDECOPI
Dr. WILFREDO R. FERNÁNDEZ MUÑOZ
Ing. CIVIL C.O.M. 26658 - Reg. de Comercio Nº 02755
RUC: 10256305856

TESIS

“ANÁLISIS GEOMECÁNICO Y GEOTÉCNICO APLICANDO ESFUERZOS TOTALES EN LOS TALUDES DEL TRAMO KM 6+00 A 6+350 BAÑOS DEL INCA A LLACANORA”

ENSAYOS A COMPRESION UNIAxIAL DE NUCLEOS O CORAZONES CILINDRICOS DE ROCA



UBICACIÓN

DISTRITO : BAÑOS DEL INCA – LLACANORA


PROVINCIA : CAJAMARCA

DEPARTAMENTO : CAJAMARCA

TESISTAS

BACH. GILMER CARRASCO ALVA
BACH. RODRIGO URBINA VILCHEZ

CAJAMARCA AGOSTO DEL 2020


Dr. Wilfredo R. Fernández Muñoz
INGENIERO CIVIL
CIP. 28882

Urb. de los Docentes UNC H-3 Cajamarca, Perú – Tel. 076 311560 RPM, #976 699861
RUC: 976 485815 - Email: wilfredofernandezm@hotmail.com



Laboratorio de Mecánica de Suelos, Concreto y Pavimentos

Estudios Geológicos, Hidrológicos, Hidrogeológicos, Geotécnicos, Impacto Ambiental y Análisis Químicos

INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO DE TALUDES
Dr. WILFREDO R. FERNÁNDEZ MUÑOZ
Tel: 051 911 26682 - Rep. de Consultas: 94 07716
WWW.MDMM305902

ENSAYOS A COMPRESION UNIAxIAL DE NUCLEOS O CORAZONES CILINDRICOS DE ROCA A.S.T.M. C 42M-13 / N.T.P. 339.059

| | |
|------------------|---|
| TEMA | : ANÁLISIS GEOMECÁNICO Y GEOTÉCNICO APLICANDO ESFUERZOS TOTALES EN LOS TALUDES DEL TRAMO KM 6+00 A 6+350 BAÑOS DEL INCA A LLACANORA |
| UBICACIÓN | : DIST. LOS BAÑOS DEL INCA, LLACANORA, PROV. CAJAMARCA, DFTO. CAJAMARCA |
| TESTISTAS | : BACH. GILNER CARRASCO ALVA - BACH. RODRIGO URBINA VILCHEZ |
| FECHA | : AGOSTO DEL 2020 |

| N° | Fecha de ejecución del ensayo | Fecha de Retiro | N° días | Identificación | Área secc. Probeta (cm ²) | Lectura del Dial | Resistencia máxima (Mpa) | f _c (Mpa) | N° de Compresión | Altera (cm) | Deformación (mm) | f _c |
|----|-------------------------------|-----------------|---------|----------------|---------------------------------------|------------------|--------------------------|----------------------|------------------|-------------|------------------|----------------|
| 1 | 26/08/2020 | 28/08/2020 | 2 | MUESTRA 1 | 38,265 | 9250 | 241,756 | 218 | 115,11 | 14,20 | 2,03 | 1,00 |
| 2 | 26/08/2020 | 28/08/2020 | 2 | MUESTRA 2 | 38,265 | 8085 | 211,29 | 210 | 100,81 | 16,96 | 2,20 | 1,00 |

LOS ENSAYOS FUERON EJECUTADOS EN PRESENCIA DE LOS TESTISTAS


Dr. Wilfredo R. Fernández Muñoz
INGENIERO CIVIL
CIP. 26882



Laboratorio de Mecánica de Suelos, Concreto y Pavimentos

Estudios Geológicos, Hidrológicos, Hidrogeológicos, Geotécnicos, Impacto Ambiental y Análisis Químicos

Resolución Nº 224751-2005/190-Indef/CIPI

Dr. WILFREDO R. FERNÁNDEZ MUÑOZ

Ing. CIVIL C.M. 26184 - Reg. de Comercio Nº 07755

OUC 10286802260

TESIS

**"ANÁLISIS GEOMECÁNICO Y GEOTÉCNICO APLICANDO ESFUERZOS
TOTALES EN LOS TALUDES DEL TRAMO KM 6+00 A 6+350 BAÑOS DEL
INCA A LLACANORA"
ENSAYOS A COMPRESION UNIAIXIAL DE NUCLEOS O CORAZONES
CILINDRICOS DE ROCA**



UBICACIÓN

**DISTRITO : BAÑOS DEL INCA -
LLACANORA**
PROVINCIA : CAJAMARCA
DEPARTAMENTO : CAJAMARCA

TESISTAS

BACH. GILMER CARRASCO ALVA
BACH. RODRIGO URBINA VILCHEZ

CAJAMARCA AGOSTO DEL 2020


Dr. Wilfredo R. Fernández Muñoz
INGENIERO CIVIL
CIP. 26882



Laboratorio de Mecánica de Suelos, Concreto y Pavimentos

Estudios Geológicos, Hidrológicos, Hidrogeológicos, Geotécnicos, Impacto Ambiental y Análisis Químicos

Reservado: MICA/511/2015/CSL/IND/0001
Dr. WILFREDO H. FERNÁNDEZ MUÑOZ
Exp. CIP. 26882 - Ref. de consulta 04/2020
TEL: 408630582

ENSAYOS A COMPRESION UNIAxIAL DE NUCLEOS O CORAZONES CILINDRICOS DE ROCA A.S.T.M. C 42M-13 / N.T.P. 339.059

| | |
|------------------|---|
| TESTS | : ANÁLISIS GEOMECÁNICO Y GEOTÉCNICO APLICANDO ESFUERZOS TOTALES EN LOS TALUDES DEL TRAMO KM 6+00 A 6+350 BAÑOS DEL INCA A LLACANORA |
| UBICACIÓN | : DIST. LOS BAÑOS DEL INCA, LLACANORA, PROV. CAJAMARCA, DPTO. CAJAMARCA |
| TESISTAS | : BACH. GILNER CARRASCO ALVA - BACH. RODRIGO URBINA VILCHEZ |
| FECHA | : AGOSTO DEL 2020 |

| N° | Fecha de ejecución del ensayo | Fecha de Rotura | N° días | Identificación | Área secc. Probeta C ^o Cm ² | Lectura del Dial | Resistencia máxima (Mpa) | P _c (Mpa) | % de Densificación | Altura (cm) | Excentro (mm) | F.C | |
|----|-------------------------------|-----------------|---------|----------------|---|------------------|--------------------------|----------------------|--------------------|-------------|---------------|------|------|
| 1 | 26/08/2020 | 28/08/2020 | 2 | 7 | MUESTRA 1 | 38,265 | 9250 | 241,736 | 210 | 115,11 | 14,20 | 2,03 | 1,00 |
| 2 | 26/08/2020 | 28/08/2020 | 2 | 7 | MUESTRA 2 | 38,265 | 8085 | 211,29 | 210 | 100,01 | 15,93 | 2,29 | 1,00 |

LOS ENSAYOS FUERON EJECUTADOS EN PRESENCIA DE LOS TESISTAS


Dr. Wilfredo R. Fernández Muñoz
INGENIERO CIVIL
CIP. 26882