

UNIVERSIDAD DE HUANUCO
FACULTAD DE INGENIERIA
PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERIA CIVIL



TESIS

“Propuesta de solución mediante banquetas e influencia en el análisis de estabilidad de taludes de los tramos del km104+550 hasta el km104+850 de la carretera Huánuco - La Unión, 2023”

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERA CIVIL

AUTORA: Ponce Berrospi, Evelyn Marlin

ASESORA: Arteaga Espinoza, Ingrid Delia Dignarda

HUÁNUCO – PERÚ

2025

U

D

H



UDH
UNIVERSIDAD DE HUANUCO
<http://www.udh.edu.pe>

TIPO DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN:

- Tesis (X)
- Trabajo de Suficiencia Profesional()
- Trabajo de Investigación ()
- Trabajo Académico ()

LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN: Geotecnia
AÑO DE LA LÍNEA DE INVESTIGACIÓN (2020)

CAMPO DE CONOCIMIENTO OCDE:

Área: Ingeniería, Tecnología

Sub área: Ingeniería ambiental

Disciplina: Geotecnia

DATOS DEL PROGRAMA:

Nombre del Grado/Título a recibir: Título
Profesional de Ingeniera Civil

Código del Programa: P07

Tipo de Financiamiento:

- Propio (X)
- UDH ()
- Fondos Concursables ()

DATOS DEL AUTOR:

Documento Nacional de Identidad (DNI): 72453302

DATOS DEL ASESOR:

Documento Nacional de Identidad (DNI): 73645168

Grado/Título: Máster en dirección de proyectos

Código ORCID: 0009-0001-0745-5433

DATOS DE LOS JURADOS:

N°	APELLIDOS Y NOMBRES	GRADO	DNI	Código ORCID
1	Jacha Rojas, Johnny Prudencio	Doctor en medio ambiente y desarrollo sostenible	40895876	0000-0001-7920-1304
2	Valdivieso Echevarria, Martin Cesar	Maestro en gestión pública	22416570	0000-0002-0579-5135
3	Trujillo Ariza, Yelen Lisseth	Maestro en medio ambiente y desarrollo sostenible, mención en gestión ambiental	70502371	0000-0002-5650-3745



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO

Facultad de Ingeniería

PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERÍA CIVIL

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO(A) CIVIL

En la ciudad de Huánuco, siendo las 16:30 horas del día viernes 03 de octubre de 2025, en cumplimiento de lo señalado en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad de Huánuco, se reunieron los Jurados Calificadores integrado por los docentes:

❖ DR. JOHNNY PRUDENCIO JACHA ROJAS	PRESIDENTE
❖ MG. MARTIN CESAR VALDIVIESO ECHEVARRIA	SECRETARIO
❖ MG. YELEN LISSETH TRUJILLO ARIZA	VOCAL

Nombrados mediante la RESOLUCIÓN No 2006-2025-D-FI-UDH, para evaluar la Tesis intitulada: "PROPUESTA DE SOLUCIÓN MEDIANTE BANQUETAS E INFLUENCIA EN EL ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DE TALUDES DE LOS TRAMOS DEL KM 104+550 HASTA EL KM104+850 DE LA CARRETERA HUÁNUCO-LA UNIÓN, 2023", presentado por el (la) Bachiller. Bach. Evelyn Marlin PONCE BERROSPÍ, para optar el Título Profesional de Ingeniero(a) Civil.

Dicho acto de sustentación se desarrolló en dos etapas: exposición y absolución de preguntas: procediéndose luego a la evaluación por parte de los miembros del Jurado.

Habiendo absuelto las objeciones que le fueron formuladas por los miembros del Jurado y de conformidad con las respectivas disposiciones reglamentarias, procedieron a deliberar y calificar, declarándolo(a) Aprobado por Unanimidad con el calificativo cuantitativo de 13 y cualitativo de suficiente (Art. 47).

Siendo las 17.30 horas del día 03 del mes de octubre del año 2025, los miembros del Jurado Calificador firman la presente Acta en señal de conformidad.


2 DR. JOHNNY PRUDENCIO JACHA ROJAS
DNI: 40895876
ORCID: 0000-0001-7920-1304
PRESIDENTE


MG. MARTIN CESAR VALDIVIESO ECHEVARRIA
DNI: 22416570
ORCID: 0000-0002-0579-5135
SECRETARIO (A)


MG. YELEN LISSETH TRUJILLO ARIZA
DNI: 70502371
ORCID: 0000-0002-5650-3745
VOCAL



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD

El comité de integridad científica, realizó la revisión del trabajo de investigación del estudiante: EVELYN MARLIN PONCE BERROSPÍ, de la investigación titulada "Propuesta de solución mediante banquetas e influencia en el análisis de estabilidad de taludes de los tramos del km104+550 hasta el km104+850 de la carretera Huánuco-La Unión, 2023", con asesor(a) INGRID DELIA DIGNARDA ARTEAGA ESPINOZA, designado(a) mediante documento: RESOLUCIÓN N° 1053-2024-D-FI-UDH del P. A. de INGENIERÍA CIVIL.

Puede constar que la misma tiene un índice de similitud del 17 % verificable en el reporte final del análisis de originalidad mediante el Software Turnitin.

Por lo que concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio y cumple con todas las normas de la Universidad de Huánuco.

Se expide la presente, a solicitud del interesado para los fines que estime conveniente.

Huánuco, 29 de noviembre de 2024



RICHARD J. SOLIS TOLEDO
D.N.I.: 47074047
cod. ORCID: 0000-0002-7629-6421



FERNANDO F. SILVERIO BRAVO
D.N.I.: 40618286
cod. ORCID: 0009-0008-6777-3370

10. PONCE BERROSPI EVELYN MARLIN.docx

INFORME DE ORIGINALIDAD

17%	17%	1%	3%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.udh.edu.pe Fuente de Internet	6%
2	hdl.handle.net Fuente de Internet	4%
3	repositorio.unheval.edu.pe Fuente de Internet	1%
4	repositorio.usil.edu.pe Fuente de Internet	1%
5	www.dspace.espol.edu.ec Fuente de Internet	<1%



RICHARD J. SOLIS TOLEDO
D.N.I.: 47074047
cod. ORCID: 0000-0002-7629-6421



FERNANDO F. SILVERIO BRAVO
D.N.I.: 40618286
cod. ORCID: 0009-0008-6777-3370

DEDICATORIA

Dedico mi tesis a mi madre, desde el fondo de mi corazón. No podría haberlo logrado sin ella y por su puesto el apoyo incondicional de mi abuela, ya que mi familia son los más valioso de que Dios me ha dado.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios y a mis padres por guiarme y cuidarme, muchos de mis logros se los debo a ellos. También a mi asesora quien me guió y orientó para la culminación de la tesis

A la Escuela Académica Profesional de Ingeniería Civil y la plana de Ingenieros e profesores por sus conocimientos.

INDICE

DEDICATORIA	II
AGRADECIMIENTO	III
INDICE.....	IV
INDICE DE TABLAS	VII
INDICE DE FIGURAS	VIII
RESUMEN	XIII
ABSTRACT	XIV
INTRODUCCIÓN	XV
CAPÍTULO I.....	17
PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	17
1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	17
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	18
1.2.1. PROBLEMA GENERAL	18
1.2.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS	18
1.3. FORMULACIÓN DE LOS OBJETIVOS	19
1.3.1. OBJETIVO GENERAL.....	19
1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	19
1.4. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	20
1.4.1. JUSTIFICACIÓN PRÁCTICA	20
1.4.2 JUSTIFICACIÓN TEÓRICA	20
1.4.3 JUSTIFICACIÓN METODOLÓGICA	21
1.5. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN	21
1.6. VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN.....	21
CAPÍTULO II.....	23
MARCO TEÓRICO	23
2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN	23
2.1.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES.....	23
2.1.2. ANTECEDENTES NACIONALES	26
2.1.3. ANTECEDENTES LOCALES	30
2.2. BASES TEÓRICAS	31
2.2.1. CONCEPTO DE TALUDES Y LADERAS.....	31
2.2.2. ZONAS O COMPONENTES DE TALUDES Y LADERAS	31

2.2.3 COMPOSICIÓN DE LOS TALUDES	33
2.2.4. TIPOS MOVIMIENTOS DE MASAS EN LOS TALUDES	34
2.2.5. LOS DESLIZAMIENTOS	37
2.2.6. PARTES DE UN DESLIZAMIENTO	38
2.2.7. ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN PARA ESTABILIZAR TALUDES	41
2.2.8. ABATIMIENTO O CAMBIO DE LAS PENDIENTES DE LOS TALUDES.....	42
2.2.9. ELIMINACIÓN DE LOS MATERIALES DE LA CABEZA DEL TALUD.....	44
2.2.10. LOS ESCALONAMIENTOS DE LOS TALUDES	45
2.2.11. LAS CONSTRUCCIONES DE LAS BERMAS	47
2.2.12. PRINCIPIOS PARA LA ESTABILIDAD DE TALUDES	48
2.2.13. MÉTODO PARA ANALIZAR LA ESTABILIDAD EN TALUDES	51
2.2.14. EQUILIBRIO LIMITE COMO MÉTODO PARA ESTABILIZAR TALUDES.....	51
2.2.15. EL FACTOR O COEFICIENTE DE SEGURIDAD	53
2.2.16. EL MÉTODO DE LA REBANAS O DOVELAS	54
2.2.17. USO DE PROGRAMAS O SOFTWARES GEOTÉCNICOS.....	56
2.3. DEFINICIONES CONCEPTUALES	58
2.4. HIPÓTESIS	60
2.4.1 HIPÓTESIS GENERAL	60
2.5. VARIABLES.....	60
2.5.1. VARIABLE DEPENDIENTE	60
2.5.2. VARIABLE INDEPENDIENTE	60
2.6. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES	61
CAPÍTULO III.....	62
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	62
3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN	62
3.1.1 ENFOQUE.....	62
3.1.2 ALCANCE O NIVEL	63
3.1.3 DISEÑO.....	63
3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA.....	64

3.2.1. POBLACIÓN	64
3.2.2 MUESTRA.....	64
3.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS ...	69
3.3.1 PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS.....	69
3.3.2. PARA LA PRESENTACIÓN DE DATOS.....	70
3.3.3 PARA EL ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS DATOS.....	70
CAPÍTULO IV.....	72
RESULTADOS.....	72
4.1. PROCESAMIENTO DE DATOS.....	72
4.1.1. MODELAMIENTO DE LOS PERFILES EN EL SOFTWARE SLIDE V.6.....	74
4.1.2 ANÁLISIS DE LOS COEFICIENTES DE SEGURIDAD DE LOS TALUDES EN SITUACIONES NATURALES (ESTÁTICAS) SIN LA INFLUENCIA DE BANQUETAS	76
4.1.3. ANÁLISIS DE LOS COEFICIENTES DE SEGURIDAD DE LOS TALUDES EN SITUACIONES SÍSMICA SIN LA INFLUENCIA DE BANQUETAS	83
4.1.4. ANÁLISIS DE LOS COEFICIENTES DE SEGURIDAD DE LOS TALUDES EN SITUACIONES NATURALES (ESTÁTICAS) CON LA INFLUENCIA DE BANQUETAS	90
4.1.5 ANÁLISIS DE LOS COEFICIENTES DE SEGURIDAD DE LOS TALUDES BAJO LAS SITUACIONES SÍSMICAS CON LA INFLUENCIA DE BANQUETAS	99
4.2. CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS Y PRUEBA DE HIPÓTESIS...	107
CAPÍTULO V.....	114
DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	114
5.1. CONTRASTACIÓN DE LOS RESULTADOS DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN	114
CONCLUSIONES	116
RECOMENDACIONES.....	118
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	119
ANEXOS.....	123

INDICE DE TABLAS

Tabla 1	Conceptos de las partes de un talud o ladera	32
Tabla 2	Las dimensiones para las banquetas	46
Tabla 3	Valores estándares de corte por tipo de material	47
Tabla 4	Tipos de terrenos con sus respectivos taludes	50
Tabla 5	Resumen de los factores de seguridad según la norma peruana	53
Tabla 6	Resumen de los métodos usados en el método de las dovelas .	55
Tabla 7	El cuadro de operacionalización de variables	61
Tabla 8	Parámetros geotécnicos del suelo del perfil del Km 104+620	73
Tabla 9	Parámetros geotécnicos del suelo del perfil del Km 104+750	73
Tabla 10	Parámetros geotécnicos del suelo del perfil del Km 104+800	73
Tabla 11	Resumen de los coeficientes de seguridad en situaciones naturales (estáticas)	83
Tabla 12	Resumen de los coeficientes de seguridad en situaciones sísmicas	90
Tabla 13	Resumen de los coeficientes de seguridad en condiciones estáticas con la influencia de escalonamiento del talud mediante banqueta	99
Tabla 14	Resumen de los coeficientes de seguridad en situación sísmica con la influencia de escalonamiento del talud mediante banqueta	107
Tabla 15	La matriz de consistencia	124

INDICE DE FIGURAS

Figura 1	Representación de taludes artificiales o naturales	31
Figura 2	Representación de las partes de un talud o ladera	32
Figura 3	Ilustración de un desprendimiento por bloques de gravedad ...	34
Figura 4	Ilustración de vuelcos por flexión y bloques en rocas	35
Figura 5	Ilustración de expansiones laterales de los materiales por licuefacción y subyacente	36
Figura 6	Ilustración de los 3 tipos de velocidades en los flujos	37
Figura 7	Ilustración de un deslizamiento en suelo tipo blando	38
Figura 8	Ilustración de un deslizamiento en suelo tipo blando	39
Figura 9	Ilustración de un deslizamiento rotacional	39
Figura 10	Ilustración de un deslizamiento traslacional	40
Figura 11	Diagrama de la clasificación de técnicas o alternativas de solución	41
Figura 12	Ilustración de abatimiento de taludes	43
Figura 13	Ilustración de remoción de la cabeza de un talud	44
Figura 14	Ilustración de un talud con escalonamiento de banquetas	46
Figura 15	Representación gráfica de los métodos usados para estabilizar taludes	51
Figura 16	Representación gráfica del método equilibrio limite (LEM)	52
Figura 17	Representación gráfica del método de las dovelas	54
Figura 18	Representación con un mapa de los tipos de métodos exactas y aproximados	55
Figura 19	Representación de un ejemplo de talud aplicado en el software Slide	56
Figura 20	Representación de un ejemplo de talud aplicado en el software Geo5	58
Figura 21	Plano topográfico del lugar de estudio	65
Figura 22	Plano topográfico y perfil del talud del km 104+620	66
Figura 23	Plano topográfico y perfil del talud del km 104+750	67
Figura 24	Plano topográfico y perfil del talud del km 104+800	68
Figura 25	Configuración de los métodos precisos a usar	72
Figura 26	Modelamiento del perfil del talud ubicado en el Km 104+620	74

Figura 27	Modelamiento del perfil del talud ubicado en el Km 104+750	75
Figura 28	Modelamiento del perfil del talud ubicado en el Km 104+800	75
Figura 29	Coeficiente de seguridad por el método Morgenstern y Price bajo condición estática en el Km 104+620	76
Figura 30	Coeficiente de seguridad por el método Spencer bajo condición estática en el Km 104+620	77
Figura 31	Coeficiente de seguridad por el método Bishop Simplified bajo condición estática en el Km 104+620	77
Figura 32	Coeficiente de seguridad por el método Morgenstern-Price bajo condición estática en el Km 104+750	78
Figura 33	Coeficiente de seguridad por el método Spencer bajo condición estática en el Km 104+750	79
Figura 34	Coeficiente de seguridad por el método Bishop Simplified bajo condición estática en el Km 104+750	79
Figura 35	Coeficiente de seguridad por el método Morgenstern y Price bajo condición estática en el Km 104+800	80
Figura 36	Coeficiente de seguridad por el método Spencer bajo condición estática en el Km 104+800	81
Figura 37	Coeficiente de seguridad por el método Bishop Simplified bajo condición estática en el Km 104+800	81
Figura 38	Coeficiente de seguridad por el método Morgenstern y Price bajo condición sísmica en el Km 104+620	84
Figura 39	Coeficiente de seguridad por el método Spencer bajo condición sísmica en el Km 104+620	84
Figura 40	Coeficiente de seguridad por el método Bishop Simplified bajo condición sísmica en el Km 104+620	85
Figura 41	Coeficiente de seguridad por el método Morgenstern y Price bajo condición sísmica en el Km 104+750	86
Figura 42	Coeficiente de seguridad por el método Spencer bajo condición sísmica en el Km 104+750	86
Figura 43	Coeficiente de seguridad por el método Bishop Simplified bajo condición sísmica en el Km 104+750	87

Figura 44	Coeficiente de seguridad por el método Morgenstern y Price bajo condición sísmica en el Km 104+800	88
Figura 45	Coeficiente de seguridad por el método Spencer bajo condición sísmica en el Km 104+800	88
Figura 46	Coeficiente de seguridad por el método Bishop Simplified bajo condición sísmica en el Km 104+800	89
Figura 47	Relación (H: V) en los taludes	91
Figura 48	Coeficiente de seguridad por el método Morgenstern y Price bajo condición estática en el Km 104+620 con la influencia de escalonamiento del talud mediante banquetas	92
Figura 49	Coeficiente de seguridad por el método Spencer bajo condición estática en el Km 104+620 con la influencia de escalonamiento del talud mediante banquetas	92
Figura 50	Coeficiente de seguridad por el método Bishop Simplified bajo condición estática en el Km 104+620 con la influencia de escalonamiento del talud mediante banquetas	93
Figura 51	Coeficiente de seguridad por el método Morgenstern-Price bajo condición estática en el Km 104+750 con la influencia de escalonamiento del talud mediante banquetas	94
Figura 52	Coeficiente de seguridad por el método Spencer bajo condición estática en el Km 104+750 con la influencia de escalonamiento del talud mediante banquetas	95
Figura 53	Coeficiente de seguridad por el método Bishop Simplified bajo condición estática en el Km 104+750 con la influencia de escalonamiento del talud mediante banquetas	95
Figura 54	Coeficientes de seguridad por el método Morgenstern y Price bajo condición estática en el Km 104+800 con la influencia de escalonamiento del talud mediante banquetas	97
Figura 55	Coeficientes de seguridad por el método Spencer bajo condición estática en el Km 104+800 con la influencia de escalonamiento del talud mediante banquetas	97

Figura 56	Coeficientes de seguridad por el método Bishop Simplified bajo condición estática en el Km 104+800 con la influencia de escalonamiento del talud mediante banqueteta	98
Figura 57	Coeficiente de seguridad por el método Morgenstern y Price bajo condición sísmica en el Km 104+620 con la influencia de escalonamiento del talud mediante banqueteta	100
Figura 58	Coeficiente de seguridad por el método Spencer bajo condición sísmica en el Km 104+620 con la influencia de escalonamiento del talud mediante banqueteta	100
Figura 59	Coeficiente de seguridad por el método Bishop Simplified bajo condición sísmica en el Km 104+620 con la influencia de escalonamiento del talud mediante banqueteta	100
Figura 60	Coeficiente de seguridad por el método Morgenstern y Price bajo condición sísmica en el Km 104+750 con la influencia de escalonamiento del talud mediante banqueteta	102
Figura 62	Coeficiente de seguridad por el método Bishop Simplified bajo condición sísmica en el Km 104+750 con la influencia de escalonamiento del talud mediante banqueteta	103
Figura 63	Coeficiente de seguridad por el método Morgenstern-Price bajo condición sísmica en el Km 104+800 con la influencia de escalonamiento del talud mediante banqueteta	104
Figura 64	Coeficiente de seguridad por el método Spencer bajo condición sísmica en el Km 104+800 con la influencia de escalonamiento del talud mediante banqueteta	105
Figura 65	Coeficiente de seguridad por el método Bishop Simplified bajo condición sísmica en el Km 104+800 con la influencia de escalonamiento del talud mediante banqueteta	105
Figura 66	Gráfico de comparación de barras de los coeficientes de seguridad calculados versus establecido por CE.020, sin la influencia de escalonamiento del talud mediante banqueteta en condiciones estáticas	109
Figura 67	Gráfico de comparación de barras de los coeficientes de seguridad calculados versus establecido por CE.0.20, sin la influencia de escalonamiento del talud mediante banqueteta en condiciones sísmicas	110

Figura 68	Gráfico de comparación de barras de los coeficientes de seguridad calculados versus establecido por CE.0.20, con la influencia de escalonamiento del talud mediante banquetas en condiciones estáticas	111
Figura 69	Gráfico de comparación de barras de los coeficientes de seguridad calculados versus establecido por CE.0.20, con la influencia de escalonamiento del talud mediante banquetas en condiciones sísmicas	112
Figura 70	Los planos de ubicación y localización	126

RESUMEN

La presente tesis tuvo por objetivo fundamental determinar el impacto de la propuesta de solución con escalonamiento del talud mediante banquetas en su análisis de estabilidad de los tramos del Km104+550 hasta el Km104+850 de la carretera Huánuco-La Unión, 2023; como objetivos secundarios fue calcular los coeficientes de seguridad frente a los deslizamientos con y sin la incidencia de la propuesta de solución con escalonamiento del talud mediante banquetas con el correcto dimensionamiento del diseño de las banquetas en los taludes que cumple con los requisitos mínimos de estabilidad establecidos por las Normas Técnicas Peruanas en cuanto a factores de seguridad.

Se obtuvo factores de seguridad frente con la incidencia de la propuesta de solución con escalonamiento del talud mediante banquetas en el análisis bajo condiciones estáticas y sísmicas de estabilidad de los taludes de los tramos del km 104+620, km 104+750 y km 104+800 de la carretera Huánuco-La Unión resultando valores superiores a lo que sugiere la norma CE 020, la cual cumplieron con lo mínimo exigido.

Finalmente, en esta tesis se tuvo la conclusión de que la influencia de la propuesta de solución con escalonamiento del talud mediante banquetas en su análisis de estabilidad de los tramos del km 104+620, km 104+750 y km 104+800 de la carretera Huánuco-La Unión fue positivo en obtener factores de seguridad que superan los recomendados por la norma bajo condiciones estáticas y sísmicas.

Palabras Claves: Deslizamiento, banquetas, factor de seguridad, dovelas, talud.

ABSTRACT

The main objective of this thesis was to determine the impact of the proposed solution involving the terraced slope using benches in its stability analysis of the sections from Km104+550 to Km104+850 of the Huánuco-La Unión highway, 2023; Secondary objectives were to calculate the safety coefficients against landslides with and without the proposed solution of sloping the embankment using sidewalks with the correct dimensions for the design of the sidewalks on the embankments, which complies with the minimum stability requirements established by Peruvian Technical Standards in terms of safety factors.

Safety factors were obtained with the impact of the proposed solution with slope stepping using sidewalks in the analysis under static and seismic conditions of slope stability for the sections at km 104+620, km 104+750, and km 104+800 of the Huánuco-La Unión highway, resulting in values higher than those suggested by standard CE 020, which met the minimum requirements.

Finally, this thesis concluded that the proposed solution of terraced slopes using sidewalks in the stability analysis of the sections at km 104+620, km 104+750, and km 104+800 of the Huánuco-La Unión highway was positive in obtaining safety factors that exceed those recommended by the standard under static and seismic conditions.

Keywords: Landslide, sidewalks, safety factors, voussoirs, slope.

INTRODUCCIÓN

Se sabe que, en los proyectos de ingeniería, las personas pueden desarrollar estructuras en el suelo llamadas taludes artificiales o simplemente taludes. Debido al clima, la formación del suelo, las condiciones, la influencia humana y la naturaleza de los materiales, estos taludes formados artificialmente son geotécnicamente diferentes a los taludes naturales o laderas, porque este tipo de talud incluyen un mejor y mayor control de diseño debido a la selección, colocación, drenaje y compactación de sus materiales constituyentes.

Es por ello que en los km 104+550 al km 104+850 de la carretera Huánuco-Unión, la población aledaña y personas que circulan por la carretera, ya que es una vía nacional que une las principales provincias de Huánuco, la cual tiene un impacto en las actividades económicas agropecuarias y de la agricultura, ha sufrido en los últimos años tales como deslizamientos de tierra que causaron interrupciones en el tráfico, como se sabe Huánuco es un departamento que llueve constantemente y aún más en temporadas de lluvia como hoy día, lo cual viene ser una de las primordiales causas, también están los sismos y entre otros.

Lo cual se propone la estabilización de los taludes de los km 104+620, km 104+750 y km 104+800 mediante banquetas, donde se realizó el análisis de estabilidad bajo condiciones normales (estáticas) y sísmicas de los perfiles de los taludes más críticos y así se calculan sus factores de seguridad con el diseño de las banquetas y sin ellas, se aplicaran por diferentes métodos que los mismos programas tienen por defecto en su base de datos, utilizando el modelo matemático de equilibrio límite o también conocido como método de dovelas lo cual se deduce que al emplear la solución con escalonamiento del talud mediante banquetas influye positivamente en su análisis de estabilidad de los tramos del Km 104+550 hasta el Km 104+850 de la carretera Huánuco-La Unión, 2023.

En este sentido, la inestabilidad de las laderas del km 104+620, km 104+750 y km 104+800 es una amenaza inmediata o más adelante, pero es un riesgo para la gran cantidad de peatones y vehículos que circulan por la zona. Por lo tanto, este estudio está diseñado para estabilizar taludes mediante banquetas, la cual consiste en cinco capítulos:

En el capítulo I, se presenta y se describe las causas del motivo de la presente tesis, se formula el problema y objetivos generales y específicas, las justificaciones, limitaciones y viabilidad.

En el capítulo II, se detalla el fundamento teórico, el desarrollo de los precedentes internacionales, nacionales y regionales, también se encuentran las definiciones conceptuales, las hipótesis y las variables con su operacionalización.

En el capítulo III, se describe la metodología que se usó, el cual consiste el tipo, enfoque, nivel y diseño de la investigación. Además, se presenta la población y la selección de la muestra. También se menciona las técnicas e instrumentos para la recolección, presentación y análisis e interpretación de los datos.

El capítulo IV, se desarrolla el procesamiento de datos, modelamiento de los perfiles, analizando de los coeficientes de seguridad en el programa Slide V.6, con banquetas y sin ellas, bajo condiciones estáticas y pseudoestáticas, para finalizar con la contrastación de la hipótesis.

Finalmente, en el capítulo V y último; se muestra las discusiones de resultados con las citas mencionadas, además se detalla las conclusiones y recomendaciones que se obtuvo.

Adicionalmente se presenta los anexos, que sirven de apoyo para comprender mejor.

CAPÍTULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

En nuestro país, los derrumbes, las caídas, los deslizamientos, entre otras fallas de taludes o laderas son fenómenos que afecta con frecuencia a nuestro país, provocando pérdidas humanas y económicas en general. Por lo tanto, a partir de lo que menciona Alberti Arroyo, (2006) debemos buscar alternativas para mitigar el daño que generan. Se utilizan diversas técnicas de mitigación contras los fenómenos mencionados anteriormente y cada técnica se aplica de acuerdo con la forma, tipo y condición de los materiales que componen el talud.

En Huánuco, los fenómenos de falla como los deslizamientos han causado daños en lo material, daños a las personas y a la económica. El relieve del terreno de la provincia de Dos de Mayo va desde los 2960 msnm del distrito de Quivilla, hasta los 4100 msnm que es el distrito de Pachas. Además de la construcción de carreteras, también ha aumentado el número cortes en los taludes, lo que ha dado lugar a un número significativo de taludes inestables con el pasar del tiempo a causa de factores ya conocidos como la lluvia, cargas, sismos y entre otros.

Por lo tanto, se necesitan ciertos bases para elegir una alternativa que proporcione una solución funcional a un problema en particular. Como menciona Alberti Arroyo (2006) las técnicas de mitigación contras los deslizamientos y otros fenómenos de masas, más apropiado para este proyecto es el cambio de pendiente mediante el escalonamiento de taludes con banquetas, ya que esta alternativa de solución consiste en construir un rellano plano en medio de la ladera, la cual buscan reducir la pendiente, mejorar la estabilidad y mitigar las fuerzas aplicadas.

Además, para facilitar el cálculo de los factores de seguridad, actualmente se hace la aplicación de programas geotécnicos ya que son de

ayuda porque permiten realizar un estudio rápido y sobre todo utilizando el método ya conocido como el equilibrio límite o dovelas.

Por lo tanto, en los tramos km 104+550 hasta km 104+850 aproximadamente de la carretera Huánuco – Unión, la población cercana y las personas que transitan por esta vía, debido a que es una vía nacional que une las principales provincias de Huánuco, además de ser una de las vías de mayor impacto en las actividades económicas agropecuarias y de la agricultura, ha sufrido en los últimos años disturbios tales como deslizamientos de tierra que causaron interrupciones en el tráfico, como se sabe Huánuco es un departamento que llueve constantemente y aún más cuando está en sus temporadas de lluvia, lo cual este factor es una de las causas ya que erosionan el talud de la carretera con el pasar del tiempo, el escalonamiento de los taludes con banquetas. Por lo tanto, se planteó este proyecto para paliar los problemas de inestabilidad, teniendo en cuenta las condiciones y características del material compuesto en los taludes, el cual creemos adecuado proponer como alternativa de solución al escalonamiento del talud mediante banquetas.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.2.1. PROBLEMA GENERAL

PG: ¿Cómo influye la propuesta de solución mediante banquetas en el análisis de estabilidad de taludes de los tramos del Km 104+550 hasta el Km 104+850 de la carretera Huánuco - La Unión, 2023?

1.2.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS

PE1. ¿Cuáles son los coeficientes de seguridad frente al deslizamiento con la incidencia de la propuesta de solución mediante banquetas en el análisis de estabilidad de taludes de los tramos del Km 104+550 hasta el Km 104+850 de la carretera Huánuco - La Unión, 2023?

PE2: ¿Cuáles son los coeficientes de seguridad frente al deslizamiento sin la incidencia de la propuesta de solución mediante banquetas en el análisis de estabilidad de taludes de los tramos del Km 104+550 hasta el Km 104+850 de la carretera Huánuco- ¿La Unión, 2023?

PE3: ¿Cuál será el correcto diseño respecto a los dimensionamientos de las banquetas en los taludes de los tramos del Km 104+550 hasta el Km 104+850 de la carretera Huánuco- ¿La Unión, 2023?

PE4: ¿La solución propuesta con escalonamiento del talud mediante banquetas cumplirá con los requisitos mínimos de estabilidad establecidos por las Normas Técnicas Peruanas en cuanto a factores de seguridad?

1.3. FORMULACIÓN DE LOS OBJETIVOS

1.3.1. OBJETIVO GENERAL

OG: Determinar la influencia de la propuesta de solución mediante banquetas en el análisis de estabilidad de taludes de los tramos del Km 104+550 hasta el Km 104+850 de la carretera Huánuco-La Unión, 2023.

1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

OE1: Calcular los coeficientes de seguridad frente al deslizamiento con la incidencia de la propuesta de solución mediante banquetas en el análisis de estabilidad de taludes de los tramos del Km 104+550 hasta el Km 104+850 de la carretera Huánuco-La Unión, 2023.

OE2: Calcular los coeficientes de seguridad frente al deslizamiento sin la incidencia de la propuesta de solución mediante banquetas en el análisis de estabilidad de taludes de los tramos del Km 104+550 hasta el Km 104+850 de la carretera Huánuco-La Unión, 2023.

OE3: Calcular el correcto dimensionamiento del diseño de las banquetas en los taludes de los tramos del Km 104+550 hasta el Km 104+850 de la carretera Huánuco- La Unión.

OE4: Sugerir y proponer la solución propuesta con escalonamiento del talud mediante banquetas apropiada que cumplirá con los requisitos mínimos de estabilidad establecidos por las Normas Técnicas Peruanas en cuanto a factores de seguridad.

1.4. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

1.4.1. JUSTIFICACIÓN PRÁCTICA

De acuerdo con el propósito de este proyecto, los resultados del análisis ayudarán a determinar si los perfiles de los taludes son inestables o no. De serlo; se propone entonces una propuesta de solución que es el escalonamiento de banquetas, especialmente el correcto diseño de las dimensiones adecuadas. Con el propósito de mejorar los factores de seguridad, con el mínimo establecido por los estándares peruanos. Es importante mencionar que la solución propuesta atiende no solo a la población de los sitios de estudio, sino también en general, es decir, personas que se desplazan por ellas en autos, buses, et. Además, ayuda a las manualidades a minimizar las pérdidas económicas asociadas con la limpieza y reparación de los tramos afectadas. Este proyecto pretende ayudar a los estudiantes universitarios con el tema del comportamiento geotécnico de taludes y que sirva como base para otros trabajos.

1.4.2 JUSTIFICACIÓN TEÓRICA

El presente proyecto busca la aplicación del método de equilibrio límite o dovelas en los softwares Geotécnicos Slide y Geo5, calculando sus factores de seguridad de acuerdo con los objetivos del proyecto; dichos métodos son: Janbu, Spencer, Fellenius, Bishop y Morgenstern y Price. Cabe mencionar que el proyecto es una adición teórica porque ayudara a verificar diferentes conceptos de estabilidad de taludes.

1.4.3 JUSTIFICACIÓN METODOLÓGICA

Con el fin de lograr el cumplimiento de los objetivos establecidos se acude al empleo de Softwares como; Microsoft Project, ArcMap, AutoCAD Civil 3D y en especial los software geotécnicos más importantes como SLIDE y GEO5, donde se realizan análisis de estabilidad de los perfiles de los taludes más críticos y así se calculan sus factores de seguridad con el diseño de las banquetas y sin ellas, se aplicaran por diferentes métodos que los mismos programas tienen por defecto en su base de datos, utilizando el modelo matemático de equilibrio límite o también conocido como método de dovelas, todo será posible si contamos con los parámetros topográficos y de los suelos, las cuales serán ingresados a los softwares. Cabe mencionar que la gestión de los softwares es muy útil porque evita los procesos repetitivos que normalmente se realizan sin ellos.

1.5. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN

En el presente proyecto las limitaciones fueron las siguientes: Como principal es la limitación a la estabilidad de los taludes en el tramo del Km 104+570 hasta el Km 104+830 de la carretera Huánuco-La Unión, ya que no abarca todos los tramos de la carretera. Pero servirá como modelo precedente ante carreteras con similar topografía y suelos. Además, otra limitación será con el tiempo de inversión en la capacitación virtual de los softwares Slide y Geo5.

1.6. VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN

Para la elaboración e implementación del proyecto, se necesitará el financiamiento del autor de la tesis, para la topografía y estudio de suelos. Por lo tanto, el proyecto es beneficioso y viable ya que tiene como objetivo crear que los taludes de los tramos críticos sean más seguras al lograr la estabilización, ayudar a la seguridad de la población luego de mejorar la Transitabilidad y las condiciones de vida. Del mismo modo, promover como

alternativa de solución las banquetas que tiene un impacto positivo en el medio ambiente.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

2.1.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES

Gómez y Rodríguez (2021), en su proyecto que tiene por título: *Análisis de Estabilidad de Taludes en una Cantera de Áridos y Pétreos ubicada en Manabí, Ecuador*; presentada a la Escuela Superior Politécnica del Litoral; se propuso como el objetivo general basados en estudios geotécnicos, proponer conceptos mineros para la construcción de terraplenes estables, calculando los factores de seguridad de la pendiente del frente de desarrollo actual utilizando técnicas analíticas para determinar su estabilidad, finalmente el proyecto llegó a las siguientes conclusiones: 1) El plan de la cantera actual no cumple con los requisitos mínimos de estabilidad. Solo un caso de las nueve estaciones geomecánicas identificadas tenía un factor de seguridad que superaba el valor mínimo de estabilidad. 2) Cada una de las estaciones geomecánicas dispuestas presentan el indicio de que pueda ocurrir algún tipo de falla. El potencial de ruptura oblicua o volcamiento ocurrió en las estaciones de 66,67% y el 33,33% restante tenía potencial de ruptura en cuña. Como resultado, se puede concluir que esto pone en peligro la seguridad tanto de la mina como de los trabajadores. 3) Por último los diseños en la actualidad de terraplenes de frente tienen clases de estabilidad IV y V, dependiendo de la SMR, existe una alta probabilidad de falla de varios tipos.

Lloor y Macias (2020) en su proyecto que tiene por título: *Estudio de la Estabilidad de Taludes de la Vía Garrapata -Santa María, entre las Abcisas 7+900 y 63+040, provincia de Manabí, Ecuador*; presentada a la Escuela Superior Politécnica del Litoral; se propuso como el objetivo general es evaluar la estabilidad de los taludes en las abcisas 7+900, 19+980, 25+280 y 63+040 de la Carretera Garapata, finalmente el proyecto llegó a las siguientes conclusiones: 1) Los factores geológicos,

los datos estructurales y los parámetros de resistividad de masa están directamente relacionados con las propiedades geomecánicas de los taludes 7+900 y 19+980 del lecho rocoso en la carretera Garapata-Santa María. Estos taludes están compuestos por areniscas con depósitos arcillosos de la Formación Borbón. 2) La clasificación geomecánica determina que el macizo rocoso es Clase III, lo que indica una calidad normal. 3) El coeficiente de seguridad de los taludes 7+900 y 19+980 es de 0.794, es decir es inestable; lo cual representa posible falla de cuña. 4) Respecto al talud de la abscisa 7+900 que resultó inestable, al proponer la alternativa de rehabilitación con la instalación de anclaje se logró equilibrar la cuña con un coeficiente de seguridad de 1,90. 5) Si bien es cierto que el talud 19+980 se encontró en condiciones estables, pero es recomendable que en los lugares donde los bloques están sueltos, se deba quitar los bloques a lo largo del terraplén para evitar la caída de rocas. 6) finalmente es importante mencionar que los parámetros de resistencia, geometría y coeficientes sísmicos utilizados son parámetros indispensables para la estabilidad de un terreno, se llegó a analizar por el método de Morgenstern-Price las cuales son las más adecuadas, calculando factores de seguridad de 2.862 y de 2.243 para las progresivas 25 +280. Talud de relleno 63+ 040.

Sanango y Cabrera (2021) en su proyecto titulado: *Alternativas de Diseño de Estabilización de Taludes (Terraceo y Soil Nailing) tomando en cuenta los costos de Movimientos de Tierras en función de la distancia de Escombreras*; presentada a la Escuela Superior Politécnica del Litoral; se propuso como el objetivo general determinar las implicaciones del costo en la construcción de utilizar dos soluciones de planeamiento para mejorar los taludes del IESS en la carretera Cuenca-Azogues-Biblian y los taludes de la rotonda 12 de octubre. Considerando el costo de mover el suelo en función de la distancia al vertedero, la población en estudio queda en Redondel 12 de octubre está ubicado sobre la carretera Cuenca-Azogues-Biblian en la provincia de Cuenca, provincia de Azuay, al sur del país; finalmente se concluyó en los

siguientes incisos: 1) Las características geológicas y geológicas del sur del país, junto con las condiciones climáticas locales, causan derrumbes constantes que afectan la red vial, dificultan la movilidad de los usuarios y, en general, aumentan los costos de conexión. La estabilización de taludes es un requisito constante para las entidades que tiene el rol del mantenimiento de las redes viales. En este sentido, se deben optimizar los recursos disponibles para menor costo o tiempo de intervención. 2) El diseño y la propuesta de bermas y laderas de buena pendiente estabilizan el área de estudio, pero las consideraciones de las condiciones topográficas y los tipos de suelo intermedios pueden generar variaciones en el diseño y, por lo tanto, la cantidad de movimiento de tierras y los gastos extra. Transporte y disposición final del material removido de los taludes para lograr estabilidad. 3) La tecnología de Soil Nailing es una alternativa válida para estabilizar taludes en varios tipos de suelo. En los dos casos investigados, pudimos estabilizar los taludes a un costo comparable a la alternativa escalonada y respetando los factores mínimos de seguridad establecidos en la normativa ecuatoriana. 4) Para los taludes de Redondel el 12 de octubre, cuando los vertederos están separados por 10 km, la intervención propuesta por enclavado es un 22% más cara que la estabilización por terrazas, pero a 20 km de vertedero, esta diferencia se reduce a 7 % y punto de equilibrio a 25 km. En otras palabras, si el vertedero está a esa distancia, las dos propuestas costarán casi lo mismo. 5) Un resultado diferente se muestra para el dique Redondel IESS, a una distancia de 10 km del sitio de desbroce, a una distancia de 20 km del vertedero, implementar sellos de suelo es un 3% más costoso que las terrazas. La diferencia es pequeña. 38% y el punto de equilibrio es 94 km. Tenga en cuenta que muchos proyectos urbanos tienen vertederos de relaves ubicados lejos de los sitios de construcción. Por estas razones, cuando el movimiento de tierras es una parte representativa del proyecto, la estabilización del suelo con clavos es una alternativa de construcción más rentable. 6) finalmente se requiere una gran cantidad de movimiento de tierras para estabilizar el talud mediante la colocación de terrazas o

terrazas, se recomienda utilizar otras medidas de estabilización con Soil Nailing.

2.1.2. ANTECEDENTES NACIONALES

Quintana Mallma (2018) en su proyecto titulado: *Evaluación del Sistema de Banquetas en Talud del cerro Huayhuaca, con el programa Slope GeoStru, en el distrito de Andahuaylas – 2018*; presentada a la Universidad Alas Peruanas; se propuso como el objetivo primordial de aplicar el programa SLOPE GEOSTRU para determinar los beneficios de elegir las soluciones técnicas más adecuadas y diseños de ingeniería seguros, económicos y efectivos para la estabilización de taludes del cerro Huayhuaca, la población en estudio se refiere al cerro Huayhuaca forma su cima en la parte sur de Andahuaylas, en una altitud de aproximadamente 3,150 metros sobre el nivel del mar. Se eleva sobre el río Chumbao y como muestra son 100 m² de análisis, en la parte baja del cerro Waywaca, con una distancia de 70 m al puente colonial; el proyecto es de tipo tecnológica, con un nivel descriptivo y explicativo, con un diseño no experimental; finalmente el proyecto llegó a las siguientes conclusiones: 1) Los parámetros de la Clase 3 pueden usarse para determinar el valor de la caracterización de la roca. La calificación (RMR) promedio es de 41 a 60, con una fuerza cohesiva de 2 a 3 kg/cm². 25 a 35 grados centígrados. La relación entre la lectura de la escala y el área de compresión de 687,76 kilogramos por centímetro cuadrado se utilizó para calcular la prueba de resistencia a la compresión. 2) Los ensayos también se utilizaron para calcular el peso específico de las piedras; tenían un peso específico de 2,501 gramos por centímetro cuadrado y una tasa de absorción promedio de 0,33%. Estos datos son utilizados para calcular el factor de seguridad para terreno rocoso. Sí, ya que es un rasgo geológico. La prueba de endurecimiento siguiente muestra valores de resistencia para piedra caliza de $F'_c = 80,00 \text{ kg/cm}^2$. 3) Para la sección dos que es rocoso de la progresiva 0+050 se aprecia que el menor coeficiente de seguridad es de 16.80, la cual está por encima del valor establecido por la norma E.C. 020, que da un valor de

1.5 como mínimo. También se calculó para la sección tres, la cual supera también con un factor de seguridad de 20, pero a pesar de ello representa un peligro para los peatones y los vehículos que circulan. 4) El punto de análisis con el factor de seguridad más alto entre todas las superficies investigadas en el análisis tres de síntesis computacional se puede observar en la sección 0+050 del terreno rocoso con un valor de 20.00 Para el tramo 0+060 se dan las coordenadas del vértice del talud de corte del Cerro Huayhuaca sobre el pedregoso. 5) El punto de análisis con el factor de seguridad más alto entre todas las superficies de prueba se encuentra en la sección 0+050 del terreno rocoso con un valor de 20.00 en el análisis de la sección cuatro. Las coordenadas del vértice del talud de corte del Cerro Huayhuaca sobre la roca se proporcionan para el tramo 0+060. 6) Un total de 221 superficies analizadas se muestran para la sección uno de la progresiva 0+060. En la sección 0+60, el análisis dos evalúa con un coeficiente de seguridad de 14.70. 7) Finalmente, un coeficiente de seguridad de 20 es crucial en la tercera sección. A pesar de que el coeficiente de seguridad se ha superado con creces, la superficie del punto de análisis se ha fragmentado por completo, lo que indica que existe un peligro humano oculto. En la manzana 0+60, hay rocas y peatones y vehículos. El coeficiente de seguridad más alto del análisis cuatro con un valor de 20. El factor más importante en todas las superficies analizadas en el Capítulo 0 060 para terreno rocoso.

Torres (2019), en su proyecto titulado: *Dimensionamiento de Banquetas y Rampa para la Estabilidad en la Explotación de Cantera Kukys, San Jerónimo – Andahuaylas - Apurímac*; presentada a la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco; se propuso como el objetivo general determinar el diseño de pavimentos y rampas más adecuado para mantener el uso y la estabilidad de los áridos en la cantera Kukkis. Con una investigación aplicada, un nivel descriptivo y un diseño no experimental, su población son todos los agregados de la extraídos en el cerro suave sur de Sondor, que forma parte de la

Poltocsa de la ciudad de Sondor, finalmente el proyecto llego a las siguientes conclusiones: 1) Según los análisis de estabilidad realizados en el terreno actual, se encontró un coeficiente de seguridad de 1,649 en condiciones estáticas y 1,367 en condiciones pseudoestáticas, lo que significa que obtienen tolerancias de acuerdo con los criterios de aceptación establecidos para el diseño de taludes y pueden resistir su ejecución. 2) Respecto a las medidas de las banquetas para la estabilidad en el desarrollo de la Cantera Kukys son de 8 m de altura, 8,27 m de ancho, bermas de 3 m de largo, en un ángulo de 75° con la horizontal, y las dimensiones de la pendiente final son de 50°. Tiene metros de altura y consta de seis pasarelas con un ángulo de 59° con respecto a la horizontal. El ancho de las curvas es de 9,20 a 10,5 m, la rampa tiene cuatro curvas, el ángulo con la horizontal es de 4,3°, la pendiente es de 8,88% y la velocidad máxima de diseño es de 15 km/h. 3) Para concluir el costo de producción es de \$ 4,385/m³, el costo de inversión es de \$ 447,730, el costo total de desarrollo es de \$1,453,176.63, el precio de venta por unidad es de \$13,793, arrojando un ingreso neto de \$3,152,608.29, a su vez una utilidad neta de \$169,931.66 y es rentable explotar 229,292.276 m³ de agregado para la construcción de la Cantera Kukys.

Naveros, P. (2021) en su proyecto titulado: *Propuesta de Estabilización de los Acantilados de la Costa Verde entre los Jirones Leoncio Prado y Castilla en el distrito de Magdalena del Mar mediante la ejecución de Banquetas protegidas con el Sistema Geo web*; presentada a la Universidad San Ignacio de Loyola; se propuso como el objetivo general de los acantilados de la Costa Verde en la zona de Magdalena de Mar, entre Leoncio Prado y el Fragmento Castellano, deben estabilizarse, se propone un adecuado diseño del pavimento protegido por el sistema Geo-web, en el proyecto es de tipo y diseño aplicativo, cuantitativo y cuasiexperimental, tomo como población al Parque Malecón Magdalena, cerca de la pista Costa Verde con una longitud de 100 metros y 50 metros de alto, cuya muestra son los 7 perfiles más

críticos y representativas; finalmente el proyecto llegó a las siguientes conclusiones: 1) Una propuesta de diseño de banquetas protegidas por el sistema Geo web para estabilizar los acantilados de la Costa Verde en la zona entre Leoncio Prado y Castilla en la región de Magdalena del Mar ha sido confirmada. Se recomienda como protección final la siembra de pasto natural de *Paspalum* y esquejes de *Vetiver* para mejorar la estabilidad y la erosión y/o para prevenir la meteorización de los taludes laterales, ya que el factor de seguridad obtenido corresponde al criterio E0.50. 2) Los factores de seguridad se encontraron por debajo de los límites establecidos en las normas E0.50 (suelo y cimentación) y CE.020 (suelo y talud) en condiciones estáticas como cuasiestáticas, según el análisis de estabilidad. Por esta razón, se propuso la construcción de banquetas y vegetación herbácea protegida por el sistema Geo web para no solo mejorar el paisaje del acantilado sino también para evitar la erosión y la intemperie. 3) Para determinar las características de resistividad de los conglomerados de la grava, se establecieron rango a base de los datos recolectados. Luego se realizó un análisis utilizando el software Slide V.6.0. Este método permitió determinar y definir una combinación de parámetros a partir de la geometría original que representa el estado actual del acantilado. 4) Se ha propuesto un diseño de banco que reduce la pendiente del talud para estabilizar el acantilado. Sin comprometer el parque sobre el acantilado, se tomaron en cuenta las dimensiones (ancho de la pasarela, altura de cada rampa y pendiente) durante el proceso de diseño. Por lo tanto, para cumplir con el factor de seguridad sugerido por el Código Técnico Peruano (E0.50, CE.020) y para indicar las dimensiones adecuadas para permitir la pendiente de la sección elegida, se realizan varios ensayos con diferentes dimensiones I tuve que. Estabilizar. En este sentido, cabe señalar que la estructura del parque se vio afectada por las excavaciones. 5) Finalmente el presupuesto total de referencia para la construcción de la acera utilizando el sistema Geo web y césped como protección final de la acera y talud es de 13.448.019,97.

2.1.3. ANTECEDENTES LOCALES

Rodríguez, S. (2022) en su proyecto titulado: *Sistema de Banquetas para la Estabilización de Ladera ubicada en el km 180+300 de la Ruta Nacional PE-3N - San Rafael Huánuco - 2021*; presentada a la Universidad de Huánuco; se propuso como el objetivo principal de diseñar un sistema de banquetas para estabilizar la pendiente del KM. 180+300, en el proyecto es de tipo transversal – explicativo, cuantitativo, con un enfoque cuantitativo, con alcance explicativo y un diseño no experimental, tomo como población el todo el área de los taludes del km 180+300 de San Rafael, cuya muestra examinada son los seis puntos del talud; finalmente el proyecto llego a las siguientes conclusiones: 1) Los taludes de la Carretera Nacional PE-3N - San Rafael - Huánuco en el Km. 180+300 son inestables por factores climáticos, geológicos, topográficos y sísmicos, presentando riesgos potenciales para los usuarios de la vía. 2) La construcción del sistema de banquetas permitió taludes moderadamente estables en el Km. 180+300 de la Ruta Nacional PE-3N – San Rafael – Huánuco, y tanto los análisis estáticos como pseudoestáticos mostraron respetar los límites del factor de seguridad, garantizando así la seguridad de los usuarios de la vía. 3) A través de estudios realizados in situ se puede concluir se trataba de un suelo con gravas arcillosas. También una densidad de 18 KN/m³, con una fuerza de cohesión de 5,8 KN/m² y un ángulo de fricción de 35,1°. 4) Finalmente al crear un modelo de estabilización, podemos asegurar que los parámetros requeridos son la hidrología para definir el nivel freático. Terreno para conocer las dimensiones de la pendiente y la forma de la pendiente. Geología para conocer la naturaleza del suelo y subsuelo, las fuerzas horizontales detectadas por los taludes generan actividad sísmica en el sector estudiado, provocando gran inestabilidad.

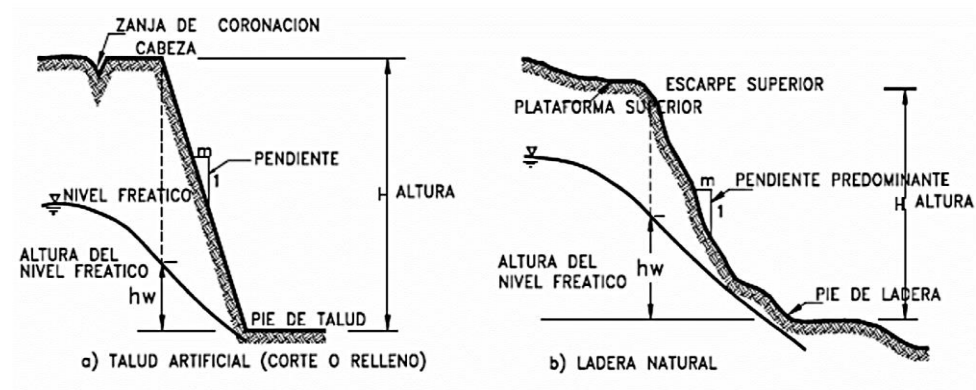
2.2. BASES TEÓRICAS

2.2.1. CONCEPTO DE TALUDES Y LADERAS

Se entiende como laderas si su forma actual se deriva de un proceso natural, en todo caso si es hecha por el hombre como talud. Los taludes, o laderas que han permanecido estables durante un buen tiempo, pueden derrumbarse debido a cambios en la topografía, sismos o terremotos, flujo de aguas subterráneas, cambios de propiedades en el suelo u otros factores humanos o naturales que alteran la estabilidad natural (Torres, 2017).

Figura 1

Representación de taludes artificiales o naturales



Fuente: Obtenido de Suarez, 2009.

2.2.2. ZONAS O COMPONENTES DE TALUDES Y LADERAS

A partir de Torres (2017) las partes de un talud o ladera ya sean naturales o intervenidos por el hombre, se dividen de la siguiente manera:

Tabla 1*Conceptos de las partes de un talud o ladera*

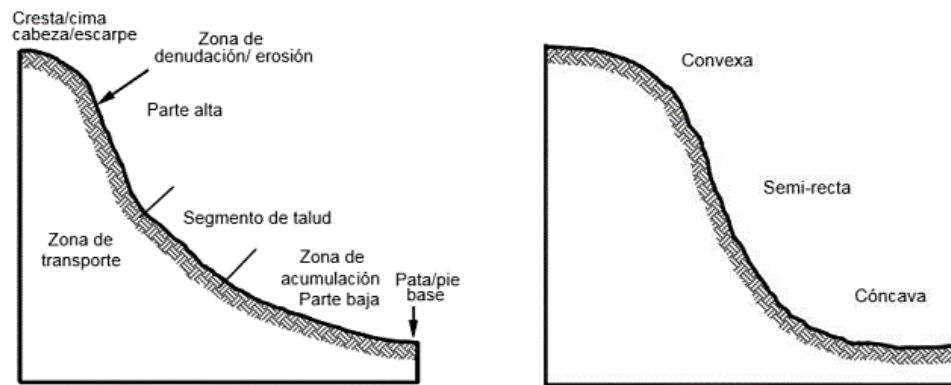
Partes	Concepto
Cabeza	Llamada también cresta, cima o escarpe, se refiere cuando hay cambios bruscos de inclinación en la zona superior de los taludes.
La inclinación	Se refiere a la pendiente de una superficie, se representa en ($^{\circ}$), porcentajes o como una relación.
La altura	Viene a ser la medida vertical entre la base y la cresta, pero es difícil de calcular dicha distancia ya que no suelen ser características topográficas bien definidas.
Base	También llamada pata o pie, lo cual se refiere al punto de alteración repentino de inclinación de la zona inferior de la ladera.
El nivel freático	Es la medida vertical desde la base del talud hasta el nivel freático, se mide desde debajo de la cima de la pendiente.

Nota: Se observa los conceptos de las partes de un talud o ladera. Obtenido de Suarez, 2009.

A base de Suarez (2009) menciona que las partes de los taludes o laderas de la parte de la cima tiene forma convexa, donde pueden ocurrir fenómenos como la erosión; también en la parte inferior con forma cóncava y una parte media semirrecta donde tienen lugar principalmente los procesos de depósito.

Figura 2

Representación de las partes de un talud o ladera



Fuente: Conseguído de Jaime Suarez, 2009.

2.2.3 COMPOSICIÓN DE LOS TALUDES

A base de Arroyo (2006), afirma que la naturaleza de composición de los taludes está relacionada con las condiciones de inestabilidad y es capaz de por evaluar la sensibilidad de cada material al desarrollo de un movimiento determinado.

Entonces los taludes o laderas se pueden dividir en tres grupos:

- Taludes o laderas de Rocas:

Se refiere a taludes o laderas que forman macizos rocosos e implican ciertos problemas de comportamiento frente a la estabilidad. La conducta de los macizos rocosos casi siempre está influido por las características de discontinuidad que exhiben, un ejemplo sería la litología de ellas.

- Taludes o laderas de Suelo:

Respecto a ello se pueden subdividir en dos tipos más, una ellas es suelos residuales o detritos; la cual son suelos con una composición de grano grueso. Es decir, se compone principalmente en peso de grava y bloques. Si el porcentaje en peso de material con un diámetro equivalente superior a 2 mm es del 20-80 %, se considera residuo o desecho.

El otro tipo de suelo es de tierra o suelo valga la redundancia; la cual consiste que el material está conformado con más de 80% de partículas de menos de 2 mm. Contiene materiales que van desde arena hasta arcilla altamente plástica.

- Taludes o laderas con Material de Relleno:

Respecto a estos tipos de taludes se entiende por depósitos artificiales se agrupan bajo esta denominación y se realizan por demandas de actividades específicas como las construcciones de obra civil ya sean; terraplenes, movimiento de tierras, vertederos y entre otros.

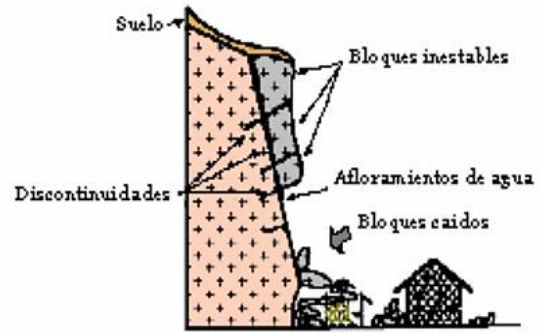
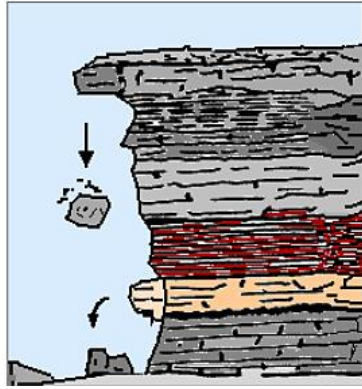
2.2.4. TIPOS MOVIMIENTOS DE MASAS EN LOS TALUDES

Arroyo (2006) hace mención que la inestabilidad de las laderas y taludes da como resultado diferentes movimientos que se pueden categorizar con diferentes criterios. Por lo tanto, a continuación, se enumeran los tipos de movimiento más comunes:

Caídas: También llamado desprendimiento la cual corresponden al movimiento muy rápido de un trozo de tierra o de una masa discreta de gran pendiente, que descienden por los aires durante la mayor parte de la trayectoria de caída. Este tipo de fenómeno generalmente ocurren en áreas alternas de capas geológicamente fuertes y débiles, dando lugar a una inestabilidad.

Figura 3

Ilustración de un desprendimiento por bloques de gravedad

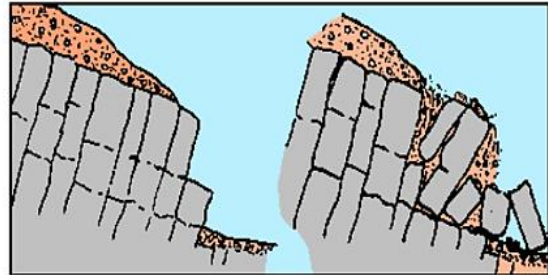
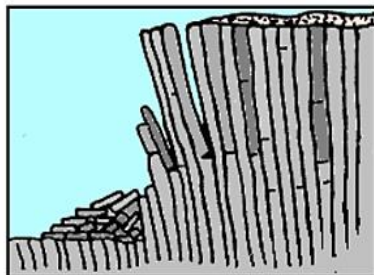


Fuente: Obtenido de Arroyo, 2006.

Topples: También llamados vuelcos, se refiere a estos movimientos porque representan la rotación hacia adelante y hacia atrás del talud. Este tipo de movimiento puede culminar en otro tipo de deslizamientos, como deslizamientos de tierra. Dependiendo de la distribución de discontinuidades, dependiendo de los aspectos geométricos de los materiales involucrados.

Figura 4

Ilustración de vuelcos por flexión y bloques en rocas



Fuente: Obtenido de Arroyo, 2006.

Lateral Spreads: También conocido como expansiones laterales por lo que Varnes (1978), menciona que se divide en dos tipos:

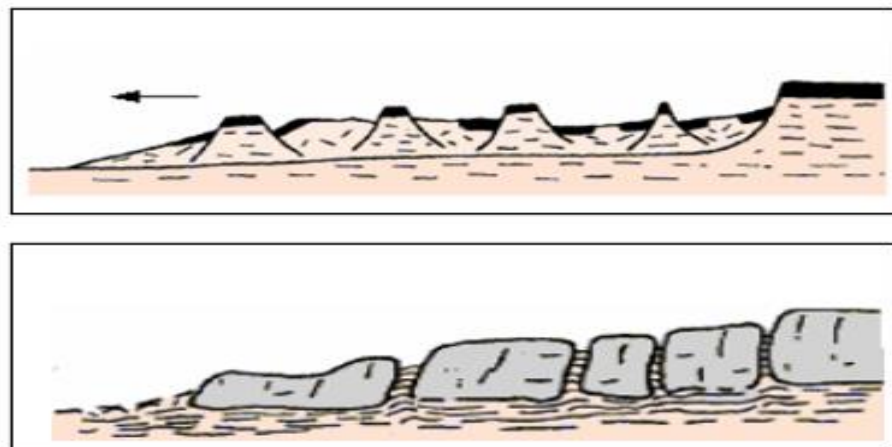
La primera se trata a expansión lateral es la ruptura y estiramiento de un material compacto debido a la licuefacción del material subyacente. Este movimiento, que puede ser desencadenado por un

tobogán giratorio o el impacto de un terremoto, remodela casi instantáneamente la arcilla, convirtiéndola en un líquido denso que se arrastra a través de los bloques de material superpuestos. El movimiento es muy rápido y hacia atrás.

La segunda trata que el movimiento también afecta a los conjuntos de formación sin identificar las regiones subyacentes de corte o flujo plástico, o sin que estén bien definidas. Éstos tienden a afectar la litología suave y maleable que subyace a materiales fuertes y densos, generalmente por el peso de las capas superpuestas por una capa de arcilla húmeda y ablandada. Ocurre cuando se reproduce horizontalmente.

Figura 5

Ilustración de expansiones laterales de los materiales por licuefacción y subyacente



Fuente: Obtenido de Varnes, 1978.

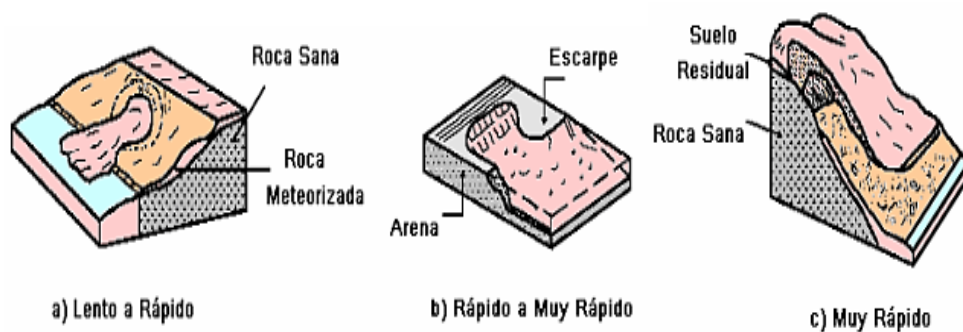
Flows: También llamado flujos, estos son movimientos continuos con tiempos de vida finitos en el plano de corte, muy cercanos entre sí y generalmente no conservados. Las corrientes pueden ser lentas o rápidas, secas o húmedas, y pueden estar formadas por rocas, escombros o tierra. La distribución de velocidad de la masa desplazada se asemeja a la de un líquido viscoso. Por esta razón, la masa

desplazada no mantiene su forma durante el descenso, adoptando una forma de hoja cuando se presenta en sustancias pegajosas, y con frecuencia se extiende hacia abajo desde el terraplén o terraplenes. Formación de conos desprendidos cuando ocurre en materia particulada.

En flujos muy lento puede equipararse al fenómeno de la fluencia. La diferencia es que en el flujo hay una interfaz fácilmente perceptible entre el material en movimiento y el material debajo de él, mientras que en la fluencia el movimiento se ralentiza a medida que el perfil se profundiza sin él (Arroyo, 2006).

Figura 6

Ilustración de los 3 tipos de velocidades en los flujos



Fuente: Obtenido de Arroyo, 2006.

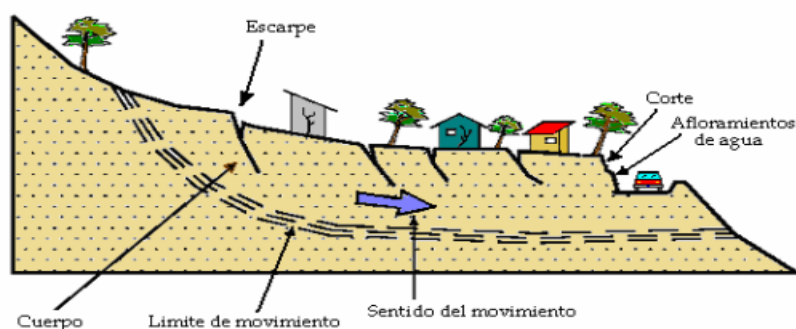
2.2.5. LOS DESLIZAMIENTOS

Arroyo (2006) menciona que también se le conoce como Slides y consisten que un deslizamiento se define como el desplazamiento cuesta abajo de una masa en estado sólido debido a los efectos de la gravedad, preferentemente sobre una superficie de laminado o fracturada. Los trozos se mueven sólidamente y pueden desmoronarse, pero se supone que deben desmoronarse como uno solo.

Las superficies de fractura pueden determinarse por capas predominantes en arcilla. Esto actúa como lubricante con plasticidad creciente o se determina por trituración. Los movimientos de agrietamiento y hundimiento son posibles en la roca triturada a lo largo de la masa desplazada.

Figura 7

Ilustración de un deslizamiento en suelo tipo blando



Fuente: Obtenido de Arroyo, 2006.

2.2.6. PARTES DE UN DESLIZAMIENTO

Arroyo (2006) hace referencia que los deslizamientos son movimientos que ocurren cuando se excede la resistencia de un material, a lo largo de una o más superficies, o a través de tiras de material relativamente estrechas. La superficie de deslizamiento suele ser visible o puede inferirse razonablemente. La velocidad a la que ocurren estos movimientos depende del tipo de material involucrado.

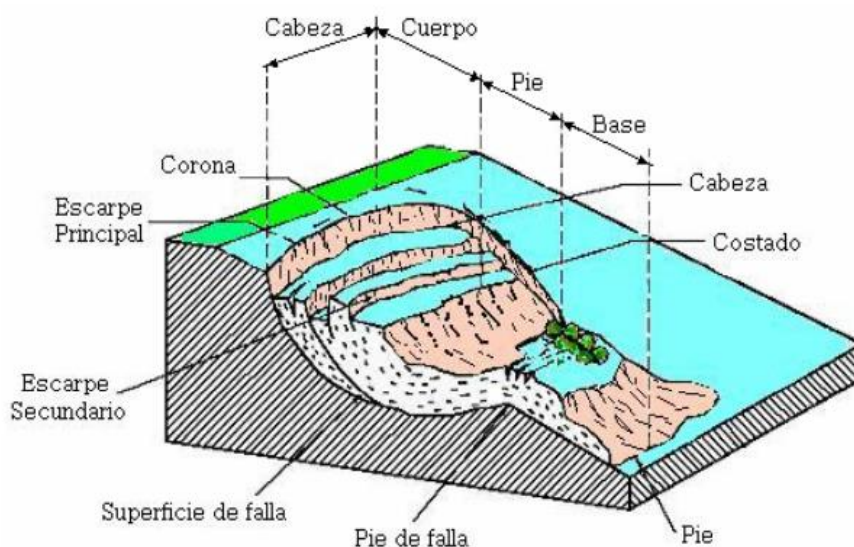
Entonces las partes de un talud son:

- El escarpe principal
- El escarpe secundario
- La cabeza
- La corona
- La superficie de rotura

- El pie del talud

Figura 8

Ilustración de un deslizamiento en suelo tipo blando



Fuente: Obtenido de Arroyo, 2006.

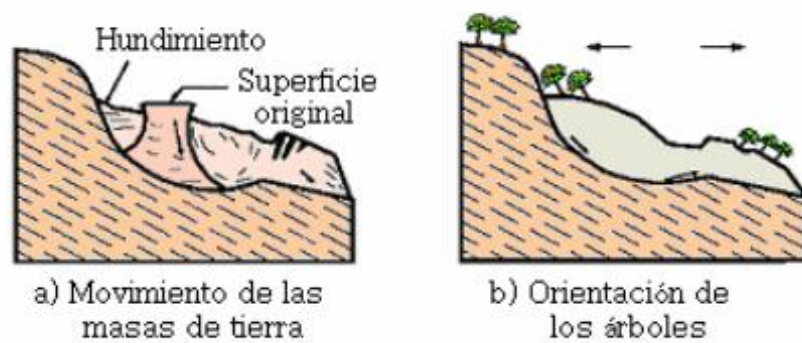
Tipos de deslizamientos:

Deslizamiento Rotacional: Viene a ser un deslizamiento rodante, la superficie de fractura está formada por una curva cuyo centro de rotación está por encima del centro de gravedad del móvil. Este movimiento crea una región de hundimiento superior y una región de deslizamiento de tierra inferior, lo que generalmente crea un flujo de material debajo de la base del deslizamiento de tierra.

Mientras que la superficie original del terreno generalmente gira hacia la parte superior de la pendiente, en la cabeza del movimiento, el desplazamiento es claramente semivertical y apenas girado (Soto, 2011).

Figura 9

Ilustración de un deslizamiento rotacional

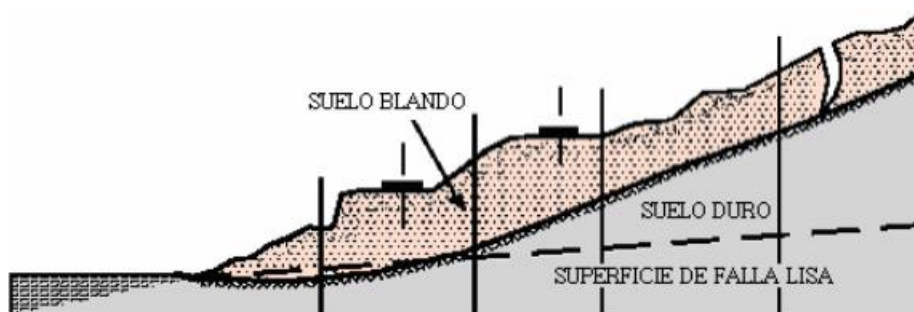


Fuente: Obtenido de Soto, 2011.

Deslizamiento de traslación: La masa se mueve hacia afuera o hacia abajo a lo largo de una superficie casi plana o ligeramente ondulada con poco o ningún movimiento de rotación o giro en el deslizamiento de traslación. El movimiento de traslación generalmente está controlado por la fragilidad, como fallas, fisuras, fisuras, capas planas, zonas meteorizadas de cambio de estado, que corresponden cuantitativamente a variaciones en la resistencia de los materiales al corte, o entre rocas y materiales blandos o coluvión. Entre Las masas pueden deformarse y/o fracturarse en corrientes en muchos deslizamientos de tierra traslacionales. (Soto, 2011).

Figura 10

Ilustración de un deslizamiento traslacional



Fuente: Obtenido de Arroyo, 2006.

2.2.7. ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN PARA ESTABILIZAR TALUDES

Según Ramírez (2017) hace referencia que los métodos de estabilización de taludes generalmente buscan reducir la fuerza aplicada o aumentar la fuerza de resistencia. Las fuerzas aplicadas y resistidas generalmente están determinadas por múltiples factores, lo que requiere múltiples métodos de estabilización para lograr el efecto combinado.

Por lo tanto, se puede resumir como en fuerzas que interviene y que aumenta:

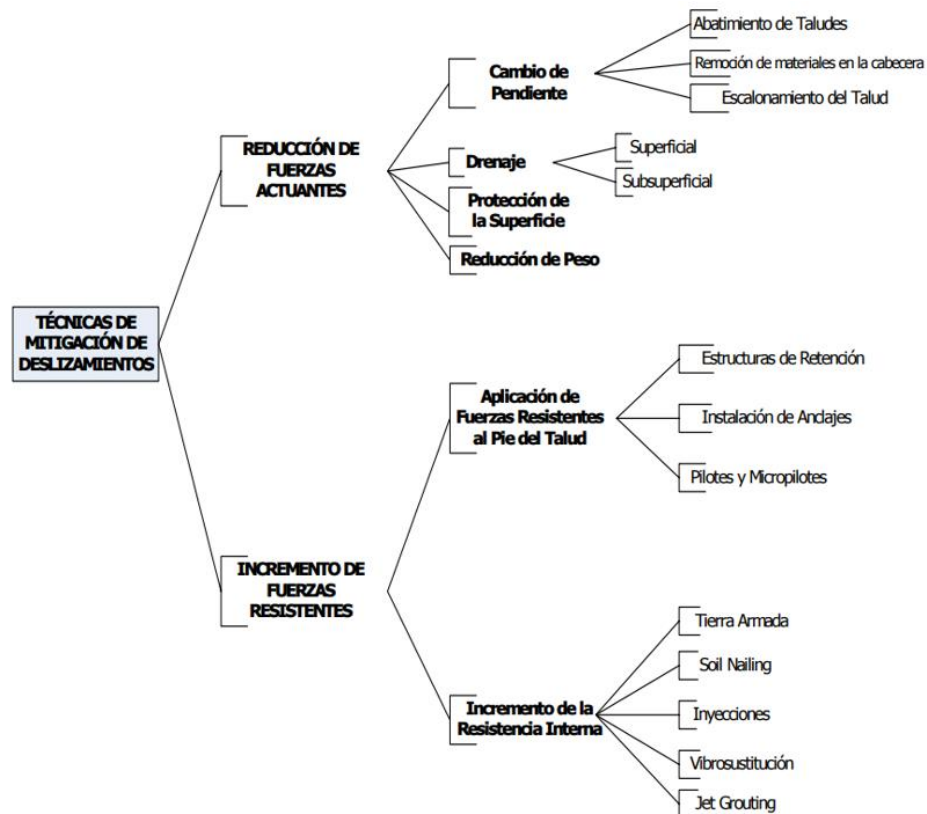
- Excavación adecuada del talud.
- De existir la presión hidrostática, la construcción de sistema de drenaje.
- Drenaje que aumenta la resistencia del material.
- Eliminación de formaciones frágiles o áreas que podrían presentar fallas.
- Las estructuras de soporte o también llamados contención.
- El reforzamiento de los suelos.
- Los tratamientos químicos en los suelos.

También a base de lo mencionado Alberti Arroyo (2006) las técnicas de mitigación de deslizamientos u otro fenómeno de tierra generalmente se agrupan de acuerdo con varios criterios, tales como: Qué funciones realizan, cómo se realizan, etc., pero las técnicas pueden realizar múltiples funciones al mismo tiempo.

Por tanto, se muestra una clasificación general de las técnicas según su función para estabilizar materiales, la que se considera más adecuada.

Figura 11

Diagrama de la clasificación de técnicas o alternativas de solución



Fuente: Obtenido de Arroyo, 2006.

Cambio de pendientes:

Arroyo (2006) menciona que, al cambiar la forma de los taludes, puede redistribuir la fuerza debido al peso del material y obtener una nueva configuración más estable, a su este de tipo de técnica se dividen en 3 grupos más, que serán vistos más adelante:

- Abatimiento o cambio de las pendientes de los taludes.
- La remoción de los materiales de la cabeza del talud.
- Los escalonamientos de los taludes.

2.2.8. ABATIMIENTO O CAMBIO DE LAS PENDIENTES DE LOS TALUDES

Según Arroyo (2006) este método busca aumentar la estabilidad reduciendo la inclinación. Este método se puede utilizar para taludes de relleno y corte. Esta estrategia funciona bien en materiales rocosos y

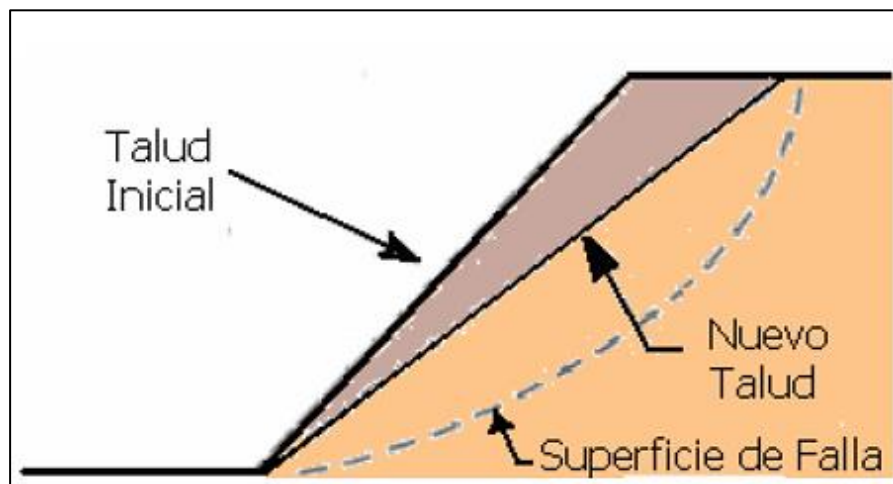
suelos, pero funciona mejor en fondos con fricción. No se recomienda su uso en taludes altos debido a su alto costo.

El círculo crítico de falla para taludes estables se vuelve más largo y profundo a medida que disminuye la pendiente del talud, lo que aumenta el factor de seguridad. Cuando se usa en una pendiente, los objetivos de trabajo son los siguientes:

- En aumenta la estabilidad de llenado.
- Reduce el riesgo de erosión al alejar el pie del talud de la corona.
- Reducir la esorrentía.

Figura 12

Ilustración de abatimiento de taludes



Fuente: Obtenido de Arroyo, 2006.

Abatimiento o cambio por relleno: La reducción de la pendiente de una pendiente es económicamente posible en pendientes bajas, pero en pendientes altas, el volumen del suelo aumenta exageradamente con la altitud. (Arroyo, 2006).

Abatimiento o cambio por corte: El descenso de terraplenes por corte es una tarea difícil y costosa que requiere una investigación exhaustiva del problema antes de poder llevarse a cabo. Los datos como

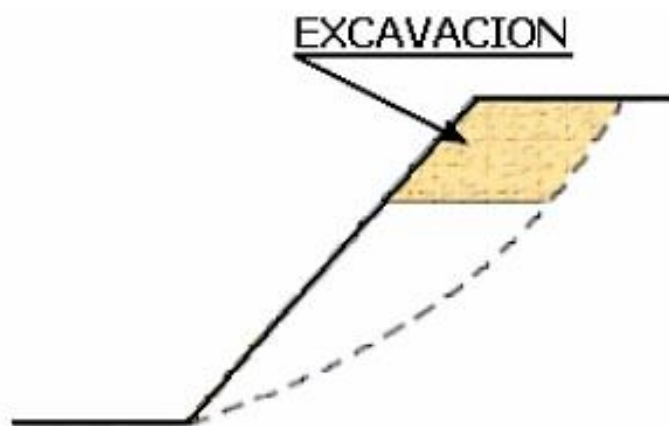
la frecuencia, el número y el volumen de deslizamientos de tierra pueden controlar el criterio para impulsar la implementación. Este método es más efectivo para los deslizamientos de cuerpos de taludes. Sin embargo, no es efectivo en todos los casos, ya que debe tenerse en cuenta que el comportamiento de los taludes colapsados difiere del original. Se desarrolla un nuevo análisis de estabilidad para el factor de relleno reducido. (Arroyo, 2006).

2.2.9. ELIMINACIÓN DE LOS MATERIALES DE LA CABEZA DEL TALUD

Arroyo (2006) menciona que retirar una cantidad suficiente de material en la parte superior de la pendiente equilibra las fuerzas y aumenta la estabilidad de la pendiente. En la práctica, esta técnica es muy útil en fallas activas y muy efectiva para reducir el deslizamiento rotacional; sin embargo, la masa removida es de gran magnitud para movimientos muy grandes.

Figura 13

Ilustración de remoción de la cabeza de un talud



Fuente: Obtenido de Arroyo, 2006

2.2.10. LOS ESCALONAMIENTOS DE LOS TALUDES

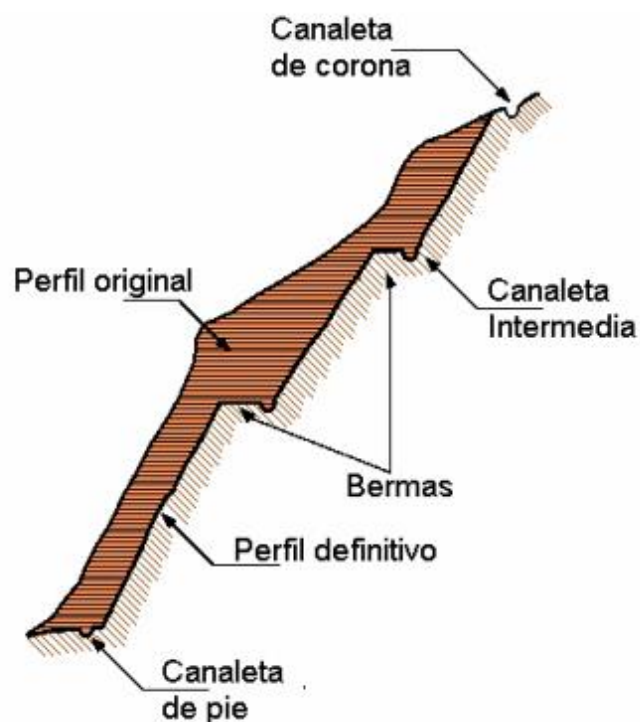
Con base de lo que Ramírez (2017) menciona, que el escalonamiento de taludes consiste en construir un rellano plano en medio de la ladera conocido como banquetas. Estas buscan reducir la pendiente, mejorar la estabilidad y mitigar las fuerzas aplicadas cortando o comprimiendo hábilmente la masa de tierra en el exterior de la pendiente.

De igual forma, cuando se construyen las banquetas, cada una funciona como una plataforma separada. Para taludes de suelo cohesivo y friccional, el desplazamiento se realiza principalmente para causar un descenso o reducción de la pendiente del talud.

Alberti (2006) también hace referencia el escalonamiento de taludes implica la construcción de descansos planos en el tramo medio de la pista. Las masas de tierra adecuadamente cortadas o compactadas en el exterior de las pendientes se denominan bermas para mejorar la estabilidad. Para la construcción, es común utilizar los mismos materiales que el terraplén a mejorar. Los escalones estabilizan la pendiente con su propio peso. No existen reglas fijas para las dimensiones de diseño, sino que se calculan mediante aproximaciones sucesivas.

Figura 14

Ilustración de un talud con escalonamiento de banquetas



Fuente: Obtenido de Arroyo, 2006.

Las dimensiones comunes o establecidas típicamente para las conformaciones de las banquetas se pueden representar según Provias Rural, (20014):

Tabla 2

Las dimensiones para las banquetas

Altura máx.	7.00 metros
Altura mín.	Cuando no se tiene equipo mecánico es 1.50 m
	Cuando se tiene equipo mecánico es 3.00 m
Relación H: V	Según las características o propiedades del material

Nota: Menciona las dimensiones para las banquetas. Obtenido de Provias Rural, 2014.

De acuerdo con el Manual DG-2018 proporciona valores de referencia para el área de corte (relación H: V) en función de la clasificación del material de corte (sólidos, roca suelta, grava, limo, arena) y la altura de corte. La pendiente (H: V) para la estabilidad y el coeficiente de seguridad deseado depende de que suelo y la altura del relleno le corresponde al talud. Los suelos cohesivos tienen un ángulo de fricción pequeño y una fuerza cohesiva grande, lo que da como resultado un ángulo de inclinación pequeño. En suelos granulares, el ángulo de la pendiente aumenta; por ello se muestra la siguiente tabla:

Tabla 3

Valores estándares de corte por tipo de material

Clasificación de suelos de Corte	Roca Fija	Roca Suelta	Material		
			Grava	Limo Arcilloso	Arenas
Altura de Corte	<5m	1:10	1:6-1:4	1:1-1:3	2:1
	5-10m	1:10	1:4-1:2	1:1	*
	>10m	1:8	1:2	*	*

* requiere banquetas y estudio de estabilidad

Nota: Se observa los valores estándares de corte por tipo de material. Obtenido de DG, 2018.

2.2.11. LAS CONSTRUCCIONES DE LAS BERMAS

Un sistema de bermas es un tipo de camino sin pavimentar destinado a controlar la erosión, fomentar el establecimiento de vegetación y aumentar el factor de seguridad (F.S). Se recomienda formar un escalón de 5,00-7,00 m de altura y revestir las cunetas para controlar el agua superficial. Al diseñar y construir una terraza, se puede considerar en varios sub-taludes con independientes comportamientos,

lo cual se pretende que sean estables. Como norma general, la escalera inferior puede tener una pendiente más pronunciada, con una pendiente hacia la parte superior de la pendiente. (Suárez, 2002).

Algunos criterios para el diseño de bermas y pendientes:

- Formación a través de la geología: La forma del talud depende de la dureza del material del bisel. Es decir, la roca dura y saludable permite taludes casi verticales con grandes pendientes y alturas.
- La meteorización: Se necesitan terraplenes más extensos, alturas más bajas entre las bermas y gradas más anchas a medida que avanza la meteorización. Una pendiente de menos de 1H:1V es necesaria en un material muy meteorizado. La mayoría de las formaciones exigen un ancho de berma de al menos metros y no permiten alturas de berma superiores a 7 metros.
- Los niveles freáticos: A menos que muestren una alta fuerza cohesiva, los suelos saturados toleran gradientes de menos de 2H:1V en relación con el nivel freático.
- Condición sísmica: En áreas de actividad sísmica constante, no se deben construir taludes semivertical de o taludes que excedan 1/2H:1V a menos que los taludes consistan en roca muy sólida.
- Minerales arcillosos: Los suelos predominantemente arcillosos requieren una pendiente de relleno de menos de 2H:1V, una altura de banco de menos de 5,00 m y un ancho de paso mínimo de 4 ,00 m.

2.2.12. PRINCIPIOS PARA LA ESTABILIDAD DE TALUDES

Según Sackschewski (2017) menciona que en actividades u obras que es como la construcción de carreteras se realiza una excavación, por lo cual es necesario e importante proyectar taludes de corte. Los taludes se tendrán que diseñar con la finalidad de asegurar su estabilidad. Por lo tanto, la pregunta es esencialmente un análisis de estabilidad, Es necesario identificar los mecanismos de fallas

potenciales, la susceptibilidad de los taludes a varios mecanismos de activación, comparar las alternativas de estabilización y el impacto en la estabilidad, la seguridad, la confiabilidad y la eficiencia económica. Esto conducirá al diseño ideal.

Es por ello que a base de la Especificación Técnica (EG-2013), nos menciona que la clasificación de las excavaciones se divide en dos:

Excavaciones sin clasificación: El manual de carreteras se refiere a los trabajos de excavación de cualquier material, independientemente de su procedencia o naturaleza. Por lo tanto, independientemente de la calidad del material, no es necesario realizar un reajuste por clasificación.

Excavaciones clasificadas: El manual de carretas lo divide en 3 conceptos:

- Las excavaciones en rocas fija: Esto incluye la extracción de bloques de piedra medianos o pesados. Estas rocas requieren el uso específico de explosivos mediante cementación y compresión. La carga de cada uno, el tipo de explosivo, el equipo utilizado, etc. Hay que considerar que se cumplen los requisitos contenidos en la propuesta técnica y económica del contratista para realizar voladuras en esta roca. Este procedimiento debe ser consistente con los estudios geológicos y geotécnicos que forman parte del estudio final.
- Excavación o perforación en roca fisurados: La excavación de áreas rocosas irregulares requiere el uso de máquinas con equipos auxiliares (rippers u otros) y explosivos, eventualmente con explosivos de pequeño tamaño, para alcanzar un nivel de consolidación adecuado. Además, incluye la extracción, extracción y/o fragmentación de bloques con un volumen superior en un metro cúbico (1 m³) provenientes de macizos o masas alterados que han

sido transportados por procesos naturales y que requieren el uso de explosivos para su fragmentación.

- Las excavaciones de materiales sueltos: comprende la excavación de materiales que no están incluidos en los dos tipos mencionados anteriormente (roca sólida y fisurada o blanda), y que requieren solo el uso de maquinaria y/o fuerza humana para su extracción. Para perforaciones no clasificadas y clasificadas, la ubicación del nivel freático debe ser considerada (medida y registrada) para evitar la contaminación del nivel freático y otros aspectos auxiliares.

Tabla 4

Tipos de terrenos con sus respectivos taludes

Tipo de Suelo	Taludes (H:V)			
	m	V<5 <10m	5m<V m	V<10
Rocas Fijas		1:1	1:2	**
Rocas Sueltas	1:6	1:4-	1:3	**
Conglomerados Cementados		1:4	*	**
Suelos Compactados Consolidados		1:4	*	**
Conglomerados Comunes		1:3	*	**
Tierras Compactadas	1:2	1:1-	*	**
Tierras Sueltas		1:1	*	**
Arenas Sueltas		2:1	*	**
Zonas Blandas con Arcilla	2:1	hasta	*	**

* Requiere de banquetas o análisis de estabilidad

** Requiere análisis de estabilidad

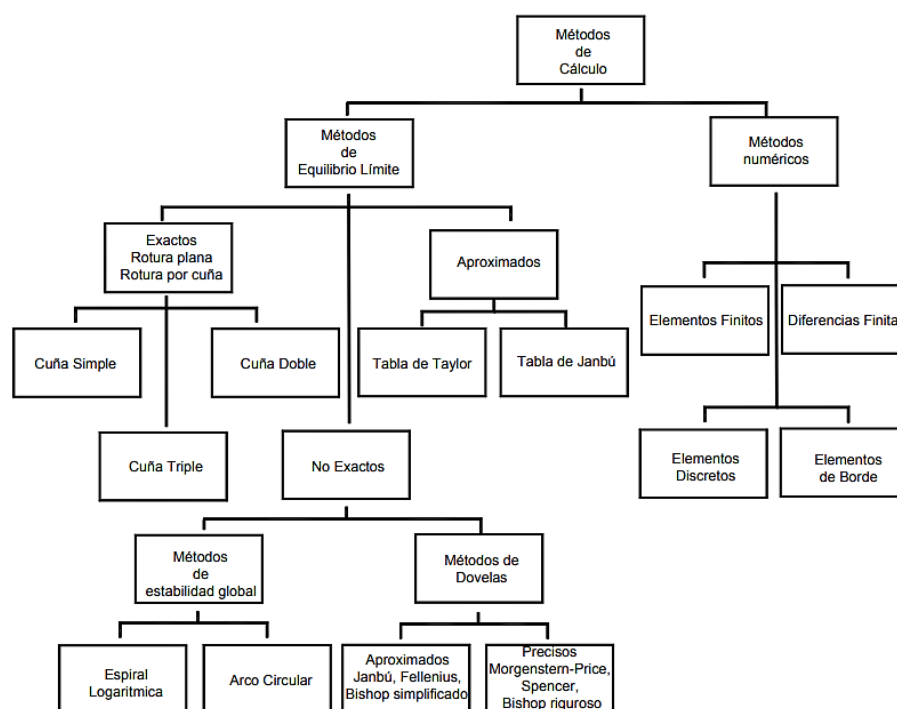
Nota: Se observa los tipos de terrenos con sus respectivos taludes Obtenido del Manual de Carreteras, 2013.

2.2.13. MÉTODO PARA ANALIZAR LA ESTABILIDAD EN TALUDES

Con base en las observaciones de Suárez (2009), existen una variedad de técnicas computacionales para evaluar la estabilidad de los taludes, incluidos los métodos numéricos, de límites de equilibrio y dinámicos para evaluar el flujo y la caída de rocas.

Figura 15

Representación gráfica de los métodos usados para estabilizar taludes



Fuente: Obtenido de Suarez, 2009.

2.2.14. EQUILIBRIO LIMITE COMO MÉTODO PARA ESTABILIZAR TALUDES

De Suarez (2009), menciona que, por lo general, asume la geometría de la superficie de fractura en función de las observaciones de las superficies de fractura reales, y la relación entre la fuerza actual y la resistencia es un estado de equilibrio crítico o una falla inminente. Dadas las dificultades asociadas con las soluciones matemáticas y la

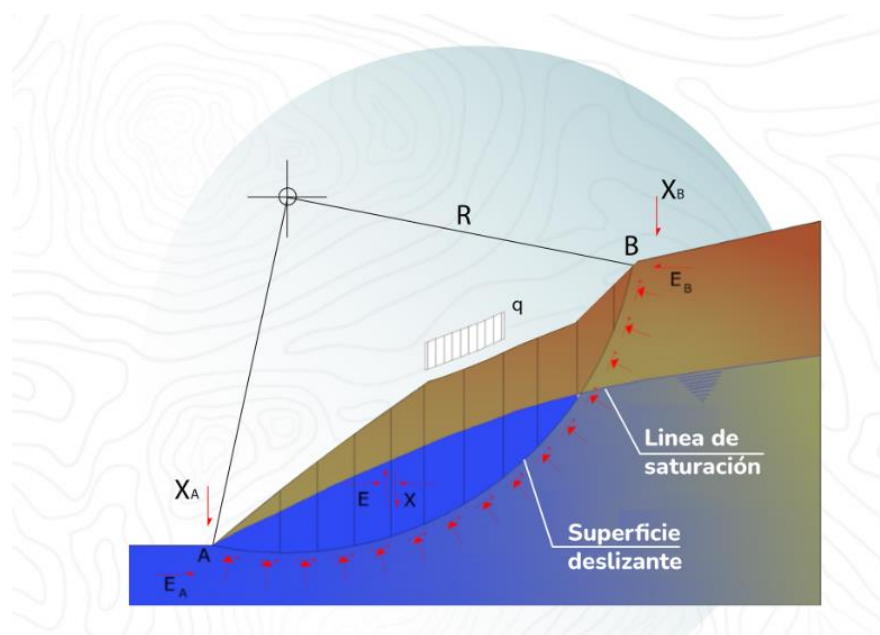
posibilidad de calcular soluciones convencionales, el principio de equilibrio límite es la base de la mayoría de las técnicas analíticas.

Este estudio del equilibrio límite permite obtener un coeficiente de estabilidad y datos de resistencia al corte a la falla a través de estudios de regresión. Es importante señalar que el método es fácil de usar y también permite investigaciones de traslación, cuña, falla de rotación e inclinación.

Es crucial conocer las características o medidas de los suelos que conforman el talud, incluyendo la resistencia al corte, las presiones de poros, la cohesión, el ángulo de fricción interna y el peso unitario, para posteriormente incorporarlos en los programas Slide o GEO5.

Figura 16

Representación gráfica del método equilibrio límite (LEM)



Fuente: Obtenido de Cidhma Capacitaciones, 2021.

2.2.15. EL FACTOR O COEFICIENTE DE SEGURIDAD

Suarez (2009) menciona que este es el factor de riesgo que se debe y es calculado de tal manera que la pendiente falla en las condiciones de desempeño del peor de los casos.

También se puede representar como en casos de superficies circulares, de la siguiente manera:

Tabla 5

Resumen de los factores de seguridad según la norma peruana

Condi ción	FS mínimo requerido	Taludes
sísmic amente	1.25	Aguas en la parte baja y aguas en la parte
estátic amente	1.5	superior

Nota: Se muestra el resumen de los factores de seguridad según la norma peruana. Obtenido de la Norma Peruana, CE.020 (2016).

Podemos resumirlo de la siguiente manera: Para el equilibrio limite se considera que si el coeficiente de seguridad de un talud resulta mayor que uno ($FS > 1$), entonces el talud es estable, caso contrario resultaría un talud inestable.

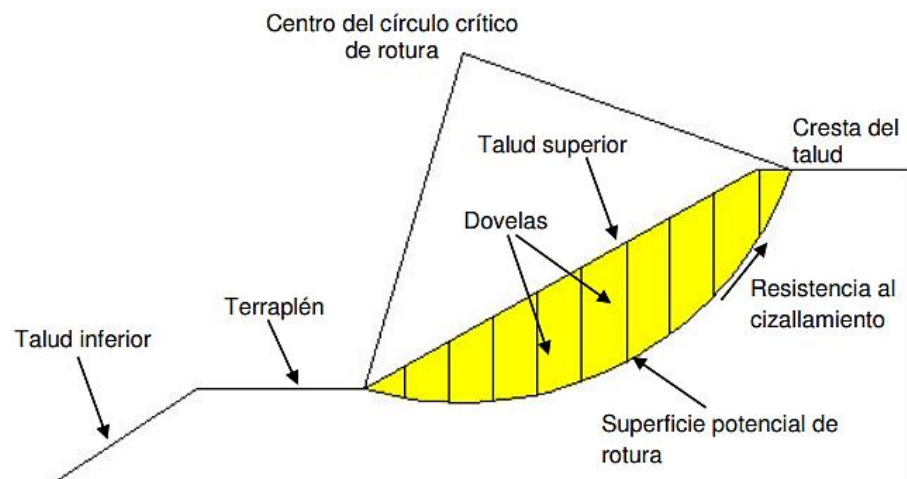
Como se puede observar según la norma peruana en un análisis bajo situaciones naturales (estáticas), el coeficiente de seguridad tendría que ser mayor de 1.5, ($FS > 1.5$) entonces se podrá considerar que la pendiente se encuentra estable; igualmente si el caso fuera contrario se considera inestable y puede estar propenso a fallar por cualquier fenómeno de masas.

2.2.16. EL MÉTODO DE LA REBANAS O DOVELAS

A base del libro de Suarez (2009) explica que el método de dovelas analiza la estabilidad de los taludes en secciones, es decir un área de tierra potencialmente resbaladiza se divide en varias tajadas (discos o franjas verticales) y se verifica el equilibrio de cada una. El número de tajadas o dovelas depende de la forma de la pendiente y de la precisión requerida para el análisis, lo cual es un punto crucial. Debido a que el resultado será más preciso con un número mayor.

Figura 17

Representación gráfica del método de las dovelas



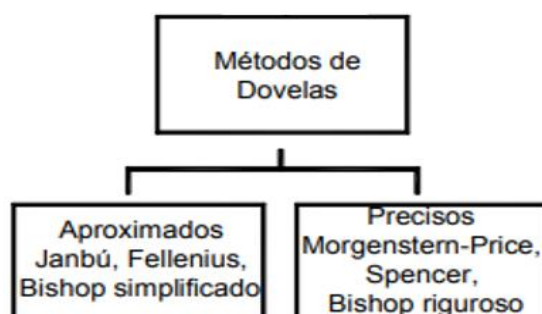
Fuente: Obtenido de Sackschewski, 2017.

Sackschewski (2017) afirma que, entre los diversos procesos utilizados por el método de las dovelas, las fuerzas que actúan sobre las paredes laterales son la razón principal de las diferencias, existen métodos de aproximación en este sentido, como el método de Janbu, también se encuentra el método de Bishop que supone que la fuerza lateral entre los segmentos es horizontal y el método de Fellenius, que no consideran las fuerzas entre las rebanadas.

Pero también están los métodos exactos como el método de Morgenstern-Price y Spencer, que utiliza funciones para calcular las fuerzas entre los segmentos.

Figura 18

Representación con un mapa de los tipos de métodos exactas y aproximados



Fuente: Obtenido de Suarez, 2009.

De Suarez (2009) se organiza un cuadro donde muestra las formas de calcular los factores de seguridad de cada método de las dovelas, ya sean las exactas o aproximaciones.

Tabla 6

Resumen de los métodos usados en el método de las dovelas

Método	Equilibrio de		
	Mo mentos	Fuerzas Verticales	Fuerzas Horizontales
Fellenius	SI	SI	NO
Bishop	SI	SI	NO
Jambu	NO	SI	SI
Jambu Riguroso	SI	SI	SI
Spencer	SI	SI	SI
Morgenstern- Price	SI	SI	SI

Nota: Se muestra el resumen de los métodos usados en el método de las dovelas. Obtenido de Suarez, 2009.

2.2.17. USO DE PROGRAMAS O SOFTWARES GEOTÉCNICOS

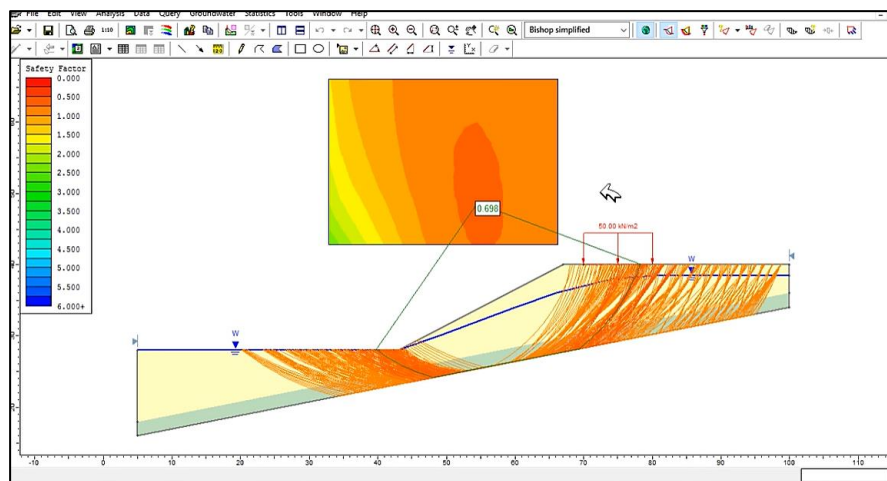
En estos tiempos, se ha vuelto muy provechoso el analizar la estabilidad de taludes utilizando software geotécnico, por lo que es necesario el conocimiento de uso y de las funciones de la interfaz del programa y sobre todo que métodos que utilizan en su base de datos para modelar correctamente la geometría y parámetros geotécnicos del material que conforma el talud. Los softwares utilizados para realizar análisis del talud son:

Slide versión 6: A base de Rocscience (2016) menciona que este programa geotécnico es de mucha utilidad para realizar el estudio de equilibrio de taludes según el método ya conocido como el equilibrio límite ya pueden ser 2D o 3D. Del mismo modo, es posible el modelado de cargas externas, aguas subterráneas en pendientes. La finalidad del programa es determinar los coeficientes de estabilidad para superficies de fractura circulares y no circulares tanto suelos como rocas. Por esta razón, el programa contiene los criterios de falla como Mohr Coulomb y entre otros.

También le permite realizar análisis en métodos de análisis diferentes, que incluyen: Fellenius, Bishop simplificado, Janbu generalizado y modificado, Spencer, Morgenstern-Price, entre otros.

Figura 19

Representación de un ejemplo de talud aplicado en el software Slide

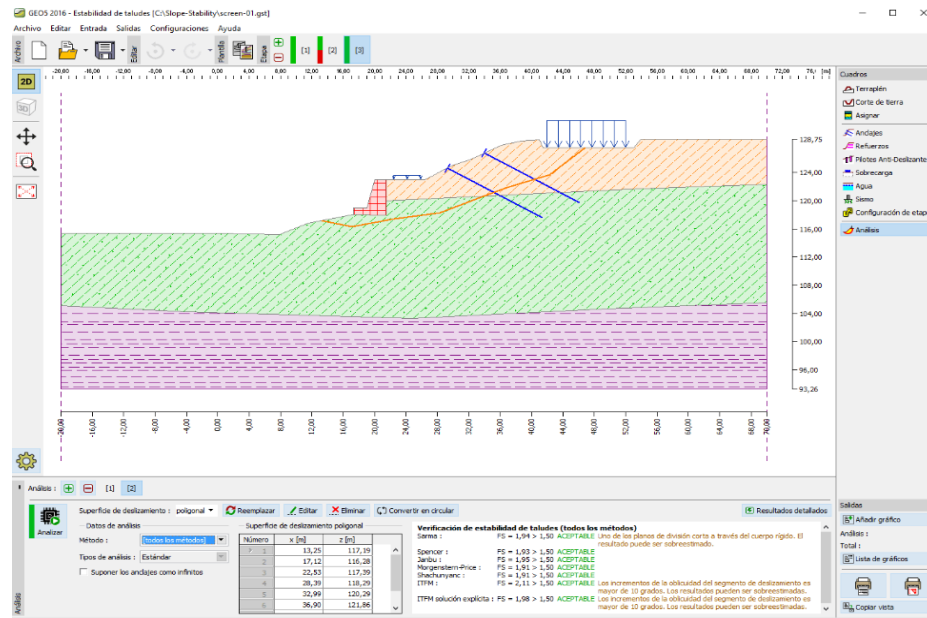


Fuente: Obtenido de Rocscience, 2016.

Geo 5: A base de Fine (2019), que es una herramienta básica e importante para analizar el equilibrio de los taludes, permitiendo el estudio de terraplenes con superficies circulares o poligonales y la optimización automática de superficies de deslizamiento tanto en 2D como también en 3D. La ventaja del software es que es fácil de usar en relación con la estabilidad, también se utiliza el método de equilibrio límite con los métodos ya conocidos como: Fellenius, Bishop simplificado, Janbu generalizado y modificado, Spencer, Morgenstern-Price, entre otros.

Figura 20

Representación de un ejemplo de talud aplicado en el software Geo5



Fuente: Obtenido de Fine, 2019.

2.3. DEFINICIONES CONCEPTUALES

Cohesión: Esta es la propiedad que mantiene unidas las partículas del suelo, lo que significa que cuanto más finas son las partículas del suelo, mayor es la cohesión. (Sackschewski, 2017).

Mohr-Coulomb: Es un criterio de falla lineal que describe la resistencia al corte a lo largo del plano del estado de tensión triaxial y establece la relación entre las tensiones normales y tangenciales que actúan en el momento de la falla. (Sackschewski, 2017).

Suelos inestables: En suelos muy granulares, la fuerza cohesiva se considera cero ya que no hay material que pueda crear unión. Estos suelos se llaman suelos no cohesivos, por lo que son suelos inestables. (Soto, 2011).

Suelos Estables: Estos llamados suelos estables son generalmente suelos cohesivos, como las arcillas, y muestran fácil adherencia entre partículas, y el suelo resiste la infiltración o penetración. (Soto, 2011).

Mitigación: Es una intervención para reducir el riesgo y el daño tomando medidas o acciones ayudando a los sistemas biológicos, físicos o sociales a reducir su vulnerabilidad y para cambiar una situación particular. (Arroyo, 2006).

Pendiente: Es una medida de una superficie inclinada. Se puede medir en grados y porcentajes. Los suelos o rocas más fuertes tienden a formar pendientes más empinadas, mientras que los materiales débiles o blandos tienden a formar pendientes menos profundas. (Torres, 2017).

Deslizamiento Este es el movimiento cuesta abajo de un terrón o masa rocosa a través de una superficie de fractura que conserva aproximadamente la forma de la masa desplazada. (Sackschewski, 2017).

Peso unitario: El proceso consiste en dividir la masa de agregado seco por el volumen ocupado por el agregado, incluidos los vacíos entre partículas y la absorción, para obtener la densidad total. (Sackschewski, 2017).

Angulo de fricción interna: El ángulo cuya tangente es la relación entre la fuerza que resiste el deslizamiento a lo largo de un plano y la fuerza normal que actúa en ese plano se conoce como la fricción interna del suelo. (Sackschewski, 2017).

Banquetas: Trabajos de nivelación o estabilización en taludes fijos al construir una o más terrazas continuas en taludes. Es decir, es una estructura funcional en forma de escalera para agregar estabilidad, reducir filtraciones y modificar la geometría en pendientes. (Carpio 2020).

2.4. HIPÓTESIS

2.4.1 HIPÓTESIS GENERAL

Hi: La propuesta de solución mediante banquetas influye positivamente en el análisis de estabilidad de taludes de los tramos del Km 104+550 hasta el Km 104+850 de la carretera Huánuco-La Unión, 2023.

Ho: La propuesta de solución mediante banquetas influye negativamente en el análisis de estabilidad de taludes de los tramos del Km 104+550 hasta el Km 104+850 de la carretera Huánuco-La Unión, 2023.

2.5. VARIABLES

2.5.1. VARIABLE DEPENDIENTE

El análisis de estabilidad de taludes

2.5.2. VARIABLE INDEPENDIENTE

Propuesta de banquetas

2.6. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Tabla 7

El cuadro de operacionalización de variables

LAS VARIABLES	LAS DIMENSIONES	LOS INDICADORES	LOS TIPO DE VARIABLES
V. Independiente Propuesta de banquetas	La geometría del talud	La pendiente del talud Altura de talud Presencia de estratos o capas	Cuantitativa
V. Dependientes El análisis de estabilidad de taludes	Las propiedades del suelo	La cohesión del suelo El ángulo de fricción La granulometría El peso unitario La permeabilidad	Cuantitativa
	La topografía	La geometría o forma del talud	
	EL análisis Pseudoestático	El coeficiente o factor de seguridad	
	El análisis estático	El coeficiente o factor de seguridad	

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN

Se mostró una investigación de tipo aplicada, a base de Sampieri et al., (2014) nos menciona que la investigación aplicada es una forma no sistemática de encontrar soluciones a problemas y preguntas específicas. Se llama no sistemático porque tiene como objetivo encontrar soluciones directamente. Como en un estudio típico, los investigadores identifican un problema, formulan una hipótesis y realizan un experimento para probarlo. Profundizar en las conclusiones de investigaciones reales o básicas.

Entonces fue de tipo aplicada, porque analizamos la estabilidad de los taludes más críticos con el método de equilibrio y dovelas; y posteriormente como solución se propuso el escalonamiento de banquetas, todo ello base a el factor de seguridad y los softwares Slide y Geo5 que nos estipula la norma peruana.

3.1.1 ENFOQUE

Se mostró un enfoque cuantitativo, a base de Sampieri et al., (2014) menciona que el enfoque cuantitativo es secuencial y determinista. Cada etapa precede a la etapa siguiente y no se puede pasar por alto ninguna etapa. Por supuesto, puede redefinir algunas fases, pero el orden es estricto. Comienza esbozando y definiendo ideas, derivando objetivos y preguntas de investigación, revisando la literatura y desarrollando marcos teóricos y perspectivas.

Entonces fue de enfoque cuantitativo, porque, lo primero se necesitó la topografía y estudio de suelos, luego se obtuvo los perfiles críticos de los taludes para poder analizar su estabilidad con los softwares software Slide v.5 y Geo 5 con la propuesta de escalonamiento con banquetas y finalmente contrastar la hipótesis y extraer las conclusiones.

3.1.2 ALCANCE O NIVEL

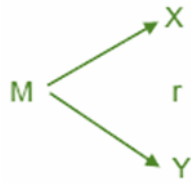
Se mostró un alcance correlacional, a base de Sampieri et al., (2014) que nos menciona que el propósito de este tipo de investigación es determinar la relación o grado de asociación que existe entre dos o más conceptos, categorías o variables en una determinada muestra o contexto.

Entonces fue de alcance correlacional, porque en el proyecto se propuso dos variables una independiente que es la propuesta de las banquetas y dependiente que es el análisis de estabilidad de taludes, la cual se descubrió la relación o asociación que existen entre ambos, se logró predecir que la estabilidad de talud de lugar de estudio que está relacionado con la alternativa de solución del escalonamiento de banquetas y todo ello fue posible al software Slide mediante los factores de seguridad.

3.1.3 DISEÑO

Se mostro un diseño no experimental, a base Sampieri et al., (2014), que nos menciona que se puede definir como un estudio realizado sin manipulación intencional de variables. Es decir, estudios en los que la variable independiente no se cambia intencionalmente para ver el efecto sobre otras variables. Los estudios no experimentales observan y analizan los fenómenos en su entorno natural. En los estudios no experimentales surgen variables independientes, no se pueden manipular y estas variables no se pueden controlar directamente. También se ven afectados porque ya han ocurrido, al igual que sus efectos.

Por lo tanto, podemos observar el esquema del diseño fue no experimental de la investigación.



Donde:

M: Viene a ser la muestra

X: Propuesta de banquetas

Y: El análisis de estabilidad de taludes

r: El enlace entre la variable independiente y dependiente.

3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA

3.2.1. POBLACIÓN

Según Fracica (1988), menciona que viene a ser el conjunto de todos los componentes de los que se ocupa el estudio (p. 36).

Se consideró como población a la carretera central Huánuco - La Unión, de los tramos aproximadamente del km 104+550 hasta el km104+850, del centro poblado Tingo Chico, distrito de Pachas, provincia de Dos de Mayo y departamento de Huánuco.

3.2.2 MUESTRA

Según Kinneer y Taylor (1993), se eligió una parte de la población, de la cual se recolecta la información necesaria para el desarrollo de la investigación, realizando mediciones y observaciones de las variables.

Se consideró como muestra a tres perfiles más críticos y representativos de la carretera central Huánuco - La Unión, de los tramos del KM 104+550 hasta el KM 104+850 a base del levantamiento topográfico.

Figura 21

Plano topográfico del lugar de estudio



Figura 22

Plano topográfico y perfil del talud del km 104+620

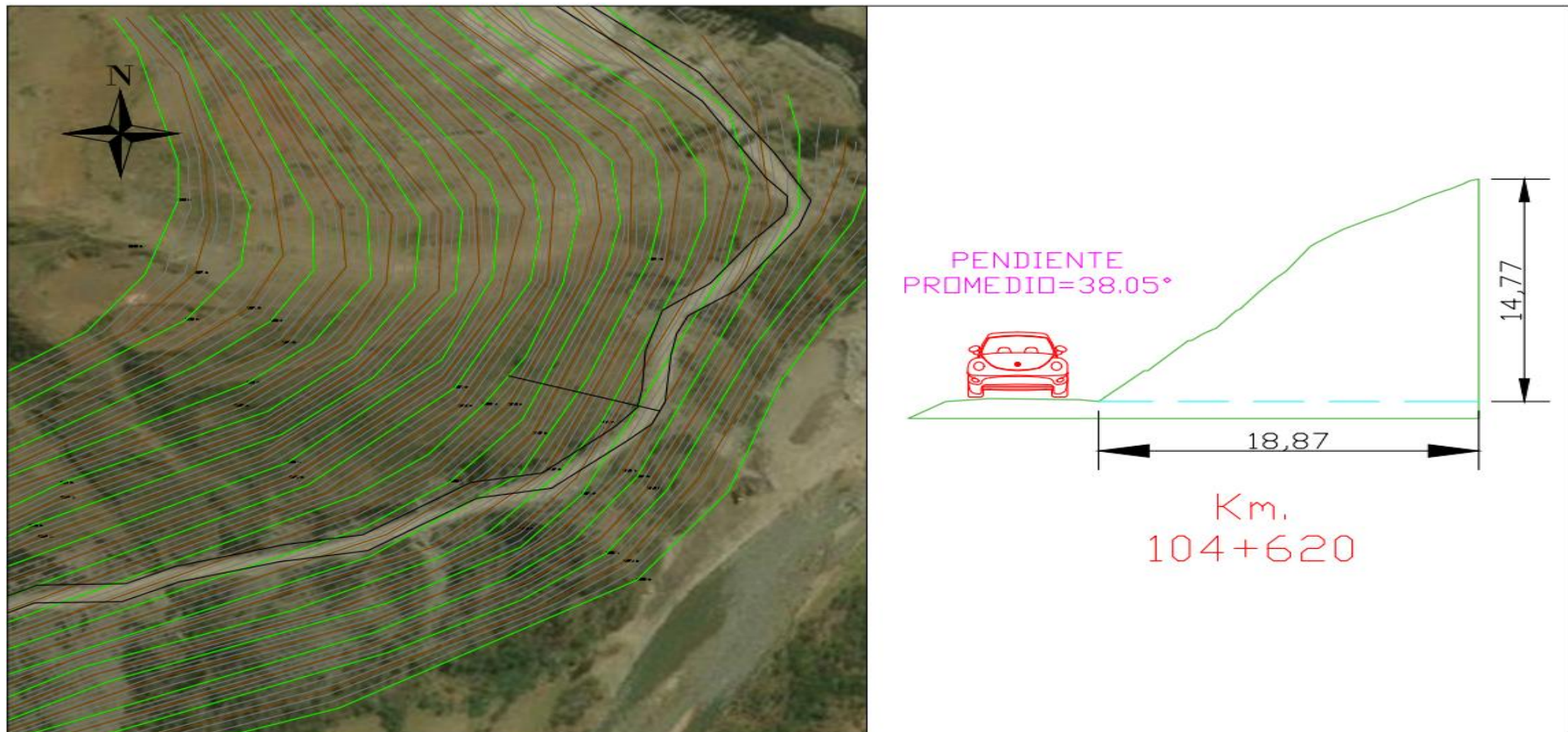


Figura 23

Plano topográfico y perfil del talud del km 104+750

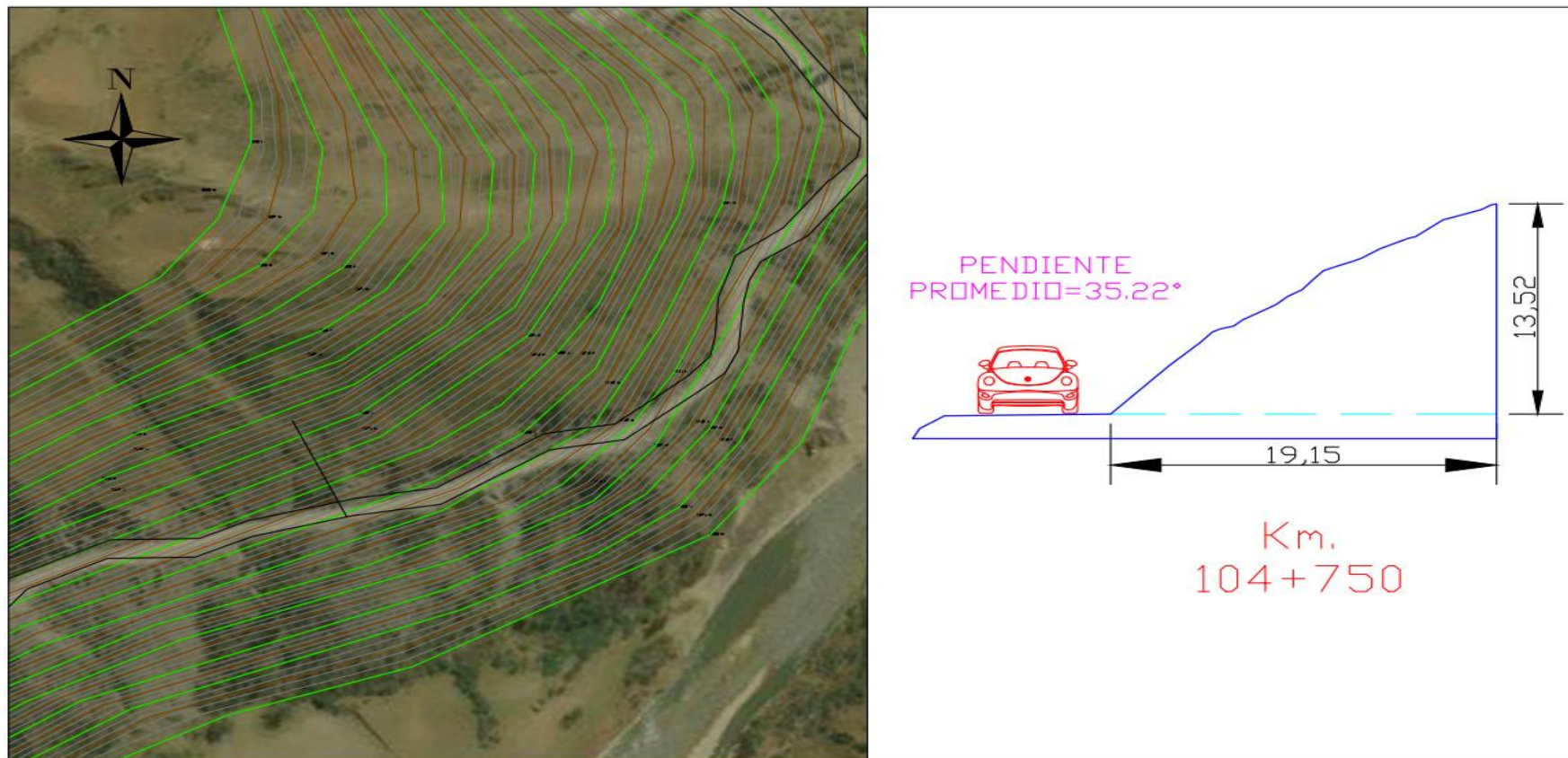
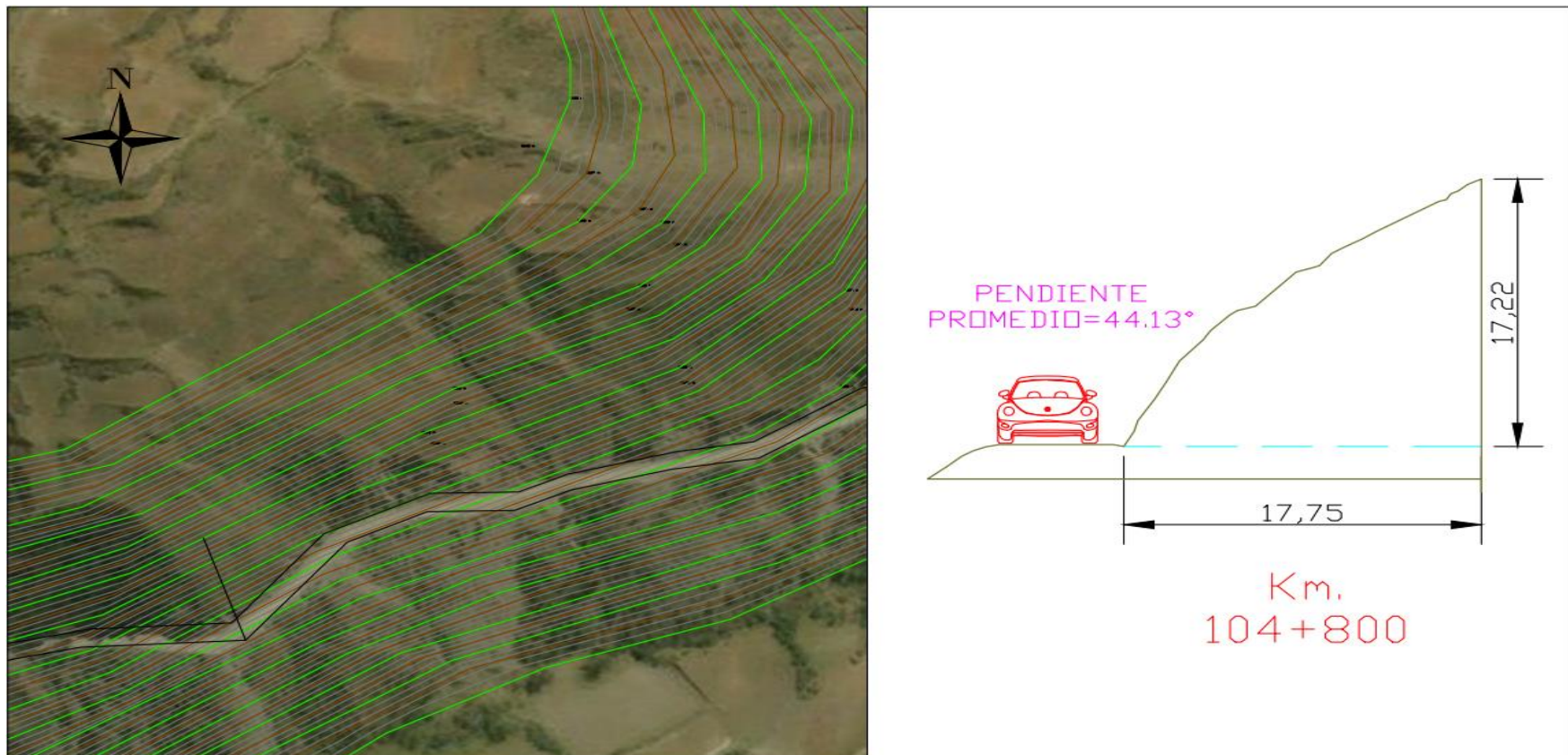


Figura 24

Plano topográfico y perfil del talud del km 104+800



3.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

3.3.1 PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS

Bernal (2010) menciona que la recolección de datos es un aspecto muy importante del proceso de investigación, porque la confiabilidad y el significado de la investigación dependen de la información. Obtener información confiable y válida requiere diligencia y compromiso. Esta fase de información también se denomina trabajo de campo. Además, afirma que, en la investigación científica actual, existen varias técnicas o medios para recolectar información sobre áreas específicas de estudio. Se utilizaron diferentes técnicas según el método y el tipo de investigación:

Por lo tanto, según Muñoz Giraldo et al., (2001) sugiere que las siguientes técnicas y herramientas de recopilación de datos se utilizan comúnmente en la investigación cuantitativa:

Técnicas: Según Cerda (1998), la observación directa como técnica de investigación o recopilación de datos es un proceso riguroso que permite conocer directamente un sujeto de investigación para su posterior descripción y análisis de las circunstancias de la realidad del sujeto de investigación. Por tal motivo se utilizó en la presente tesis.

Asimismo, con base de lo que establece Puente (2001), se utilizó la observación indirecta en medida la información posible y existente; también en fuentes bibliográficas, utilizando fuentes originales que fueron redactadas por expertos, en especial los recomendados y autorizados en la web.

Otra técnica que se utilizó fue el internet, ya que hoy en día el potencial que ofrece el Internet como tecnología de obtención de información, no cabe duda de que es uno de los principales medios de recopilación de información (Bernal, 2010).

Instrumentos: En la presente tesis se llegó utilizar herramientas como:

- Las fichas del Análisis Granulométrico por tamizado.
- Las fichas de Reporte del Perfil Estratigráfico.
- Las fichas de Reporte del Ensayo de Corte Directo.
- Las fichas de Reporte del Ensayo de Limite de Consistencia (Limite Liquido, Limite Plástico e Índice de plasticidad).
- Las fichas del Ensayo de Contenido de Humedad (%).
- El mapa de la zonificación Sísmica.

3.3.2. PARA LA PRESENTACIÓN DE DATOS

Según Bernal (2010) consiste la presentación de datos ya sean dispersos, desordenados o discretos; obtenidos durante el trabajo de campo de la población de estudio, tiene como objetivo producir resultados (datos agrupados y ordenados).

Por lo tanto, en la presente tesis se utilizó el programa Civil 3D, para la presentación de las curvas de nivel y los perfiles más críticos, cabe mencionar que también se empleó el uso del programa ArcMap para una mejor presentación de datos al exportar las coordenadas de los perfiles.

Para la presentación de datos del estudio del suelo fue a través de tablas resumen, gráficos y diagramas utilizando el software Excel.

3.3.3 PARA EL ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS DATOS

A base de Bernal (2010) respecto al análisis e interpretación de datos, esto debe hacerse utilizando herramientas técnicas o estadísticas asistidas por computadora utilizando uno de los programas disponibles en el mercado hoy en día.

Es por ello que en la presente tesis se utilizó uno de los softwares geotécnicos más conocidos en el mercado de la geotecnia. Por lo tanto, para la modelación de los perfiles de los taludes críticos se empleó el programa Slide v.06, además se estableció el tipo de material o suelo

que lo conforma, adicionando cargar externas, nivel freático, cargas sísmicas si en todo caso le corresponde. Posteriormente se analizó la estabilidad de la ladera utilizando el criterio de los coeficientes de seguridad. Luego para calcular la intervención o incidencia de usar el diseño de banquetas.

Como se menciona en anteriormente el estudio de equilibrio de taludes, se aplicó el método de equilibrio límite o dovelas usando Bishop, Price-Morgenstern y Spencer.

CAPÍTULO IV

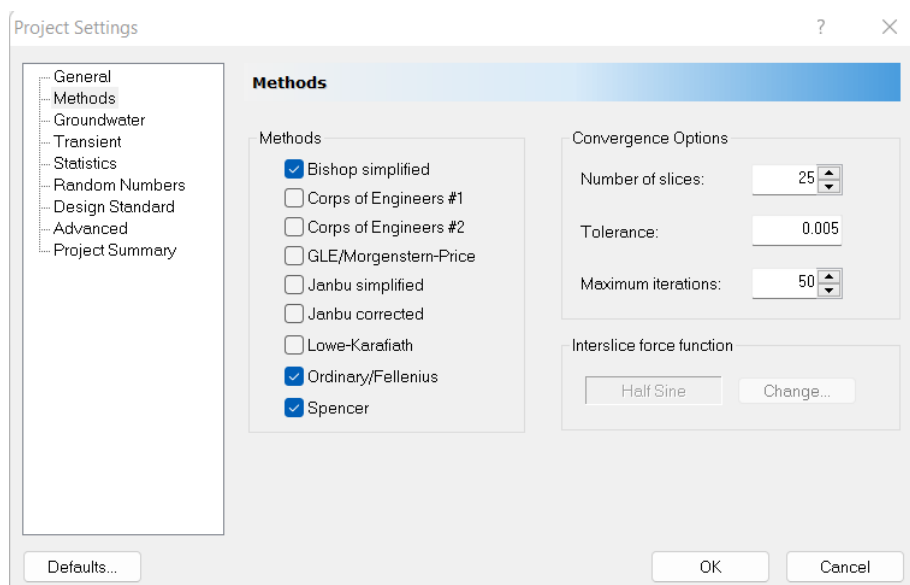
RESULTADOS

4.1. PROCESAMIENTO DE DATOS

Se usó el software geotécnico Slide v.6 como mejor elección por su fácil aprendizaje en su manejo; con respecto a los métodos que usamos.

Figura 25

Configuración de los métodos precisos a usar



Interpretación: Como se explicó en el marco teórico existen varios métodos y metodologías computacionales para evaluar la estabilidad de taludes, como los métodos de las dovelas y dentro de ellas existen métodos aproximados y precisos. De tal manera se trabajó con la aplicación de los 3 métodos más precisos; Morgenstern y Price, Spenser y Bishop Riguroso (como en el software Slide no se encontró dicho método se optará por el Bishop Simplified).

Tabla 8*Parámetros geotécnicos del suelo del perfil del Km 104+620*

Parámetro Geotécnicos	KM 104+620	
	Ensayo	Slide
Cohesión	0.032 kg/cm ²	3.15 kN/m ²
Angulo de fricc. Interna	32.96°	32.96°
Peso Unitario	1742.695 kg/m ³	17.09kN/m ³

Nota: De acuerdo con el SUCS para la tabla el km 104+620 se clasifica en (GW-GC) que significa un suelo de gravas arcillosa bien graduada.

Tabla 9*Parámetros geotécnicos del suelo del perfil del Km 104+750*

Parámetro Geotécnicos	KM 104+750	
	Ensayo	Slide
Cohesión	0.041 kg/cm ²	4.05 kN/m ²
Angulo de fricc. Interna	27.60°	27.60 °
Peso Unitario	1620.329 kg/m ³	15.89 kN/m ³

Nota: Con la clasificación SUCS para el km 104+750 se clasifica en (GM-GC) que significa su suelo gravoso limoso y arcilloso.

Tabla 10*Parámetros geotécnicos del suelo del perfil del Km 104+800*

Parámetro Geotécnicos	KM 104+800	
	Ensayo	Slide
Cohesión	0.061 kg/cm ²	5.98 kN/m ²
Angulo de fricc. Interna	31.70°	31.70 °
Peso Unitario	1724.340 kg/m ³	16.91 kN/m ³

Nota: Con la clasificación SUCS para el km 104+800 se clasifica solamente en (GM) que es un suelo con gravas limosas.

En el software Slide v.6 hay una sección donde se define las propiedades de los suelos, como se mencionó en la muestra se consideró los taludes representativos y críticos de los km 104+260, km 104+750 y el km 104 +800; de las cuales se insertan los valores del peso específico, la cohesión y el ángulo de fricción interna; como se observa en las tablas 8, 9 y 10 respectivamente.

4.1.1. MODELAMIENTO DE LOS PERFILES EN EL SOFTWARE SLIDE V.6

Figura 26

Modelamiento del perfil del talud ubicado en el Km 104+620

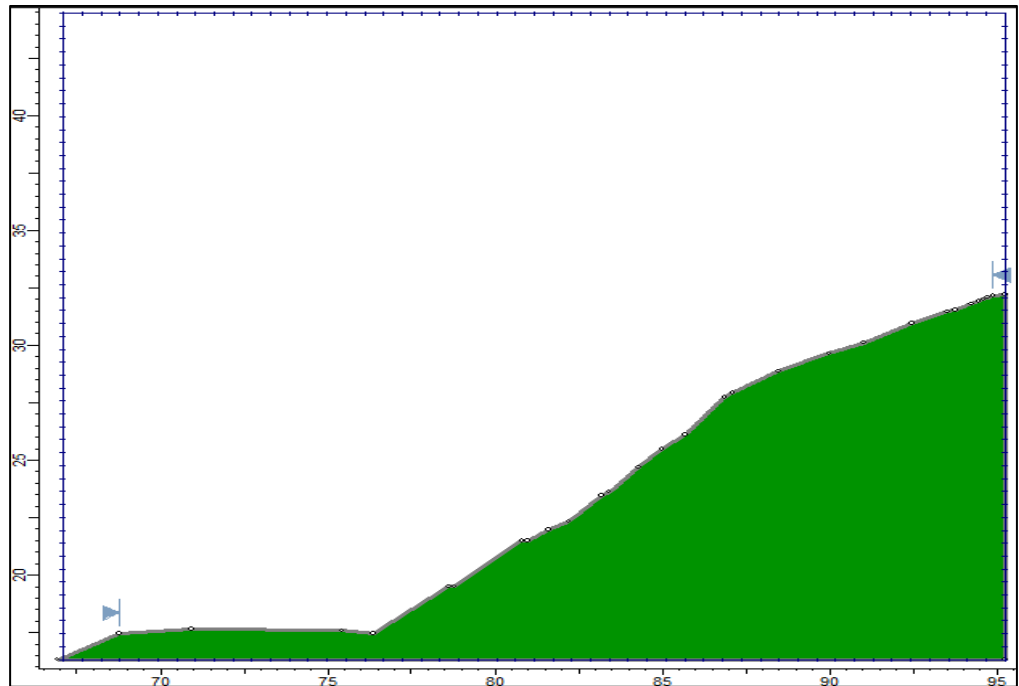


Figura 27

Modelamiento del perfil del talud ubicado en el Km 104+750

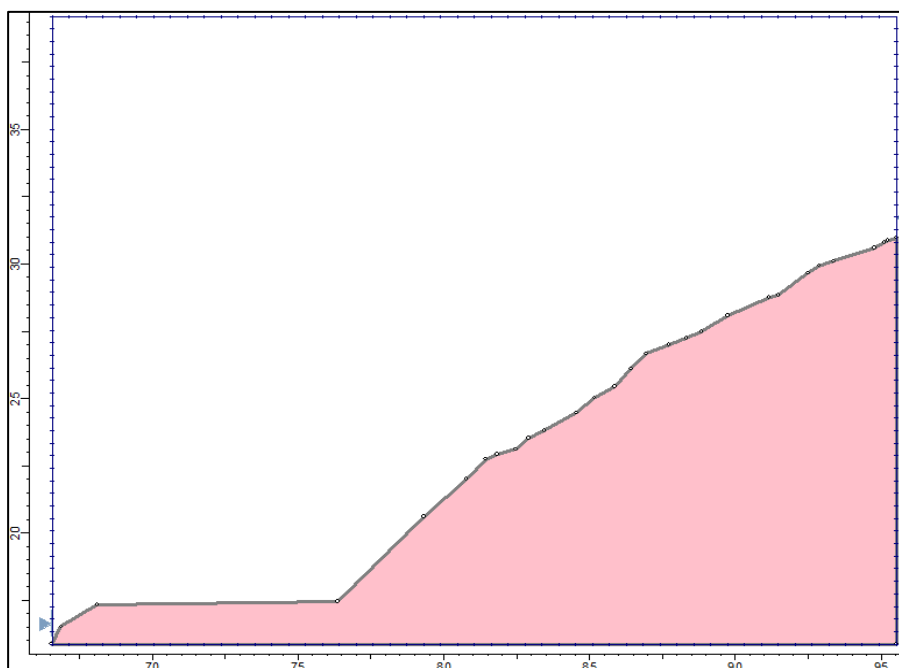
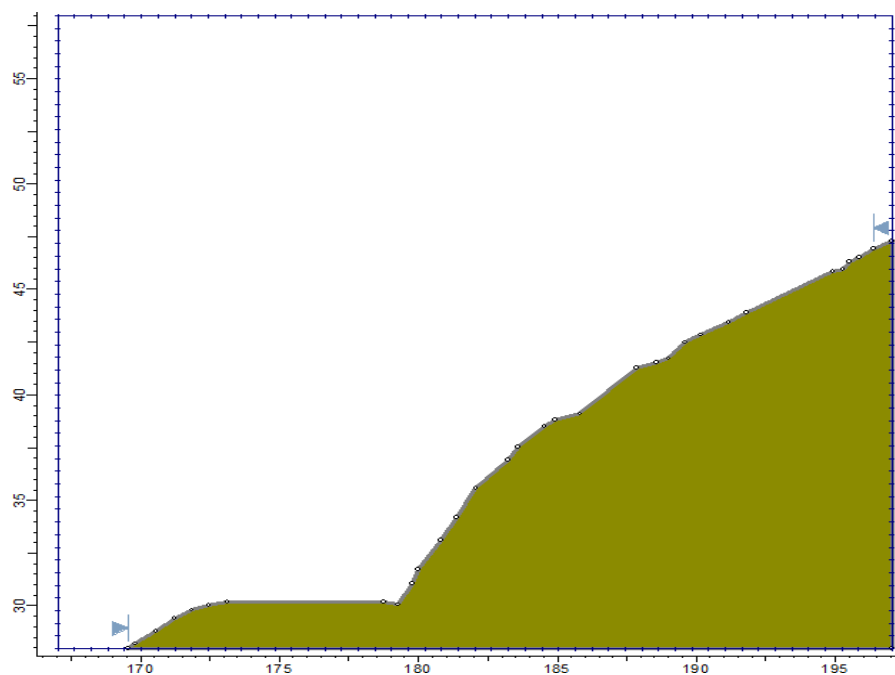


Figura 28

Modelamiento del perfil del talud ubicado en el Km 104+800



Interpretación

Como se muestra en las figuras 26, 27 y 28 la geometría externa de los perfiles de los km 104+620, km 104+750 y km 104+800 respectivamente en el software Slide v.6 así con sus respectivos parámetros ya mencionados y también para lograr distinguir los taludes se optó elegir los colores llamativos; de color verde representa el km 104+620 con un suelo (GW-GC), el de color rosa representa el km 104+750 con un suelo (GM-GC) y el de color mostaza es el km 104+800 con un suelo (GM).

Además, es importante mencionar que los perfiles de los taludes se obtuvieron de exportar los perfiles en formato DXF del programa Civil 3D al programa Slide V.6.

4.1.2 ANÁLISIS DE LOS COEFICIENTES DE SEGURIDAD DE LOS TALUDES EN SITUACIONES NATURALES (ESTÁTICAS) SIN LA INFLUENCIA DE BANQUETAS

Respecto al Km 104+620

Figura 29

Coefficiente de seguridad por el método Morgenstern y Price bajo condición estática en el Km 104+620

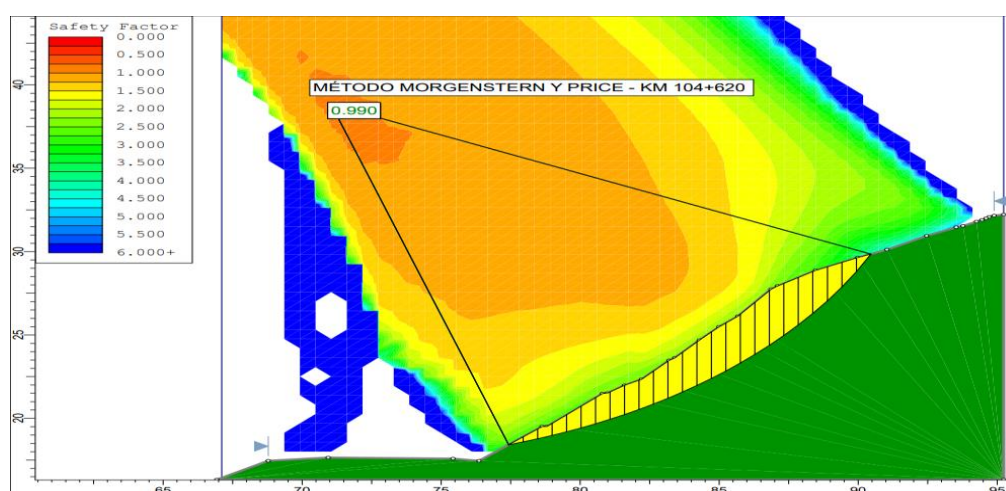


Figura 30

Coefficiente de seguridad por el método Spencer bajo condición estática en el Km 104+620

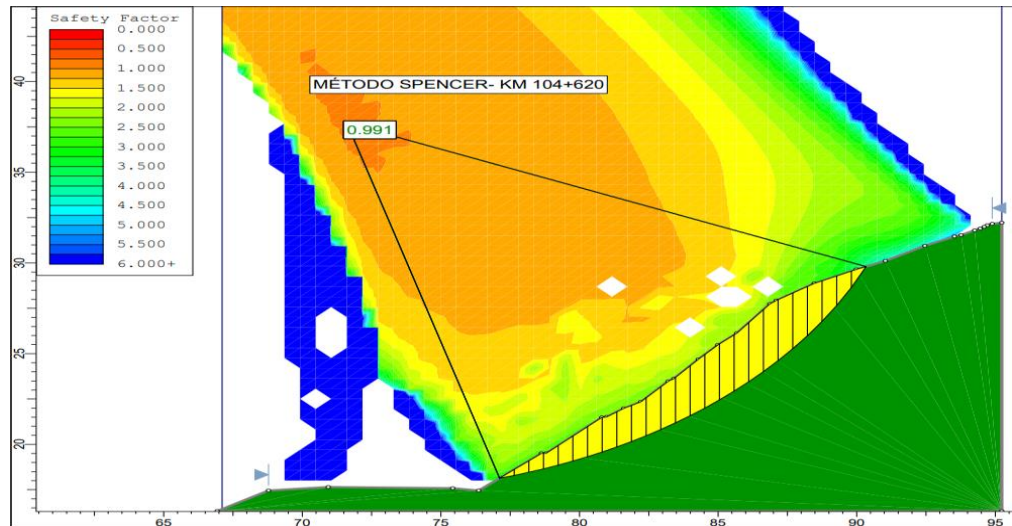
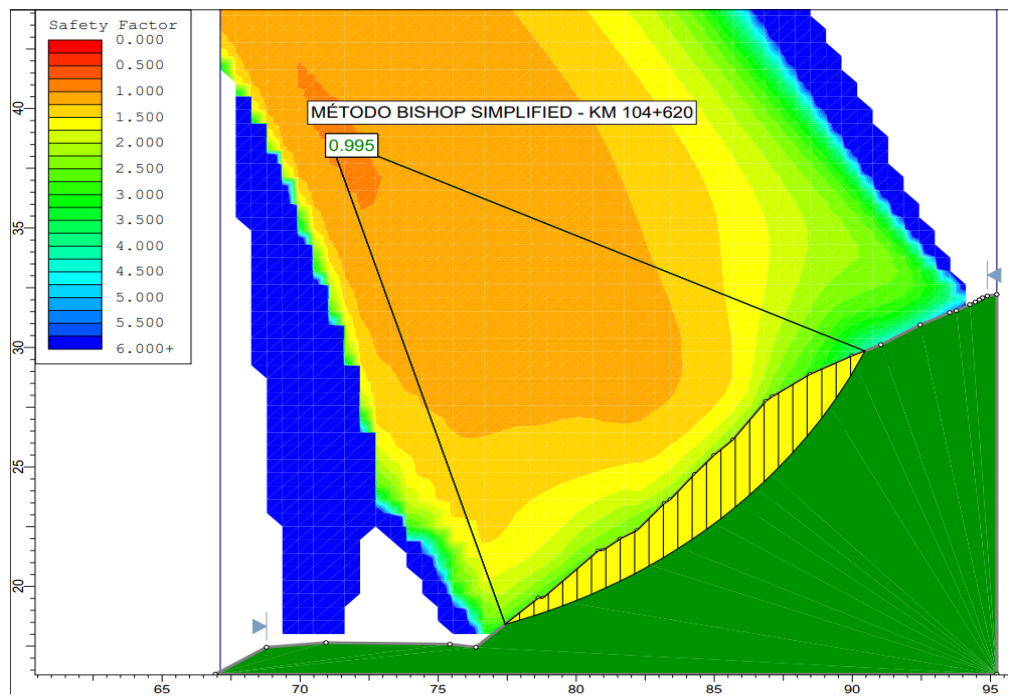


Figura 31

Coefficiente de seguridad por el método Bishop Simplified bajo condición estática en el Km 104+620



Interpretación

Como se pueden observar en las figuras 32, 33 y 34 respectivamente con los métodos aplicados: Morgenstern y Price, Spenser y Bishop Simplified; donde se obtuvo el coeficiente mínimo de seguridad del talud Km 104+620 con el método de las dovelas en condición naturales o también llamadas estáticas. Como se mencionó en el marco teórico nos estamos basando en la norma ce. 020 la cual nos recomienda que el coeficiente mínimo de seguridad es de 1.5 bajo situaciones naturales o estáticas ($FS > 1.5$).

A partir del análisis realizado por el programa Slide v6.0 por los 3 métodos precisos se obtiene: en el caso del método Morgenstern y Price resultado 0.990, por el método Spenser resultado 0.991 y finalmente por el método Bishop Simplified resultado 0.995; por lo tanto, ninguno factor obtenido supera el mínimo recomendado.

Respecto al Km 104+750

Figura 32

Coeficiente de seguridad por el método Morgenstern-Price bajo condición estática en el Km 104+750

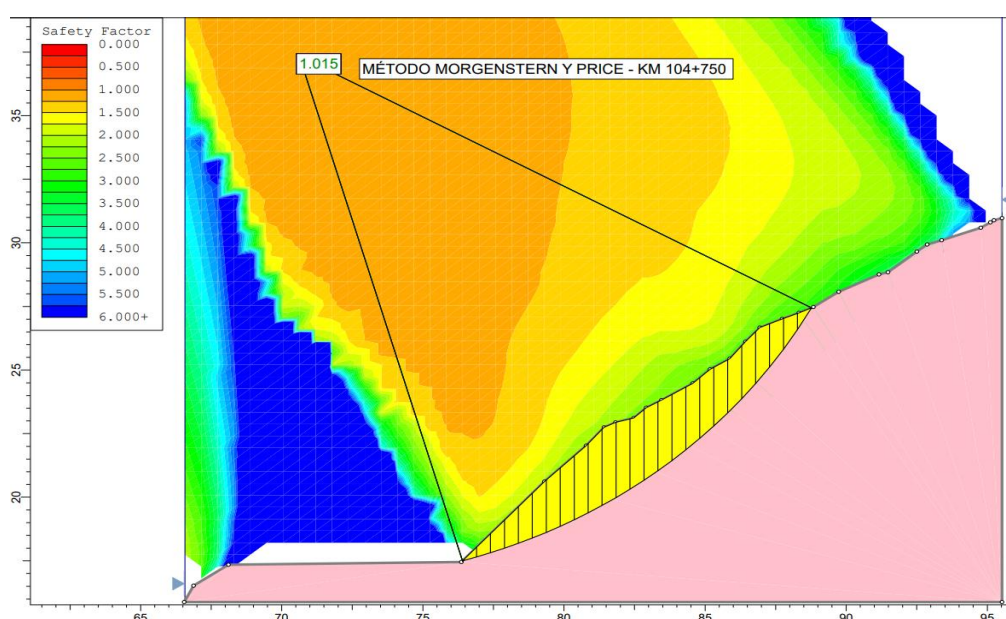


Figura 33

Coeficiente de seguridad por el método Spencer bajo condición estática en el Km 104+750

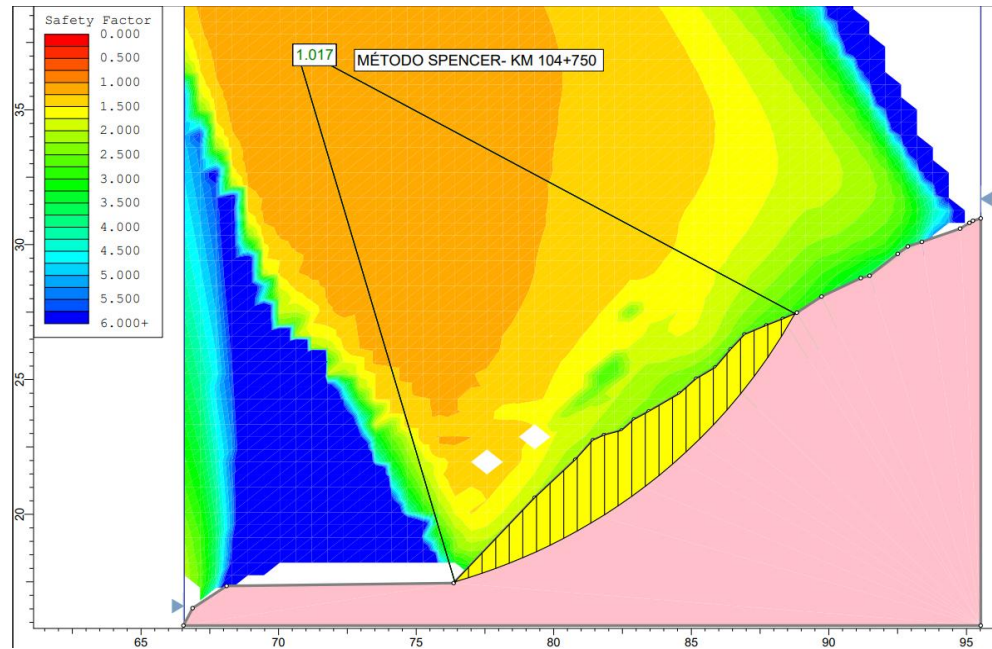
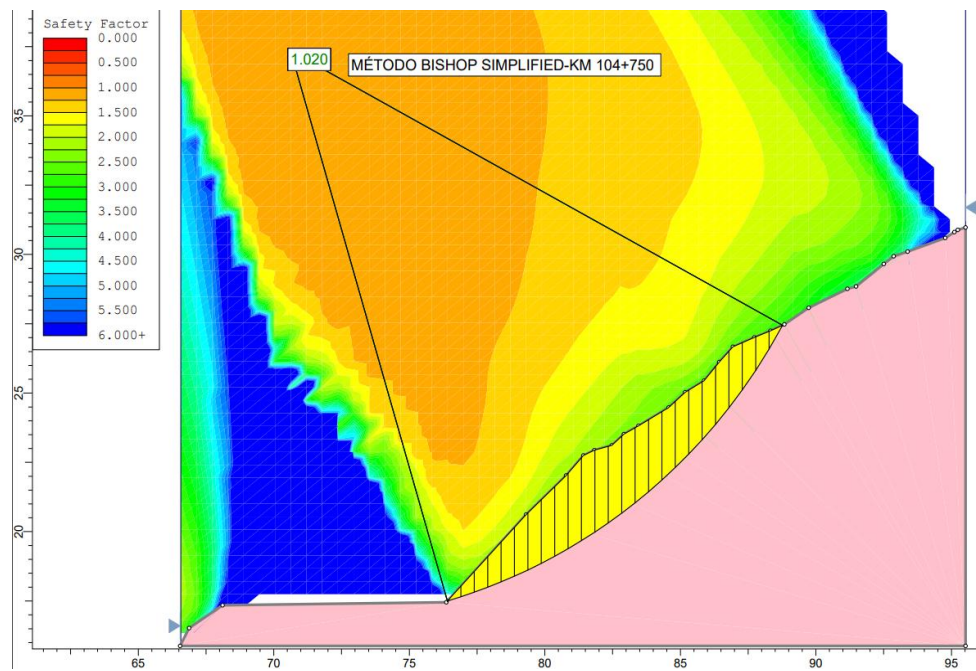


Figura 34

Coeficiente de seguridad por el método Bishop Simplified bajo condición estática en el Km 104+750



Interpretación

Como se pueden observar en las figuras 35, 36 y 37 respectivamente con los métodos aplicados: Morgenstern y Price, Spenser y Bishop Simplified; donde se obtuvo el coeficiente mínimo de seguridad del talud Km 104+750 con el método de las dovelas en condición naturales o también llamadas estáticas. Como se mencionó en el marco teórico nos estamos basando en la norma CE. 020 la cual nos recomienda que el coeficiente mínimo de seguridad es de 1.5 bajo situaciones naturales o estáticas ($FS > 1.5$).

A partir del análisis realizado por el programa Slide v6.0 por los 3 métodos precisos se obtiene: en el caso del método Morgenstern y Price resultado 1.015, por el método Spenser resultado 1.017 y finalmente por el método Bishop Simplified resultado 1.020; por lo tanto, ninguno factor obtenido supera el mínimo recomendado.

Respecto al Km 104+800

Figura 35

Coeficiente de seguridad por el método Morgenstern y Price bajo condición estática en el Km 104+800

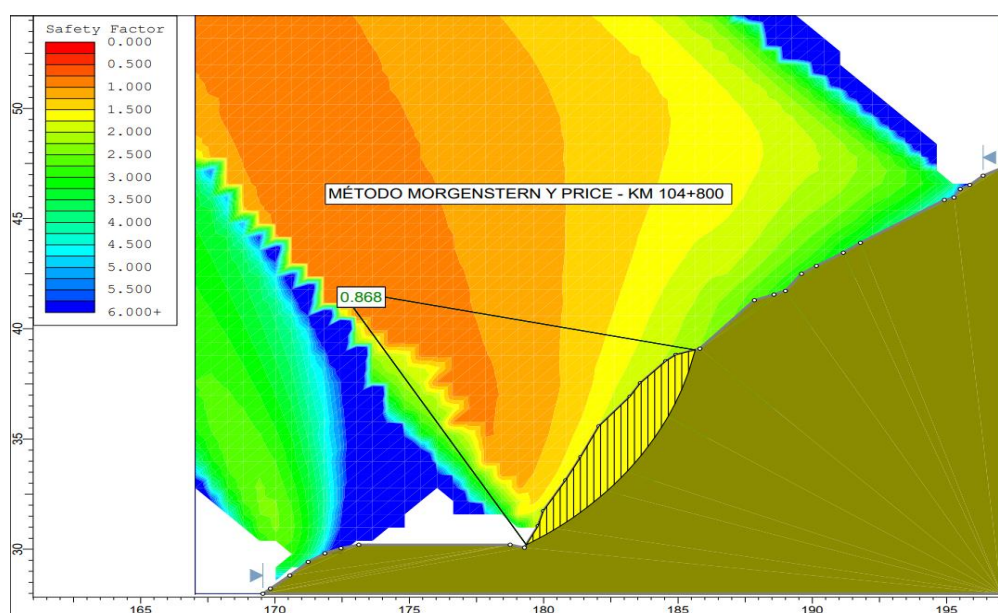


Figura 36

Coeficiente de seguridad por el método Spencer bajo condición estática en el Km 104+800

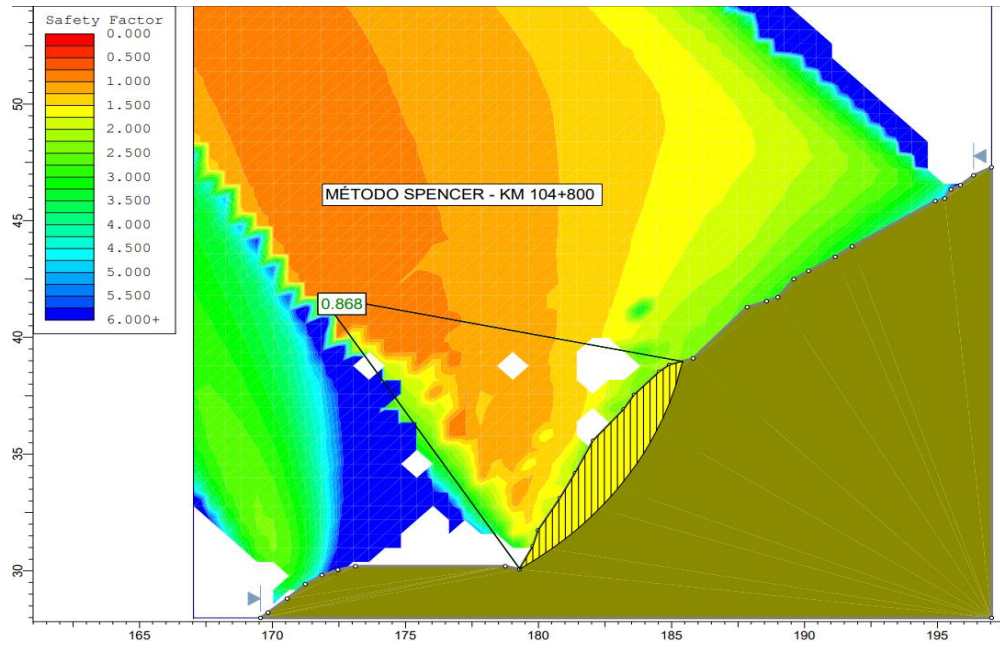
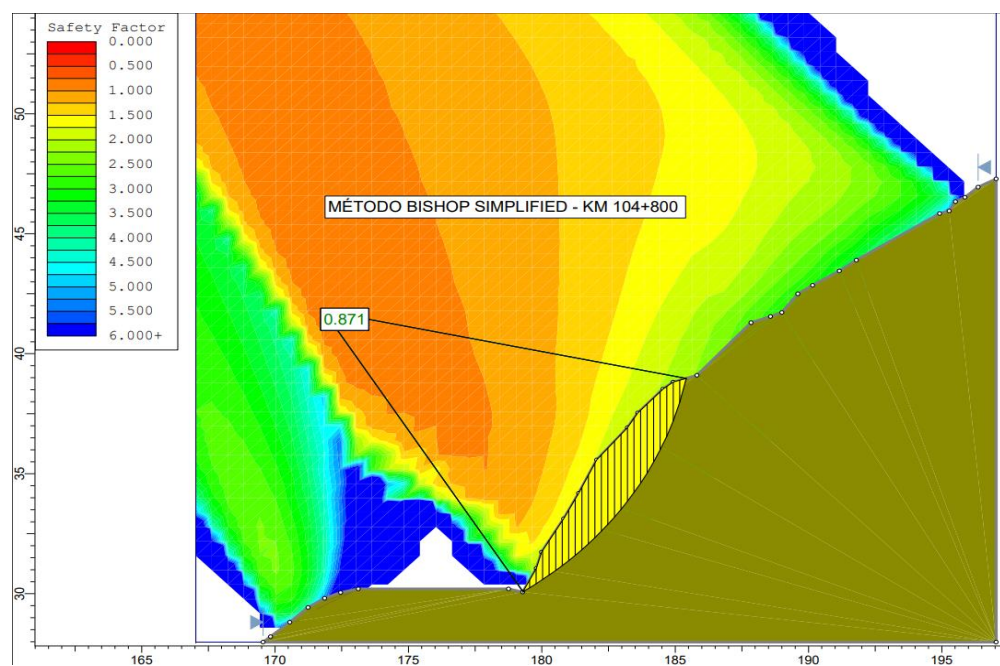


Figura 37

Coeficiente de seguridad por el método Bishop Simplified bajo condición estática en el Km 104+800



Interpretación

Como se pueden observar en las figuras 38, 39 y 40 respectivamente con los métodos aplicados: Morgenstern y Price, Spenser y Bishop Simplified; donde se obtuvo el coeficiente mínimo de seguridad del talud Km 104+800 con el método de las dovelas en condición naturales o también llamadas estáticas. Como se mencionó en el marco teórico nos estamos basando en la norma CE. 020 la cual nos recomienda que el f coeficiente mínimo de seguridad es de 1.5 bajo situaciones naturales (estáticas) ($FS > 1.5$).

A partir del análisis realizado por el programa Slide v6.0 por los 3 métodos precisos se obtiene: en el caso del método Morgenstern-Price resultado 1.015, por el método Spenser resultado 1.017 y finalmente por el método Bishop Simplified resultado 1.020; por lo tanto, ninguno coeficiente obtenido supera el mínimo recomendado.

Por ende, se realiza un cuadro con resumen de los resultados que se obtuvo al analizar los taludes con el método de las dovelas y a su vez aplicar los métodos precisos como; Morgenstern-Price, Spenser y Bishop Simplified; sobre los coeficientes de seguridad en condiciones estáticas o naturales de los km 104+620, km 104+750 y km 104+800. Donde para el talud km 104+620 el promedio del coeficiente de seguridad por los 3 métodos es 0.992, para el talud km 104+7500 el promedio del coeficiente de seguridad por los 3 métodos es 1.017 y para el último talud km 104+800 el promedio del coeficiente de seguridad por los 3 métodos es 0.869.

Tabla 11*Resumen de los coeficientes de seguridad en situaciones naturales (estáticas)*

Métodos Precisos	Coeficiente de seguridad en situaciones naturales (estáticas)		
	Km 104+620	Km 104+750	Km 104+800
Método Morgenstern y Price	0.990	1.015	0.868
Método Spencer	0.991	1.017	0.868
Método Bishop Simplified	0.995	1.020	0.871

Nota: Se muestra los coeficientes calculados en el programa Slide en condición normal de los 3 taludes por los métodos más precisos.

4.1.3. ANÁLISIS DE LOS COEFICIENTES DE SEGURIDAD DE LOS TALUDES EN SITUACIONES SÍSMICA SIN LA INFLUENCIA DE BANQUETAS

Para hallar el coeficiente sísmico es importante recordar que el Cuerpo de Ingenieros del Ejército de los EE. UU. recomienda emplear un factor que oscila entre 1/3 y 1/2, del PGA.

Por lo tanto, a base de Bolaños y Monroy (2004) sobre el Mapa de isoaceleraciones del Perú, la región de Huánuco presenta un PGA de 0.25g; así podemos afirmar que el coeficiente sísmico Horizontal sería de 0.125g, al contrario de la vertical ya que esta no se considera en nuestro país porque es muy pequeña y no influye mucho, siendo predominando el coeficiente sísmico horizontal.

Respecto al Km 104+620

Figura 38

Coficiente de seguridad por el método Morgenstern y Price bajo condición sísmica en el Km 104+620

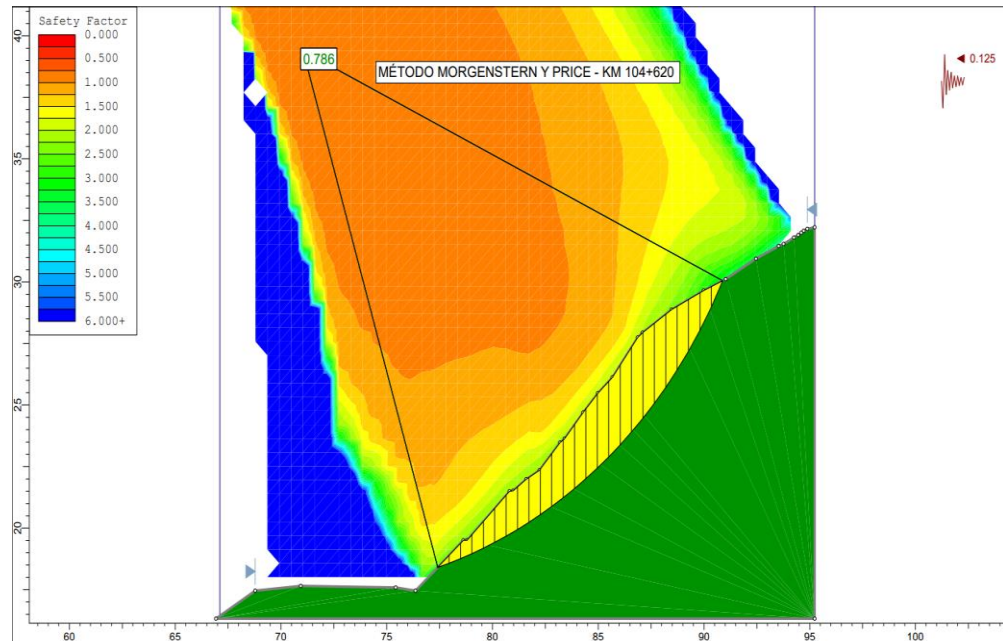


Figura 39

Coficiente de seguridad por el método Spencer bajo condición sísmica en el Km 104+620

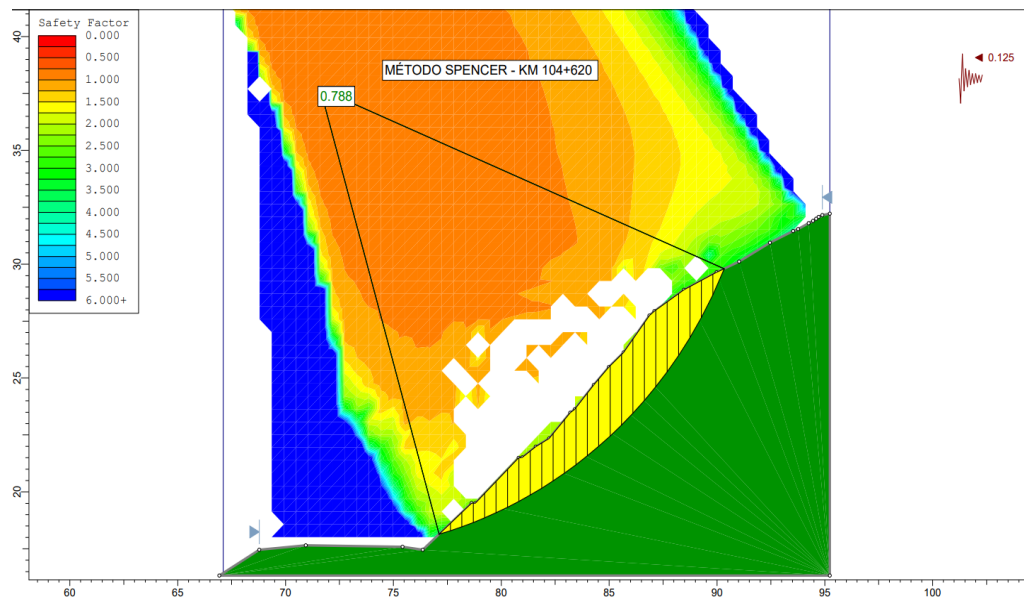
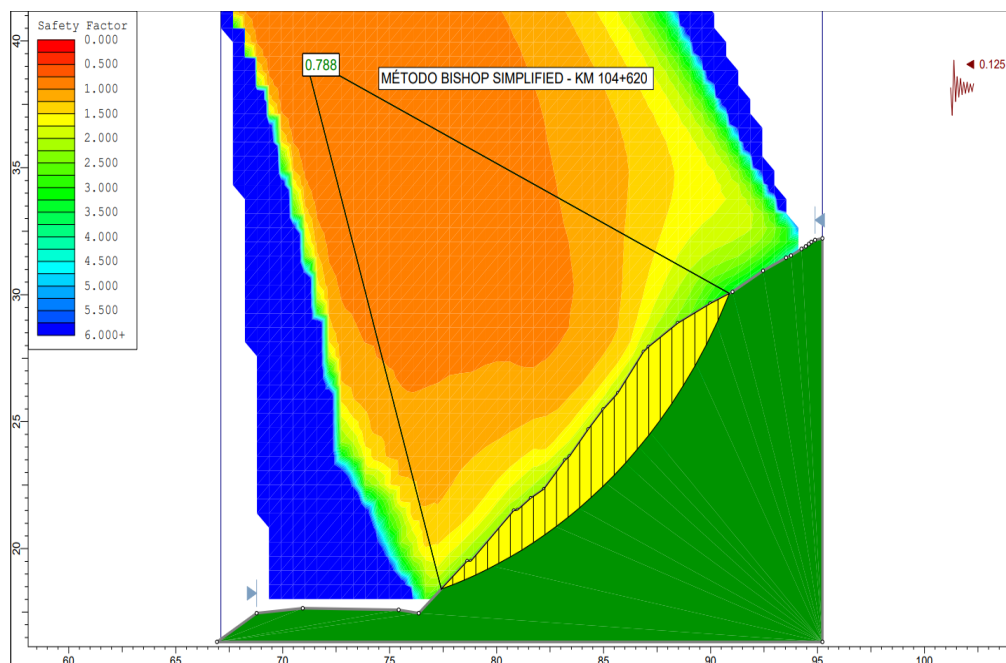


Figura 40

Coeficiente de seguridad por el método Bishop Simplified bajo condición sísmica en el Km 104+620



Interpretación

Como se pueden observar en las figuras 38, 39 y 40 respectivamente con los métodos aplicados: Morgenstern y Price, Spenser y Bishop Simplified; donde se obtuvo el Coeficiente mínimo de seguridad del talud Km 104+620 con el método de las dovelas bajo condición sísmica. Como se mencionó en el marco teórico nos estamos basando en la norma CE. 020 la cual nos recomienda que el Coeficiente mínimo de seguridad es de 1.25 bajo situaciones sísmica ($FS > 1.25$).

A partir del análisis realizado por el programa Slide v6.0 por los 3 métodos precisos se obtiene: en el caso del método Morgenstern y Price resultado 0.786, por el método Spenser resultado 0.788 y finalmente por el método Bishop Simplified resultado 0.788; por lo tanto, ninguno factor obtenido supera el mínimo recomendado.

Respecto al Km 104+750

Figura 41

Coeficiente de seguridad por el método Morgenstern y Price bajo condición sísmica en el Km 104+750

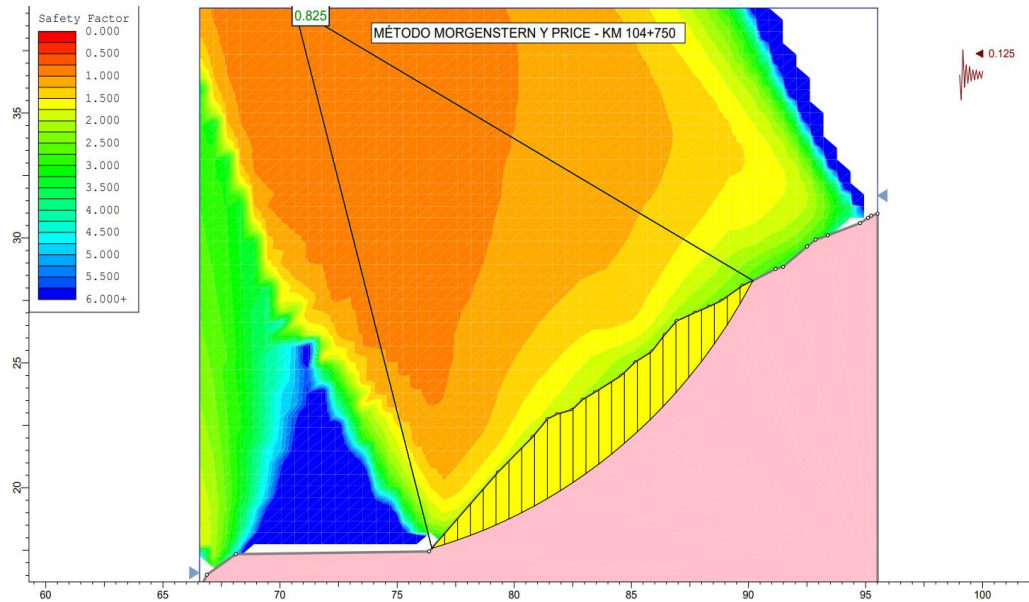


Figura 42

Coeficiente de seguridad por el método Spencer bajo condición sísmica en el Km 104+750

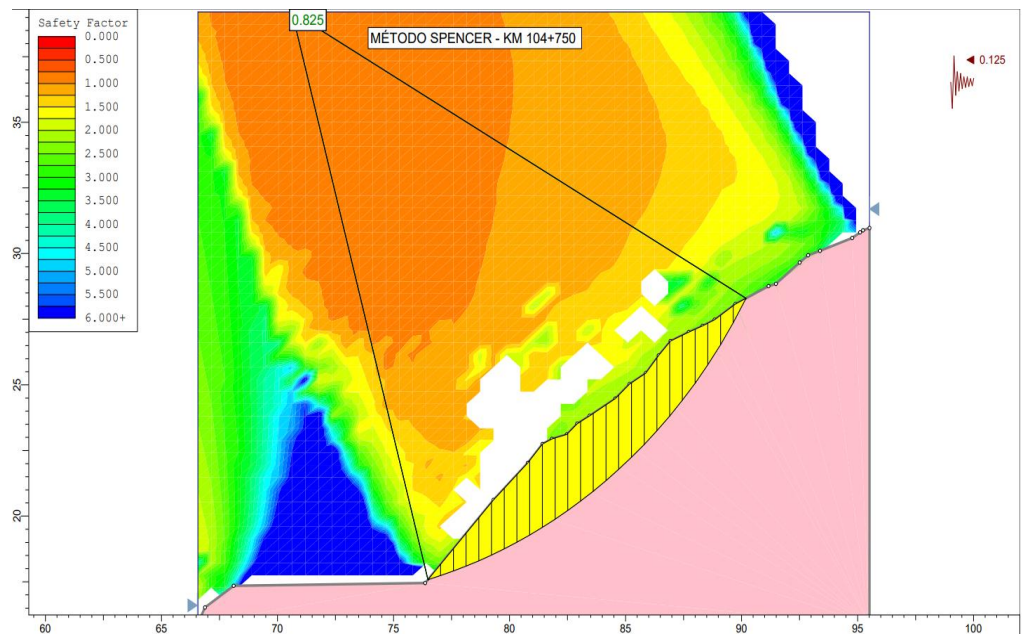
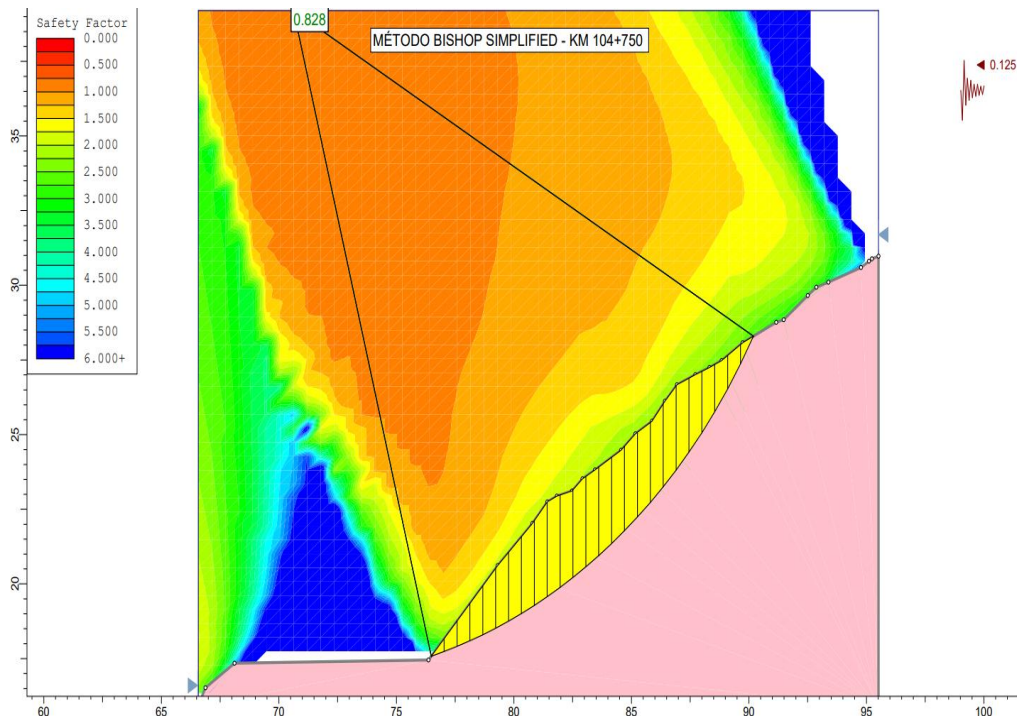


Figura 43

Coefficiente de seguridad por el método Bishop Simplified bajo condición sísmica en el Km 104+750



Interpretación

Como se pueden observar en las figuras 41, 42 y 43 respectivamente con los métodos aplicados: Morgenstern y Price, Spenser y Bishop Simplified; donde se obtuvo el coeficiente mínimo de seguridad del talud Km 104+750 con el método de las dovelas bajo condición sísmica. Como se mencionó en el marco teórico nos estamos basando en la norma CE. 020 la cual nos recomienda que el coeficiente mínimo de seguridad es de 1.25 bajo situaciones sísmica ($FS > 1.25$).

A partir del análisis realizado por el programa Slide v6.0 por los 3 métodos precisos se obtiene: en el caso del método Morgenstern y Price resultado 0.825, por el método Spenser resultado 0.825 y finalmente por el método Bishop Simplified resultado 0.828; por lo tanto, ninguno factor obtenido supera el mínimo recomendado.

Respecto al Km 104+800

Figura 44

Coeficiente de seguridad por el método Morgenstern y Price bajo condición sísmica en el Km 104+800

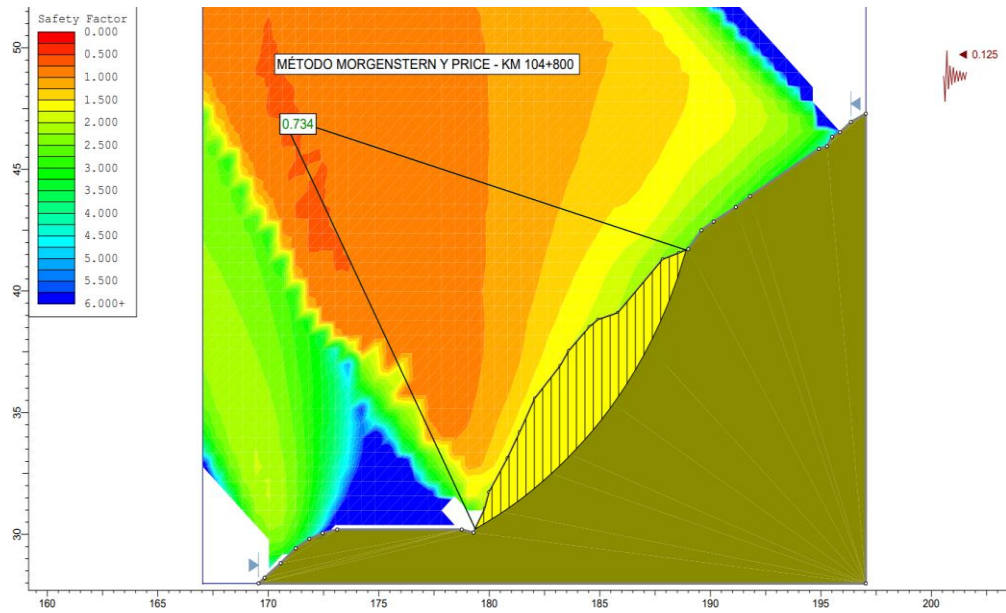


Figura 45

Coeficiente de seguridad por el método Spencer bajo condición sísmica en el Km 104+800

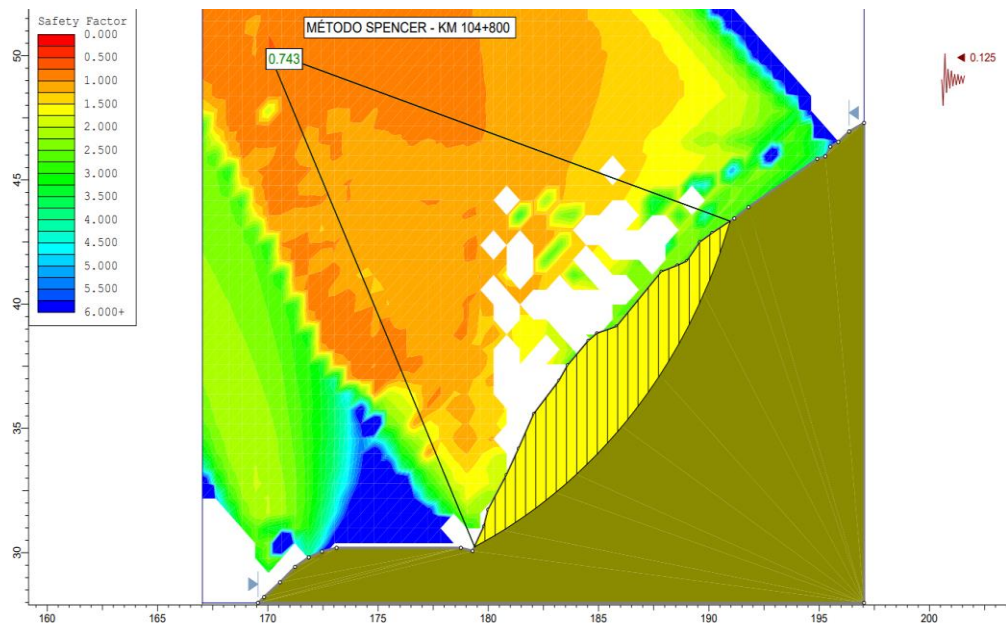
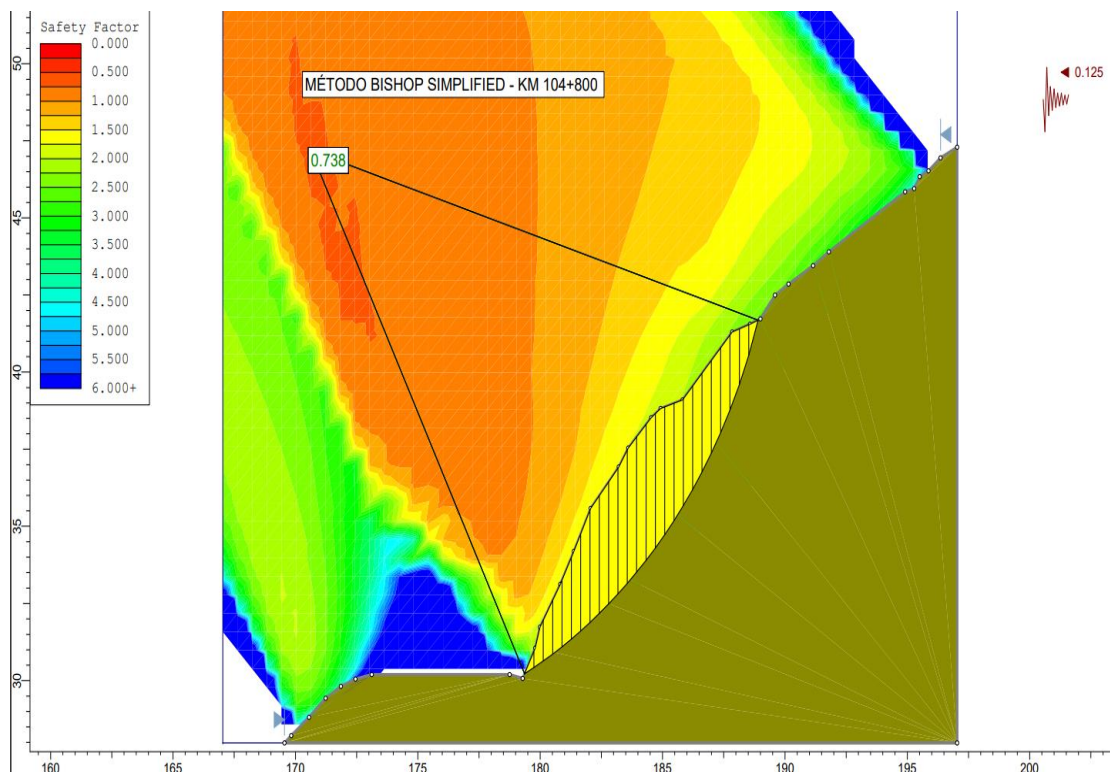


Figura 46

Coefficiente de seguridad por el método Bishop Simplified bajo condición sísmica en el Km 104+800



Interpretación

Como se pueden observar en las figuras 44, 45 y 46 respectivamente con los métodos aplicados: Morgenstern y Price, Spenser y Bishop Simplified; donde se obtuvo el coeficiente mínimo de seguridad del talud Km 104+800 con el método de las dovelas bajo condición sísmica. Como se mencionó en el marco teórico nos estamos basando en la norma CE. 020 la cual nos recomienda que el coeficiente mínimo de seguridad es de 1.25 en situaciones sísmica ($FS > 1.25$).

A partir del análisis realizado por el programa Slide v6.0 por los 3 métodos precisos se obtiene: en el caso del método Morgenstern y Price resultado 0.734, por el método Spenser resultado 0.743 y finalmente por el método Bishop Simplified resultado 0.738; por lo tanto, ninguno factor obtenido supera el mínimo recomendado.

Por ende, se realiza un cuadro con resumen de los resultados que se obtuvo al analizar los taludes con el método de las dovelas y a su vez aplicar los métodos precisos como; Morgenstern-Price, Spenser y Bishop Simplified; sobre los coeficientes de seguridad en situaciones sísmicas de los km 104+620, km 104+750 y km 104+800.

Donde para el talud km 104+620 el promedio de los coeficientes de seguridad por los 3 métodos es 0.787, para el talud km 104+750 el promedio del coeficiente de seguridad por los 3 métodos es 0.826 y para el último talud km 104+800 el promedio del coeficiente de seguridad por los 3 métodos es 0.738.

Tabla 12

Resumen de los coeficientes de seguridad en situaciones sísmicas

Métodos Precisos	Factor de seguridad en condiciones sísmicas		
	Km 104+620	Km 104+750	Km 104+800
Método Morgenstern y Price	0.786	0.825	0.734
Método Spencer	0.788	0.825	0.743
Método Bishop Simplified	0.788	0.828	0.738

Nota: Se muestra los coeficientes calculados en el programa Slide en condición sísmica de los 3 taludes por los métodos más precisos.

4.1.4. ANÁLISIS DE LOS COEFICIENTES DE SEGURIDAD DE LOS TALUDES EN SITUACIONES NATURALES (ESTÁTICAS) CON LA INFLUENCIA DE BANQUETAS

Como observó los datos obtenidos del estudio de estabilidad bajo las situaciones naturales muestran la inestabilidad de los taludes de los km 104+620, km 104+750 y km 104+800. Por lo tanto, para asegurar la

estabilidad de ellas y sobre todo que se cumplan con las exigencias de las normas E.050, CE.020 y el Manual de Diseño Geométrico de carreteras.

Figura 47

Relación (H: V) en los taludes

Clasificación de materiales de corte		Roca fija	Roca suelta	Material		
				Grava	Limo arcilloso o arcilla	Arenas
Altura de corte	<5 m	1:10	1:6-1:4	1:1 - 1:3	1:1	2:1
	5-10 m	1:10	1:4-1:2	1:1	1:1	*
	>10 m	1:8	1:2	*	*	*

Fuente: Obtenido del DG, 2018.

Como menciono de acuerdo con el SUCS; el km 104+620 se clasifica en (GW-GC) que significa un suelo de gravas arcillosa bien graduada, el km 104+750 se clasifica en (GM-GC) que significa su suelo gravoso limoso y arcilloso; y por último el km 104+800 se clasifica solamente en (GM) que es un suelo con gravas limosas.

Por lo tanto, asumimos como diseño la relación horizontal y vertical (H: V) de corte, 1:1 con un ángulo de 45°; como se puede observar en la figura 50 en tipo de material Grava; respecto a la altura de corte promedio será entre 5.00 y 10.00 m.

Además, respecto a las banquetas serán determinadas con proceso de repeticiones hasta lograr el adecuado y que cumplen los factores de seguridad mínimos exigidos, se iniciara con una longitud de 3m, luego 5m, 7m, 8m y así sucesivamente.

Respecto al Km 104+620

Figura 48

Coeficiente de seguridad por el método Morgenstern y Price bajo condición estática en el Km 104+620 con la influencia de escalonamiento del talud mediante banqueta

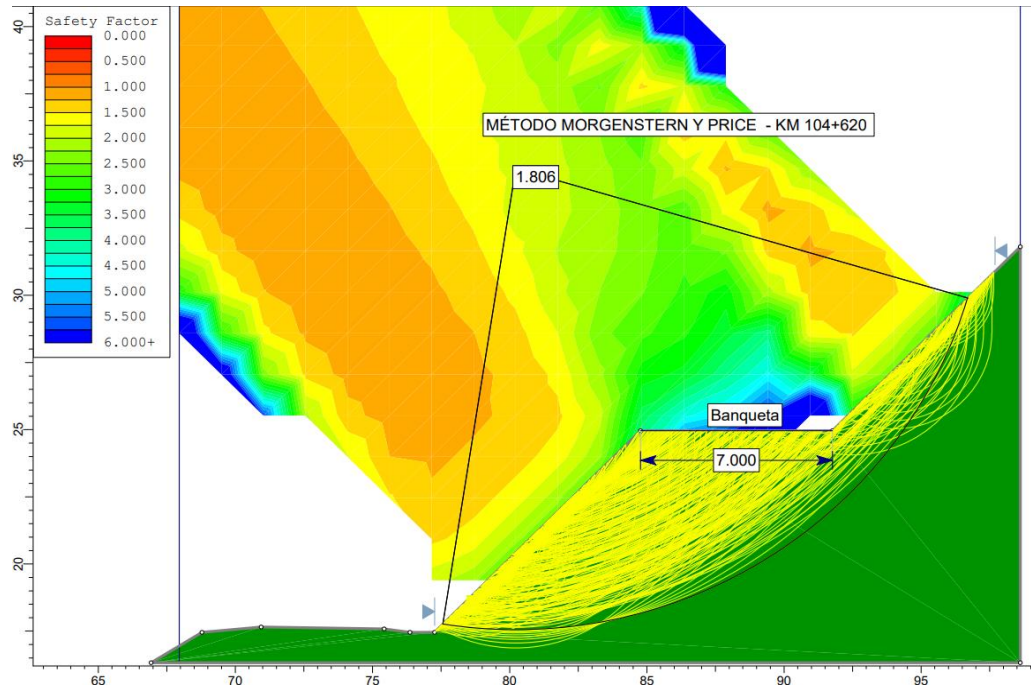


Figura 49

Coeficiente de seguridad por el método Spencer bajo condición estática en el Km 104+620 con la influencia de escalonamiento del talud mediante banqueta

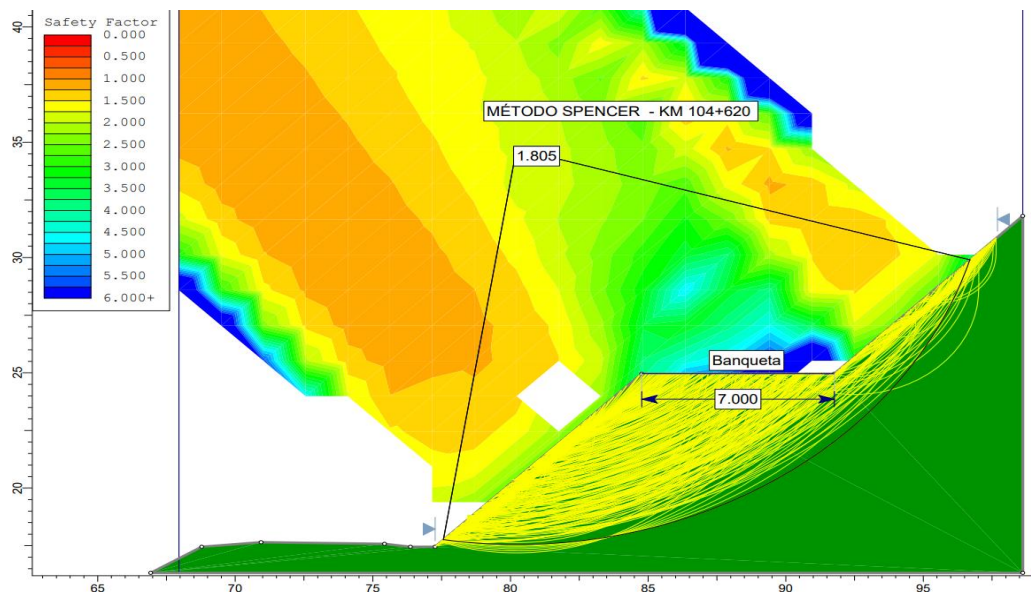
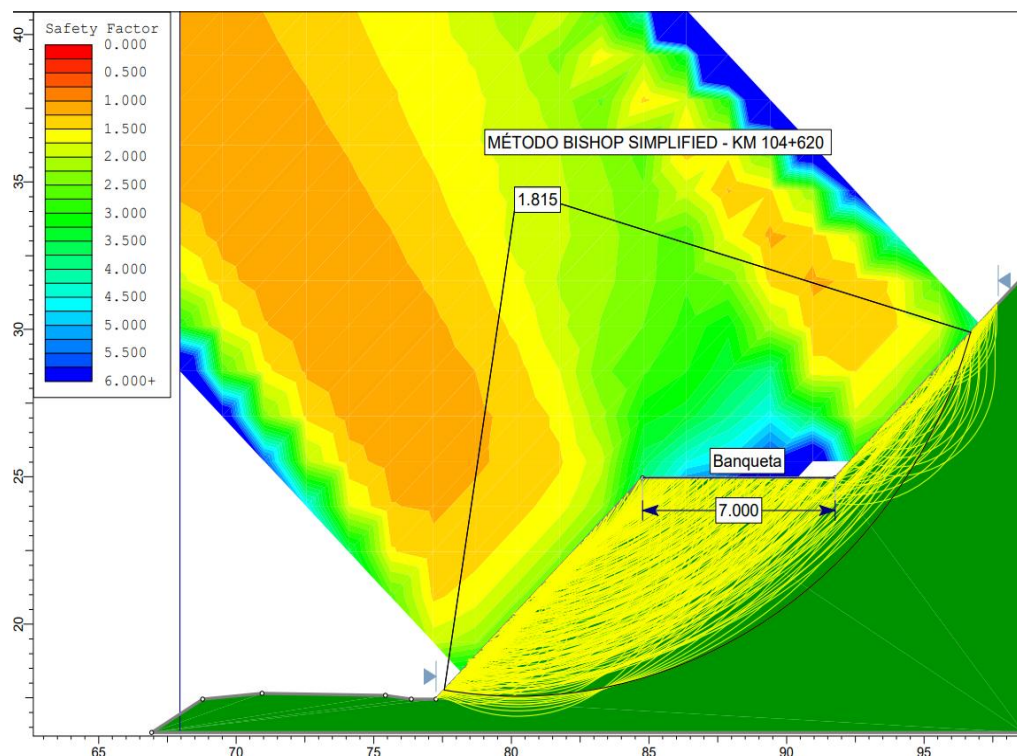


Figura 50

Coeficiente de seguridad por el método Bishop Simplified bajo condición estática en el Km 104+620 con la influencia de escalonamiento del talud mediante banqueta



Interpretación

Como se pueden observar en las figuras 48, 49 y 50 respectivamente con los métodos aplicados: Morgenstern y Price, Spenser y Bishop Simplified; donde se obtuvo el coeficiente mínimo de seguridad del talud Km 104+620 bajo condición estática con la influencia de escalonamiento del talud mediante banqueta de 7 m. Como se mencionó en el marco teórico nos estamos basando en la norma CE. 020 la cual nos recomienda que el factor mínimo de seguridad es de 1.50 bajo condiciones sísmica ($FS > 1.50$).

A partir del análisis realizado por el programa Slide v6.0 por los 3 métodos precisos se obtiene: en el caso del método Morgenstern y Price resultado 1.806, por el método Spenser resultado 1.805 y finalmente por el método Bishop Simplified resultado 1.815; por lo tanto, se demuestra que

los factores obtenidos supera el mínimo recomendado bajo condición estática con la influencia de escalonamiento del talud mediante banqueteta de 7 m.

Respecto al Km 104+750

Figura 51

Coefficiente de seguridad por el método Morgenstern-Price bajo condición estática en el Km 104+750 con la influencia de escalonamiento del talud mediante banqueteta

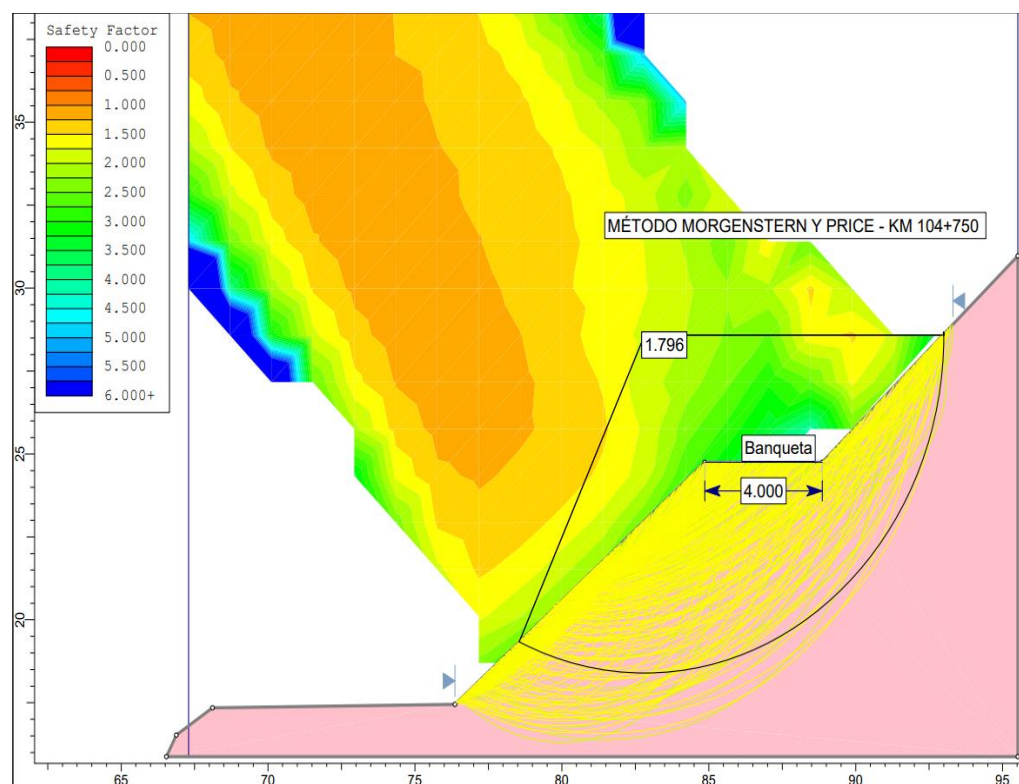


Figura 52

Coeficiente de seguridad por el método Spencer bajo condición estática en el Km 104+750 con la influencia de escalonamiento del talud mediante banqueta

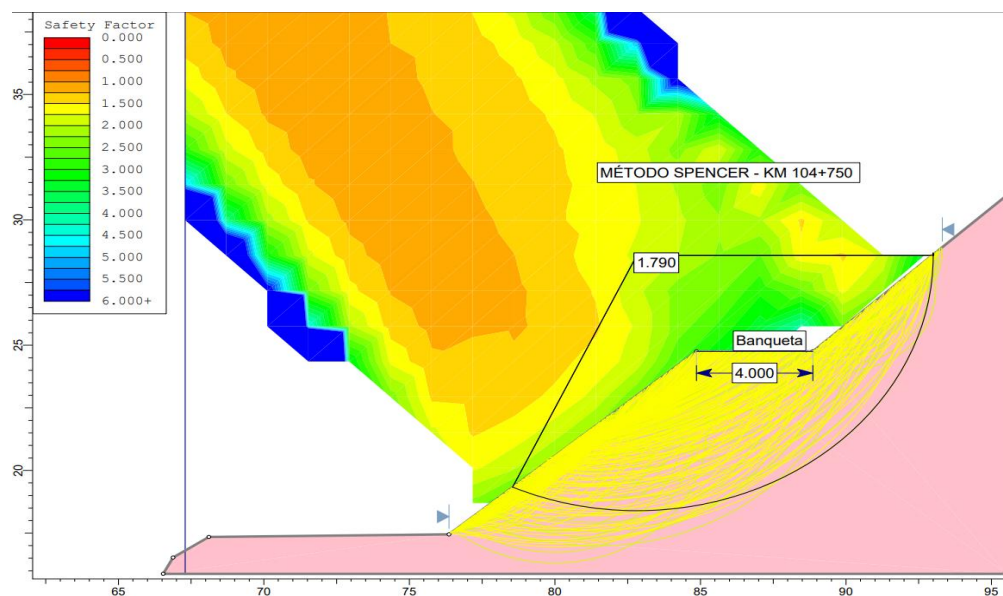
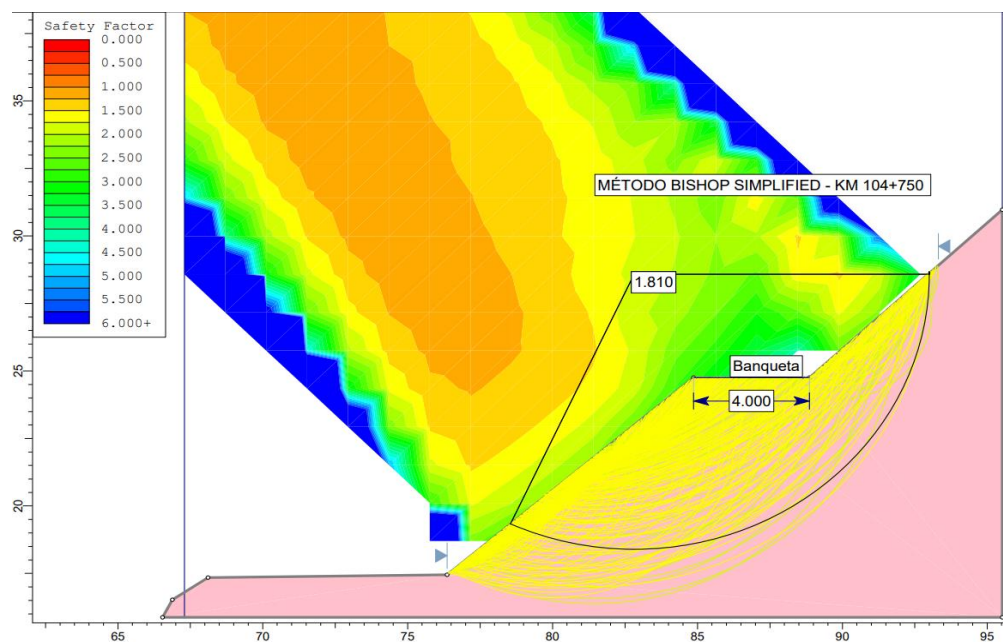


Figura 53

Coeficiente de seguridad por el método Bishop Simplified bajo condición estática en el Km 104+750 con la influencia de escalonamiento del talud mediante banqueta



Interpretación

Como se pueden observar en las figuras 51, 52 y 53 respectivamente con los métodos aplicados: Morgenstern y Price, Spenser y Bishop Simplified; donde se obtuvo el coeficiente mínimo de seguridad del talud Km 104+750 bajo condición estática con la influencia de escalonamiento del talud mediante banquetas de 4 m. Como se mencionó en el marco teórico nos estamos basando en la norma CE. 020 la cual nos recomienda que el factor mínimo de seguridad es de 1.50 bajo condiciones sísmica ($FS > 1.50$).

A partir del análisis realizado por el programa Slide v6.0 por los 3 métodos precisos se obtiene: en el caso del método Morgenstern y Price resultado 1.796, por el método Spenser resultado 1.790 y finalmente por el método Bishop Simplified resultado 1.810; por lo tanto, se demuestra que los factores obtenidos supera el mínimo recomendado bajo condición estática con la influencia de escalonamiento del talud mediante banquetas de 4 m.

Respecto al Km 104+800

Figura 54

Coefficientes de seguridad por el método Morgenstern y Price bajo condición estática en el Km 104+800 con la influencia de escalonamiento del talud mediante banqueta

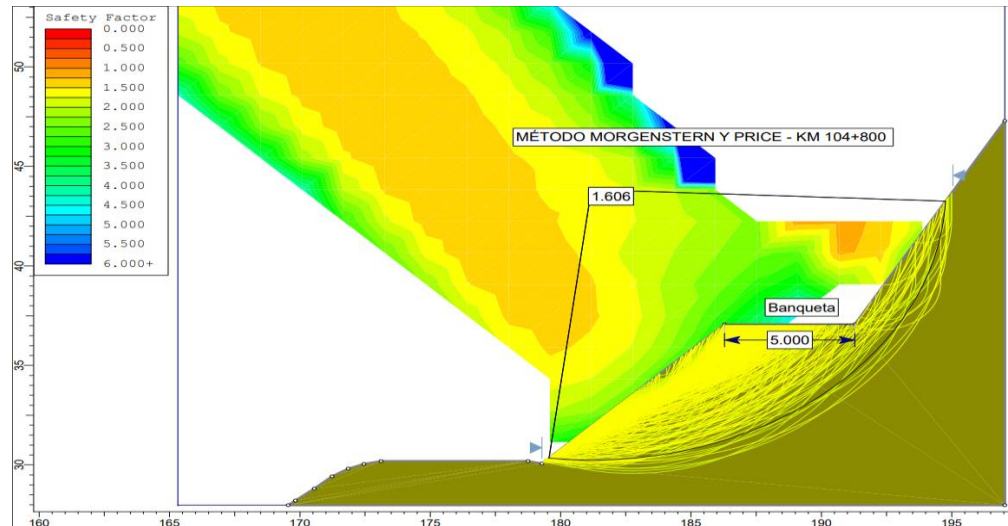


Figura 55

Coefficientes de seguridad por el método Spencer bajo condición estática en el Km 104+800 con la influencia de escalonamiento del talud mediante banqueta

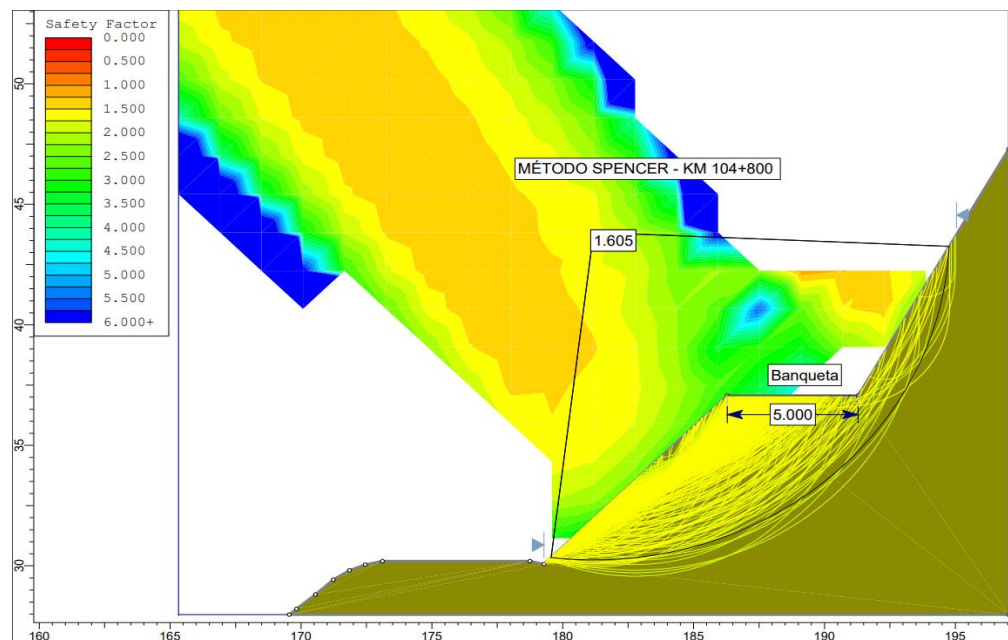
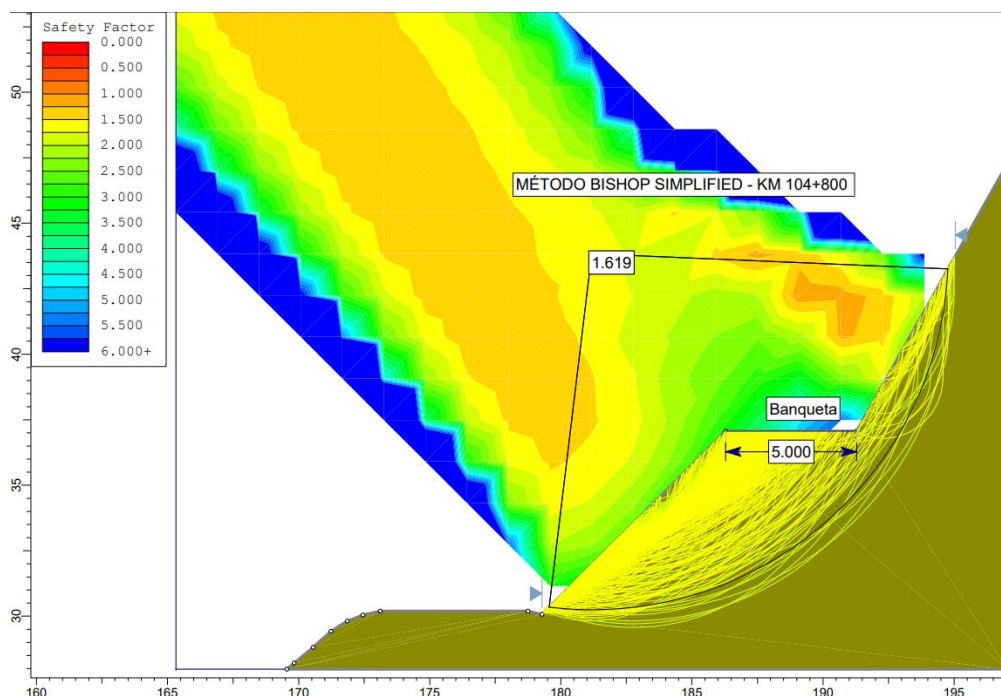


Figura 56

Coefficients of safety by the Bishop Simplified method under static conditions at Km 104+800 with the influence of slope benching by benching



Interpretación

Como se pueden observar en las figuras 54, 55 y 56 respectivamente con los métodos aplicados: Morgenstern y Price, Spenser y Bishop Simplified; donde se obtuvo el coeficiente mínimo de seguridad del talud Km 104+800 bajo condición estática con la influencia de escalonamiento del talud mediante banqueta de 5 m. Como se mencionó en el marco teórico nos estamos basando en la norma CE. 020 la cual nos recomienda que el factor mínimo de seguridad es de 1.50 bajo condiciones sísmica ($FS > 1.50$).

A partir del análisis realizado por el programa Slide v6.0 por los 3 métodos precisos se obtiene: en el caso del método Morgenstern y Price resultado 1.606, por el método Spenser resultado 1.605 y finalmente por el método Bishop Simplified resultado 1.619; por lo tanto, se demuestra que los factores obtenidos supera el mínimo recomendado bajo condición estática con la influencia de escalonamiento del talud mediante banqueta de 5 m.

Por ende, se realiza un cuadro con resumen de los resultados que se obtuvo al analizar los taludes al aplicar los métodos recomendados como precisos; Morgenstern-Price, Spenser y Bishop Simplified; sobre los coeficientes de seguridad en situaciones naturales (estáticas) de los km 104+620, km 104+750 y km 104+800.

Donde para el talud km 104+620 el promedio de los coeficientes de seguridad por los 3 métodos es 1.809, para el talud km 104+750 el promedio del coeficiente de seguridad por los 3 métodos es 1.799 y para el último talud km 104+800 el promedio del coeficiente de seguridad por los 3 métodos es 1.610.

Tabla 13

Resumen de los coeficientes de seguridad en condiciones estáticas con la influencia de escalonamiento del talud mediante banqueteta

Métodos Precisos	Factor de seguridad en condiciones estáticas		
	Km 104+620	Km 104+750	Km 104+800
Método Morgenstern y Price	1.806	1.796	1.606
Método Spencer	1.805	1.790	1.605
Método Bishop Simplified	1.815	1.810	1.619

Nota: Se muestra los coeficientes calculados en el programa Slide en condición normal de los 3 taludes por los métodos más precisos con el escalonamiento y banquetas.

4.1.5 ANÁLISIS DE LOS COEFICIENTES DE SEGURIDAD DE LOS TALUDES BAJO LAS SITUACIONES SÍSMICAS CON LA INFLUENCIA DE BANQUETAS

Respecto al Km 104+620

Figura 57

Coefficiente de seguridad por el método Morgenstern y Price bajo condición sísmica en el Km 104+620 con la influencia de escalonamiento del talud mediante banqueta

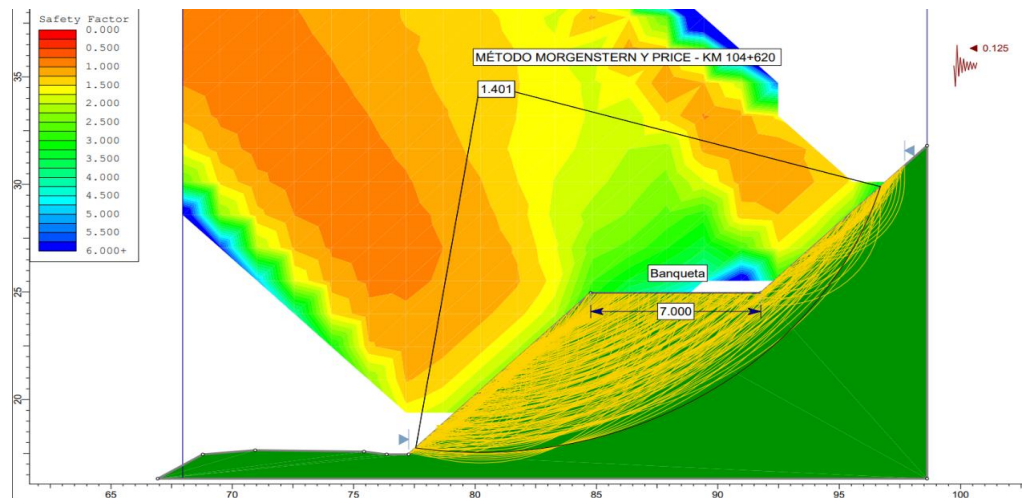


Figura 58

Coefficiente de seguridad por el método Spencer bajo condición sísmica en el Km 104+620 con la influencia de escalonamiento del talud mediante banqueta

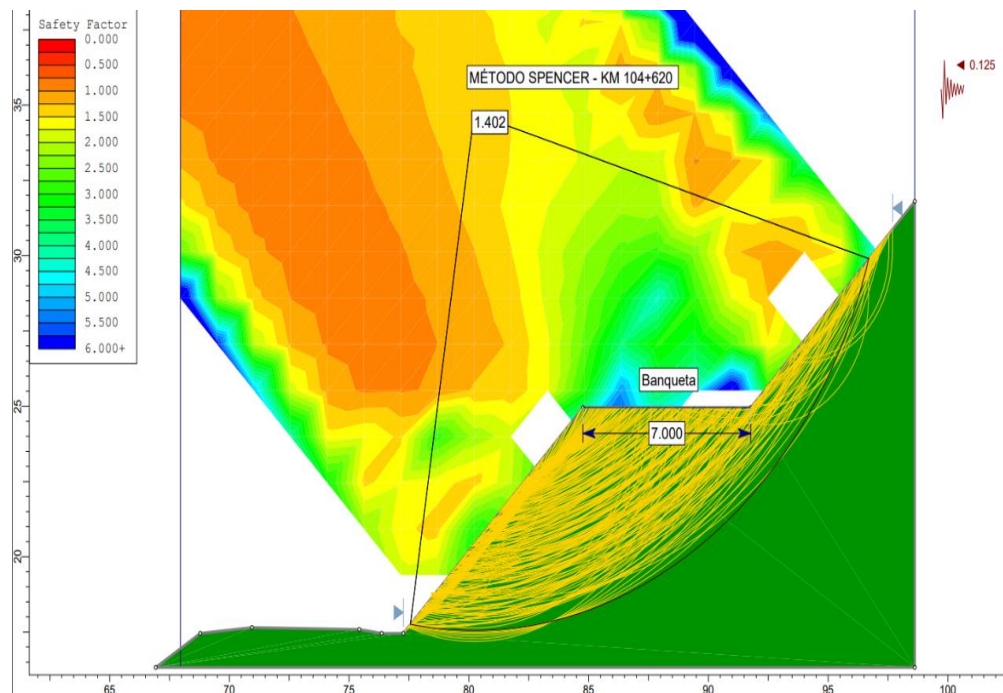
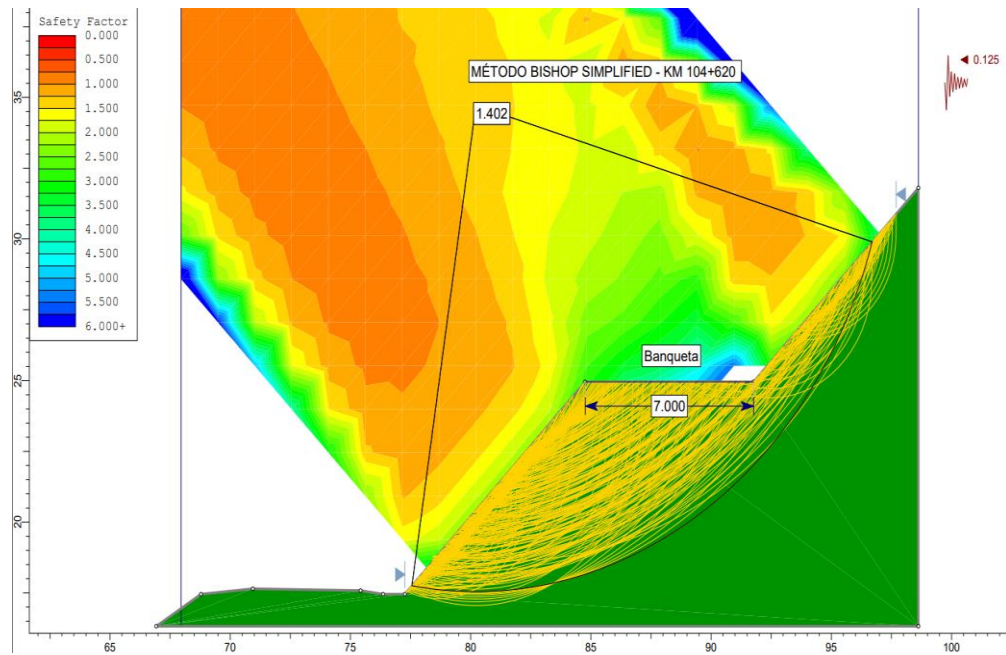


Figura 59

Coefficiente de seguridad por el método Bishop Simplified bajo condición sísmica en el Km 104+620 con la influencia de escalonamiento del talud mediante banqueta



Interpretación

Como se pueden observar en las figuras 57, 58 y 59 respectivamente con los métodos aplicados: Morgenstern y Price, Spenser y Bishop Simplified; donde se obtuvo el coeficiente mínimo de seguridad del talud Km 104+620 bajo condición sísmica con la influencia de escalonamiento del talud mediante banqueta de 7 m. Como se mencionó en el marco teórico nos estamos basando en la norma CE. 020 la cual nos recomienda que el coeficiente mínimo de seguridad es de 1.25 bajo la situación sísmica ($FS > 1.25$).

A partir del análisis realizado por el programa Slide v6.0 por los 3 métodos precisos se obtiene: en el caso del método Morgenstern y Price resultado 1.401, por el método Spenser resultado 1.402 y finalmente por el método Bishop Simplified resultado 1.402; por lo tanto, se demuestra que los factores obtenidos supera el mínimo recomendado bajo condición sísmica con la influencia de escalonamiento del talud mediante banqueta de 7 m.

Respecto al Km 104+750

Figura 60

Coeficiente de seguridad por el método Morgenstern y Price bajo condición sísmica en el Km 104+750 con la influencia de escalonamiento del talud mediante banqueta

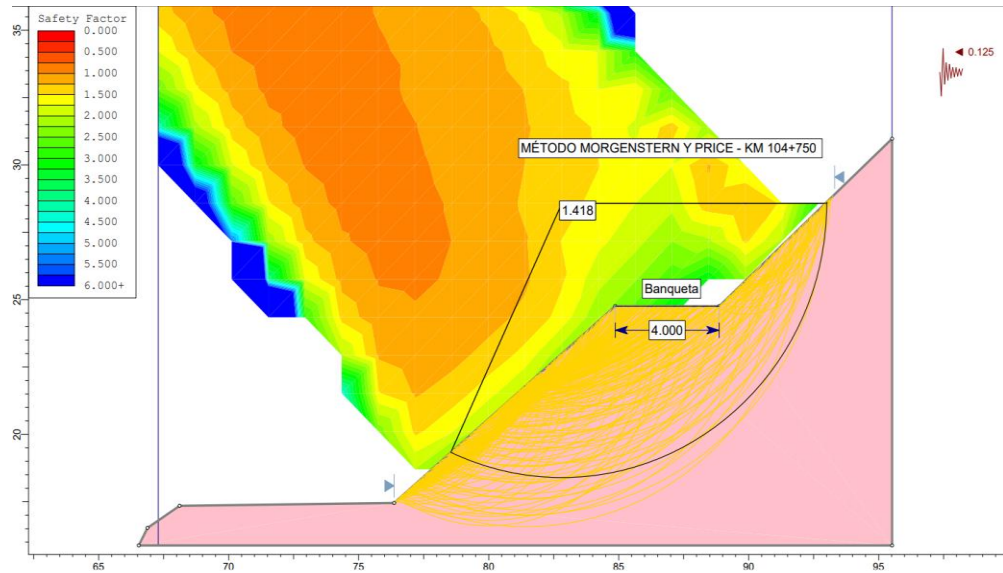


Figura 61

Coeficiente de seguridad por el método Spencer bajo condición sísmica en el Km 104+750 con la influencia de escalonamiento del talud mediante banqueta

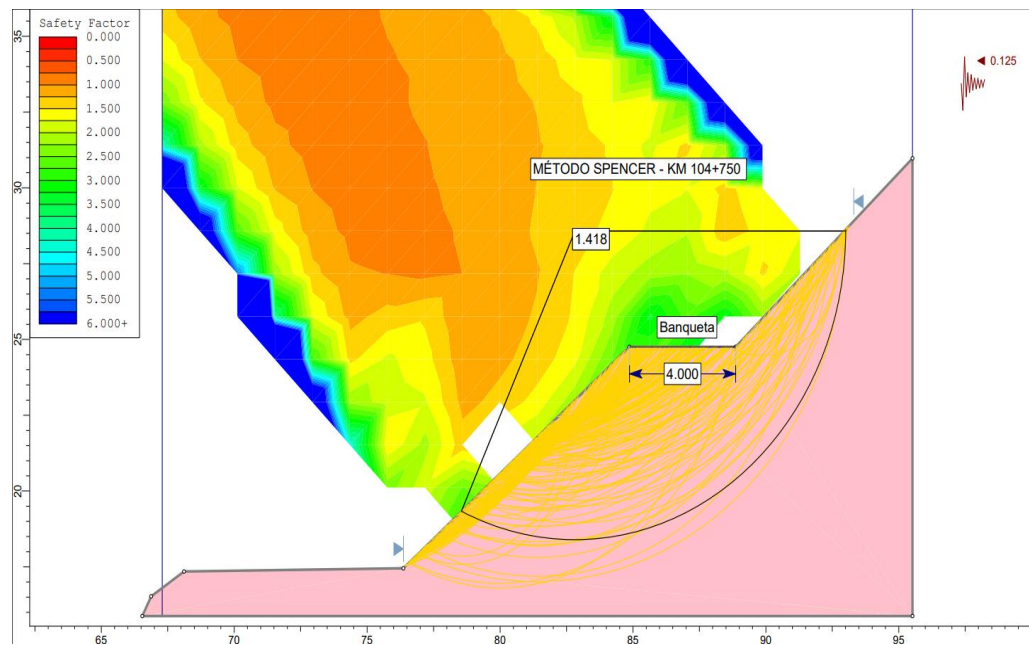
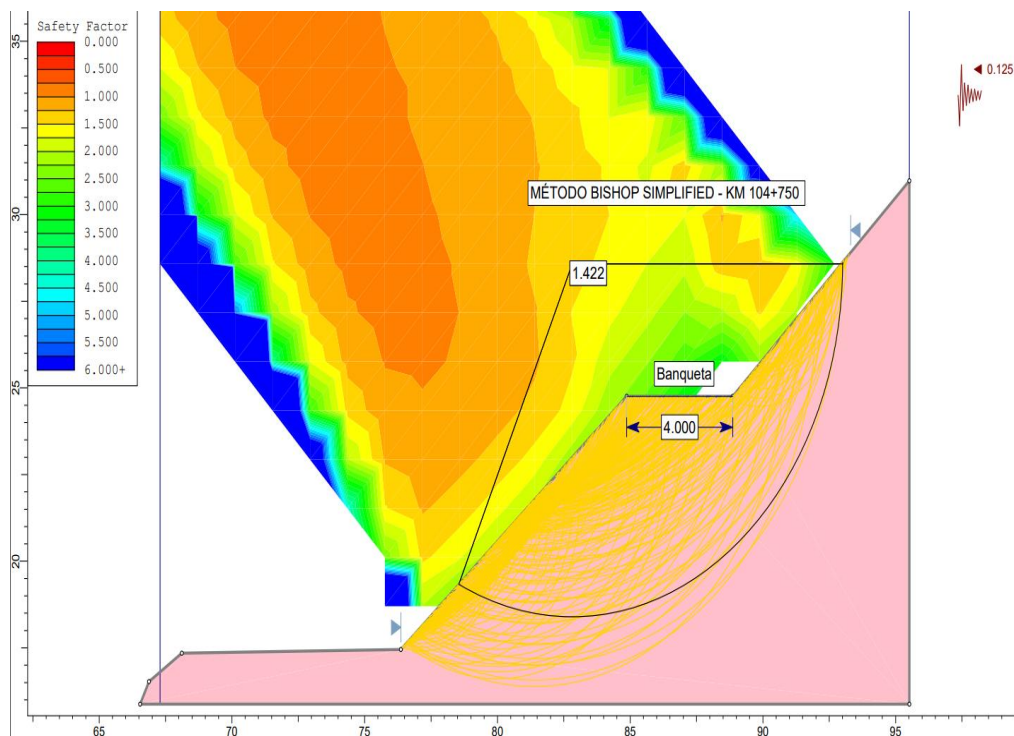


Figura 62

Coeficiente de seguridad por el método Bishop Simplified bajo condición sísmica en el Km 104+750 con la influencia de escalonamiento del talud mediante banquetas



Interpretación

Como se pueden observar en las figuras 60, 61 y 62 respectivamente con los métodos aplicados: Morgenstern y Price, Spenser y Bishop Simplified; donde se obtuvo el coeficiente mínimo de seguridad del talud Km 104+750 bajo condición sísmica con la influencia de escalonamiento del talud mediante banquetas de 4 m. Como se mencionó en el marco teórico nos estamos basando en la norma CE. 020 la cual nos recomienda que el coeficiente mínimo de seguridad es de 1.25 bajo la situación sísmica ($FS > 1.25$).

A partir del análisis realizado por el programa Slide v6.0 por los 3 métodos precisos se obtiene: en el caso del método Morgenstern y Price resultado 1.418, por el método Spenser resultado 1.418 y finalmente por el método Bishop Simplified resultado 1.420; por lo tanto, se demuestra que los factores obtenidos supera el mínimo recomendado bajo condición

sísmica con la influencia de escalonamiento del talud mediante banqueta de 4 m.

Respecto al Km 104+800

Figura 63

Coeficiente de seguridad por el método Morgenstern-Price bajo condición sísmica en el Km 104+800 con la influencia de escalonamiento del talud mediante banqueta

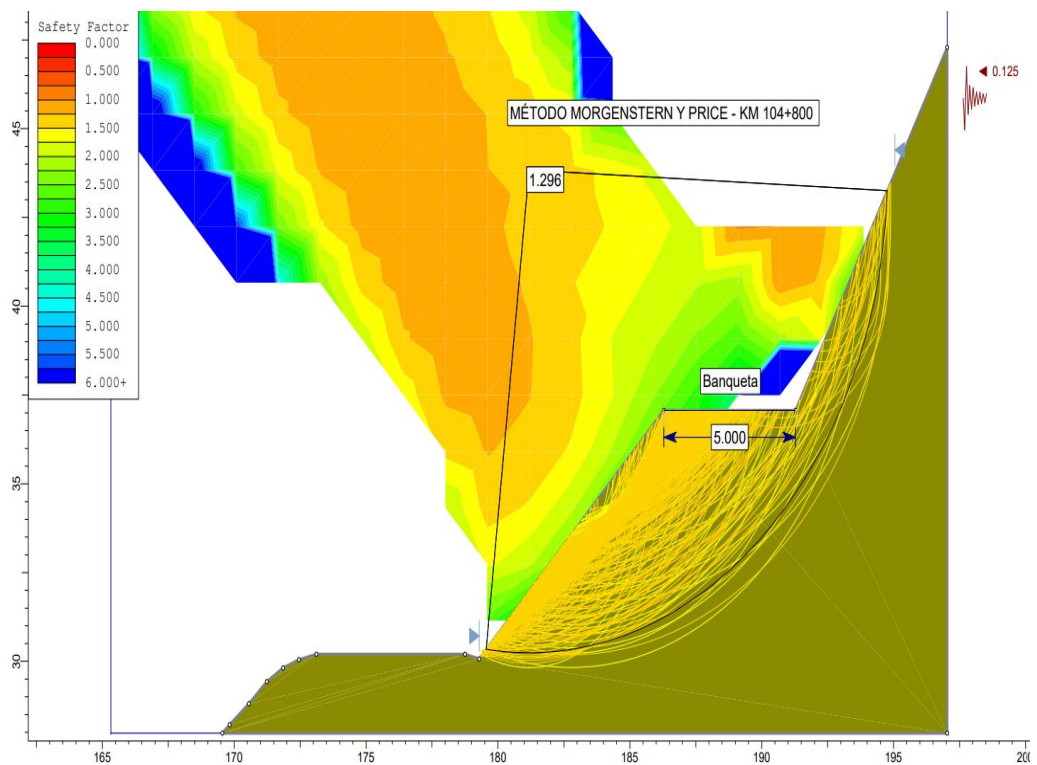


Figura 64

Coeficiente de seguridad por el método Spencer bajo condición sísmica en el Km 104+800 con la influencia de escalonamiento del talud mediante banqueta

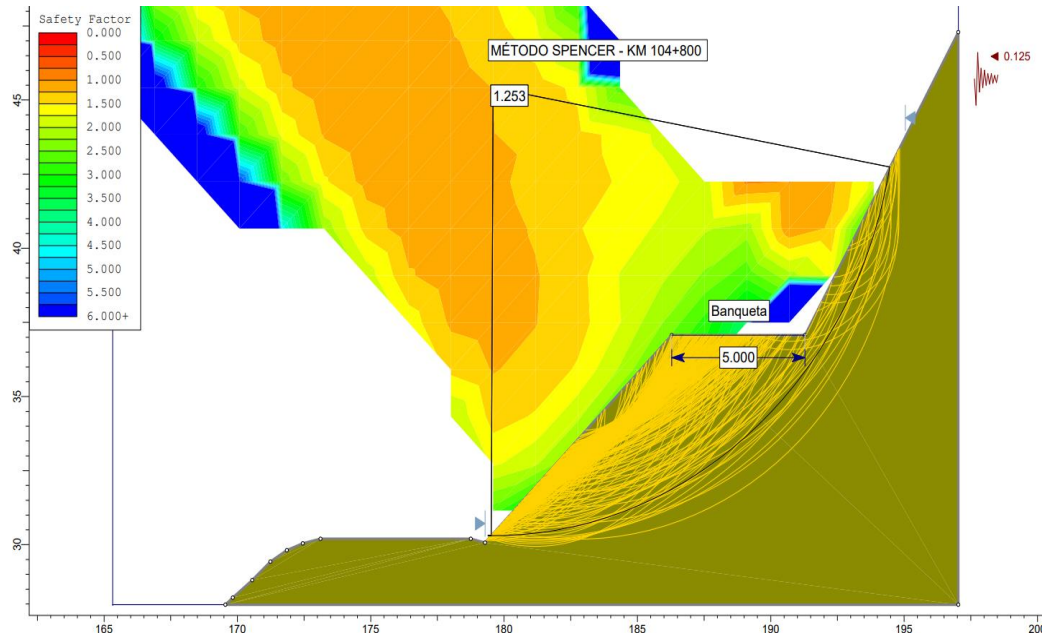
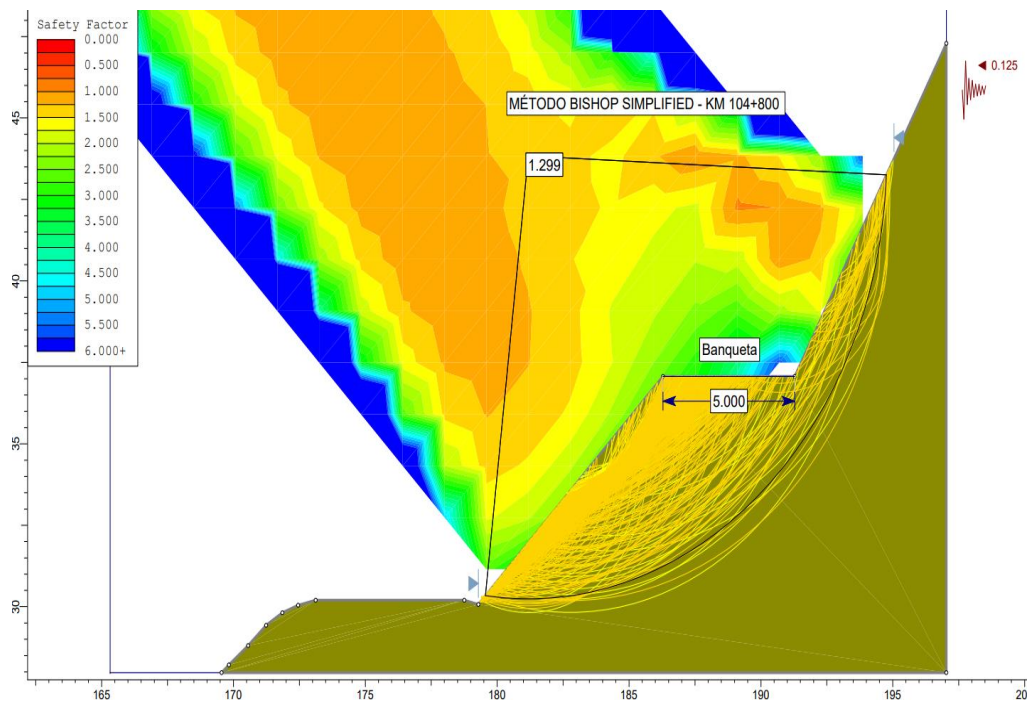


Figura 65

Coeficiente de seguridad por el método Bishop Simplified bajo condición sísmica en el Km 104+800 con la influencia de escalonamiento del talud mediante banqueta



Interpretación

Como se pueden observar en las figuras 63, 64 y 65 respectivamente con los métodos aplicados: Morgenstern y Price, Spenser y Bishop Simplified; donde se calculó el coeficiente mínimo de seguridad del talud Km 104+800 bajo condición sísmica con la influencia de escalonamiento del talud mediante banquetta de 5 m. Como se mencionó en el marco teórico nos estamos basando en la norma CE. 020 la cual nos recomienda que el coeficiente mínimo de seguridad es de 1.25 bajo la situación sísmica ($FS > 1.25$).

A partir del análisis realizado por el programa Slide v6.0 por los 3 métodos precisos se obtiene: en el caso del método Morgenstern y Price resultado 1.296, por el método Spenser resultado 1.253 y finalmente por el método Bishop Simplified resultado 1.299; por lo tanto, se demuestra que los factores obtenidos supera el mínimo recomendado bajo condición sísmica con la influencia de escalonamiento del talud mediante banquetta de 5 m.

Por ende, se realiza un cuadro con resumen de los resultados que se obtuvo al analizar los taludes al aplicar los métodos recomendados como precisos; Morgenstern-Price, Spenser y Bishop Simplified; sobre los coeficientes de seguridad bajo la situación sísmica de los km 104+620, km 104+750 y km 104+800.

Donde para el talud km 104+620 el promedio de los coeficientes de seguridad por los 3 métodos es 1.402, para el talud km 104+750 el promedio del coeficiente de seguridad por los 3 métodos es 1.419 y para el último talud km 104+800 el promedio del coeficiente de seguridad por los 3 métodos es 1.283.

Tabla 14

Resumen de los coeficientes de seguridad en situación sísmica con la influencia de escalonamiento del talud mediante banqueteta

Métodos Precisos	Coeficiente de seguridad en situaciones sísmicas		
	Km 104+620	Km 104+750	Km 104+800
Método Morgenstern y Price	1.401	1.418	1.296
Método Spencer	1.402	1.418	1.253
Método Bishop Simplified	1.402	1.422	1.299

Nota: Se muestra los coeficientes calculados en el programa Slide en condición normal de los 3 taludes por los métodos más precisos con el escalonamiento y banquetas.

Como muestran los resultados de los taludes analizados son estables en situaciones naturales (estáticas) y sísmicas. Esto significa que las propuestas de diseño del escalonamiento del talud mediante banqueteta son convenientes, pero no resuelven el problema de la erosión y la meteorización, ya que contribuyen al potencial de deslizamientos en las laderas. Por esta razón, adicionalmente se puede adicionar la revegetalización de los taludes y banquetas para detener parte de la lluvia, incrementar la capacidad de infiltración, disminuyendo susceptibilidad a la erosión, mejorar el paisaje del lugar, sobre todo aumentar los factores de seguridad.

4.2. CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS Y PRUEBA DE HIPÓTESIS

La presente tesis tiene como hipótesis general: La propuesta de solución mediante banquetas influye positivamente en el análisis de estabilidad de taludes de los tramos del Km104+550 hasta el Km104+850 de la carretera

Huánuco-La Unión, 2023; lo cual fue demostrada que diseñar correctamente el escalonamiento del talud mediante banquetas y ejecutarlas como solución ante la problemática de la inestabilidad antes posibles deslizamientos en los taludes de los km 104+620, km 104+750 y km 104+800 bajo condiciones estáticas y sísmicas; cumple con los requisitos mínimos de estabilidad establecidos por las Normas Peruanas en cuanto a factores de seguridad y de diseño al Manual de Diseño Geométrico de carreteras. Respecto al km 104+620 se propuso una banqueta de 7m y la relación horizontal y vertical (H: V) de corte, 1:1 con un ángulo de 45° ; de igual manera para el km 104+750 con una longitud para la banqueta de 4m y con la misma relación de corte (H: V) 1:1 y finalmente para el km 104+800 una banqueta de 5m de longitud la cuales satisfacen los coeficientes de seguridad bajo condiciones naturales (estática) y sísmica.

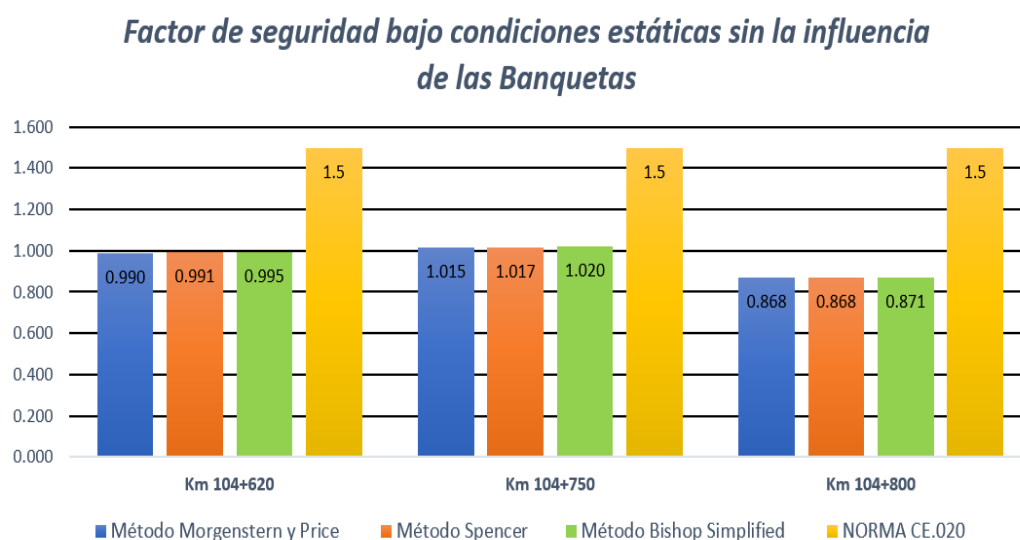
Por lo tanto, se puede notar en la tabla 8 el extracto de los coeficientes de seguridad bajo la situación natural (estáticas) sin la influencia de escalonamiento del talud mediante banqueta de los 3 métodos precisos; Morgenstern-Price, Spenser y Bishop Simplified. Respecto a los km 104+620, km 104+750 y km 104+800 respectivamente.

A base de la Norma Peruana -RNE, CE.020 (2016), sugiere que el coeficiente de seguridad bajo la situación natural (estática) mínimo establecido para los taludes es 1.5 ($FS > 1.5$).

Por siguiente, realizamos un gráfico de comparación en barras sobre los factores de seguridad calculados en el software Slide V.6 y los factores recomendados por la norma CE.020.

Figura 66

Gráfico de comparación de barras de los coeficientes de seguridad calculados versus establecido por CE.020, sin la influencia de escalonamiento del talud mediante banqueta en condiciones estáticas



En la figura 66, se puede percibir del gráfico de comparación de barras; como factor recomendado por la norma CE.020 se representa por el color mostaza que es 1.5; con relación al método Morgenstern-Price está representada por el color azul, para el método Spencer por el color naranja y para el método Bishop Simplified con el color verde y todos estos están para los km 104+620, km 104+750 y km 104+800 respectivamente, como se puede observar la barra mostaza con las demás barras mencionadas, estas están por debajo del recomendado, la cual no cumple con las exigencias mínimas establecidas.

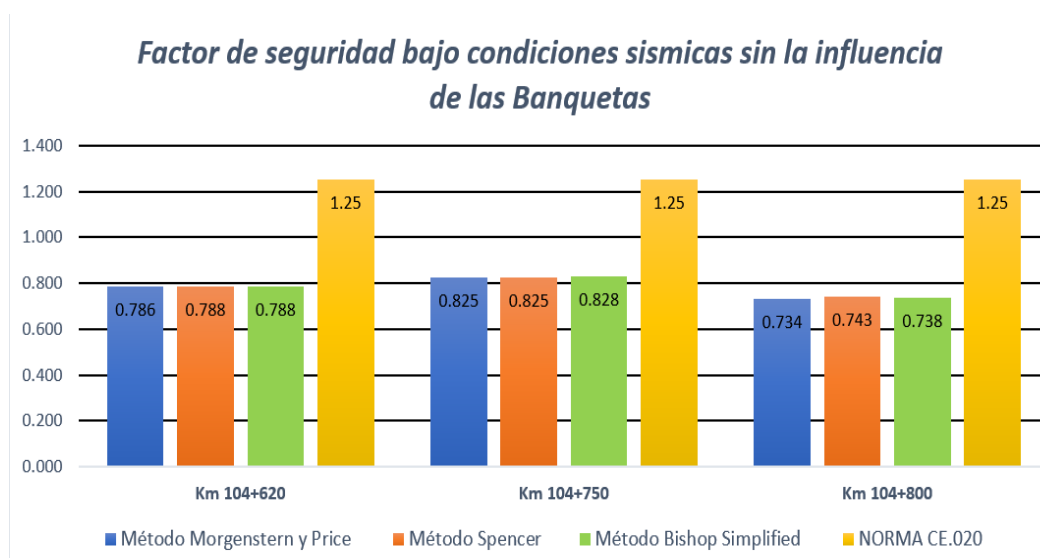
De la misma manera, se puede notar en la tabla 9 el extracto de los factores de seguridad bajo la situación sísmica sin la influencia de escalonamiento del talud mediante banquetas de los 3 métodos precisos; Morgenstern-Price, Spencer y Bishop Simplified. Respecto a los km 104+620, km 104+750 y km 104+800 respectivamente.

A base de la Norma Peruana -RNE, CE.020 (2016), sugiere que el coeficiente de seguridad bajo la situación sísmica mínimo establecido para los taludes es 1.25 ($FS > 1.25$).

Por siguiente, realizamos un gráfico de comparación en barras sobre los factores de seguridad calculados en el software Slide V.6 y los factores recomendados por la norma CE.020.

Figura 67

Gráfico de comparación de barras de los coeficientes de seguridad calculados versus establecido por CE.0.20, sin la influencia de escalonamiento del talud mediante banqueteta en condiciones sísmicas



En la figura 67, se puede percatar del gráfico de comparación de barras; como factor recomendado por la norma CE.020 se representa por el color mostaza que es 1.25; con relación al método Morgenstern-Price está representada por el color azul, para el método Spencer por el color naranja y para el método Bishop Simplified con el color verde y todos estos están para los km 104+620, km 104+750 y km 104+800 respectivamente, como se puede observar la barra mostaza con las demás barras mencionadas, estas están por debajo del recomendado, la cual no cumple con las exigencias mínimas establecidas.

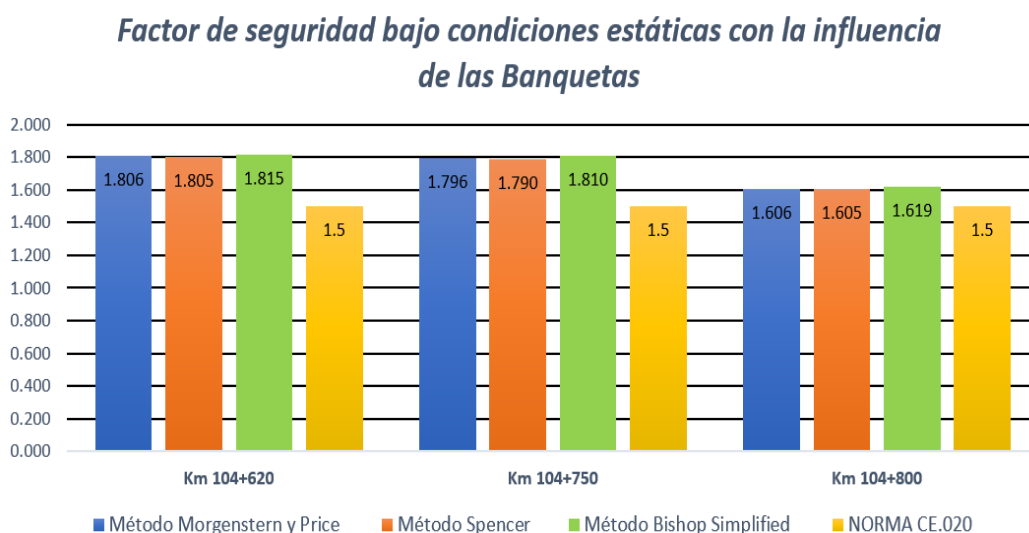
Ahora, se puede notar en la tabla 10 el extracto de los coeficientes en condiciones naturales (estática) con la influencia de escalonamiento del talud mediante banquetta de los 3 métodos precisos; Morgenstern-Price, Spenser y Bishop Simplified. Respecto a los km 104+620, km 104+750 y km 104+800 respectivamente.

A base de la Norma Peruana -RNE, CE.020 (2016), sugiere que el coeficiente de seguridad en condición natural mínimo establecido para los taludes es 1.5 (FS>1.5).

Por siguiente, realizamos un gráfico de comparación en barras sobre los factores de seguridad calculados en el software Slide V.6 y los factores recomendados por la norma CE.020.

Figura 68

Gráfico de comparación de barras de los coeficientes de seguridad calculados versus establecido por CE.0.20, con la influencia de escalonamiento del talud mediante banquetta en condiciones estáticas



En la figura 68, se puede percatar del gráfico de comparación de barras; como factor recomendado por la norma CE.020 se representa por el color mostaza que es 1.5; con relación al método Morgenstern-Price que está representada de color azul, para el método Spencer por el color naranja y para

el método Bishop Simplified con el color verde y todos estos están para los km 104+620, km 104+750 y km 104+800 respectivamente, como se puede observar la barra mostaza con las demás barras mencionadas, estas están por encima de lo recomendado, la cual hace que cumplan con las exigencias mínimas establecidas.

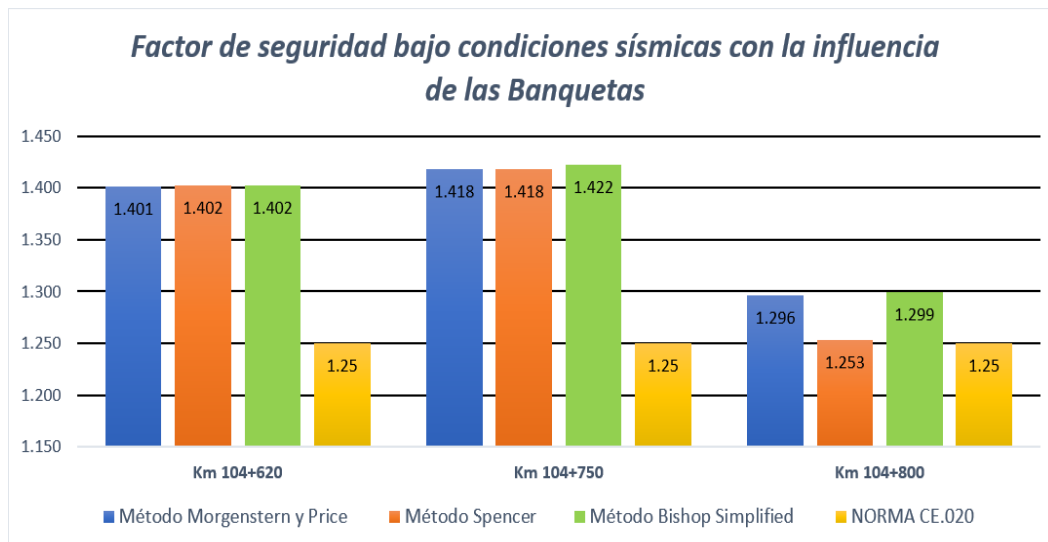
Finalmente, se puede percatar en la tabla 11 el extracto de los coeficientes de seguridad en condiciones sísmicas con la influencia de escalonamiento del talud mediante banquetta de los 3 métodos precisos; Morgenstern-Price, Spenser y Bishop Simplified. Respecto a los km 104+620, km 104+750 y km 104+800 respectivamente.

A base de la Norma Peruana -RNE, CE.020 (2016), sugiere que el coeficiente de seguridad en condición normales (estática) mínimo establecido para los taludes es 1.25 ($FS > 1.25$).

Por siguiente, realizamos un gráfico de comparación en barras sobre los factores de seguridad calculados en el software Slide V.6 y los factores recomendados por la norma CE.020.

Figura 69

Gráfico de comparación de barras de los coeficientes de seguridad calculados versus establecido por CE.0.20, con la influencia de escalonamiento del talud mediante banquetta en condiciones sísmicas



En la figura 69, se puede percatar del gráfico de comparación de barras; como factor recomendado por la norma CE.020 se representa por el color mostaza que es 1.25; respecto al método Morgenstern-Price está representada por el color azul, para el método Spencer por el color naranja y para el método Bishop Simplified con el color verde y todos estos están para los km 104+620, km 104+750 y km 104+800 respectivamente, como se puede observar la barra mostaza con las demás barras mencionadas, estas están por encima de lo recomendado, la cual hace que cumplan con las exigencias mínimas establecidas.

CAPÍTULO V

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

5.1. CONTRASTACIÓN DE LOS RESULTADOS DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

La presente tesis titulada como la Propuesta de Solución mediante Banqueta e Influencia en el Análisis de Estabilidad de los Taludes de los tramos del km 104+550 hasta el km 104+850 de la Carretera Huánuco-La Unión, 2023. Tiene como principal objetivo determinar el impacto de la propuesta de solución con escalonamiento del talud mediante banquetas en su análisis de estabilidad de los tramos del Km 104+550 hasta el Km 104+850 de la carretera Huánuco-La Unión, 2023. Por lo siguiente, procedemos a comparar los resultados obtenidos con los trabajos citados anteriormente en los antecedentes.

Quintana Mallma (2018) en su tesis obtuvo resultados favorables y desfavorables, respecto a los positivos obtuvo factores de seguridad que están o superan lo establecido por las normas del valor de 1.5, en el tramo 0+050 de terreno rocoso obtuvo el valor de 16.09 y 20.00, al igual que en el tramo 0+060 factores de seguridad muy encima de lo establecido con valores de 14.70 y 20.00, pero respecto a los resultados desfavorables de los tramos 0+010 se obtuvo factores de seguridad menores a lo recomendado con 0.64, 0.79 y 1.14 en terreno naturales al igual que el tramo 0+020 factores de valores de 0.56, 0.66 y 0.89 que no superan según establecido por la norma que es de 1.5; caso de nuestros resultados obtuvimos todos los casos favorables respecto a los coeficientes de seguridad establecido por la norma tanto bajo condiciones estáticas y sísmicas.

Al igual que Torres (2019) se concuerda ya que se obtuvo factores de seguridad en condiciones estáticas y Pseudo – Estáticos valores aceptables por la norma de 1.649 y 1.367 respectivamente y respecto al correcto diseño de las banquetas son 8m de alto, 8.27m de longitud, 3m de berma y un ángulo aproximado de 75° y las dimensiones finales del talud fue compuesto por 6

banquetas y ángulo de 59° aproximadamente, caso contrario con nuestro de diseño solo dio para una banquetta ya que nuestro talud tenía una altura muy baja a comparación con la del trabajo que son 50m de alto. Un punto adicional es que Torres (2019) realizó el costo unitario de inversión de la construcción de banquetas y rampas.

Se afirma y se concuerda con Naveros (2021) que se sugiere el sistema Geoweb como alternativa para contribuir antes los posibles deslizamientos luego de realizar el diseño de las banquetas, ya estas aumentarían sin duda los coeficientes de seguridad, al igual que en esta tesis sugiere de la revegetalización luego del corte y así asegurar más las posibles fallas.

Se concuerda con lo que afirma Sanango y Cabrera (2021) que para diseñar e implementar las bermas y taludes con suficiente pendiente, se debe tener en cuenta la topografía y las características del suelo, ya que son factores de suma importancia; por eso se guió del Manual de Diseño Geométrico de carreteras, respecto a los valores referenciales de corte según el tipo o clasificación de material, este caso se optó la altura de corte de 5m entre 10m y una relación de (H: V) de 1:1 por ser de tipo Grava.

Como la tesis de Sanango y Cabrera (2021) es de Ecuador menciona que la alternativa para estabilizar los taludes debe cumplir con lo mínimo exigido en la normativa ecuatoriana (NEC, 2015) al igual que en la presente tesis se guía de la norma peruana (CE 020, 2016).

CONCLUSIONES

Se concluyó que la influencia de la propuesta de solución con escalonamiento del talud mediante banquetas en su análisis de estabilidad de los tramos del km 104+620, km 104+750 y km 104+800 de la carretera Huánuco-La Unión fue positivo en obtener factores de seguridad que superan lo recomendado por la norma bajo condiciones estáticas y sísmicas.

A base del Manual de Diseño Geométrico de carreteras, el dimensionamiento final del diseño de las banquetas en los taludes del Km 104+620 es 7m, en el caso del km 104+750 la longitud de la banqueta final es 4m y para el km 104+800 es 5m para las condiciones estáticas y sísmicas. Además, la relación horizontal y vertical (H: V) de corte, es 1:1 con un ángulo de 45°; porque el material del suelo es de tipo Grava.

Los factores de seguridad frente posibles deslizamientos sin la incidencia de la propuesta de solución con escalonamiento del talud mediante banquetas en el estudio de equilibrio del talud de los tramos del Km 104+550 hasta el Km 104+850 de la carretera Huánuco-La Unión son inferiores al factor mínimo (1.5) recomendado por la norma CE 020; bajos condiciones estáticas para el km 104+620 el factor de seguridad mínimo resulto 0.990 y el máximo resulto 0.995, por los métodos Morgenstern y Price y Bishop Simplified respectivamente, en el caso del talud del km 104+750 el coeficiente de seguridad mínimo resulto 1.015 y el máximo resulto 1.020, por los métodos Morgenstern y Price y Bishop Simplified respectivamente y finalmente para el km 104+800 el factor de seguridad mínimo resulto 0.868 y el máximo resulto 0.871, por los métodos Morgenstern y Price y Bishop Simplified respectivamente también.

De la misma manera se realizó un análisis bajo condiciones sísmicas para todos los taludes en estudio; para el km 104+620 el factor de seguridad mínimo resulto 0.786 y el máximo resulto 0.788, por los métodos Morgenstern y Price y Bishop Simplified respectivamente, en el caso del talud del km 104+750 bajo condición sísmica el factor de seguridad mínimo resulto 0.825

y el máximo resultado 0.828, por los métodos Morgenstern y Price y Bishop Simplified respectivamente y finalmente para el km 104+800 también bajo condición sísmica el factor de seguridad mínimo resultado 0.734 y el máximo resultado 0.743, por los métodos mencionados anteriormente.

Respecto a los coeficientes de seguridad frente posibles a los deslizamientos con la incidencia de la propuesta de solución con escalonamiento del talud mediante banquetas en el estudio de equilibrio del talud de los tramos del Km 104+550 hasta el Km 104+850 de la carretera Huánuco-La Unión resultaron superiores a lo que sugiere la norma CE 020, en el caso de condiciones estáticas para el km 104+620 se obtuvo factores muy superiores a 1.5 en los 3 métodos realizados; para el método Morgenstern y Price se obtuvo 1.806, para el método Spencer un factor de 1.805 y para el método Bishop Simplified el factor de 1.815 superando a grandes rasgos el mínimo establecido. De la misma manera sucedió para el km 104+750 se obtuvieron factores de 1.796, 1.790 y 1.810 por los métodos Morgenstern y Price, Spencer y Bishop Simplified respectivamente y para el km 104+800 también se obtuvo resultados favorables con factores de seguridad superan el recomendado; factores con valor de 1.606, 1.605 y 1.619 con los mismos métodos.

De igual forma también se analizó bajo condiciones sísmicas para los km 104+620, km 104+750 y km 104+800, la cual para las 2 primeras se obtuvieron factores que sobrepasan lo recomendado por la norma que es 1.25 en caso de sismos, con factores de 1.401, 1.402 y 1.402 para el km 104+620 y factores de 1.418, 1.418 y 1.422 para el km 104+750, bajo los métodos ya mencionados, pero en el caso del km 104+800 los factores sobrepasan por lo mínimo al recomendado que es superar 1.25 y resultaron 1.296, 1.253 y 1.299.

RECOMENDACIONES

Se recomienda tener cuidado al momento de introducir los parámetros de suelo, respecto la cohesión, sobre todo el peso específico y el ángulo interno ya que son valores se influyen en su totalidad para que el programa pueda arrojar los factores de seguridad confiables y sobre todo lo que se espera.

Se recomienda realizar un análisis financiero más detallado de realizar el escalonamiento de los taludes mediante banquetas, teniendo en cuenta las fluctuaciones en los costos de producción, rendimiento del equipo y sus costos de operación, estos costos de producción no corresponderían un 100% de exactitud con los costos de operación de cantera, pero sería de mucha ayuda en cuanto a tener una idea de cuánto sería el costo y un adecuado análisis económico. También se recomienda que para futuros estudios realizar la comparación de procesos constructivo con más alternativas de solución tomando en cuenta el costo.

Se recomienda usar el software Geo-Slope que también sirve para modelamiento de pendientes, análisis de estabilidad y más problemas de ingeniería geotécnica similar al programa Slide v.6 que se usó en la presente tesis, a su vez realizar una comparación de los resultados que se obtiene entre ambos softwares, para saber cuál de ellas da mejores resultados y cuales son más confiables.

Se recomienda usar el sistema de aislamiento celular Geoweb, porque las paredes de las celdas funcionan y permiten el drenaje del agua sin complicaciones. Como la geocelda se llena con tierra, sus celdas permiten que el agua se filtre y proteja las raíces formadas allí. Las geoceldas utilizadas con tierra vegetal son ideales para medir tramos de carretera y así aumentar los factores de seguridad.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alberti, A. (2006). *Técnicas de Mitigación para el Control de Deslizamientos en Taludes y su Aplicación a un Caso Específico*. El Salvador. [Tesis de pregrado, Universidad del Salvador]. Repositorio de la Universidad del Salvador. <https://repositorio.ues.edu.sv/items/a006771e-d74f-45b0-b69b-998df9802be1>

Álvarez, C. (2000). *Guía para elaborar diseños de investigación en Ciencias Económicas, Contables y Administrativas*. Bogotá-Colombia: AW-HILL INTERAMERICANA; S. A.
https://gc.scalahed.com/recursos/files/r161r/w24204w/Re/Metodologia_guia_para_elaborar_disenos_invesatigacion.pdf

Bernal, C. (2010). *Metodología de la Investigación. Tercera Edición*. Colombia: Pearson Educación. <https://abacoenred.org/wp-content/uploads/2019/02/El-proyecto-de-investigaci%C3%B3n-F.G.-Arias-2012-pdf.pdf>

Jhon, S. (2011). *Proteccion y Estabilización de Taludes para evitar Deslizamientos*. Valdivia – Chile: [Tesis de pregrado, Universidad Austral de Chile. Repositorio de la Universidad Austral de Chile. <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2011/bmfciij.65p/doc/bmfciij.65p.pdf>

Naveros, P. (2021). *Propuesta de Estabilización de los Acantilados de la Costa Verde entre los Jirones Leoncio Prado y Castilla en el distrito de Magdalena del Mar mediante la ejecución de Banquetas protegidas con el Sistema Geo web*. Lima – Perú. [Tesis de pregrado, Universidad San Ignacio de Loyola]. Repositorio de la Universidad San Ignacio de Loyola. <https://repositorio.usil.edu.pe/entities/publication/0c8f4401-246a-4690-b65e-3a4869f25c94>

Quintana, M. (2018). *Evaluación del Sistema de Banquetas en Talud del cerro Huayhuaca, con el programa Slope GeoStru, en el distrito de Andahuaylas – 2018*. Andahuaylas – Perú. [Tesis de pregrado, Universidad Alas Peruanas].

Repositorio de la Universidad Alas Peruanas.
<https://repositorio.uap.edu.pe/handle/20.500.12990/7191>

Ramírez, M. (2017). *Evaluación de Soluciones de estabilidad para Deslizamientos en tres Tramos Críticos de la Carretera Ilabaya – Cambaya – Camilaca, distrito de Ilabaya – Jorge Basadre - Tacna*. Lima, Perú. [Tesis de pregrado, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas]. Repositorio de la Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas.
<https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/621939>

Reglamento Nacional de Edificaciones. (2016). *Norma CE.020 Suelos y Taludes*. NORMA CE.020:
<https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/2686372/CE.020%20Suelos%20y%20Taludes%20DS%20N%C2%B0%20017-2012.pdf?v=1641411243>

Reglamento Nacional de Edificaciones. (2019). *NORMA E.030*. NORMA E.030:
<http://www3.vivienda.gob.pe/dgprvu/docs/RNE/T%C3%ADtulo%20III%20Edificaciones/51%20E.030%20DISENO%20SISMORRESISTENTE.pdf>

Rocscience. (2002). *Slide: 2D limit equilibrium slope stability for soil and rock slopes*. Rocscience Inc.

Rodriguez, S. (2022). *Sistema de Banquetas para la Estabilización de Ladera ubicada en el km 180+300 de la Ruta Nacional PE-3N - San Rafael Huánuco - 2021*. HUÁNUCO – PERÚ. [Tesis de pregrado, Universidad de Huánuco]. Repositorio de la Universidad de Huánuco.
<https://repositorio.udh.edu.pe/handle/123456789/3750>

Sackschewski, C. (2017). *Soluciones para la estabilidad de taludes de la carretera Canta –Huayllay entre las progresivas del km 102 al km 110*. Lima, Perú. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Mayor de San Marcos]. Repositorio de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos.

<https://cybertesis.unmsm.edu.pe/item/790913c2-812f-4387-b47a-462f13c59c11>

Sampieri, R. (2014). *Metodología de la Investigación. Sexta Edición*. México: Mc Graw Hill Education.
https://apiperiodico.jalisco.gob.mx/api/sites/periodicooficial.jalisco.gob.mx/files/metodologia_de_la_investigacion_-_roberto_hernandez_sampieri.pdf

Sanango y Dután. (2021). *Alternativas de Diseño de Estabilización de Taludes (Terraceo y Soil Nailing) tomando en cuenta los costos de Movimientos de Tierras en función de la distancia de Escombreras*. Guayaquil-Ecuador. [Tesis de postgrado, Escuela Superior Politécnica del Litoral]. Repositorio de la Escuela Superior Politécnica del Litoral.
<https://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/53984>

Sanchez y Macías. (2020). *Estudio de la Estabilidad de Taludes de la Vía Garrapata -Santa María, entre las Abscisas 7+900 y 63+040, provincia de Manabí, Ecuador*. Guayaquil-Ecuador. [Tesis de postgrado, Escuela Superior Politécnica del Litoral]. Repositorio de la Escuela Superior Politécnica del Litoral. <https://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/53845>

Santa, C. (29 de setiembre de 2015). *Unknown*. Blogger:
<http://florfanysantacruz.blogspot.pe/2015/09/justificacion-de-la-investigacion.html>

Torres, G. (2017). *Estabilización de taludes para el mantenimiento de la carretera Huancayo -El Tambo - San Agustín de Cajas – Hualhuas –Saño – Quilcas - San Jerónimo de Tunan -Ingenio, Provincia de Huancayo – Junín - 2016*. Huancayo – Perú. [Tesis de pregrado, Universidad Peruana Los Andes]. Repositorio de la Universidad Peruana Los Andes.
<https://repositorio.upla.edu.pe/handle/20.500.12848/800>

Torres, M. (2019). *Dimensionamiento de banquetas y rampa para la estabilidad en la explotación de Cantera Kukys, San Jerónimo – Andahuaylas - Apurímac*. Cusco – Perú. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de San Antonio Abad de Cusco]. Repositorio de la Universidad Nacional de San Antonio Abad de Cusco. <https://repositorio.unsaac.edu.pe/handle/20.500.12918/5696>

Vélez y Rodrigo. (2021). *Análisis de Estabilidad de Taludes en una Cantera de Áridos y Pétreos ubicada en Manabí, Ecuador*. Guayaquil – Ecuador. [Tesis de pregrado, Escuela Superior Politécnica del Litoral]. Repositorio de la Escuela Superior Politécnica del Litoral. <https://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/55504>

COMO CITAR ESTE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

Ponce Berrospi, E. M. (2025). Propuesta de solución mediante banquetas e influencia en el análisis de estabilidad de taludes de los tramos del km104+550 hasta el km104+850 de la carretera Huánuco - La Unión, 2023. [Tesis de pregrado, Universidad de Huánuco]. Repositorio institucional UDH. url: <http://...>

ANEXOS

ANEXO 1

MATRIZ DE CONSISTENCIA

Tabla 15

La matriz de consistencia

TÍTULO: PROPUESTA DE SOLUCIÓN MEDIANTE BANQUETAS E INFLUENCIA EN EL ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DE TALUDES DE LOS TRAMOS DEL KM104+550 HASTA EL KM104+850 DE LA CARRETERA HUÁNUCO-LA UNIÓN, 2023					
Formulación del problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Metodología	Población y muestra
Problema general: ¿Cómo influye la propuesta de solución mediante banquetas en el análisis de estabilidad de taludes de los tramos del Km104+550 hasta el Km104+850 de la carretera Huánuco-La Unión, 2023? Problema específico: •¿Cuáles son los coeficientes de seguridad frente al deslizamiento con la incidencia de la propuesta de solución mediante banquetas en el análisis de estabilidad de taludes de los tramos del Km104+550 hasta el Km104+850 de la carretera Huánuco-La Unión, 2023? •Cuáles son los coeficientes de seguridad frente al deslizamiento sin la incidencia de la propuesta de	Objetivo General Determinar la influencia de la propuesta de solución mediante banquetas en el análisis de estabilidad de taludes de los tramos del Km104+550 hasta el Km104+850 de la carretera Huánuco-La Unión, 2023 Objetivos específicos •Calcular los coeficientes de seguridad frente al deslizamiento con la incidencia de la propuesta de solución mediante banquetas en el análisis de estabilidad de taludes de los tramos del Km104+550 hasta el Km104+850 de la carretera Huánuco-La Unión, 2023. •Calcular los coeficientes de seguridad frente al deslizamiento sin la incidencia de la propuesta de solución mediante banquetas en el análisis de estabilidad	Hipótesis General Hi: La propuesta de solución mediante banquetas influye positivamente en el análisis de estabilidad de taludes de los tramos del Km104+550 hasta el Km104+850 de la carretera Huánuco-La Unión, 2023. H0: La propuesta de solución mediante banquetas influye negativamente en el análisis de estabilidad de taludes de los	Variable dependiente: El análisis de estabilidad de taludes Variable independiente: Propuesta de banquetas	Enfoque •Será cuantitativo Alcance o nivel •El alcance del proyecto es correlacional. Diseño •Es no experimental	Población En este presente proyecto se considera como la población a la carretera central Huánuco - La Unión, de los tramos aproximadamente del km 104+550 hasta el km104+850, del centro poblado Tingo Chico, distrito de Pachas, provincia de Dos de Mayo y departamento de

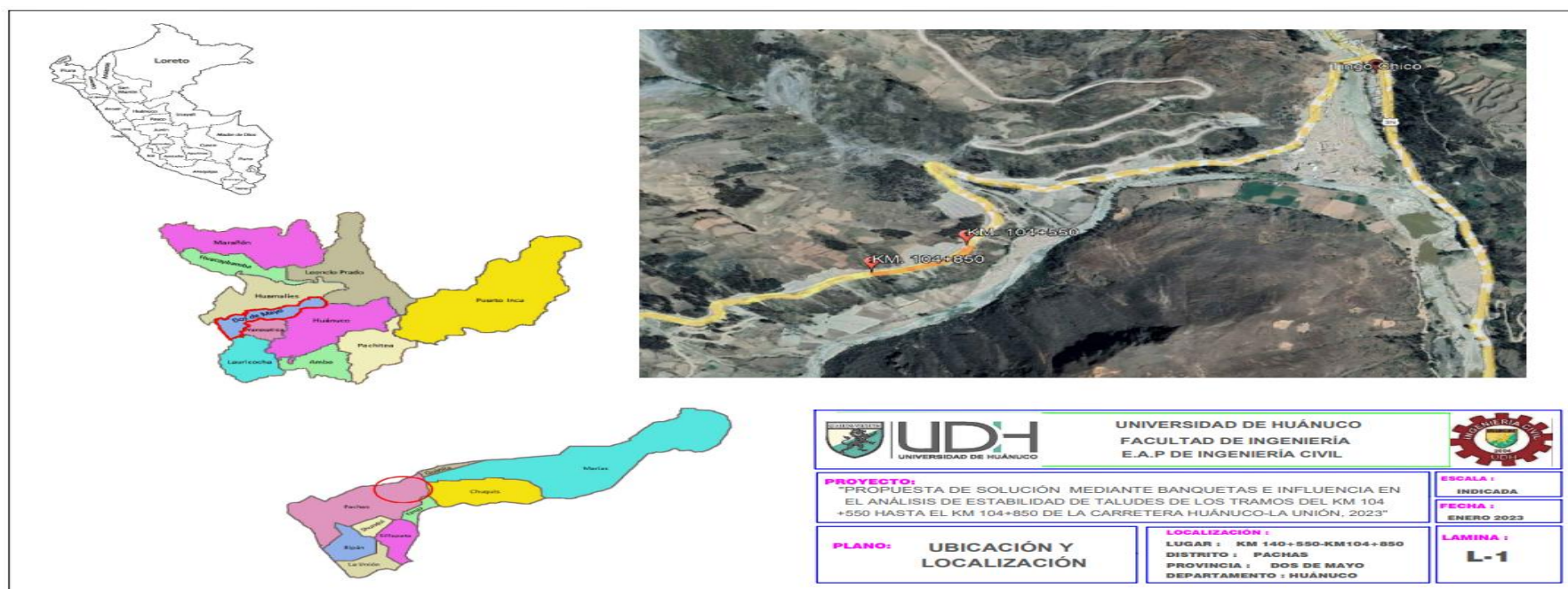
solución mediante banquetas en el análisis de estabilidad de taludes de los tramos del Km104+550 hasta el Km104+850 de la carretera Huánuco- La Unión, 2023? •¿Cuál será el correcto diseño respecto a los dimensionamientos de las banquetas en los taludes de los tramos del Km104+550 hasta el Km104+850 de la carretera Huánuco- La Unión? •¿La solución propuesta con escalonamiento del talud mediante banquetas cumplirá con los requisitos mínimos de estabilidad establecidos por las Normas Técnicas Peruanas en cuanto a factores de seguridad?	de taludes de los tramos del Km104+550 hasta el Km104+850 de la carretera Huánuco-La Unión, 2023. •Calcular el correcto dimensionamiento del diseño de las banquetas en los taludes de los tramos del Km104+550 hasta el Km104+850 de la carretera Huánuco- La Unión. •Sugerir y proponer la solución propuesta con escalonamiento del talud mediante banquetas apropiada que cumplirá con los requisitos mínimos de estabilidad establecidos por las Normas Técnicas Peruanas en cuanto a factores de seguridad.	tramos del Km104+550 hasta el Km104+850 de la carretera Huánuco-La Unión, 2023.	Huánuco. Muestra En este presente proyecto se considera como la muestra a tres perfiles más críticos y representativos de la carretera central Huánuco - La Unión, de los tramos del KM 104+550 hasta el KM 104+850 a base del levantamiento topográfico
---	--	--	--

ANEXO 2

PLANO DE UBICACIÓN Y LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO

Figura 70

Los planos de ubicación y localización



ANEXO 3

ESTUDIO DE SUELO

PERFIL ESTRATIGRAFICO DEL KM 104+620

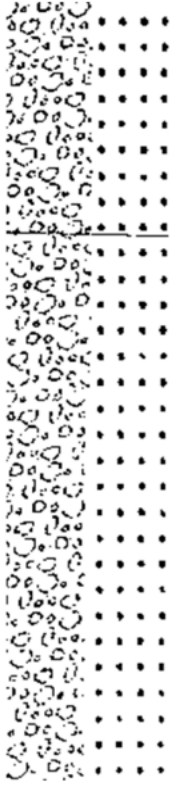
PROYECTO : "PROPUESTA DE SOLUCION CON ESCALONAMIENTO DEL TALUD MEDIANTE BANQUETA EN SU ANALISIS DE ESTABILIDAD DE LOS TRAMOS DEL KM104+550 HASTA EL KM104+850 DE LA CARRETERA HUÁNUCO-LA UNIÓN, 2023"

UBICACIÓN : CARRETERA CENTRAL HUÁNUCO - LA UNIÓN, KM 104+550 HASTA EL KM104+850

SOLICITANTE : BACH. PONCE BERROSPI EVELYN MARLIN

FECHA : MARZO DEL 2023

MUESTRA : 01

PROFUNDIDAD		Nº DE ESTRATO	CLASIFICACION	CLASIFICACION GRAFICA	ESQUEMA
10	cm	ESTRATRO Nº 1	GW-GC		Grava bien graduada con pocos finos y con arcilla de baja plasticidad, con un color gris, estado semicompactado y humeda media.
20	cm				
30	cm				
40	cm				
50	cm				
60	cm				
70	cm				
80	cm				
90	cm				
100	cm				
110	cm				
120	cm				
130	cm				
140	cm				
150	cm				
160	cm				
170	cm				
180	cm				
190	cm				
200	cm				
210	cm				
220	cm				
230	cm				
240	cm				
250	cm				
270	cm				
280	cm				
290	cm				
300	cm				

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

PROYECTO : "PROPUESTA DE SOLUCION CON ESCALONAMIENTO DEL TALUD MEDIANTE BANQUETA EN SU ANALISIS DE ESTABILIDAD DE LOS TRAMOS DEL KM104+550 HASTA EL KM104+850 DE LA CARRETERA HUÁNUCO-LA UNIÓN, 2023"

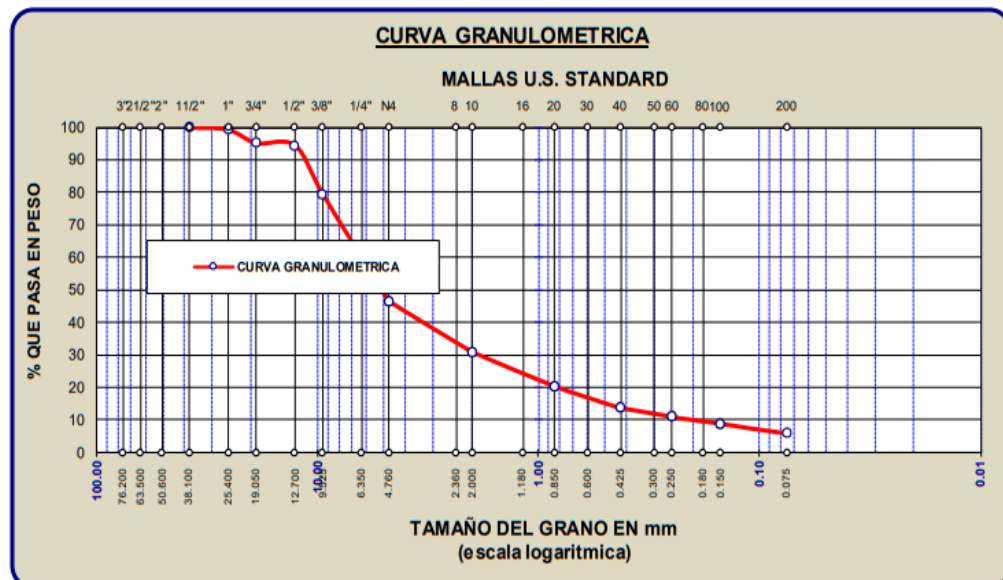
UBICACIÓN : CARRETERA CENTRAL HUÁNUCO - LA UNIÓN, KM 104+550 HASTA EL KM104+850

SOLICITANTE : BACH. PONCE BERROSPÍ EVELYN MARLIN

FECHA : MARZO DEL 2023

MUESTRA : M-01

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	MATERIAL OBTENIDO	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	
3"	76.200					GRAVA GRUESA	CALICATA N° 01 Profundidad = 3.00 mts. Límites de Consistencia : LL = 26 % LP = 20 % IP = 6 %	
2 1/2"	63.500							
2"	50.600				100.00			
1 1/2"	38.100	115.00	0.70	0.70	99.30			
1"	25.400	655.00	4.00	4.70	95.30			
3/4"	19.050	140.00	0.90	5.60	94.40	GRAVA FINA	Peso de la Muestra: 9237.50 gr. GRAVA 53.50 % ARENA 46.50 %	
1/2"	12.700	2415.00	14.90	20.50	79.50			
3/8"	9.525	1410.00	8.70	29.20	70.80			
1/4"	6.350					ARENA GRUESA		
No4	4.760	3935.00	24.30	53.50	46.50			
No8	2.360							
No10	2.000	187.20	15.60	69.10	30.90			
No16	1.180					ARENA MEDIA	CLASIFICACION SUCS: (GW-GC) Grava bien graduada y arcillosa	
No20	0.850	127.50	10.60	79.70	20.40			
No30	0.600					ARENA FINA		
No40	0.425	78.60	6.50	86.20	13.80			
No 50	0.300							
No60	0.250	32.30	2.70	88.90	11.10			
No80	0.180						OBSERVACIONES La muestra corresponde al estrato N° 1 de 0.00 a 3.00 m de profundidad.	
No100	0.150	27.30	2.30	91.20	8.90			
No200	0.075	34.10	2.80	94.00	6.00			
BASE		80.50	0.87	100.00	0.00	LIMOS		
TOTAL		9237.50	100.00					



ENSAYO DE LIMITE DE CONSISTENCIA
LIMITE LIQUIDO - LIMITE PLASTICO - INDICE DE PLASTICIDAD

PROYECTO : "PROPUESTA DE SOLUCION CON ESCALONAMIENTO DEL TALUD MEDIANTE BANQUETA EN SU ANALISIS DE ESTABILIDAD DE LOS TRAMOS DEL KM104+550 HASTA EL KM104+850 DE LA CARRETERA HUÁNUCO-LA UNIÓN, 2023"

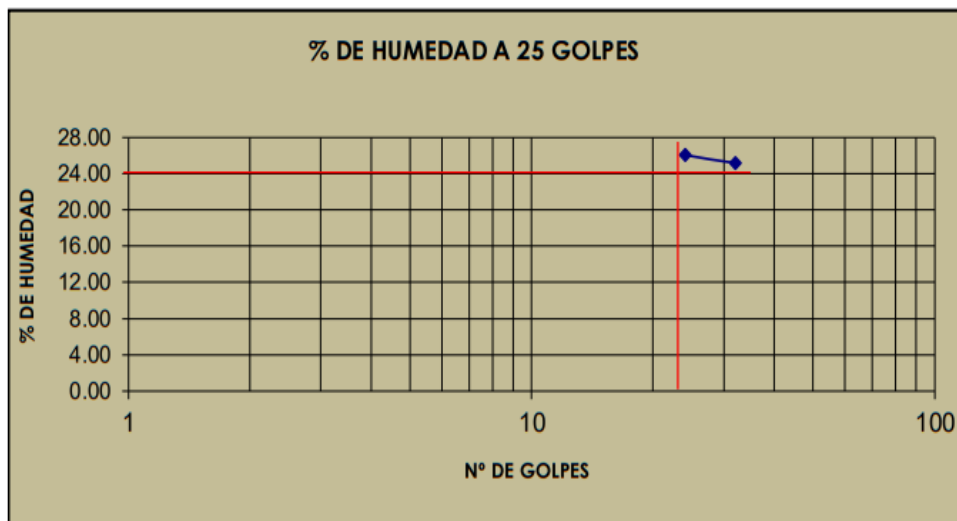
UBICACIÓN : CARRETERA CENTRAL HUÁNUCO - LA UNIÓN, KM 104+550 HASTA EL KM104+850

SOLICITANTE : BACH. PONCE BERROSPÍ EVELYN MARLIN

FECHA : MARZO DEL 2023

MUESTRA : M-01

CALICATA N°1	LIMITE LIQUIDO		LIMITE PLASTICO	
N° Prueba	I	II	I	II
N° Tara	12	11	1	2
N° de golpes	32	24	32	24
Peso tara + suelo húmedo (g)	45.68	44.78	20.60	29.55
Peso tara + suelo seco (g)	39.75	38.77	19.17	28.31
Peso del agua (g)	5.93	6.01	1.43	1.24
Peso de la tara (g)	16.20	15.72	12.06	22.34
Peso del suelo seco (g)	23.55	23.05	7.11	5.97
Contenido de humedad (%)	25.18	26.07	20.11	20.77
	LL = 26%		LP = 20%	
	IP = 6%			



LL a los 25 golpes (según fórmula) por cada ensayo	25.94	25.94
Promedio de contenidos de humedad a los 25 golpes %	25.94%	

ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD (%)

PROYECTO : "PROPUESTA DE SOLUCION CON ESCALONAMIENTO DEL TALUD MEDIANTE BANQUETA EN SU ANALISIS DE ESTABILIDAD DE LOS TRAMOS DEL KM104+550 HASTA EL KM104+850 DE LA CARRETERA HUÁNUCO-LA UNIÓN, 2023"

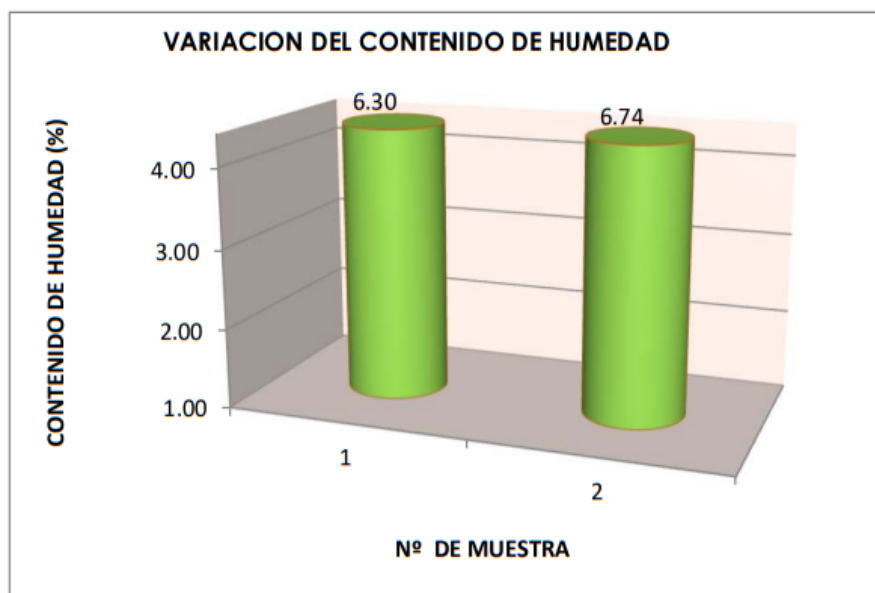
UBICACIÓN : CARRETERA CENTRAL HUÁNUCO - LA UNIÓN, KM 104+550 HASTA EL KM104+850

SOLICITANTE : BACH. PONCE BERROSPÍ EVELYN MARLIN

FECHA : MARZO DEL 2023

MUESTRA : M-01

CALICATA C-01			
CARACTERISTICAS		M - 01	M - 02
RECIPIENTE (Nº)		11	01
1. Peso de recipiente	grs	6854.00	7497.00
2. Peso recipiente + muestra húmeda	grs	6467.00	7081.00
3. Peso recipiente + muestra seca	grs	295.00	908.00
4. Peso de agua	cc	387.00	416.00
5. Peso de la muestra seca neta	grs	6172.00	6173.00
6. Contenido de humedad	%	6.30	6.74
PROMEDIO DE CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		6.52	



ENSAYO DE CORTE DIRECTO (ASTM - D3080)

PROYECTO : PROPUESTA DE SOLUCION CON ESCALONAMIENTO DEL TALUD MEDIANTE BANQUETA EN SU ANALISIS DE ESTABILIDAD DE LOS TRAMOS DEL KM104+550 HASTA EL KM104+850 DE LA CARRETERA HUÁNUCO-LA UNIÓN, 2023"

UBICACIÓN : CARRETERA CENTRAL HUÁNUCO - LA UNIÓN, KM 104+550 HASTA EL KM104+850

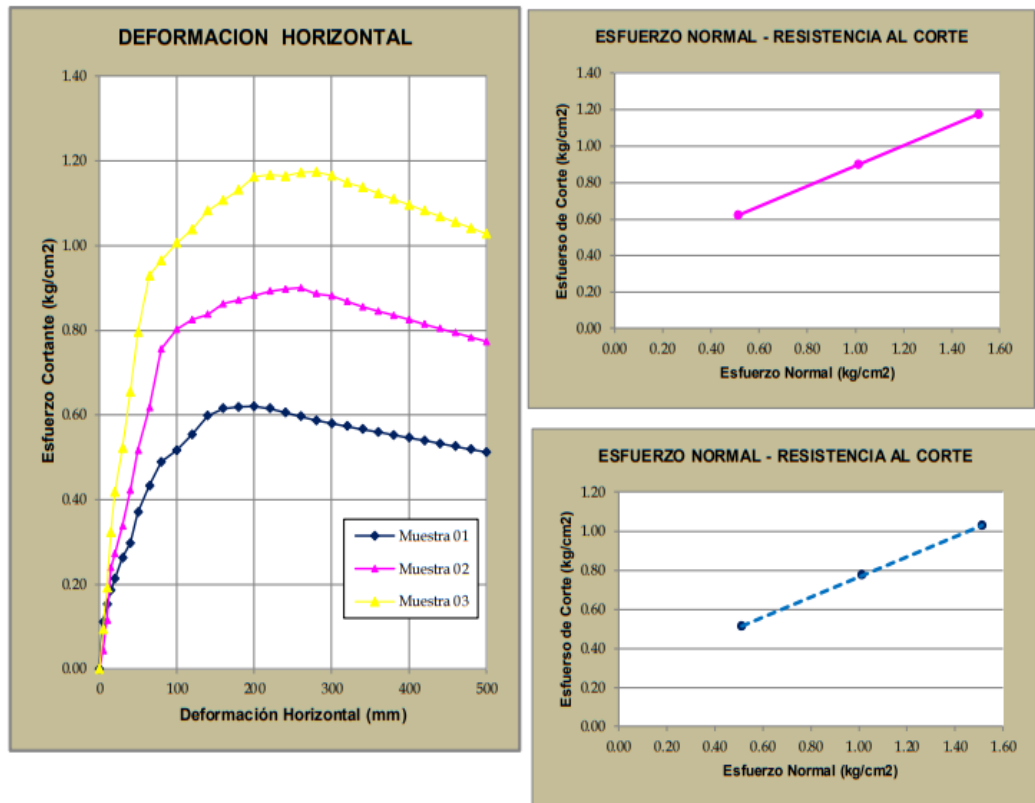
SOLICITANTE : BACH. PONCE BERROSPÍ EVELYN MARLIN

FECHA : MARZO DEL 2023

CALICATA : N° 1

PROFUNDIDAD : -3.00 mts.

GRAFICO DE CORTE DIRECTO



COHESIÓN	(C)	0.0321
ANGULO DE FRICCIÓN	(Ø)	32.96

PERFIL ESTRATIGRAFICO DEL KM 104+750

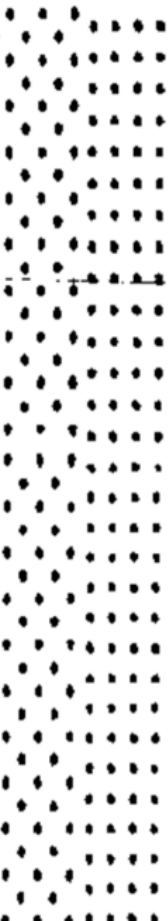
PROYECTO : "PROPUESTA DE SOLUCION CON ESCALONAMIENTO DEL TALUD MEDIANTE BANQUETA EN SU ANALISIS DE ESTABILIDAD DE LOS TRAMOS DEL KM104+550 HASTA EL KM104+850 DE LA CARRETERA HUÁNUCO-LA UNIÓN, 2023"

UBICACIÓN : CARRETERA CENTRAL HUÁNUCO - LA UNIÓN, KM 104+550 HASTA EL KM104+850

SOLICITANTE : BACH. PONCE BERROSPI EVELYN MARLIN

FECHA : MARZO DEL 2023

MUESTRA : 02

PROFUNDIDAD			Nº DE ESTRATO	CLASIFICACION	CLASIFICACION GRAFFICA	ESQUEMA
10	cm		ESTRATRO Nº 2	GM-GC		Material granular limo arcilloso de baja plasticidad, de color gris, con humedad media y estado semicompactado.
20	cm					
30	cm					
40	cm					
50	cm					
60	cm					
70	cm					
80	cm					
90	cm					
100	cm					
110	cm					
120	cm					
130	cm					
140	cm					
150	cm					
160	cm					
170	cm					
180	cm					
190	cm					
200	cm					
210	cm					
220	cm					
230	cm					
240	cm					
250	cm					
270	cm					
280	cm					
290	cm					
300	cm					

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

PROYECTO : "PROPUESTA DE SOLUCION CON ESCALONAMIENTO DEL TALUD MEDIANTE BANQUETA EN SU ANALISIS DE ESTABILIDAD DE LOS TRAMOS DEL KM104+550 HASTA EL KM104+850 DE LA CARRETERA HUÁNUCO-LA UNIÓN, 2023"

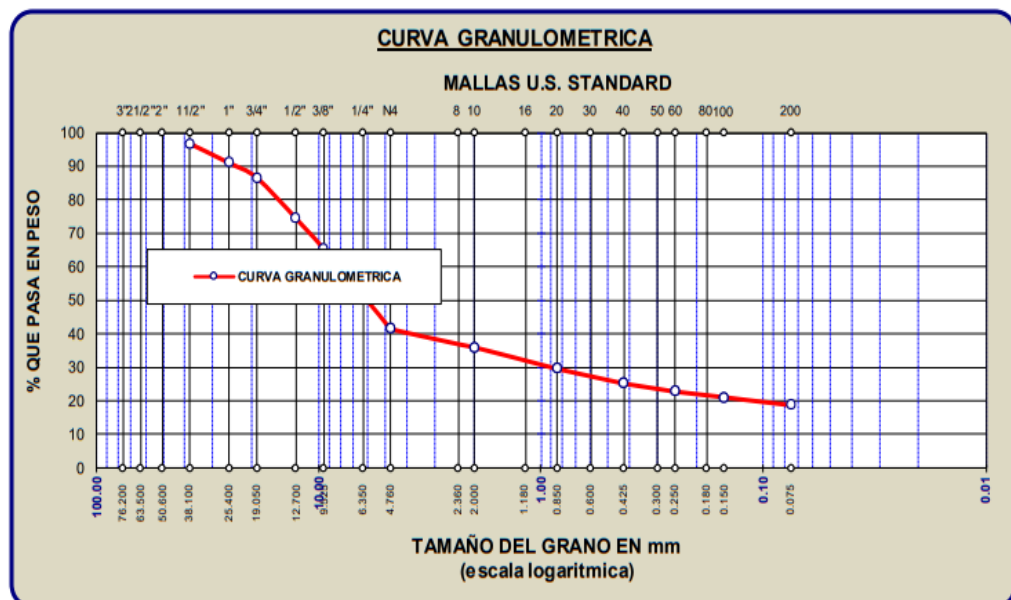
UBICACIÓN : CARRETERA CENTRAL HUÁNUCO - LA UNIÓN, KM 104+550 HASTA EL KM104+850

SOLICITANTE : BACH. PONCE BERROSPÍ EVELYN MARLIN

FECHA : MARZO DEL 2023

MUESTRA : M-02

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	MATERIAL OBTENIDO	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	
3"	76.200				100.00	GRAVA GRUESA	GRAVA	CALICATA N° 02 Profundidad = 3.00 mts. Límites de Consistencia : LL = 25 % LP = 18 % IP = 7 % Peso de la Muestra: 12102.10 gr. GRAVA 58.40 % ARENA 41.60 %
2 1/2"	63.500	450.00	1.60	1.60	98.40			
2"	50.600	485.00	1.70	3.30	96.70			
1 1/2"	38.100	1575.00	5.50	8.80	91.20			
1"	25.400	1355.00	4.70	13.50	86.50			
3/4"	19.050	3440.00	12.00	25.50	74.50	GRAVA FINA	ARENA	CLASIFICACION SUCS: [GM-GC] Grav a limosa y arcillosa
1/2"	12.700	2655.00	9.20	34.70	65.30			
3/8"	9.525	1750.00	6.10	40.80	59.20	ARENA GRUESA	ARENA	OBSERVACIONES La muestra corresponde al estrato N° 1 de 0.00 a 3.00 m de profundidad.
1/4"	6.350							
No4	4.760	17.60	17.60	58.40	41.60			
No8	2.360							
No10	2.000	73.10	5.60	64.00	36.00			
No16	1.180							
No20	0.850	81.50	6.30	70.30	29.70			
No30	0.600							
No40	0.425	56.50	4.40	74.70	25.30			
No50	0.300							
No60	0.250	29.70	2.30	77.00	23.00	ARENA FINA	ARENA	
No80	0.180							
No100	0.150	24.60	1.90	78.90	21.10			
No200	0.075	28.60	2.20	81.10	18.90			
BASE		80.50	0.67	100.00	0.00	LIMOS		
TOTAL		12102.10	100.00					



ENSAYO DE LIMITE DE CONSISTENCIA
LIMITE LIQUIDO - LIMITE PLASTICO - INDICE DE PLASTICIDAD

PROYECTO : "PROPUESTA DE SOLUCION CON ESCALONAMIENTO DEL TALUD MEDIANTE BANQUETA EN SU ANALISIS DE ESTABILIDAD DE LOS TRAMOS DEL KM104+550 HASTA EL KM104+850 DE LA CARRETERA HUÁNUCO-LA UNIÓN, 2023"

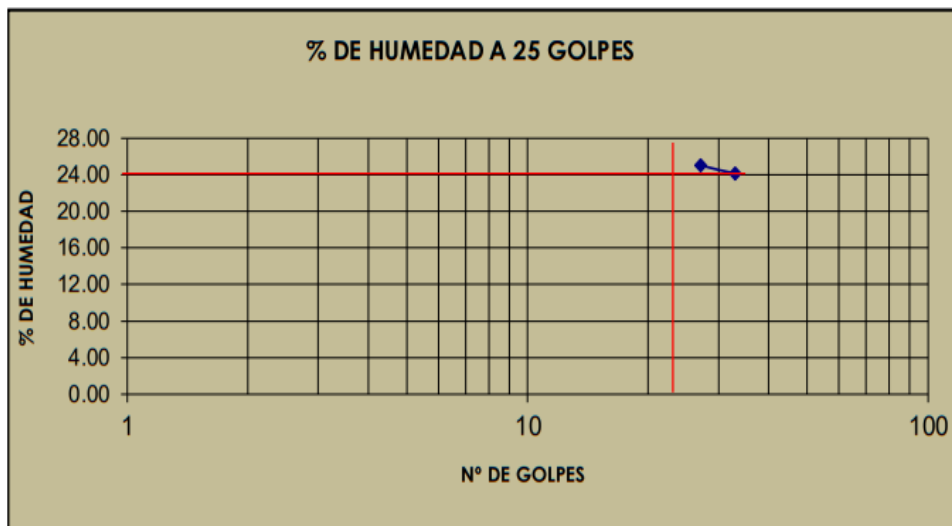
UBICACIÓN : CARRETERA CENTRAL HUÁNUCO - LA UNIÓN, KM 104+550 HASTA EL KM104+850

SOLICITANTE : BACH. PONCE BERROSPÍ EVELYN MARLIN

FECHA : MARZO DEL 2023

MUESTRA : M-02

CALICATA N°3	LIMITE LIQUIDO		LIMITE PLASTICO	
N° Prueba	I	II	I	II
N° Tara	8	6	4	5
N° de golpes	33	27	33.00	27.00
Peso tara + suelo húmedo (g)	47.98	46.68	24.18	24.11
Peso tara + suelo seco (g)	41.70	40.46	23.00	22.95
Peso del agua (g)	6.28	6.22	1.18	1.16
Peso de la tara (g)	15.72	15.60	16.28	16.47
Peso del suelo seco (g)	25.98	24.86	6.72	6.48
Contenido de humedad (%)	24.17	25.02	17.56	17.90
	LL =	25%	LP =	18%
	IP =	7%		



LL a los 25 golpes (según fórmula) por casa ensayo	25.00	25.25
Promedio de contenidos de humedad a los 25 golpes %	25.12%	

ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD (%)

PROYECTO : "PROPUESTA DE SOLUCION CON ESCALONAMIENTO DEL TALUD MEDIANTE BANQUETA EN SU ANALISIS DE ESTABILIDAD DE LOS TRAMOS DEL KM104+550 HASTA EL KM104+850 DE LA CARRETERA HUÁNUCO-LA UNIÓN, 2023"

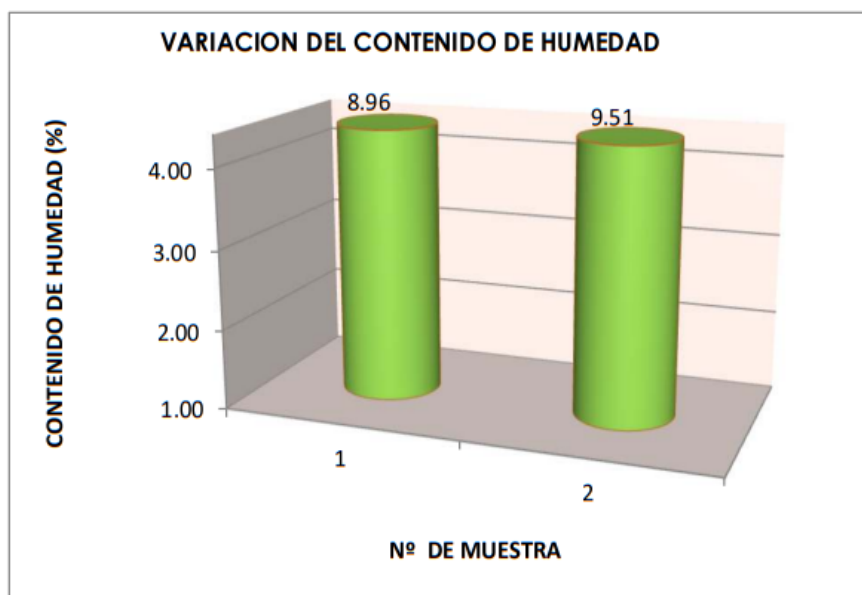
UBICACIÓN : CARRETERA CENTRAL HUÁNUCO - LA UNIÓN, KM 104+550 HASTA EL KM104+850

SOLICITANTE : BACH. PONCE BERROSPÍ EVELYN MARLIN

FECHA : MARZO DEL 2023

MUESTRA : M-02

CALICATA C-01		
CARACTERÍSTICAS	M - 01	M - 02
RECIPIENTE (Nº)	14	13
1. Peso de recipiente	6190.00	7746.00
2. Peso recipiente + muestra húmeda	5705.00	7103.00
3. Peso recipiente + muestra seca	295.00	340.00
4. Peso de agua	485.00	643.00
5. Peso de la muestra seca neta	5410.00	6763.00
6. Contenido de humedad	8.96	9.51
PROMEDIO DE CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	9.24	



ENSAYO DE CORTE DIRECTO (ASTM - D3080)

PROYECTO : PROPUESTA DE SOLUCION CON ESCALONAMIENTO DEL TALUD MEDIANTE BANQUETA EN SU ANALISIS DE ESTABILIDAD DE LOS TRAMOS DEL KM104+550 HASTA EL KM104+850 DE LA CARRETERA HUÁNUCO-LA UNIÓN, 2023"

UBICACIÓN : CARRETERA CENTRAL HUÁNUCO - LA UNIÓN, KM 104+550 HASTA EL KM104+850

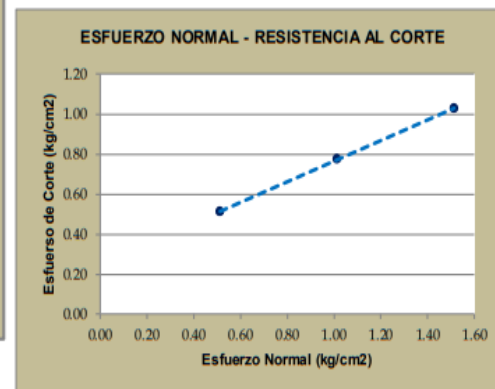
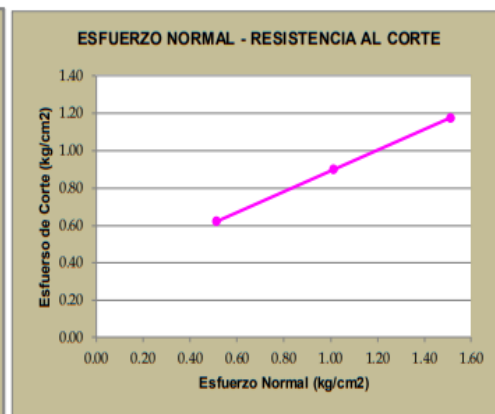
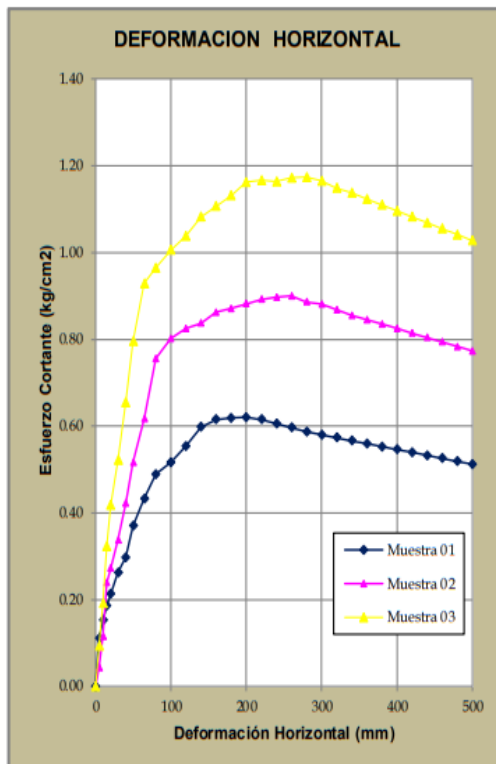
SOLICITANTE : BACH. PONCE BERROSPÍ EVELYN MARLIN

FECHA : MARZO DEL 2023

CALICATA : N° 2

PROFUNDIDAD : -3.00 mts.

GRAFICO DE CORTE DIRECTO



COHESIÓN	(C)	0.0413
ÁNGULO DE FRICCIÓN	(Ø)	27.06

PERFIL ESTRATIGRAFICO DEL KM 104+800

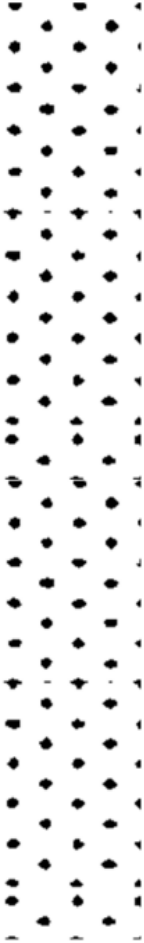
PROYECTO : "PROPUESTA DE SOLUCION CON ESCALONAMIENTO DEL TALUD MEDIANTE BANQUETA EN SU ANALISIS DE ESTABILIDAD DE LOS TRAMOS DEL KM104+550 HASTA EL KM104+850 DE LA CARRETERA HUÁNUCO-LA UNIÓN, 2023"

UBICACIÓN : CARRETERA CENTRAL HUÁNUCO - LA UNIÓN, KM 104+550 HASTA EL KM104+850

SOLICITANTE : BACH. PONCE BERROSPI EVELYN MARLIN

FECHA : MARZO DEL 2023

MUESTRA : 03

PROFUNDIDAD			Nº DE ESTRATO	CLASIFICACION	CLASIFICACION GRAFFICA	ESQUEMA
10	cm		ESTRATO Nº 3	GM		Material granular limoso de baja plasticidad, de color gris, con humedad media, tiene plasticidad y estado semicompactado.
20	cm					
30	cm					
40	cm					
50	cm					
60	cm					
70	cm					
80	cm					
90	cm					
100	cm					
110	cm					
120	cm					
130	cm					
140	cm					
150	cm					
160	cm					
170	cm					
180	cm					
190	cm					
200	cm					
210	cm					
220	cm					
230	cm					
240	cm					
250	cm					
270	cm					
280	cm					
290	cm					
300	cm					

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

PROYECTO : "PROPUESTA DE SOLUCION CON ESCALONAMIENTO DEL TALUD MEDIANTE BANQUETA EN SU ANALISIS DE ESTABILIDAD DE LOS TRAMOS DEL KM104+550 HASTA EL KM104+850 DE LA CARRETERA HUÁNUCO-LA UNIÓN, 2023"

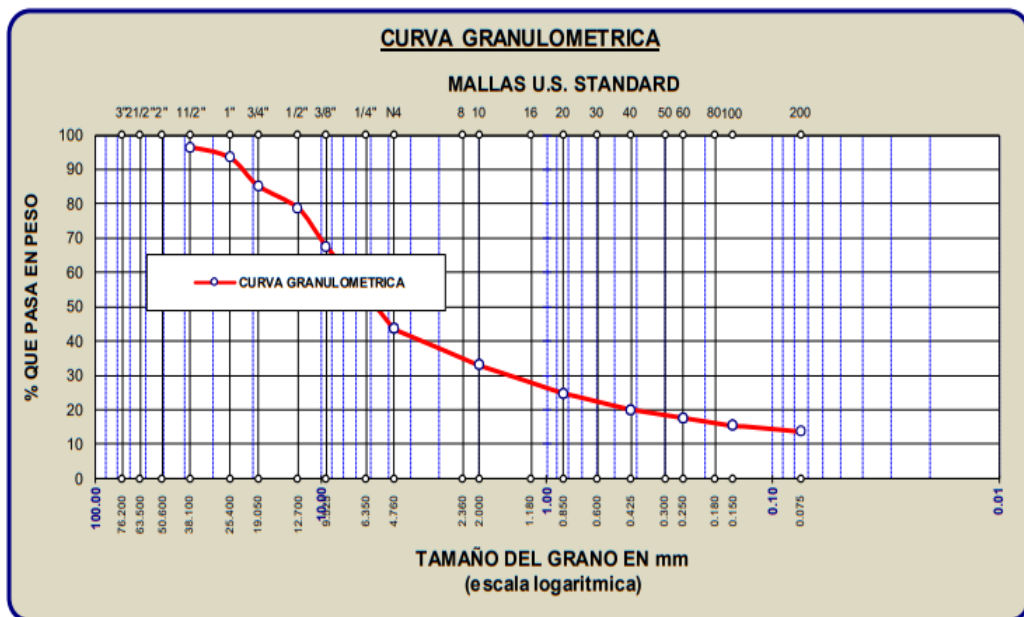
UBICACIÓN : CARRETERA CENTRAL HUÁNUCO - LA UNIÓN, KM 104+550 HASTA EL KM104+850

SOLICITANTE : BACH. PONCE BERROSPÍ EVELYN MARLIN

FECHA : MARZO DEL 2023

MUESTRA : M-03

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	MATERIAL OBTENIDO	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	
3"	76.200					GRAVA GRUESA	CALICATA Nº 03 Profundidad = 3.00 mts. Límites de Consistencia : LL = 31 % LP = 26 % IP = 5 %	
2 1/2"	63.500				100.00			
2"	50.600	860.00	3.50	3.50	96.50			
1 1/2"	38.100	705.00	2.90	6.40	93.60			
1"	25.400	2020.00	8.30	14.70	85.30			
3/4"	19.050	1610.00	6.60	21.30	78.70	GRAVA FINA	Peso de la Muestra: 14208.30 gr. GRAVA 56.40 % ARENA 43.60 % CLASIFICACION SUCS: (GM) Grav a Limosa	
1/2"	12.700	2700.00	11.10	32.40	67.60			
3/8"	9.525	1625.00	6.70	39.10	60.90	ARENA GRUESA		
1/4"	6.350							
No4	4.760	4190.00	17.30	56.40	43.60			
No8	2.360							
No10	2.000	126.50	10.50	66.90	33.10	ARENA MEDIA	OBSERVACIONES La muestra corresponde al estrato Nº 1 de 0.00 a 3.00 m de profundidad.	
No16	1.180							
No20	0.850	98.60	8.20	75.10	24.90	ARENA FINA		
No30	0.600							
No40	0.425	57.80	4.80	79.90	20.10			
No 50	0.300							
No60	0.250	2.30	2.40	82.30	17.70	ARENA FINA		
No80	0.180							
No100	0.150	26.10	2.20	84.50	15.55			
No200	0.075	21.10	1.80	86.30	13.80			
BASE		165.90	13.80	100.00	0.00	LIMOS		
TOTAL		14208.30	100.00					



ENSAYO DE LIMITE DE CONSISTENCIA
LIMITE LIQUIDO - LIMITE PLASTICO - INDICE DE PLASTICIDAD

PROYECTO : "PROPUESTA DE SOLUCION CON ESCALONAMIENTO DEL TALUD MEDIANTE BANQUETA EN SU ANALISIS DE ESTABILIDAD DE LOS TRAMOS DEL KM104+550 HASTA EL KM104+850 DE LA CARRETERA HUÁNUCO-LA UNIÓN, 2023"

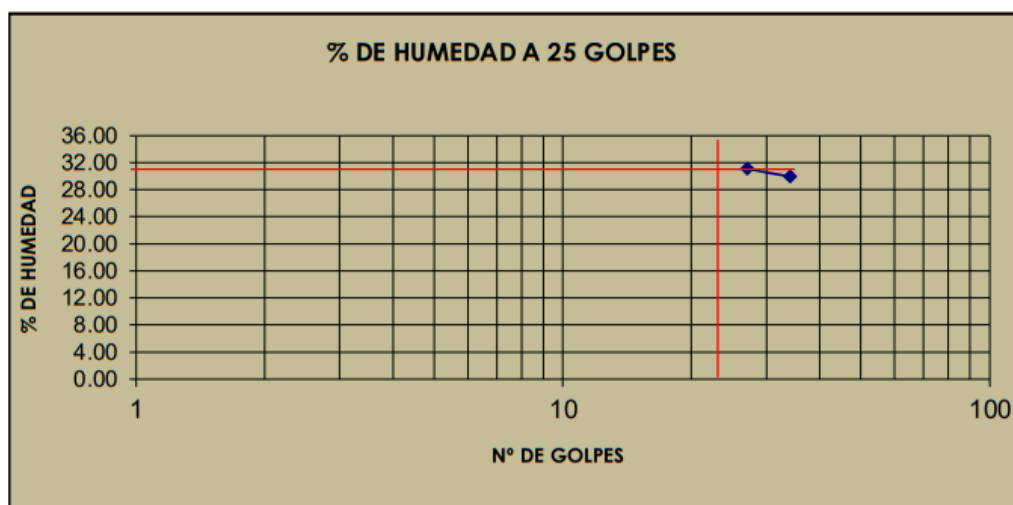
UBICACIÓN : CARRETERA CENTRAL HUÁNUCO - LA UNIÓN, KM 104+550 HASTA EL KM104+850

SOLICITANTE : BACH. PONCE BERROSPI EVELYN MARLIN

FECHA : MARZO DEL 2023

MUESTRA : M-03

CALICATA N°3	LIMITE LIQUIDO		LIMITE PLASTICO	
N° Prueba	I	II	I	II
N° Tara	5	4	4	5
N° de golpes	34	27	34	27
Peso tara + suelo húmedo (g)	43.39	43.85	28.90	24.31
Peso tara + suelo seco (g)	37.12	37.17	26.27	22.70
Peso del agua (g)	6.27	6.68	2.63	1.61
Peso de la tara (g)	16.20	15.72	16.28	16.47
Peso del suelo seco (g)	20.92	21.45	9.99	6.23
Contenido de humedad (%)	29.97	31.14	26.33	25.84
	LL = 31%		LP = 26%	
	IP = 5%			



LL a los 25 golpes (según fórmula) por casa ensayo	31.11	31.43
Promedio de contenidos de humedad a los 25 golpes %	31.27%	

ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD (%)

PROYECTO : "PROPUESTA DE SOLUCION CON ESCALONAMIENTO DEL TALUD MEDIANTE BANQUETA EN SU ANALISIS DE ESTABILIDAD DE LOS TRAMOS DEL KM104+550 HASTA EL KM104+850 DE LA CARRETERA HUÁNUCO-LA UNIÓN, 2023"

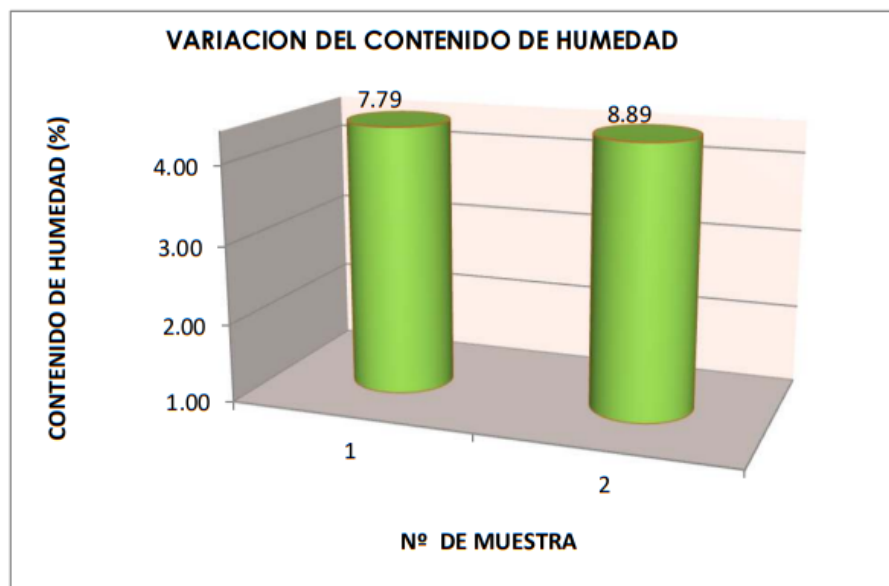
UBICACIÓN : CARRETERA CENTRAL HUÁNUCO - LA UNIÓN, KM 104+550 HASTA EL KM104+850

SOLICITANTE : BACH. PONCE BERROSPÍ EVELYN MARLIN

FECHA : MARZO DEL 2023

MUESTRA : M-03

CALICATA C-01		
CARACTERISTICAS	M - 01	M - 02
RECIPIENTE (Nº)	4	11
1. Peso de recipiente	6397.00	5178.00
2. Peso recipiente + muestra húmeda	5993.00	4781.00
3. Peso recipiente + muestra seca	809.00	295.00
4. Peso de agua	404.00	397.00
5. Peso de la muestra seca neta	5184.00	4466.00
6. Contenido de humedad	7.79	8.89
PROMEDIO DE CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	8.34	



ENSAYO DE CORTE DIRECTO (ASTM - D3080)

PROYECTO : PROPUESTA DE SOLUCION CON ESCALONAMIENTO DEL TALUD MEDIANTE BANQUETA EN SU ANALISIS DE ESTABILIDAD DE LOS TRAMOS DEL KM104+550 HASTA EL KM104+850 DE LA CARRETERA HUÁNUCO-LA UNIÓN, 2023"

UBICACIÓN : CARRETERA CENTRAL HUÁNUCO - LA UNIÓN, KM 104+550 HASTA EL KM104+850

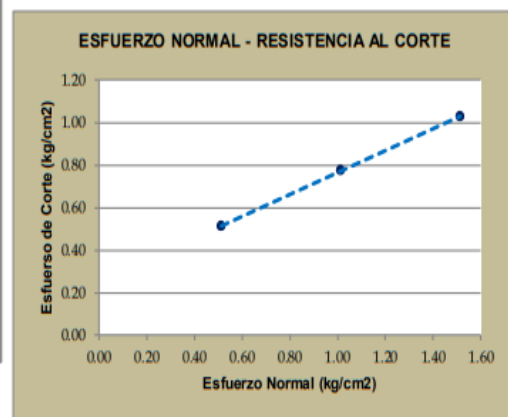
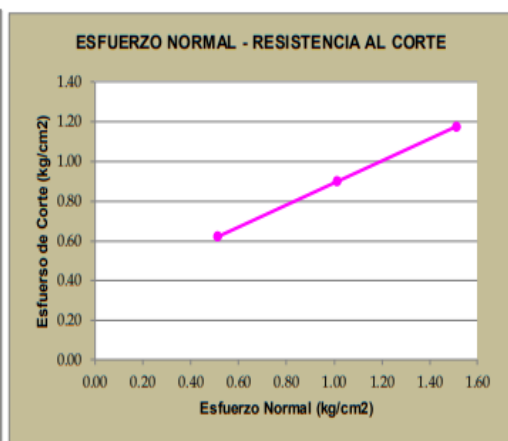
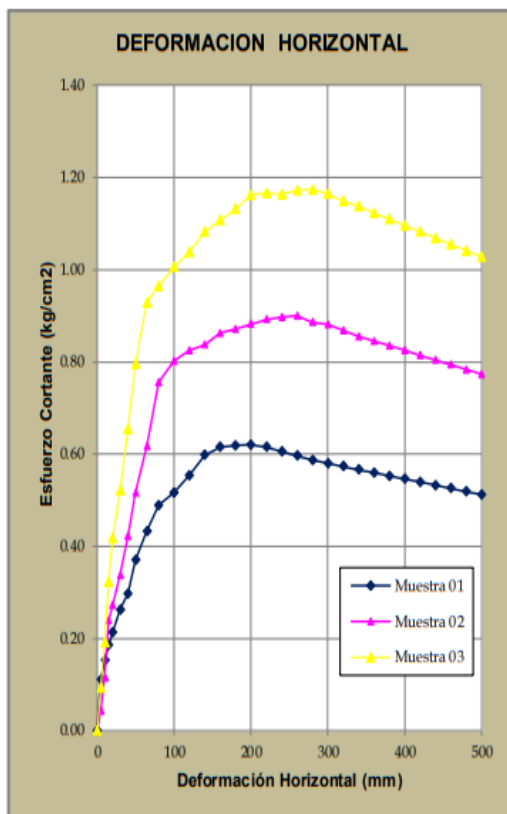
SOLICITANTE : BACH. PONCE BERROSPI EVELYN MARLIN

FECHA : MARZO DEL 2023

CALICATA : N° 3

PROFUNDIDAD : -3.00 mts.

GRAFICO DE CORTE DIRECTO



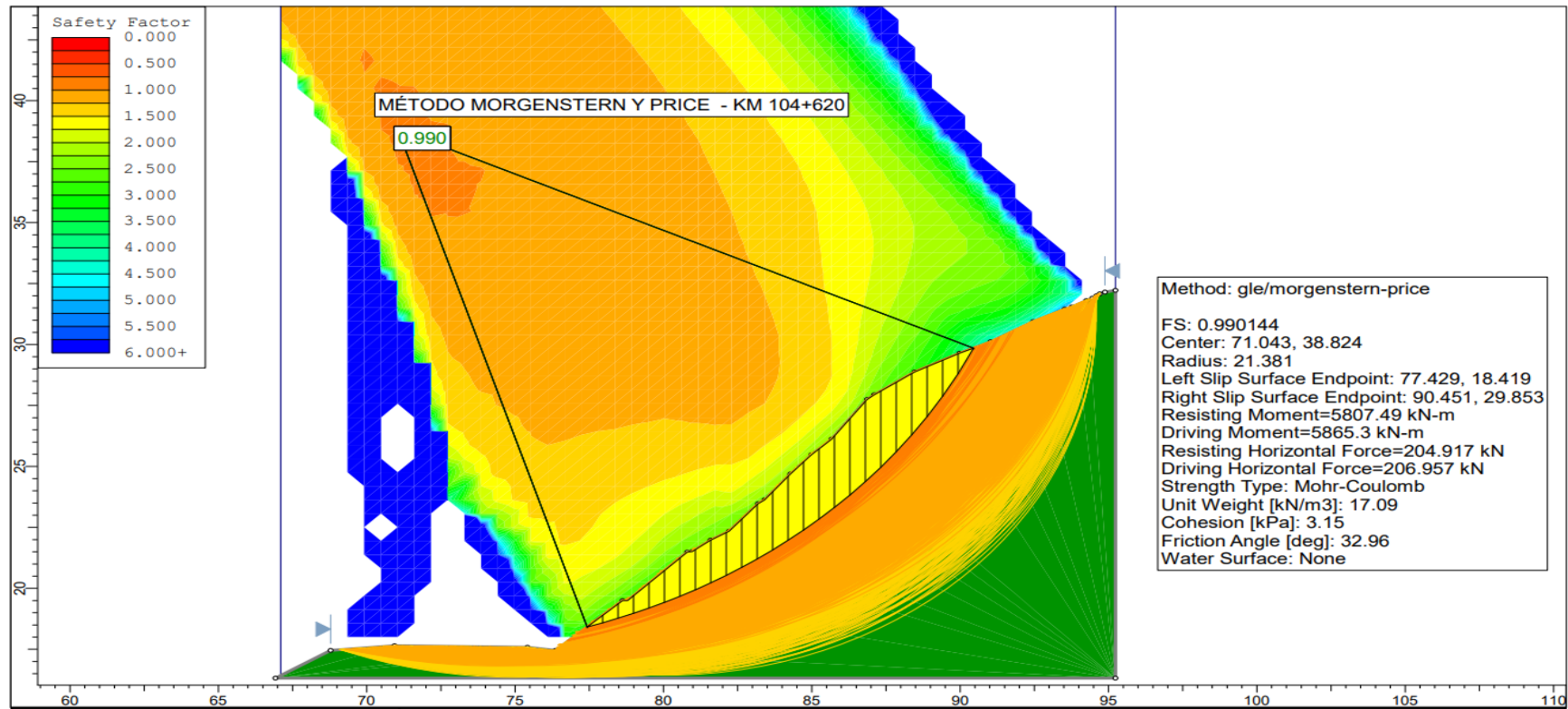
COHESIÓN
ANGULO DE
FRICCIÓN

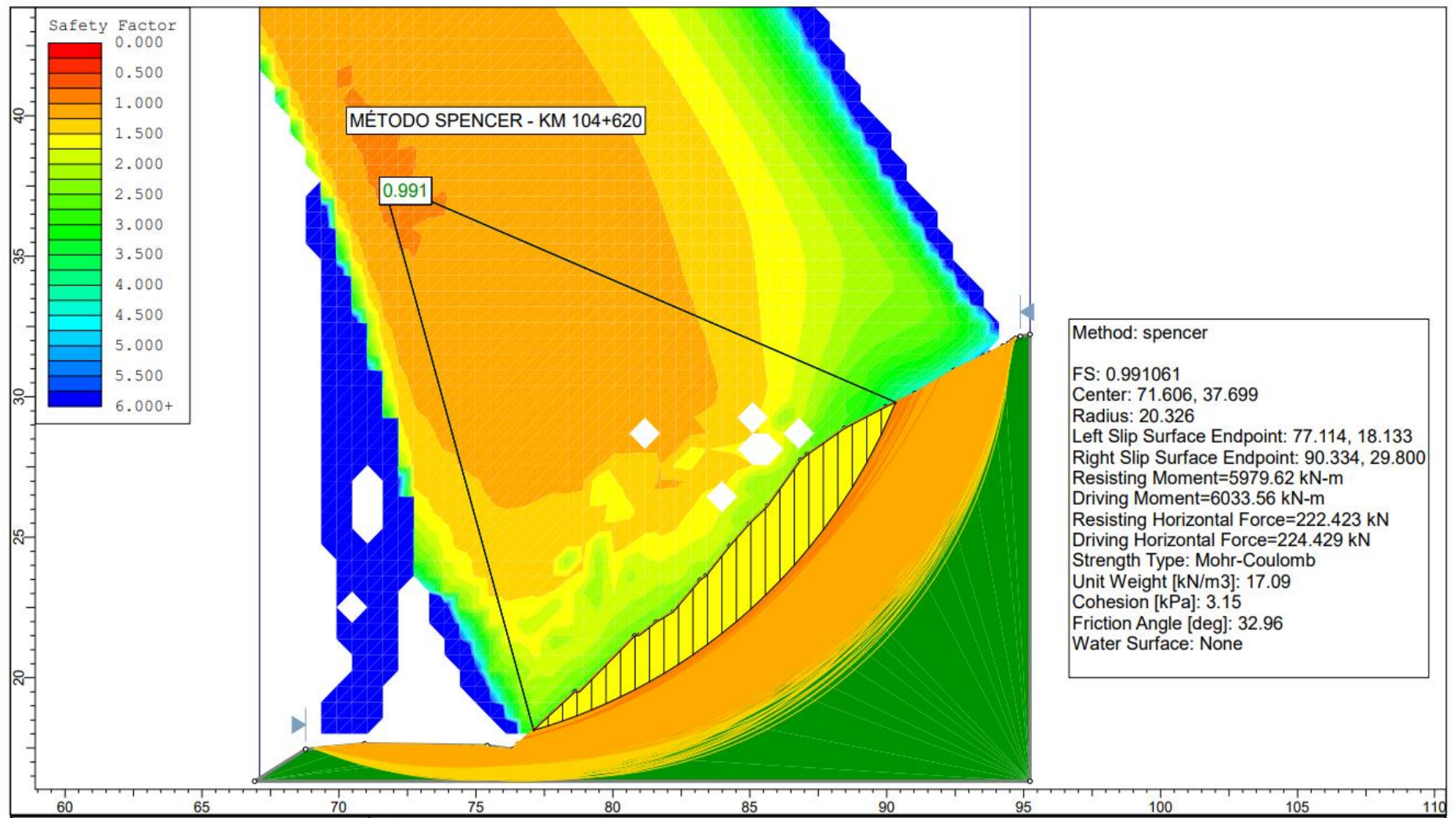
(C)
(ϕ)

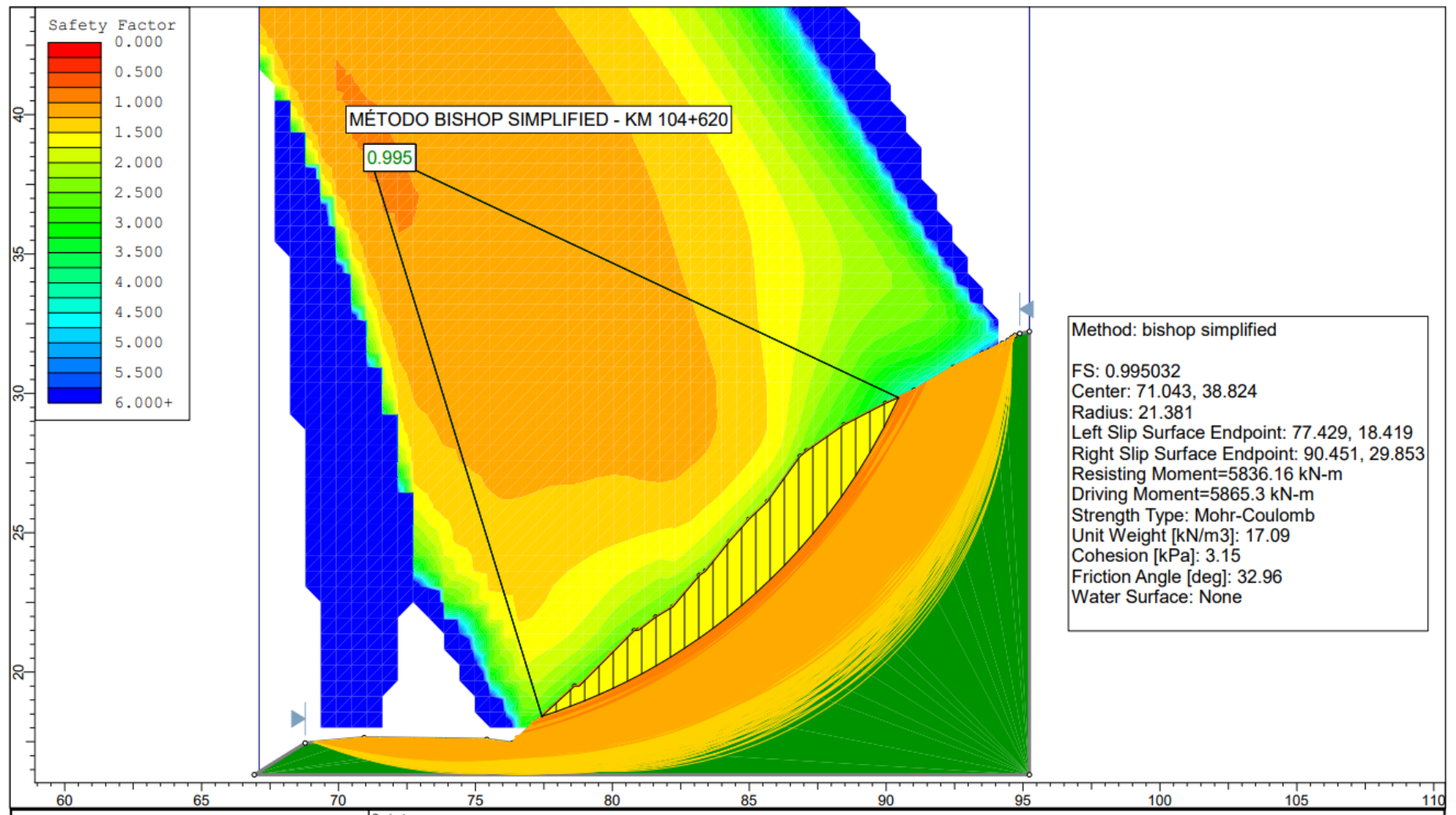
0.0610
31.70

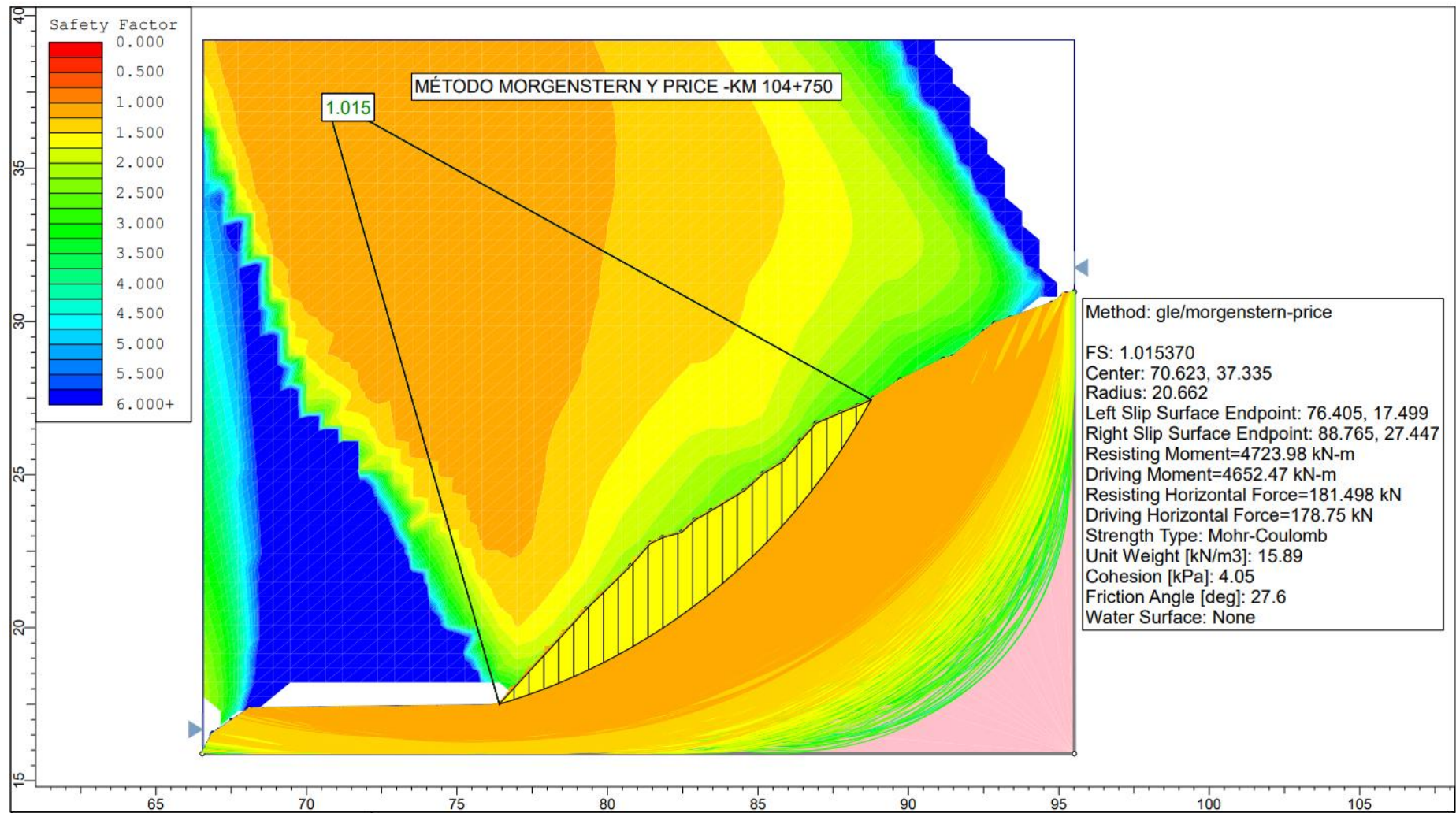
ANEXO 4

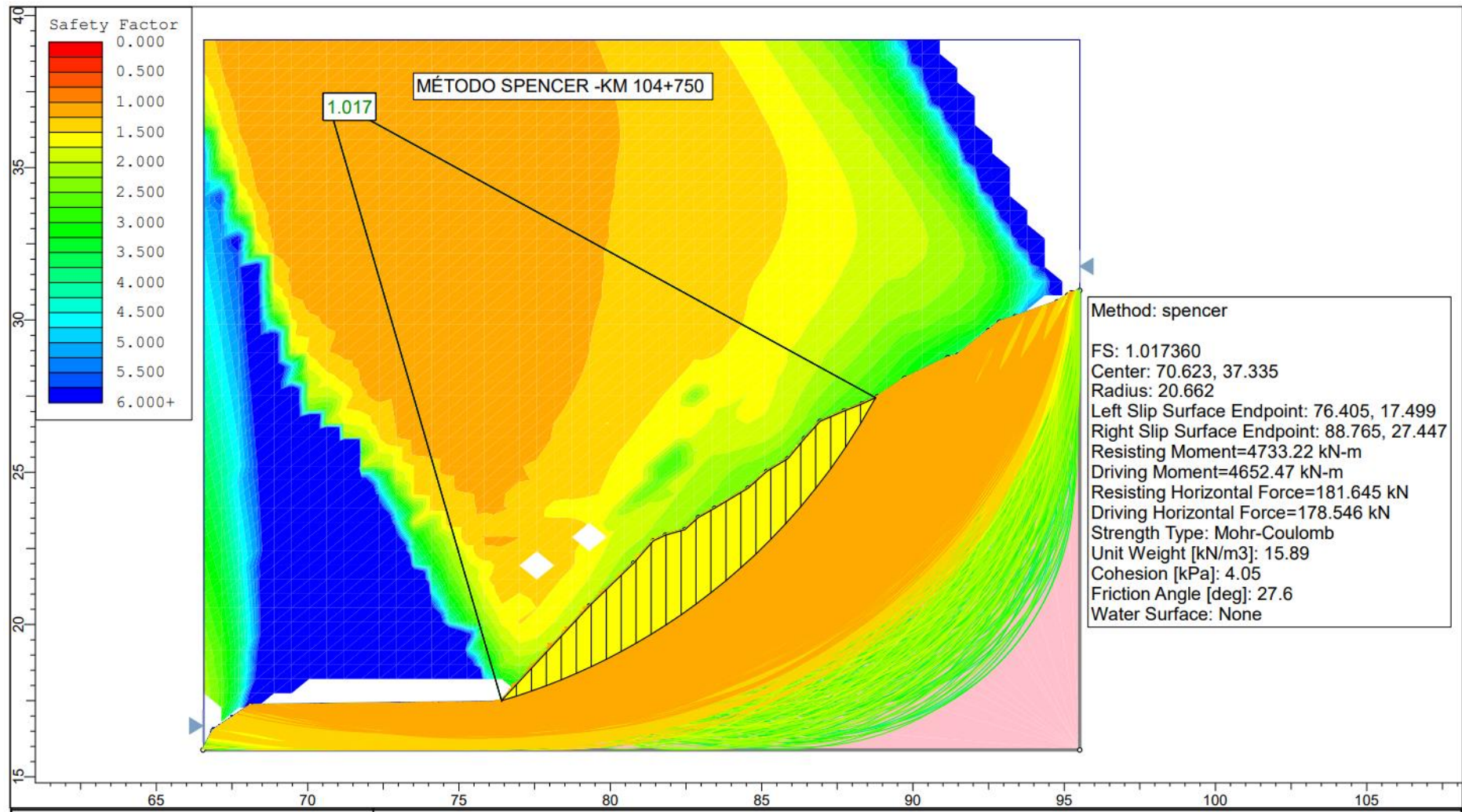
COEFICIENTES DE SEGURIDAD DE LOS TALUDES BAJO CONDICIONES ESTÁTICAS SIN LA INFLUENCIA DE LAS BANQUETAS

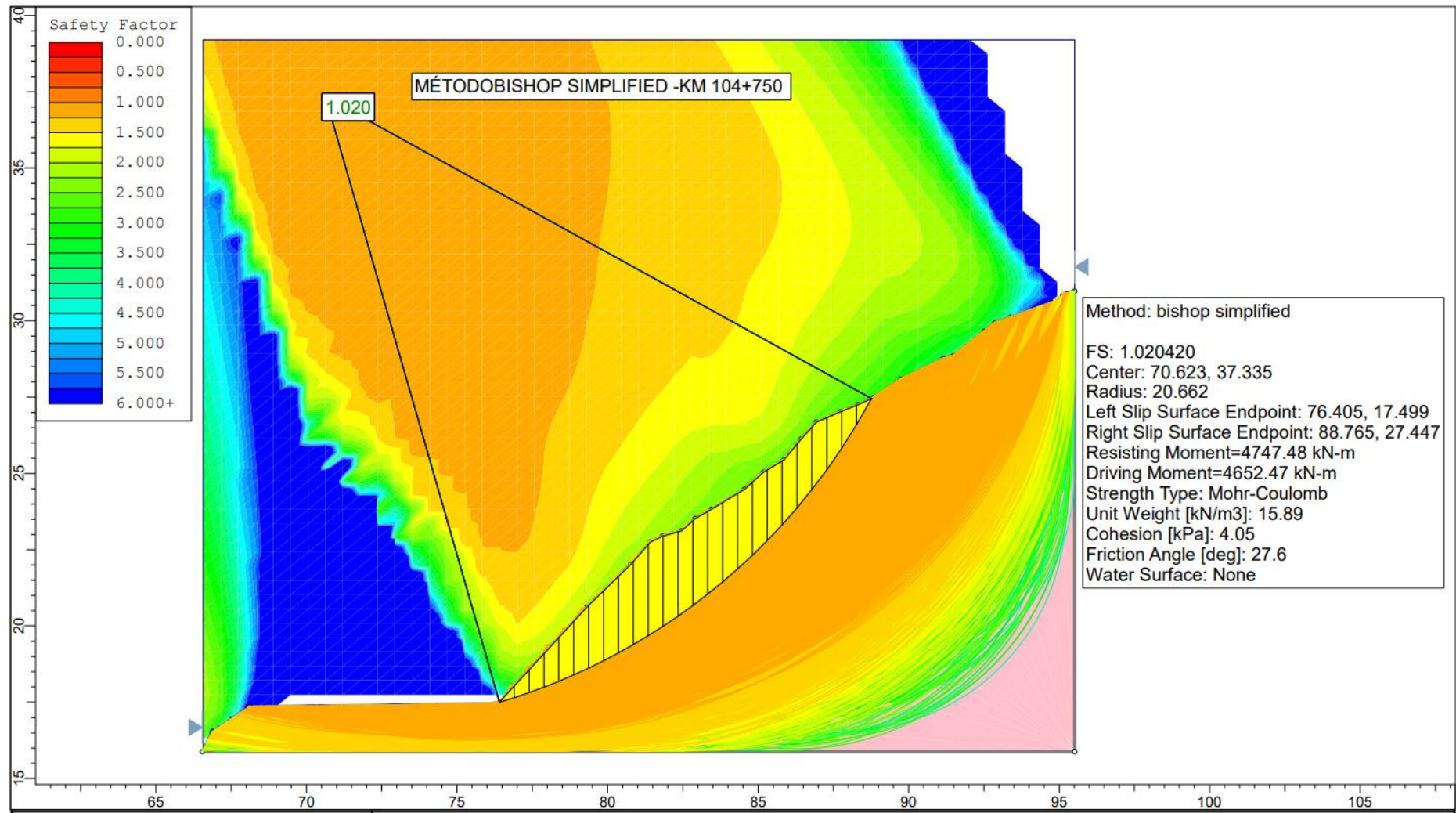


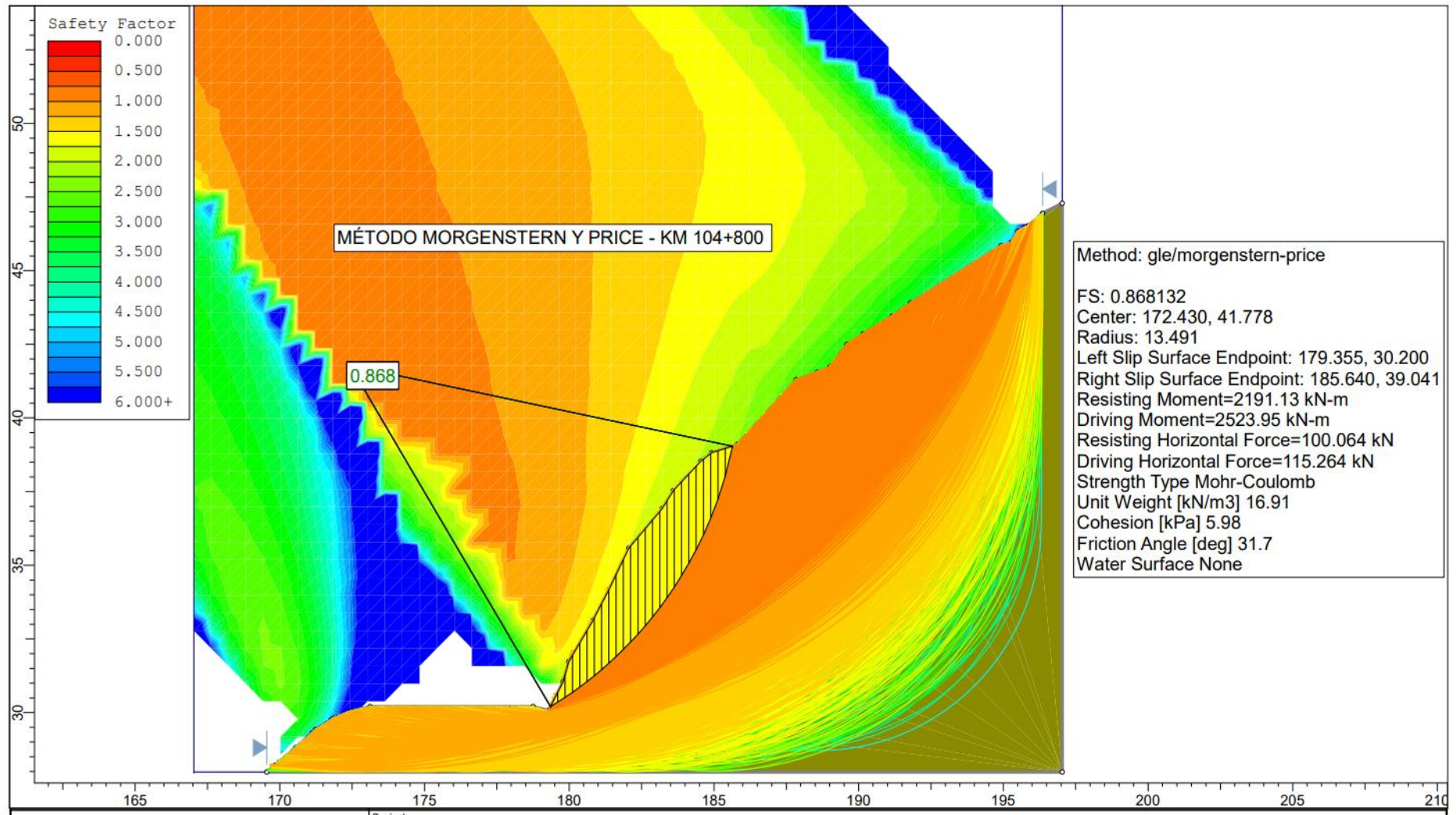


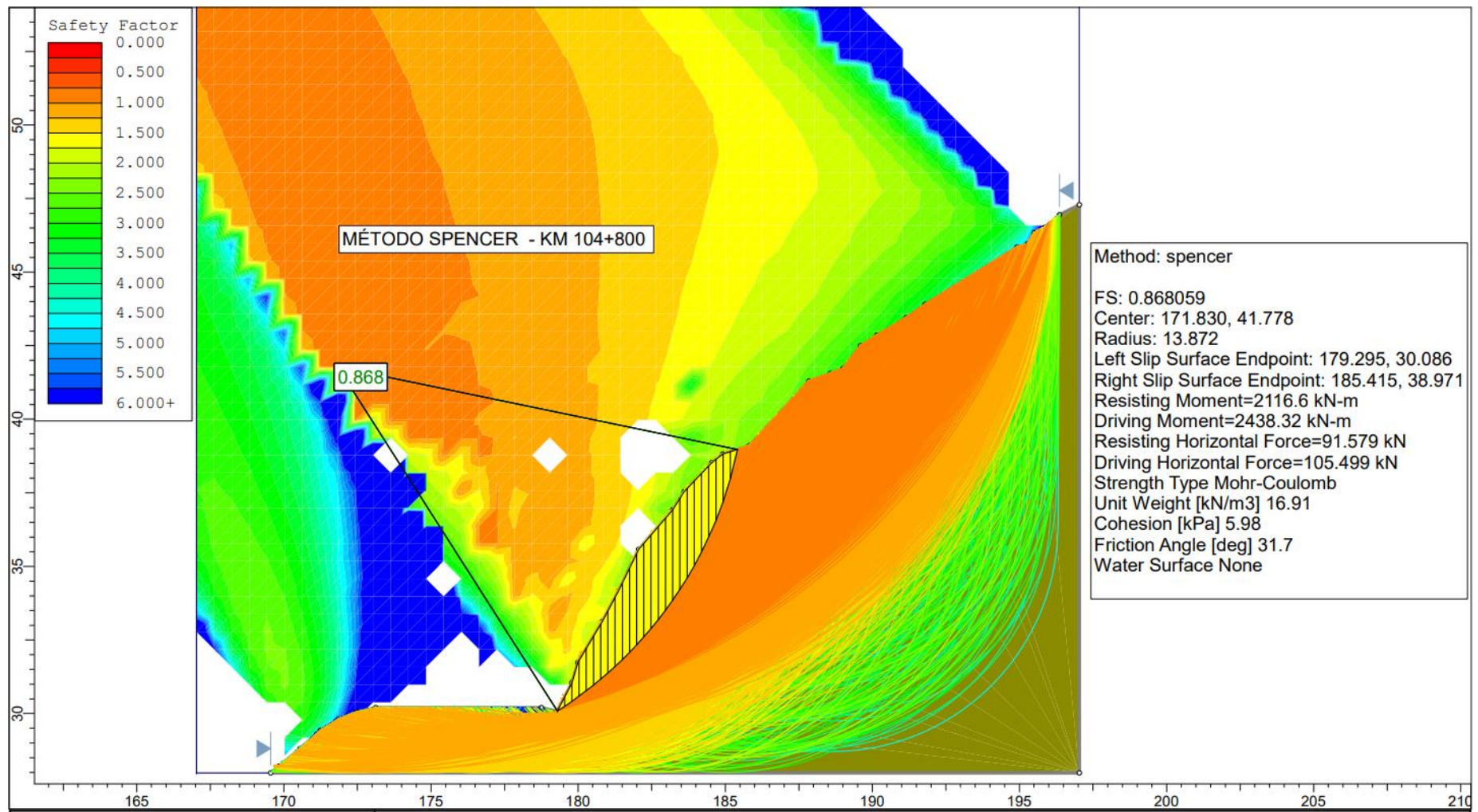


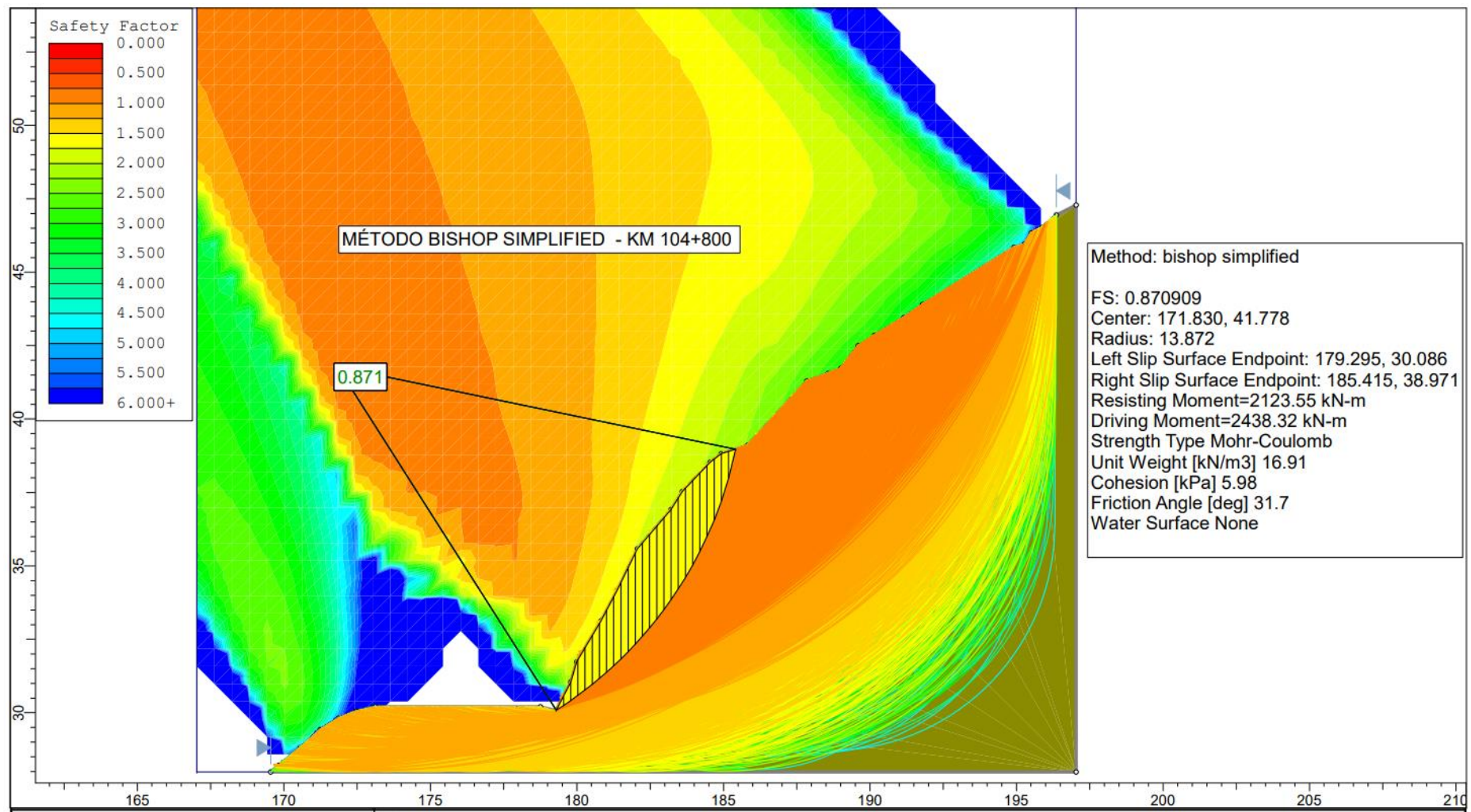






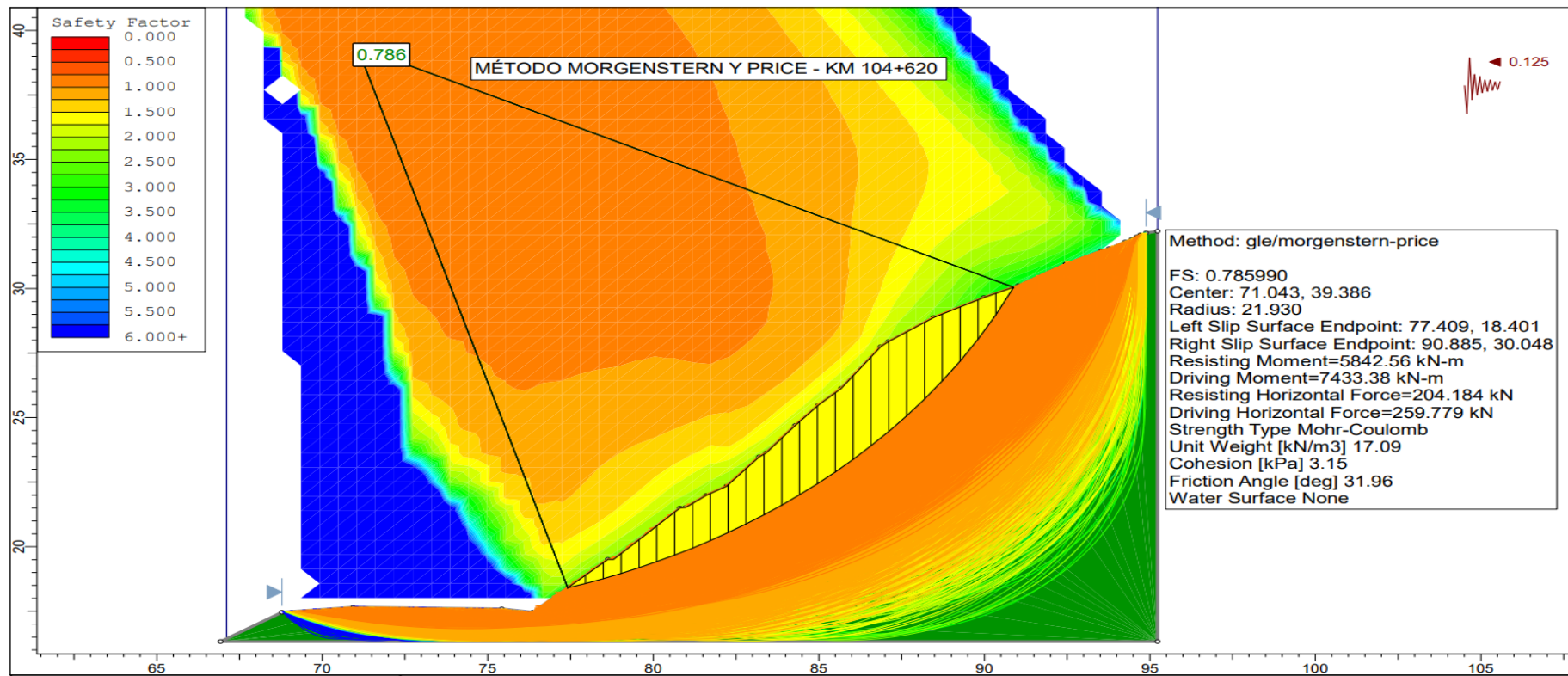


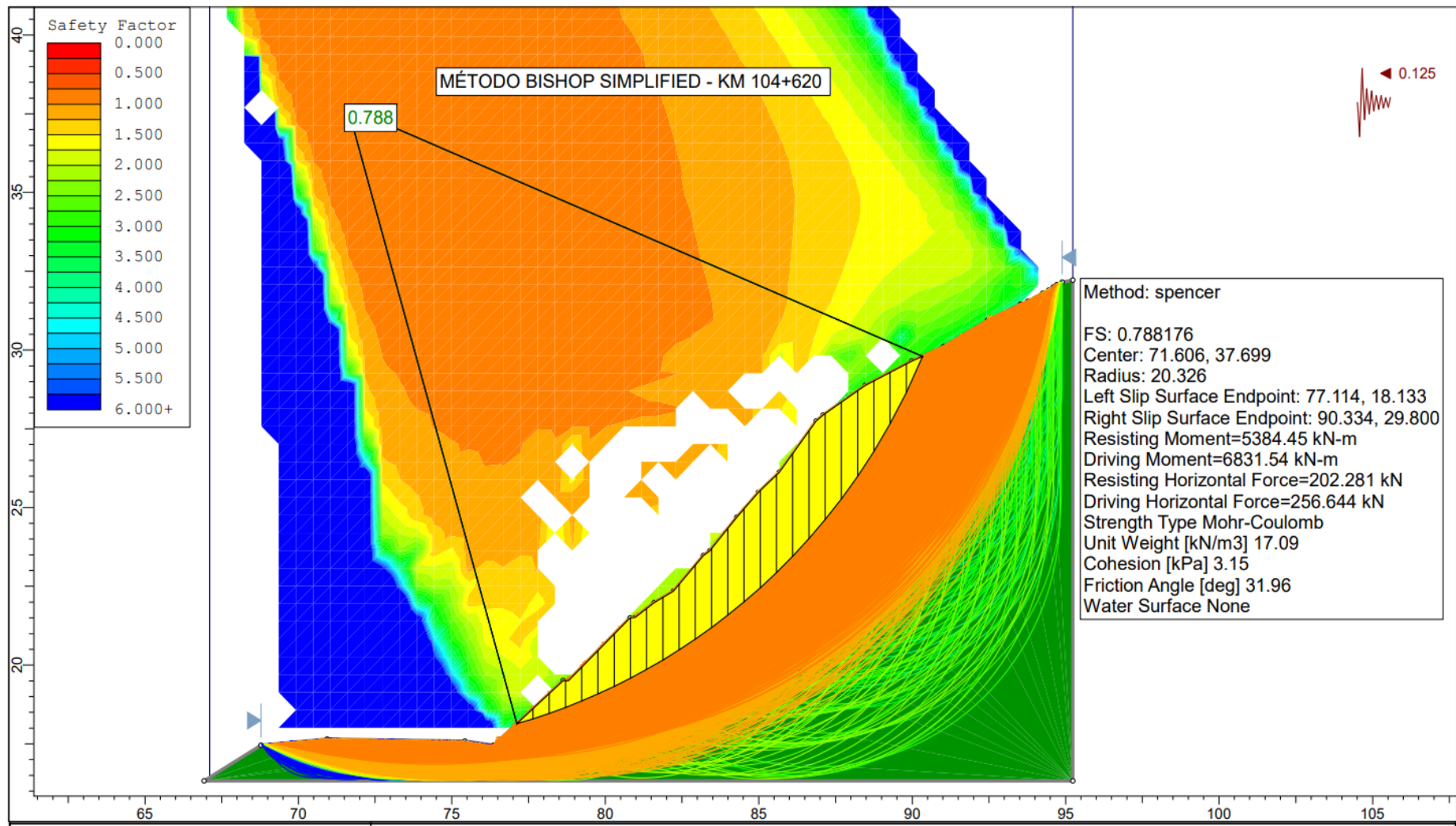


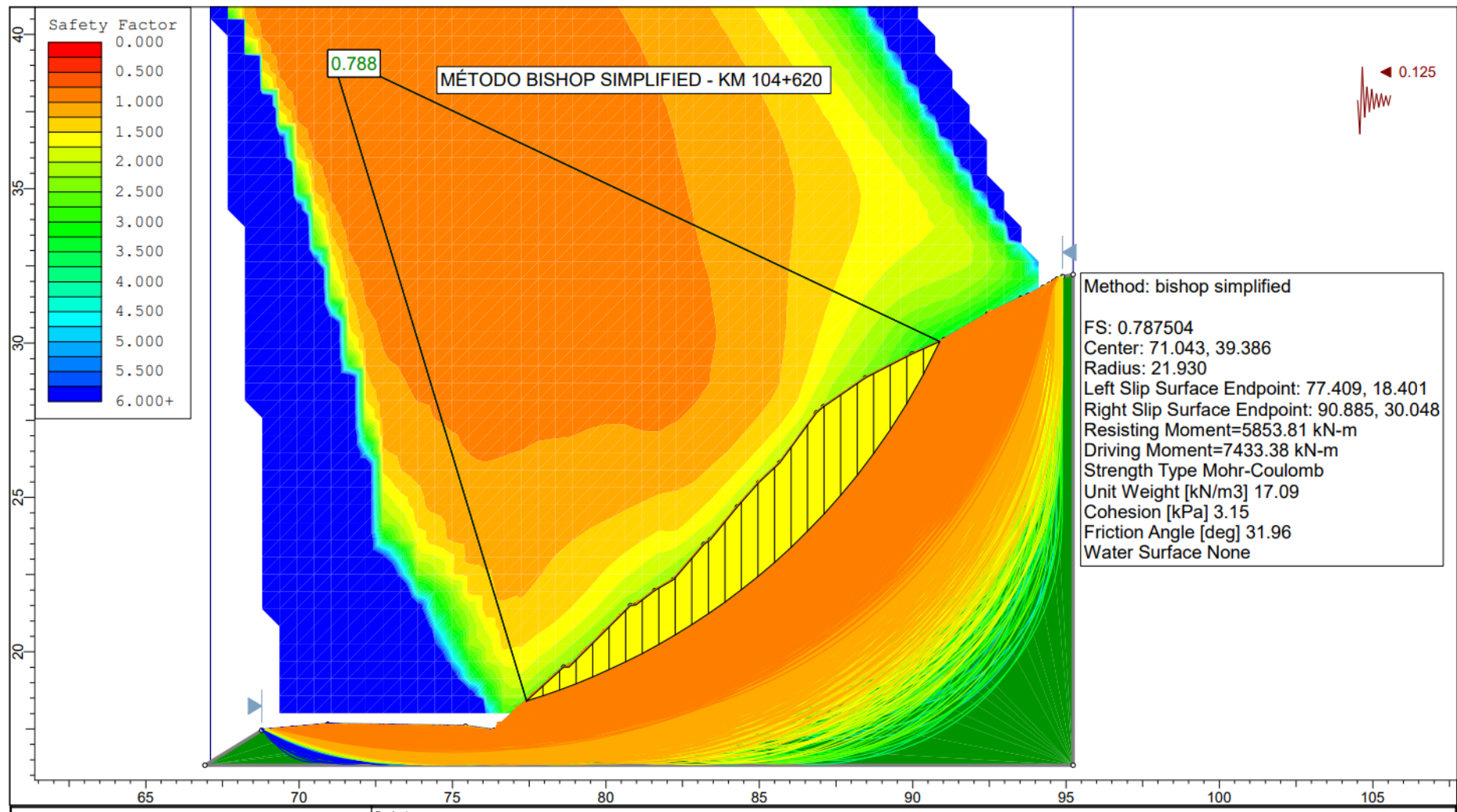


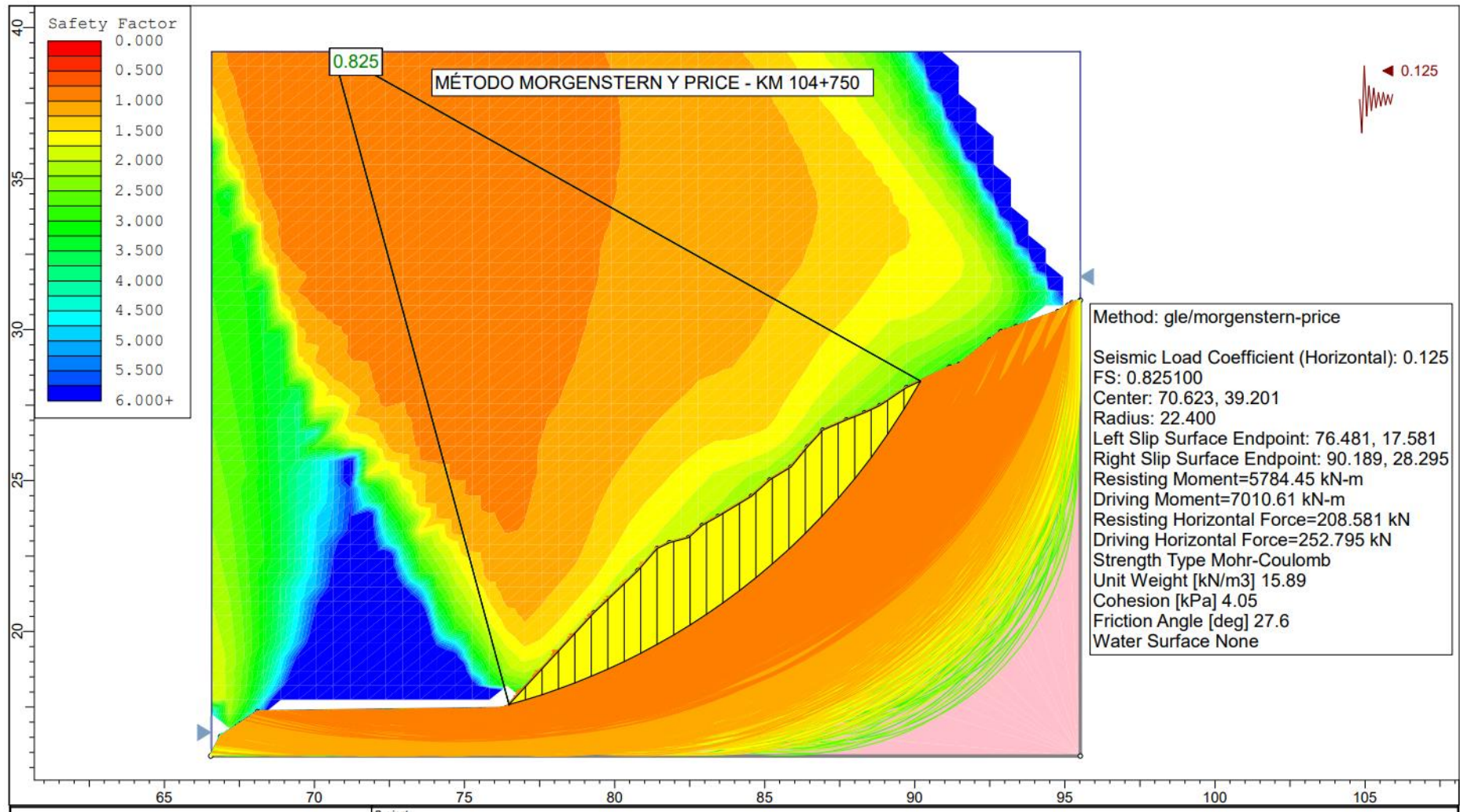
ANEXO 5

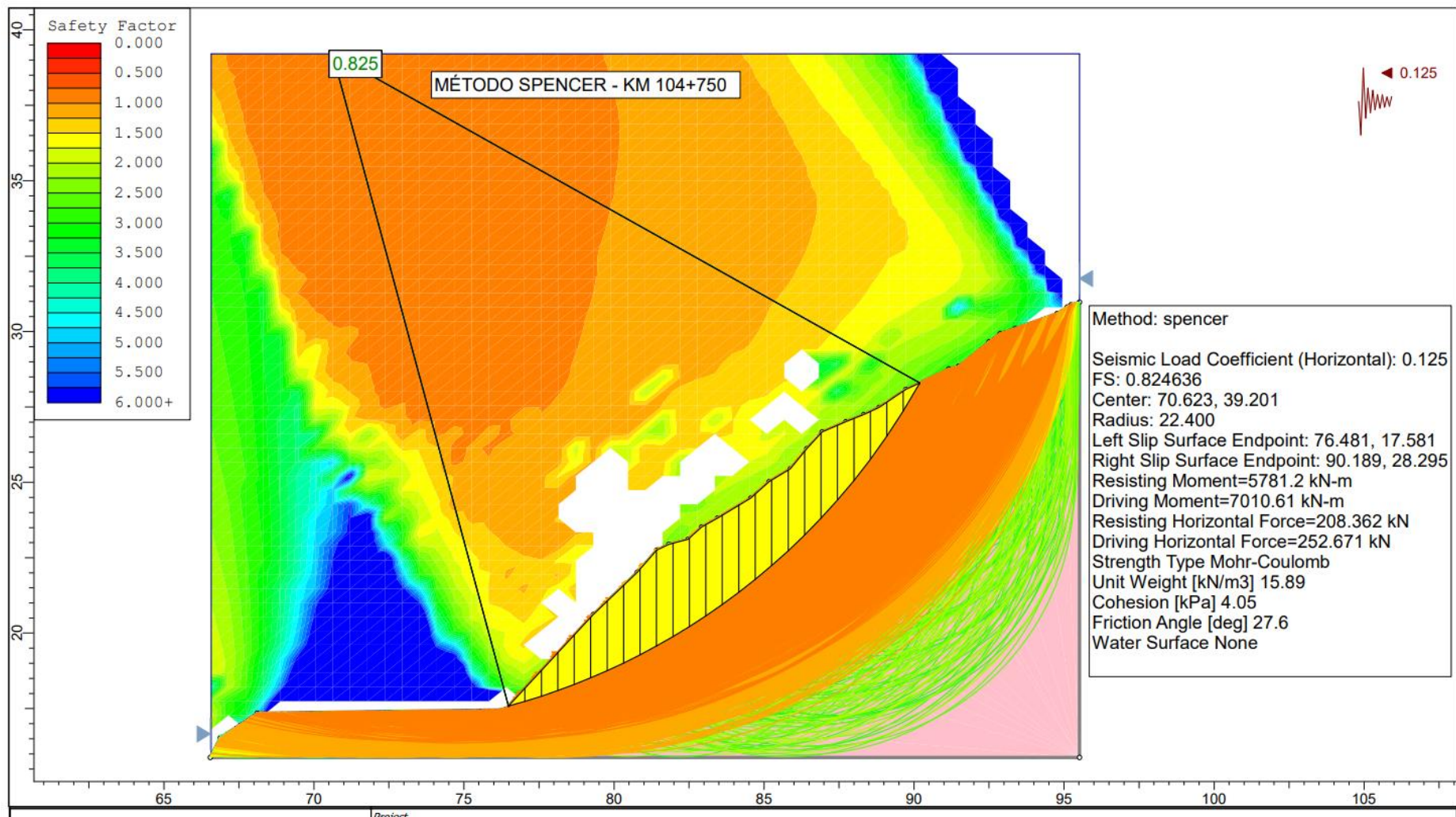
COEFICIENTES DE SEGURIDAD DE LOS TALUDES BAJO CONDICIONES SÍSMICAS SIN LA INFLUENCIA DE LAS BANQUETAS

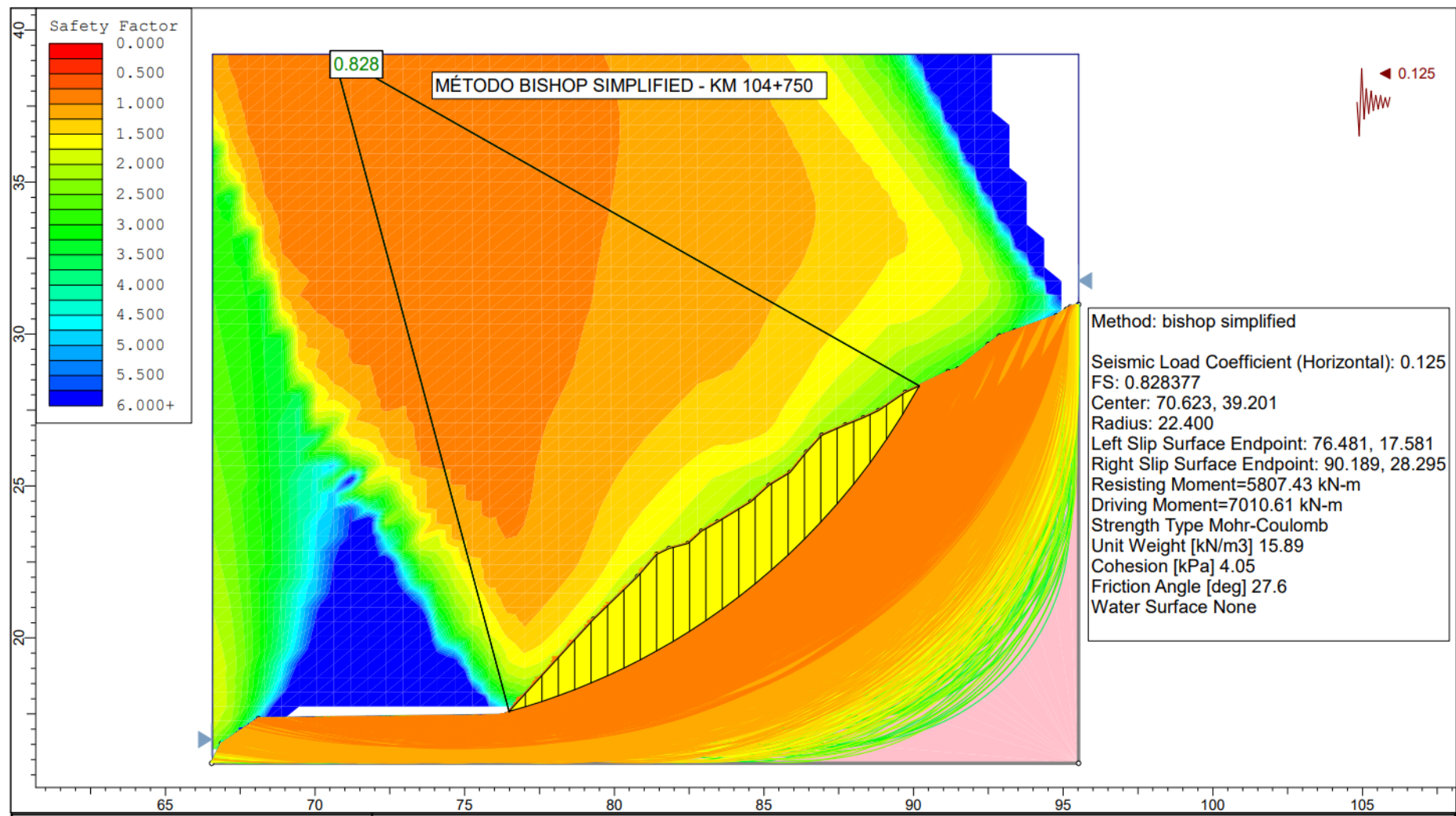


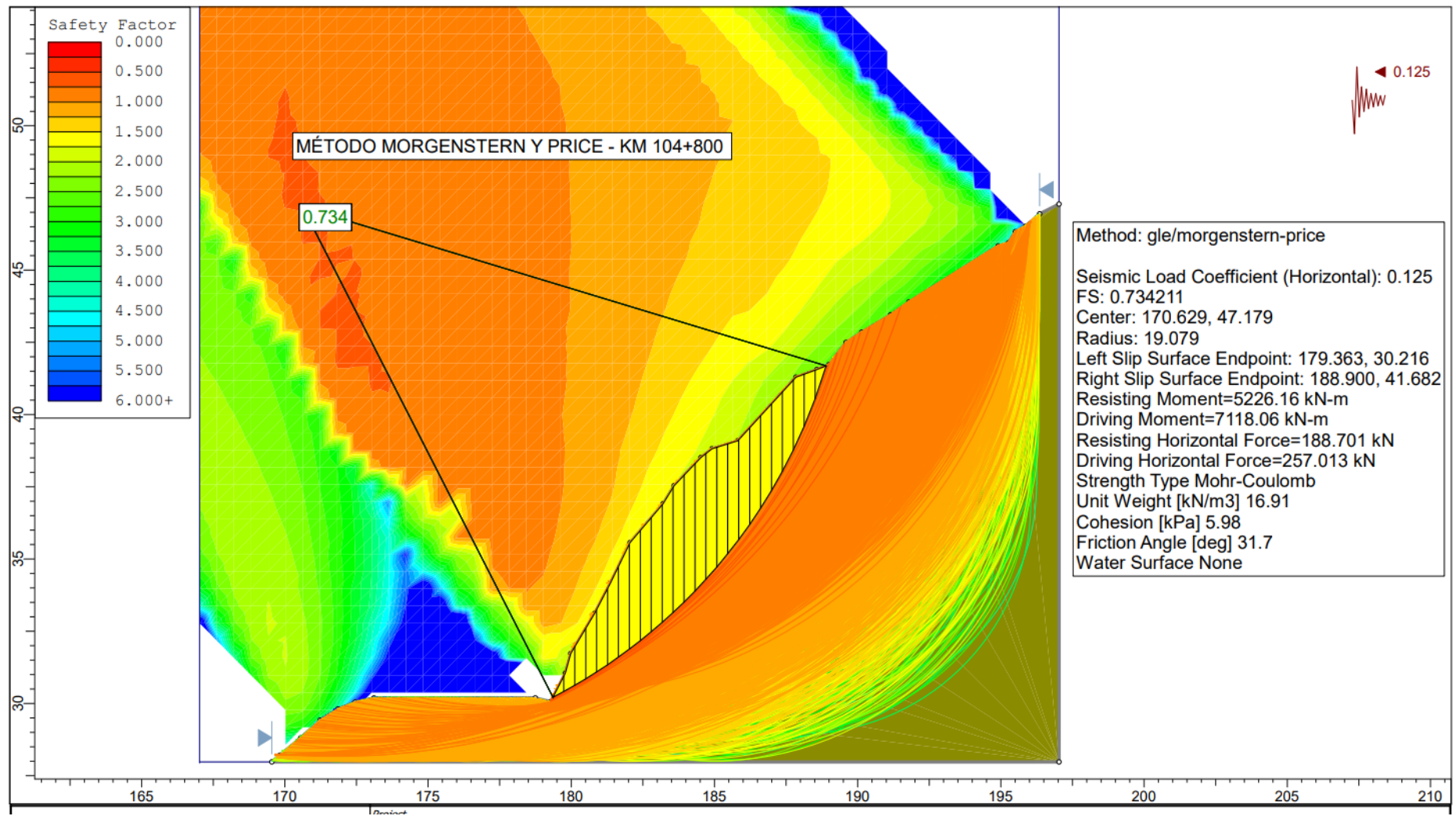


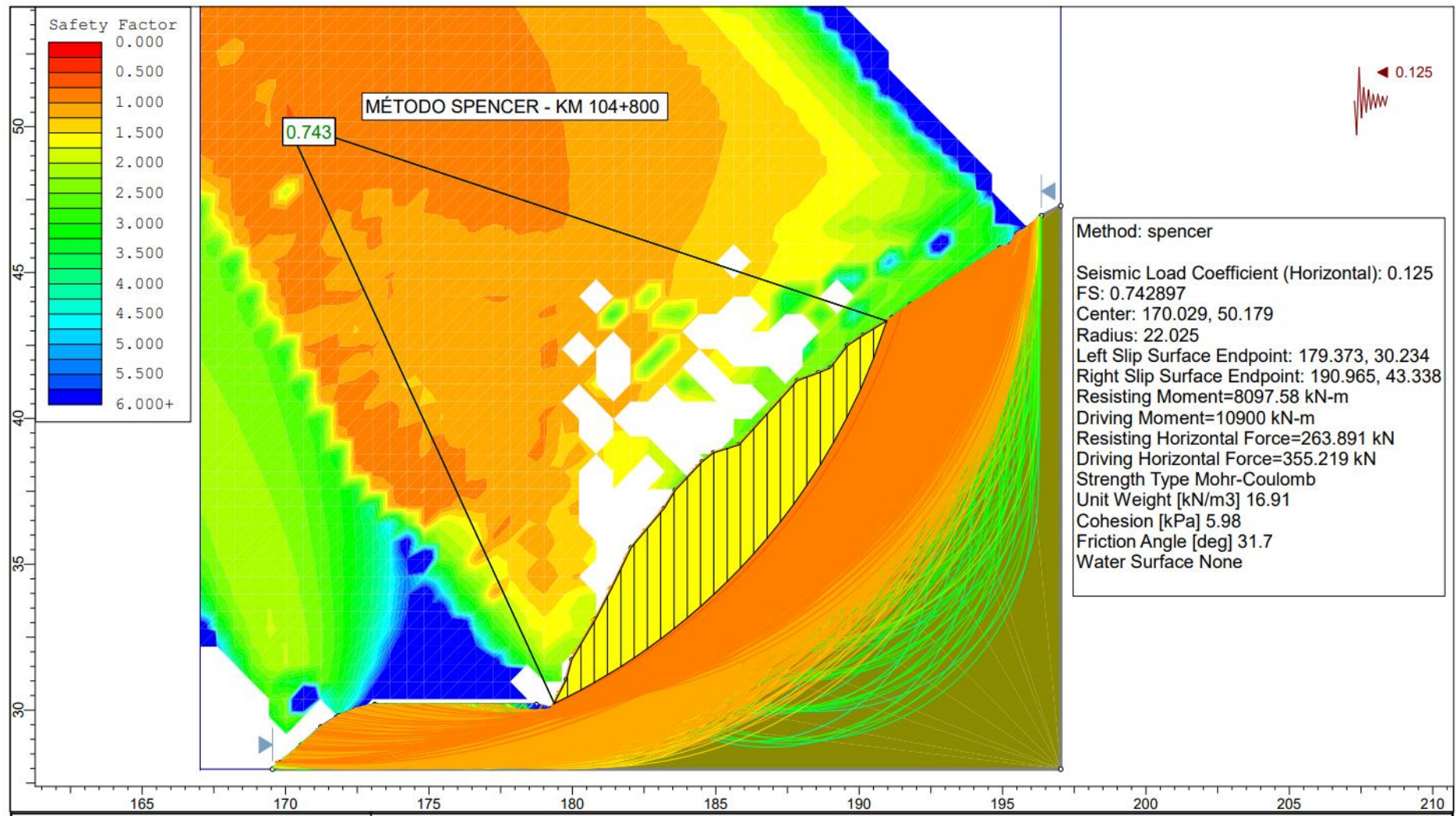


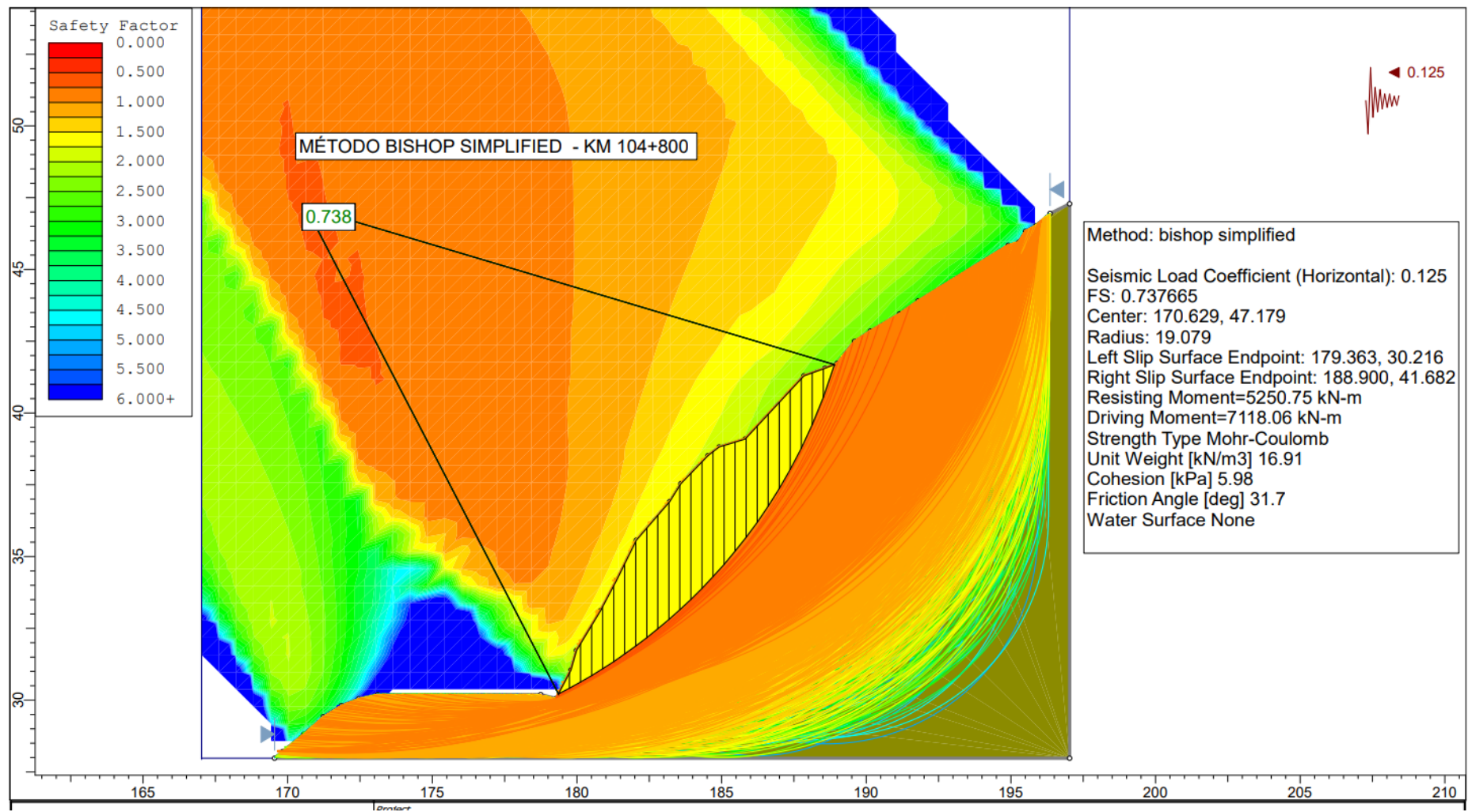






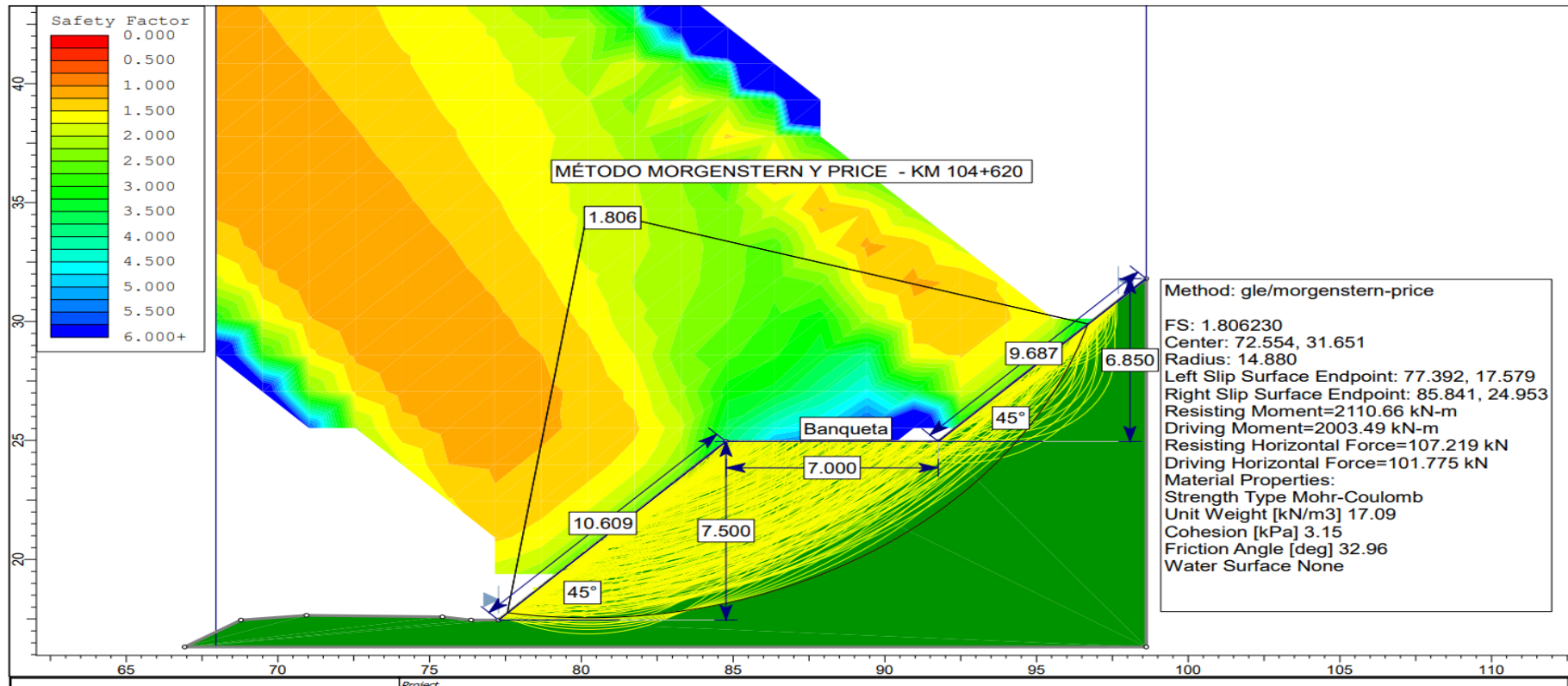


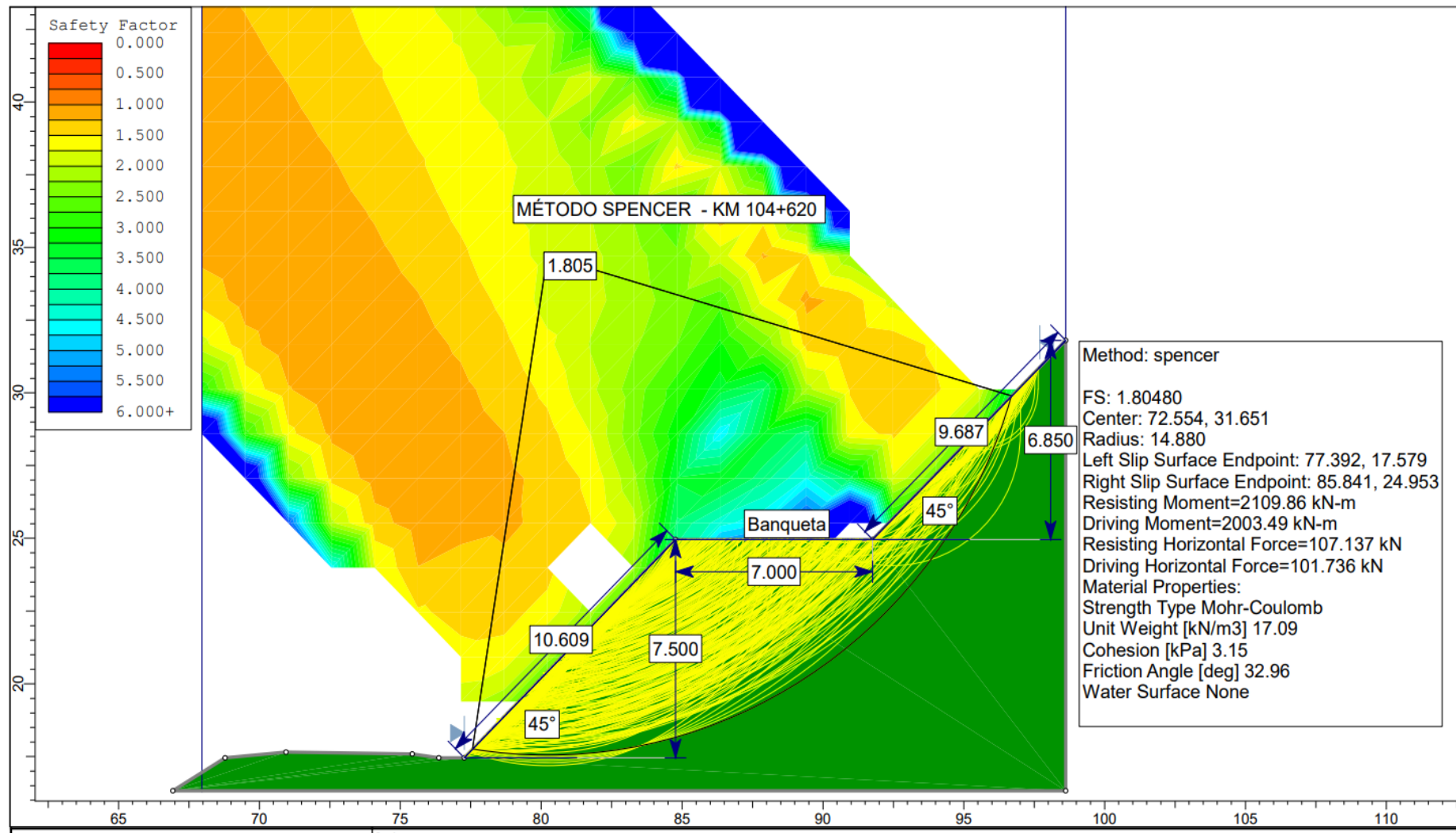


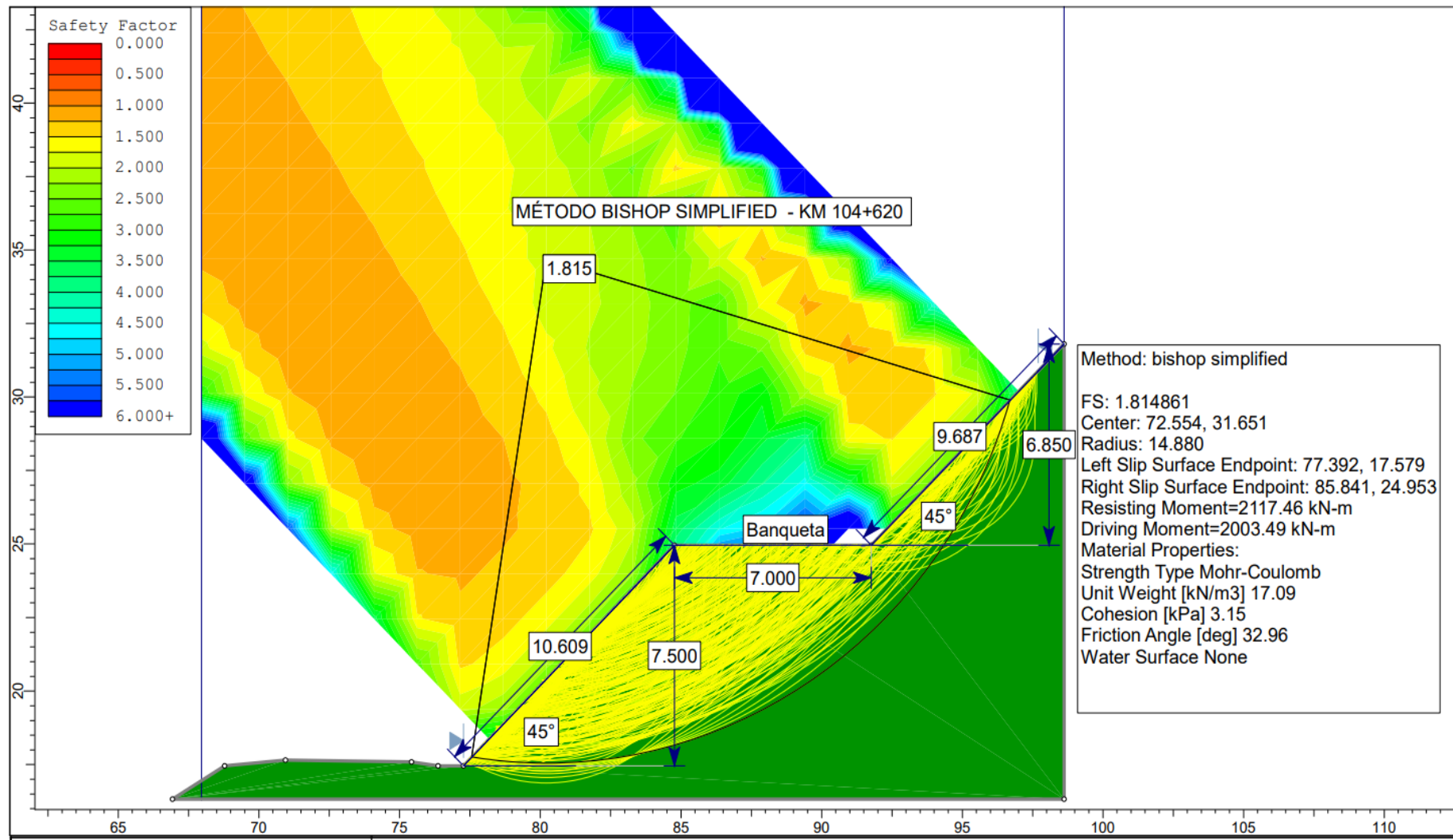


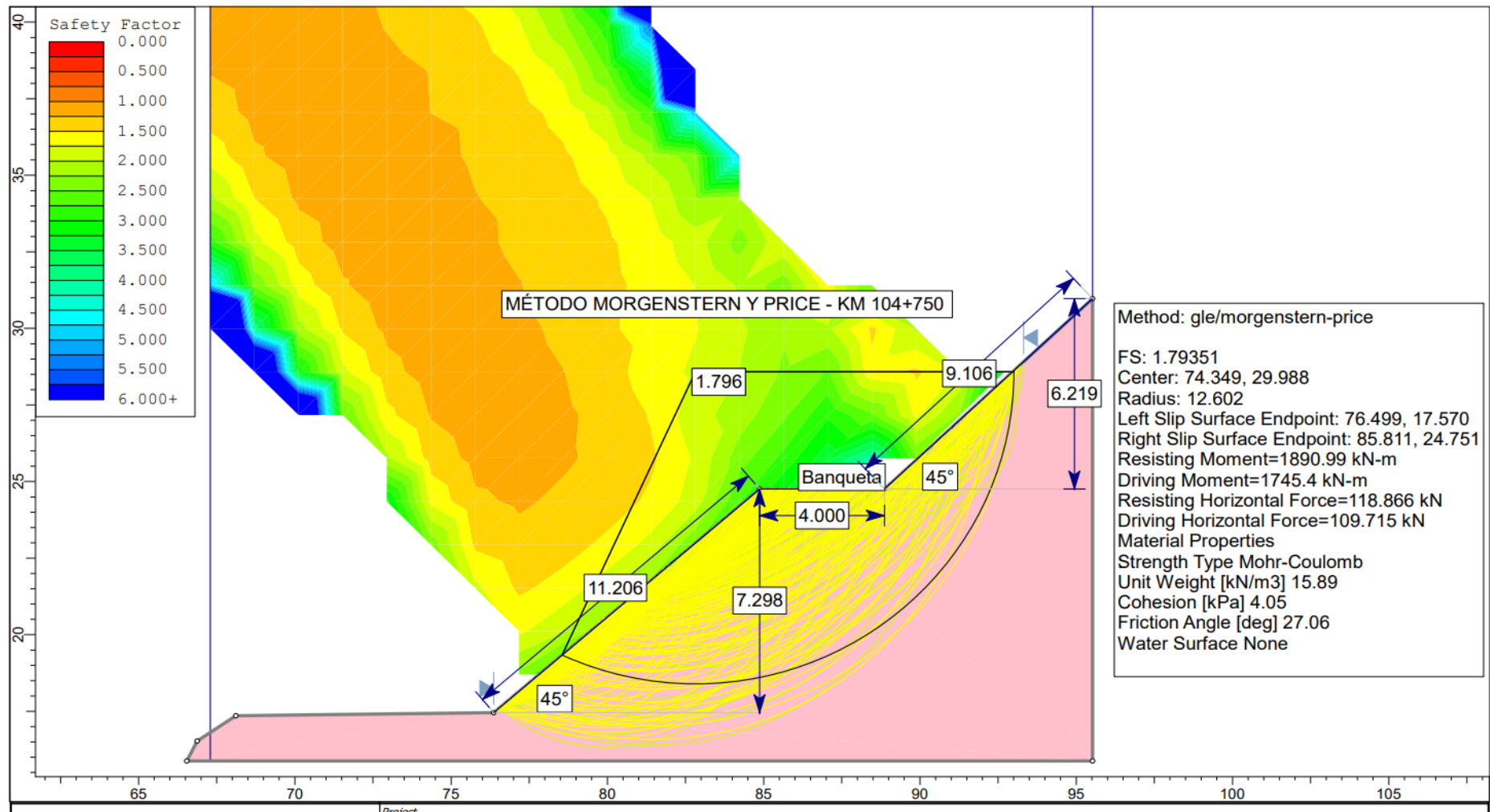
ANEXO 6

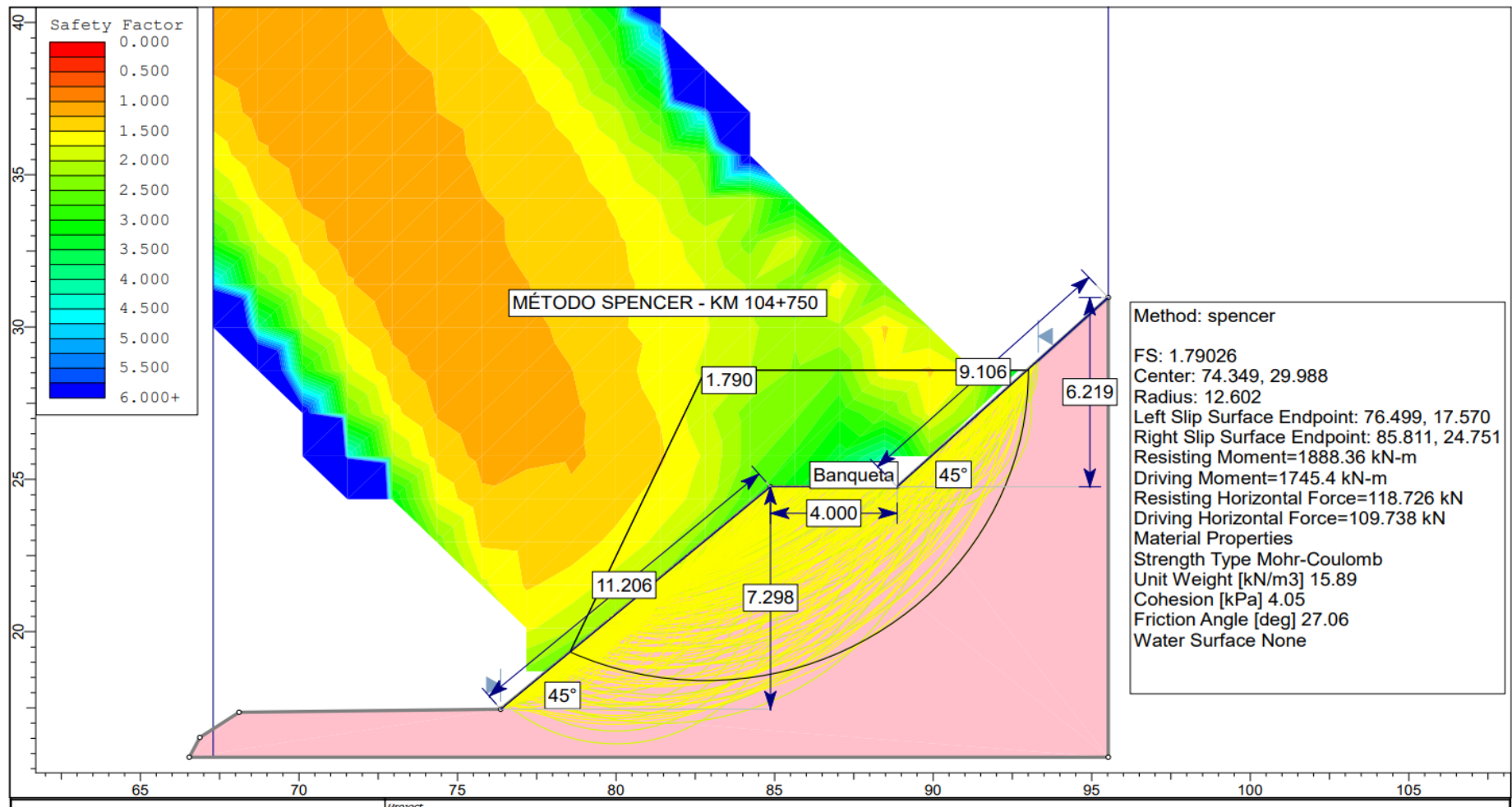
COEFICIENTES DE SEGURIDAD DE LOS TALUDES BAJO CONDICIONES ESTÁTICAS CON LA INFLUENCIA DE LAS BANQUETAS

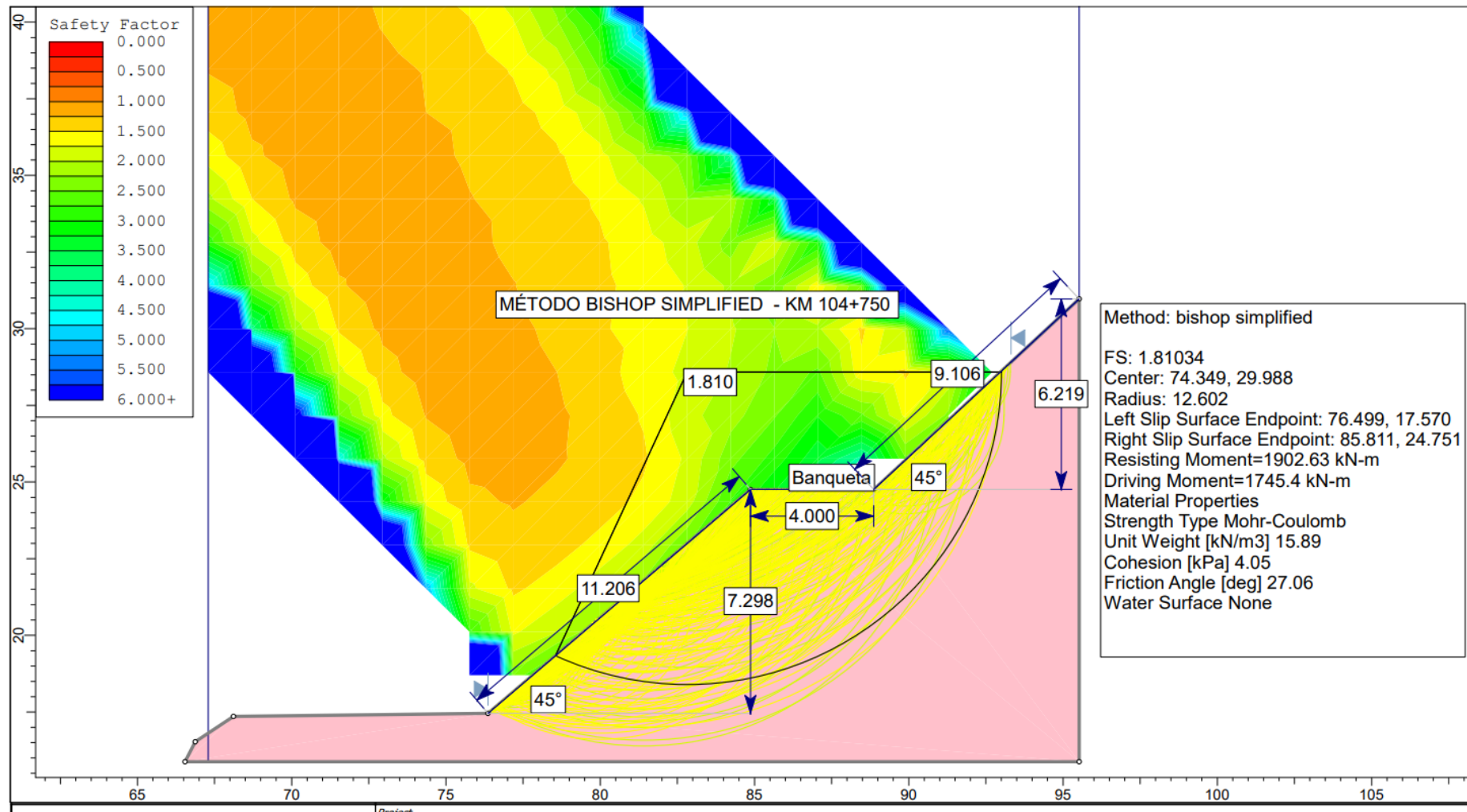


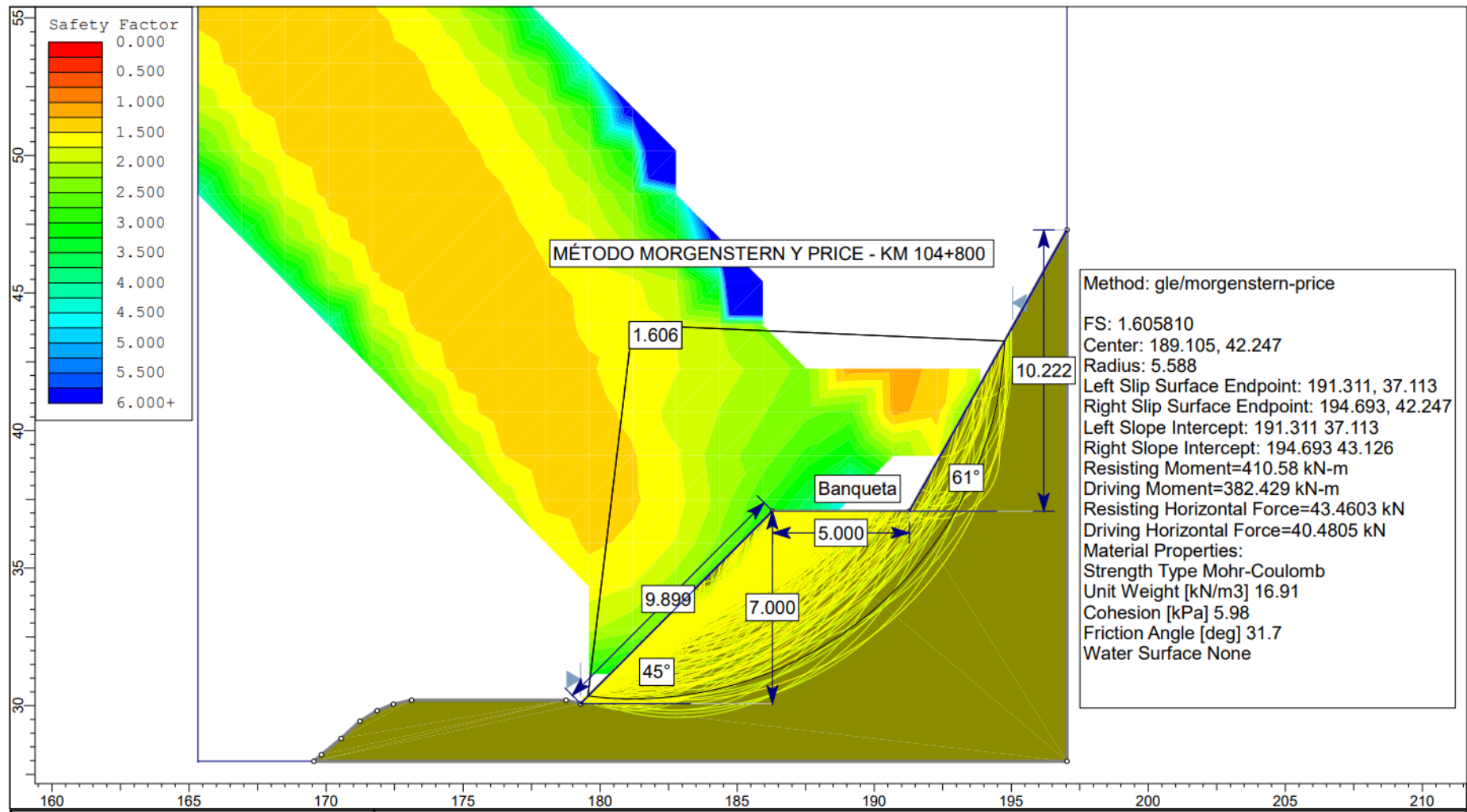


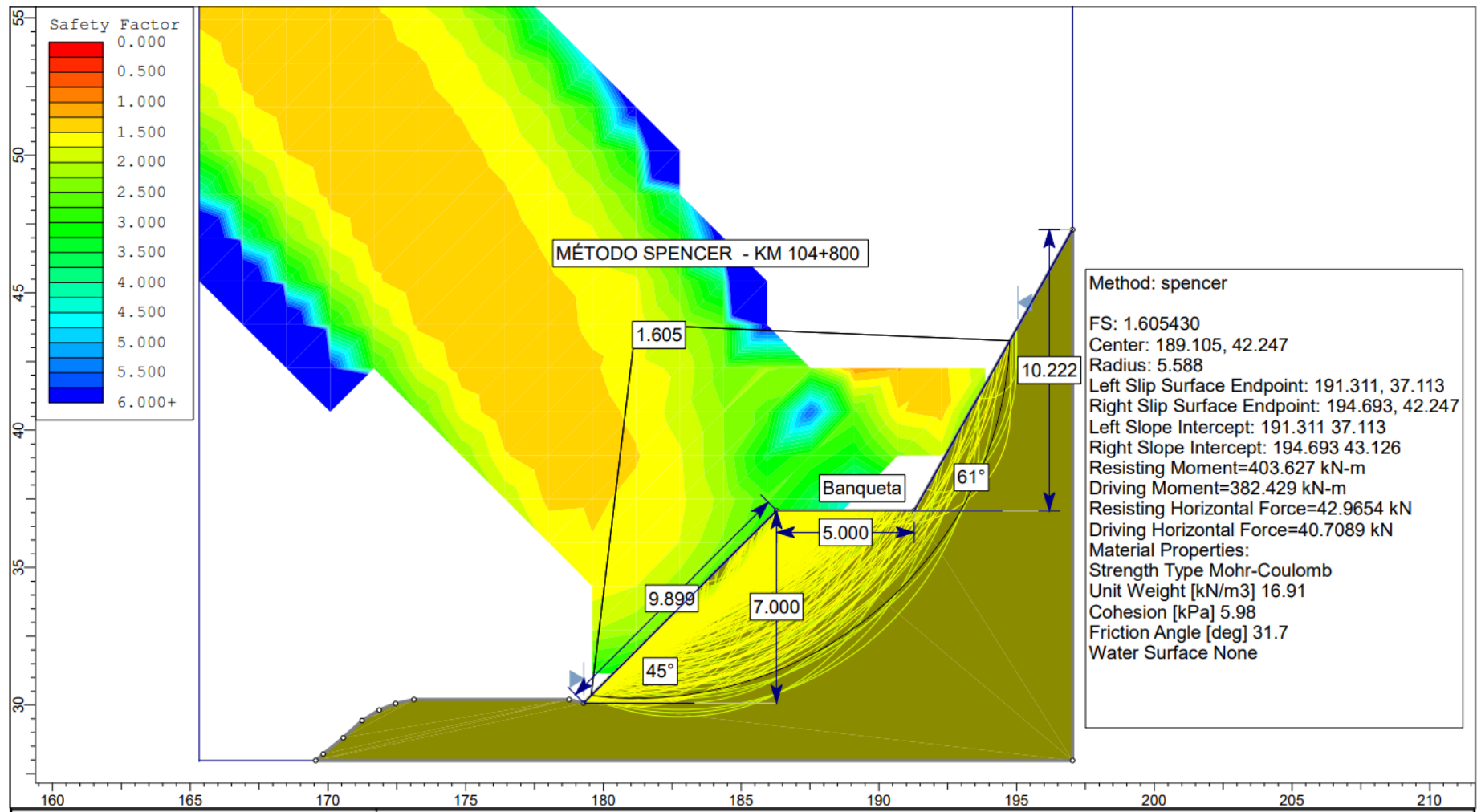


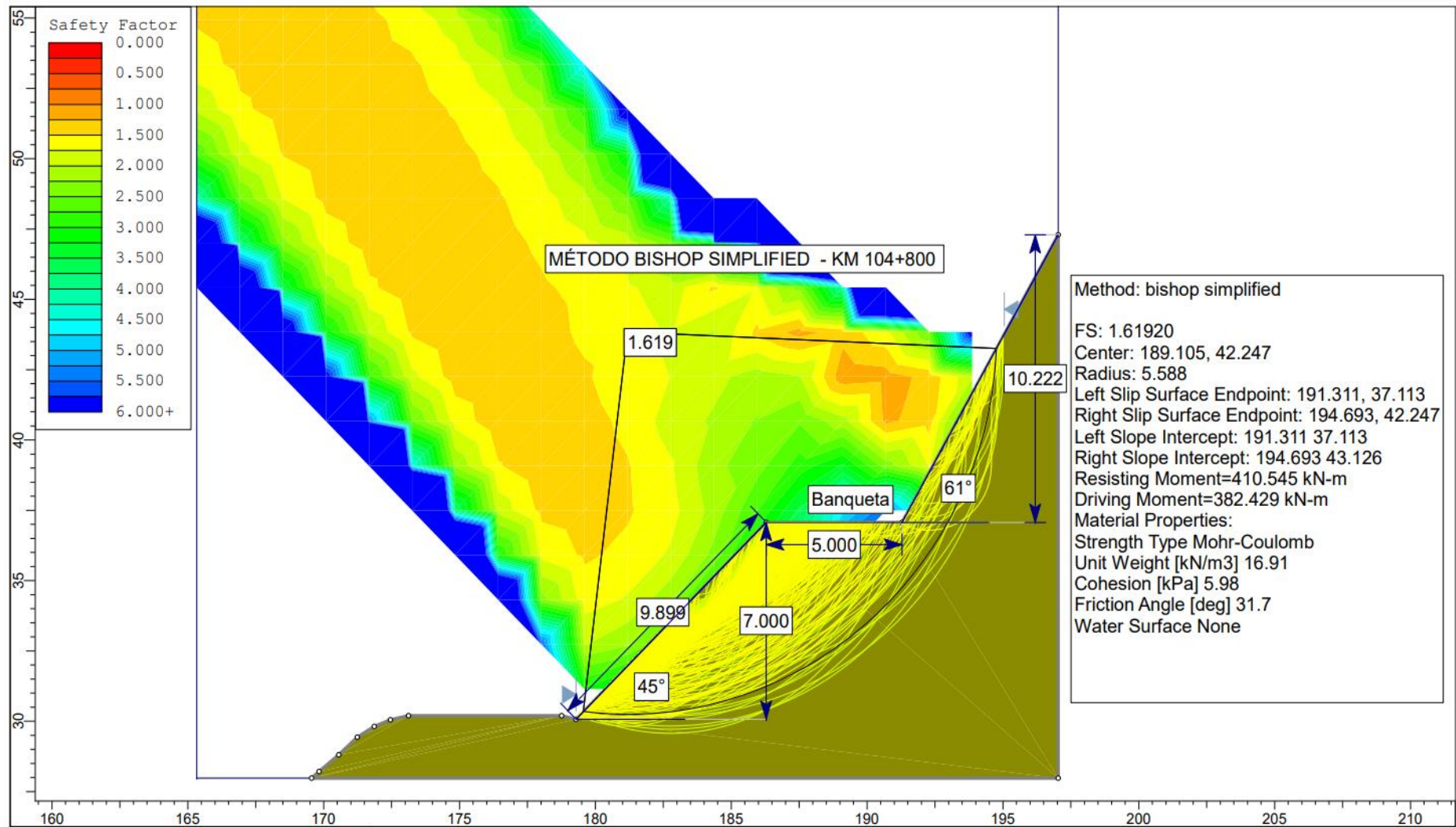






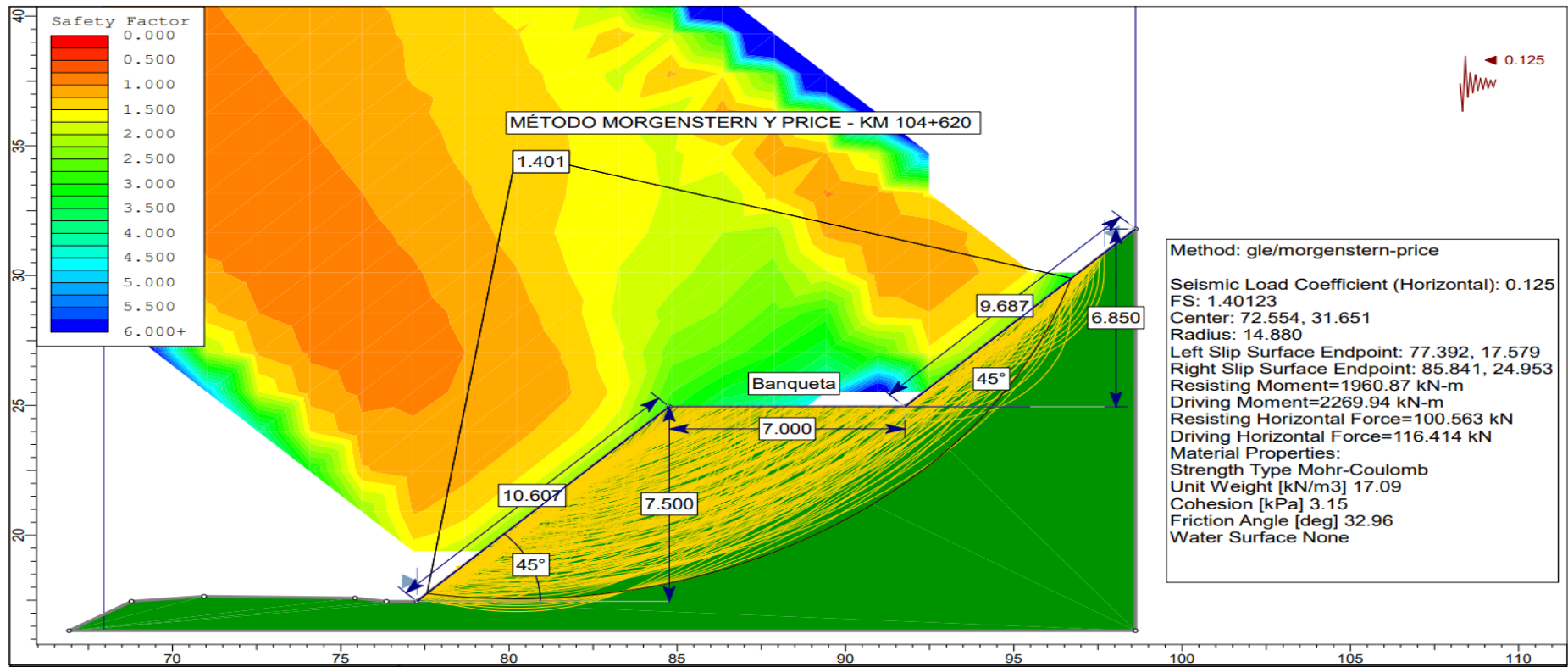


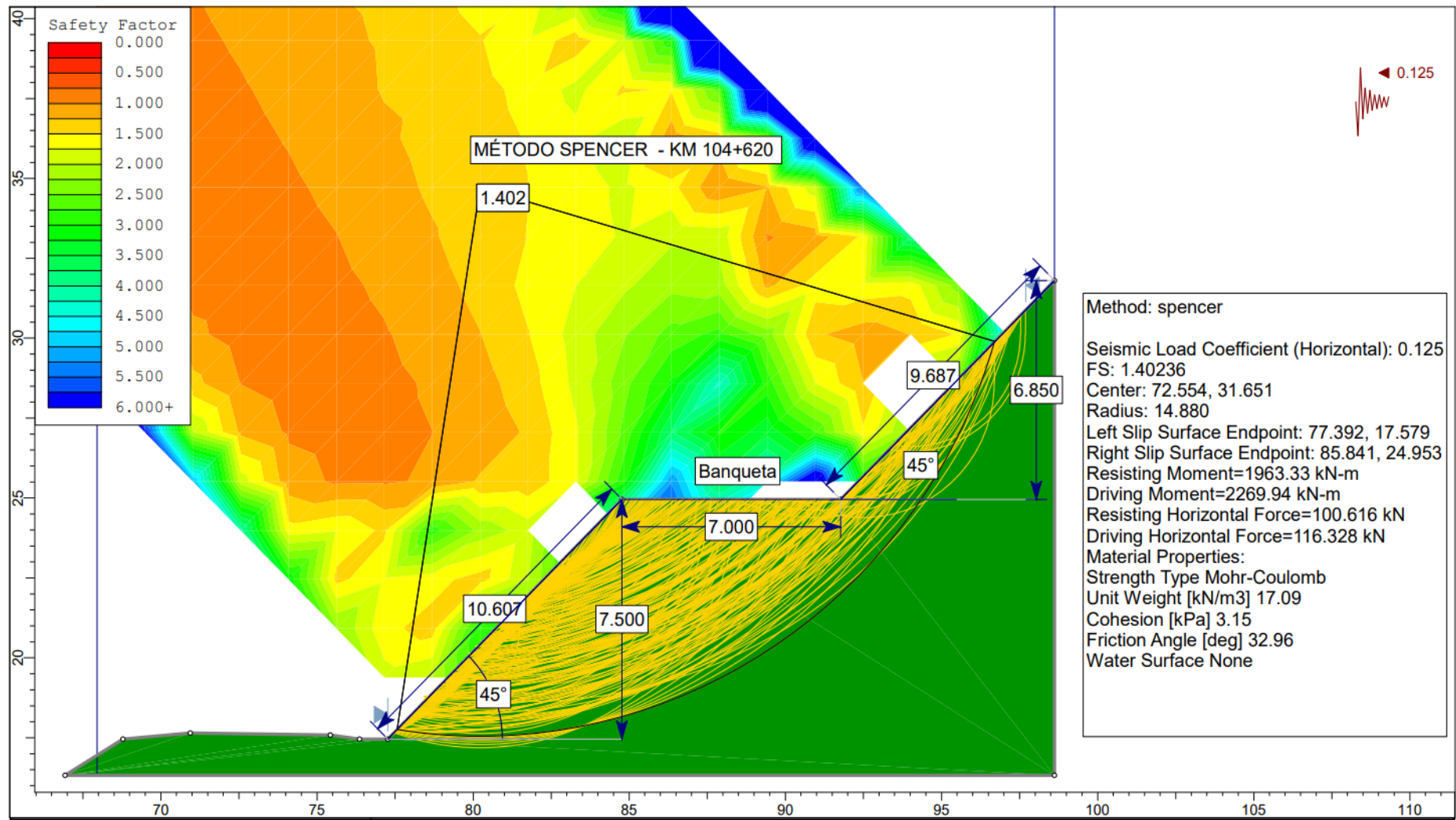


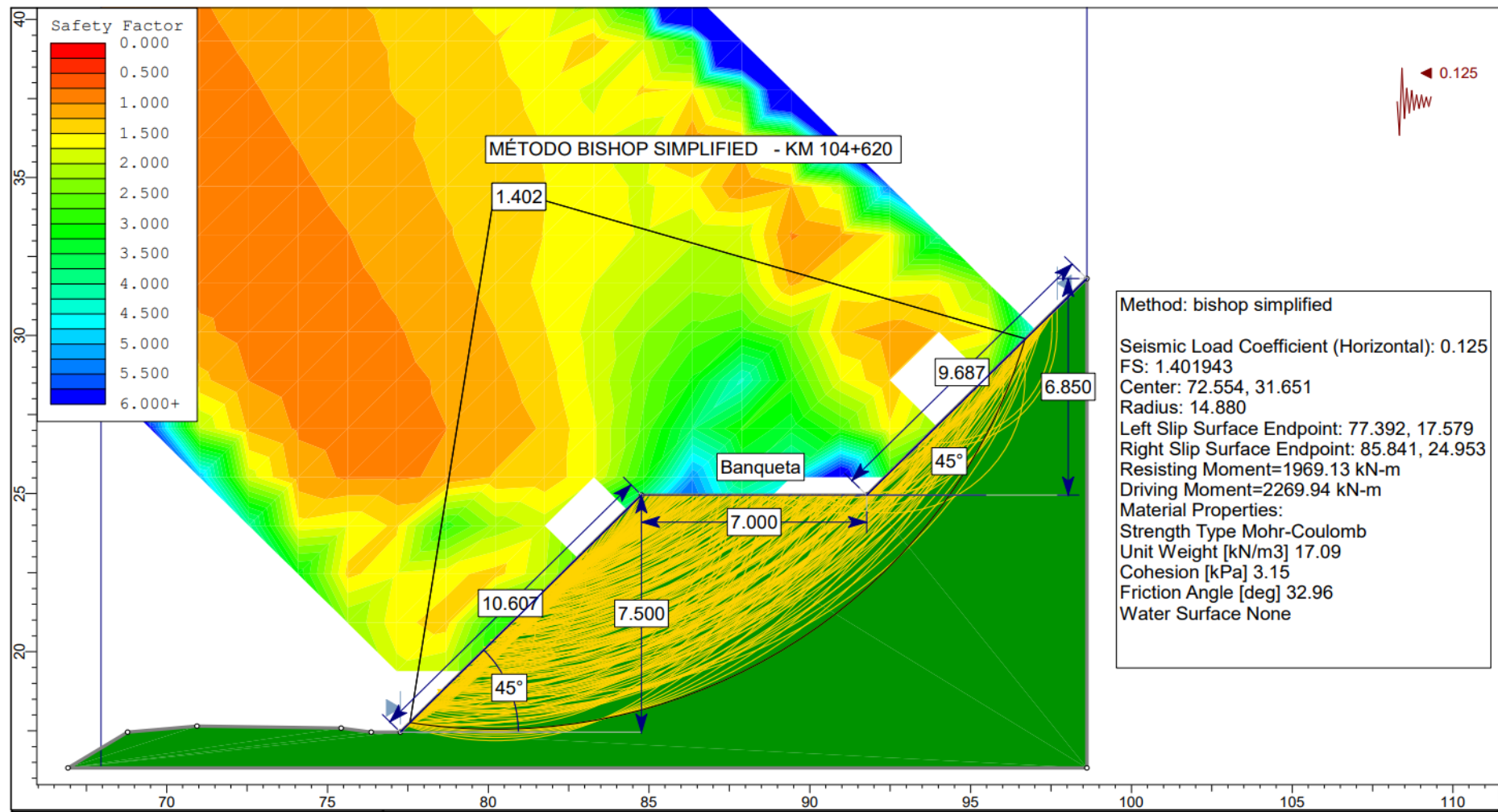


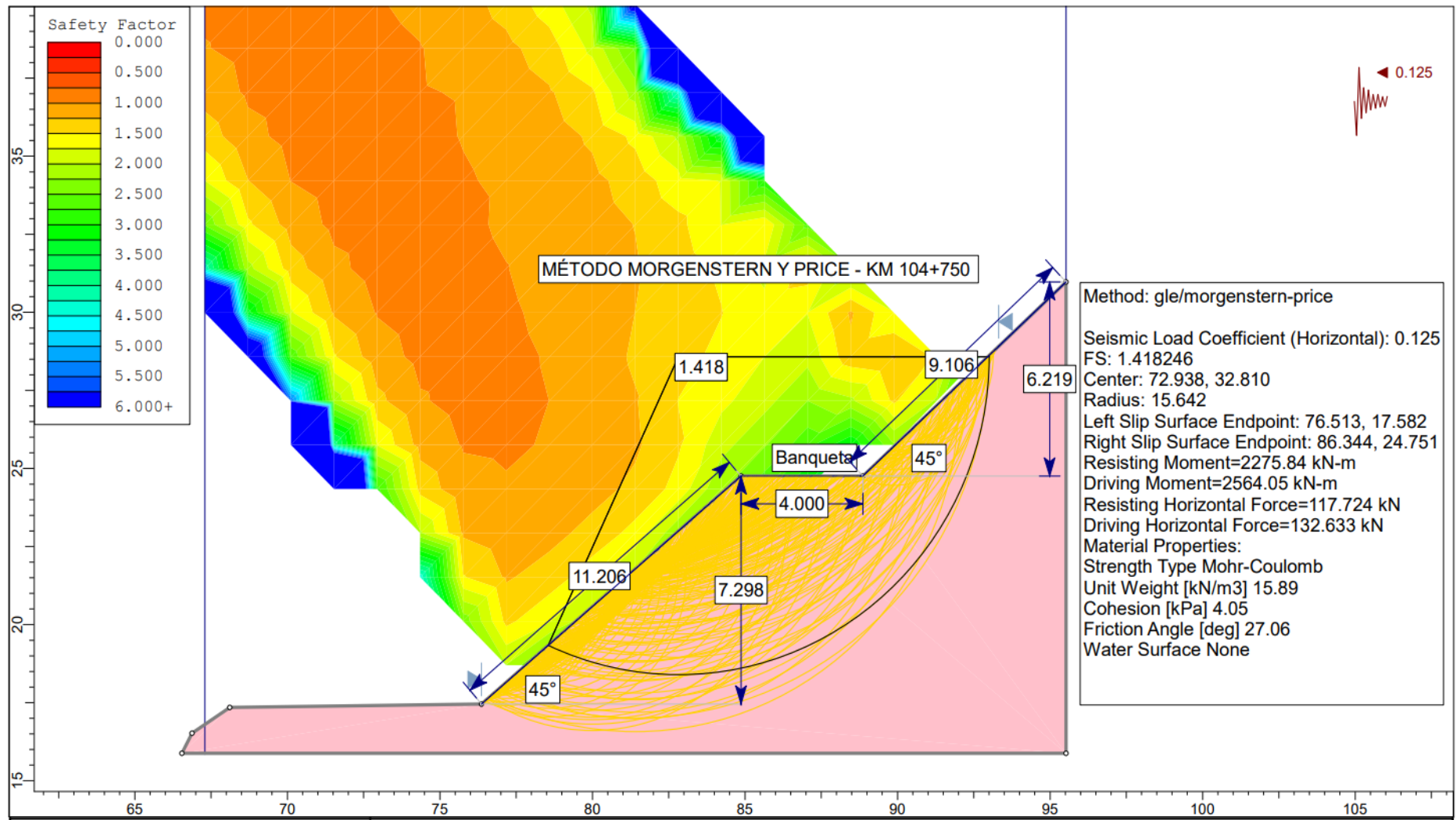
ANEXO 7

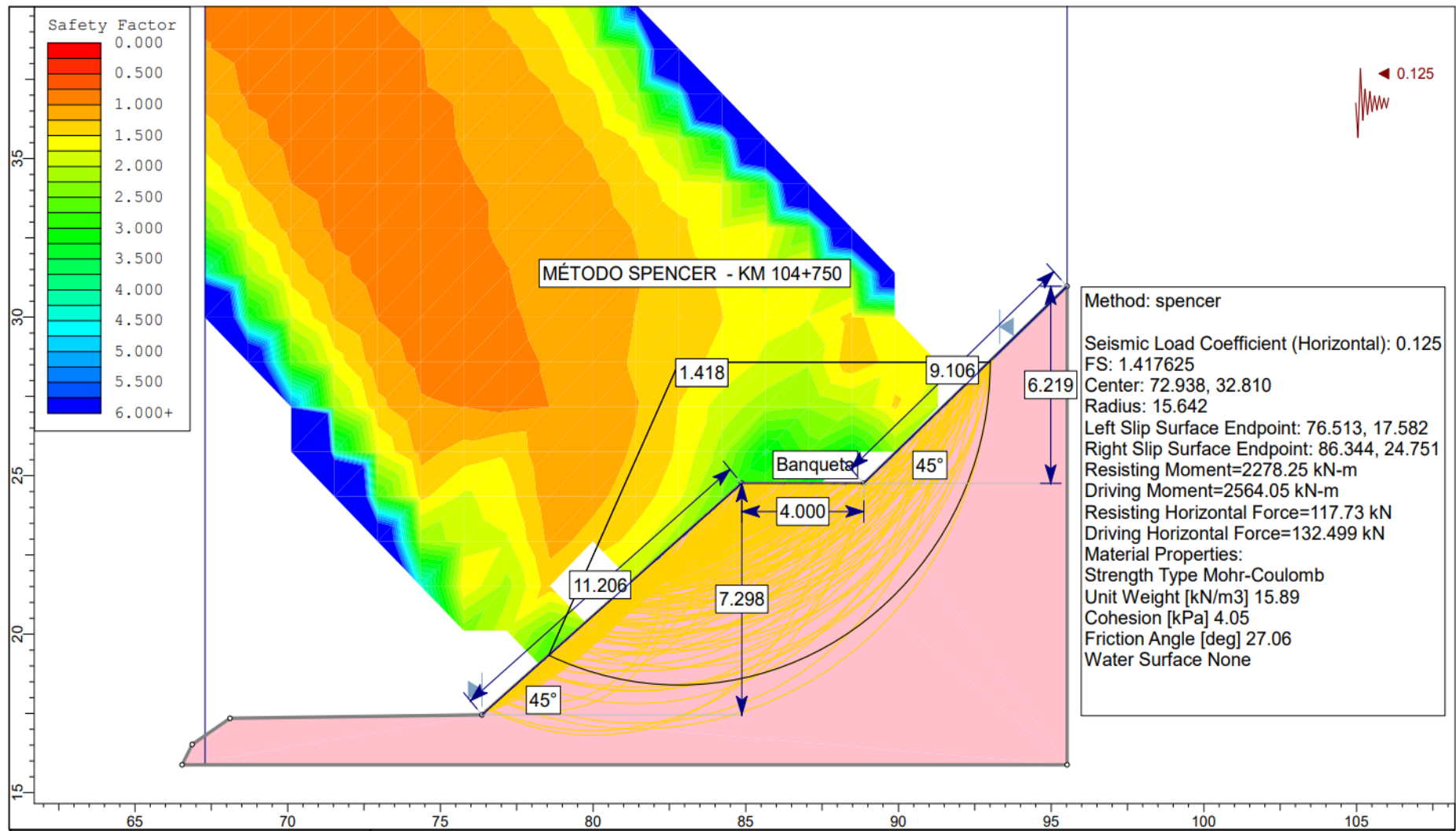
COEFICIENTES DE SEGURIDAD DE LOS TALUDES BAJO CONDICIONES SÍSMICAS CON LA INFLUENCIA DE LAS BANQUETAS

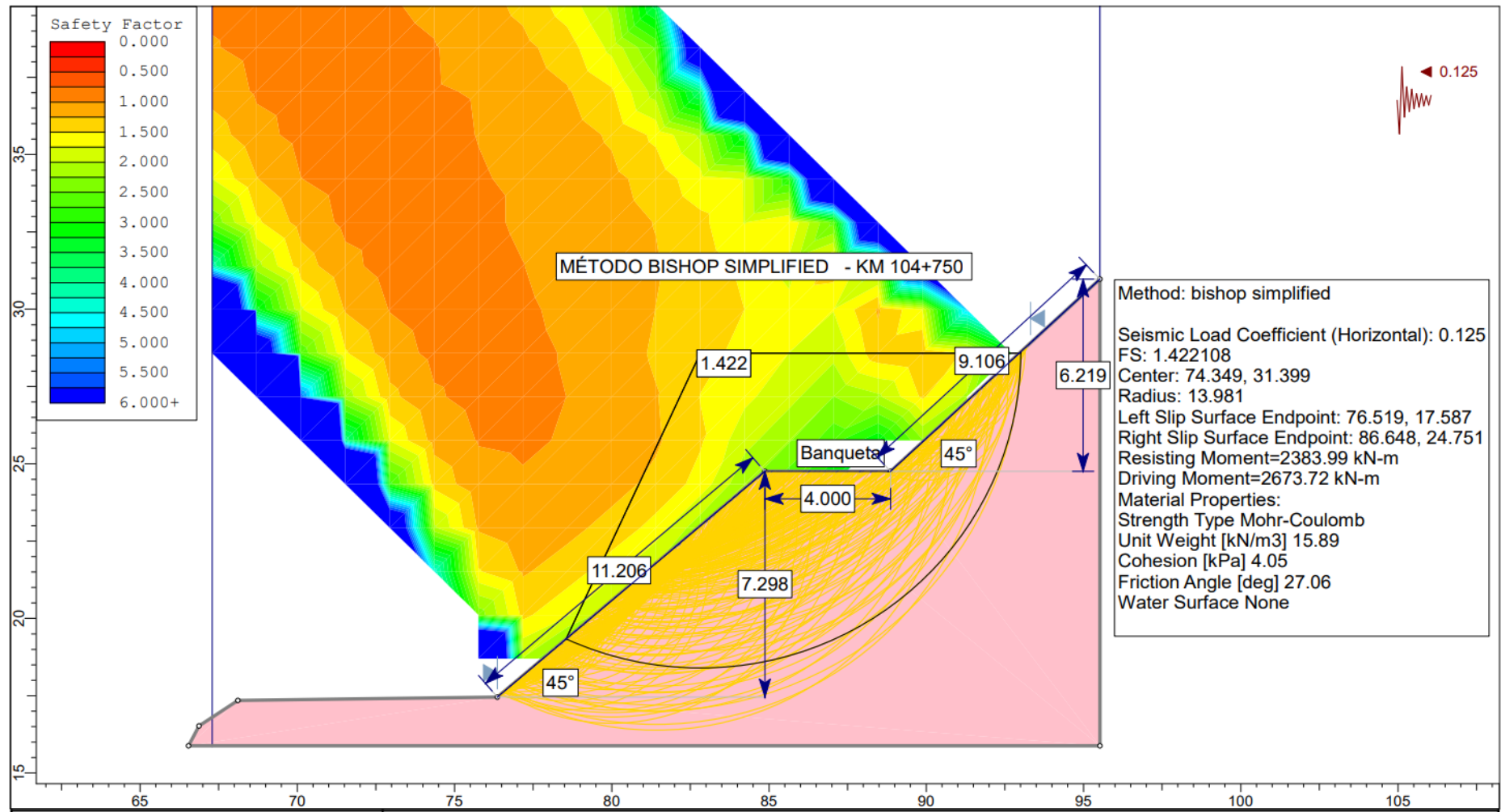


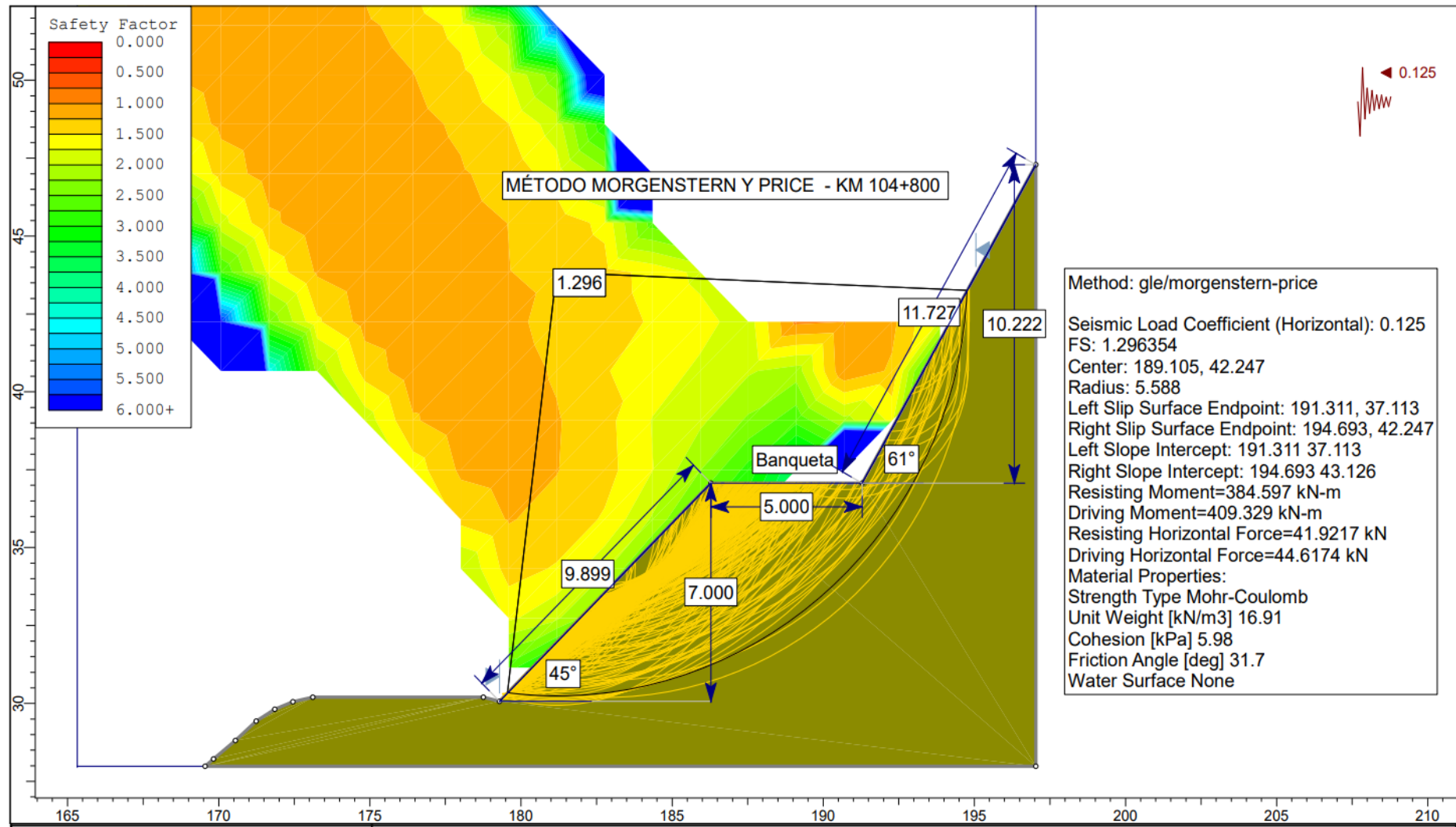


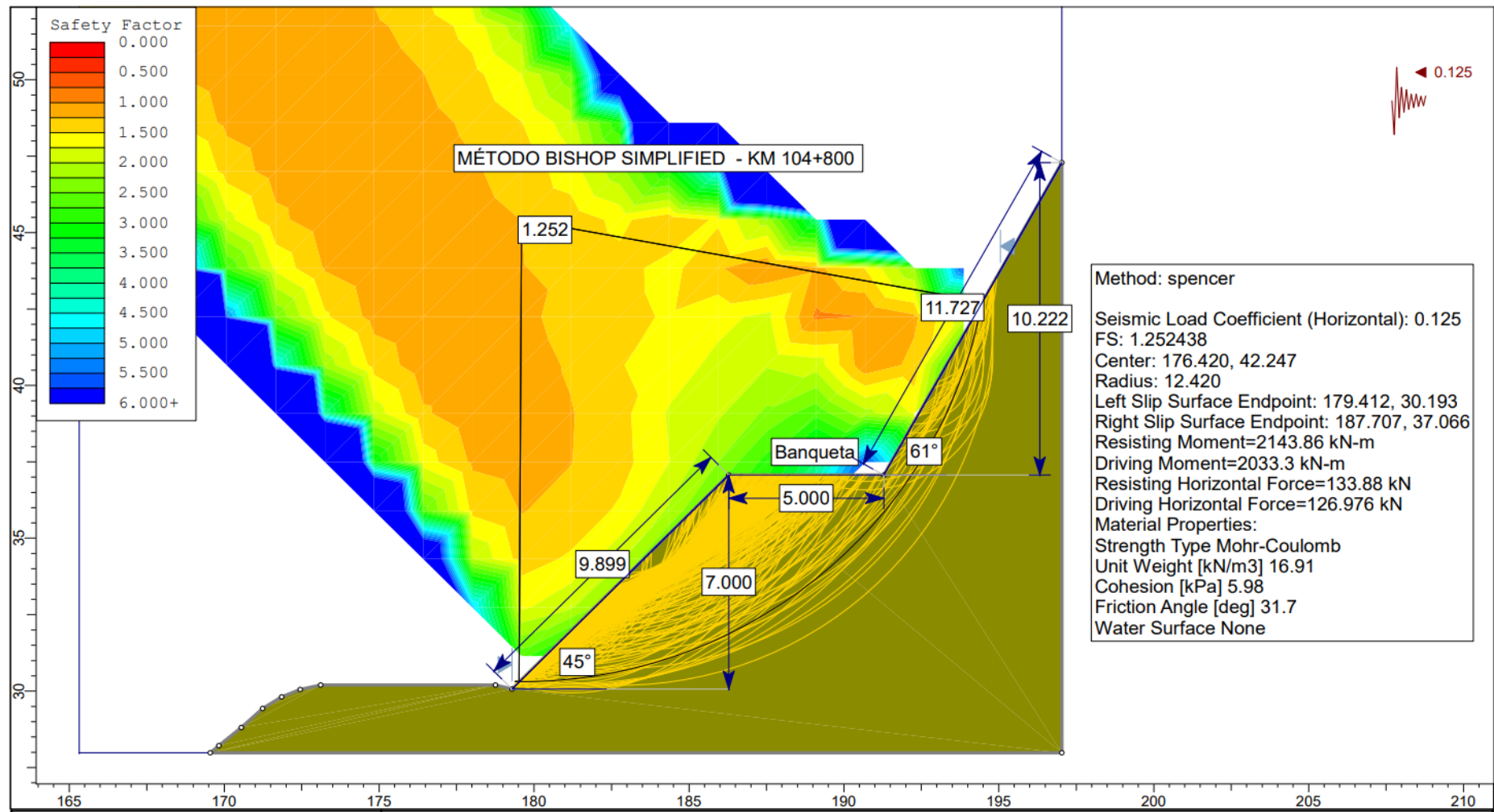


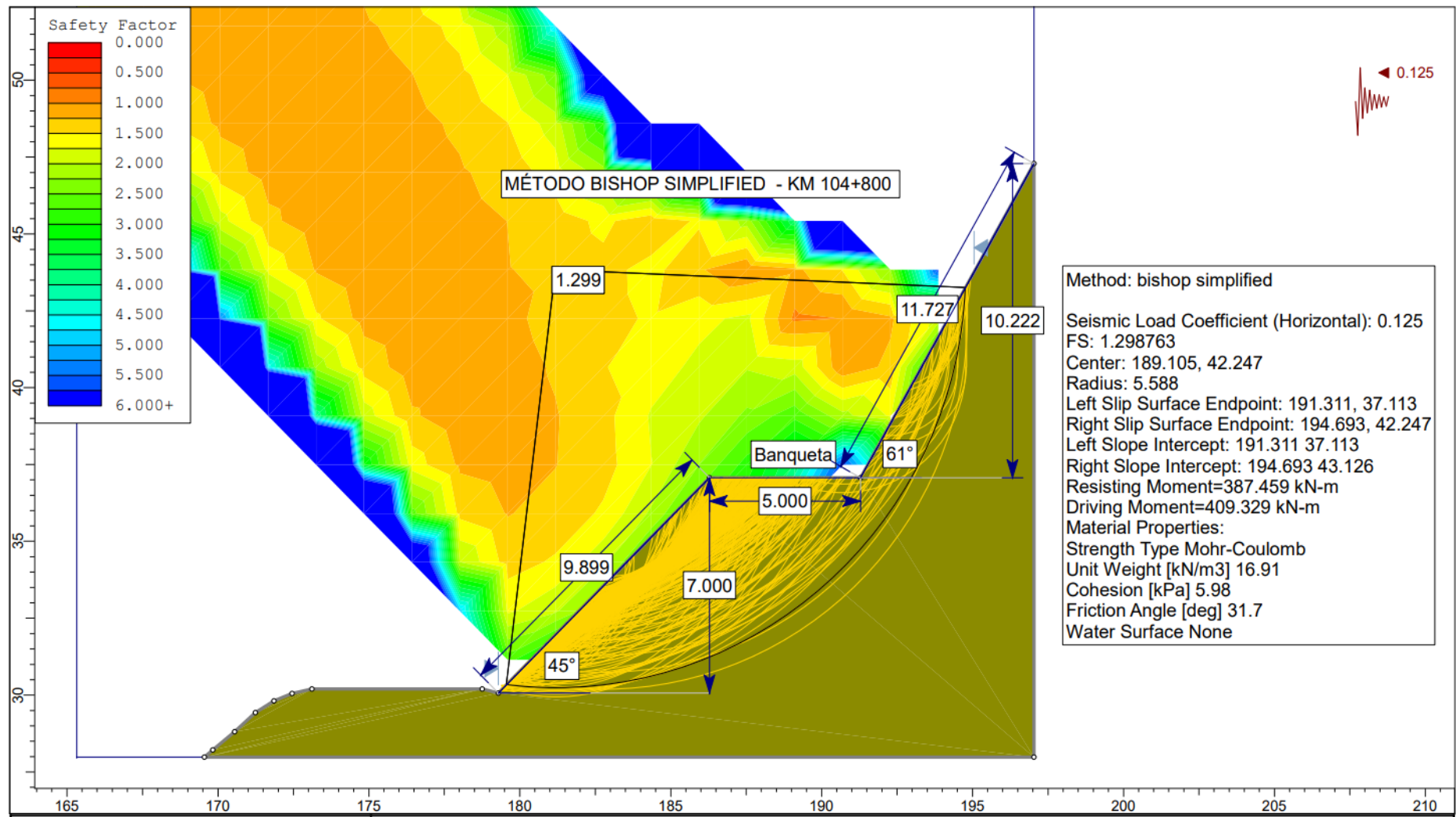






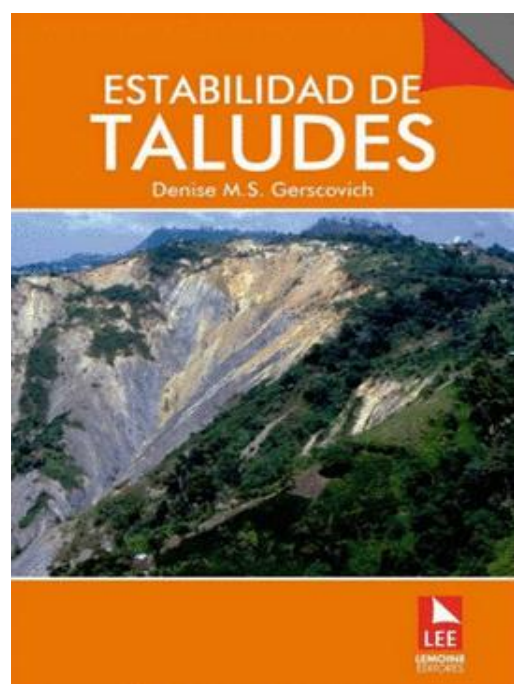
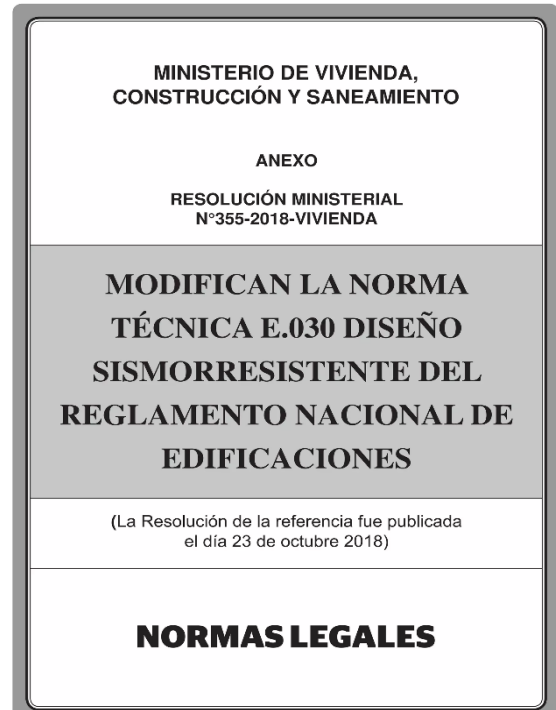
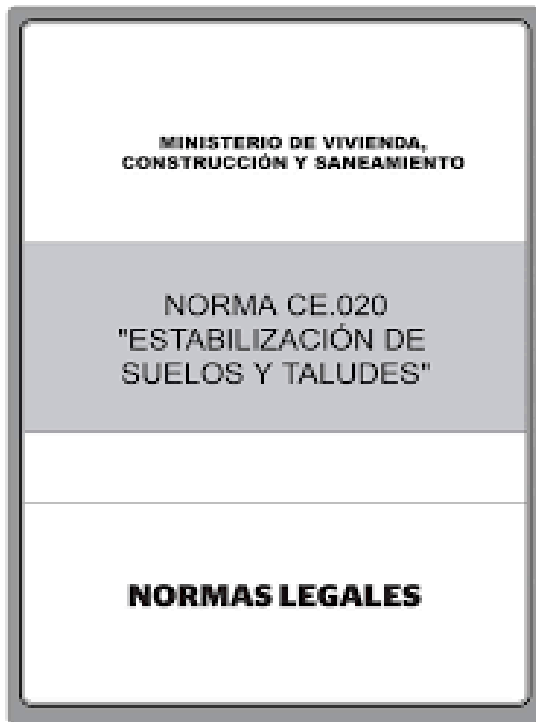






ANEXO 8

INSTRUMENTOS UTILIZADOS



Análisis de Estabilidad de Taludes utilizando los Programas SLIDE

PROFESOR: Pablo Fernández Canales

ESTABILIDAD DE TALUDES

