AMPLIACIÓN DEL PROYECTO DE EXPLOTACIÓN DE LA CONCESIÓN DE PIZARRA “TERMENÓN II” Nº 14.815, TÉRMINO MUNICIPAL DE BENUZA (LEÓN)

COLEGIO OF. ING. TÉC. MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

SOLICITANTE:

VOLTAR 2011, S.L.

C.I.F.: B-24634222

C/ MALMOE, 81, 1º A

28032 MADRID

INDICE

DOCUMENTO Nº 1: MEMORIA DESCRIPTIVA

1. ANTECEDENTES
2. OBJETO
3. LEGISLACIÓN
4. SITUACION GEOGRAFICA Y ACCESOS
5. INFORMACIÓN DEL YACIMIENTO
6. PLANIFICACION DE LA EXPLOTACION
7. INFRAESTRUCTURAS Y DEPOSITOS DE ESTERILES
8. CONSUMO DE AGUA EN LA EXPLOTACIÓN
9. DRENAJE Y DESAGÜE DE LA EXPLOTACION
10. INSTALACIONES AUXILIARES EN LA EXPLOTACIÓN
11. NAVE DE ELABORACIÓN
12. DOCUMENTO SOBRE SEGURIDAD Y SALUD
13. CONCLUSIONES

DOCUMENTO Nº 2: ANEXOS A LA MEMORIA

2.1 ESTUDIO GEOTÉCNICO
2.2 ESCOMBRERAS PROYECTADAS
2.3 ESTUDIO HIDROLÓGICO
2.4 PROYECTO TIPO CORTE CON HILO
2.5 ESTUDIO ECONÓMICO
2.6 ESTUDIO DE FACTIBILIDAD
2.7 DOCUMENTO DE SEGURIDAD Y SALUD

DOCUMENTO Nº 3: PRESUPUESTO

DOCUMENTO Nº 4: PLANOS

PLANO Nº 01: SITUACION
PLANO Nº 02: PERÍMETRO CONCESIÓN
PLANO Nº 03: GEOLÓGICO
PLANO Nº 04: LABORES ACTUALES
PLANO Nº 05: PERFILES LABORES ACTUALES
PLANO Nº 06: LABORES PROYECTADAS 15 AÑOS
PLANO Nº 07: LABORES PROYECTADAS FINALES
PLANO Nº 08: PERFILES LABORES PROYECTADAS
PLANO Nº 09: ESCOMBRERA NAVE ELABORACIÓN

COLEGIO OF. ING. TÉC. MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

1 MEMORIA

COLEGIO OF. ING. TÉC., MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

INDICE

1 ANTECEDENTES 5
2 OBJETO 6
3 LEGISLACIÓN 6
4 SITUACION GEOGRAFICA Y ACCESOS 7
5 INFORMACIÓN DEL YACIMIENTO 7
5.1 ESTRATIGRAFÍA 7
5.2 TECTÓNICA 9
5.3 METAMORFISMO 9
5.4 HIDROLOGÍA 9
5.5 CUBICACIÓN DE LAS RESERVAS 1
6 PLANIFICACION DE LA EXPLOTACION 1
6.1 MÉTODO DE EXPLOTACIÓN 1
6.2 GEOMETRÍA DE LA EXPLOTACIÓN 1
6.3 ESTUDIO GEOTÉCNICO DE ESTABILIDAD 1
6.4 PLANIFICACIÓN DE LA EXPLOTACIÓN 1
6.5 ELABORACIÓN DEL PRODUCTO 19
6.6 EQUIPOS EMPLEADOS EN LA CANTERA 20
6.7 PLANTILLA DE PERSONAL EN LA CANTERA 22
6.8 VIDA Y RITMO DE LA EXPLOTACIÓN 22
7 INFRAESTRUCTURAS Y DEPOSITOS DE ESTERILES 27
7.1 PISTAS Y ACCESOS 27
7.1.1 Anchura de calzadas en pistas y accesos 27
7.1.2 Pendientes 27
7.1.3 Curvas 28
7.1.4 Conservación de pistas y accesos 28
7.2 DEPÓSITO DE ESTÉRILES 29
8 CONSUMO DE AGUA EN LA EXPLOTACIÓN 29
9 DRENAJE Y DESAGÜE DE LA EXPLOTACION 29
9.1 SISTEMA DE DEPURACIÓN DE LAS AGUAS DE ASEOS 30
10 INSTALACIONES AUXILIARES EN LA EXPLOTACIÓN 3
11 NAVE DE ELABORACIÓN 3
12 DOCUMENTO SOBRE SEGURIDAD Y SALUD 31
13 CONCLUSIONES 31

COLEGIO OF. ING. TEC. MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

1 ANTECEDENTES

- 27 de diciembre de 1.994. Se otorga a ITASI S.A. el permiso de Investigación "TERMENÓN II Nº 14.815".
- 22 de agosto de 1997. Mediante resolución de la Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del territorio se hace pública la Declaración de Impacto Ambiental sobre el Proyecto de Explotación de pizarra "TERMENÓN II Nº 14.815", en Sigüeya, término municipal de Benuza (León), promovido por ITASI S.A.
- 5 de enero de 1998. Se aprueba el Proyecto de Explotación con las condiciones recogidas en la citada Declaración de Impacto Ambiental, así como otorgar a la entidad ITASI S.A. la Concesión de Explotación Derivada de Permiso de Investigación denominada "TERMENÓN II Nº 14.815" para recursos de la Sección C), Pizarra.
- 17 de noviembre de 2006. Se presenta ante el Servicio Territorial de Industria Comercio y Turismo, Sección Comarcal del Bierzo, de la Junta de Castilla y León la Ampliación del Proyecto de Explotación para la Concesión de Explotación "Termenón II" nº 14.815, así como el Documento Comprensivo al mismo conforme a la Ley 9/2006, de 28 de abril, sobre evaluación de los efectos de determinados planes y programas sobre el Medio Ambiente.
- 5 de agosto 2010 Se publica la Declaración de Impacto Ambiental del Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental y del Plan de Restauración.
- 11 de junio de 2012 Se aprueba el Proyecto de Ampliación de la Concesión de Explotación Termenon II 14.815
- 19 de julio de 2017 se solicita al Servicio Territorial de Industria, Comercio y Turismo, Sección Comarcal del Bierzo, Sección de Minas transmisión de la Concesión de Explotación "Termenón II" nº 14.815 a la empresa VOLTAR 2011, S.L. con domicilio social en 28032 Madrid, C/ Malmoe 81, 1ºA.
- 13 de septiembre de 2023, se presenta por parte de Voltar 2011 S.L., Ampliación de Proyecto de Explotación, para la Concesión de Explotación Termenon II 14815
- 13 de junio de 2024, el Servicio territorial de Industria, requiere documentación, para la tramitación del Proyecto de ampliacion presentado.
- 21 de junio de 2024, se resuelve la transmisión de la Concesión de Explotación Termenon II a favor de Voltar 2011, S.l
- Se procede a la realización de la documentación solicitada y a incluirla dentro del Proyecto de Ampliación presentado

A la vista de los buenos resultados que está ofreciendo la explotación en términos de pizarra explotable, la empresa planteó una ampliación de sus labores mineras en la Concesión de Explotación "Termenón II" nº 14.815, presentando en 2023 el "*PROYECTO DE EXPLOTACIÓN DE LA CONCESIÓN DE PIZARRA "TERMENON II" Nº 14.815-10, EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE BENUZA, PROVINCIA DE LEÓN*".

COLEGIO OF. ING. TÉC. MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

2 OBJETO

Es objeto del presente proyecto aportar la documentación solicitada por el requerimiento de la Sección Comarcal del Bierzo/JJV/AGL del Servicio Territorial de Industria, Comercio y Economía Exp.: SCB-2311/23, por el cual se requiere una serie de documentación para la tramitación del "*PROYECTO DE EXPLOTACIÓN DE LA CONCESIÓN DE PIZARRA "TERMENON II" Nº 14.815-10, EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE BENUZA, PROVINCIA DE LEÓN*".

3 LEGISLACIÓN

En la redacción del presente proyecto se han contemplado, entre otras, las siguientes disposiciones oficiales:

- Ley 22/1973, de 21 de julio, de Minas *(BOE 24-07-1973)*
- Real Decreto 2857/1978, de 25 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento General para el Régimen de la Minería *(BOE 11-12-1978)*
- Ley 54/1980, de 5 de noviembre, de modificación de la Ley de Minas. *(BOE 21-11-1980)*
- Real Decreto 863/1985, de 2 de abril, por el que se aprueba el Reglamento General de Normas Básicas de Seguridad Minera. *(BOE 12-06-1985)*
- Real Decreto 1389/1997, de 5 de septiembre, por el que se aprueban las disposiciones mínimas destinadas a proteger la seguridad y la salud de los trabajadores en las actividades mineras. *(BOE 07-10-1997)*
- Orden ITC/101/2006, de 23 de enero, por la que se regula el contenido mínimo y estructura del documento sobre seguridad y salud para la industria extractiva. *(BOE 30-01-2006)*
- Real Decreto 393/2007, de 23 de marzo, por el que se aprueba la Norma Básica de Autoprotección de los centros, establecimientos y dependencias dedicados a actividades que puedan dar origen a situaciones de emergencia. *(BOE 24-03-2007)*
- Real Decreto 975/2009, de 12 de junio, sobre gestión de los residuos de las industrias extractivas y de protección y rehabilitación del espacio afectado por actividades mineras. *(BOE 13-06-2009)*
- Decreto 6/2011, de 10 de febrero, por el que se establece el procedimiento de evaluación de las repercusiones sobre la Red Natura 2000 de aquellos planes, programas o proyectos desarrollados en el ámbito territorial de la Comunidad de Castilla y León. *(BOE 16-02-2011)*
- Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental. *(BOE 11-12-2013)*
- Decreto legislativo 1/2015, de 12 de noviembre, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Prevención Ambiental de Castilla y León. *(BOCyL 13-11-2015)*
- Ley 4/2015, de 24 de marzo, del Patrimonio Natural de Castilla y León. *(BOE 30-03-2015).*
- Real Decreto 294/2016, de 15 de julio, por el que se establece el procedimiento para la gestión de los derechos mineros y de los derechos del dominio público de hidrocarburos afectados por el cambio del sistema geodésico de referencia. *(BOE 25-07-2016)*
- Las Instrucciones Técnicas Complementarias que le son de aplicación en trabajos a cielo abierto restante legislación aplicable de ámbito autonómico, estatal y comunitario.

Y todas aquellas que puedan afectar en todo o parte a algún elemento de la actividad estudiada.

COLEGIO OF. ING. TÉC. MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

4 SITUACION GEOGRAFICA Y ACCESOS

El proyecto se localiza en Sigüeya, término municipal de Benuza, en el paraje denominado La Mortera, en terrenos comunales de utilidad pública y algunos terrenos particulares.

Los accesos se realizan por pistas que parten de las localidades vecinas de Sigüeya y Benuza, siendo utilizados en la actualidad por varias explotaciones de pizarra localizadas en las proximidades del proyecto.

El perímetro de la Concesión de Explotación "TERMENÓN II Nº 14.815" viene dado por la unión de los vértices que continuación se expresan en coordenadas U.T.M:

COORDENADAS UTM (DATUM ETRS89 HUSO 29 NORTE) PERÍMETRO C. E. TERMENÓN II		
Vértices	**X**	**Y**
Pp	687.442,25	4.692.870,30
1	688.357,26	4.692.894,79
2	688.373,87	4.692.277,95
3	688.831,41	4.692.290,29
4	688.848,07	4.691.673,36
5	688.390,49	4.691.661,02
6	688.407,10	4.691.044,09
7	687.491,85	4.691.019,51

5 INFORMACIÓN DEL YACIMIENTO

5.1 ESTRATIGRAFÍA

Los materiales aflorantes en la comarca de la Cabrera son mayoritariamente Paleozoicos, diferenciándose cuatro formaciones, que de muro a techo son las siguientes:

- Serie de los Cabos
- Pizarras de Luarca
- Formación Agüeira
- Ampelitas Silúricas

Serie Los Cabos. (Ordovícico Inferior)

En el flanco sur del Sinclinorio puede verse la sucesión completa de la Serie de los Cabos, que reposa, discordantemente, sobre el "Ollo de Sapo". La sucesión comienza con 150 m de pizarras negras o azuladas con escasas intercalaciones de areniscas, a las que se superponen 40 m de cuarcitas y pizarras intercaladas. A continuación, 1.000 m de pizarra y areniscas que culminan con unas cuarcitas

COLEGIO OF. ING. TÉC. MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
Habilitación Profesional
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

masivas alcanzando los 100 m en la parte sur del Sinclinorio y 250 m en la norte (Cuarcita Armoricana). A techo se sitúan las pizarras y areniscas, que son las "Capas de Transición" a las pizarras del Ordivícico Medio, con una potencia de unos 75 m.

Serie de transición

La forman una alternancia de pizarras, cuarcitas y areniscas: hacia el muro con mayor proporción de las dos primeras mientras que a medida que se asciende disminuye el espesor de los niveles detríticos y aumentan los políticos (pizarras negras alteradas con coloración rojiza por la presencia de hierro oolítico)

Pizarras de Luarca. (Ordovícico Medio)

Son pizarras negras, masivas, en las cuales se distinguen, a mayor detalle, niveles con distinto contenido en minerales metálicos (especialmente sulfuro de hierro y otros metales) de tamaño y abundancia variables.

Al este de Sta. Eulalia de Cabrera, en flanco Sur, y hasta el río Prados, aparece una sucesión vulcanodetrítica que alcanza hasta 30 m de potencia en ocasiones. Al oeste del Sinclinorio, y en contacto con la Formación Agüeira, se han identificado en muchos lugares niveles de rocas vulcano-sedimentarias. Se estima un espesor máximo del orden de 500 m, si bien en algunas partes la potencia máxima se acerca a los 200 m. El techo lo define el primer nivel de areniscas de la Formación Agüeira, encontrándose una brecha ferruginosa de 0,5 a 2 m de potencia claramente distinguible cuando aflora.

Formación Agüeira. (Ordovícico Superior)

La formación Agüeira ocupa la práctica totalidad del núcleo del Sinclinorio de Truchas en su parte leonesa. Esta formación está constituida por niveles turbidíticos de distribución no uniforme. El muro queda definido por la primera arenisca o cuarcita que se encuentra a techo de las Pizarras negras de Luarca. Siguiendo el mismo criterio, se divide esta formación en tres miembros diferenciables, que se mantienen en todo el Sinclinorio, que se describen a continuación:

- **Miembro Casaio:** Es una alternancia de areniscas, pizarras y cuarcitas. Las pizarras son de color gris oscuro, a diferencia de las pizarras negras de Luarca. La potencia de este miembro varía de Norte a Sur, alcanzando al menos 400 m en el flanco Norte y un máximo de 150 m en el límite SW de nuestra zona.
- **Miembro Rozadais:** Constituida por pizarras azules y pizarras arenosas masivas, existiendo también niveles de arenisca y cuarcita. Existen niveles de pizarras con cantos de caliza, ocasionalmente también de arenisca y cuarcita hacia la parte alta de la formación. En el núcleo, el espesor es del orden de 400 a 500 m.
- **Miembro Losadilla:** Comprende todos los materiales situados por encima de los últimos niveles de pizarra con cantos y por debajo de las Ampelitas silúricas. Se caracterizan por ser una monótona sucesión de pizarras silíceas con laminaciones arenosas de espesor centimétrico. La potencia oscila entre los 150 y 200 m, aunque en algunas zonas puede alcanzar los 300 o más metros.

COLEGIO OF. ING. TÉC. MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

Ampelitas Silúricas.

En el núcleo del Sinclinorio, las Ampelitas se apoyan directamente sobre las pizarras y areniscas del Miembro Superior de la Formación Agüeira. La potencia visible llega a los 100m.

5.2 TECTÓNICA

La estructura de la zona asturoccidental - leonesa se caracteriza por la existencia de varias fases de deformación superpuestas, y que pueden resumirse en tres principales, seguidas por otras de menor importancia.

Durante la PRIMERA FASE de deformación, se originaron pliegues de diversos órdenes, constantemente vergentes al E ó NE, con sus trazas axiales paralelas al arco característico de todas las estructuras hercínicas en el NW de la península. Estos pliegues van acompañados por una esquistosidad de flujo paralela a sus superficies axiales, y se haya repartida por toda la zona asturoccidental - leonesa, constituyendo uno de los rasgos más característicos de esta fase. El desarrollo de la esquistosidad coincide con el del metamorfismo regional.

En la SEGUNDA FASE se originaron cabalgamientos dirigidos hacia el E ó NE, llevando asociadas estructuras menores (pliegues y esquistosidad). A diferencia de las estructuras de la primera fase, estas poseen un carácter más local.

La TERCERA FASE fue netamente de replegamiento general, y en la que se deformaron todas las estructuras previamente originadas. Durante esta fase se formaron pliegues con una gran variedad de formas y superficies axiales subverticales o vergentes al W ó SW, dibujando todos ellos el arco asturiano. Una esquistosidad de crenulación, que acompaña a los pliegues se distribuye de modo irregular en la zona.

La estructura de la zona asturoccidental - leonesa se encuentra, en términos generales, constituida después del desarrollo de las tres fases. De todas formas, algunas surgidas con posterioridad, llegan a adquirir cierta relevancia en relación con fallas verticales y en las localidades donde la esquistosidad de flujo se encuentra verticalizada, se originan Kind - Bands y crenulaciones horizontales, que localmente pueden llegar a ser las estructuras dominantes. Las últimas pulsaciones de esta orogénesis incluyen fallas y diaclasas dispuestas radialmente en relación con el arco.

5.3 METAMORFISMO

Todos los sedimentos originales de la región se encuentran transformados en Filitas de origen cuarcítico y cuarcitas originados por el metamorfismo regional causado por la Orogenia Herciana, de bajo grado y relacionado con la fase principal de deformación. Ello dota a las pizarras un elevado grado de calidad

5.4 HIDROLOGÍA

Se aporta en anexo a este proyecto "ESTUDIO HIDROLÓGICO DE LA AMPLIACIÓN DEL PROYECTO DE EXPLOTACIÓN DE LA CONCESIÓN

COLEGIO OF. ING. TÉC. MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

DE PIZARRA "TERMENÓN II" Nº 14.815, TÉRMINO MUNICIPAL DE BENUZA (LEÓN)"

5.5 CUBICACIÓN DE LAS RESERVAS

Los niveles de pizarra que constituyen el yacimiento están limitados a muro por la presencia de pizarras arenosas con capas de arenisca de potencias variables y a techo por una alternancia de areniscas y pizarras en tramos centimétricos muy homogéneos.

En la masa que constituye el yacimiento, la esquistosidad principal es la regional de la fase 1 hercínica, que aquí lleva una dirección general N 120º E aproximadamente, buzando hacia el sur alrededor de 30º con la horizontal.

Dentro de los niveles de pizarra definidos como explotables, también hay algún tramo con defectos, que mayoritariamente son debidos a la presencia de bandas de Kink-bands (bregadas) y en menor medida, debido a la presencia de crenulaciones (rayela y panilla) y diaclasas con hilos de cuarzo asociados.

Los sondeos y las labores de explotación también han aportado un dato muy importante sobre la profundidad de la alteración superficial, observándose una profundidad media de unos 30 m verticales, teniendo en cuenta que en la mayoría de estos sondeos la alteración no afecta apenas a las pizarras de los niveles explotables, sino a las alternancias de areniscas y pizarras situadas a techo de estas.

Con los datos obtenidos hasta la fecha de los sondeos y los frentes de explotación activos, se puede afirmar la existencia de unos niveles de pizarra explotables de alto interés económico.

Dada la forma característica de constitución de estos tipos de yacimientos, para el cálculo de las reservas se ha optado por el método de las secciones transversales adyacentes. Por medio del cual se dibujan secciones geológicas verticales en las que a intervalos regulares se representa la forma de la masa canterable y el área ocupada por la misma en cada sección y dentro del hueco proyectado. Las reservas se calcularán por medio de la semisuma de las áreas adyacentes multiplicado por la equidistancia entre ellas, sumando a continuación los volúmenes obtenidos:

$$V_T = \sum \frac{P_1 + P_2}{2} \bullet L_{1,2}$$

donde:

V_T = Volumen total del material (m^2)
P_i = Área del depósito en la sección S_i (m^2)
Li = Espesor del bloque representado por la sección Si (m)

Para el cálculo de reservas se dividirá la explotación en tres zonas:

COLEGIO OF. ING. TÉC. MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

- **El Arroyo**: también se conoce esta zona como el banco de "Pizarra Seca", ya que básicamente se trata de un plegamiento donde la pizarra seca se encuentra bajo un recubrimiento de estéril inferior a los 20 m. Este banco constituye una reserva de pizarra constante y fácil de explotar debido al reducido desmonte que requiere para alcanzar el nivel de pizarra explotable. Para hacer el cálculo de reservas se van tener en cuenta siete sondeos realizados entre 1988 y 2006.
- **El Real**: frente activo a una cota inferior de "El Arroyo". En él predomina la "Pizarra Fina" según los datos de la explotación llevada a cabo los últimos años como de los sondeos realizados.
- **Entrevalles**: frente de explotación abierto al sur de la explotación. En esta zona se han hecho diferentes campañas de sondeos, así como una continuada labor de extracción de los dos niveles de pizarra que aparecen dentro de la concesión: "Pizarra Fina" y "Pizarra Seca".

Con todo esto, las reservas explotables que tenemos para la proyectada ampliación son:

El Arroyo: ..... 300.083 m³

El Real: ..... 4.014.692 m³

Entrevalles: ..... 687.776 m³

Total reservas ampliación: ..... 5.002.551 m³

6 PLANIFICACION DE LA EXPLOTACION

La explotación tiene como objeto la extracción de bloques de pizarra que, con un proceso de serrado, lajado y corte se obtienen posteriormente placas con dimensiones comerciales para su venta como material de construcción, siendo utilizadas en tejados, fachadas y suelos.

6.1 MÉTODO DE EXPLOTACIÓN

El método de explotación es el de minería a cielo abierto por banqueo descendente y avance horizontal de los bancos y plaza inferior, de acuerdo con su intersección con la ladera natural del terreno. Este método es el más racional por cuanto que se alcanzan más rápidamente algunas de las situaciones finales en los bancos altos, aunque con una mayor inversión inicial en accesos.

La altura de los bancos de trabajo será de unos 6 metros, lo cual está motivado por aspectos de seguridad en el trabajo y de operatividad de la maquinaria empleada.

6.2 GEOMETRÍA DE LA EXPLOTACIÓN

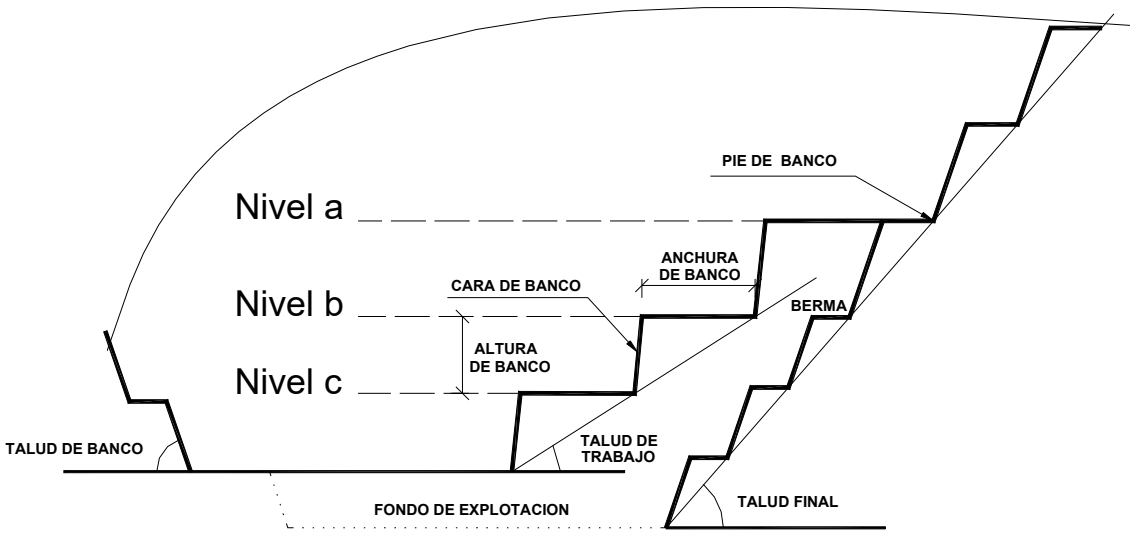
Para la delimitación geométrica de los huecos se han tenido en cuenta los siguientes factores:

- **Criterio geológico**: Fundamentado en las reservas anteriormente calculadas de material explotable de una manera racional.

COLEGIO OF. ING. TÉC. MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

- **Criterio geotécnico**: Se ha tenido en cuenta la estabilidad global de los taludes adoptados para que el frente resulte estable y permita efectuar las labores mineras dentro de la seguridad tanto de las personas como de los bienes.
- **Criterio ambiental**: Para un racional aprovechamiento del recurso, impactando lo menos posible en el medio natural, previendo una restauración acorde con los terrenos alterados.

Atendiendo al perfil significativo representado a continuación, la geometría general de los huecos queda definida por los siguientes parámetros:



Banco.- es el módulo o escalón comprendido entre dos niveles que constituyen la rebanada que se explota, de estéril o roca útil, y que es objeto de excavación desde un punto del espacio hasta una posición final preestablecida.

Altura de banco.- es la distancia vertical entre dos niveles, o lo que es igual desde el pie del banco hasta la parte más alta o cabeza del mismo.

Talud de banco.- es el ángulo delimitado entre la horizontal y la línea de máxima pendiente de la cara del banco.

Talud de trabajo.- es el ángulo determinado por los pies de los bancos entre los cuales se encuentra alguno de los tajos o plataformas de trabajo. Es pues, una pendiente provisional de la excavación. El talud de trabajo es de 50º.

Talud final de explotación.- es el ángulo del talud estable delimitado por la horizontal y la línea que une el pie del banco inferior y la cabeza del superior.

Bermas.- son aquellas plataformas horizontales existentes en los límites de la explotación sobre los taludes finales, que ayudan a mejorar la estabilidad de un talud y las condiciones de seguridad.

Plataforma final de trabajo.- es la última plataforma horizontal que queda al finalizar la vida útil de la explotación.

Altura máxima del hueco.- es la distancia vertical existente entre la cabeza del banco superior y la plataforma final de trabajo.

COLEGIO OF. ING. TÉC. MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

Geometría final de los huecos de explotación:

Entrevalles

- Cubicará al final de su vida útil **3.137.00 m³**
- Ocupará una superficie de **75.240 m²**.
- La plaza final se sitúa a una altura de **1.288** metros
- La altura máxima a la que llegaremos será de **1.464** metros
- La anchura máxima de la plaza será de **100** metros
- La longitud máxima de la plaza, longitudinalmente y en el sentido de avance, será de **200** metros aproximadamente.
- La altura máxima entre bermas finales será de **40** metros; teniendo las bermas de seguridad un ancho mínimo de **10** metros.
- Los bancos de trabajo tendrán una altura máxima de **20** m

El Real

- Cubicará al final de su vida útil **11.870.000 m³**
- Ocupará una superficie de **201.957 m²**.
- La plaza final se sitúa a una altura de **1.226** metros
- La altura máxima a la que llegaremos será de **1.486** metros
- La anchura máxima de la plaza será de **200** metros
- La longitud máxima de la plaza, longitudinalmente y en el sentido de avance, será de **300** metros aproximadamente.
- La altura máxima entre bermas finales será de **40** metros; teniendo las bermas de seguridad un ancho mínimo de **10** metros.
- Los bancos de trabajo tendrán una altura máxima de **20** m

El Arroyo

- Cubicará al final de su vida útil **802.200 m³**
- Ocupará una superficie de **42.037 m²**.
- La plaza final se sitúa a una altura de **1.474** metros
- La altura máxima a la que llegaremos será de **1.548** metros
- La anchura máxima de la plaza será de **150** metros
- La longitud máxima de la plaza, longitudinalmente y en el sentido de avance, será de **100** metros aproximadamente.
- La altura máxima entre bermas finales será de **40** metros; teniendo las bermas de seguridad un ancho mínimo de **10** metros.
- Los bancos de trabajo tendrán una altura máxima de **20** m

COLEGIO OF. ING. TÉC. MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

Coordenadas perímetro exterior de los huecos:

Hueco "Entrevalles" (Coord. UTM ETRS89 Huso 29)

1	X=688317.1909	Y=4691119.8891	**20**	X=688193.5906	Y=4691367.0368
2	X=688303.1718	Y=4691117.7923	**21**	X=688190.9734	Y=4691385.3389
3	X=688288.1817	Y=4691118.2200	**22**	X=688279.7705	Y=4691396.9410
4	X=688227.3965	Y=4691127.3842	**23**	X=688306.1010	Y=4691396.2423
5	X=688227.0977	Y=4691138.0644	**24**	X=688327.7108	Y=4691382.3083
6	X=688208.0012	Y=4691138.8801	**25**	X=688329.5559	Y=4691396.4318
7	X=688188.5007	Y=4691143.0567	**26**	X=688355.9938	Y=4691378.1041
8	X=688187.1270	Y=4691151.0876	**27**	X=688374.2281	Y=4691353.2592
9	X=688160.1613	Y=4691150.1981	**28**	X=688384.5388	Y=4691321.6560
10	X=688147.2258	Y=4691157.7162	**29**	X=688386.3887	Y=4691306.8501
11	X=688143.3344	Y=4691169.1679	**30**	X=688395.5732	Y=4691314.7575
12	X=688109.3050	Y=4691174.0712	**31**	X=688399.8761	Y=4691278.7614
13	X=688092.6232	Y=4691177.1686	**32**	X=688403.7505	Y=4691224.1264
14	X=688068.3271	Y=4691188.2599	**33**	X=688403.0481	Y=4691195.3431
15	X=688067.6883	Y=4691198.6770	**34**	X=688393.2147	Y=4691165.6238
16	X=688077.1219	Y=4691206.2914	**35**	X=688378.6987	Y=4691141.5207
17	X=688052.5960	Y=4691337.8763	**36**	X=688354.8176	Y=4691122.0978
18	X=688067.6249	Y=4691359.7255	**37**	X=688328.3611	Y=4691108.9932
19	X=688083.1418	Y=4691365.1878	**38**	X=688315.8224	Y=4691108.3881

Hueco "El Arroyo" (Coord. UTM ETRS89 Huso 29)

1	X=687730.1500	Y=4692062.3623	**20**	X=687914.5364	Y=4692171.9960
2	X=687714.7503	Y=4692086.1217	**21**	X=687897.0760	Y=4692164.5629
3	X=687699.0405	Y=4692121.1410	**22**	X=687886.7292	Y=4692167.2561
4	X=687696.3573	Y=4692134.9290	**23**	X=687883.0647	Y=4692177.3823
5	X=687697.7099	Y=4692168.8291	**24**	X=687856.5508	Y=4692152.7131
6	X=687709.9071	Y=4692216.2633	**25**	X=687836.3852	Y=4692130.5991
7	X=687732.3371	Y=4692257.8619	**26**	X=687839.9474	Y=4692109.1615
8	X=687761.5472	Y=4692302.0893	**27**	X=687841.4764	Y=4692088.0933
9	X=687774.4377	Y=4692298.7098	**28**	X=687850.5414	Y=4692085.0367
10	X=687777.8188	Y=4692308.6369	**29**	X=687861.1354	Y=4692088.3116
11	X=687793.3509	Y=4692328.4910	**30**	X=687865.3948	Y=4692092.4597
12	X=687813.1094	Y=4692336.8340	**31**	X=687874.6783	Y=4692093.0055
13	X=687825.6829	Y=4692339.1573	**32**	X=687880.4667	Y=4692079.3603
14	X=687875.5270	Y=4692319.1490	**33**	X=687876.7762	Y=4692073.5839
15	X=687898.4215	Y=4692299.3399	**34**	X=687854.1590	Y=4692061.9719
16	X=687909.0145	Y=4692290.2891	**35**	X=687799.1747	Y=4692055.9104
17	X=687912.6024	Y=4692276.1154	**36**	X=687777.1370	Y=4692054.7350
18	X=687916.2651	Y=4692234.8103	**37**	X=687757.2577	Y=4692055.9161
19	X=687916.0453	Y=4692197.9579	**38**	X=687749.0558	Y=4692058.0003

COLEGIO OF. ING. TÉC. MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

Hueco "El Real" (Coord. UTM ETRS89 Huso 29)

1	X=687941.7969 Y=4692172.6847	**40**	X=688468.7655 Y=4692289.0239
2	X=687936.6604 Y=4692187.5095	**41**	X=688471.3067 Y=4692285.1072
3	X=687935.4076 Y=4692225.4297	**42**	X=688474.9147 Y=4692276.1301
4	X=687945.1085 Y=4692263.9879	**43**	X=688476.7571 Y=4692267.3833
5	X=687959.2494 Y=4692307.3892	**44**	X=688477.2945 Y=4692259.0200
6	X=687973.3637 Y=4692350.6175	**45**	X=688476.6036 Y=4692252.8818
7	X=687977.5309 Y=4692360.8166	**46**	X=688475.0136 Y=4692242.3104
8	X=687983.6245 Y=4692367.7669	**47**	X=688470.0593 Y=4692225.7218
9	X=688009.2440 Y=4692408.7058	**48**	X=688465.7243 Y=4692225.8456
10	X=688050.4010 Y=4692462.2570	**49**	X=688459.9030 Y=4692228.8167
11	X=688087.8501 Y=4692482.4545	**50**	X=688455.5679 Y=4692217.1799
12	X=688115.6589 Y=4692492.4606	**51**	X=688452.5954 Y=4692211.4853
13	X=688151.2541 Y=4692497.0931	**52**	X=688445.5238 Y=4692204.4599
14	X=688155.8889 Y=4692463.5541	**53**	X=688418.8422 Y=4692159.9714
15	X=688161.8214 Y=4692463.9247	**54**	X=688408.6897 Y=4692147.0515
16	X=688174.2844 Y=4692474.5916	**55**	X=688398.9584 Y=4692138.2663
17	X=688210.0082 Y=4692490.2947	**56**	X=688386.4802 Y=4692119.6762
18	X=688240.6820 Y=4692496.0899	**57**	X=688387.2650 Y=4692113.0873
19	X=688275.4707 Y=4692496.0899	**58**	X=688386.4095 Y=4692106.0931
20	X=688304.4644 Y=4692490.8869	**59**	X=688378.4305 Y=4692089.4325
21	X=688330.5999 Y=4692481.7088	**60**	X=688366.8041 Y=4692074.5130
22	X=688356.6177 Y=4692471.8246	**61**	X=688376.3045 Y=4692070.1345
23	X=688374.9832 Y=4692456.2924	**62**	X=688360.3007 Y=4692053.4838
24	X=688364.4180 Y=4692449.1908	**63**	X=688354.0427 Y=4692043.5403
25	X=688378.4039 Y=4692436.9772	**64**	X=688346.7418 Y=4692034.2383
26	X=688392.7436 Y=4692427.9751	**65**	X=688332.9422 Y=4692023.2523
27	X=688382.4333 Y=4692420.9865	**66**	X=688308.6158 Y=4692017.2900
28	X=688393.7713 Y=4692409.3908	**67**	X=688309.5849 Y=4692011.7201
29	X=688424.6535 Y=4692396.4179	**68**	X=688294.7245 Y=4692008.4912
30	X=688433.9032 Y=4692392.6155	**69**	X=688277.8450 Y=4692007.6033
31	X=688438.6773 Y=4692389.3350	**70**	X=688204.2655 Y=4692007.0432
32	X=688446.6683 Y=4692373.4998	**71**	X=688084.0000 Y=4692015.8676
33	X=688451.3064 Y=4692371.2053	**72**	X=688043.1596 Y=4692024.2323
34	X=688460.4556 Y=4692362.6479	**73**	X=688004.9972 Y=4692050.3302
35	X=688468.9596 Y=4692350.9138	**74**	X=688000.3106 Y=4692061.0370
36	X=688471.4430 Y=4692345.0468	**75**	X=687979.2209 Y=4692090.8154
37	X=688474.3027 Y=4692332.8615	**76**	X=687960.8093 Y=4692137.3233
38	X=688463.9927 Y=4692330.8306	**77**	X=687951.5259 Y=4692166.6476
39	X=688471.4587 Y=4692313.8963	**78**	X=687947.4067 Y=4692175.0465

COLEGIO OF. ING. TÉC., MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

6.3 ESTUDIO GEOTÉCNICO DE ESTABILIDAD

Se aporta en anexo a este proyecto "MINA TERMENÓN II. ESTUDIO GEOLÓGICO – GEOTÉCNICO. DISEÑO DE TALUDES DE EXCAVACION"

6.4 PLANIFICACIÓN DE LA EXPLOTACIÓN

El método de explotación será similar al del proyecto actual, es decir, el de minería a cielo abierto por banqueo descendente y avance horizontal de los bancos y plaza inferior, de acuerdo con su intersección con la ladera natural del terreno. Este método es el más racional ya que se alcanzan más rápidamente algunas de las situaciones finales en los bancos altos, aunque con una mayor inversión inicial en accesos.

La altura de los bancos de trabajo será de unos 6 metros, lo cual está motivado por aspectos de seguridad en el trabajo y de operatividad de la maquinaria empleada.

La planificación de la explotación estará constituida fundamentalmente por tres fases bien diferenciadas, que se efectúan de manera secuencial.

a) <u>Arranque</u>

En las labores de arranque podemos distinguir entre el desmonte y el arranque en capa propiamente dicho. En el primer caso, se trata de retirar las zonas de recubrimiento y alteración superficial, dejando un frente escalonado con alturas en función de la naturaleza del sustrato (sin sobrepasar los 40 m en talud final), hasta llegar al nivel productivo. Para tal fin se utiliza normalmente maquinaria pesada tipo bulldozer para la retirada del recubrimiento ripable, y empleando perforación y voladuras, cuando la competencia del material así lo aconseja. La perforación se realiza con carros perforadores con martillo en fondo o en cabeza, diámetro de barrena de unos 89 mm, longitud máxima de unos 20 metros, y número de barrenos y espaciamiento entre ellos variable en función del grado de fracturación y tamaño de la zona a desmontar. El explosivo utilizado es hidrogeles para la carga de fondo y anfo, hidrogeles o emulsión a granel para la carga de columna, completado con cordón detonante de 12 gramos y detonadores de tipo eléctrico para grandes voladuras, u ordinarios en el caso de pegas de poca entidad.

Los esquemas más utilizados son los siguientes:

1.- Diámetro de perforación (mm)	89
2.- Nº Barrenos por voladura (uds)	135
3.- Cuadrícula (piedra x espaciamiento) (cm)	350X300
4.- Longitud de barreno (m)	12,54
5.- Longitud de retacado (m)	3,5
6.- Tipo de detonadores	Eléctrico, Mecha, No-eléctrico, Relés
7.- Tipo de explosivos	
7.1.- Fondo	Hidrogeles, Gelatinosos

COLEGIO OF. ING. TÉC. MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

7.2.- Columna	Anfo, Emulsión a granel, Hidrogeles, Gelatinosos
8.- Carga total de explosivo/barreno (Kg)	
8.1.- Fondo	2,5
8.2.- Columna	41,95
9.- Carga de explosivo/voladura (Kg)	
9.1.- Fondo [(2.-) x (8.1.-)]	337
9.2.- Columna [(2.-) x (8.2.-)]	5.663
9.3.- Total (Fondo + Columna) [(9.1.-)+(9.2.-)]	6.000
10.- Nº Detonadores/voladura (uds)	400
11.- Cordón detonante ó mecha/voladura (m)	6
12.- Consumo específico (Kg/m3)	0,317
13.- Volumen arrancado/voladura (m3)	18.927
14.- Nº Voladuras Tipo/año	50
15.- Consumo anual total (Explosivos y accesorios)	
15.1.- Explosivos (Kg)	
15.1.1.- Fondo [(9.1.-) x (14.-)]	16.850
15.1.2.- Columna [(9.2.-) x (14.-)]	283.150
15.1.3.- Total explosivos (Fondo + Columna) [(15.1.1.-) + (15.1.2.-)]	300.000
15.2.- Detonadores (uds) [(10.-) x (14.-)]	20.000
15.3.- Cordón detonante y/o mecha (m) [(11.-) x (14.-)]	300

Efectuada la voladura, se procede a la carga del material con el auxilio de retropalas y a su posterior evacuación al vertedero en dumpers.

Una vez desmontado y metidos en capa, la segunda fase de explotación consistirá en la independización de un gran bloque de la roca madre, denominado bloque primario, con forma paralepipédica y de dimensiones que faciliten la labor de los equipos de corte y carga seleccionados para alcanzar la máxima productividad. El arranque de este gran bloque se realiza mediante el corte con hilo diamantado o mediante perforación y voladura con pólvora de mina y/o cordón detonante.

El método prioritario en la operación de arranque en banco será el arranque con cortadora de hilo diamantado. A pesar de ello y para dotar a la explotación de flexibilidad y la máxima operatividad, en algunos casos se recurrirá a la perforación y voladura para la operación de diferenciación total o parcial del bloque primario.

Para ello se preparan una serie de tiros paralelos con martillos perforadores manuales, que posteriormente son cargados con pólvora negra, mecha lenta y detonador ordinario en cabeza. Así mismo, cuando las características del macizo lo permiten, se complementa el arranque con una cortadora de hilo diamantado. Posteriormente, se procede al despegue de los bloques de pizarra, aprovechando el plano de esquistosidad, utilizando para ello los dientes de una pala frontal o el darda instalado en las palas mixtas.

La máquina de corte con hilo es uno de los medios más utilizados para la extracción de roca ornamental dado el aprovechamiento de mineral que se obtiene con su empleo. El equipo de corte

COLEGIO OF. ING. TÉC. MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

consta de un bastidor con un grupo motor principal para hacer girar el cable de acero provisto de anillos diamantados y otro grupo motor para realizar el desplazamiento a lo largo del carril de la máquina. El método operativo del proceso de corte con hilo diamantado es el siguiente:

- **Perforación:** Primeramente, se efectuarán unos barrenos en sentido horizontal, según la alineación de la hebra y ortogonales a esta, mediante una sonda de unos 90 mm de diámetro, hasta una distancia recomendada de unos 20 m de longitud. A continuación, se perfora en sentido vertical con una altura de 6 m y un diámetro menor (40-50 mm) hasta comunicar con la perforación horizontal.
- **Corte**: Se utilizarán máquinas de hilo impulsadas por energía eléctrica. Estas irán montadas sobre unos raíles que permiten su desplazamiento, manteniendo la longitud y tensión adecuadas del cable de acero para que el serrado sea efectivo en la máquina de hilo.
- **Extracción del rachón**: Independientemente de otras discontinuidades, el arranque teórico, se debe efectuar según un paralelepípedo de las siguientes caras:
    - Dos planos de foliación.
    - Dos planos ortogonales a la foliación y paralelos a la alineación de la hebra.
    - Dos planos perpendiculares al plano de foliación y a la alineación de la hebra.

El arranque se producirá a favor de las superficies de pizarrosidad de arriba hacia abajo, según el ángulo de máxima pendiente de dicha estructura. Para separar el bloque del macizo rocoso, a favor de los planos de foliación de la roca y en menor grado de otras discontinuidades, se utilizará una pala cargadora. Empleando sus dientes y la potencia de su motor, se empujará hacia arriba sobre la cara frontal hasta producir el despegue del bloque. Posteriormente este será cargado en camión y transportado a la nave de elaboración.

Esporádicamente se puede dar el caso que se utilicen voladuras en banco con mecha como medida auxiliar al corte con máquina de hilo para el despegue del material por la esquistosidad o líneas de fractura.

En caso de ser necesaria esta técnica el número máximo de barrenos que se pueden disparar simultáneamente será un total de 6 y las pegas de mecha se realizarán con diámetro de perforación 38 mm, según las necesidades que se presenten en cada caso.

Estas voladuras presentarán las siguientes características:

1.- Diámetro de perforación (mm)	78
2.- Nº Barrenos por voladura (uds)	6
3.- Cuadrícula (piedra x espaciamiento) (cm)	160x160
4.- Longitud de barreno (m)	3,50
5.- Longitud de retacado (m)	1,5
6.- Tipo de detonadores	Mecha
7.- Tipo de explosivos	
7.1.- Fondo	Polvora-Explosivo seguridad
7.2.- Columna	Polvora-Explosivo seguridad
8.- Carga total de explosivo/barreno (Kg)	

COLEGIO OF. ING. TÉC. MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

8.1.- Fondo	1,5
8.2.- Columna	
9.- Carga de explosivo/voladura (Kg)	
9.1.- Fondo [(2.-) x (8.1.-)]	9
9.2.- Columna [(2.-) x (8.2.-)]	
9.3.- Total (Fondo + Columna) [(9.1.-)+(9.2.-)]	9
10.- Nº Detonadores/voladura (uds)	3
11.- Cordón detonante ó mecha/voladura (m)	25
12.- Consumo específico (Kg/m3)	1
13.- Volumen arrancado/voladura (m3)	9
14.- Nº Voladuras Tipo/año	300
15.- Consumo anual total (Explosivos y accesorios)	
15.1.- Explosivos (Kg)	
15.1.1.- Fondo [(9.1.-) x (14.-)]	2.700
15.1.2.- Columna [(9.2.-) x (14.-)]	
15.1.3.- Total explosivos (Fondo + Columna) [(15.1.1.-) + (15.1.2.-)]	2.700
15.2.- Detonadores (uds) [(10.-) x (14.-)]	900
15.3.- Cordón detonante y/o mecha (m) [(11.-) x (14.-)]	10.800

No obstante, no se prevé un uso habitual de esta técnica de arranque por voladura en banco al dañar al material mucho más que con el corte con máquina de hilo diamantado.

b) <u>Carga</u>

Para la carga de los estériles procedentes de los desmontes y/o de la capa explotable no aprovechable, se utilizan retropalas montadas sobre orugas y palas frontales de ruedas provistas de cadenas. En el caso de los bloques de pizarra, se utiliza casi exclusivamente las palas frontales.

c) <u>Transporte</u>

Es la última etapa del ciclo minero de la explotación. En ésta se trasladan los materiales obtenidos a sus puntos de destino. Los estériles son evacuados a la escombrera por medio de dúmperes rígidos de unas 100 t de capacidad, y los bloques de "rachón" se trasladan a la nave de elaboración por medio de dumperes de unas 60 toneladas de capacidad de carga.

6.5 ELABORACIÓN DEL PRODUCTO

El proceso productivo en la nave de elaboración existente es el siguiente:

Descarga y exfoliado primario del rachón: Una vez transportado el bloque de pizarra de la cantera a la nave de elaboración, se descarga este y se divide en otros bloques que no sobrepasen los 30 cm de espesor según los planos de fisibilidad. Para ello se utilizan perforadores neumáticos y quebrantadores hidráulicos, aunque todavía se efectúa en ocasiones manualmente con cuñas y mazas. Este exfoliado tiene por objeto acondicionar el bloque de pizarra para poder someterlo al proceso de serrado.

COLEGIO OF. ING. TÉC. MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

Serrado: Los bloques obtenidos en el proceso anterior son colocados sobre los carros de las sierras mediante un camino de rodillos, auxiliándose con un puente grúa o pala cargadora. Una vez cargado el rachón en la sierra se procede a su serrado por medio de discos diamantados de diámetro variable según la potencia de la sierra, realizándole al bloque dos cortes perpendiculares, para obtener unos bloques de pizarra de dimensiones ligeramente superiores a las de las placas comerciales que se pretende conseguir. Estos bloques se desplazan mediante otro camino de rodillos hacía un repartidor automático o manual, el cual los distribuye a los labradores según la demanda que estos hagan.

Labrado: Consiste en la exfoliación de los bloques de pizarra en placas de espesores comerciales. Lo realizan los labradores mediante cuchillas y martillos sobre bancos de labrado en los que se disponen dos ángulos próximos para el apoyo de las placas o lajas. El material rechazado es evacuado al exterior de la nave para su carga y transporte a la escombrera. Estas placas se desplazan mediante un camino de rodillos hacía un repartidor automático, el cual los distribuye a los cortadores.

Cortado: Estas placas son cortadas mediante cortadoras automáticas o neumáticas para darles las dimensiones y aristado definitivo. Este proceso se realiza de dos formas diferentes según sean las características del producto a obtener: para productos con dimensiones poco habituales se efectúa por medio de operarios que usan las cortadoras automáticas y tijeras neumáticas. Para productos de dimensiones estandarizadas se realiza por cortadoras automáticas. Estas placas se desplazan mediante un camino de rodillos hacía un repartidor el cual los distribuye a los embaladores por caminos de rodillos.

Selección-clasificación-embalado: Una vez elaboradas las láminas o placas comerciales se procede a su selección por calidades, clasificación por tamaños y posterior embalado en jaulas de madera o paletas para su transporte y distribución, evacuándose las placas no deseadas a la escombrera.

Almacenamiento: La retirada de los palets llenos del área de embalado se realiza con carretillas elevadoras sobre ruedas. Estos palets se almacenan temporalmente tanto en el exterior como en el interior de la nave. De estas zonas se carga por medio de las mencionadas carretillas en camiones para su almacenamiento o expedición y venta.

La nave tiene una capacidad de producción de unas 30.000 Tm/año.

6.6 EQUIPOS EMPLEADOS EN LA CANTERA

La maquinaría utilizada en la explotación es:

Maquinaria			Propio o Contratado		
Utilización	**Tipo**	**Marca/Modelo**	**P**	**C**	**Potencia (kW)**
Arranque	Retroexcavadora	Komatsu 1100		X	800
Arranque	Retroexcavadora	Komatsu 1100		X	800

COLEGIO OF. ING. TÉC. MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

Maquinaria

			Propio o Contratado		
Utilización	**Tipo**	**Marca/Modelo**	**P**	**C**	**Potencia (kW)**
Arranque	Retroexcavadora	Cat 375	X		600
Arranque	Retroexcavadora	Komatsu 750		X	600
Arranque	Retroexcavadora	Komatsu 750		X	600
Arranque	Retroexcavadora	Cat 345		X	450
Arranque	Retroexcavadora	Liebherr R964B		X	800
Arranque	Retroexcavadora	Liebherr R944B		X	450
Arranque	Retroexcavadora	Hitachi 1200		X	800
Arranque	Retroexcavadora	O&K RH16	X		250
Arranque	Pala	Cat 980C		X	450
Arranque	Pala	Cat 980F		X	450
Arranque	Pala	Cat 980G		X	450
Carga	Pala	Cat 966		X	300
Carga	Pala	Komatsu WA500	X		450
Carga	Pala	Daewoo		X	300
Carga	Dúmper	Cat 777		X	550
Carga	Dúmper	Cat 777		X	550
Carga	Dúmper	Cat 777		X	550
Carga	Dúmper	Cat 777		X	550
Carga	Dúmper	Cat 777		X	550
Carga	Dúmper	Cat 777		X	550
Carga	Dúmper	Cat 775		X	450
Carga	Dúmper	Cat 775		X	450
Carga	Dúmper	Cat 773B		X	400
Carga	Dúmper	Cat D350E		X	250
Carga	Dúmper	Cat D350E		X	250
Carga	Dúmper	Terex TR100		X	550
Carga	Dúmper	Cat D350E		X	250
Carga	Dúmper	Volvo A35D		X	250
Arranque	Buldózer	Cat D9L		X	500
Perforación	Perforadora	Tamrock 500		X	150
Perforación	Perforadora	Atlas 748		X	125
Carga	Otros	John Deere 7810		X	70

COLEGIO OF. ING. TÉC. MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

Maquinaria			Propio o Contratado		
Utilización	**Tipo**	**Marca/Modelo**	**P**	**C**	**Potencia (kW)**
Compresor		Atlas Copco 1031X	X		60
Compresor		Atlas Copco 1031X	X		60
Grupos electrógenos			X		360 (kVA)

6.7 PLANTILLA DE PERSONAL EN LA CANTERA

El personal que trabaja en la explotación se compone de 33 personas:

- 1 encargado general. Se encarga principalmente de la supervisión y control de todos los procesos llevados a cabo en la explotación. Apoya en caso de necesidad a los conductores de la maquinaria pesada.
- 6 palistas. Encargado del manejo de la cargadora y realización con ella las funciones para las que han sido encomendadas. También se encarga del mantenimiento de la misma.
- 10 operadores de excavadora. Encargados del manejo de la excavadora o mini excavadora y realización con ella las funciones para las que han sido encomendadas. También se encarga del mantenimiento de la misma.
- 14 conductores de camión. Encargados de controlar el camión y realizar con él las funciones que se le encomiendan. Lleva a cabo también el mantenimiento del mismo.
- 2 barrenistas/artilleros. Encargados de controlar y realizar las perforaciones y voladuras, para la extracción del material estéril.
- 2 encargados de la sierras de hilo diamantado.

Este número puede variar dependiendo de las necesidades de producción de la explotación.

6.8 VIDA Y RITMO DE LA EXPLOTACIÓN

Una vez cubicados los distintos huecos de que se compone la explotación tenemos los siguientes datos:

Huecos	**Volumen (m^3)**
Entrevalles	
Volumen desmonte (incluida capa)	3.137.000
Volumen capa	687.776
El Arroyo	
Volumen desmonte (incluida capa)	802.200
Volumen capa	300.083
El Real	
Volumen desmonte (incluida capa)	11.870.000
Volumen capa	4.014.692

COLEGIO OF. ING. TÉC. MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
Habilitación Profesional
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

Huecos	Volumen (m^3)
Total huecos	
Volumen desmonte (incluida capa)	**15.809.200**
Volumen capa	**5.002.551**

La explotación contará con la siguiente capacidad de almacenamiento:

CAPACIDAD DE ALMACENAMIENTO DE LAS ESCOMBERAS	
	Volumen (m^3)
ESTÉRILES DE MINA	
ESCOMBRERA SUR	1.372.150
ESCOMBRERA LA MORTERA	8.102.640
ESCOMBRERA ENTREVALLES	3.001.254
ESCOMBRERA NORTE	885.796
ESCOMBRERA NORESTE 1	879.228
ESCOMBRERA NORESTE 2	634.001
TOTAL MINA	**14.875.068**
RELLENO EN CORTA "ENTREVALLES"	
RELLENO CORTA ENTREVALLES	1.739.295
CAPACIDAD TOTAL DE ALMACENAMIENTO ESTERIL MINA	**16.614.363**
ESTÉRILES DE PLANTA EN NAVE DE ELABORACIÓN	
ESCOMBRERA NAVE ELABORACIÓN	484.700
RELLENO CORTA EN CORTA "ENTREVALLES"	1.071.207
CAPACIDAD TOTAL DE ALMACENAMIENTO (ESTÉRILES NAVE)	**1.555.907**

Se rellenará parcialmente el hueco de la corta de "Entrevalles" para albergar estériles tanto de la cantera como de la nave de elaboración y así realizar una restitución topográfica para devolver al río Benuza a su trazado original.

Con los datos estudiados anteriormente estamos en condiciones de hacernos una idea general del ritmo y de la vida de la explotación.

Debido a la amplia experiencia que posee la Empresa en este campo le atribuiremos para el cálculo unos rendimientos en cantera del 35% y en nave del 15%.

Se asigna un esponjamiento del 30% del estéril de la explotación y un 10% de factor de compactación de este estéril una vez depositado en las escombreras proyectadas.

En nave se atribuye un esponjamiento para el estéril del 15% y una compactación del 10%.

COLEGIO OF. ING. TÉC. MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

DATOS GENERALES AMPLIACIÓN TERMENÓN II

Volumen Total Huecos excavados (m^3)	15.809.200
Volumen capa (m^3)	5.002.551
Rendimiento cantera (%)	35
Recuperación en Nave (%)	15
Densidad del material (t/m^3)	2,8
Esponjamiento estéril cantera (%)	30
Compactación estéril cantera (%)	10

Mineral

Volumen de pizarra explotable (m^3)	1.750.893
Tonelaje de pizarra explotable (t)	4.902.500
Volumen de pizarra aprovechable en Nave (m^3)	262.634
Producto final vendible (t)	**735.375**

Estéril de mina

Volumen de estéril de mina (m^3)	14.058.307
Volumen de estéril esponjado de mina (m^3)	18.275.799
Volumen de estéril compactado de mina (m^3)	**16.614.363**
Capacidad de las escombreras (m^3)	14.875.068
Relleno corta Entrevalles (m^3)	1.739.295
TOTAL CAPACIDAD ALMACENAMIENTO (m^3)	**16.614.363**

Estéril en Nave de elaboración

Volumen de estéril (m^3)	1.488.259
Esponjamiento del estéril (%)	15
Volumen de estéril esponjado (m^3)	1.711.498
Compactación del material (%)	10
Volumen de estéril compactado (m^3)	1.555.907
Capacidad necesaria escombrera (m^3)	**1.555.907**
Volumen final escombrera nave (m^3)	484.700
Relleno corta entrevalles (m^3)	1.071.207
Total capacidad almacenamiento (m^3)	**1.555.907**

COLEGIO OF. ING. TÉC. MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

VIDA Y RITMO EXPLOTACIÓN

Año	Producción (t/año)	Producción acumulada (t)	Estéril cantera (m3/año)	Estéril de la cantera acumulado (año)	Capacidad escombreras (m3)	Ratio estéril/piz eleborada
0	-	-	-	-	16.614.363	
1	20.000	20.000	451.861	451.861	16.162.502	22,59
2	20.000	40.000	451.861	903.722	15.710.641	22,59
3	20.000	60.000	451.861	1.355.583	15.258.780	22,59
4	20.000	80.000	451.861	1.807.444	14.806.919	22,59
5	20.000	100.000	451.861	2.259.305	14.355.058	22,59
6	20.000	120.000	451.861	2.711.166	13.903.197	22,59
7	20.000	140.000	451.861	3.163.027	13.451.336	22,59
8	20.000	160.000	451.861	3.614.888	12.999.475	22,59
9	20.000	180.000	451.861	4.066.749	12.547.614	22,59
10	25.000	205.000	564.826	4.631.575	11.982.788	22,59
11	25.000	230.000	564.826	5.196.401	11.417.962	22,59
12	25.000	255.000	564.826	5.761.228	10.853.135	22,59
13	25.000	280.000	564.826	6.326.054	10.288.309	22,59
14	25.000	305.000	564.826	6.890.880	9.723.483	22,59
15	29.000	334.000	655.198	7.546.079	9.068.284	22,59
16	29.000	363.000	655.198	8.201.277	8.413.086	22,59
17	29.000	392.000	655.198	8.856.475	7.757.888	22,59
18	29.000	421.000	655.198	9.511.674	7.102.689	22,59
19	29.000	450.000	655.198	10.166.872	6.447.491	22,59
20	29.000	479.000	655.198	10.822.071	5.792.292	22,59
21	29.000	508.000	655.198	11.477.269	5.137.094	22,59
22	29.000	537.000	655.198	12.132.468	4.481.895	22,59
23	29.000	566.000	655.198	12.787.666	3.826.697	22,59
24	29.000	595.000	655.198	13.442.865	3.171.498	22,59
25	29.000	624.000	655.198	14.098.063	2.516.300	22,59
26	29.000	653.000	655.198	14.753.261	1.861.102	22,59
27	29.000	682.000	655.198	15.408.460	1.205.903	22,59
28	29.000	711.000	655.198	16.063.658	550.705	22,59
29	24.375	735.375	550.705	16.614.363	0	22,59
TOTAL	**735.375**		**16.614.363**			

COLEGIO OF. ING. TEC. MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGIA CASTILLA Y LEON (NORTE) Y CANTABRIA
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
Habilitación Profesional
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

VIDA Y RITMO NAVE DE ELABORACIÓN

Año	Producción (t/año)	Producción acumulada (t)	Estéril de la planta (m3/año)	Estéril de la planta acumulado (año)	Capacidad escombrera nave (m3)
0	-	-			**1.555.907**
1	20.000	20.000	42.316	42.316	1.513.591
2	20.000	40.000	42.316	84.632	1.471.275
3	20.000	60.000	42.316	126.948	1.428.959
4	20.000	80.000	42.316	169.264	1.386.643
5	20.000	100.000	42.316	211.580	1.344.327
6	20.000	120.000	42.316	253.896	1.302.011
7	20.000	140.000	42.316	296.212	1.259.695
8	20.000	160.000	42.316	338.528	1.217.379
9	20.000	180.000	42.316	380.844	1.175.063
10	25.000	205.000	52.895	433.739	1.122.168
11	25.000	230.000	52.895	486.634	1.069.273
12	25.000	255.000	52.895	539.529	1.016.378
13	25.000	280.000	52.895	592.424	963.483
14	25.000	305.000	52.895	645.319	910.588
15	29.000	334.000	61.358	706.677	849.230
16	29.000	363.000	61.358	768.036	787.871
17	29.000	392.000	61.358	829.394	726.513
18	29.000	421.000	61.358	890.752	665.155
19	29.000	450.000	61.358	952.110	603.797
20	29.000	479.000	61.358	1.013.469	542.438
21	29.000	508.000	61.358	1.074.827	481.080
22	29.000	537.000	61.358	1.136.185	419.722
23	29.000	566.000	61.358	1.197.543	358.364
24	29.000	595.000	61.358	1.258.902	297.006
25	29.000	624.000	61.358	1.320.260	235.647
26	29.000	653.000	61.358	1.381.618	174.289
27	29.000	682.000	61.358	1.442.976	112.931
28	29.000	711.000	61.358	1.504.334	51.573
29	24.375	735.375	51.573	1.555.907	0
TOTAL	**735.375**		**1.555.907**		

COLEGIO OF. ING. TÉC. MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

7 INFRAESTRUCTURAS Y DEPOSITOS DE ESTERILES

7.1 PISTAS Y ACCESOS

Al tratarse de una ampliación de los huecos de extracción existentes con una reprofundización de los frentes de "El Arroyo", "El Real" y "Entrevalles" no se proyecta la apertura de nuevas pistas mineras, utilizándose las existentes en la explotación.

En el diseño de las pistas y accesos de la explotación se han considerado los dos aspectos de trazado en planta y perfil, con vistas a garantizar una circulación segura y sin dificultades en función de los tipos de vehículos que vayan a utilizarlos y la intensidad prevista de circulación que se habrá de considerar como normal, debido al volumen de extracción en la explotación.

Las pistas y accesos de la explotación soportan un tráfico normal (principalmente el dumper) y estarán compuestas de un solo carril, en el que se mantendrá una barrera no franqueable en el borde del talud y un arcén de seguridad que garantice una circulación segura. El arcén de separación entre el borde de la pista o acceso y el pie o el borde inferior de un talud no puede ser menor de dos metros.

Cuando en algunos puntos exista riesgo de deslizamientos o desprendimientos en los taludes que afecten a una pista o a un acceso, ésta debe protegerse mediante un mallazo, bulonado, etc, dejando en caso necesario un arcén de seguridad de 5 metros de anchura.

7.1.1 Anchura de calzadas en pistas y accesos

La anchura mínima de la calzada de una pista de un solo carril será de vez y media la del vehículo mayor que se prevea que circule por ella. La anchura mínima de la calzada de un acceso de un solo carril será la del vehículo mayor que se prevea que circule por él.

En nuestro caso, y considerando que el vehículo mayor será el dumper (tipo Cat 777) con 6 metros de ancho de operación, tendremos:

** Anchura mínima de la calzada de pista ≈ 11 m.*
** Anchura mínima de la calzada de acceso ≈ 6 m.*

7.1.2 Pendientes

Las pendientes longitudinales de las pistas y accesos deberán estar adaptadas a las características de los vehículos y de las cargas que transportan. En todo caso, las pendientes longitudinales medias de las pistas no deberán sobrepasar el 10%, con máximos puntuales del 15%, y en ellas las velocidades de la maquinaria de la explotación no deberán sobrepasar los 15 km/h.

COLEGIO OF. ING. TÉC. MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

La pendiente transversal será la suficiente para garantizar una adecuada evacuación del agua de escorrentía. En las pistas de un solo carril a media ladera, esta pendiente transversal deberá ser de sentido inverso a la de la ladera, disponiéndose una cuneta adecuada.

7.1.3 Curvas

El radio mínimo admisible será aquel que puedan realizar los vehículos sin necesidad de efectuar maniobras. En ningún caso se permitirán peraltes inversos. En las curvas deberá considerarse un sobreancho para cada carril según la expresión siguiente:

$$S = \frac{l^2}{2R}$$

donde:

S = Sobreancho de cada carril en metros

l = Longitud de los vehículos en metros, medida entre su extremo delantero y el eje de las ruedas traseras

R = Radio de la curva en metros

Las curvas se diseñarán con un radio que será función del tipo de vehículo, velocidad prevista, peralte y coeficiente de rozamiento.

En nuestro caso, considerando una longitud para el mayor camión de 10 metros y un radio máximo de 50 metros, nos da un sobreancho de pista de 1 metro en las curvas.

7.1.4 Conservación de pistas y accesos

Se prestará especial atención a la conservación y limpieza de los drenajes existentes para evitar encharcamientos, así como la restauración de la superficie de rodadura, eliminando baches, blandones, roderas, etc., que se llevará a cabo cada tres meses. Se retirarán las piedras descalzadas de los taludes o caída de la caja del camión volquete. Se revisarán mensualmente las señales de tráfico colocadas en la explotación que establecen las velocidades de circulación, preferencias de paso y señales de precaución.

La evacuación del material extraído de la cantera (rachón) a la nave de elaboración se hace por una pista existente en buenas condiciones apta para los camiones utilizados en la explotación.

COLEGIO OF. ING. TÉC. MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

7.2 DEPÓSITO DE ESTÉRILES

Se aporta en anexo a este proyecto "PROYECTO CONSTRUCTIVO DE LAS INSTALACIONES DE RESIDUOS MINEROS DE LA AMPLIACIÓN DEL PROYECTO DE EXPLOTACIÓN DE LA CONCESIÓN DE PIZARRA "TERMENÓN II" Nº 14.815, TÉRMINO MUNICIPAL DE BENUZA (LEÓN)"

8 CONSUMO DE AGUA EN LA EXPLOTACIÓN

No se tiene en cuenta el consumo de agua de los trabajadores ya que los aseos están situados en la nave de elaboración.

El consumo estimado para las cortadoras de hilo diamantado oscila en torno a los 1,25 m^3/h por cortadora. Luego el caudal total, para las cuatro sierras existentes en la explotación es de Q_{CH}= 1,25 m^3/h x 4 = 5 m^3/h. En una jornada laboral de 8 horas, tendremos un consumo estimado diario de Q_{dCH} = 5 m^3/h x 8 h/día = 40 m^3/día, suponiendo 220 días hábiles al año, el consumo anual será de Q_{aCH} = 40 m^3/día x 220 días/año = **8.800 m^3/año**.

La distribución de agua en los equipos de serrado se llevará a cabo mediante circuito cerrado. Por lo tanto el agua captada se utilizará principalmente para la reposición de la cantidad de agua contenida en los lodos depositados en las balsas de decantación y la reposición de las pérdidas por fugas en la conducción que se estima en 60% del total, por lo que la cantidad de agua necesaria será de 8.800 x 0,60 = **5.280 m^3/año**

Considerando que el periodo de riego puede estar comprendido entre los meses de mayo a septiembre (ambos inclusive) lo que nos hace una media de 100 días laborables, que el riego se efectuará 3 veces al día con un equipo compuesto por tractor agrícola con cuba de riego de 6.000 litros de capacidad, tendremos un consumo de agua para riego de pistas de **1.800 m^3/año**.

Para cuantificar el consumo en la limpieza de los equipos de trabajo supondremos que se realiza una vez a la semana en un periodo de 4 horas, utilizando una lanza de agua a presión con un consumo estimado de 2 l/sg, con lo que tendremos un consumo semanal de 2x3.600x4 = 28.8 m^3/semana. Considerando un total de 52 semanas laborables al año tendremos un consumo de agua de lavado de **1.500 m^3/año**

Sumando las tres cantidades anteriores obtendremos de una forma aproximada la cantidad total de agua al año que será de **8.580 m^3/año**. Hay que puntualizar que esta cantidad de agua será sensiblemente menor puesto que se reutilizará el agua de lluvia almacenada en las balsas de decantación de la cantera.

9 DRENAJE Y DESAGÜE DE LA EXPLOTACION

Se mantendrá la red de drenaje y desagüe existente en la explotación conectando a ella las cunetas de guarda que se realicen por la implantación de las dos escombreras descritas anteriormente.

COLEGIO OF. ING. TÉC. MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

La red de drenaje cuenta con una serie de cunetas de interceptación y balsas de decantación para evitar que las aguas de proceso accedan a los cursos de aguas cercanos.

9.1 SISTEMA DE DEPURACIÓN DE LAS AGUAS DE ASEOS

La explotación no cuenta con aseos al estar disponibles los de la nave de elaboración cercana.

10 INSTALACIONES AUXILIARES EN LA EXPLOTACIÓN

Zona reparación y mantenimiento de maquinaria

La explotación cuenta con un edificio de estructura metálica en donde se realiza la reparación y mantenimiento de los vehículos de la empresa. Esta zona está debidamente documentada en los planes de labores y demás información presentada antes el Servicio de Minas.

Varios

En el centro de trabajo se dispone de un botiquín de primeros auxilios. Existe, además, uno portátil que contiene como mínimo los siguientes elementos: agua oxigenada, alcohol de 96º, tintura de yodo, mercurocromo, amoníaco, gasa estéril, algodón hidrófilo, vendas, esparadrapo, antiespasmódicos, analgésicos, tónicos cardíacos de urgencia, torniquete, guantes esterilizados, jeringuillas y termómetro clínico.

Como medida de prevención y seguridad contra incendios se dispondrá de una dotación de extintores manuales portátiles distribuidos en la maquinaría móvil y en el comedor del personal. Serán de polvo seco eficacia 89B y de 6 Kg de carga.

Se tendrán en cuenta las Reglas Técnicas para instalaciones específicas de extintores móviles (medios manuales de extinción). Se colocarán colgados de los paramentos y la parte superior del extintor estará a una altura de 1,50 m. del suelo y cumplirán los requisitos exigidos de aprobación de tipo, placa timbre, etiqueta de características y empleo según UNE 23.111. Serán verificados por personal especializado cada 12 meses. Siendo el personal adiestrado sobre el uso de los extintores.

11 NAVE DE ELABORACIÓN

Una vez finalizado el proceso extractivo de los bloques de pizarra son transportados a la nave de elaboración, que se encuentra situada al norte de la explotación, en el paraje "Llastreos", donde se transformarán en producto terminado y se embalarán para su distribución.

Se trata de una edificación industrial formada por dos naves paralelas, destinadas a serrado y labrado, la primera con unas dimensiones de 52 x 21,7 y la segunda de 63,1 x 19,7 Se encuentran unidas entre sí por tres pasillos, y las separa un foso de recogida de los estériles de la transformación de la pizarra.

COLEGIO OF. ING. TÉC. MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

El personal necesario en la nave de elaboración es aproximadamente de 60 personas, componiéndose de:

Descripción puesto	Cantidad
Encargado	1
Serrador	10
Labrador	20
Cortador	10
Embalador	10
Carretillero	2
Palista	2
Chofer	2
Mantenimiento	3

El proceso productivo que se realiza en la nave de elaboración ha sido detallado en apartados anteriores.

El principal residuo generado en la actividad será el propio material rechazado en el proceso productivo. Este material se verterá en la escombrera de la nave y el hueco de explotación de "Entrevalles" tal y como se detalló en apartados anteriores.

Para el transporte del material entre la cantera y la nave de elaboración se utiliza una pista de tierra acondicionada para los volquetes de la empresa.

12 DOCUMENTO SOBRE SEGURIDAD Y SALUD

Se adjunta como anexo el DOCUMENTO DE SEGURIDAD Y SALUD.

13 CONCLUSIONES

Con los datos y planos aportados en el presente proyecto se solicita a la Autoridad Competente la aprobación del mismo y la continuación con la tramitación del procedimiento de AMPLIACIÓN DEL PROYECTO DE EXPLOTACIÓN DE LA CONCESIÓN DE PIZARRA "TERMENÓN II" Nº 14.815.

Benuza, septiembre de 2024

Fdo: **Juan Ignacio Villoria Ordóñez**

Graduado de Minas

Colegiado 1.998

COLEGIO OF. ING. TÉC. MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

2 ANEXOS A LA MEMORIA

COLEGIO OF. ING. TÉC. MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

2.1 ESTUDIO GEOTÉCNICO

COLEGIO OF. ING. TÉC. MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]



MINA TERMENÓN II

ESTUDIO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO. DISEÑO DE TALUDES DE EXCAVACIÓN.

GEOES22 0028

COLEGIO OF. ING. TEC. MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación colaboración e-gestion.es [FVIINDGFSUQYNNMSD]

COLEGIO OF. ING. TÉC., MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]
2024 4/10
COLEGIO OF. ING. TÉC. MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ

CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN, OBJETO Y ALCANCE 1
2. INFORMACIÓN DE PARTIDA 2
2.1 SONDEOS 2
3. MARCO GEOLÓGICO 4
3.1 ESTRATIGRAFÍA 4
3.1.1. Paleozoico 4
3.1.2. Depósitos cuaternarios 7
3.2 GEOMORFOLOGÍA 7
3.3 TECTÓNICA 8
3.3.1. Fallas 9
3.3.2. Foliación 10
3.4 SISMICIDAD 10
4. CARACTERIZACIÓN DEL MACIZO ROCOSO 14
4.1 METODOLOGÍA APLICADA PARA EL ANÁLISIS DE RESULTADOS 14
4.1.1. Consideraciones para la caracterización de la roca intacta 14
4.1.2. Clasificaciones geomecánicas del macizo rocoso 14
4.1.3. Criterio de rotura Hoek&Brown 21
4.1.4. Ensayos De Laboratorio 25
4.2 CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA 28
4.2.1. Resistencia a compresión simple y módulo de deformación 28
4.2.2. Análisis del diaclasado del macizo rocoso 30
4.2.3. Estimación del GSI 33
4.2.4. Parametrización geotécnica del macizo rocoso 36
5. CÁLCULOS DE LA ESTABILIDAD DE TALUDES DE LA EXPLOTACIÓN 40
5.1 ROTURA CIRCULAR 41
5.2 ROTURAS LINEALES (PIZARROSIDAD) 42
5.3 SITUACIÓN ACTUAL 45

COLEGIO OF. ING. TÉC., MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

6. ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DE LOS BANCOS. 46

6.1 ROTURA PLANAR 47

6.2 ANÁLISIS DE CUÑAS 48

7. ANÁLISIS DE CÁLCULO DE CAÍDA DE BLOQUES 51

7.1 PARÁMETROS DE ANÁLISIS 51

7.2 RESULTADOS 51

7.2.1. EXCAVACIÓN 1 52

7.2.2. EXCAVACIÓN 2 53

7.2.3. EXCAVACIÓN 3 54

8. RESUMEN Y CONCLUSIONES 55

APÉNDICES 56

APÉNDICES

APÉNDICE 1. CÁLCULOS DE ESTABILIDAD DE TALUDES. GENERALES

APÉNDICE 2. CÁLCULOS DE ESTABILIDAD DE TALUDES. BANCOS

ÍNDICE DE IMÁGENES

FIGURA 1: MARCADO EN AZUL LAS ZONAS DE EXCAVACIÓN PARA LA MINA TERMENÓN II. CORTA SUR. 1

FIGURA 2: UBICACIÓN DE LOS SONDEOS. 2

FIGURA 3. MARCO GEOLÓGICO REGIONAL DE LA ZONA DE ESTUDIO (MAGNA 50 - HOJA 191 (SILVÁN)) 4

FIGURA 4. ASPECTO DE LA FORMACIÓN PIZARRAS DE LUARCA 6

FIGURA 5. ASPECTO DE LA FORMACIÓN AGÜEIRA 7

FIGURA 6: ESQUEMA GEOMORFOLÓGICO DE LA PROVINCIA DE LEÓN. 8

FIGURA 7: ESQUEMA ESTRUCTURAL DE LAS ZONAS CENTROIBÉRICA Y ASTUROCCIDENTAL-LEONESA EN LA PROVINCIA DE LEÓN. 9

COLEGIO OF. ING. TÉC., MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

FIGURA 8: CORTE GEOLÓGICO REGIONAL DEL ÁREA DE ESTUDIO. 9

FIGURA 9. MAPA DE PELIGROSIDAD SÍSMICA DE ESPAÑA 2012, VERSIÓN REVISADA (OCTUBRE DE 2015) E INTENSIDAD EMS98 PARA TR:475 11

FIGURA 10. ÁBACO PARA ESTIMACIÓN DEL ÍNDICE GSI EN ROCAS FRACTURADAS. 18

FIGURA 11. ÁBACO PARA ESTIMACIÓN DEL ÍNDICE GSI EN MACIZOS HETEROGÉNEOS. 19

FIGURA 12. CARTA O GRÁFICO DE EVALUACIÓN DEL ÍNDICE GSI EN BASE A LOS PARÁMETROS JCOND89 Y RQD. 20

FIGURA 13. VALORES DE LA CONSTANTE MI PARA ROCAS INTACTAS TOMADAS DE LA BIBLIOGRAFÍA. 22

FIGURA 14. VALORES DEL MÓDULO RELATIVO PARA DIFERENTES LITOLOGÍAS SEGÚN DEERE Y PALMSTROM Y SINGH. 23

FIGURA 15. CORRELACIONES EMPÍRICAS ENTRE EL ÍNDICE RMR Y Q Y EL MÓDULO DE DEFORMACIÓN IN SITU EM. 24

FIGURA 16:VARIACIÓN DE LA DENSIDAD CON LA PROFUNDIDAD PARA LA UNIDAD DE PIZARRAS BANDEADAS 29

FIGURA 17:VARIACIÓN DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN SIMPLE CON LA PROFUNDIDAD PARA LA UNIDAD PIZARRAS BANDEADAS. 30

FIGURA 18: ESTACIONES GEOMECÁNICAS REALIZADAS Y SONDEOS. 31

FIGURA 19: ANÁLISIS ESTEREOGRÁFICO DE LAS ESTRUCTURAS DEL MACIZO ROCOSO. 33

FIGURA 20. ESTIMACIÓN ÍNDICE GSI EN PIZARRAS SEGÚN EL ÁBACO ADAPTADO PARA MACIZOS HETEROGÉNEOS 34

FIGURA 21. ESTIMACIÓN ÍNDICE GSI EN PIZARRAS SEGÚN EL ÁBACO CALCULADO EN BASE A LOS PARÁMETROS JCOND89 Y RQD. 35

FIGURA 22. PARÁMETROS DE ROCLAB PARA UN TALUD DE 76 M. 37

FIGURA 23. PARÁMETROS DE ROCLAB PARA UN TALUD DE 255 M. 37

FIGURA 24. PARÁMETROS DE ROCLAB PARA UN TALUD DE 220 M. 38

FIGURA 25. PARÁMETROS DE ROCLAB PARA UN TALUD DE 40 M. 38

FIGURA 26. PARÁMETROS DE ROCLAB PARA UN TALUD DE 195 M. 39

FIGURA 27. PARÁMETROS DE ROCLAB PARA UN TALUD DE 110 M. 39

FIGURA 28: UBICACIÓN DE LAS TRES EXCAVACIONES ANALIZADAS. 40

FIGURA 29. ANÁLISIS DE ESTABILIDAD GLOBAL DEL TALUD CON ROTURA CIRCULAR. 42

FIGURA 30. DIFERENTES CÁLCULOS REALIZADOS PARA UNA ROTURA LINEAL. 43

FIGURA 31. ANÁLISIS DE ESTABILIDAD GLOBAL DEL TALUD CON ROTURA LINEAL PROFUNDA. 44

FIGURA 32. ANÁLISIS DE ESTABILIDAD GLOBAL DEL TALUD CON ROTURA LINEAL SOMERA. 44

FIGURA 33. ESQUEMA DE LAS SECCIONES TIPO PRESENTES EN CADA UNA DE LAS EXCAVACIONES. 46

COLEGIO OF. ING. TÉC., MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1. LOCALIZACIÓN DE LAS PERFORACIONES EJECUTADAS.....3
TABLA 2.COEFICIENTES C. 12
TABLA 3. CLASIFICACIÓN DEL ÍNDICE RMR DE BIENIAWSKI, 1989.....16
TABLA 4. CORRECCIÓN DEL ÍNDICE RMR DE BIENIAWSKI (1989) EN FUNCIÓN DE LA ORIENTACIÓN.....16
TABLA 5. CORRELACIONES PARA ESTIMAR EL MÓDULO DEL MACIZO EM A PARTIR DE FORMULACIONES EMPÍRICAS.....24
TABLA 6: NIVELES EXPLOTABLES 26
TABLA 7: ENSAYOS DE LABORATORIO REALIZADOS.....27
TABLA 8. ENSAYOS DE LABORATORIO EJECUTADOS EN LA UNIDAD DE PIZARRAS BANDEADAS. 28
TABLA 9. PARÁMETROS GEOTÉCNICOS CARACTERÍSTICOS DE LA PIZARRAS BANDEADAS.....30
TABLA 10: DATOS ESTACIONES GEOMECÁNICAS Y ESTIMACIÓN RMR/GSI 31
TABLA 11: CARACTERIZACIÓN ESTRUCTURAS DEL MACIZO ROCOSO.....33
TABLA 12. RESUMEN DE LAS CLASIFICACIONES GEOMECÁNICAS ANALIZADAS PARA EL MACIZO ROCOSO (PIZARRAS) 35
TABLA 13: PARÁMETROS MACIZO ROCOSO. ROCLAB. PIZARRAS BANDEADAS CON ROTURA CIRCULAR. ..36
TABLA 14: PARÁMETROS MACIZO ROCOSO. ROCLAB. PIZARRAS BANDEADAS CON ROTURA LINEAL. 36
TABLA 15: PARÁMETROS MACIZO ROCOSO. ROCLAB. PIZARRAS BANDEADAS CON ROTURA CIRCULAR. ...41
TABLA 16: PARÁMETROS MACIZO ROCOSO. ROCLAB. PIZARRAS BANDEADAS CON ROTURA LINEAL. 41
TABLA 17. RESULTADOS PARA LOS TALUDES CON ROTURA CIRCULAR. 41
TABLA 18. RESULTADOS PARA LOS TALUDES CON ROTURA PLANAR. DONDE A: OPCIÓN DE PARÁMETROS DEL MACIZO ROCOSO; B OPCIÓN TENIENDO EN CUENTA EL 25% DE LOS PARÁMETROS DEL MACIZO ROCOSO. 43
TABLA 19. ANÁLISIS DE ROTURA PLANAR EN LOS TALUDES DE LAS EXCAVACIONES OBJETO DE ESTUDIO.47
TABLA 20. FS DE ROTURA PLANAR EN LAS DISCONTINUIDADES S0, J1 Y J4. 48
TABLA 21. RESUMEN DE LAS CUÑAS POTENCIALMENTE INESTABLES EN LOS TALUDES DE LAS EXCAVACIONES OBJETO DE ESTUDIO. 48
TABLA 22. RESUMEN DE LAS DISTINTAS CAÍDAS DE BLOQUES SEGÚN LA EXCAVACIÓN Y LA ALTURA DE LOS TALUDES. LOS BUZAMIENTOS DE LAS BERMAS SE REFIEREN HACIA EL INTERIOR DEL TALUD.....51

COLEGIO OF. ING. TÉC., MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

1. INTRODUCCIÓN, OBJETO Y ALCANCE

La mina de pizarras Termenón II, se ubica en la provincia de León - Castilla y León en las cercanías de Lomba y Silván.

El objetivo de este informe es analizar la estabilidad de los futuros taludes definidos en la ampliación prevista de la Mina de Pizarras Termenón II, situada en la comarca del Bierzo. La mina actualmente es de tipo cielo abierto y se ha previsto una ampliación de los huecos de explotación.

No están dentro de los alcances de este documento la justificación de las condiciones de estabilidad de los taludes de la mina actual, desvinculándose cualquier extrapolación de este documento a las condiciones existentes en la excavación existente previa a la ampliación prevista.

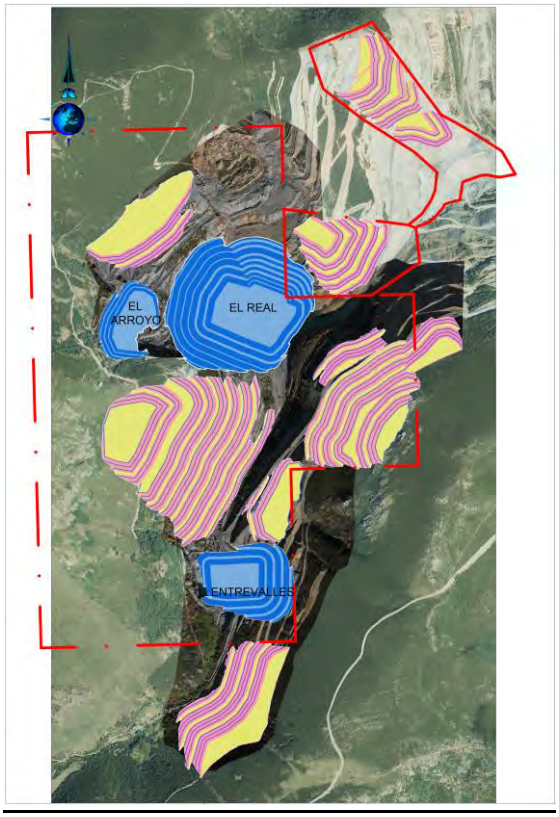


Figura 1: Marcado en azul las zonas de excavación para la mina Termenón II. Corta sur.

La ampliación consiste en la apertura o ampliación de 3 huecos denominados “El Real”, “el Arroyo” y “Entrevalles”.

En este documento se realiza un análisis crítico del conjunto de condiciones geológico-geotécnicas del entorno de la explotación y, en base a la información previa disponible, se definen unas condiciones de estabilidad para las excavaciones diseñadas.

COLEGIO OF. ING. TÉC., MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

2. INFORMACIÓN DE PARTIDA

La información a partir de la cual se ha realizado este informe se ha obtenido del PROYECTO DE EXPLOTACIÓN SUBTERRÁNEA EN LA CONCESIÓN TERMENÓN II Nº 14.815 EN BENUZA (LEÓN). GEOES23/0021 MINA TERMENON II, para el aprovechamiento de las pizarras.

2.1 SONDEOS

Para el análisis y caracterización de los materiales presentes en la zona de estudio, se han tenido en cuenta, las investigaciones geotécnicas realizadas en las campañas de sondeos.

Los resultados de las investigaciones geotécnicas sirven como antecedentes para definir y caracterizar los materiales presentes en la zona de estudio. Adicionalmente se realizaron 7 estaciones geomecánicas en el área de estudio que permiten completar la información estructural del área.

La campaña de exploraciones geotécnicas consiste en once (11) sondeos a rotación con recuperación de testigo (Figura 2).

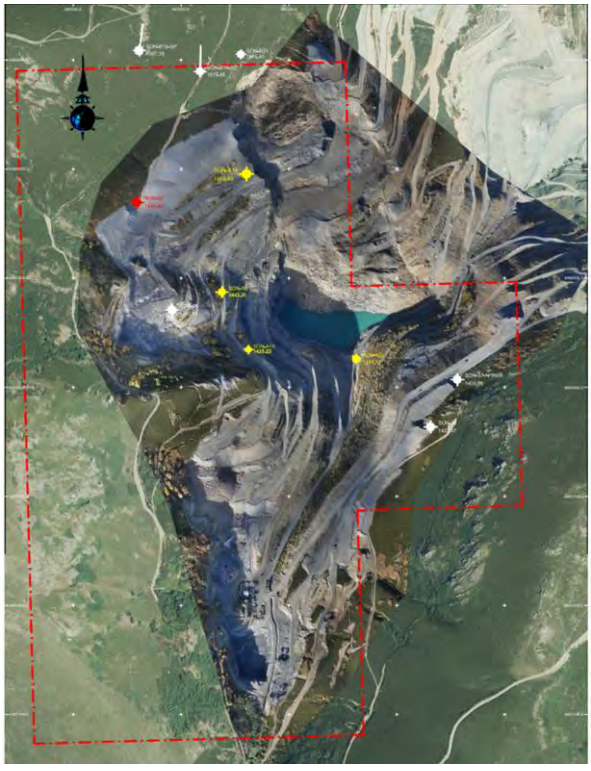


Figura 2: Ubicación de los sondeos.

La siguiente indica la situación de las perforaciones ejecutadas en la campaña de sondeos.

COLEGIO OF. ING. TÉC., MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

Tabla 1. Localización de las perforaciones ejecutadas.

Nombre	Orientación	Coordenadas			Profundidad (m)
		Posición X	Posición Y	Posición Z	
SON-A5	VERTICAL	688013,132	4692262,000	1443,310	303,30
SON-A14	VERTICAL	688081,204	4692586,636	1515,900	205,00
SON-A15	VERTICAL	688086,492	4692103,751	1425,219	349,30
SON-B18-30º	004/30	687952,176	4692868,990	1619,567	327,00
SON-B19-30º	008/30	687782,960	4692926,600	1687,180	168,70
SON-A24	VERTICAL	688821,000	4692202,000	1304,320	250,50
SON-26	VERTICAL	687874,460	4692212,613	1491,519	346,25
SON-B31	VERTICAL	688065,856	4692915,956	1616,448	300,45
SON-37	VERTICAL	688667,000	4692021,000	1405,990	375,00
SON-38	VERTICAL	688591,000	4691891,000	1423,970	432,00
SON-39	VERTICAL	NO	NO	NO	401,70

Como parte del análisis, para la caracterización de las unidades geológicas identificadas en terreno, se han recopilado todos los datos de los sondeos ejecutados.

A partir de los sondeos se ha definido:

1. Litología presente en cada uno de los sondeos, definiéndose a grandes rasgos: pizarras negras masivas, pizarras bandeadas con intercalaciones de areniscas, y en algunos casos, con vetillas e inclusiones de cuarzo.
2. Grado de alteración, considerando el GM-I el de menor alteración y GM-V el de mayor.
3. Estimación del RQD, para lo cual se tiene en cuenta los tramos de más de 10cm incluidos por maniobra (en este caso la maniobra equivale al contenido de la caja del sondeo).
4. RMR básico para el que se han usado los siguientes datos: la resistencia de la roca (estimada a partir de los ensayos de laboratorio), RQD, espaciado y descripción de las juntas y la presencia de agua.
5. Índice Q, para el que se ha estimado el RQD, Jn, Jr, Ja, Jw y el SRF

El registro de todos los datos recopilados en los sondeos se adjunta en el Apéndice 1.

COLEGIO OF. ING. TÉC. MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

3. MARCO GEOLÓGICO

En el presente apartado se abordan los aspectos regionales relacionados con el marco geológico, la estratigrafía, la geología estructural, la geomorfología de la zona de estudio.

La zona de estudio se ubica en el sector NW de la Península Ibérica. Desde el punto de vista paleogeográfico la mina se encuentra en la zona Astur-Occidental-Leonesa, perteneciendo a la Zona Centroibérica y más concretamente al dominio del Sinclinorio de Truchas.

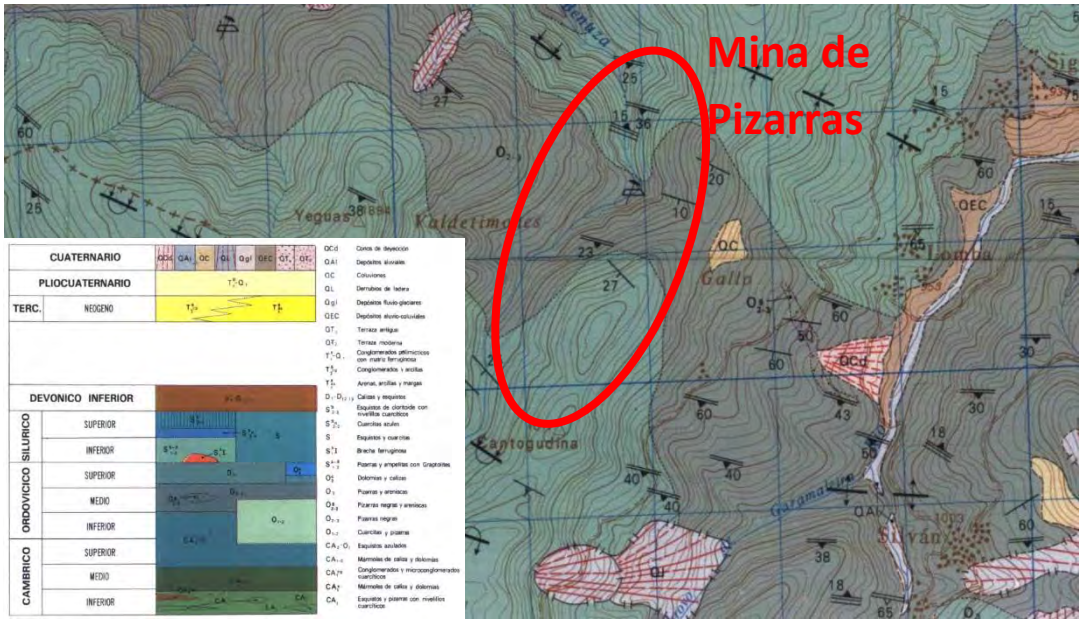


Figura 3. Marco geológico regional de la zona de estudio (MAGNA 50 - Hoja 191 (SILVÁN))

3.1 ESTRATIGRAFÍA

Los materiales que afloran en la zona de estudio se corresponden con materiales paleozoicos que abarcan dese el Ordovícico medio al superior. Sobre estos afloramientos se sitúan depósitos de sedimentos rojos continentales de edad Neógena.

Sobre estos materiales reposan depósitos cuaternarios identificados como; depósitos aluviales, depósitos de terraza y depósitos coluviales-eluviales.

3.1.1. Paleozoico

a. Pizarras de Luarca (O 2-3)

A techo de las cuarcitas del Ordovícico inferior, yace una serie muy característica esencialmente pelítica.

COLEGIO OF. ING. TÉC., MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

Este tramo comprende filitas y esquistos moscovíticos, negros y grises, lustrosos frecuentemente, los cuales contienen pirita y restos de materia orgánica indicativa de un ambiente de deposición de tipo euxínico.

La potencia total de esta serie llega a superar el centenar de metros. Los términos pizarrosos y esquistosos de la serie tienen, en general, textura lepidoblástica, entrando en su composición cuarzo, micas (moscovita-sericita y clorita) y con frecuencia cloritoide; alguno de estos minerales puede aparecer como accesorio junto con circón, turmalina, apatito, óxidos de hierro, albita y opacos.

Se pueden diferenciar 2 tramos de Pizarras:

- Tramo de Pizarras inferiores:

  Es una serie pelítica con pizarrosidad muy marcada y elevada consistencia. Predomina el color negro o azul muy oscuro; a macro-escala tienen aspecto masivo y en sus niveles inferiores contienen una elevada cantidad de cristales de pirita que alcanzan tamaños de más de 1 cm., aunque generalmente están muy alterados. Hacia el techo se dispone de forma discontinua un conjunto de areniscas blancas o amarillentas en capas de hasta 2 m. de potencia, que intercalan algunos niveles de esquistos moscovíticos de color gris oscuro, que son progresivamente más abundantes hacia el techo del tramo. La potencia es muy variable, pues pasan de tener 20-30 m. a acuñarse totalmente en cortas distancias. Así mismo, la potencia total del tramo es muy variable, alcanzando como máximo unos 400 m.

- Tramo de pizarras superiores:

  Sobre el tramo anterior se dispone un conjunto de alternancias de pizarras moscovíticas y cuarcitas arenosas. Las pizarras son, generalmente de tonos verdosos, aunque en ocasiones se encuentran pizarras azules análogas a las de los niveles más bajos, y que son más frecuentes hacia el techo de este tramo. De forma discontinua se presentan niveles de cuarcitas arenosas en capas que difícilmente superan 0,5 m. de potencia, aunque ocasionalmente se agrupan algunos de ellos; estas cuarcitas son de color ocre pardo en superficie y gris amarillo en corte fresco y es frecuente que presenten segregaciones de diques de cuarzo lechoso. La potencia total de este tramo puede estimarse en 450 m.

Los tramos basales de las pizarras inferiores presentan facies típicas de medio euxínico, mientras que los tramos superiores, presentando una litología de pizarras con finas intercalaciones areniscosas, parecen indicar un tránsito hacia facies turbidíticas.

COLEGIO OF. ING. TÉC. MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

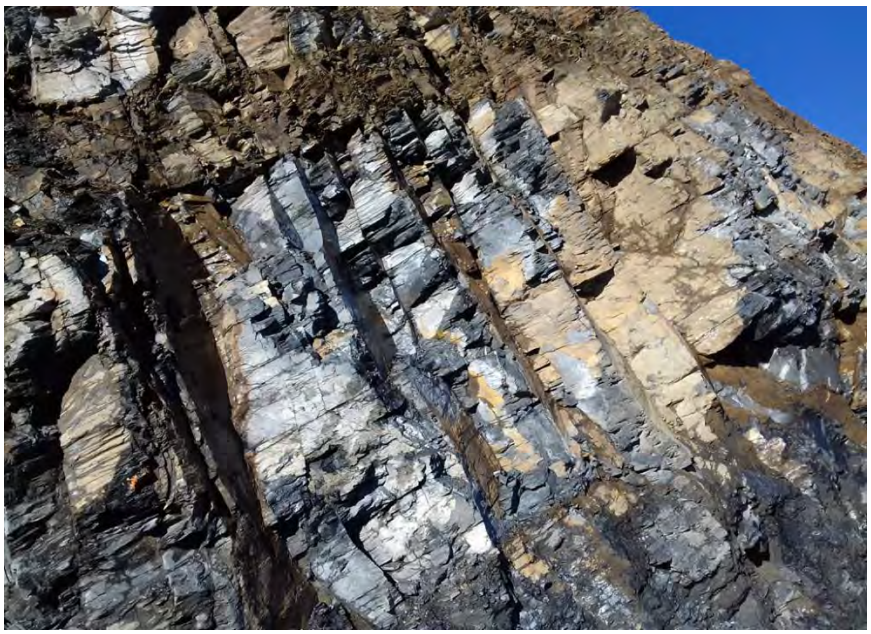


Figura 4. Aspecto de la Formación Pizarras de Luarca

b. Formación Agüeira (O 3)

Sobre las pizarras azules de Luarca se dispone, en este dominio, una formación arenoso-pelítica en parte de origen turbidítico, en la que se pue-den diferenciar dos tramos con características perfectamente individualizadas.

- El primer tramo está constituido por una alternancia irregular de:

  1) Capas de cuarcita de color gris-pardo en superficie y blanco ama-rillento en corte fresco que presentan abundantes recristalizaciones de cuarzo, se dispone en capas de 0,8 a 1,5 m. de potencia con bruscos y repetidos cambios laterales en su composición.

  2) Pizarras moscovíticas muy arenosas, de color gris verdoso, que se presentan como delgadas intercalaciones entre los niveles cuarcíticos ante los que son francamente minoritarias. Este tramo alcanza unos 50 m. de potencia y puede considerarse como una turbidita proximal.

- Sobre el tramo anterior se dispone una alternancia de pizarra y areniscas. En estos niveles las pizarras son claramente mayoritarias y los niveles de arenisca (generalmente se pueden clasificar como metagrauwackas), difícilmente superan 0,5 m. de potencia. Este tramo puede ser considerado en su conjunto como una turbidita distal.

La potencia real de la serie no puede ser determinada con certeza, pues hacia el techo de la misma se disponen directamente las ampelitas silúricas fuertemente discordantes, no obstante, la potencia visible puede estimarse superior a los 500 m.

Dentro de esta formación existen niveles pizarrosos explotables (canteras de As Cuartas, Lardeira, etc.).

Los tramos pizarrosos representan litofacies de transición entre las pizarras de Luarca francas y la serie are-noso-pelítica del Ordovícico terminal.

COLEGIO OF. ING. TÉC. MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]



Figura 5. Aspecto de la Formación Agüeira

3.1.2. Depósitos cuaternarios

Comprenden una variada gama de materiales movilizados y sedimentados de nuevo durante el Cuaternario más o menos reciente. Los tipos de depósitos más diferenciados entre sí y que han sido representados en la cartografía geológica son: conos de deyección, aluviales, coluviales, eluvio-coluviales y terrazas fluviales.

Carecen de interés para el estudio de las condiciones geotécnicas de la mina subterránea.

3.2 GEOMORFOLOGÍA

La franja de pizarras se extiende con ángulo NO hacia el SE de los Montes de León. Existen, así mismo, una serie de afloramientos repartidos por el conjunto de la región. Dicha unidad engloba la totalidad de los materiales silúricos y los tramos eminentemente pizarrosos correspondientes al Ordovícico.

El constituyente fundamental de la serie son los elementos pizarrosos, distinguiéndose unos tramos de pizarras azuladas satinadas y otros de pizarras hojosas negras, con la presencia esporádica de niveles de pizarras ampelíticas. Existen intercalaciones aisladas de cuarcitas finas y filoncillos de cuarzo. Se trata de una zona bien estratificada y con un cierto grado de tectonización.

Constituyen un conjunto de materiales de relativa resistencia a los fenómenos erosivos, generando una morfología que varía entre abrupta y montañosa. Por lo tanto, el relieve está constituido primordialmente por formas montañosas, salpicado por la presencia de formas abruptas aisladas.

La red fluvial es compleja, configurada por valles bastante encajados. La circulación subterránea es mínima y con carácter muy localizado.

COLEGIO OF. ING. TÉC. MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

La estabilidad de las laderas alcanza -en conjunto- valores críticos, siendo frecuentes los deslizamientos superficiales localizados, cuya génesis guarda una estrecha vinculación con la estratificación muy desarrollada, el grado de tectonización y el ángulo de pendiente de las laderas. Es frecuente la presencia de eluviones y coluviones pizarrosos de cierta importancia existiendo algunos deslizamientos muy locales relacionables con microfisuraciones superficiales con posición desfavorable. El suelo vegetal alcanza un amplio desarrollo en superficie y reducida amplitud en profundidad.

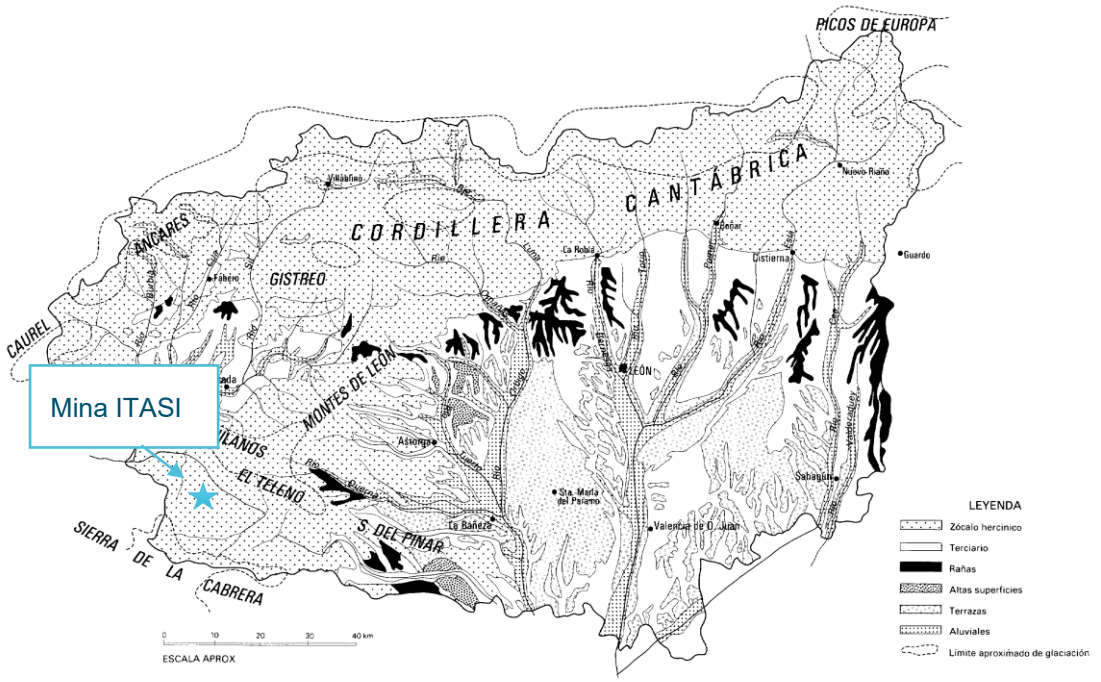


Figura 6: Esquema Geomorfológico de la Provincia de León.

3.3 TECTÓNICA

Como se indicó previamente el área de estudio se engloba en la Zona Centroibérica, perteneciendo al Sinclinorio de Truchas.

Esta zona aparece separada de la la Zona Asturoccidental-Leonesa por la Falla de Morredero, que es prolongación de la de Vivero situada más al Norte. Esta fractura presenta en la actualidad un juego normal, con hundimiento del bloque occidental.

El Sinclinorio de Truchas tiene un trazado NW-SE con ligera vergencia al SO. Dicho sinclinorio da paso en las proximidades de la falla de Vivero, a una estructura anticlinal más reducida conocida como Anticlinal de Teleno, de trazado similar al anterior, pero de plano axial subvertical.

Esta estructura a gran escala, es el resultado final de un proceso deformativo polifásico en el que se pueden diferenciar hasta tres generaciones de estructuras y microestructuras superpuestas:

- La Primera Fase es la mejor desarrollada, da lugar a un gran número de pliegues de dirección ONO-ESE, pequeña longitud de onda y escala variada. Se trata de pliegues asimétricos, tumbados a subverticales y vergentes al N o NNE que llevan asociada una esquistosidad muy bien desarrollada de plano axial. El pliegue más representativo de esta fase es el Anticlinal del Teleno.

COLEGIO OF. ING. TÉC., MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

- La Segunda Fase origina cabalgamientos y micropliegues de ejes generalmente curvos que llevan asociada una esquistosidad de crenulación muy espaciada. Estructuras asimilables a esta fase son muy escasas en este dominio, siendo localmente importantes en las proximidades de la falla de Vivero, probablemente en relación con el cabalgamiento original que superpuso este dominio al de Mondoñedo-Peñalba de la Zona Asturoccidental-Leonesa.
- La Tercera Fase de deformación es retrovergente y practicamente homoaxial con la primera; dando lugar a pliegues de amplia longitud de onda (Sinclinal de Truchas) que llevan asociada una esquistosidad de crenulación espaciada e irregularmente distribuida. Estos pliegues se encuentran deformando a los pliegues anteriores de Fase 1, de manera que en el flanco S del Sinclinorio de Truchas tanto los planos axiales como la esquistosidad ligada a estos pliegues se encuentran subhorizontales o ligeramente inclinados al SE (20-40°), mientras que en el flanco N se encuentran verticales o fuertemente inclinados. Esta rotación de las estructuras de F1 es debida a la verticalización del flanco N del Sinclinal de Truchas y viene condicionada por la presencia de numerosos cabalgamientos en dicho flanco.

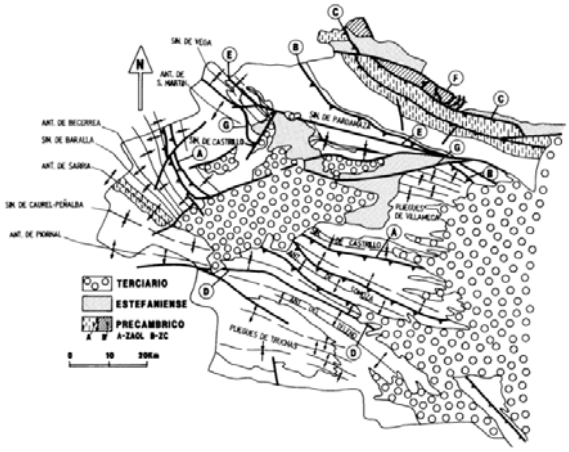


Figura 7: Esquema estructural de las zonas Centroibérica y Asturoccidental-leonesa en la Provincia de León.

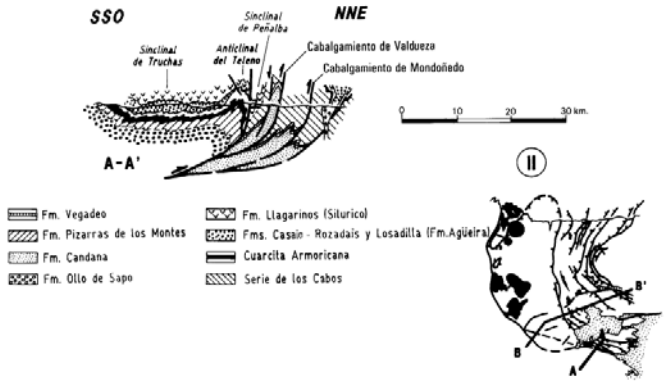


Figura 8: Corte geológico regional del área de estudio.

Toda esta deformación se ha realizado bajo unas condiciones metamórficas sincinemáticas (sintectónicas) de bajo grado. El clímax metamórfico se produce entre las fases 1 y 2 originando la neoformación de minerales y su orientación paralela a la foliación principal.

3.3.1. Fallas

La Zona Centroibérica aparece separada de la Zona Asturoccidental-Leonesa por una importante fractura, la Falla del Morredero, que es prolongación de la de Vivero situada más al Norte.

COLEGIO OF. ING. TÉC., MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

De entre las fallas normales longitudinales la más importante es la Falla de Vivero-Morredero (Figura 8). Esta falla presenta un salto en su parte N (Galicia) de unos 10-12 km con hundimiento de su labio O que disminuye progresivamente hacia el S (León) donde no parece superar los 2 km. Este accidente probablemente enmascara un cabalgamiento previo, que se encuentra superpuesto a su vez a una falla normal sinsedimentaria. En relación con esta falla y en la zona de estudio, aparecen en las proximidades de la zona de fractura crenulaciones y kink bands subhorizontales que afectan a las foliaciones de primera y segunda fase.

Estas fallas, que indican un esfuerzo principal vertical, deben formarse en una etapa de relajación de los máximos esfuerzos compresivos horizontales que da paso a un predominio de la gravedad como mecanismo más importante y a un colapso del edificio estructural que se ha apilado por la acción de los cabalgamientos. Cronológicamente son las estructuras tardías más antiguas ya que aparecen deformadas por los pliegues radiales y dibujan el Arco Astúrico.

Existe una red de diaclasas verticales, transversales a las principales estructuras hercínicas, que en ocasiones llegan a ser muy penetrativas, constituyendo a escala de afloramiento verdaderas crenulaciones.

Las fallas radiales cortan claramente a toda la estructuración anterior. Se trata en general de fallas subverticales de escaso desplazamiento y trazado a veces bastante largo.Con la misma orientación que estas fallas, aparecen frecuentemente «kink bands subverticales, que se desarrollan casi exclusivamente en la Formación Luarca.

Todas estas estructuras forman parte de etapas compresivas póstumas relacionadas probablemente con las últimas etapas de cierre del Arco Astúrico.

3.3.2. Foliación

La foliación que se distingue en esta ocasión es una foliación tectónica primaria, que es la que se desarrolla directamente sobre la fábrica inicial sedimentaria (S0), por lo tanto, la foliación coincide con la estratificación observada en campo.

Las pizarras presentan una foliación con una orientación aproximada S-W y buzamientos (28-37°).

3.4 SISMICIDAD

La peligrosidad sísmica del territorio nacional se define por medio del mapa de peligrosidad sísmica que suministra, para cada punto del territorio y expresado en relación al valor de la gravedad, la aceleración sísmica básica a_b (un valor característico de la aceleración horizontal de la superficie del terreno), y el coeficiente de distribución K, que tiene en cuenta la influencia de los distintos tipos de terremotos esperados en la peligrosidad sísmica de cada punto.

COLEGIO OF. ING. TÉC. MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

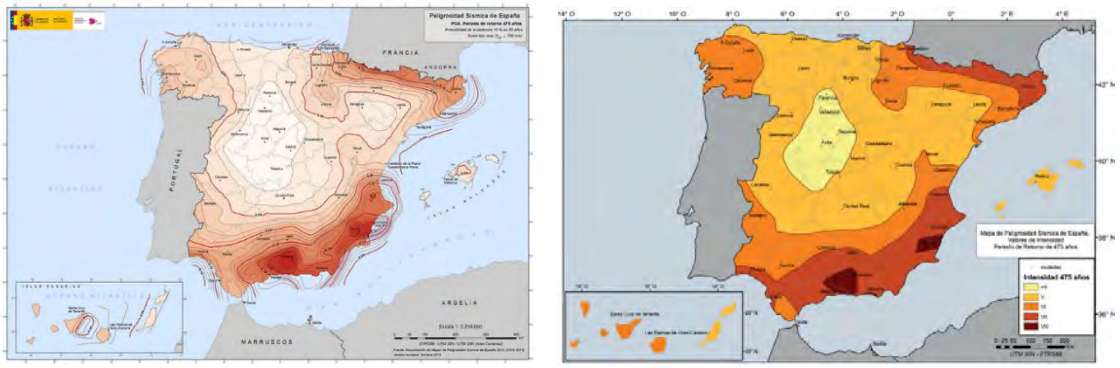


Figura 9. Mapa de peligrosidad sísmica de España 2012, versión revisada (octubre de 2015) e intensidad EMS98 para TR:475

Se utiliza la Aceleración pico en roca (PGA), para un periodo de retorno de 475 años, para definir la peligrosidad sísmica. Los valores calculados se reflejan por ámbitos municipales, siendo el más cercano el municipio de Benuza el cual se toma como referencia, así para el caso que nos ocupa se obtiene un valor de 0.05 g (equivalente al de 500 años en la norma NCSE-02). Además, según el mapa de intensidad serían de V.

Según el mapa anterior de peligrosidad sísmica, se pueden considerar tres sectores claramente diferenciados:

- **Sector de Peligrosidad Sísmica Baja**: Se trata de la zona de la Península Ibérica con un valor de la aceleración básica menor de 0,04 veces el valor de la gravedad, (ab < 0,04g). Esto se puede correlacionar con una intensidad de sismo inferior a grado VI, según la Escala Macrosísmica Internacional (MSK). Geográficamente concuerda con la zona Centro y Norte, Extremadura, Aragón y Cataluña excepto Pirineos y Cordillera Litoral.
- **Sector de Peligrosidad Sísmica Media**: Se corresponde con el área donde son previsibles sismos con aceleraciones básicas iguales o superiores a 0,04g e inferiores a 0,12g. Estos valores se correlacionan con intensidades de sismo entre VI y VIII según la escala MSK. Geográficamente se corresponden con este sector tanto el Archipiélago Balear como el Canario, Galicia, Andalucía, Murcia, Pirineos y el litoral catalán y valenciano. El área de estudio se ubica en este sector.
- **Sector de Peligrosidad Sísmica Alta**: Se trata de aquellas zonas en las que se prevé un valor de la aceleración básica igual o superior a 0,12 veces la gravedad. Este sector se limita a las zonas de Sierra Nevada (Granada y Almería), Alicante y frontera portuguesa en la provincia de Huelva.

En cuanto a la aplicación de la citada Norma, se definen una serie de categorías de construcciones, en función del uso al que se destinen, de los daños que se puedan ocasionar por su destrucción e independientemente del tipo de obra de que se trate:

- **Construcciones de Importancia Moderada**: Aquellas con probabilidad despreciable de que su destrucción por el terremoto pueda ocasionar víctimas, interrumpir un servicio primario, o producir daños económicos significativos a terceros.
- **Construcciones de Importancia Normal**: Aquellas cuya destrucción por el terremoto pueda ocasionar víctimas, interrumpir un servicio para la colectividad, o producir importantes pérdidas económicas, sin que en ningún caso se trate de un servicio imprescindible ni pueda dar lugar a efectos catastróficos.
- **Construcciones de Importancia Especial**: Aquellas cuya destrucción por el terremoto pueda interrumpir un servicio imprescindible o dar lugar a efectos catastróficos. En este

COLEGIO OF. ING. TÉC. MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

grupo se incluyen las construcciones que así se consideren en el planeamiento urbanístico y documentos públicos análogos, así como en reglamentaciones más específicas. Se incluyen en esta categoría aquellas obras cuyo servicio es necesario para prestar auxilio después de un terremoto, incluyéndose en estas, vías de acceso principales a los grandes núcleos urbanos, donde se incluyen las vías férreas, como es el caso que nos ocupa.

Siguiendo los criterios de aplicación establecidos por la propia NCSE-02, la aceleración sísmica de cálculo se define como:

$$a_c = s \times \rho \times a_b$$

Donde:

a_b: es la aceleración sísmica básica, donde: $a_b \leq 0{,}05$ g

ρ : es un coeficiente adimensional de riesgo cuyo valor es función de la probabilidad aceptable de que se exceda ac en el periodo de vida para el que se proyecta la construcción toma los siguientes valores:

- Para construcciones de normal importancia: **ρ** = 1.
- Para construcciones de especial importancia: **ρ** = 1,30.

s: coeficiente de amplificación del terreno. Toma el valor de:

- Para $\rho \times a_b \leq 0{,}1$ g: $S = \frac{C}{1{,}25}$
- Para 0,1 g $< \rho \times a_b <$ 0,40 g: $S = \frac{C}{1{,}25} + 3{,}33(\rho \times a_b - 0{,}1) \times (1 - \frac{C}{1{,}25})$
- Para 0,10 g $\leq \rho \times a_b$: S = 1,0

Siendo **C**: el coeficiente de terreno, el cual depende de las características geotécnicas del terreno de cimentación.

En esta Norma, los terrenos se clasifican en los siguientes tipos:

- **Terreno tipo I**: Roca compacta, suelo cementado o granular muy denso. Velocidad de propagación de las ondas elásticas transversales o de cizalla, Vs > 750 m/s.
- **Terreno tipo II**: Roca muy fracturada, suelos granulares densos o cohesivos duros. Velocidad de propagación de las ondas elásticas transversales o de cizalla, 750 m/s < Vs > 400 m/s.
- **Terreno tipo III**: Suelo granular de compacidad media, o suelo cohesivo de consistencia firme a muy firme. Velocidad de propagación de las ondas elásticas transversales o de cizalla, 400 m/s. Vs > 200 m/s.
- **Terreno tipo IV**: Suelo granular suelto, o suelo cohesivo blando. Velocidad de propagación de las ondas elásticas transversales o de cizalla, Vs < 200 m/s.

A cada uno de estos tipos de terreno se le asigna el valor del coeficiente C indicado en la tabla adjunta:

Tabla 2.Coeficientes C.

Tipo de terreno	Valor
I	1,0
II	1,3
III	1,6
IV	2,0

COLEGIO OF. ING. TÉC., MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

Los terrenos que se verán afectados por el proyecto quedarán encuadrados entre los grupos I y II por lo que se les atribuye un valor de **C = 1,15** siendo este valor el más restrictivo.

La aceleración sísmica básica (**a_b**) en la zona de la mina es igual a 0,05 g, por lo que se debe aplicar la norma.

Para el valor ρ la categoría de la construcción objeto de estudio es: ρ = 1

Por tanto, los cálculos según los coeficientes mencionados anteriormente son:

$$a_c = s \times \rho \times a_b$$

$$S = \frac{1{,}15}{1{,}25} = 0{,}92$$

$$\rho = 1$$

$$a_c = 0{,}92 \times 1 \times 0{,}05 = 0{,}046\ g$$

La aceleración sísmica de cálculo se refiere al valor máximo que se produce durante toda la sacudida sísmica o bien el valor espectral correspondiente a la frecuencia infinita. Por lo tanto, solo se produce durante un intervalo de tiempo muy reducido incapaz de producir en el terreno y la estructura sus efectos correspondientes. Por ello, en el análisis pseudoestático de estabilidad, para simular el efecto de un sismo, se debe trabajar con un coeficiente sísmico más real que la aceleración sísmica de cálculo.

Según diversas fuentes de información (Eurocódigo 8, Part 5, 1998; USACE, 1989; British Standard B.S: 8066, 1995; FHWA, 1997: R.O.M. 0.5-05), **recomiendan** adoptar un coeficiente sísmico horizontal igual al 50% de la aceleración de cálculo (CS_H = 50% a_c). De la misma manera, el coeficiente sísmico vertical suele fijarse en el 50% del horizontal (CS_V = 50% CS_H).

A partir de la aceleración sísmica de cálculo obtenemos tanto el coeficiente sísmico horizontal como vertical, que resultan ser, siguiendo las recomendaciones de diferentes normas:

CS_H = 50% a_c	**CS_H = 0,023 g**
CS_V = 50% CS_H	**CS_V = 0,0115 g**

COLEGIO OF. ING. TÉC. MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

4. CARACTERIZACIÓN DEL MACIZO ROCOSO

4.1 METODOLOGÍA APLICADA PARA EL ANÁLISIS DE RESULTADOS

Para la determinación de las condiciones geológico-geotécnicas de excavación de la mina se han analizado las características de la matriz rocosa y posteriormente del macizo rocoso.

Los parámetros resistentes de la matriz rocosa se han estimado a partir de los ensayos de laboratorio ejecutados en las muestras seleccionadas de las perforaciones. El macizo rocoso se ha clasificado utilizando los criterios de valoración de Bieniawski, que proporciona el índice RMR (Rock Mass Rating), también atendiendo a la clasificación de Barton y mediante el parámetro GSI.

A continuación, los siguientes apartados recogen la metodología aplicada para la estimación de las propiedades a nivel de roca intacta y, para la caracterización y clasificación del macizo rocoso de las unidades geológicas identificadas.

4.1.1. Consideraciones para la caracterización de la roca intacta

Los parámetros resistentes de la matriz rocosa se determinan a partir de los ensayos de laboratorio efectuados utilizándose ensayos a compresión simple o uniaxial.

Los ensayos realizados se han analizado de forma específica interpretando si la rotura se ha producido por la matriz rocosa o a traes de alguna factura previa existente en el testigo. De esta manera se ha establecido una representatividad de los resultados y se han seleccionada aquellos que resultan representativos de la matriz eliminado aquellos que se han visto alterados

4.1.2. Clasificaciones geomecánicas del macizo rocoso

Una vez determinadas las propiedades de cada unidad geológica, a nivel de la roca intacta, es preciso estimar sus propiedades a nivel del macizo rocoso. Para ello a cada unidad se le ha asociado un Rock Mass Ratio (RMR), aplicando la clasificación de Bieniawski.

Los macizos rocosos, como medios discontinuos, presentan un comportamiento geomecánico complejo que, de forma simplificada, puede ser estudiado y categorizado en función de su aptitud para distintas aplicaciones. Con este objetivo surgieron las clasificaciones geomecánicas que aportan mediante la observación directa de las características de la matriz y del macizo rocoso en su conjunto, índices de calidad relacionados con los parámetros geomecánicos, tales como:

- Resistencia de la matriz.
- Índice RQD.
- Espaciado de las discontinuidades.
- Orientación de las discontinuidades.
- Condiciones de las discontinuidades.
- Estructura geológica y fallas.
- Filtraciones y presencia de agua.

Una de las clasificaciones geomecánicas más utilizadas en la actualidad son el RMR de Bieniawski, se emplea tanto para la caracterización de los macizos rocosos y sus propiedades como para su aplicación en túneles y taludes.

COLEGIO OF. ING. TÉC., MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

Se ha realizado un análisis a partir de la testificación geológico-geotécnica de los sondeos de reconocimiento ejecutados a lo largo del trazado del túnel.

En cada una de ellas se han estimado las siguientes Clasificaciones de Geomecánicas de uso común para la caracterización de macizos rocosos tanto en túneles como en taludes:

- Índice Rock Mass Rating (RMR) de Bieniawski (1989, Sistema CSIR-Consejo de África del Sur para la Investigación Científica e Industrial).
- Índice Geological Strength Index (GSI) de Hoek (1994).

a. Índice Rock Mass Rating. RMR

Esta clasificación fue desarrollada por Bieniawski en 1973, con actualizaciones en los años 1979 y 1989. Constituye un sistema de clasificación de macizos rocosos que permite a su vez relacionar índices de calidad con parámetros geotécnicos del macizo y de excavación y Soporte en túneles. El índice RMR (Rock Mass Ratio) varía desde los 0 a los 100 puntos, siendo 0 el valor mínimo de un suelo y 100 el de una roca sin meteorizar, sin apenas discontinuidades y en estado seco. Los parámetros que se tienen en cuenta son:

- Resistencia uniaxial de la matriz rocosa, pudiéndose emplear también la resistencia obtenida en el ensayo PLT (Point Load Test). Este parámetro equivale al subíndice RMR-1 y tiene valores desde 0 a 15 puntos.
- Grado de fracturación en términos de RQD. Este parámetro equivale al subíndice RMR-2 y tiene valores desde 0 a 20 puntos.
- Espaciado de las discontinuidades. Este parámetro equivale al subíndice RMR-3 y tiene valores desde 0 a 20 puntos.
- Juntas por metro. Este parámetro unifica los subíndices RMR2 y RMR3 y equivale al parámetro de frecuencia de discontinuidades (RMR2+RMR3), pudiendo alcanzar valores de 0 a 34 puntos.
- Condiciones de las discontinuidades, incluyendo persistencia o continuidad, abertura, rugosidad, relleno y alteración de las discontinuidades. Este parámetro equivale al subíndice RMR4, pudiendo alcanzar valores de 0 a 30 puntos.
- Condiciones hidrogeológicas a definir bien mediante estimación del caudal que sale del macizo rocoso, presión de agua o estado general. Este parámetro equivale al subíndice RMR5 y puede alcanzar valores de 0 a 15 puntos.

La suma de estos 5 subíndice (RMR1+RMR2+RMR3+RMR4+RMR5) constituyen el valor del RMR básico (RMRb) o sin corregir, ya que no se tiene hasta ahora en cuenta la orientación de las discontinuidades respecto a la actuación prevista, túneles, desmontes o cimentaciones.

De este modo, para la obtención del índice RMR corregido se debe aplicar una reducción del índice RMR básico según la incidencia de la orientación de las familias más importantes de discontinuidades existentes en el macizo, para lo cual será imprescindible conocer la orientación longitudinal del túnel, talud, o cimentación.

A continuación, en la siguiente tabla se presenta la clasificación geomecánica RMR de Bieniawski de 1989, incluyéndose los valores de corrección para la obtención del RMR corregido. Finalmente, en el mismo cuadro se incluye las distintas calidades del macizo rocoso en función del índice RMR obtenido.

COLEGIO OF. ING. TÉC., MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

Tabla 3. Clasificación del índice RMR de Bieniawski, 1989.

RMR (1) RESISTENCIA A COMPRESIÓN SIMPLE DE LA ROCA INTACTA							
VALOR (kg/cm²)	>2.500	1.000-2.500	500-1.000	250-500	50-250	10-50	<10
VALORACIÓN	15	12	7	4	2	1	0
RMR (2) RQD							
índice R.Q.D.	90-100%	75-90%	50-75%	25-50%	< 25%		
VALORACIÓN	20	17	13	6	3		
RMR (3) SEPARACIÓN ENTRE DIACLASAS							
Espaciado de diaclasas	>2000 mm	600-2000 mm	200-600 mm	60-200 mm	<60 mm		
VALORACIÓN	20	15	10	8	5		

RMR (2+3) RQD Y SEPARACIÓN ENTRE DIACLASAS																
JUNTAS POR METRO	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
VALORACIÓN	40	34	31	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	16	17
JUNTAS POR METRO	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
VALORACIÓN	17	16	15	14	14	13	13	12	12	11	11	10	10	9	9	
JUNTAS POR METRO	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	
VALORACIÓN	9	8	8	7	7	7	6	6	6	5	5	5	4	4	4	

RMR (4) ESTADO DE LAS DIACLASAS					
PERSISTENCIA	<1 m	1-3 m	3-10 m	10-20 m	20 m
	6	4	2	1	0
APERTURA	0	<0,1 mm	0,1-1 mm	1-5 mm	>5 mm
	6	5	4	1	0
RUGOSIDAD	Muy rugosa	Rugosa	Liger. rugosa	Lisa	Espejo falla
	6	5	3	2	0
RELLENO	NO HAY	DURO CON ESPESOR <5mm	DURO CON ESPESOR >5mm	BLANDO CON ESPESOR <5mm	BLANDO CON ESPESOR >5mm
	6	5	3	2	0
GRADO DE METEORIZACIÓN	NO AFECTADO	LIGERO	MODERADO	ALTO	DESCOMPUESTO
	6	5	3	1	0
RMR (5) EFECTO DEL AGUA					
ESTADO	SECO	LIG. HÚMEDO	HÚMEDO	GOTEANDO	AGUA FLUYENDO
VALORACIÓN	15	10	7	4	0

Tabla 4. Corrección del índice RMR de Bieniawski (1989) en función de la orientación.

COLEGIO OF. ING. TÉC., MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
Habilitación Profesional
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

DIRECCIÓN PERPENDICULAR AL EJE DEL TÚNEL				DIRECCIÓN PARALELA AL EJE DEL TÚNEL		Buzamiento 0º-20º cualquier dirección
Excavación hacia buzamiento		Excavación contra buzamiento				
Buzam. 45-90	Buzam.20-45	Buzam. 45-90	Buzam. 20-45	Buzam. 45-90	Buzam. 20-45	
Muy favorable	Favorable	Media	Desfavorable	Muy desfavorable	Media	Media
0	-2	-5	-10	-12	-5	-5

En función del RMR obtenido, los macizos rocosos se clasifican en las cinco categorías siguientes:

- Roca Muy Buena (RMR entre 81 y 100).
- Roca Buena (RMR entre 61 y 80).
- Roca Media (RMR entre 41 y 60).
- Roca Mala (RMR entre 21 y 40).
- Roca Muy Mala (RMR menor que 20).

b. Índice de resistencia geológica (GSI)

El Índice de Resistencia Geológica, traducción de Geological Strength Index (GSI), fue desarrollado por Hoek et al. (1995). A diferencia del RMR, es un índice que se obtiene de forma simplificada y visual a partir de dos parámetros: la estructura de la matriz rocosa y el estado superficial de la misma.

La estructura de la matriz rocosa es función del grado de fracturación (o discontinuidades). Para ello, se definen cinco categorías en función del grado de trabazón de los bloques de la roca.

El estado superficial de la matriz rocosa, es relación de la resistencia de la roca sana y las características de las discontinuidades en cuanto a resistencia, apertura, rugosidad, relleno y alteración; definiéndose cinco subcategorías en función de la calidad de la superficie.

Para su determinación se pueden usar los ábacos que se muestran en la siguiente figura para rocas fracturadas.

COLEGIO OF. ING. TÉC., MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

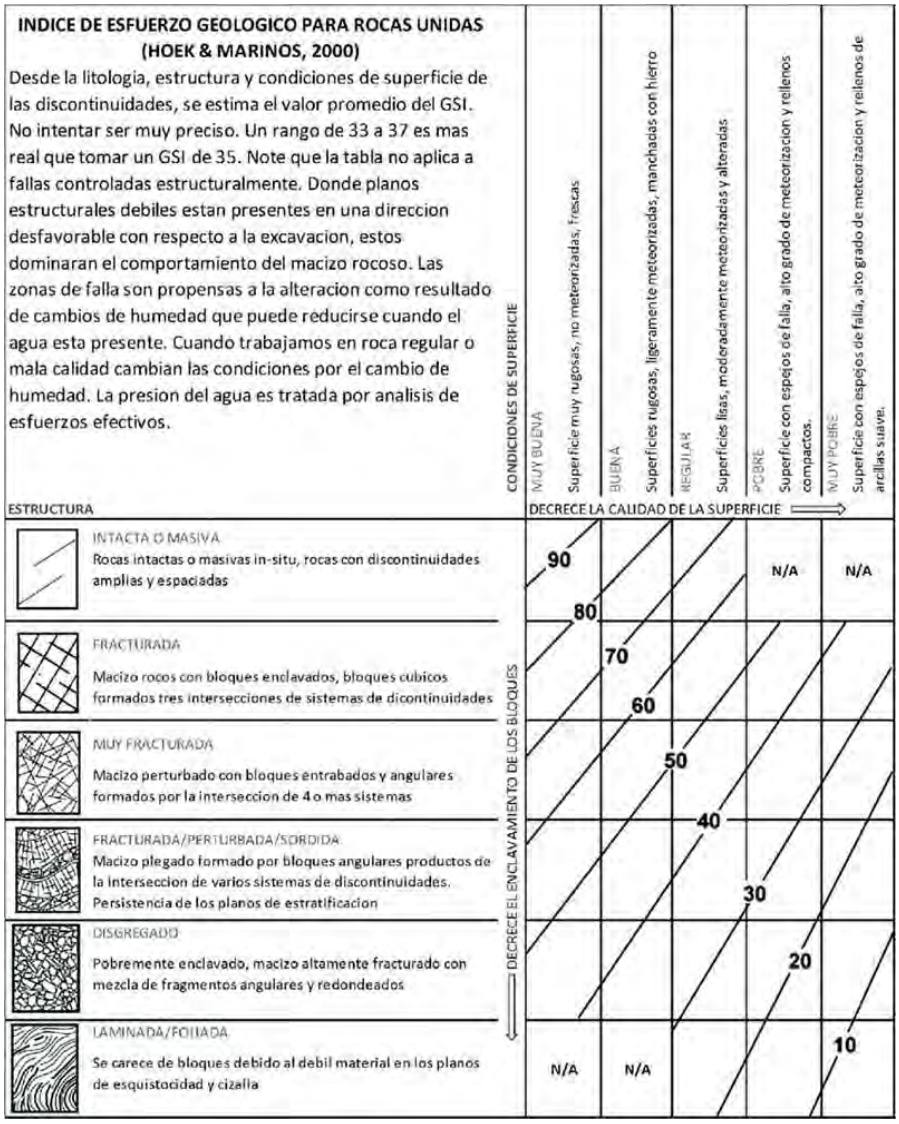


Figura 10. Ábaco para estimación del índice GSI en rocas fracturadas.

Este gráfico con el que se consiguen los valores de GSI ha sido extendido para adaptarse a la mayor variedad de macizos rocosos, incluyendo rocas de muy baja calidad, por lo cual, para macizos heterogéneos como los flysch se utiliza la siguiente grafica adaptada de Hoek (2006):

COLEGIO OF. ING. TÉC. MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

Table 4.4 GSI values characterizing schistose metamorphic rock masses on the basis of foliation and discontinuity condition

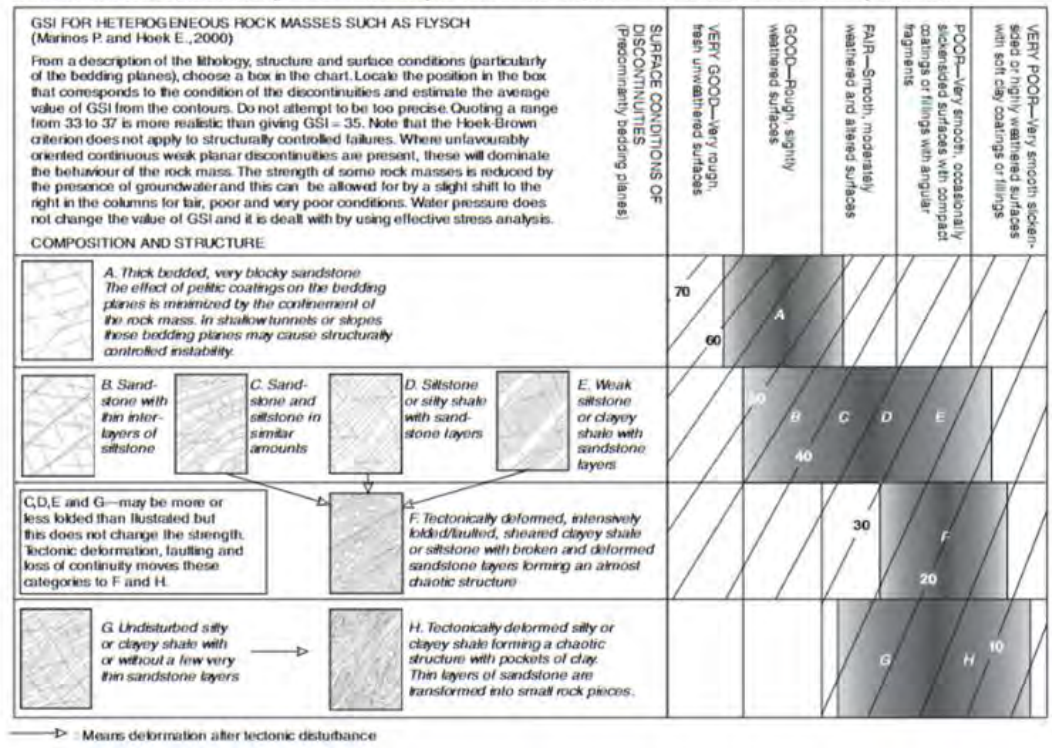


Figura 11. Ábaco para estimación del índice GSI en macizos heterogéneos.

Posteriores revisiones de la clasificación GSI permiten además obtener esta clasificación en base a otros dos parámetros de características similares, como son 1.5*Jcond89 y RQD/2, siendo J_{cond89} el valor obtenido para la condición de las juntas en la evaluación del RMR revisado en 1989.

La combinación de estos parámetros proporciona una base práctica para describir un rango amplio de tipos de macizos rocosos.

COLEGIO OF. ING. TÉC., MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

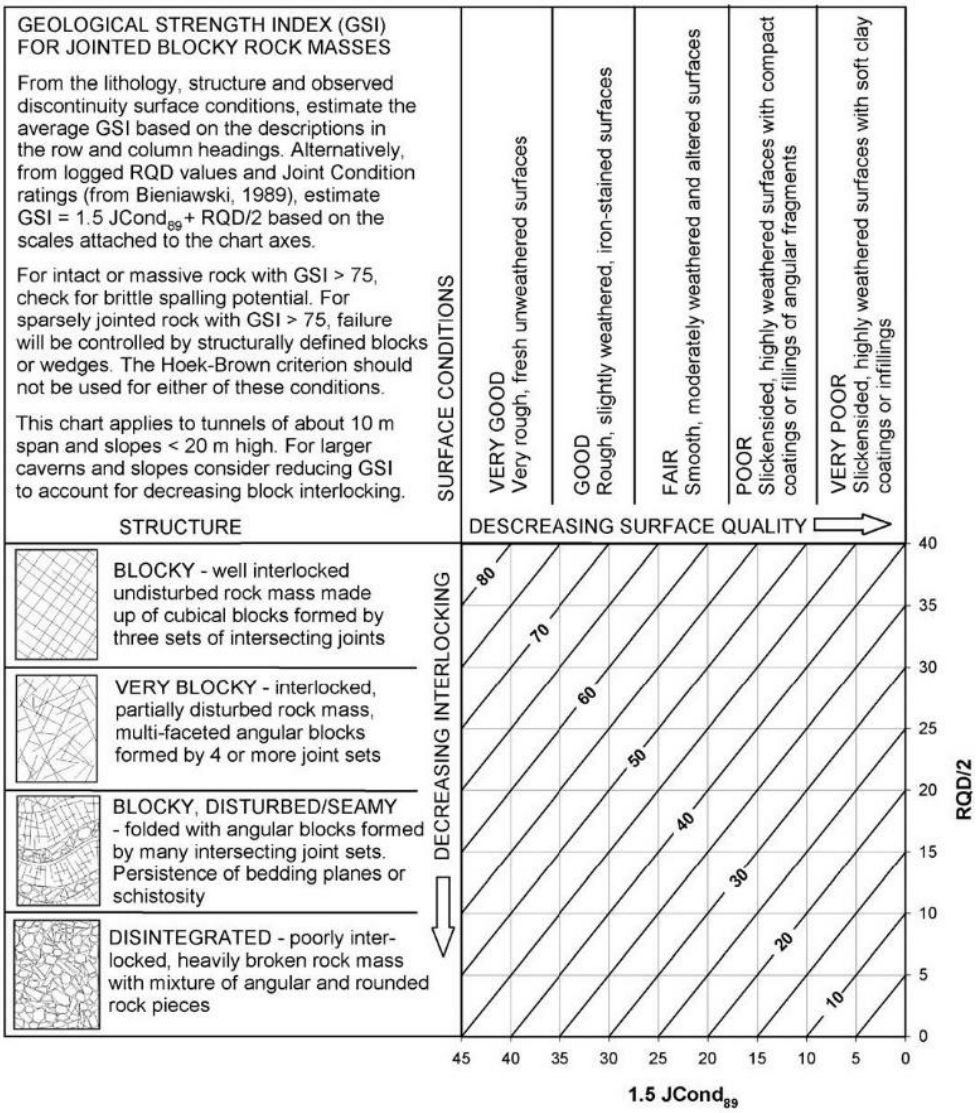


Figura 12. Carta o gráfico de evaluación del índice GSI en base a los parámetros Jcond89 y RQD.

Respecto al uso del índice GSI para caracterizar geotécnicamente el macizo rocoso, es conveniente indicar lo siguiente:

- No es aplicable en aquellos casos en que el comportamiento del macizo rocoso presenta un claro control estructural. De hecho, cuando el macizo presenta sólo dos sets de estructuras el criterio de Hoek-Brown (para el cual fue desarrollado el GSI) debe aplicarse con sumo cuidado.
- No considera la resistencia en compresión uniaxial de la roca intacta, ya que al evaluar la resistencia del macizo se incluyen los parámetros que definen el criterio de Hoek-Brown.
- No considera el espaciamiento entre estructuras, ya que éste está implícitamente incluido al evaluar los bloques del macizo rocoso (a mayor espaciamiento el macizo es más masivo y a menor espaciamiento presenta bloques más pequeños).

El índice GSI debe definirse en un rango y no como un valor específico. En la práctica es usual definir un rango de unos 10 puntos.

COLEGIO OF. ING. TÉC. MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

4.1.3. Criterio de rotura Hoek&Brown

Para la determinación de los parámetros clásicos de Mohr-Coulomb aplicados al macizo rocoso se propone la utilización del criterio de rotura de Hoek&Brown a partir del cual y en función del nivel de tensiones se determinan unos parámetros representativos del macizo rocoso.

a. Resistencia

El criterio de Hoek-Brown supone una relación no lineal entre σ_1 y σ_3 de la forma:

$$\sigma_1 = \sigma_3 + \sigma_{ci}\,[m_b\,\frac{\sigma_3}{\sigma_{ci}} + s]^a$$

donde:

- σ_1 = tensión principal mayor.
- σ_3 = tensión principal menor.
- σ_{ci} = resistencia a compresión uniaxial de la roca intacta.
- mb, s y a = parámetros específicos del macizo rocoso que se calcula en función del índice GSI mediante las expresiones siguientes:

$$m_b = m_i exp\left(\frac{GSI - 100}{28 - 14D}\right)$$

$$s = \left(\frac{GSI - 100}{9 - 3D}\right)$$

$$a = \frac{1}{2} + \frac{1}{6}\left(e^{-GIS/15} - e^{-20/3}\right)$$

Donde:

- GSI= Geological Strength Index.
- D= Factor asociado a la perturbación del terreno por la excavación.
- mi = parámetro específico de la roca intacta. Obtenido de datos bibliográficos.

Los valores obtenidos de m_i según el criterio de Hoek y Brown deben ajustarse de modo aproximado a los rangos establecidos por Hoek y Marinos en 2.000, los cuales se muestran en el siguiente gráfico. En caso de no disponer de un ajuste adecuado por no disponer de datos, es posible tomarlos como bibliográficos.

COLEGIO OF. ING. TÉC., MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

Rock type	Class	Group	Texture			
			Coarse	Medium	Fine	Very fine
SEDIMENTARY	Clastic		Conglomerate (22)	Sandstone 19 — Greywacke (18)	Siltstone 9	Claystone 4
	Non-Clastic	Organic		Chalk 7 — Coal (8-21)		
		Carbonate	Breccia (20)	Sparitic Limestone (10)	Micritic Limestone 8	
		Chemical		Gypstone 16	Anhydrite 13	
METAMORPHIC	Non Foliated		Marble 9	Hornfels (19)	Quartzite 24	
	Slightly foliated		Migmatite (30)	Amphibolite 25 - 31	Mylonites (6)	
	Foliated*		Gneiss 33	Schists 4 - 8	Phyllites (10)	Slate 9
IGNEOUS	Light		Granite 33 / Granodiorite (30)		Rhyolite (16) / Dacite (17)	Obsidian (19)
	Dark		Diorite (28) / Gabbro 27 / Norite 22	Dolerite (19)	Andesite 19 / Basalt (17)	
	Extrusive pyroclastic type		Agglomerate (20)	Breccia (18)	Tuff (15)	

* These values are for intact rock specimens tested normal to bedding or foliation. The value of m_i will be significantly different if failure occurs along a weakness plane.

Figura 13. Valores de la constante mi para rocas intactas tomadas de la bibliografía.

b. Deformabilidad

A partir del valor de GSI también existen múltiples estimaciones del módulo del macizo (Em) a partir de formulaciones empíricas, tales como la expresión de Diederichs, que considera GSI según la siguiente expresión

$$E_{rm} = E_i \left(0.02 + \frac{1 - D/2}{1 + e^{\left(\frac{(60+15D-GSI)}{11}\right)}} \right)$$

Donde:

D: factor de disturbancia

COLEGIO OF. ING. TÉC., MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

Ei: Modulo de deformación de la roca intacta

En cuanto al módulo de deformación de la roca intacta, para su determinación es posible recurrir al denominado Módulo Relativo (MR), basado en Deere y en Palmstrom y Singh, según el cual el módulo de deformación a nivel de roca intacta se puede estimar como el producto de la resistencia a compresión simple por el Módulo Relativo.

En la siguiente figura se muestran los diferentes valores del Módulo Relativo establecidos para cada litología y a partir de la cual se le ha asignado a cada litotipo un valor.

Rock type	Class	Group	Texture			
			Coarse	Medium	Fine	Very fine
Sedimentary	Clastic		Conglomerates 300–400 Breccias 230–350	Sandstones 200–350	Siltstones 350–400 Greywackes 350	Claystones 200–300 Shales 150–250[a] Marls 150–200
	Non-clastic	Carbonates	Crystalline limestones 400–600	Sparitic limestones 600–800	Micritic Limestones 800–1000	Dolomites 350–500
		Evaporites		Gypsum (350)[b]	Anhydrite (350)[b]	
		Organic				Chalk 1000+
Metamorphic	Non-foliated		Marble 700–1000	Hornfels 400–700 Metasandstone 200–300	Quartzites 300–450	
	Slightly foliated		Migmatite 350–400	Amphibolites 400–500	Gneiss 300–750[a]	
	Foliated[a]			Schists 250–1100[a]	Phyllites/Mica Schist 300–800[a]	Slates 400–600[a]
Igneous	Plutonic	Light	Granite[c] 300–550 Granodiorite[c] 400–450	Diorite[c] 300–350		
		Dark	Gabbro 400–500 Norite 350–400	Dolerite 300–400		
	Hypabyssal		Porphyries (400)[b]		Diabase 300–350	Peridotite 250–300
	Volcanic	Lava		Rhyolite 300–500 Andesite 300–500	Dacite 350–450 Basalt 250–450	
		Pyroclastic	Agglomerate 400–600	Volcanic breccia (500)[b]	Tuff 200–400	

[a]Highly anisotropic rocks: the value of MR will be significantly different if normal strain and/or loading occurs parallel (high MR) or perpendicular (low MR) to a weakness plane. Uniaxial test loading direction should be equivalent to field application.
[b]No data available, estimated on the basis of geological logic.
[c]Felsic Granitoids: coarse grained or altered (high MR), fined grained (low MR).

Figura 14. Valores del Módulo Relativo para diferentes litologías según Deere y Palmstrom y Singh.

Otras expresiones como la de Serafín y Pereira modificada por Hoek (2002), expresan el módulo como:

COLEGIO OF. ING. TÉC., MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

$$Em(GPa) = \left(1 - \frac{D}{2}\right) \cdot \left(\frac{\sigma_C^i}{100}\right)^{1/2} \cdot 10^{\left(RMR - \frac{10}{40}\right)}$$

Por su parte, Bieniawski (2005) permite estimar el módulo a partir del de la roca intacta y del RMR. Éste expresa el módulo como:

$$Em = E^i \cdot e^{(RMR-10)/36}$$

A partir del índice RMR también puede estimarse a partir de expresiones empíricamente el módulo elástico in situ del macizo (ver Figura 15).

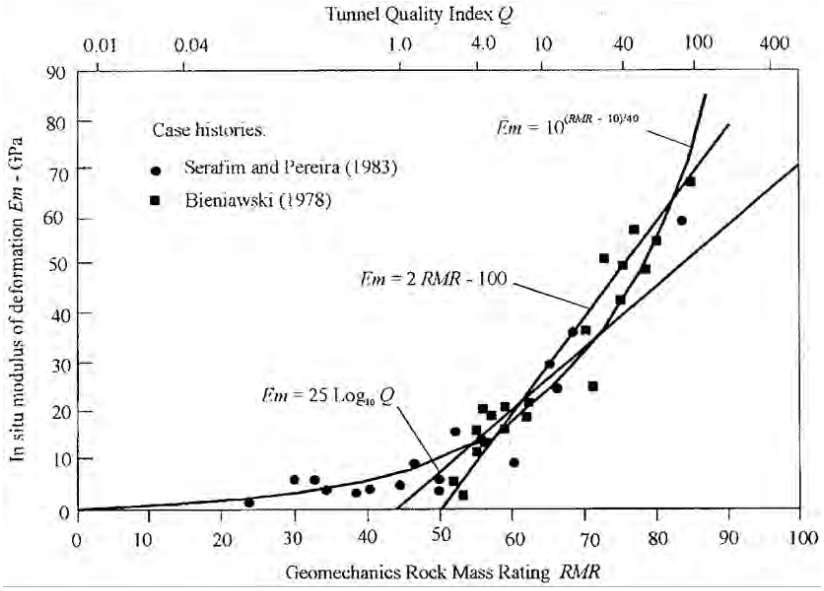


Figura 15. Correlaciones empíricas entre el índice RMR y Q y el módulo de deformación in situ Em.

A continuación, la Tabla 5 recoge las formulaciones empíricas propuestas por diferentes autores para estimar el módulo del macizo (Em).

Tabla 5. Correlaciones para estimar el módulo del macizo Em a partir de formulaciones empíricas.

AUTORES	CORRELACIONES PARA ESTIMAR EL MÓDULO DEL MACIZO Em
Bieniawski (1973)	$E_m(GPa) = 2 \cdot RMR - 100$ para RMR>50
Serafín y Pereira (1983)	$E_m(GPA) = 10^{\frac{(RMR-10)}{40}}$ para RMR<50
Hoek y Brown (1997),	

COLEGIO OF. ING. TÉC., MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

AUTORES	CORRELACIONES PARA ESTIMAR EL MÓDULO DEL MACIZO Em
	$E_m = (\frac{\sigma_c}{100})^{0.5} \cdot 10^{(GSI-10)/40}$ $\sigma_c < 100\ (MPa)$
Verman et al. (1997)	$E_m = 0.4H^{\alpha}10^{(RMR-20)/38}$ Donde: H = profundidad α=0.16-0.3 (disminuye con la resistencia de la roca).
Nicholson & Bieniawski (1990)	$E_m = E_i[0.0028RMR2 + 0.9^{(\frac{RMR}{22.92})}]$
Mitri et al. (1994)	$E_m = E_i[0.5\left(1 - \left(\cos\left(\pi \cdot \frac{RMR}{100}\right)\right)\right)]$
Read et al. (1999)	$E_m = 0.1(\frac{RMR}{10})^3$

4.1.4. Ensayos De Laboratorio

Los ensayos de laboratorio arrojan resultados para obtener parámetros geotécnicos de roca intacta de las unidades geológicas presentes.

El total de probetas que se han tenido en cuenta para la estimación de los parámetros geotécnicos del terreno ascienden a un total de 46 ensayos de compresión simple, de los cuales 18 pertenecen a pizarras bandeadas, 26 a pizarras negras masivas y 2 a areniscas.

Los ensayos que se han realizado son de resistencia a la compresión simple. Las tensiones de rotura que se observan son bastante dispares dentro de la misma litología debido seguramente al ángulo de aplicación de la fuerza con el plano de foliación que caracterizan a este tipo de rocas, en general:

- Si el ángulo que forma el vector fuerza con el plano de foliación es perpendicular, la resistencia obtenida será máxima.
- Si el ángulo que forma el vector fuerza con el plano de foliación es paralelo, la resistencia obtenida será la mínima.

Por este motivo se recomienda intentar que el ángulo formado por el vector fuerza y la foliación sea lo más aproximado a 45º, para así asemejar los resultados a la realidad del macizo rocoso.

Para la selección de muestras se han considerado aquellas que se consideran como roca sana y, que están incluidas o cercanas a los niveles de pizarras que se consideran explotables. Para la definición de las zonas explotables se ha tenido en cuenta la información proporcionada por la MinaTermenón II.

COLEGIO OF. ING. TÉC., MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

Tabla 6: Niveles explotables

SONDEO	TESTIFICACIÓN GC	NIVELES EXPLOTABLES	
	LITOLOGÍA	PROFUNDIDAD	
		INICIO	FIN
SE-05	Pizarra negra	152	182
	Pizarra negra	250	254
	Pizarra negra	268	303,3
	Pizarra bandeada		
	Pizarra negra		
	Pizarra bandeada		
SE-14	Pizarra negra masiva	161	176
SE-15	Pizarra negra bandeada	156	162
	Pizarra bandeada	198,5	236
	Pizarra negra masiva	290	333
	Pizarra negra masiva		
	Pizarra bandeada		
SE-18	Pizarra negra masiva	195	256
	Pizarra bandeada	280	327
SE-26	Pizarra negra masiva	17	68
	Pizarra negra masiva	230	330
SE-31	Pizarra negra con filones cuarcíticos	192	200
	Pizarra negra masiva	212	284

A continuación, en la Tabla 7 se recogen los resultados de los ensayos realizados en las muestras seleccionadas de los sondeos.

COLEGIO OF. ING. TÉC. MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

Tabla 7: Ensayos de laboratorio realizados

Sondeo	PROFUNDIDAD COTA INICIO	PROFUNDIDAD COTA FIN	Litología	Peso (g)	Diámetro (mm)	Longitud (mm)	Densidad (g/cm3)	Tensión rotura (Mpa)
31	122,25	122,55	Pizarra bandeada	1106,2	63	130	2,73	15,24
	155,15	155,35	Pizarra negra con filones curcíticos	1118,5	63	120	2,723	48,79
	215,25	215,55	Pizarra negra masiva	844,4	63	100	2,709	18,12
	247,35	247,6	Pizarra negra masiva	1088,1	63	130	2,685	33,91
37	214,2	214,5	Pizarra con filones de cuarzo	10099,7	63	130	2,714	51,55
	220,4	248,4	Pizarra bandeada	1111,9	63	130	2,744	9,66
	318,6	319	Pizarra negra masiva	1081,9	63	130	2,67	25,41
39	350,5	350,7	Pizarra negra masiva	850,4	63	100	2,728	90,37
	373,5	373,7	Pizarra negra masiva	838,2	63	100	2,689	53,38
24	61,8	62,1	Pizarra gris oscuro con vetas de cuarzo	1068,5	63	130	2,637	66,66
	94,85	95,15	Pizarra de color gris verdoso	1087,8	63	130	2,684	18,61
	191,8	192	Pizarra de color gris verdoso	1101,9	63	130	2,719	32,59
	249,1	249,4	Arenisca de tono gris claro	1112,2	63	130	2,745	55,02
5	46,7	46,9	Pizarra bandeada	1060,7	63	130	2,617	17,84
	148,75	149	Pizarra bandeada	1066,8	63	130	2,633	67,94
	204,6	204,8	Pizarra negra masiva	874,5	63	100	2,805	47,29
	262,95	263,2	Pizarra negra masiva	1046,6	63	120	2,798	64,54
	269,9	270,2	Pizarra negra masiva	1118,5	63	130	2,76	52,93
	290,5	290,75	Pizarra negra masiva	1118,9	63	130	2,76	72,5
15	31,7	31,9	Pizarra negra masiva	1098,5	63	130	2,711	17,77
	80,15	80,4	Pizarra bandeada	1077,8	63	130	2,66	41,86
	162,3	162,5	Pizarra bandeada	1111,9	63	130	2,744	31,69
	171,2	171,5	Pizarra bandeada	1012,9	63	120	2,706	95,76
38	58,1	58,35	Pizarra gris verdoso con filones de cuarzo milimétricos	1059,3	63	130	2,614	116,9
	94,8	95	Pizarra gris oscura con algunas venas de cuarzo finas.	959,3	63	110	2,798	11,29
	154,7	154,9	Pizarra gris claro con inclusiones de cuarzo	1076,5	63	130	2,656	69,9
	214,1	214,4	Pizarra gris oscuro con pequeñas inclusiones de cuarzo	1094,5	63	130	2,701	9,27
	274,8	275	Pizarra bandeada	1088,8	63	130	2,687	42,41
	342,5	342,7	Pizarra bandeada	1095,7	63	130	2,704	40,2
	431,3	431,5	Pizarra gris clara con inclusiones de cuarzo	1104,7	63	130	2,726	47,96
19	140,6	140,8	Pizarra bandeada	1108,4	63	130	2,735	43,79
26	28,8	29	Pizarra negra masiva	1128,7	63	130	2,785	26,43
	92	92,2	Pizarra negra masiva	1025,5	63	120	2,741	66,4
	150,8	151	Pizarra bandeada	1116,7	63	130	2,756	49,95
	201,5	201,8	Pizarra bandeada	1136,7	63	130	2,805	64,54
	251	251,25	Pizarra negra masiva	975,7	63	110	2,845	23,23
	278	278,3	Pizarra negra masiva	1107,2	63	130	2,732	91,56
26	312,8	313	Pizarra negra masiva	1144,6	63	130	2,824	95,15
18	216,5	216,7	Pizarra negra masiva	1108,1	63	130	2,734	111,03
	123,15	123,4	Pizarra bandeada	1105,9	63	130	2,729	80,2
	68,8	69,1	Pizarra gris	1093,2	63	130	2,698	63,65
14	25,6	25,8	Pizarra gris	978	63	120	2,614	30,54
	69,5	69,75	Pizarra negra con filones cuarcíticos	1131,2	63	130	2,791	24,77
	94,5	94,7	Pizarra bandeada	1083	63	125	2,779	55,53
	119,7	119,95	Arenisca	1096,8	63	130	2,707	29,95
	298	298,3	Pizarra negra masiva	1082,5	63	130	2,671	139,03

El registro de los ensayos de laboratorio se adjunta en el Apéndice 2.

COLEGIO OF. ING. TÉC. MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

4.2 CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA

El apartado recoge el análisis realizado para la obtención de los parámetros geotécnicos de la unidad geológica predominante en la mina, pizarras bandeadas. La caracterización se ha realizado en base a los resultados de los ensayos de laboratorio, la descripción de la fracturación del macizo rocoso. Con el conjunto de datos se ha aplicado el criterio de rotura de Hoek&Brown y se han obtenido unos parámetros geotécnicos representativos del macizo rocos en el que se desarrollará la mina.

4.2.1. Resistencia a compresión simple y módulo de deformación

Se han evaluado los resultados de los ensayos de laboratorio para la litología predominante en la mina, pizarras bandeadas.

Para la estimación del valor de resistencia característico se han tomado un total de 18 muestras de las que se ha analizado detalladamente la ruptura de cada probeta con el fin de considerar únicamente aquellas que han roto por matriz (M) o por matriz-estructura (M/E). Se han descartado como representativas las muestras que han roto por estructuras (E) preexistentes en la probeta o aquellas que no son válidas por motivos ajenos a la rotura como pueden ser las dimensiones de la probeta.

La Tabla 8 recoge los resultados de los ensayos de laboratorio de las muestras seleccionadas en esta unidad.

Tabla 8. Ensayos de laboratorio ejecutados en la unidad de Pizarras bandeadas.

Sondeo	PROFUNDIDAD		GM	Densidad (g/cm3)	Carga de rotura (N)	Tensión rotura (Mpa)	Tipo de rotura
	COTA INICIO	COTA FIN					
5	46,7	46,9	3	2,617	55600	17,84	M/E
24	61,8	62,1	2	2,637	207800	66,66	M
14	69,5	69,75	2	2,791	77200	24,77	E
15	80,15	80,4	1	2,66	130500	41,86	M
14	94,5	94,7	2	2,779	173100	55,53	M/E
31	122,25	122,55	2	2,73	47500	15,24	E
18	123,15	123,4	2	2,729	250000	80,2	M/E
19	140,6	140,8	2	2,735	136500	43,79	M
5	148,75	149	1	2,633	211800	67,94	M
26	150,8	151	2	2,756	155700	49,95	M
31	155,15	155,35	2	2,723	152100	48,79	M
15	162,3	162,5	1	2,744	98800	31,69	M/E
15	171,2	171,5	1	2,706	298500	95,76	M
26	201,5	201,8	1	2,805	201200	64,54	M
37	214,2	214,5	2	2,714	160700	51,55	M/E
37	220,4	248,4	2	2,744	30100	9,66	E
38	274,8	275	1	2,687	132200	42,41	E
38	342,5	342,7	1	2,704	125300	40,2	E

En relación al peso específico aparente, no se observa una variación de la misma en función de la profundidad como se puede apreciar en la Figura 16. Tras el análisis de los datos obtenidos se puede considerar un valor característico de 27,1 kN/m^3.

COLEGIO OF. ING. TÉC. MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
Habilitación Profesional
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

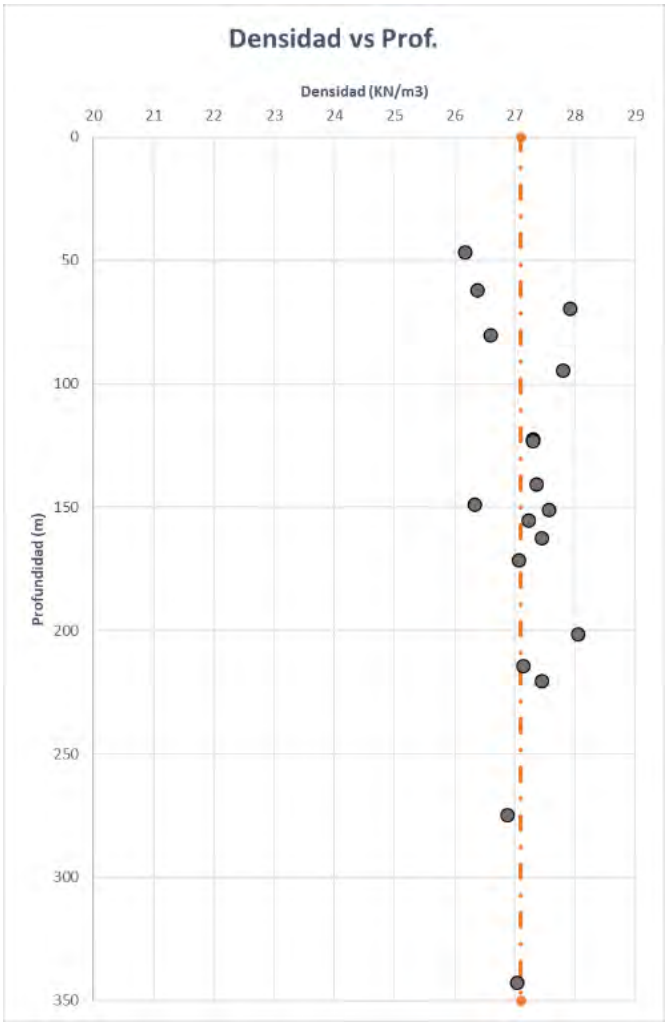


Figura 16:Variación de la densidad con la profundidad para la unidad de Pizarras bandeadas

Para la estimación de la resistencia a compresión simple de la roca intacta se han analizado un total de trece (13) muestras.

Analizando el conjunto de resultados disponibles se ha considerado desestimar el resultado más alto obtenido (95,76 MPa), recogido en el sondeo 15 a 171,5 m de profundidad y el resultado más bajo (17,84 Mpa), recogido en el sondeo 5 a 46,9m de profundidad por presentar valores muy anómalos sobre el resto de datos.

Se toma una RCS característica de 49 Mpa, que está dentro de los rangos típicos para este tipo de litología.

COLEGIO OF. ING. TÉC., MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

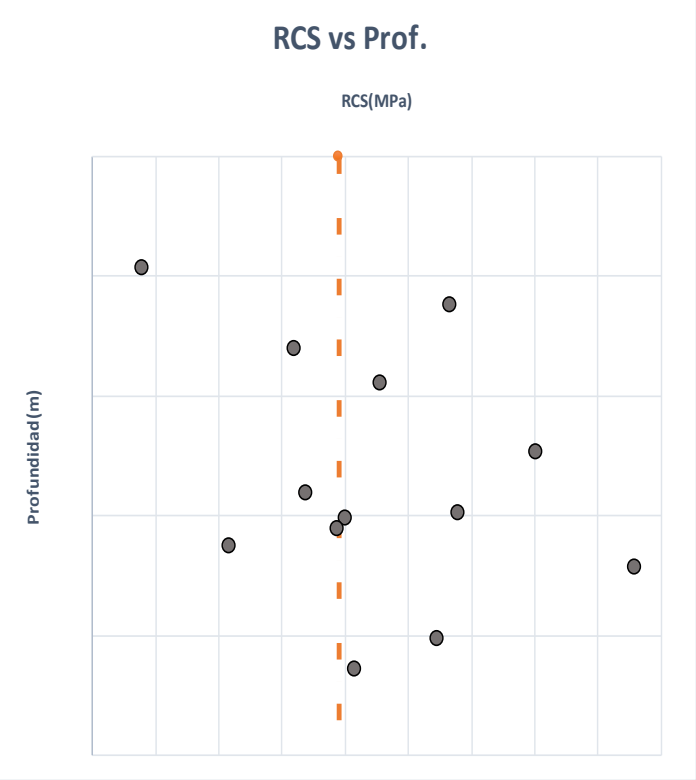


Figura 17:Variación de la resistencia a compresión simple con la profundidad para la unidad Pizarras bandeadas

La Figura 17 muestra una dispersión importante de los resultados de resistencia en relación a la profundidad por lo que no se define ningún tipo de patrón de relación entre la profundidad y la resistencia.

Para el módulo de deformación de roca intacta, se han tomado valores bibliográficos para este tipo de litología estimándose un Ei de 29.500 MPa.

Tabla 9. Parámetros geotécnicos característicos de la Pizarras bandeadas.

Grupo geotécnico	Pizarras bandeadas
Peso específico (kN/m^3)	27,1
Resistencia a compresión simple (MPa)	49
Ei (GPa)	29,5
Coeficiente de Poisson	0,25
m_i	9

4.2.2. Análisis del diaclasado del macizo rocoso

Se han realizado un total de 7 estaciones geomecánicas en las cuales se han estudiado las características del diaclasado visibles en el terreno como el espaciamiento, relleno, rugosidad, etc. Tras ello se ha utilizado el programa Dips (Rocscience) para la estimación de las orientaciones características de las diferentes familias de juntas a partir de los datos recopilados en terreno.

En la figura Figura 18 se ubican en planta las diferentes estaciones geomecánicas y sondeos que se han considerado para la caracterización del macizo rocoso.

COLEGIO OF. ING. TÉC. MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

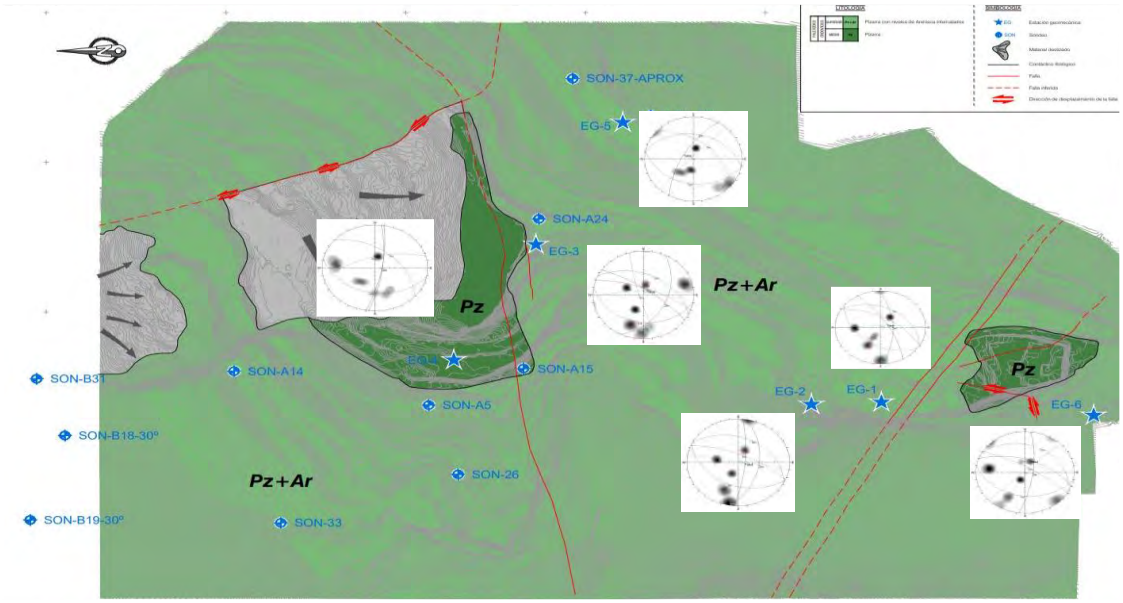


Figura 18: Estaciones geomecánicas realizadas y sondeos

En la Tabla 10 se resumen los resultados obtenidos de las estaciones geomecánicas levantadas y la estimación de la calidad del macizo rocoso en base al índice RMR y GSI:

Tabla 10: Datos Estaciones Geomecánicas y estimación RMR/GSI

	PLANOS MEDIOS								RELLENO			
	TIPO PLANO	DIR. BUZ	BUZ	ESPACIADO	CONTINUINDAD	APERTURA	JRC	AGUA	TIPO	ESP.	RMR	GSI
EG 1	S0	216	39	0,6-2 m	< 1 m	< 1mm	4-5	Seco	Sellado	< 1 mm	48	41
	J1	088	59	0,2-0,6 m	3-10 m	< 1mm	4-6	Seco	Sellado	< 1 mm		
	J2	030	33	0,6-2 m	< 1 m	< 1mm	8-10	Seco	Sellado	< 1 mm		
	J3	030	59	0,2-0,6 m	1-3 m	< 1mm	4-6	Seco	Sellado	< 1 mm		
	J4	359	84	0,6-2 m	< 1 m	1-5 mm	10-12	Lig. Húmedo	Arcilloso	1-5 mm		
EG 2	S0	204	34	0,2-0,6 m	1-3 m	< 1mm	4-6	Seco	Sellado	< 1 mm	36	30
	J1	099	46	0,06-0,2 m	< 1 m	< 1mm	4-6	Seco	Sellado	< 1 mm		
	J2	027	31	0,2-0,6 m	< 1 m	< 1mm	8-10	Seco	Sellado	< 1 mm		
	J3	023	69	0,06-0,2 m	< 1 m	< 1mm	4-6	Seco	Sellado	< 1 mm		
	J4	010	86	0,2-0,6 m	< 1 m	1-5 mm	10-12	Lig. Húmedo	Arcilloso	1-5 mm		
EG 3	S0	190	26	0,06-0,2 m	3-10 m	< 1mm	4-6	Lig. Húmedo	Sellado	< 1 mm	49	40
	J1	116	40	0,2-0,6 m	< 1 m	< 1mm	8-10	Seco	Sellado	< 1 mm		
	J2	026	40	0,2-0,6 m	< 1 m	< 1mm	8-10	Seco	Sellado	< 1 mm		
	J3	020	72	0,06-0,2 m	< 1 m	< 1mm	4-6	Seco	Sellado	< 1 mm		
	J4	358	79	0,6-2 m	< 1 m	1-5 mm	10-12	Lig. Húmedo	Arcilloso	1-5 mm		

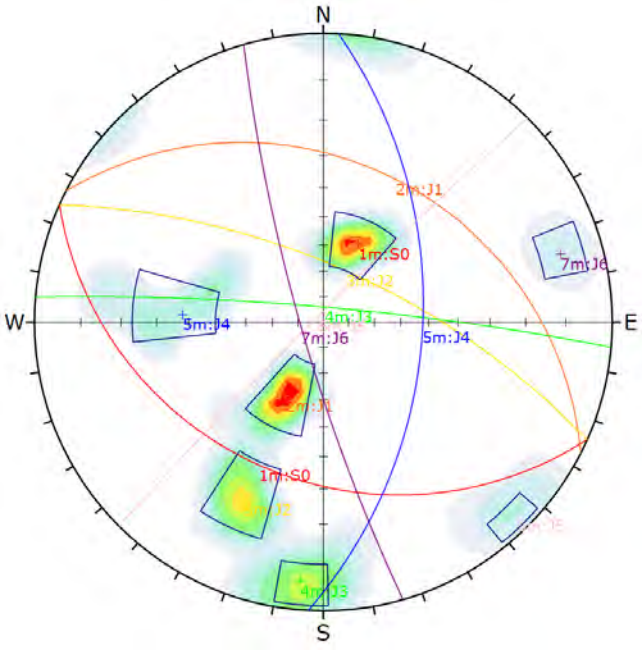
COLEGIO OF. ING. TÉC., MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
Habilitación Profesional
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

	PLANOS MEDIOS								RELLENO			
	TIPO PLANO	DIR. BUZ	BUZ	ESPACIADO	CONTINUINDAD	APERTURA	JRC	AGUA	TIPO	ESP.	RMR	GSI
	J5	254	81	0,6-2 m	< 1 m	1-5 mm	12-14	Lig. Húmedo	Arcilloso	1-5 mm		
EG 4	S0	192	30	0,2-0,6 m	3-10 m	< 1mm	6-8	Seco	Sellado	< 1 mm	51	41
	J1	097	74	0,6-2 m	3-10 m	< 1mm	8-10	Seco	Sellado	< 1 mm		
	J2	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
	J3	041	45	0,2-0,6 m	3-10 m	< 1mm	6-8	Seco	Sellado	< 1 mm		
	J4	344	61	> 2 m	< 1 m	1-5 mm	12-14	Lig. Húmedo	Arcilloso	1-5 mm		
EG 5	S0	216	39	0,06-0,2 m	1-3 m	1-5 mm	6-8	Seco	Arcilloso	1-5 mm	30	25
	J1	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
	J2	011	29		< 1 m	1-5 mm	8-10	Lig. Húmedo	Arcilloso	1-5 mm		
	J3	041	45	0,06-0,2 m	< 1 m	1-5 mm	6-8	Lig. Húmedo	Arcilloso	1-5 mm		
	J4	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
	J5	305	85	0,2-0,6 m	< 1 m	1-5 mm	12-14	Lig. Húmedo	Arcilloso	1-5 mm		
EG 6	S0	190	30	0,2-0,6 m	1-3 m	< 1mm	6-8	Seco	Sellado	0,1-1 mm	54	42
	J1	097	72	0,6-2 m	< 1 m	< 1mm	8-10	Seco	Sellado	0,1-1 mm		
	J2	028	23	0,6-2 m	< 1 m	< 1mm	8-10	Seco	Sellado	0,1-1 mm		
	J3	031	75	0,6-2 m	< 1 m	< 1mm	6-8	Seco	Sellado	0,1-1 mm		
	J4	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
	J5	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
	J6	316	86	0,6-2 m	< 1 m	1-5 mm	12-14	Lig. Húmedo	Arcilloso	1-5 mm		

El registro de las estaciones geomecánicas se adjuntan en el Apéndice 3.

Compilando los datos de todas las estaciones geomecánicas realizadas, se estima que las familias que afectan al macizo rocoso son las siguientes:

COLEGIO OF. ING. TÉC. MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]



	Color	Dip	Dip Directio	Label
Mean Set Planes				
1m		33	204	S0
2m		32	27	J1
3m		68	24	J2
4m		84	5	J3
5m		52	93	J4
6m		87	315	J5
7m		81	254	J6

Plot Mode	Pole Vectors
Vector Count	84 (84 Entries)
Hemisphere	Lower
Projection	Equal Angle

Figura 19: Análisis estereográfico de las estructuras del Macizo Rocoso.

Teniendo en cuenta las características intermedias observadas en las estaciones geomecánicas realizadas, se caracterizan las siguientes familias de diaclasado:

Tabla 11: Caracterización Estructuras del Macizo Rocoso

PLANOS MEDIOS								RELLENO	
TIPO PLANO	DIR. BUZ	BUZ.	ESPACIADO	CONTINUIDAD	APERTURA	RUGOSIDAD	AGUA	TIPO	ESPESOR
S0	204	33	0,2-0,6 m	>20 m	< 1mm	4-6	Seco	Sellado	< 1 m
J1	027	32	0,6-2 m	< 1 m	< 1mm	8-10	Seco	Sellado	< 1 m
J2	024	68	0,06-0,2 m	< 1 m	< 1mm	4-6	Seco	Sellado	< 1 m
J3	005	84	0,2-0,6 m	< 1 m	1-5 mm	10-12	Lig. Húmedo	Arcilloso	1-5 mm
J4	093	52	0,2-0,6 m	3-10 m	< 1mm	4-6	Seco	Sellado	< 1 m
J5	315	87	0,2-0,6 m	< 1 m	1-5 mm	12-14	Lig. Húmedo	Arcilloso	1-5 mm
J6	254	81	0,6-2 m	< 1 m	1-5 mm	12-14	Lig. Húmedo	Arcilloso	1-5 mm

El análisis efectuado, en las estaciones geomecánicas, arroja resultados de un RMR en superficie de 45 puntos, clasificando el macizo rocoso, constituido por pizarras de las Fm. Agüeira y Fm. Pizarras de Luarca, como calidad media. Se espera que la calidad del macizo aumente en profundidad al disminuir progresivamente la meteorización del y alteración causada por la exposición de la roca a los agentes atmosféricos en superficie.

4.2.3. Estimación del GSI

Para la estimación del parámetro GSI se ha realizado un análisis conjunto de los datos provenientes de las estaciones geomecánicas y de los sondeos para finalmente, proponer un valor representativo del conjunto y estimar las posibles variaciones que pudieran aparecer a lo largo del desarrollo de los túneles.

COLEGIO OF. ING. TÉC. MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

a. GSI cualitativo (estaciones geomecánicas).

A partir de los datos recopilados de las estaciones geomecánicas se ha realizado una estimación del valor del GSI siguiendo las descripciones del ábaco adaptado por Hoek (2006) para macizos rocosos heterogéneos y que se considera concordante con el encuadre geológico presente en la zona de estudio.

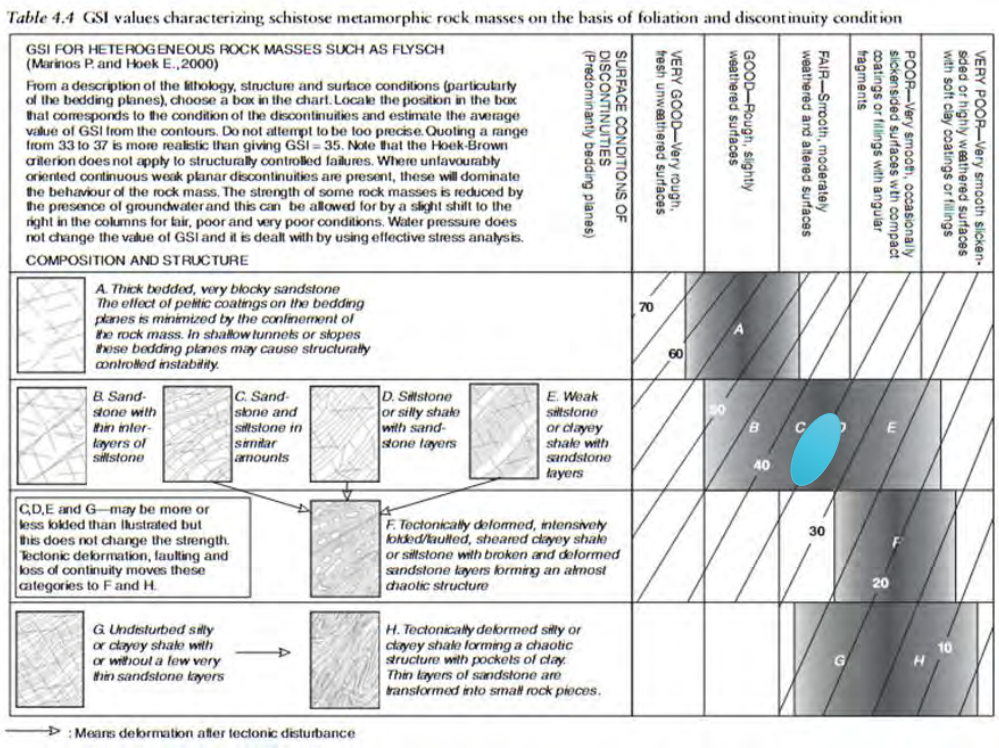


Figura 20. Estimación índice GSI en Pizarras según el ábaco adaptado para macizos heterogéneos

En función de las observaciones y de los datos disponibles de las estaciones geomecánicas se estima un índice de GSI en superficie de 35-40.

b. GSI cuantitativo (sondeos).

En base a los datos observados en los sondeos se realiza un análisis del índice GSI de forma cuantitativa calculado en base a los índices $1.5*J_{cond89}$ y RQD/2, siendo J_{cond89} el valor obtenido para la condición de las juntas en la evaluación del RMR revisado en 1989, según la Figura 21.

COLEGIO OF. ING. TÉC., MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

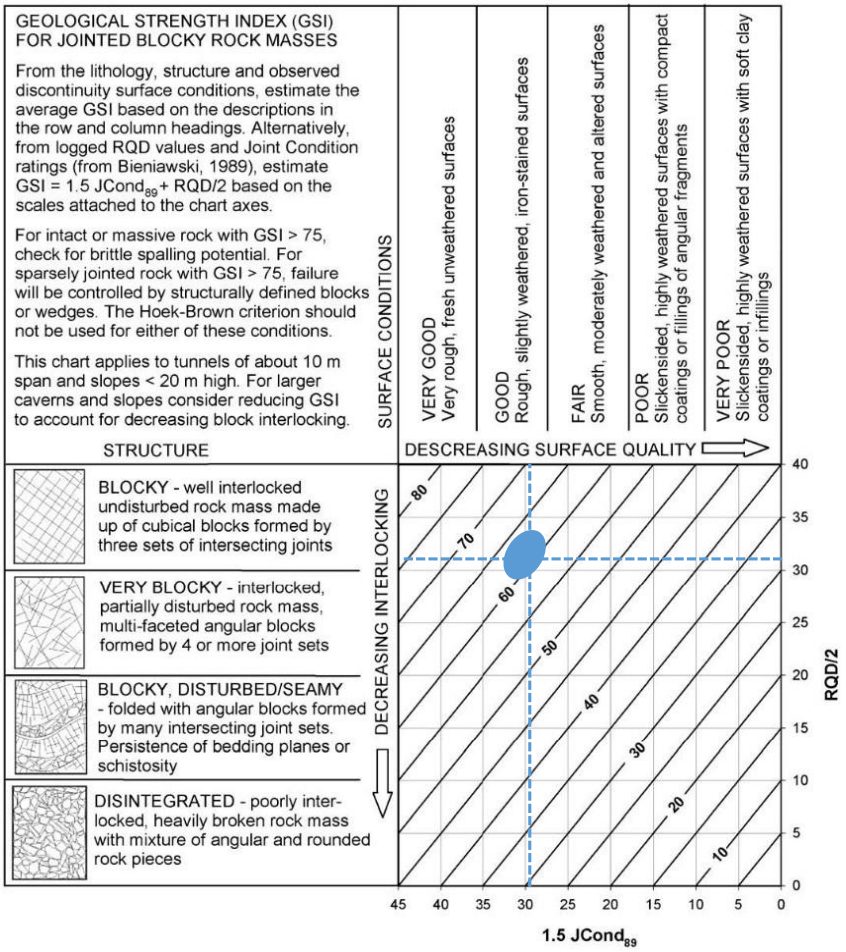


Figura 21. Estimación índice GSI en Pizarras según el ábaco calculado en base a los parámetros Jcond89 y RQD.

En base al estudio en detalle de los sondeos considerados para la definición del proyecto, se considera una Jcond89 igual a 29,5. Los sondeos arrojan valores de RQD muy variables, oscilando entre valores mínimos iguales a 0, en aquellos sectores con testigos de roca muy fracturados debido al elevado grado de meteorización que afecta a los mismos, y valores máximos de 100, en zonas de buena calidad del macizo. En base a promedio de RQD medido en los testigos de roca recuperados se ha establecido un valor de RQD característico igual a 62.

De acuerdo con los resultados obtenidos en el análisis, se establece un rango característico del GSI de 60-65.

c. GSI representativo

Las diferencias observadas entre el valor de GSI obtenido a partir de los sondeos y el obtenido a partir de las estaciones geomecánicas se debe a la alteración y meteorización causada en el macizo rocoso y que ha alterado los primeros metros de la roca.

Tabla 12. Resumen de las clasificaciones geomecánicas analizadas para el macizo rocoso (Pizarras)

Clasificaciones geomecánicas	RMRb	GSI cualitativo	GSI cuantitativo
Valores adoptados	45-70	35-40	60-65
Clase	III (41 ≤ RMR < 60) II(61 ≤ RMR < 80)	-	-
Calidad	Regular-Buena	-	-

COLEGIO OF. ING. TÉC., MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

Tras el análisis del conjunto de datos, tanto de sondeos como de estaciones geomecánicas se han definido, para cada litología 3 tipos de macizo rocoso. Uno correspondiente a una situación favorable con un macizo de calidad superior a la calidad promedio, otro correspondiente la calidad promedio del macizo rocos obtenida a partir del análisis de los datos de los sondeos y que sería el valor de GSI representativo del macizo y una tercera, correspondiente a un nivel de fracturación elevado que correspondería a la calidad de macizo rocoso inferior asignable a zonas fracturadas.

De esta manera se han establecido valores de:

- Calidad superior GSI = 70
- Calidad representativa (intermedia) GSI = 65
- Calidad inferior (accidental) GSI = 40

4.2.4. Parametrización geotécnica del macizo rocoso

Para la determinación de los parámetros representativos del macizo rocoso se ha aplicado el criterio de rotura de Hoek&Brown.

En primer lugar, el litotipo de pizarras bandeadas ha sido caracterizado a nivel de roca intacta, asignando un valor σ_{ci} y de m_i deducido de los ajustes realizados a partir de los ensayos de laboratorio.

Con este valor representativo se han introducido los datos correspondientes a la litología y las características del macizo rocos esperables. De esta manera se ha realizado la caracterización para la unidad de Pizarras Bandeadas. Se han analizado las 3 condiciones de calidad del macizo rocoso.

Teniendo en consideración los valores de la Tabla 9, en la que se indican los parámetros geotécnicos de las pizarras bandeadas, se ha procedido al cálculo mediante RocLab de los parámetros del macizo rocoso teniendo en cuenta las diferentes secciones de taludes escogidos para realizar los cálculos de estabilidad de taludes, que se desarrollan en el apartado 5.

Tabla 13: Parámetros Macizo Rocoso. RocLab. Pizarras bandeadas con rotura circular.

Unidad	Altura talud (m)	GM	γ [kN/m³]	m_i [-]	σ_{ci} [MPa]	GSI [-]	E_i [MPa]	E_{rm} [MPa]	D [-]	ν [-]	Parámetros Hoek-Brown			Parámetros Mohr-Coulomb		F.S.
											m_b [-]	s [-]	a [-]	c [kPa]	phi [º]	
Pizarras bandeadas	76	III	27,25	9	49	65	29500,0	1799,6	1	0,25	0,177	0,0001	0,508	659	40	>1,5
	255	III	27,25	9	49	65	29500,0	4324,8	1	0,25	0,517	0,0013	0,503	1128	31	>1,5
	220	III	27,25	9	49	65	29500,0	4324,8	1	0,25	0,517	0,0013	0,503	1049	32	>1,5

Tabla 14: Parámetros Macizo Rocoso. RocLab. Pizarras bandeadas con rotura lineal.

Unidad	Altura talud (m)	GM	γ [kN/m³]	m_i [-]	σ_{ci} [MPa]	GSI [-]	E_i [MPa]	E_{rm} [MPa]	D [-]	ν [-]	Parámetros Hoek-Brown			Parámetros Mohr-Coulomb		F.S.
											m_b [-]	s [-]	a [-]	c [kPa]	phi [º]	
Pizarras bandeadas	40	III	27,25	9	49	65	29500,0	1799,6	1	0,25	0,177	0,0001	0,508	540	44	>1,5
	195	III	27,25	9	49	65	29500,0	4324,8	1	0,25	0,517	0,0013	0,503	1047	32	>1,5
	110	III	27,25	9	49	65	29500,0	4324,8	1	0,25	0,517	0,0013	0,503	766	37	>1,5

COLEGIO OF. ING. TÉC. MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

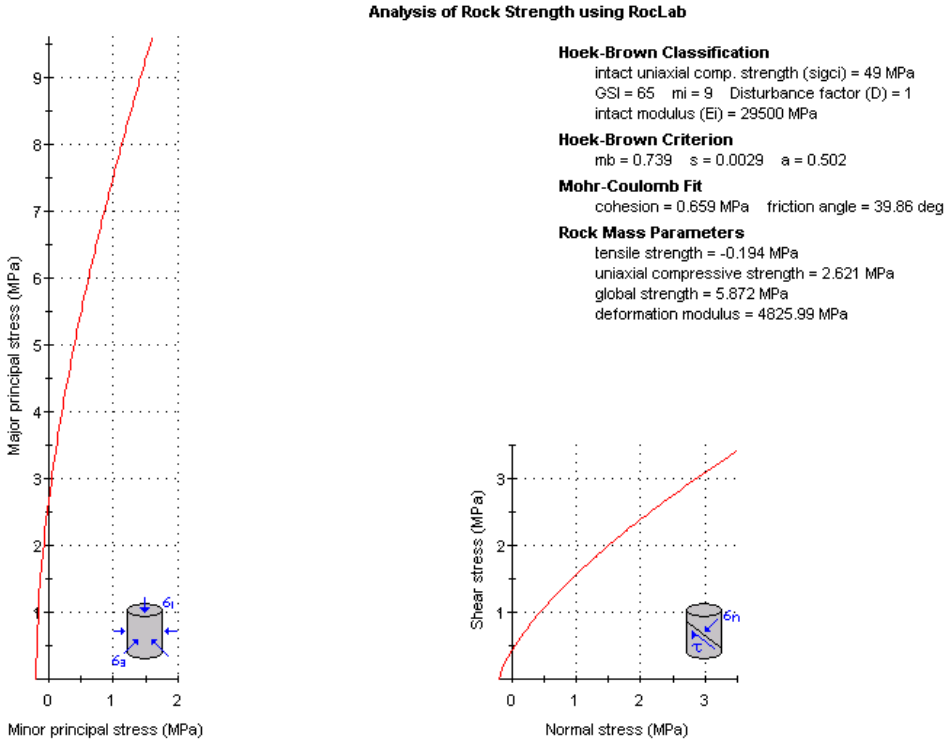


Figura 22. Parámetros de RocLab para un talud de 76 m.

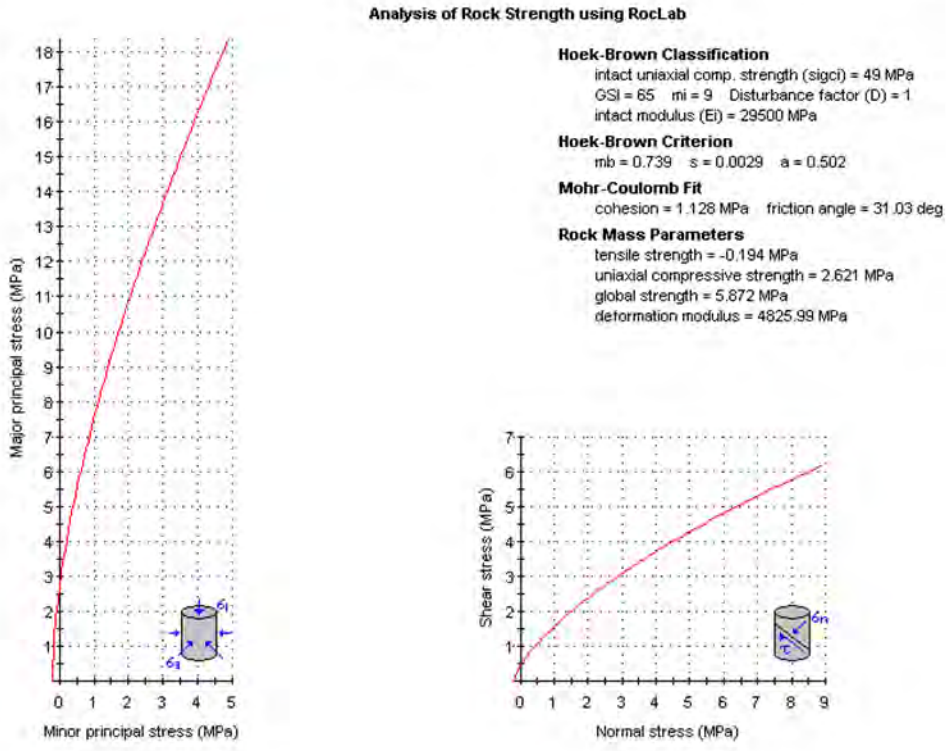


Figura 23. Parámetros de RocLab para un talud de 255 m.

COLEGIO OF. ING. TÉC., MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

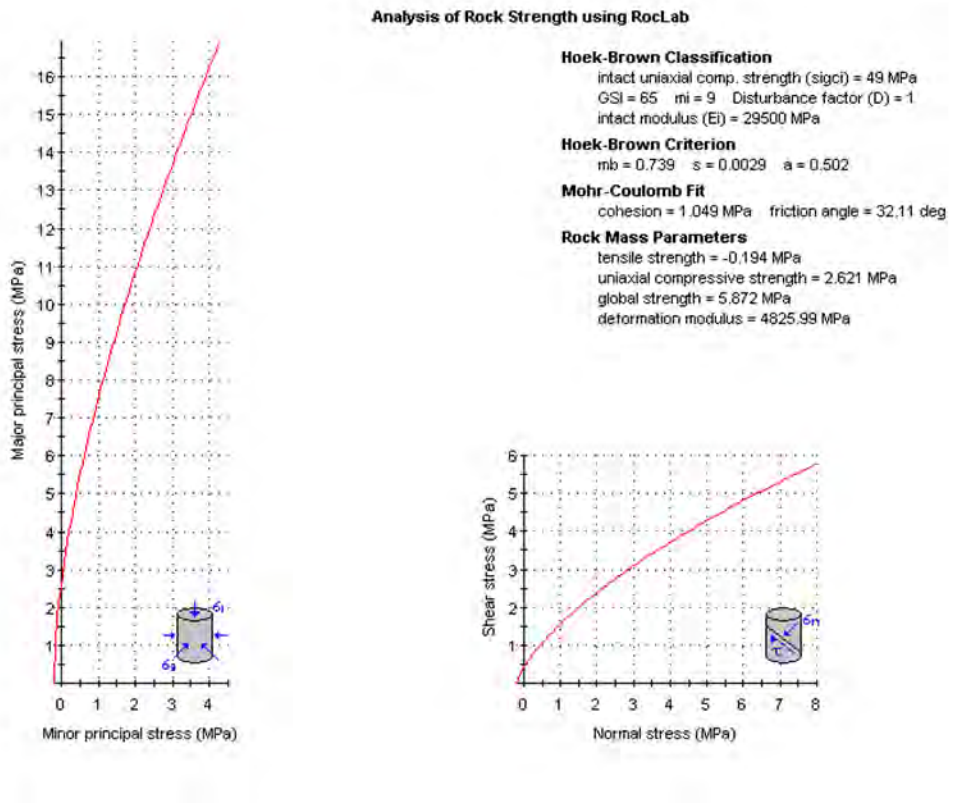


Figura 24. Parámetros de RocLab para un talud de 220 m.

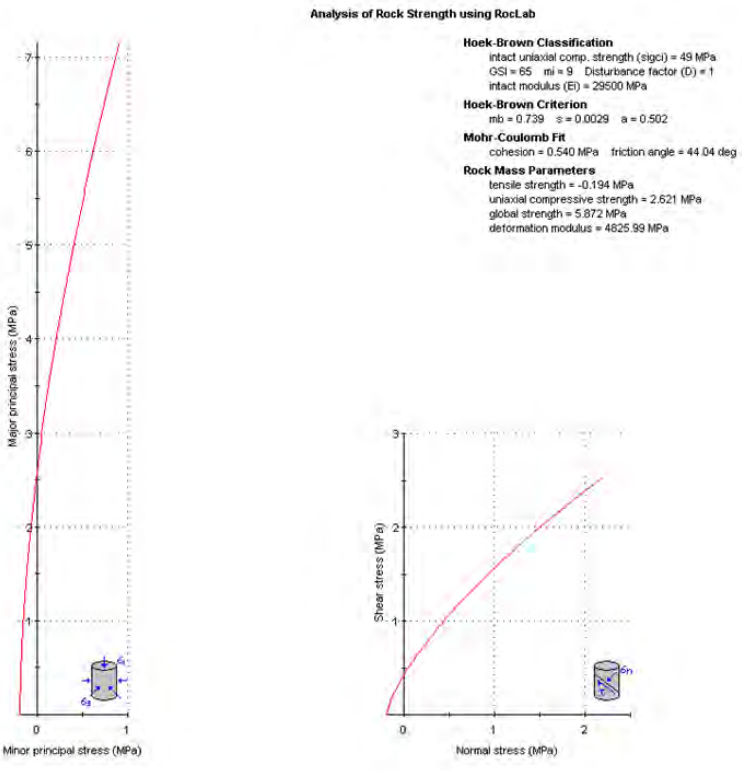


Figura 25. Parámetros de RocLab para un talud de 40 m.

COLEGIO OF. ING. TÉC., MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

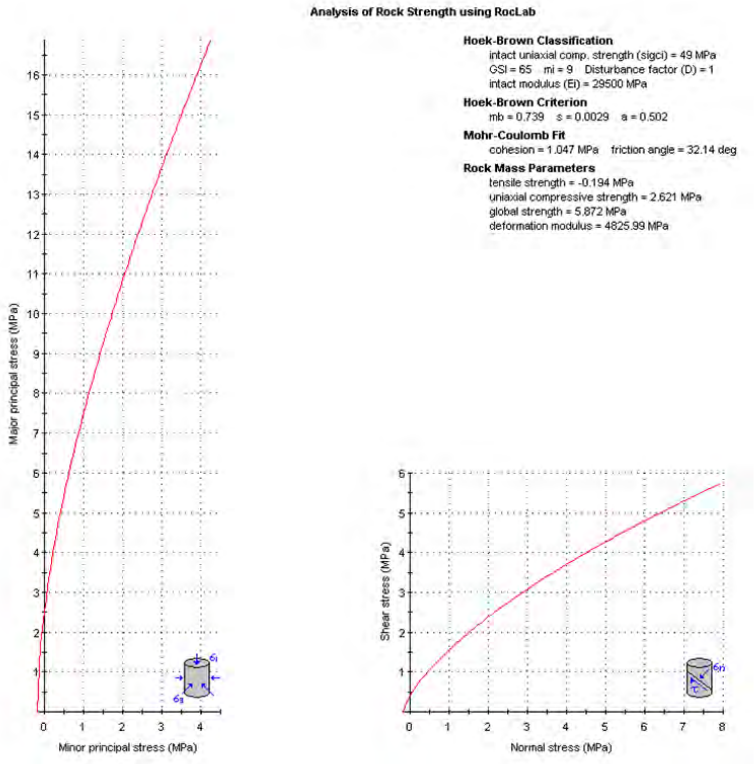


Figura 26. Parámetros de RocLab para un talud de 195 m.

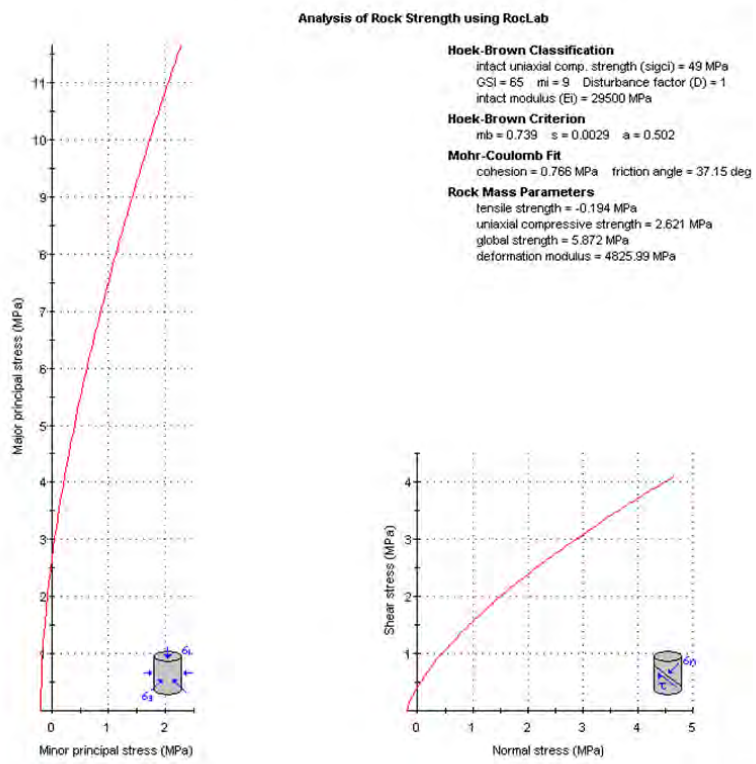


Figura 27. Parámetros de RocLab para un talud de 110 m.

COLEGIO OF. ING. TÉC., MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

5. CÁLCULOS DE LA ESTABILIDAD DE TALUDES DE LA EXPLOTACIÓN

Para el análisis de los taludes circundantes a las excavaciones de la mina de pizarras se han realizado una serie de modelos teniendo en cuenta distintas características del macizo rocoso y las familias de juntas presentes.

Los taludes analizados en la mina se corresponden con las excavaciones marcadas en la siguiente figura en color azul. Para estas excavaciones se ha asignado un número (del 1 al 3) siendo el 1 el situado más al oeste, el 2 correspondiente con la excavación más grande y el 3 correspondiente con la excavación más al sur.

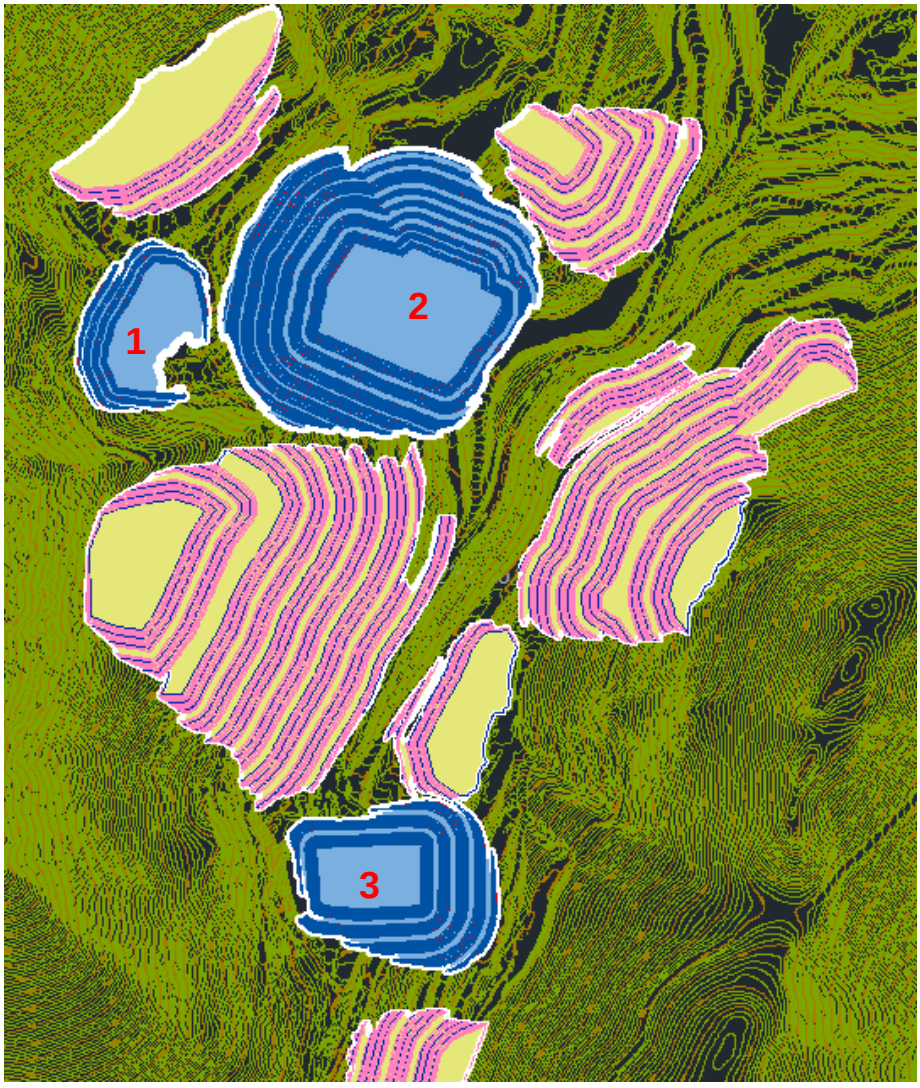


Figura 28: Ubicación de las tres excavaciones analizadas.

En cada excavación se ha realizado un análisis basado en un modelo de rotura global circular, empleando la sección del talud de mayor altura. También se han realizado diferentes análisis de rotura lineal a favor de una superficie de debilidad (pizarrosidad), empleando las secciones de cada excavación que presentan una orientación desfavorable a favor de la pizarrosidad.

COLEGIO OF. ING. TÉC. MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

Se ha consdiderado en todos los casos un valor de GSI representativo, intermedio, de 65, así como un valor de D de 1.

Para todos los cálculos se ha tenido en cuenta la condición de agua dentro del talud empleando el parámetro R_u. Este parámetro es el coeficiente de presión de poro, que representa la relación entre la presión de poro o carga hidróstatica y la presión litostática correspondientne a la profundidad de análisis.

Los parámetros empleados en los modelos de Slide se resumen en las siguientes tablas:

Tabla 15: Parámetros Macizo Rocoso. RocLab. Pizarras bandeadas con rotura circular.

Unidad	Altura talud (m)	GM	γ [kN/m³]	m_i [-]	σ_{ci} [MPa]	GSI [-]	E_i [MPa]	E_{rm} [MPa]	D [-]	ν [-]	Parámetros Hoek-Brown			Parámetros Mohr-Coulomb		F.S.
											m_b [-]	s [-]	a [-]	c [kPa]	phi [º]	
Pizarras bandeadas	76	III	27,25	9	49	65	29500,0	1799,6	1	0,25	0,177	0,0001	0,508	659	40	>1,5
	255	III	27,25	9	49	65	29500,0	4324,8	1	0,25	0,517	0,0013	0,503	1128	31	>1,5
	220	III	27,25	9	49	65	29500,0	4324,8	1	0,25	0,517	0,0013	0,503	1049	32	>1,5

Tabla 16: Parámetros Macizo Rocoso. RocLab. Pizarras bandeadas con rotura lineal.

Unidad	Altura talud (m)	GM	γ [kN/m³]	m_i [-]	σ_{ci} [MPa]	GSI [-]	E_i [MPa]	E_{rm} [MPa]	D [-]	ν [-]	Parámetros Hoek-Brown			Parámetros Mohr-Coulomb		F.S.
											m_b [-]	s [-]	a [-]	c [kPa]	phi [º]	
Pizarras bandeadas	40	III	27,25	9	49	65	29500,0	1799,6	1	0,25	0,177	0,0001	0,508	540	44	>1,5
	195	III	27,25	9	49	65	29500,0	4324,8	1	0,25	0,517	0,0013	0,503	1047	32	>1,5
	110	III	27,25	9	49	65	29500,0	4324,8	1	0,25	0,517	0,0013	0,503	766	37	>1,5

5.1 ROTURA CIRCULAR

Para los análisis de estabilidad del talud por medio de rotura circular se ha tenido en cuenta la situación estática y la situación con sismo considerada comno pseudoestatica según lo indicado en el apartado 3.4. En todos los casos se ha tenido en cuenta un coeficiente de saturación del talud de Ru = 0,15.

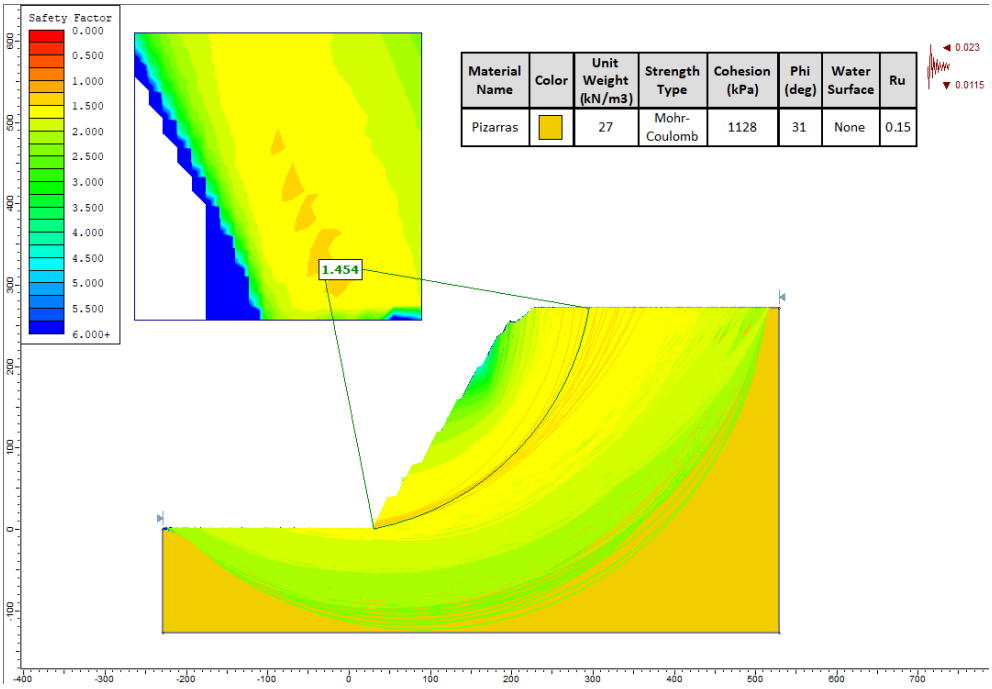
Los resultados obtenidos han sido:

Tabla 17. Resultados para los taludes con rotura circular.

Situación de análisis	Excavación	Aceleración sísmica	Ru	Cohesión (kPa)	Fricción (º)	F.S.
Rotura circular	1	SI	0,15	659	40	2.62
		NO	0,15			2.51
	2	SI	0,15	1128	31	1.5
		NO	0,15			1.45
	3	SI	0,15	1049	32	2.08
		NO	0,15			1.98

COLEGIO OF. ING. TÉC. MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
Habilitación Profesional
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

Como se observa en los análisis obtenidos, todos los taludes estudiados presentan unos factores de seguridad FS>1,2, y FS > 1,1 con aplicación de la sismicidad, por lo tanto, cumplen con lo exigido en la ITC MIE S. M. 07.1.03.



Material Name	Color	Unit Weight (kN/m3)	Strength Type	Cohesion (kPa)	Phi (deg)	Water Surface	Ru
Pizarras		27	Mohr-Coulomb	1128	31	None	0.15

Figura 29. Análisis de estabilidad global del talud con rotura circular.

5.2 ROTURAS LINEALES (PIZARROSIDAD)

Para la rotura a través de un plano de debilidad se ha realizado un análisis teniendo en cuenta dos escenarios distintos, que son:

1. Adoptando los parámetros mecánicos del macizo rocoso. (OPCIÓN A)
2. Adoptando unas condiciones intermedias en las que se ha tomado el 25% de la cohesión del macizo rocoso y se ha mantenido la fricción. (OPCIÓN B)

Los escenarios anteriores se han analizado en dos planos de debilidad, uno profundo y uno somero, ambos con un buzamiento hacia el talud de 33º, en el que se ha forzado la rotura por el pie del talud. De esta forma, se han analizado dos situaciones con distintos grados de favorabilidad a traves de un plano concreto y correspondiente con la pizarrosidad del macizo.

COLEGIO OF. ING. TÉC. MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

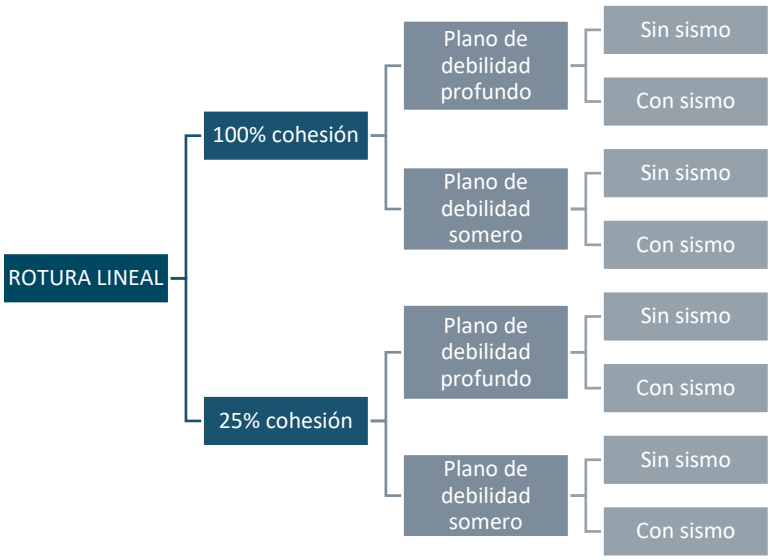


Figura 30. Diferentes cálculos realizados para una rotura lineal.

Los resultados obtenidos han sido:

Tabla 18. Resultados para los taludes con rotura planar. Donde A: opción de parámetros del macizo rocoso; B opción teniendo en cuenta el 25% de los parámetros del macizo rocoso.

Situación de análisis	Opción	Profundidad de la rotura	Excavación	Aceleración sísmica	Ru	Cohesión (kPa)	Fricción (º)	F.S.
Rotura por plano de debilidad	A	Profunda	1	SI	0,15	540	44	5.14
				NO	0,15			5.30
		Somera		SI	0,15			5.44
				NO	0,15			5.70
	B	Profunda		SI	0,15	135	44	2.91
				NO	0,15			3.02
		Somera		SI	0,15			2.20
				NO	0,15			2.31
	A	Profunda	2	SI	0,15	1047	32	2.14
				NO	0,15			2.25
		Somera		SI	0,15			2.61
				NO	0,15			2.72
	B	Profunda		SI	0,15	262	32	1.32
				NO	0,15			1.38
		Somera		SI	0,15			1.22
				NO	0,15			1.28
	A	Profunda	3	SI	0,15	766	37	4.08
				NO	0,15			4.22
		Somera		SI	0,15			4.81
				NO	0,15			5.05
	B	Profunda		SI	0,15	192	37	2.21
				NO	0,15			2.29
		Somera		SI	0,15			1.85
				NO	0,15			1.94

Como se observa en los análisis obtenidos, todos los taludes estudiados presentan unos factores de seguridad FS>1,2, y FS > 1,1 con aplicación de la sismicidad, por lo tanto, cumplen con lo exigido en la ITC MIE S. M. 07.1.03.

COLEGIO OF. ING. TÉC., MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

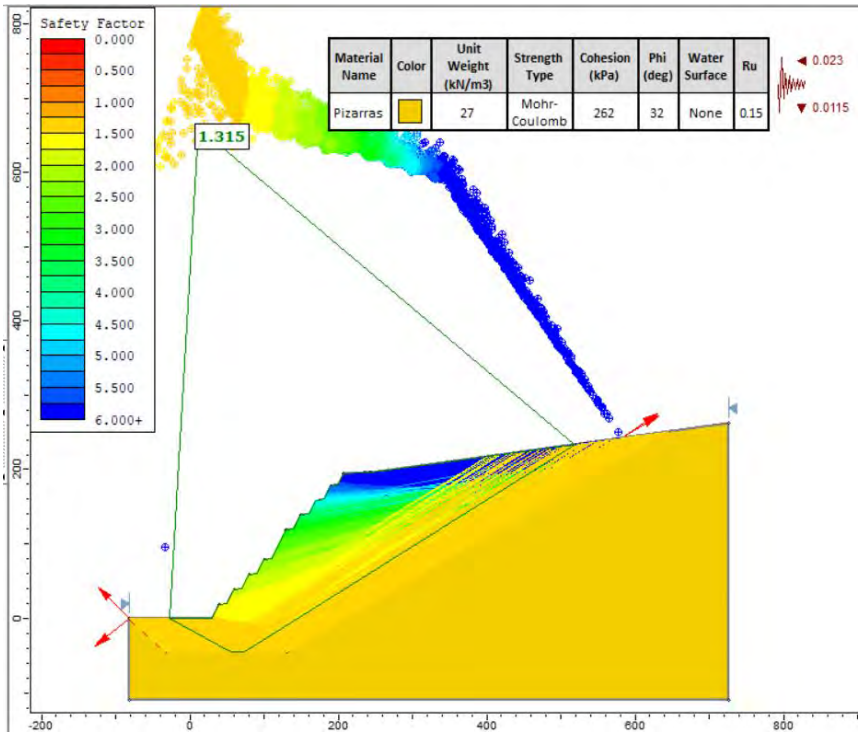


Figura 31. Análisis de estabilidad global del talud con rotura lineal profunda.

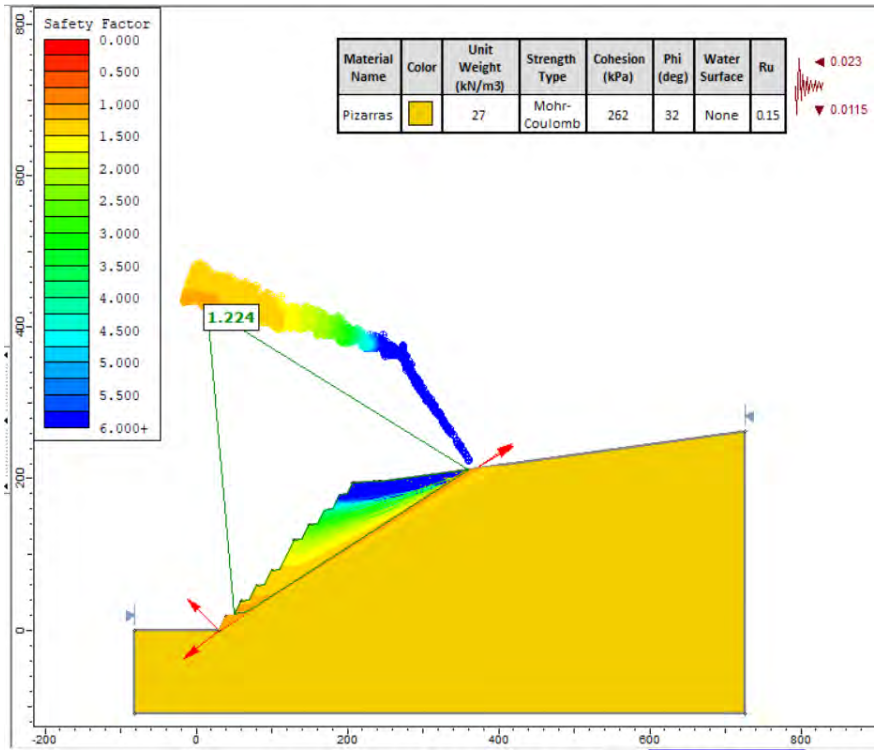


Figura 32. Análisis de estabilidad global del talud con rotura lineal somera.

Los cálculos realizados para el análisis de estabilidad de los taludes se encuentran recogidos en el Apéndice 1.

COLEGIO OF. ING. TÉC. MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

5.3 SITUACIÓN ACTUAL

En el talud norte, de la denominada excavación 2 (hueco principal), existe actualmente un deslizamiento de tierras que abarca desde la coronación hasta el pie del talud. En este estudio se considera que, con los nuevos taludes definidos para la ampliación, la masa deslizada será excavada en su totalidad.

En este documento no se analiza la estabilidad de la masa deslizada ni su evolución, asumiéndose la retirada del material deslizado en su totalidad.

En cualquier caso, sería recomendable controlar la estabilidad de masa deslizada y su evolución con el desarrollo de un plan de auscultación específico mediante inclinómetros y control topográfico que permita la observación de la evolución de la inestabilidad.

COLEGIO OF. ING. TÉC. MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

6. ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DE LOS BANCOS.

Para el análisis en la estabilidad de cuñas y de roturas planares se han realizado una serie de secciones en las excavaciones objeto de estudio y se han valorado todos los taludes con riesgo de sufrir inestabilidades.

En la siguiente figura se ha representado de manera esquemática las distintas secciones analizadas mediante los softwares Rocplane y Swedge para la inestabilidad de las masas rocosas.

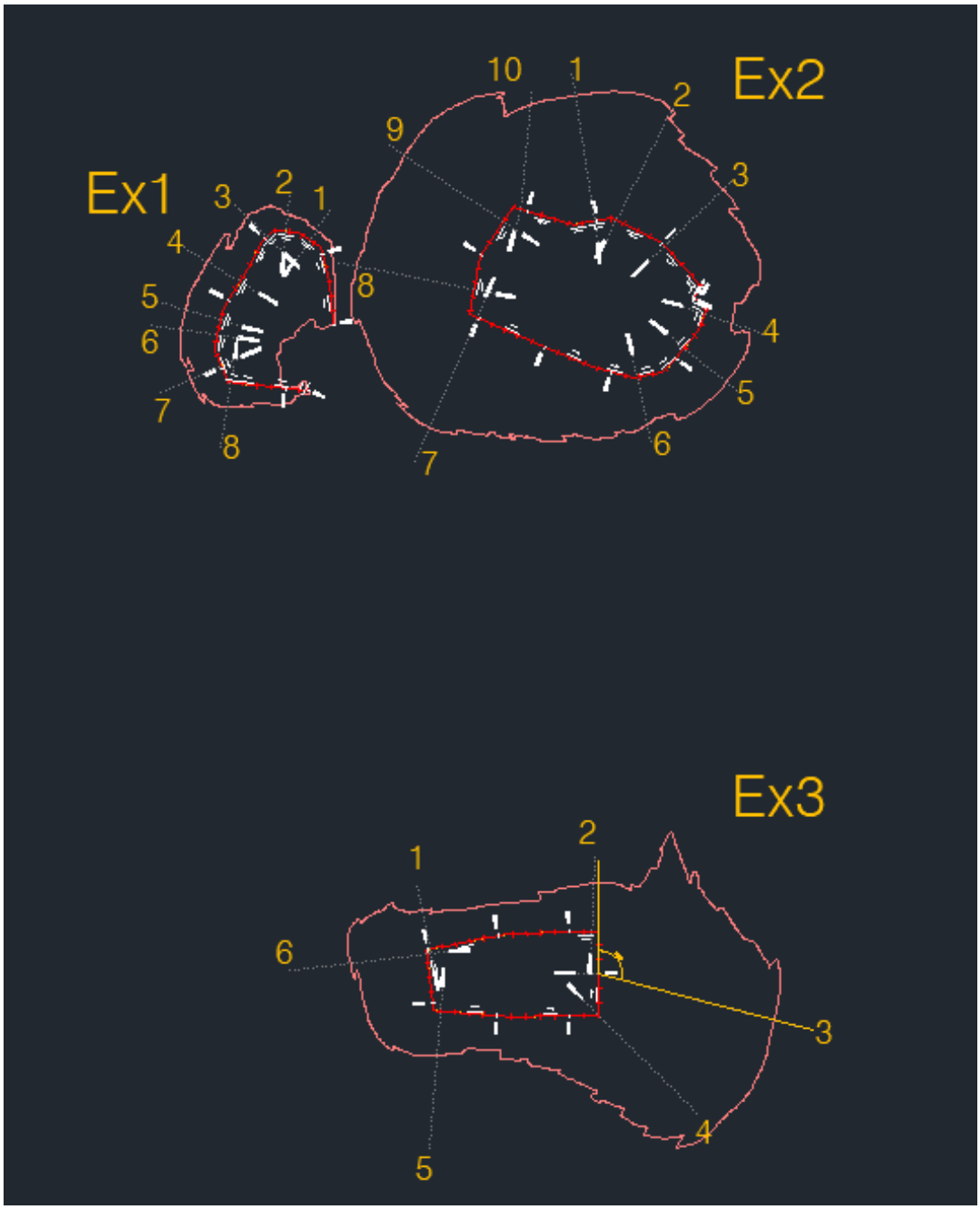


Figura 33. Esquema de las secciones tipo presentes en cada una de las excavaciones.

COLEGIO OF. ING. TÉC., MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

6.1 ROTURA PLANAR

En la siguiente Tabla 19 se resumen todas las secciones analizadas las tres excavaciones. Según el análisis realizado, las discontinuidades S0, J1 y J4 son las que presentan rotura planar.

Tabla 19. Análisis de rotura planar en los taludes de las excavaciones objeto de estudio.

Zona de excavación	Id	Buzamiento	Dirección de buzamiento	Altura	Rotura planar
1	1	63	214	22	S0
	2	63	185	36	S0
	3	63	134	58	NO
	4	63	121	76	NO
	5	63	106	71	J4
	6	63	098	70	J4
	7	63	065	64	NO
	8	63	040	51	J1
2	1	63	171	195	NO
	2	63	206	185	S0
	3	63	226	131	NO
	4	63	294	63	NO
	5	63	313	113	NO
	6	63	358	96	NO
	7	63	023	256	J1
	8	63	101	256	J4
	9	63	123	256	NO
	10	63	195	196	S0
3	1	63	168	83	NO
	2	63	182	107	NO
	3	63	289	219	NO
	4	63	317	208	NO
	5	63	358	95	NO
	6	63	083	168	J4

A partir de estos resultados se analiza el factor de seguridad por rotura planar de estas tres familias de discontinuidades. Los parámetros empleados para realizar estos cálculos han sido:

- c'= 0,3 T/m^2
- f = 30º
- Saturación de agua: 30%
- Persistencia de las juntas: 4m.
- Persistencia S0 marcada por la altura del talud

A continuación, la Tabla 20 recoge los factores de seguridad para la rotura planar de las familias de discontinuidades S0, J1 y J4.

COLEGIO OF. ING. TÉC. MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
Habilitación Profesional
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

Tabla 20. FS de rotura planar en las discontinuidades S0, J1 y J4.

Familia discontinuidades		Talud excavación	FS Rotura planar
Rotura Planar	Buzamiento Discont.	Buzamiento	
S0	33	63	1.23
J1	32	63	1.22
J4	52	63	0.78*

**Se identifica una posible rotura planar a favor de J4 con reducida representatividad dentro del conjunto de la excavación, siendo una junta de presencia ocasional que presenta volúmenes pequeños que se retirarán según avance la excavación.*

Los cálculos realizados para el análisis de rotura planar se localizan en el Anejo 2.

6.2 ANÁLISIS DE CUÑAS

En el análisis de cuñas se han empleado de igual manera las mismas secciones representadas en la Figura 33.

En la siguiente tabla se resumen todas las cuñas estudiadas, el volumen de material movilizado, los factores de seguridad y la carga del sostenimiento aplicada en caso de ser necesario.

Los cálculos realizados para cada una de las cuñas se localizan en el Anejo 2.

Tabla 21. Resumen de las cuñas potencialmente inestables en los taludes de las excavaciones objeto de estudio.

Zona de excavación	Id	Buz.	Direc. de buz.	Rotura por cuña	Volumen (m^3)	F.S.
1	1	63	214	S0-J4 S0-J6	3.018 4.999	1.65 1.47
	2	63	185	S0-J5	0.521	1.95
	3	63	134	J2-J3 J3-J4 S0-J6	0.042 0.008 1.144	7.94 4.83 2.78
	4	63	121	J2-J3 J2-J4 J3-J4	0.123 0.127 0.222	5.64 2.02 1.53
	5	63	106	J2-J3 J2-J4 J3-J4 J4-J5 S0-J4 J4-J6	0.209 0.439 0.527 0.020 0.736 0.393	4.88 1.53 1.40 4.46 2.96 6.78

COLEGIO OF. ING. TÉC., MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

Zona de excavación	Id	Buz.	Direc. de buz.	Rotura por cuña	Volumen (m^3)	F.S.
	6	63	98	J2-J3	0.247	4.69
				J2-J4	0.191	2.31
				J3-J4	0.204	2.23
				J4-J5	0.117	2.67
				J1-J4	0.064	3.66
				J1-J5	0.491	2.63
				S0-J4	0.166	4.84
				J4-J6	0.122	9.23
	7	63	65	J2-J3	0.296	4.52
				J2-J4	0.834	1.29
				J3-J4	0.538	1.47
				J4-J5	1.541	2.30
				J1-J4	1.983	1.80
				J1-J5	1.596	2.01
	8	63	40	J2-J3	0.109	6.12
				J2-J4	0.097	3.05
				J3-J4	0.006	4.55
				J4-J5	1.132	2.37
				J1-J4	0.449	2.54
				J1-J6	0.201	2.69
2	1	63	171	S0-J5	0.789	1.66
	2	63	206	S0-J4	1.521	2.40
				S0-J5	1.626	2.78
				S0-J6	1.597	2.35
	3	63	226	S0-J4	0.425	2.18
				S0-J6	1.264	1.57
	4	63	294	J2-J6	0.009	8.05
	5	63	313	J2-J6	0.108	2.89
	6	63	358	J2-J6	0.094	3.27
				J4-J5	0.348	3.05
				J1-J4	0.755	2.03
				J1-J5	0.750	1.75
	7	63	23	J4-J5	0.846	2.49
				J1-J4	0.055	5.03
				J1-J5	0.056	4.80
	8	63	101	J2-J3	0.233	4.75
				J2-J4	0.350	1.77
				J3-J4	0.389	1.67
				J4-J5	0.130	2.41
				J1-J4	0.028	5.08
				J4-J6	0.229	7.72
				S0-J4	0.358	3.68
	9	63	123	J2-J3	0.110	5.82
				J2-J4	0.090	2.26
				J3-J4	0.174	1.63
	10	63	195	S0-J5	8.711	1.42

COLEGIO OF. ING. TÉC., MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

Zona de excavación	Id	Buz.	Direc. de buz.	Rotura por cuña	Volumen (m^3)	F.S.
3	1	63	168	S0-J5	0.540	1.75
	2	63	182	S0-J5	2.304	1.50
	3	63	289	NO	-	-
	4	63	317	J2-J6	0.128	2.73
	5	63	358	J2-J6 J4-J5 J1-J4 J1-J5	0.094 0.348 0.755 0.750	3.27 3.05 2.03 1.75
	6	63	83	J2-J3 J2-J4 J3-J4 J4-J5 J1-J4 J1-J5	0.294 0.752 0.656 0.662 0.726 1.223	4.51 1.45 1.51 2.78 2.36 2.11

Todos los análisis de estabilidad de cuñas han arrojado factores de seguridad superiores a 1,2. La altura de los diferentes taludes oscila entre los 20 y los 40 m. Los volúmenes de las cuñas que se generan no superan los 2 m^3 y ocasionalmente se alcanzan los 8 m^3.

Como se observa en los análisis obtenidos, todos los taludes estudiados presentan unos factores de seguridad FS>1,2, por lo tanto, cumplen con lo exigido en la ITC MIE S. M. 07.1.03.

COLEGIO OF. ING. TÉC., MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

7. ANÁLISIS DE CÁLCULO DE CAÍDA DE BLOQUES

7.1 PARÁMETROS DE ANÁLISIS

Para el análisis de la caída de bloques se han tomado las secciones más desfavorables de cada excavación.

El volumen de los bloques que se han tomado en el modelo de Rocfall hacen referencia a los bloques más desfavorables obtenidos en el análisis de cuñas (Swedge).

Los coeficientes de restitución normal y tangencial para la roca pizarra son:

- Rn = 0,5
- Rt = 0,6

La velocidad de salida vertical y horizontal de los bloques es de 0 m/s.

7.2 RESULTADOS

En la siguiente tabla se resumen todos los cálculos analizados en las distintas excavaciones, y a continuación los modelos representados en el software Rocfall.

En el diseño de los taludes de excavación se han observado dos alturas bien diferenciadas, los taludes de 20 m y los de 40 m, con una configuración de 2V:1H y 1V:1H en algunos taludes de la excavación 2.

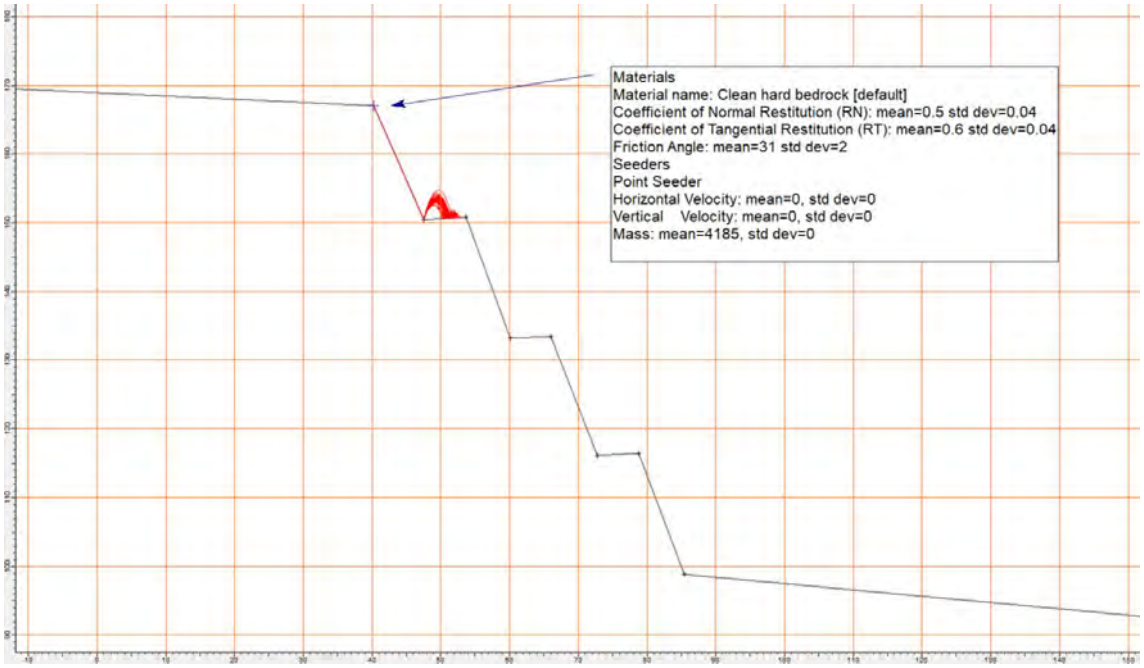
Para evitar que los bloques se movilicen más allá de la primera berma se ha propuesto una serie de modificaciones en el buzamiento de las bermas, que se resumen en la siguiente tabla.

Excavación	Altura general (m)	Altura talud indv. (m)	Buzamiento talud (º)	Berma		Masa máx. bloque caído (kg)	Rn	Rt	Velocidad vert. inicial	Resultado
				Ancho (m)	Buz. (º)					
1	76	20	2V:1H	6	4	4185	0,5	0,6	0	Todos los bloques se quedan en la primera berma
2	195	20	1V:1H	10	0	3000	0,5	0,6	0	Todos los bloques se quedan en la primera berma
2	195	40	2V:1H	10	6	3000	0,5	0,6	0	Todos los bloques se quedan en la primera berma
3	219	20	2V:1H	10	4	600	0,5	0,6	0	Todos los bloques se quedan en la primera berma
3	219	40	2V:1H	10	6	600	0,5	0,6	0	Todos los bloques se quedan en la primera berma

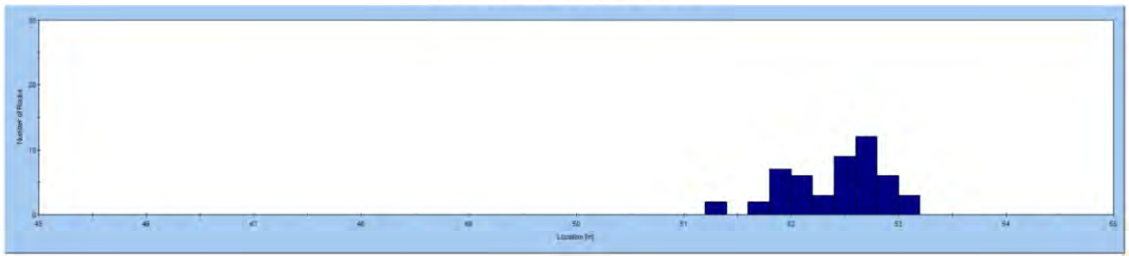
Tabla 22. Resumen de las distintas caidas de bloques según la excavación y la altura de los taludes. Los buzamientos de las bermas se refieren hacia el interior del talud.

COLEGIO OF. ING. TÉC., MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

7.2.1. EXCAVACIÓN 1

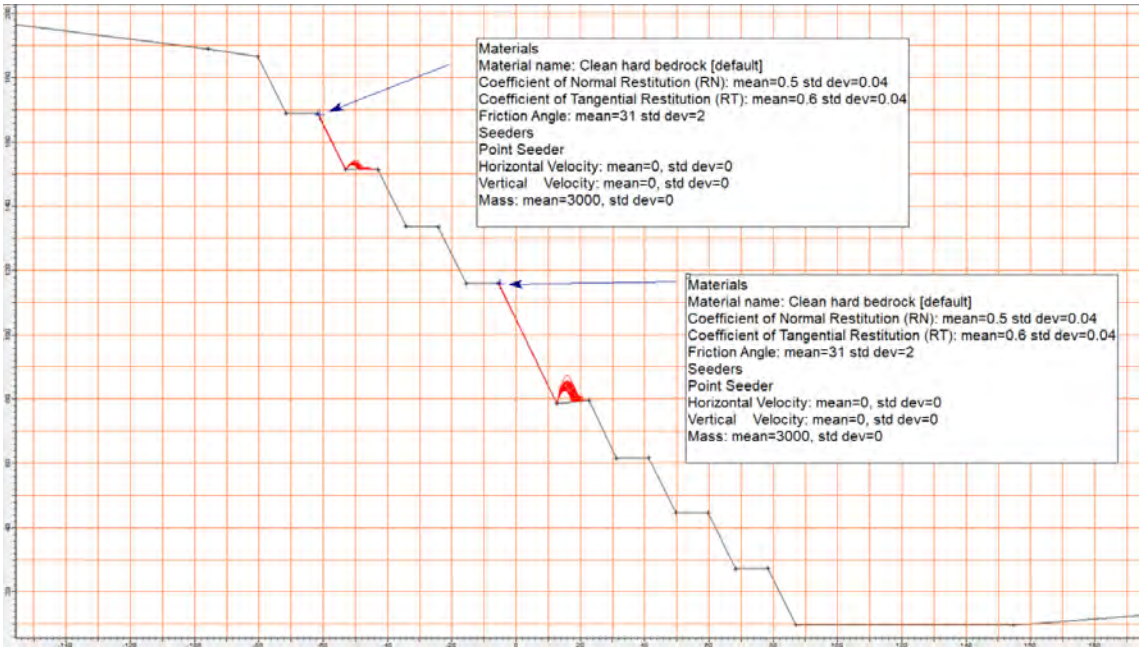


Horizontal Location of Rock End-points / Talud 18 m

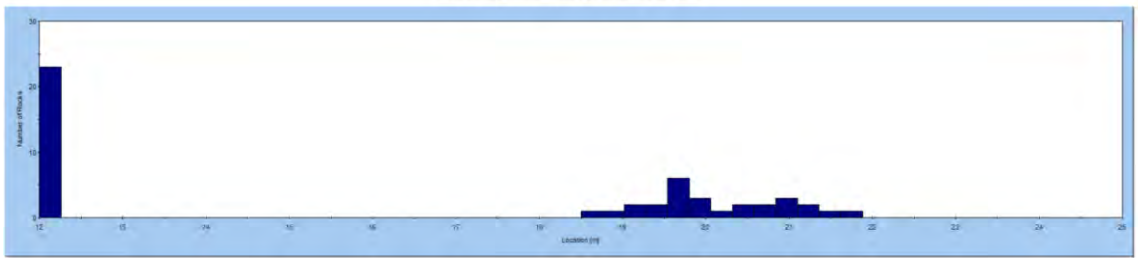


COLEGIO OF. ING. TÉC. MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

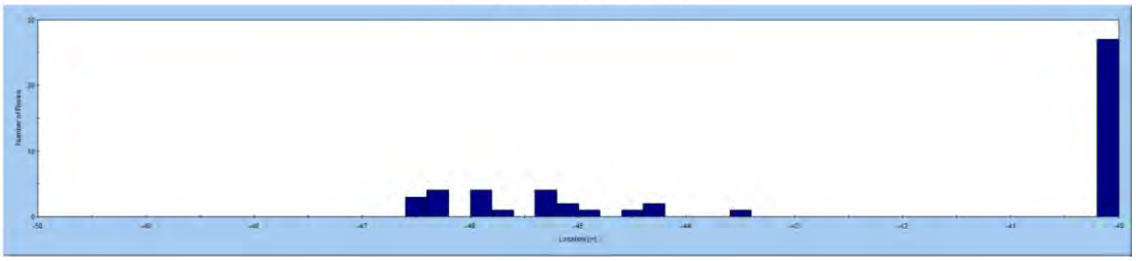
7.2.2. EXCAVACIÓN 2



Horizontal Location of Rock End-points / Talud 40 m

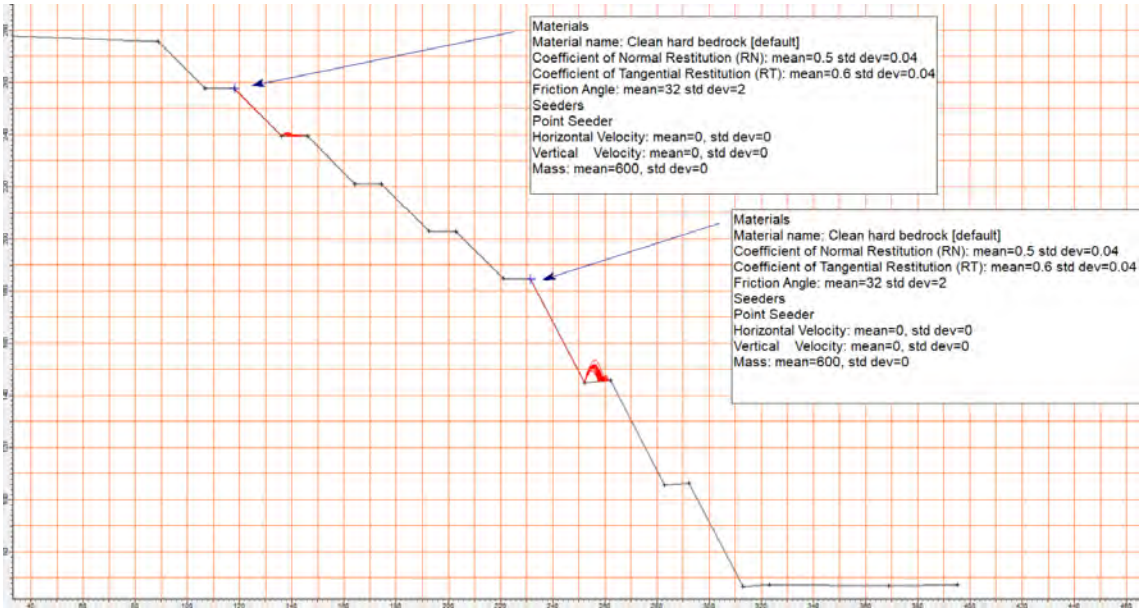


Horizontal Location of Rock End-points / Talud 18 m

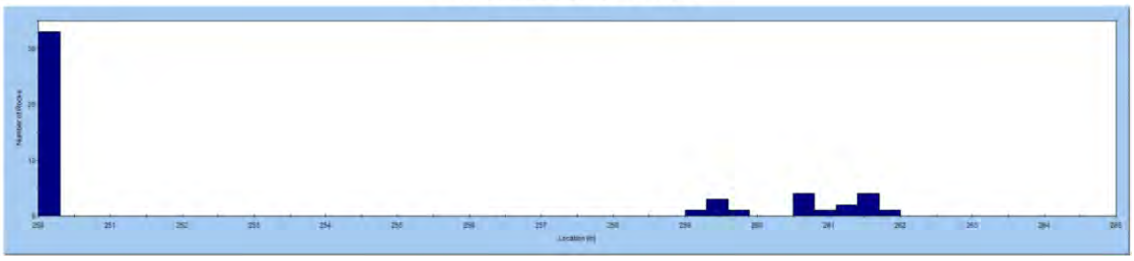


COLEGIO OF. ING. TÉC. MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

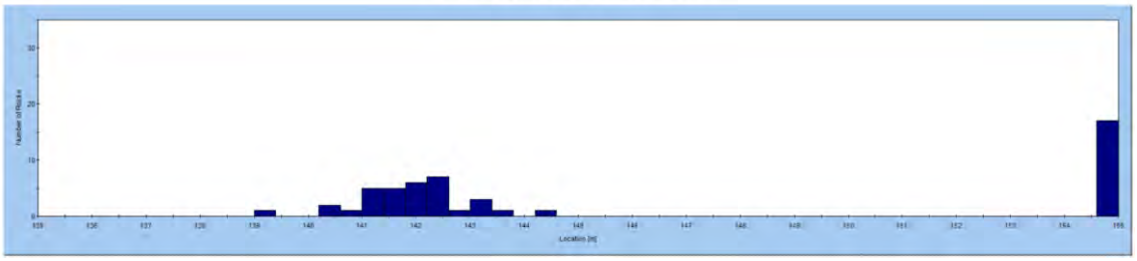
7.2.3. EXCAVACIÓN 3



Horizontal Location of Rock End-points / Talud 40 m



Horizontal Location of Rock End-points / Talud 18 m



COLEGIO OF. ING. TÉC., MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

8. RESUMEN Y CONCLUSIONES

Se ha realizado un estudio general de las condiciones de estabilidad de las nuevas excavaciones diseñadas para la ampliación de la mina Termenón II.

Los análisis han consistido en comprobación de la estabilidad general mediante una rotura circular de los taludes mas desfavorables. En los casos en los que existe una posible dirección de debilidad se ha realizado un estudio específico.

En el caso de la estabilidad de los bancos se ha realizado un estudio del diaclasado y se ha analizado la estabilidad de los bloques rocosos susceptibles de movilización.

Como conclusión se obtiene que el diseño proyectado es correcto desde el punto de vista de la seguridad de los taludes de los huecos minero, habiéndose obtenido factores de seguridad siempre superiores a los límites en los cálculos de estabilidad de taludes (factores de seguridad FS>1,2, y FS > 1,1 con aplicación de la sismicidad, por lo tanto, cumplen con exigido en la ITC MIE S. M. 07.1.03).

Dentro de los aspectos de control de la explotación se debe realizar un seguimiento continuado de las labores de avance del frente de modo que puedan estudiarse modificaciones locales de la geometría final del talud, cambios en la dirección de los bancos e intercalación de alguna berma de mayor anchura, para incrementar su estabilidad si fuera necesario.

Se recomienda una auscultación e inspección de la explotación ante cualquier factor que varíe las condiciones geotécnicas de los cálculos realizados, así como la inspección sistemática de los taludes y principalmente después de un episodio importante de aguacero o lluvia intensa.

Este documento se centra en la estabilidad de las excavaciones futuras y no analiza las excavaciones o taludes de corta actuales.

COLEGIO OF. ING. TÉC., MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

APÉNDICES

COLEGIO OF. ING. TÉC., MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

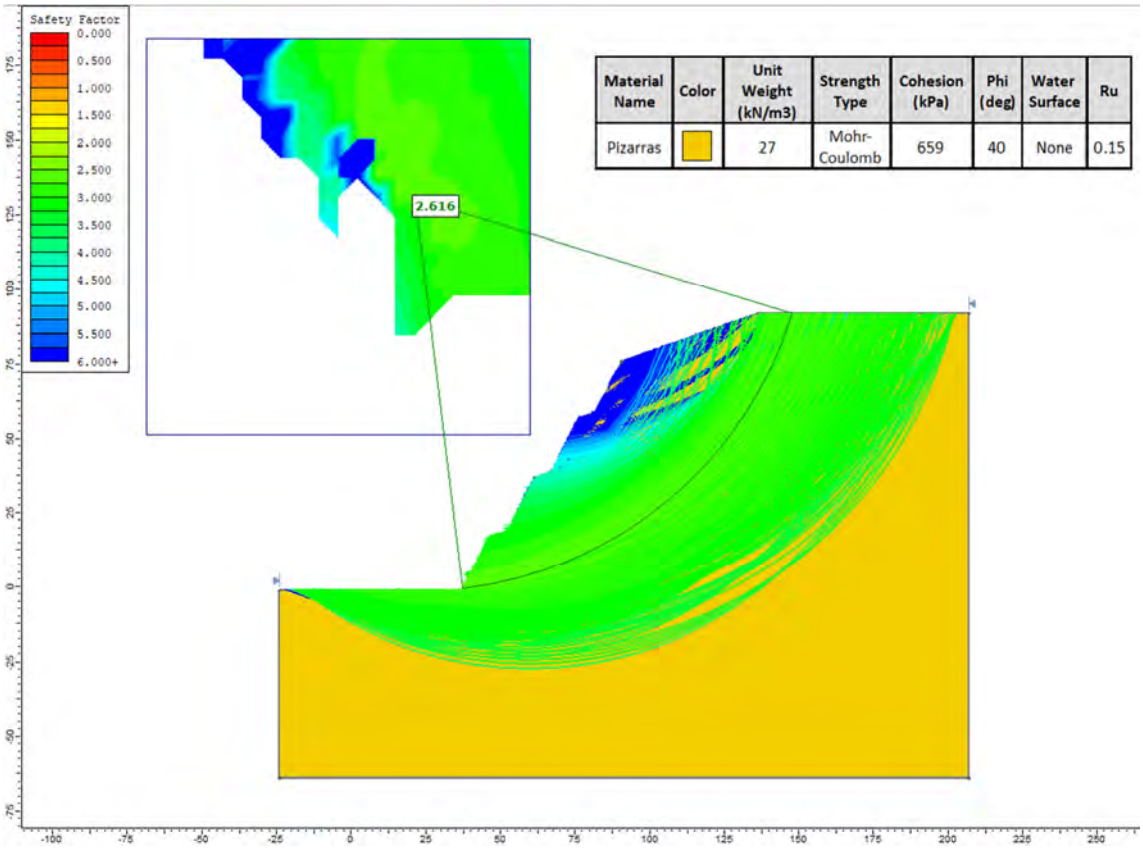
APÉNDICE 1. CÁLCULOS DE ESTABILIDAD DE TALUDES. GENERALES

COLEGIO OF. ING. TÉC., MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

1. ROTURA CIRCULAR

1.1 EXCAVACIÓN 1

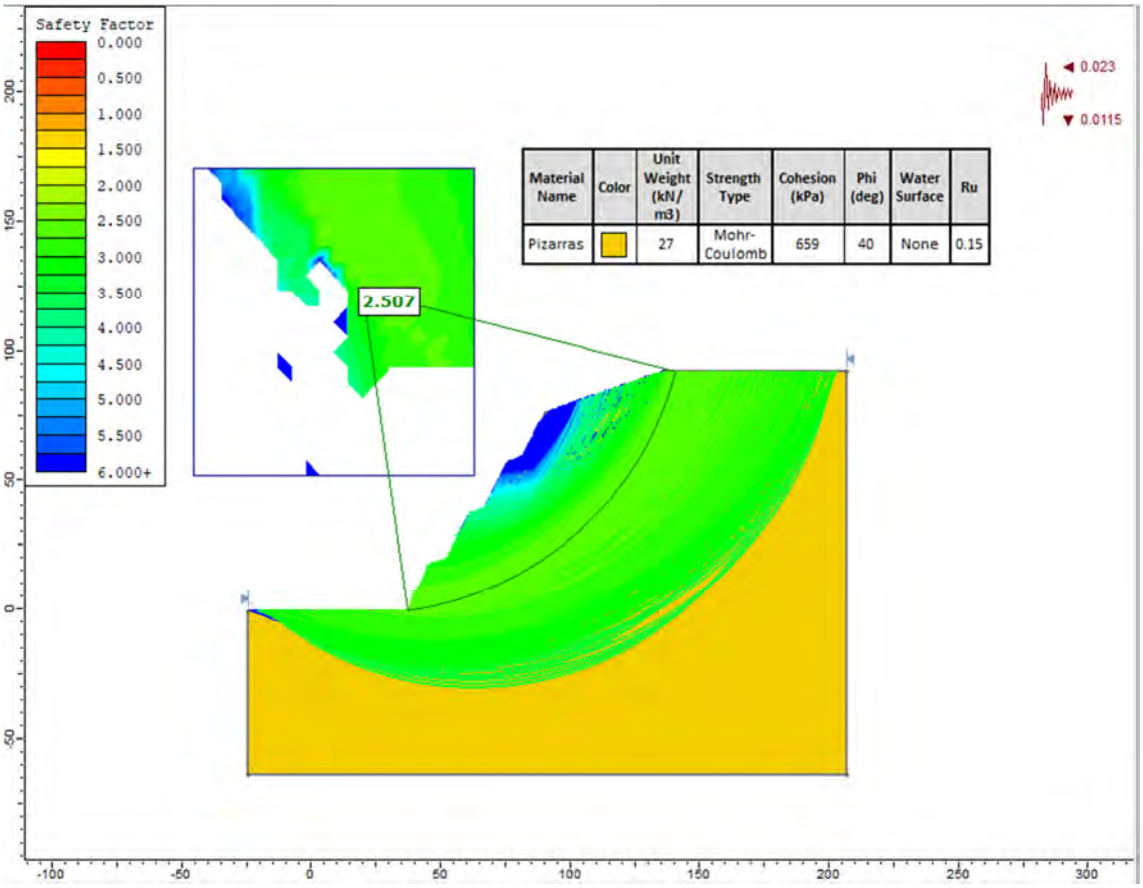
1.1.1. Modelo sin sismo



Material Name	Color	Unit Weight (kN/m3)	Strength Type	Cohesion (kPa)	Phi (deg)	Water Surface	Ru
Pizarras		27	Mohr-Coulomb	659	40	None	0.15

COLEGIO OF. ING. TÉC., MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

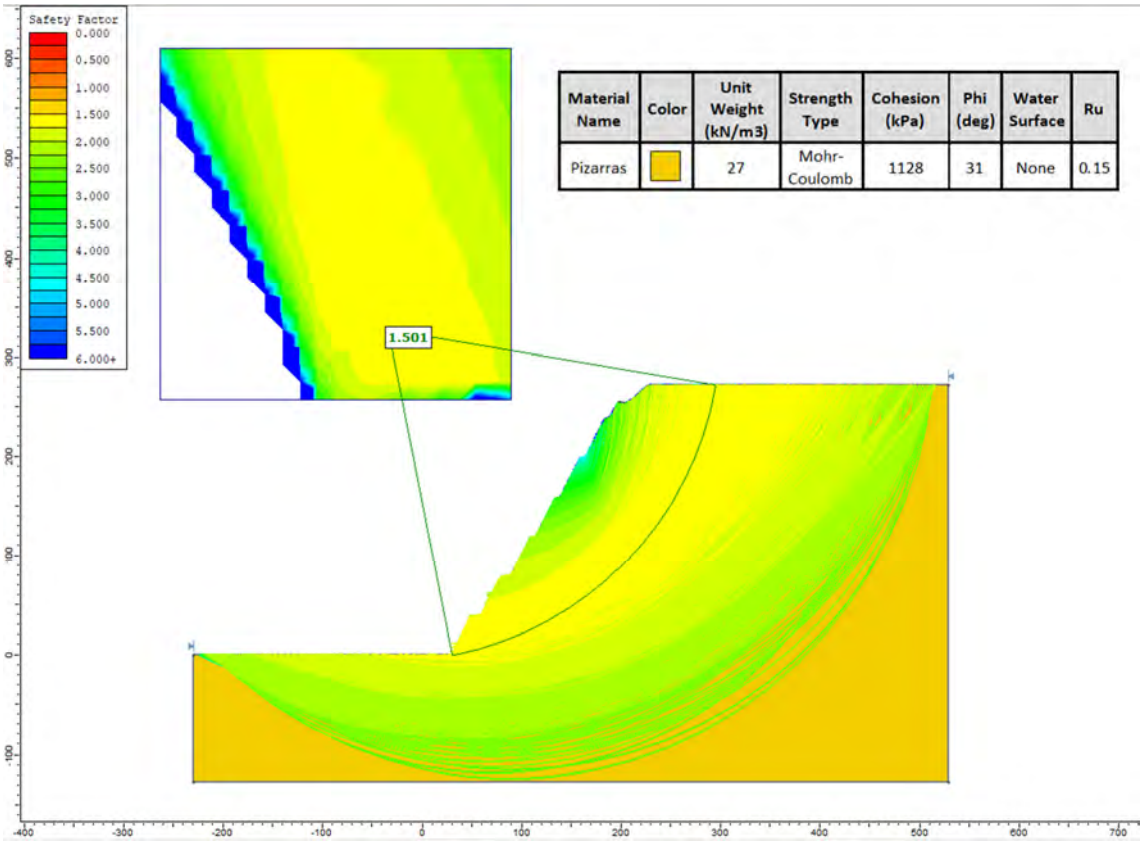
1.1.2. Modelo con sismo



COLEGIO OF. ING. TÉC., MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

1.2EXCAVACIÓN 2

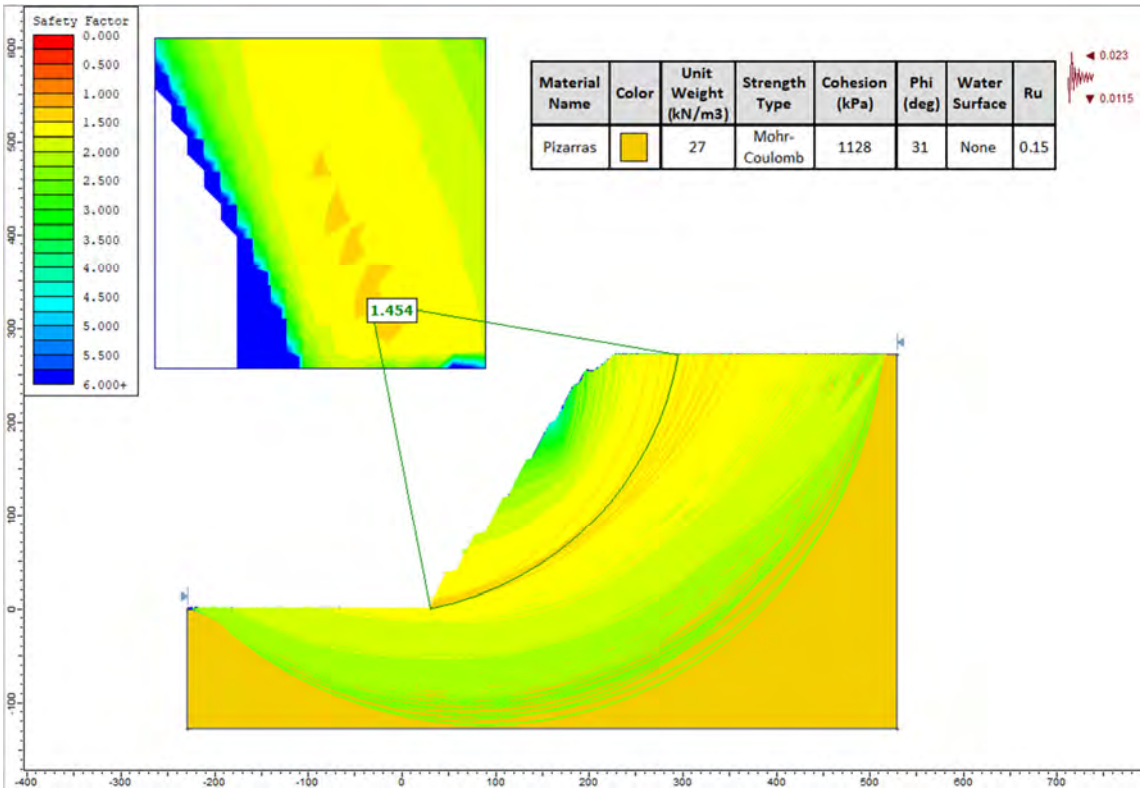
1.2.1. Modelo sin sismo



Material Name	Color	Unit Weight (kN/m3)	Strength Type	Cohesion (kPa)	Phi (deg)	Water Surface	Ru
Pizarras		27	Mohr-Coulomb	1128	31	None	0.15

COLEGIO OF. ING. TÉC., MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

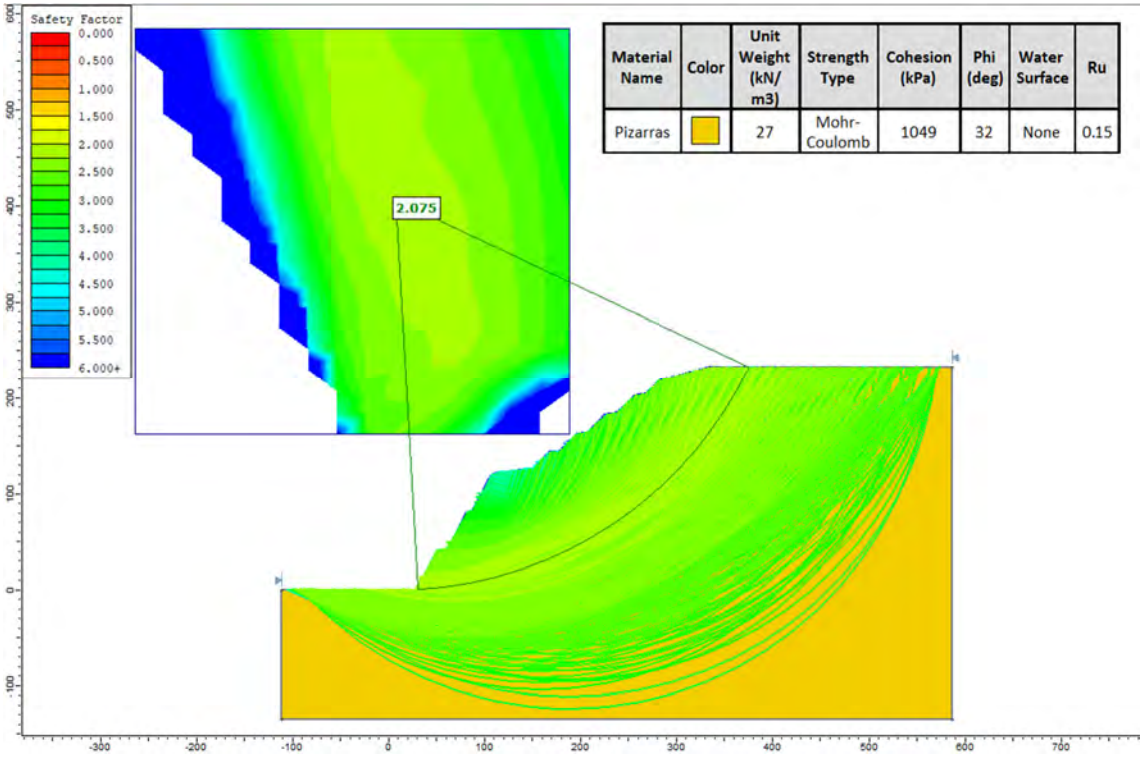
1.2.2. Modelo con sismo



Material Name	Color	Unit Weight (kN/m3)	Strength Type	Cohesion (kPa)	Phi (deg)	Water Surface	Ru
Pizarras		27	Mohr-Coulomb	1128	31	None	0.15

1.3EXCAVACIÓN 2

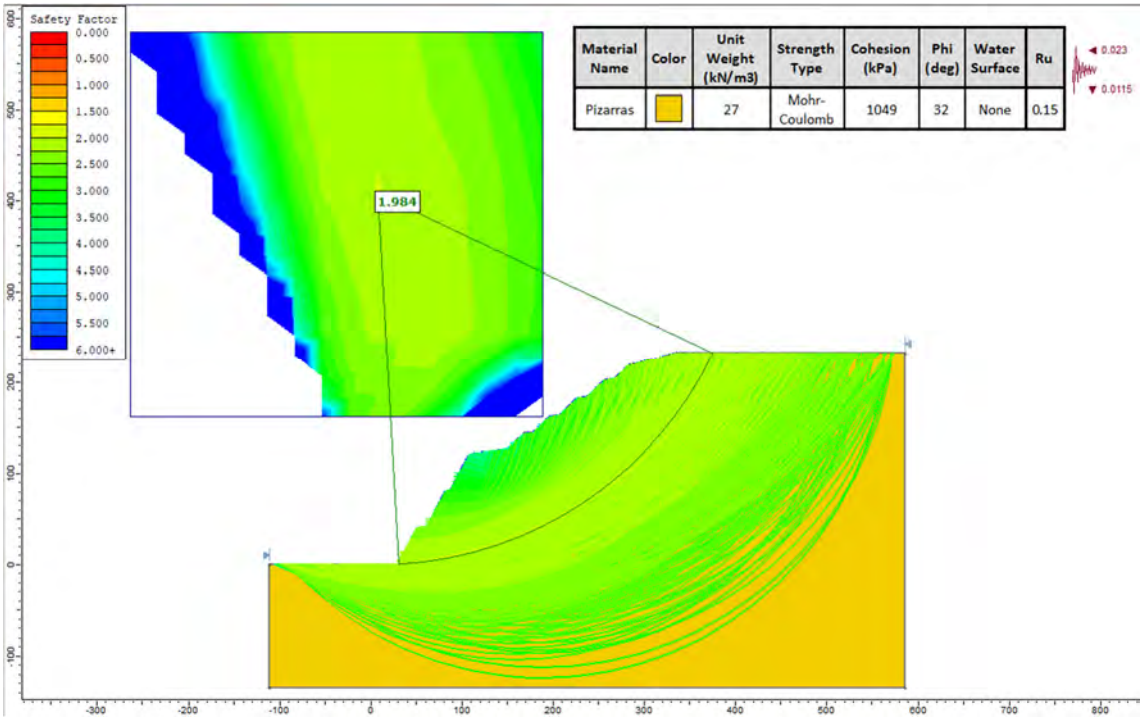
1.3.1. Modelo sin sismo



Material Name	Color	Unit Weight (kN/m3)	Strength Type	Cohesion (kPa)	Phi (deg)	Water Surface	Ru
Pizarras		27	Mohr-Coulomb	1049	32	None	0.15

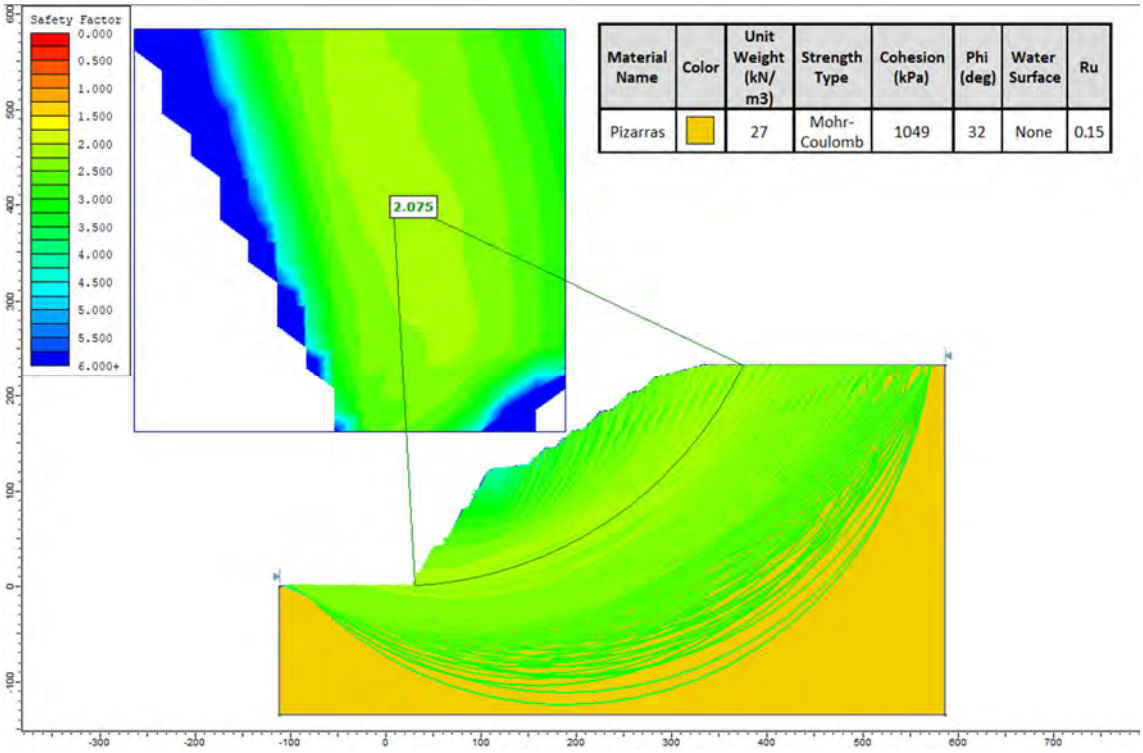
COLEGIO OF. ING. TÉC. MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

1.3.2. Modelo con sismo



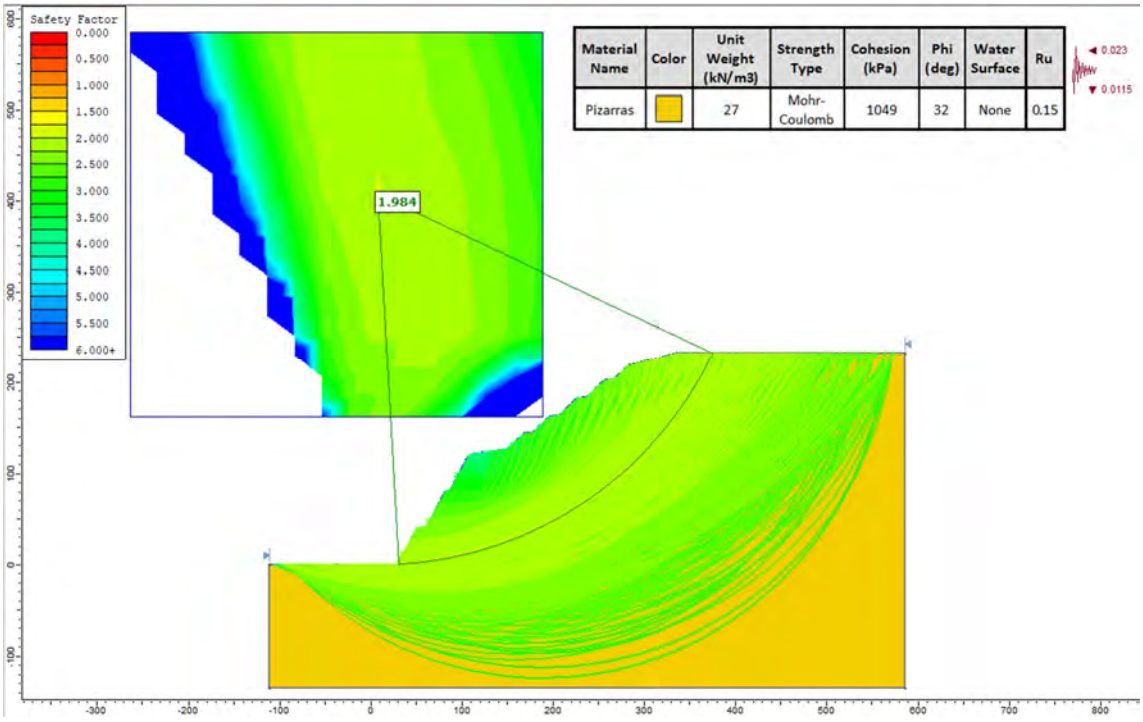
1.4 EXCAVACIÓN 3

1.4.1. Modelo sin sismo



COLEGIO OF. ING. TÉC. MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

1.4.2. Modelo con sismo



COLEGIO OF. ING. TÉC., MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

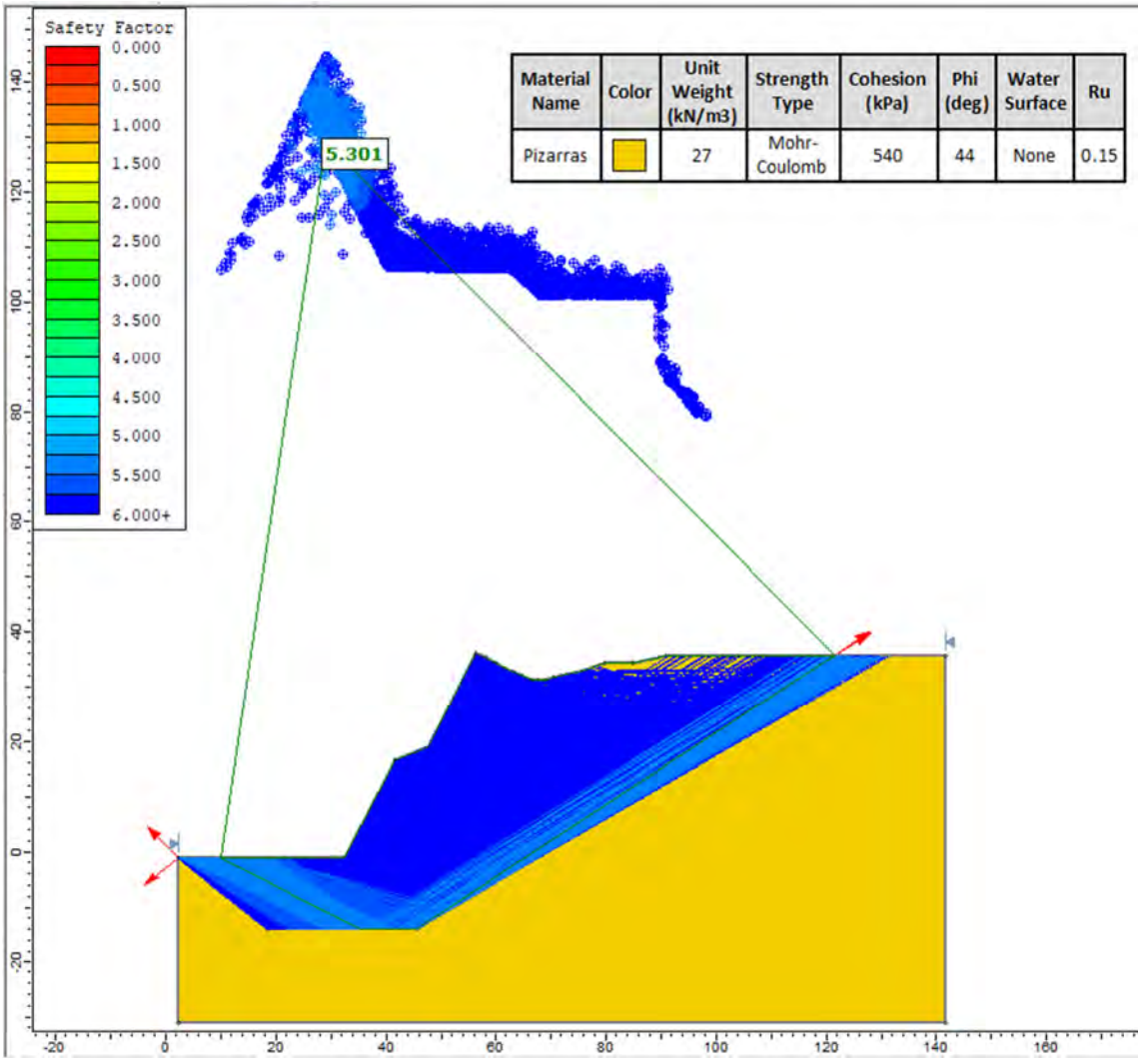
2. ROTURA LINEAL (PIZARROSIDAD)

2.1EXCAVACIÓN 1

2.1.1. OPCIÓN A

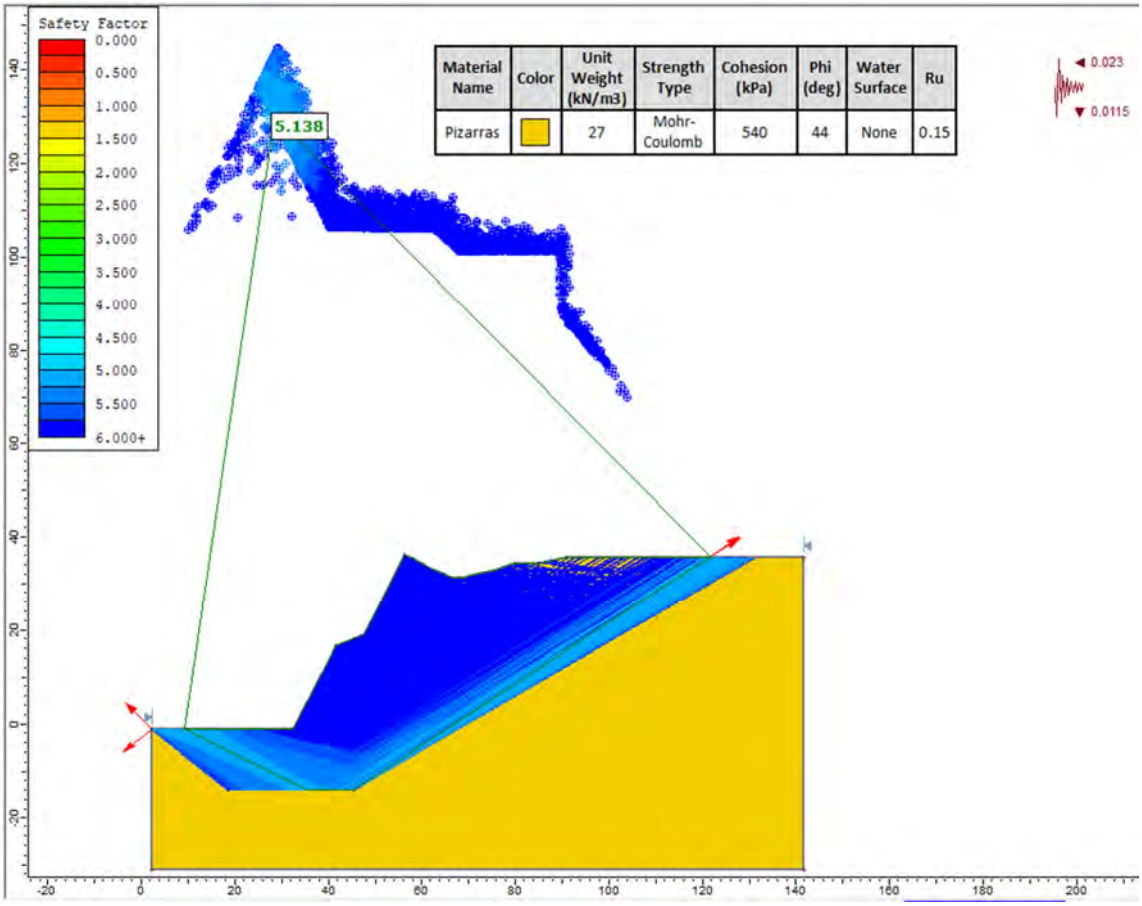
a. Profunda

a.i. Sin sismo



COLEGIO OF. ING. TÉC., MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

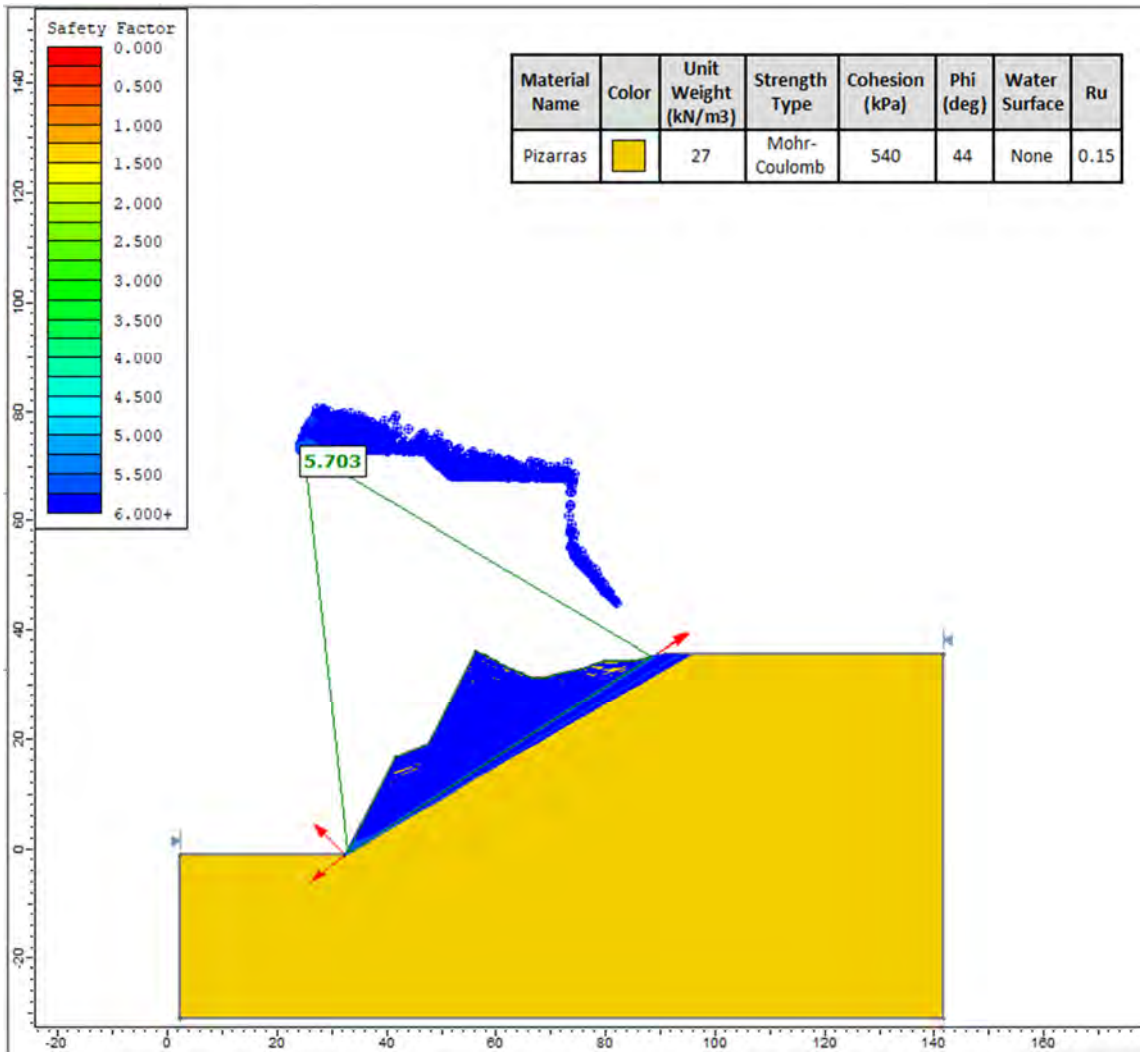
a.ii. Con sismo



COLEGIO OF. ING. TÉC. MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

b. Somera

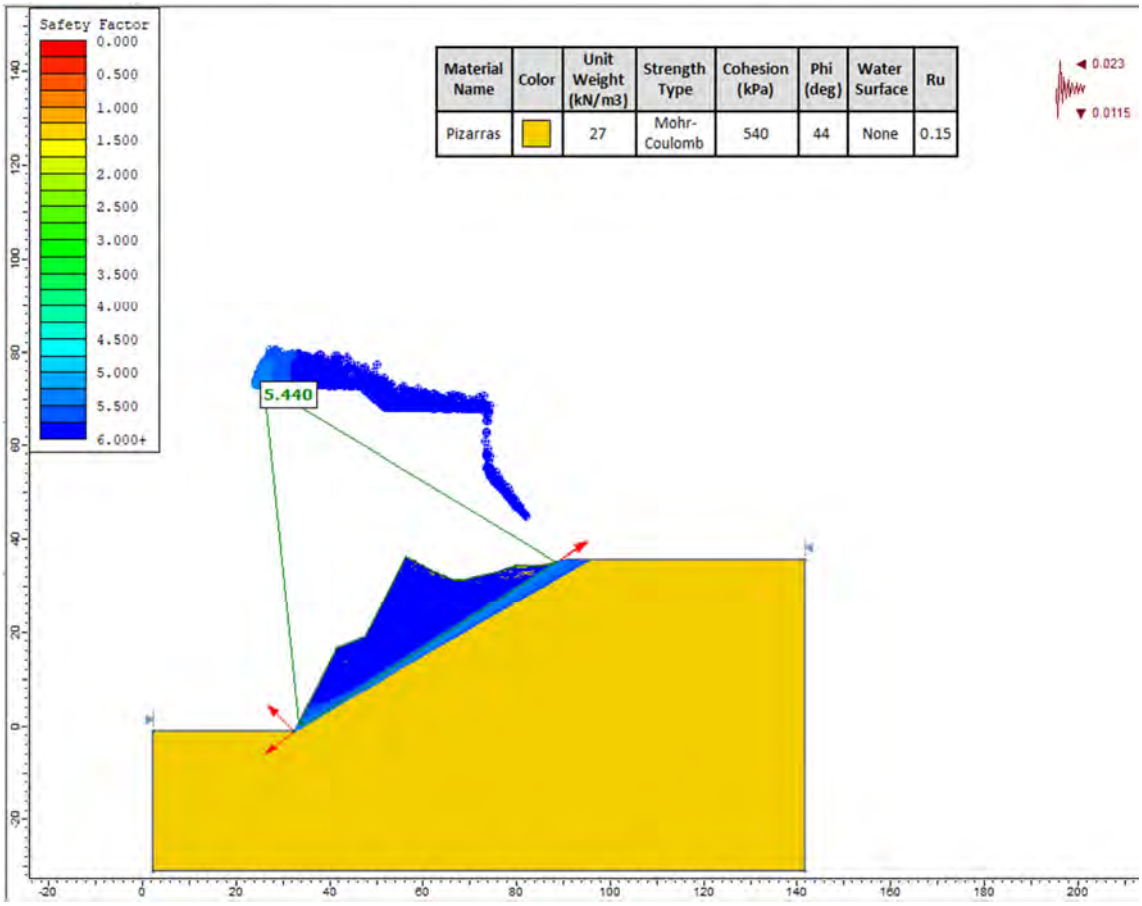
b.i. Sin sismo



Material Name	Color	Unit Weight (kN/m3)	Strength Type	Cohesion (kPa)	Phi (deg)	Water Surface	Ru
Pizarras		27	Mohr-Coulomb	540	44	None	0.15

COLEGIO OF. ING. TÉC. MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

b.ii. Con sismo

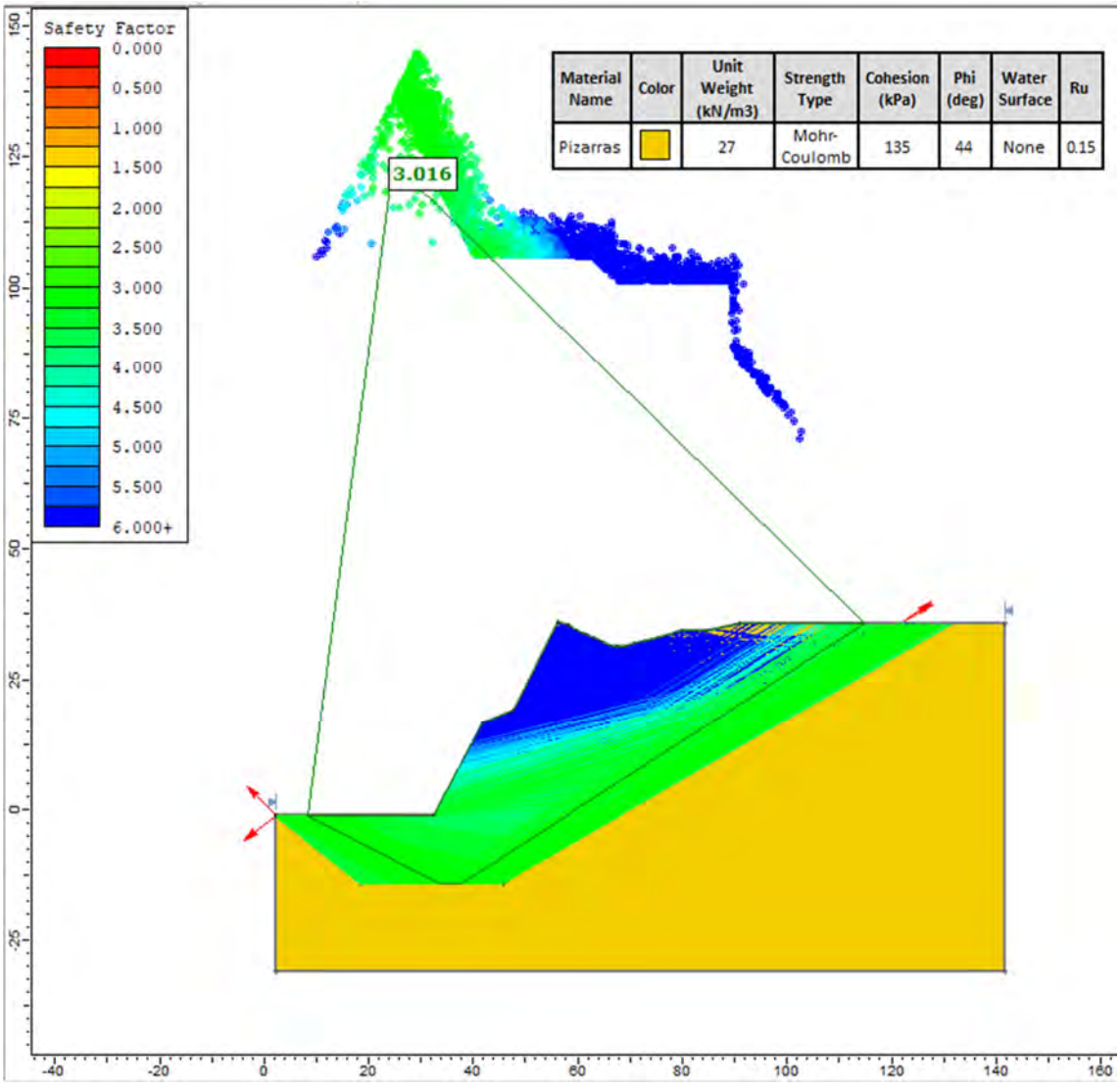


COLEGIO OF. ING. TÉC., MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

2.1.2. OPCIÓN B

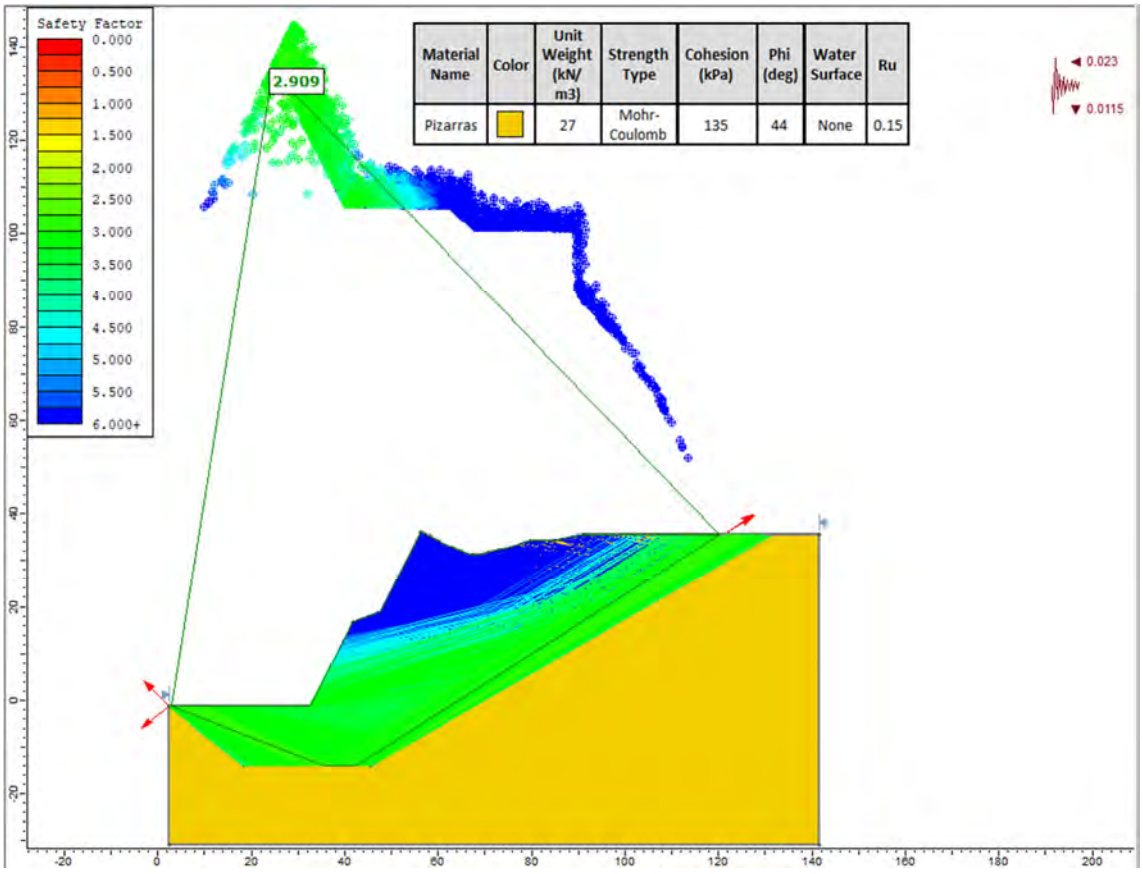
a. Profunda

a.i. Sin sismo



COLEGIO OF. ING. TÉC. MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

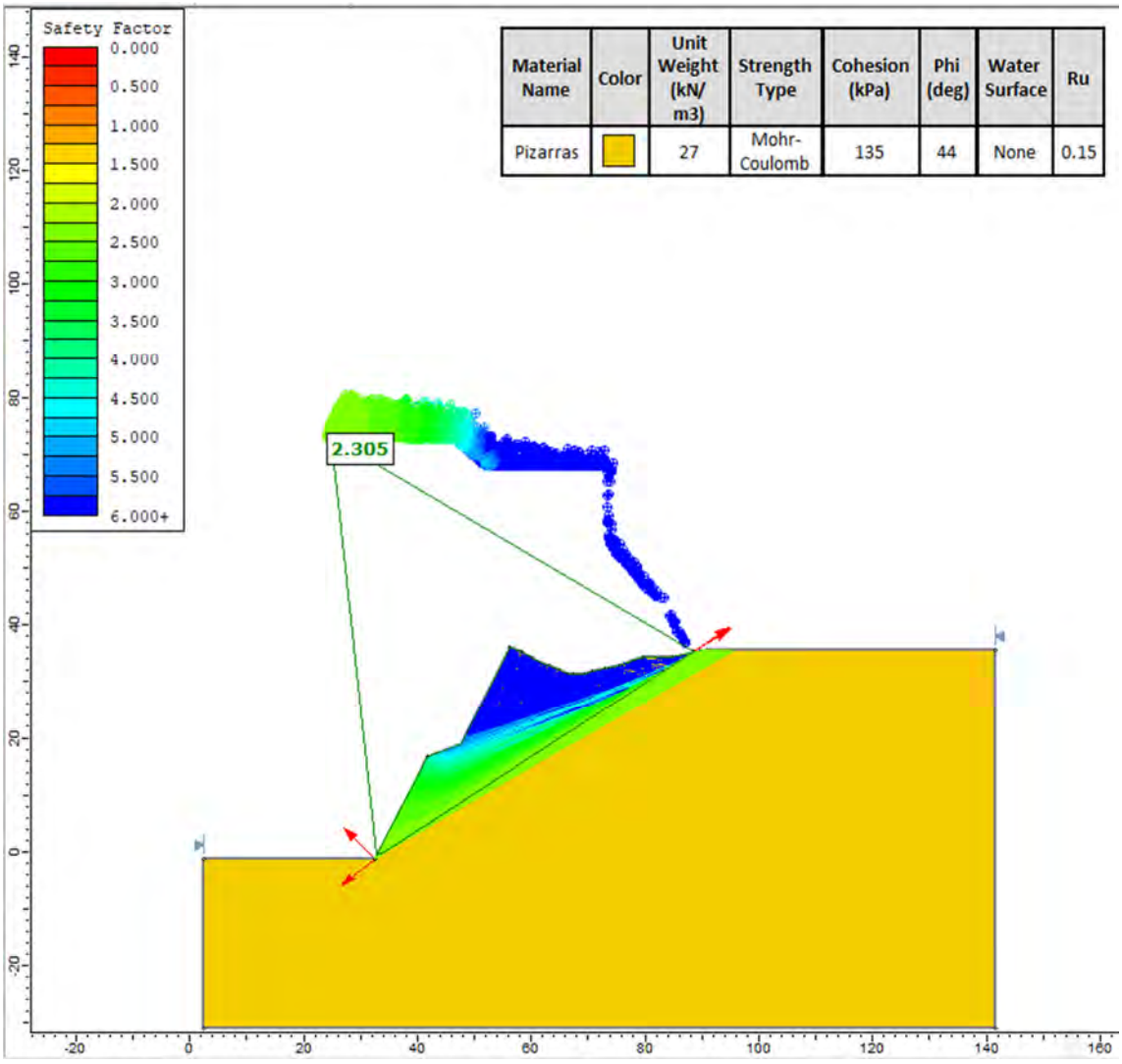
a.ii. Con sismo



COLEGIO OF. ING. TÉC. MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

b. Somera

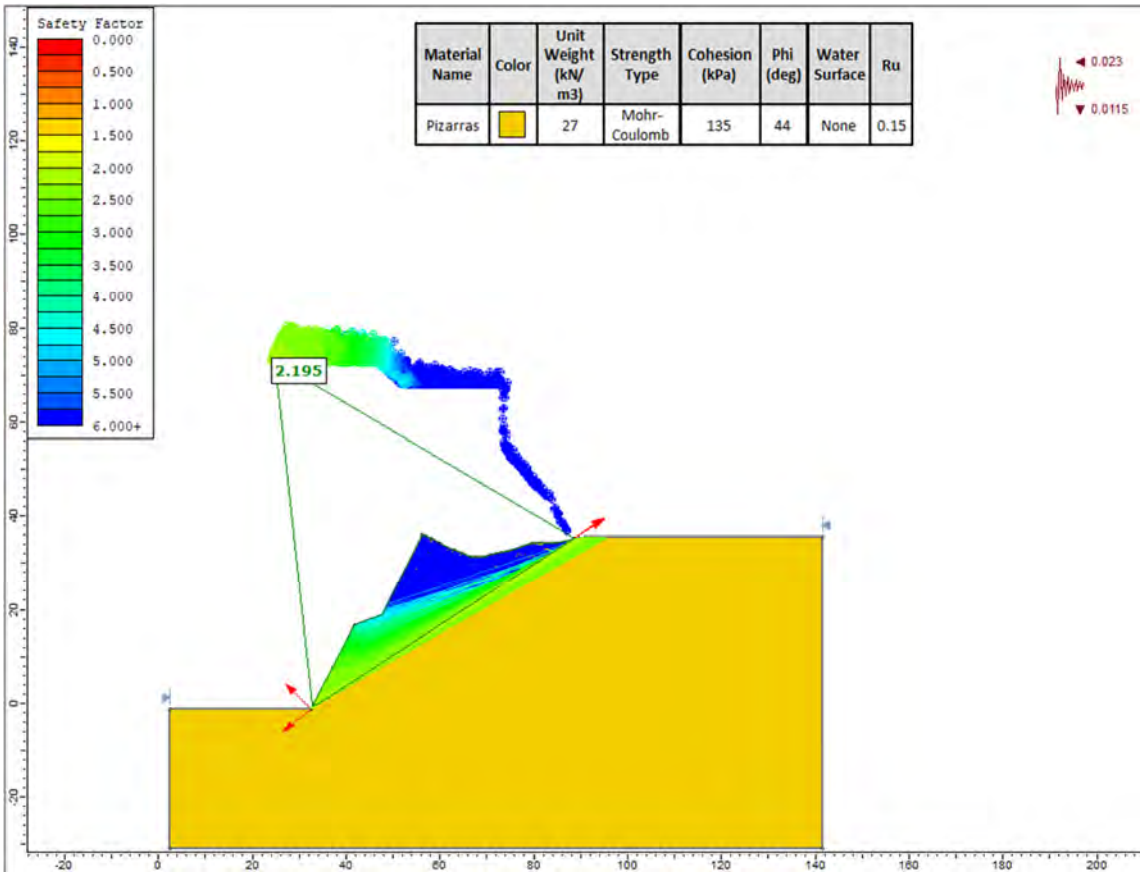
b.i. Sin sismo



Material Name	Color	Unit Weight (kN/m3)	Strength Type	Cohesion (kPa)	Phi (deg)	Water Surface	Ru
Pizarras		27	Mohr-Coulomb	135	44	None	0.15

COLEGIO OF. ING. TÉC., MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

b.ii. Con sismo



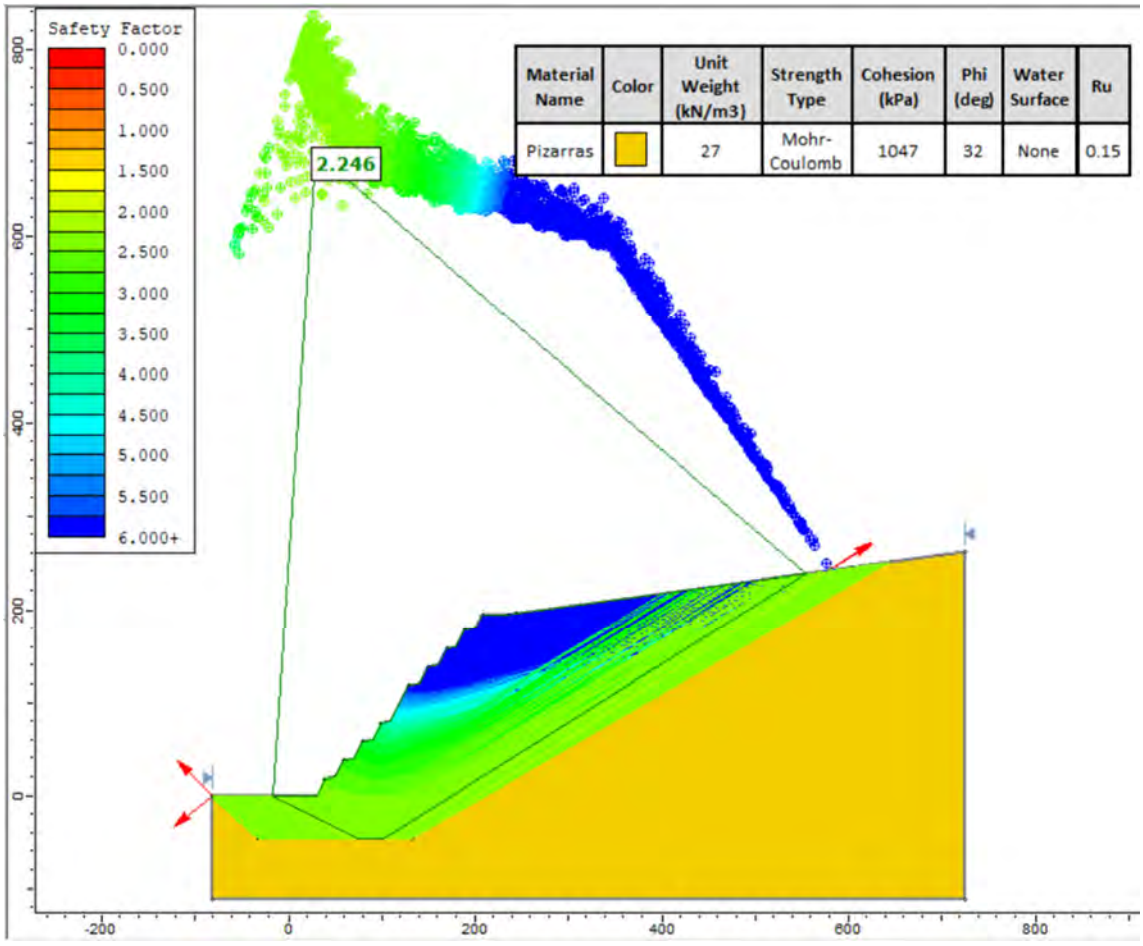
COLEGIO OF. ING. TÉC., MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

2.2 EXCAVACIÓN 2

2.2.1. OPCIÓN A

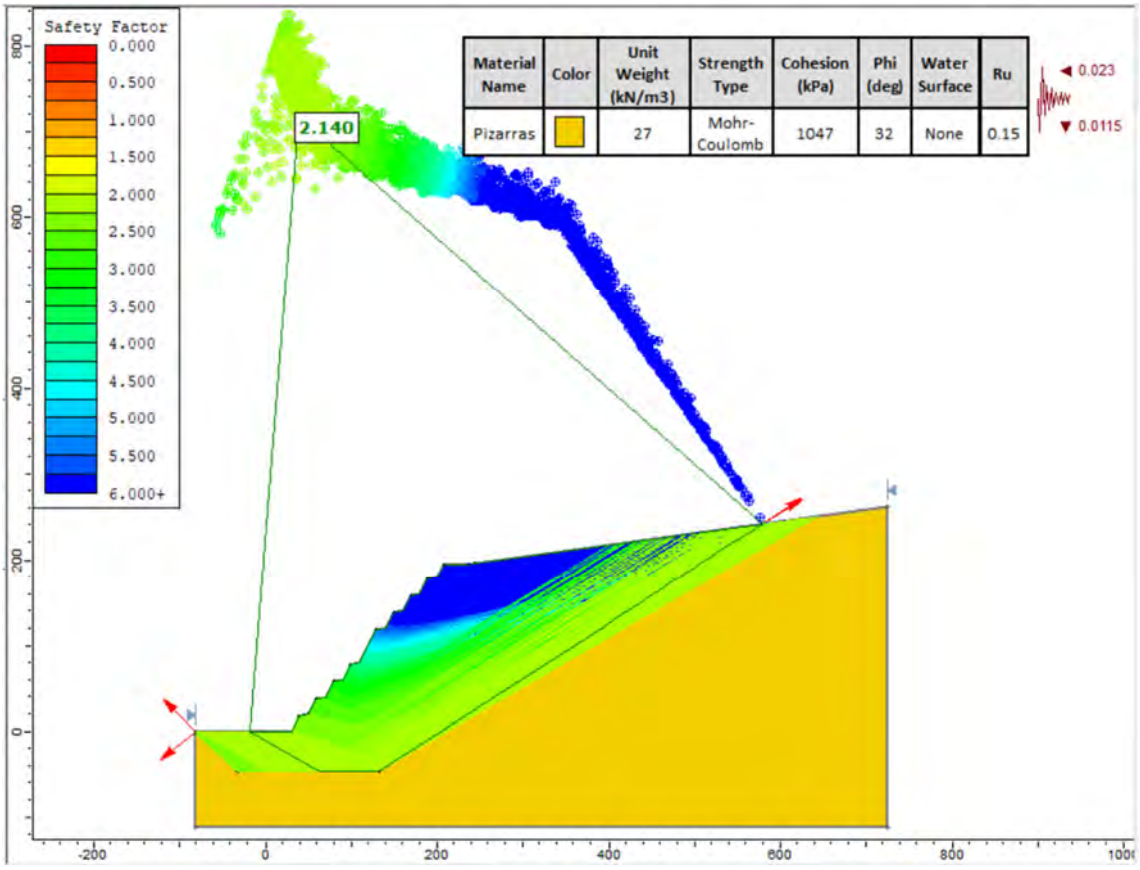
a. Profunda

a.i. Sin sismo



COLEGIO OF. ING. TÉC., MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

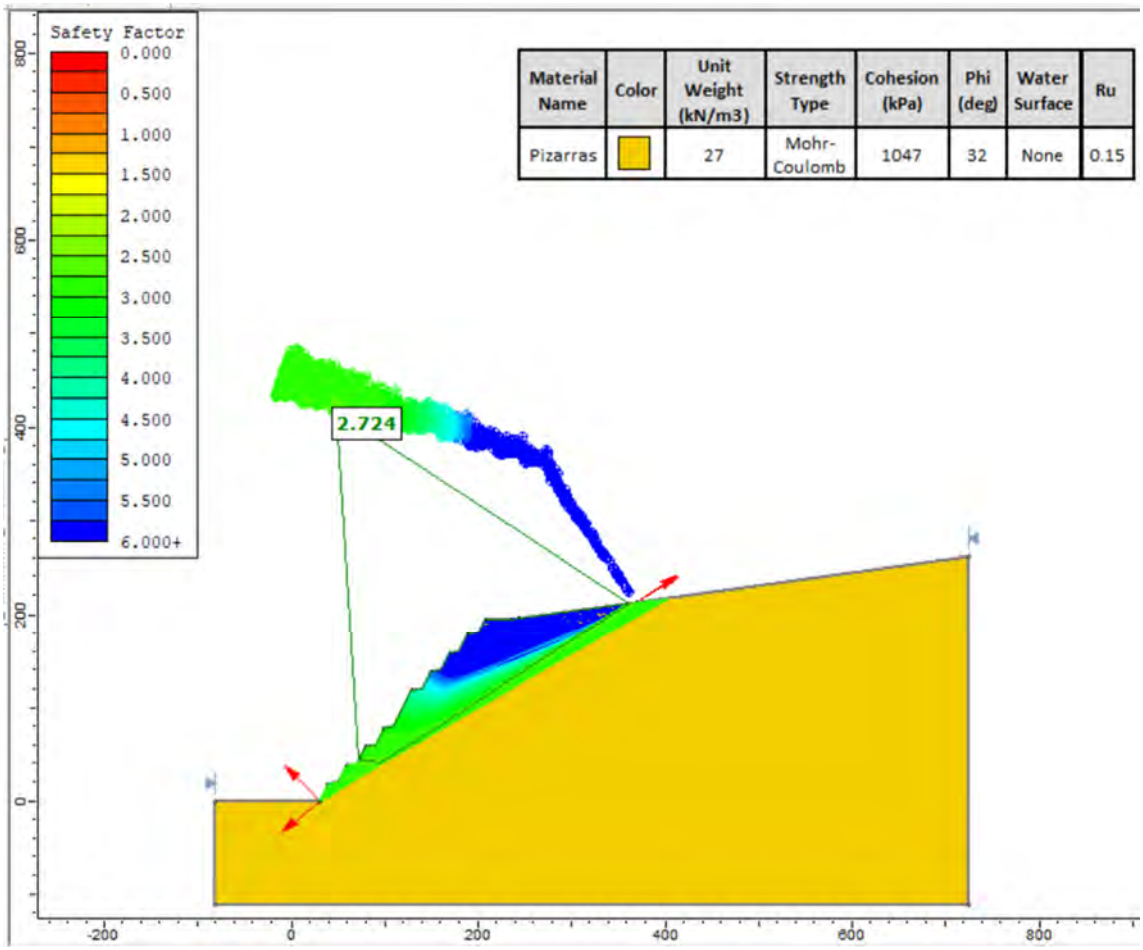
a.ii. Con sismo



COLEGIO OF. ING. TÉC., MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

b. Somera

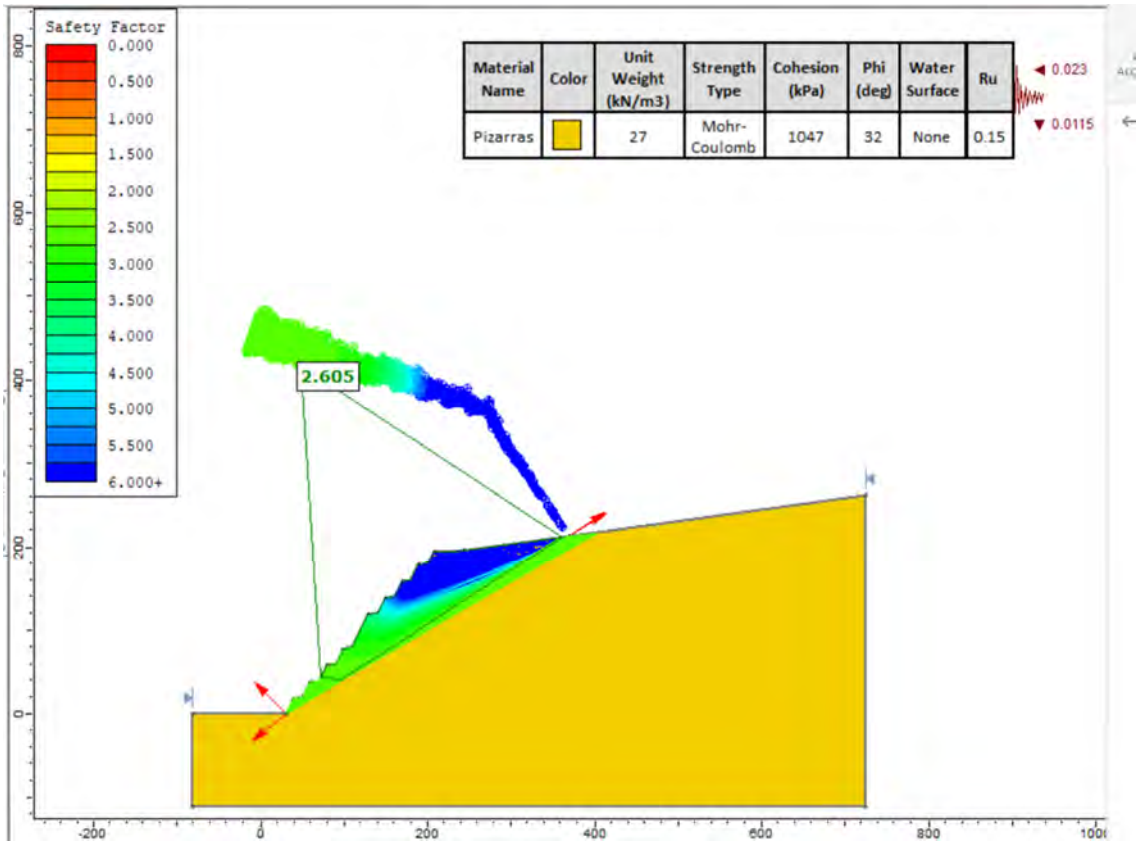
b.i. Sin sismo



Material Name	Color	Unit Weight (kN/m3)	Strength Type	Cohesion (kPa)	Phi (deg)	Water Surface	Ru
Pizarras		27	Mohr-Coulomb	1047	32	None	0.15

COLEGIO OF. ING. TÉC., MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

b.ii. Con sismo

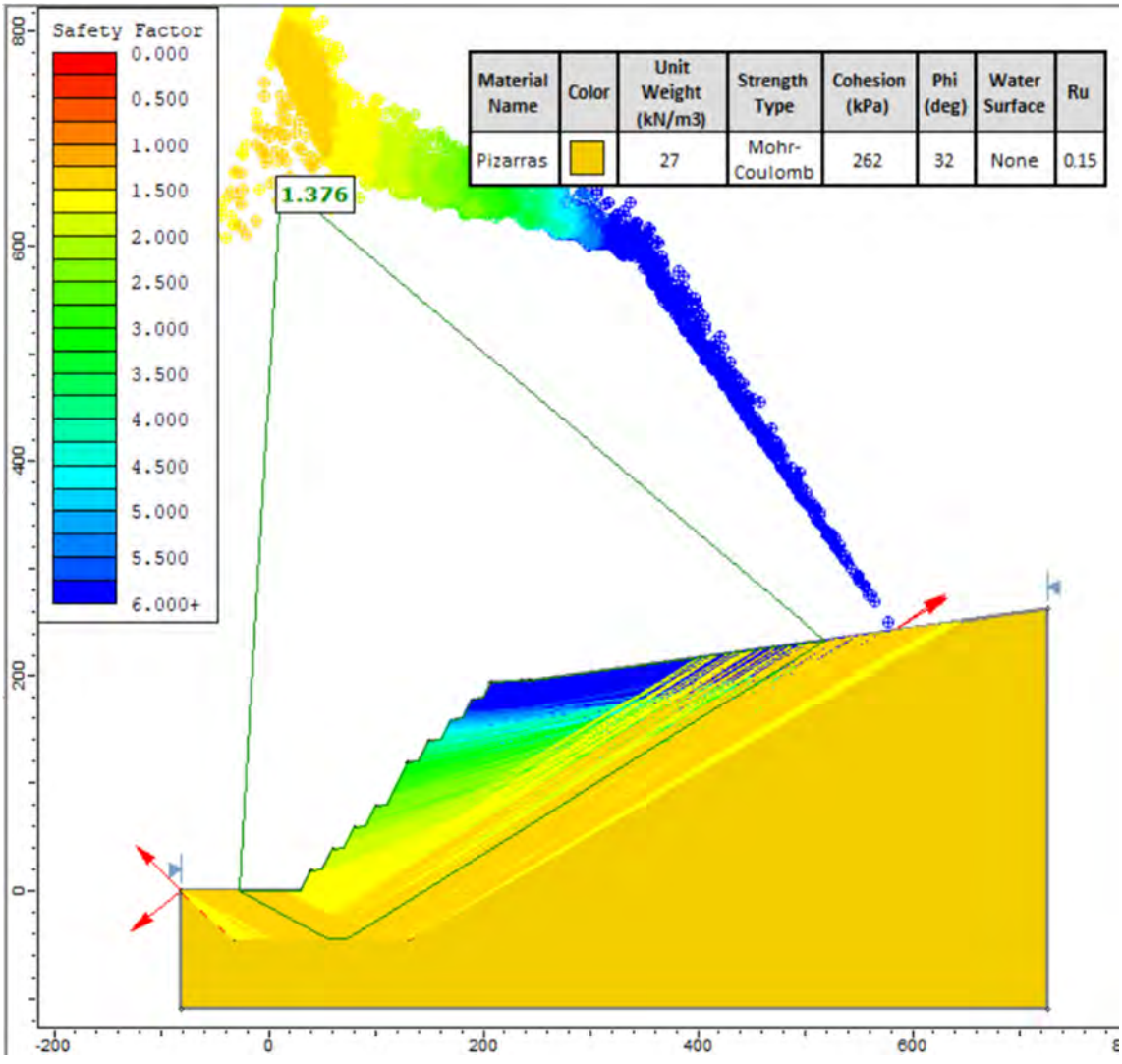


COLEGIO OF. ING. TÉC., MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

2.2.2. OPCIÓN B

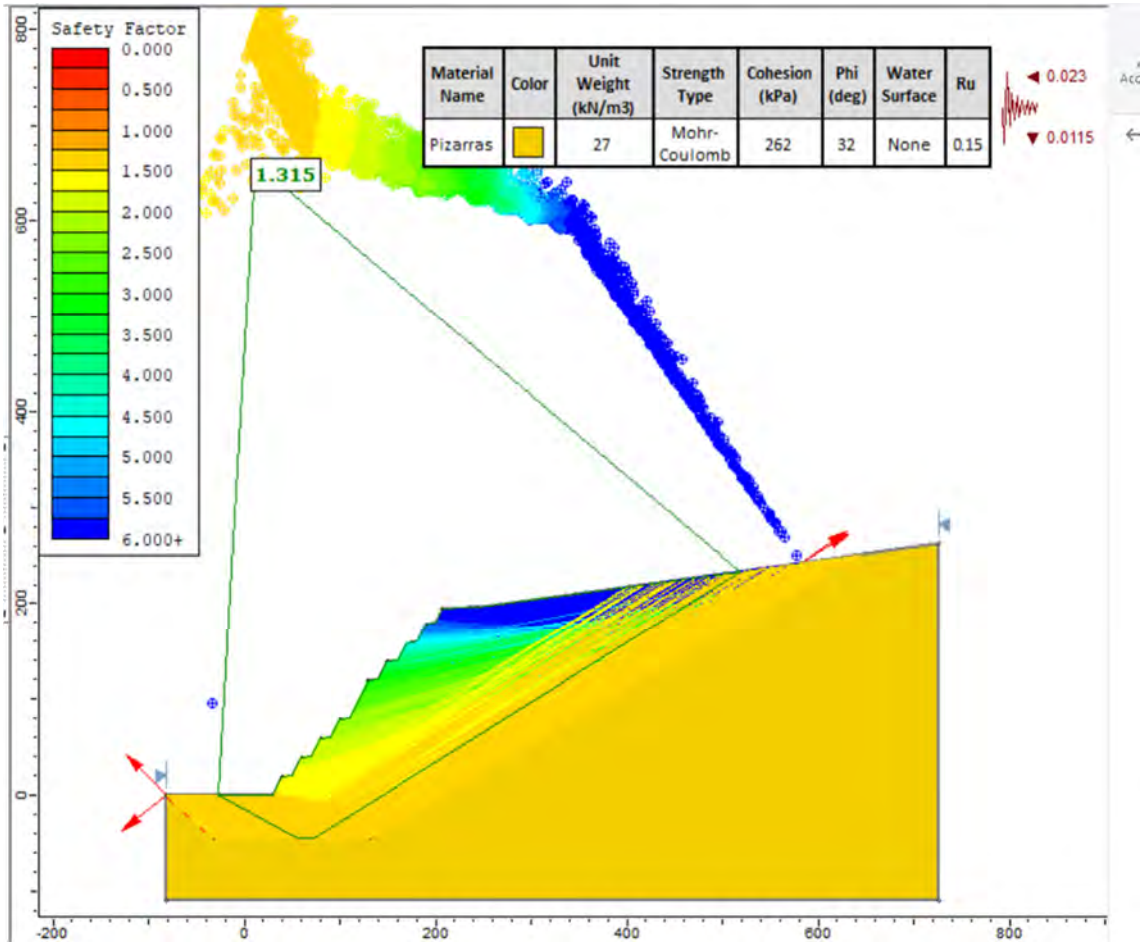
a. Profunda

a.i. Sin sismo



COLEGIO OF. ING. TÉC., MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

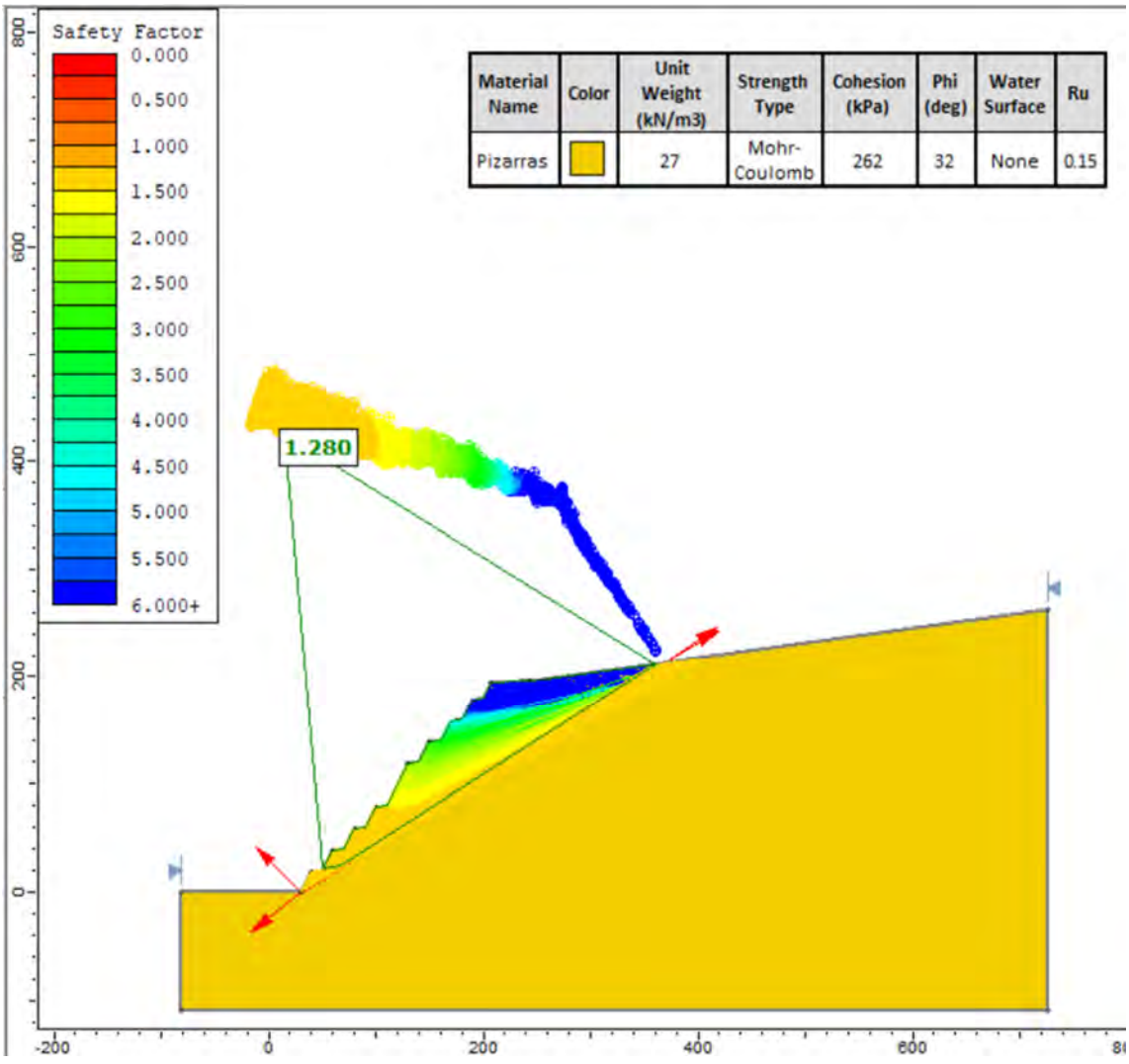
a.ii. Con sismo



COLEGIO OF. ING. TÉC. MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

b. Somera

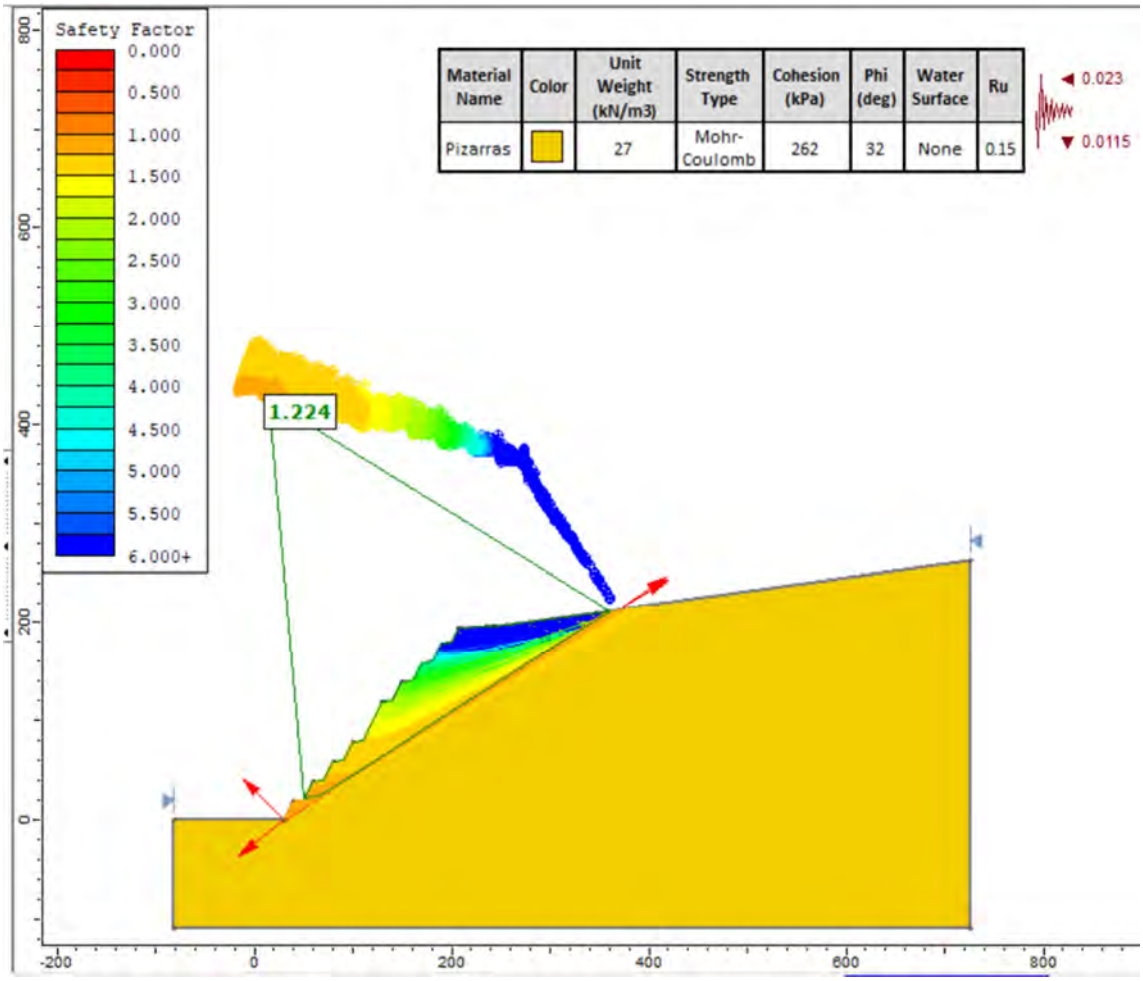
b.i. Sin sismo



Material Name	Color	Unit Weight (kN/m3)	Strength Type	Cohesion (kPa)	Phi (deg)	Water Surface	Ru
Pizarras		27	Mohr-Coulomb	262	32	None	0.15

COLEGIO OF. ING. TÉC. MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

b.ii. Con sismo



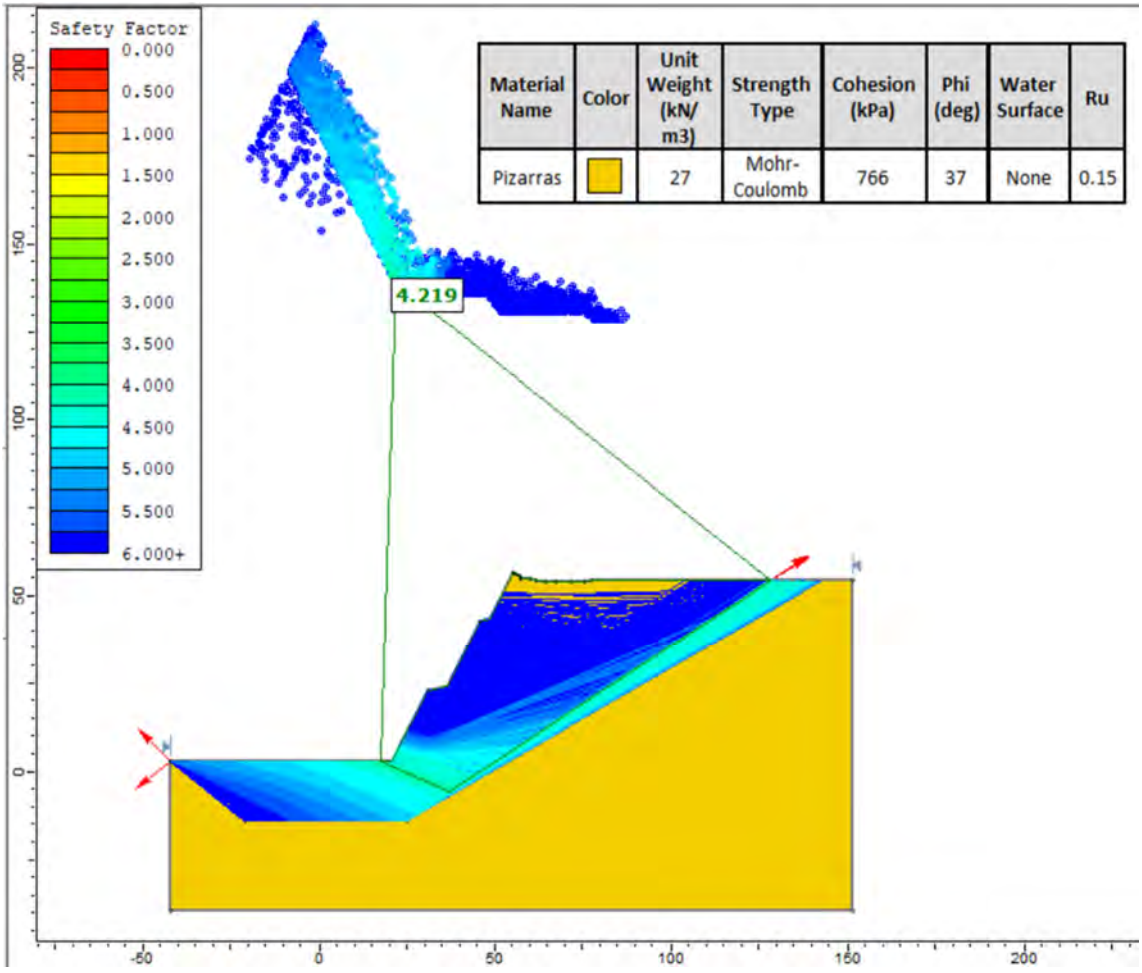
COLEGIO OF. ING. TÉC. MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

2.3 EXCAVACIÓN 3

2.3.1. OPCIÓN A

a. Profunda

a.i. Sin sismo

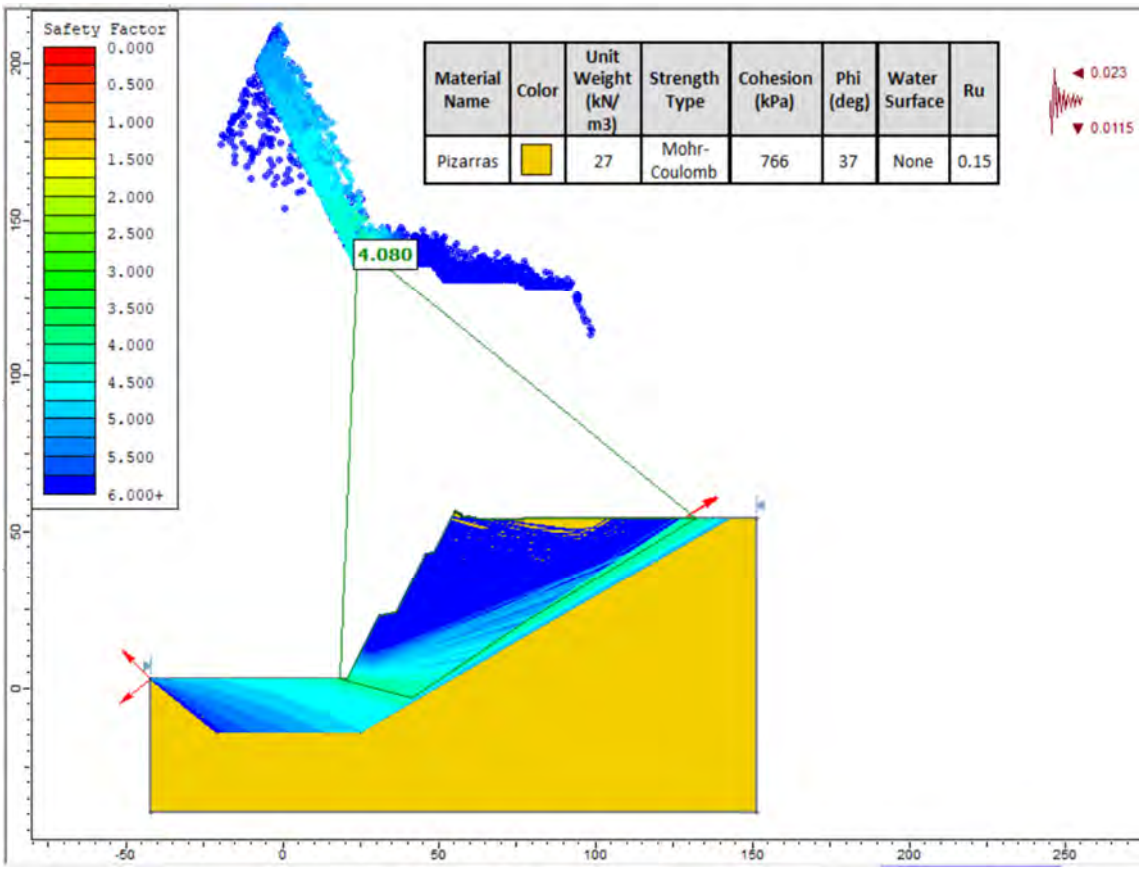


Material Name	Color	Unit Weight (kN/m3)	Strength Type	Cohesion (kPa)	Phi (deg)	Water Surface	Ru
Pizarras		27	Mohr-Coulomb	766	37	None	0.15

COLEGIO OF. ING. TÉC., MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

a.ii. Con sismo

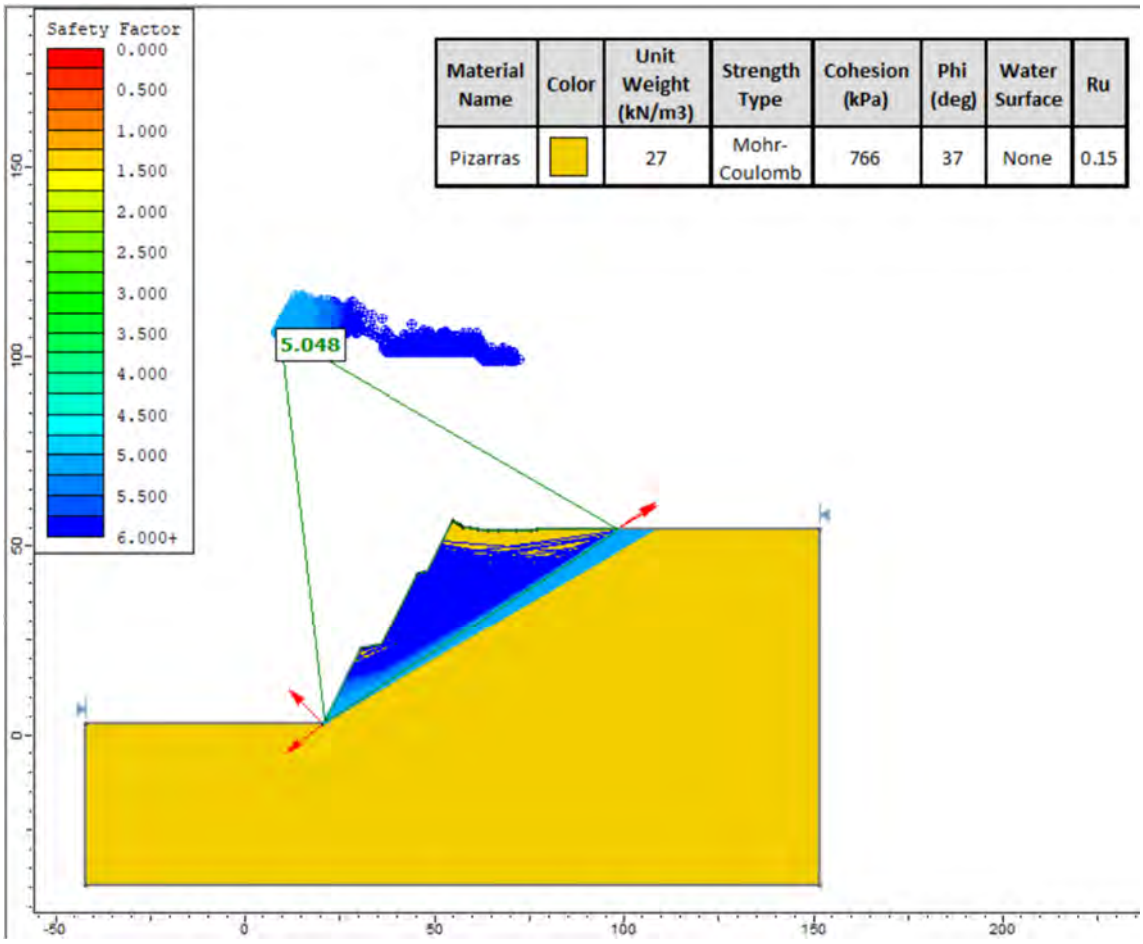
a.iii.



COLEGIO OF. ING. TÉC., MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

b. Somera

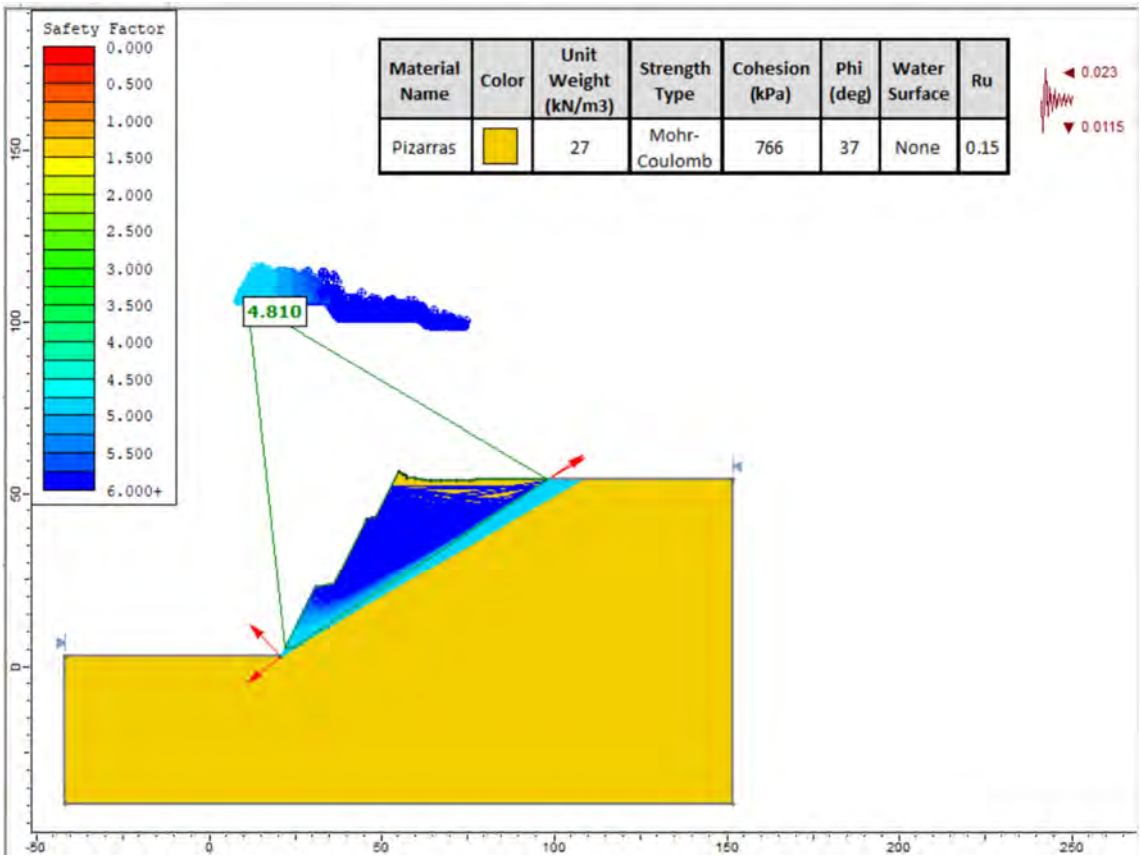
b.i. Sin sismo



Material Name	Color	Unit Weight (kN/m3)	Strength Type	Cohesion (kPa)	Phi (deg)	Water Surface	Ru
Pizarras		27	Mohr-Coulomb	766	37	None	0.15

COLEGIO OF. ING. TÉC., MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

b.ii. Con sismo

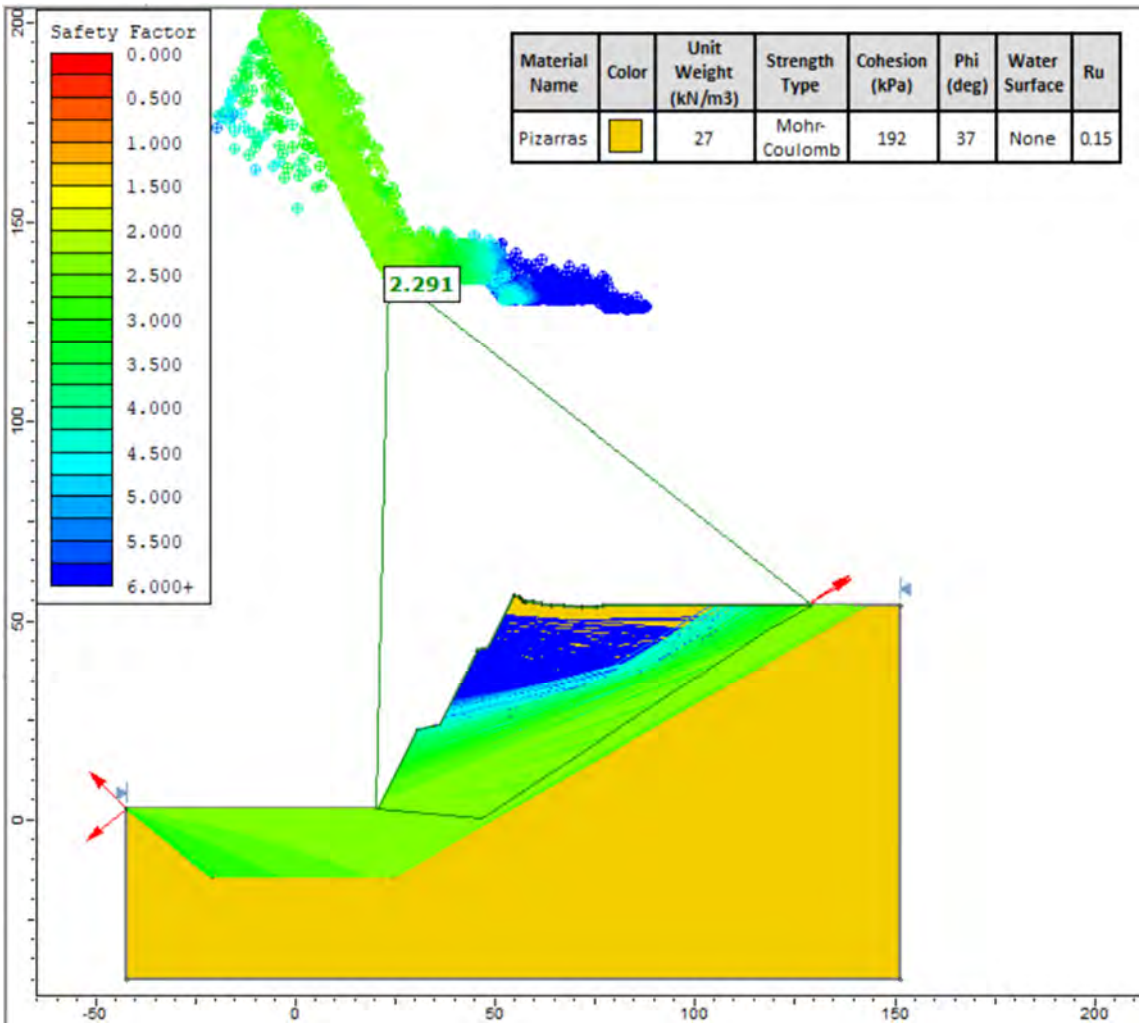


COLEGIO OF. ING. TÉC. MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

2.3.2. OPCIÓN B

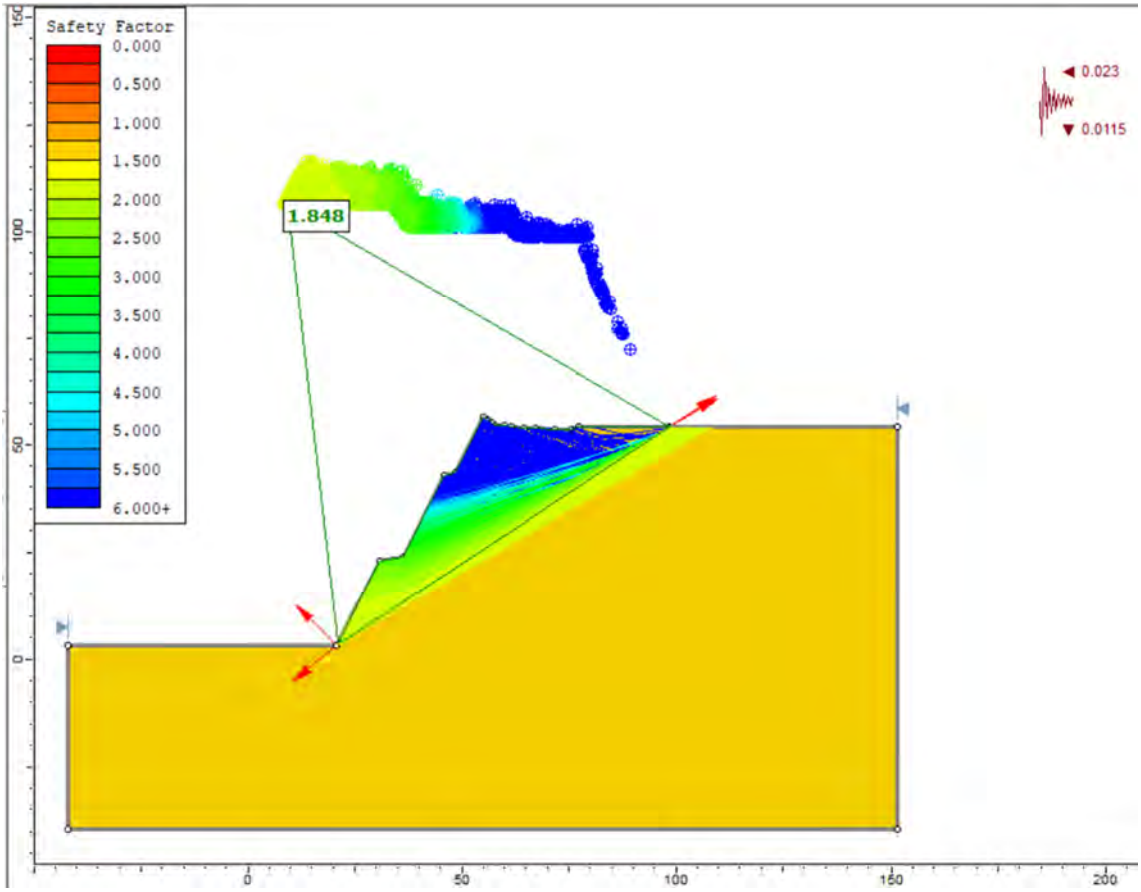
a. Profunda

a.i. Sin sismo



COLEGIO OF. ING. TÉC. MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

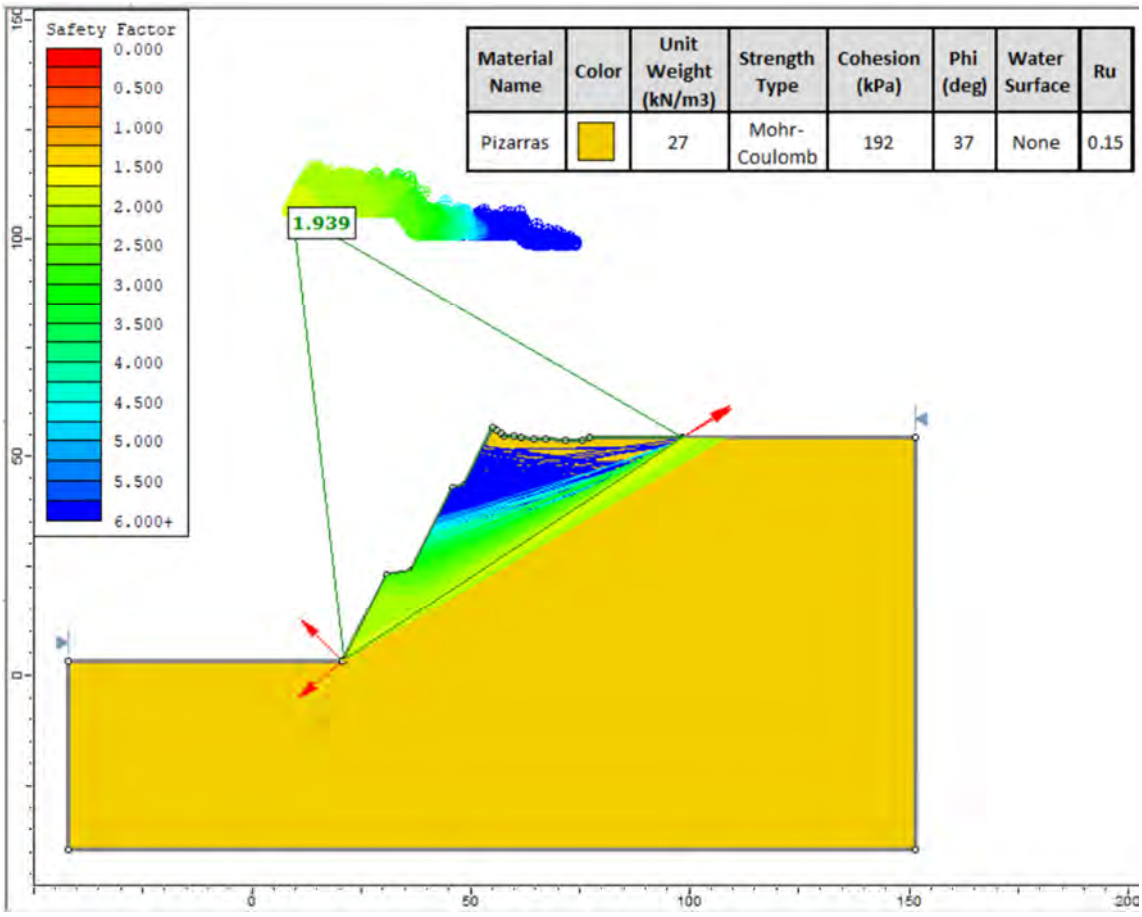
a.ii. Con sismo



COLEGIO OF. ING. TÉC., MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

b. Somera

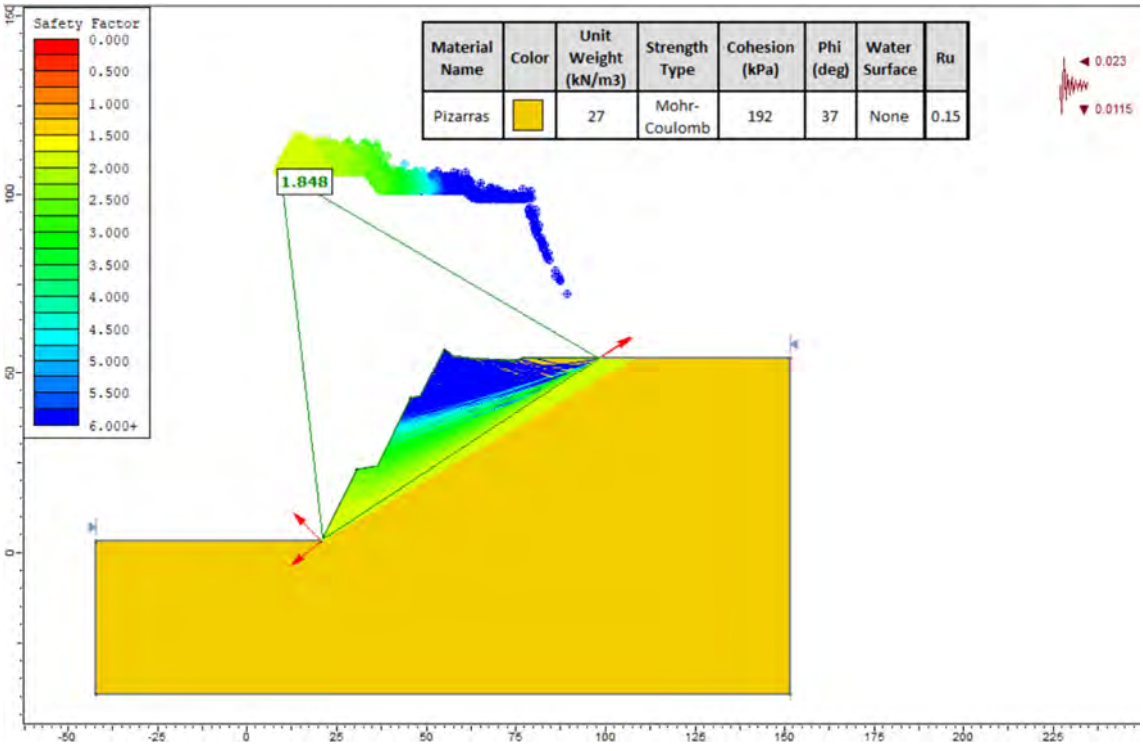
b.i. Sin sismo



Material Name	Color	Unit Weight (kN/m3)	Strength Type	Cohesion (kPa)	Phi (deg)	Water Surface	Ru
Pizarras		27	Mohr-Coulomb	192	37	None	0.15

COLEGIO OF. ING. TÉC. MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

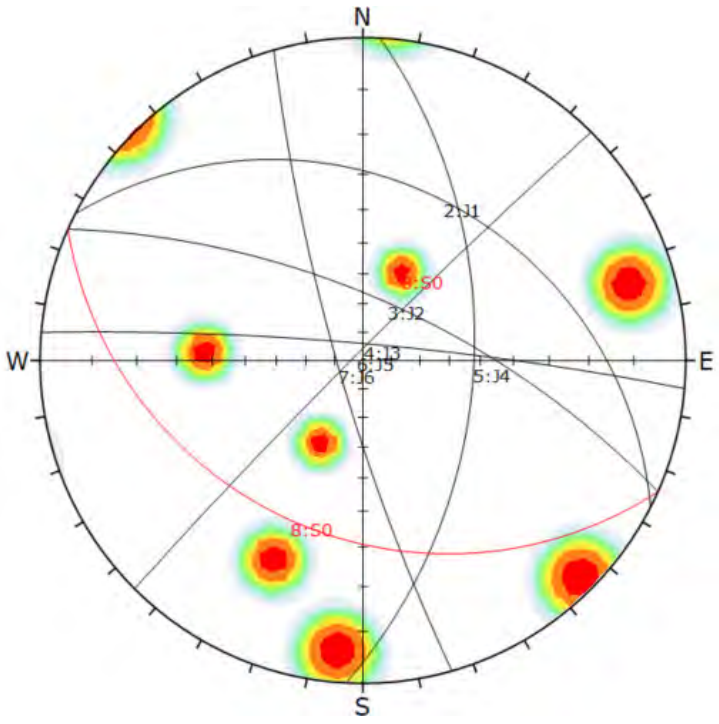
b.ii. Con sismo



COLEGIO OF. ING. TÉC., MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

APÉNDICE 2. CÁLCULOS DE ESTABILIDAD DE TALUDES. BANCOS

COLEGIO OF. ING. TÉC., MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]



Color	Density Concentrations
	0.00 - 1.50
	1.50 - 3.00
	3.00 - 4.50
	4.50 - 6.00
	6.00 - 7.50
	7.50 - 9.00
	9.00 - 10.50
	10.50 - 12.00
	12.00 - 13.50
	13.50 - 15.00
Contour Data	Pole Vectors
Maximum Density	14.23%
Contour Distribution	Fisher
Counting Circle Size	1.0%

	Color	Trend	Plunge	Label
User Planes				
2		207	58	J1
3		204	22	J2
4		185	6	J3
5		273	38	J4
6		135	3	J5
7		74	9	J6
8		24	57	S0

Plot Mode	Pole Vectors
Vector Count	7 (7 Entries)
Hemisphere	Lower
Projection	Equal Angle

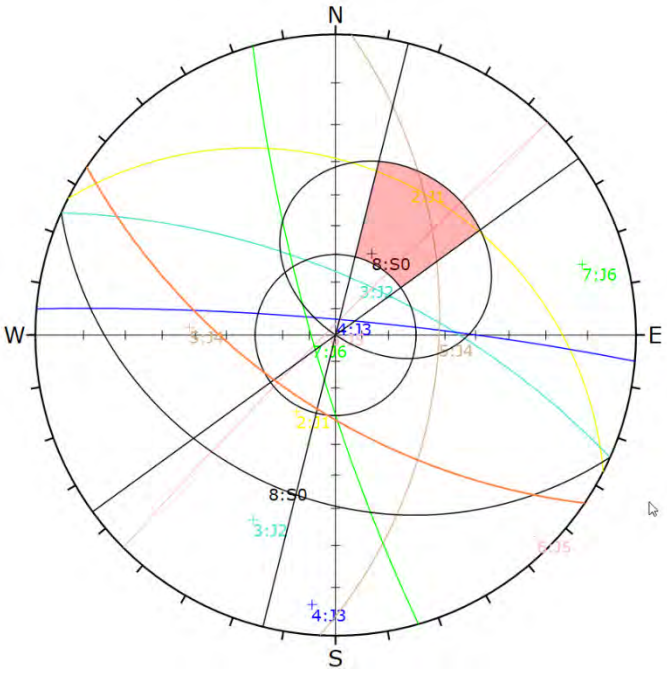
COLEGIO OF. ING. TÉC. MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

1. EXCAVACIÓN 1

1.1 INESTABILIDADES

1.1.1. Talud 63/214

a. Rotura planar: SI So



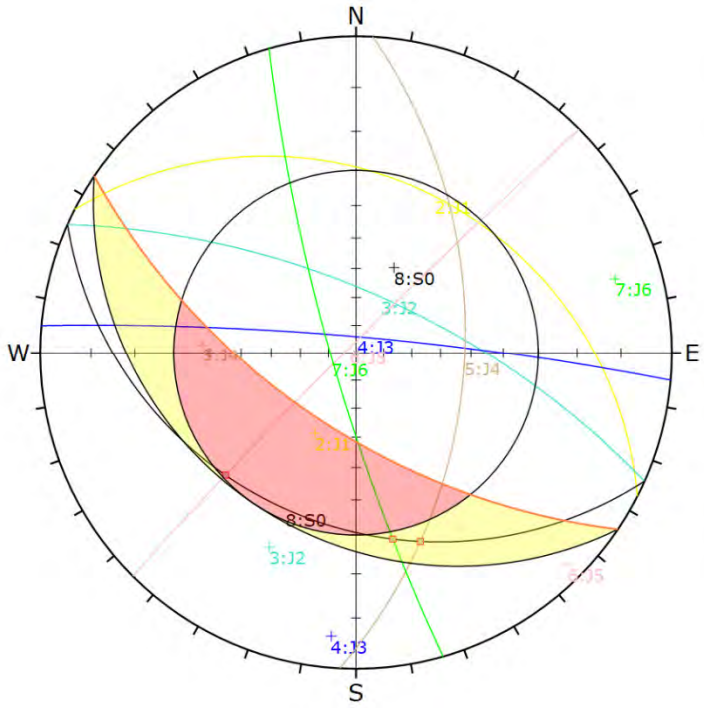
nematic Analysis	Planar Sliding
Slope Dip	63
ope Dip Direction	214
Friction Angle	30°
Lateral Limits	20°

	Critica	Total	%
Planar Sliding (All)	1	7	14.29%

	Color	Dip	Dip Directio	Label
User Planes				
2		32	27	J1
3		68	24	J2
4		84	5	J3
5		52	93	J4
6		87	315	J5
7		81	254	J6
8		33	204	S0

Plot Mode	Pole Vectors
Vector Count	7 (7 Entries)
Hemisphere	Lower
Projection	Equal Angle

b. Rotura por cuña: SI So, J4,J6



Symbol	Feature
	Critical Intersection

nematic Analysis	Wedge Sliding
Slope Dip	63
ope Dip Direction	214
Friction Angle	30°

	Critica	Total	%
Wedge Sliding	3	21	14.29%

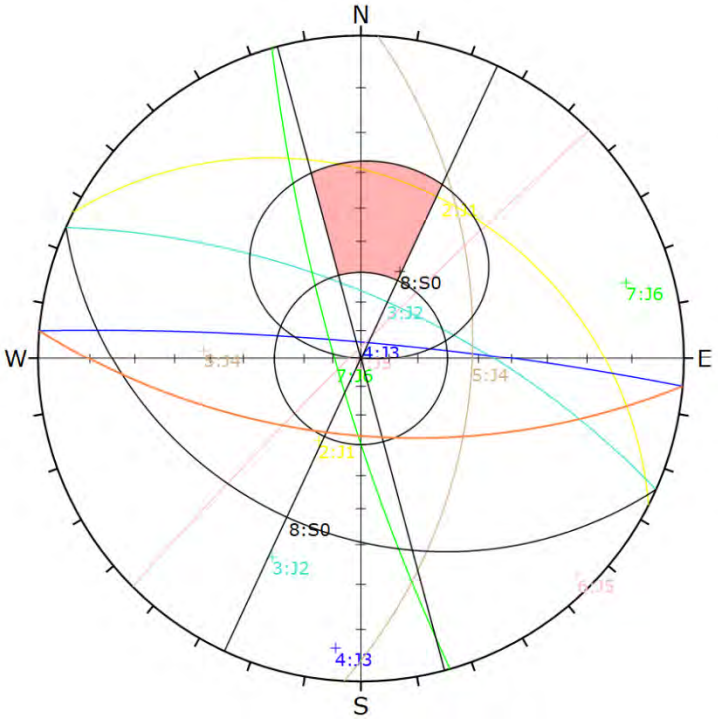
	Color	Dip	Dip Directio	Label
User Planes				
2		32	27	J1
3		68	24	J2
4		84	5	J3
5		52	93	J4
6		87	315	J5
7		81	254	J6
8		33	204	S0

Plot Mode	Pole Vectors
Vector Count	7 (7 Entries)
Intersection Mode	Grid Data Planes
Intersections Count	21
Hemisphere	Lower
Projection	Equal Angle

COLEGIO OF. ING. TÉC., MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
Habilitación Profesional
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

1.1.2. Talud 63/185

a. Rotura planar: SI S0



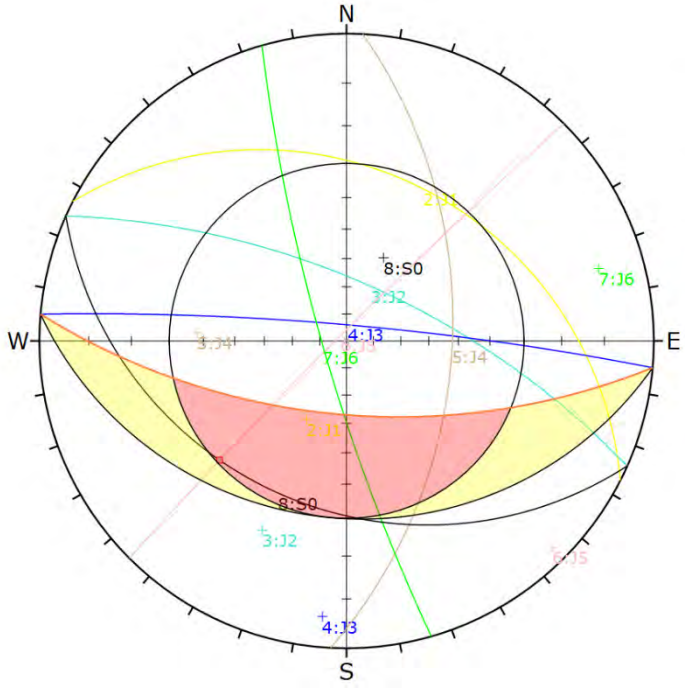
nematic Analysis	Planar Sliding
Slope Dip	63
ope Dip Direction	185
Friction Angle	30°
Lateral Limits	20°

	Critica	Total	%
Planar Sliding (All)	1	7	14.29%

	Color	Dip	ip Directio	Label
User Planes				
2		32	27	J1
3		68	24	J2
4		84	5	J3
5		52	93	J4
6		87	315	J5
7		81	254	J6
8		33	204	S0

Plot Mode	Pole Vectors
Vector Count	7 (7 Entries)
Hemisphere	Lower
Projection	Equal Angle

b. Rotura por cuña: SI S0-J5



Symbol	Feature
	Critical Intersection

nematic Analysis	Wedge Sliding
Slope Dip	63
ope Dip Direction	185
Friction Angle	30°

	Critica	Total	%
Wedge Sliding	1	21	4.76%

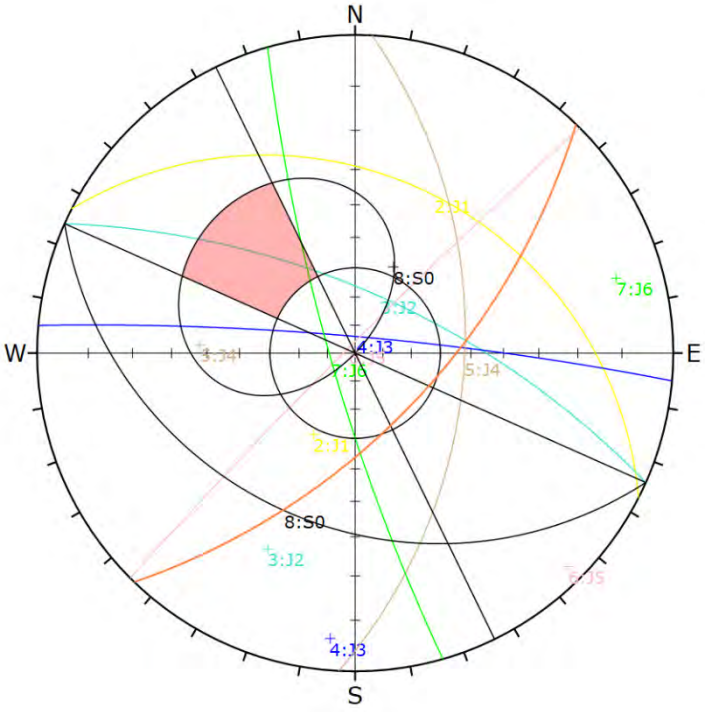
	Color	Dip	ip Directio	Label
User Planes				
2		32	27	J1
3		68	24	J2
4		84	5	J3
5		52	93	J4
6		87	315	J5
7		81	254	J6
8		33	204	S0

Plot Mode	Pole Vectors
Vector Count	7 (7 Entries)
Intersection Mode	Grid Data Planes
Intersections Count	21
Hemisphere	Lower
Projection	Equal Angle

COLEGIO OF. ING. TÉC., MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

1.1.3. Talud 63/134

a. *Rotura planar: NO*

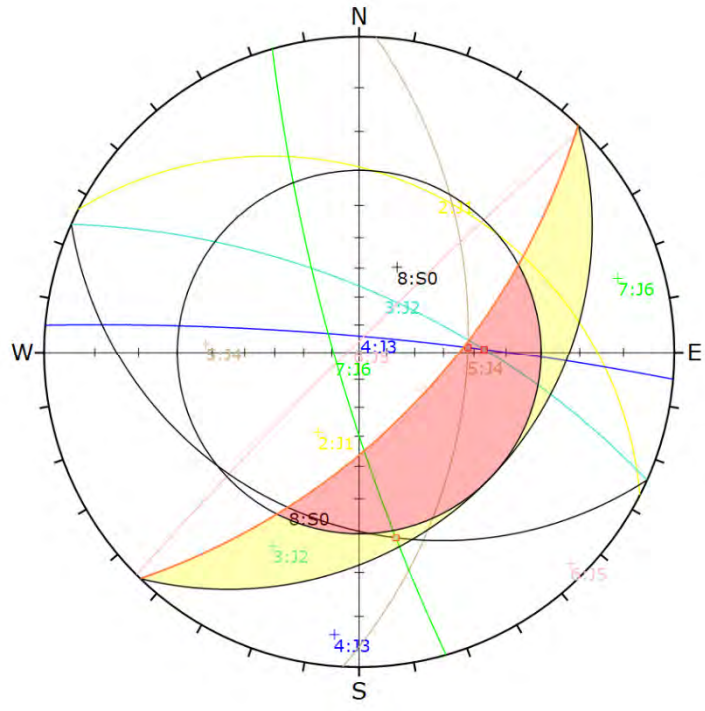


nematic Analysis	Planar Sliding		
Slope Dip	63		
ɔpe Dip Direction	134		
Friction Angle	30°		
Lateral Limits	20°		
	Critica	Total	%
Planar Sliding (All)	0	7	0.00%

	Color	Dip	ip Directio	Label
User Planes				
2		32	27	J1
3		68	24	J2
4		84	5	J3
5		52	93	J4
6		87	315	J5
7		81	254	J6
8		33	204	S0

Plot Mode	Pole Vectors
Vector Count	7 (7 Entries)
Hemisphere	Lower
Projection	Equal Angle

b. *Rotura por cuña: SI*



Symbol	Feature
	Critical Intersection

nematic Analysis	Wedge Sliding		
Slope Dip	63		
ɔpe Dip Direction	134		
Friction Angle	30°		
	Critica	Total	%
Wedge Sliding	3	21	14.29%

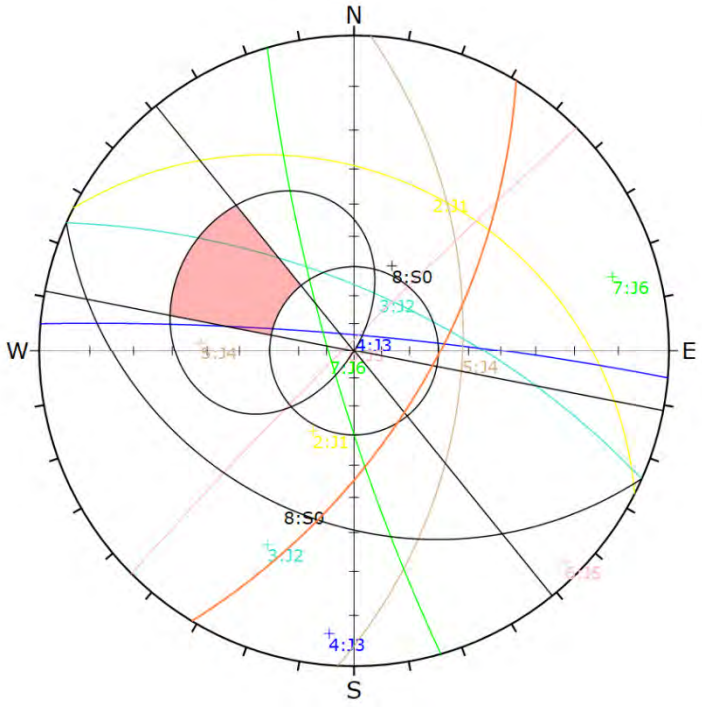
	Color	Dip	ip Directio	Label
User Planes				
2		32	27	J1
3		68	24	J2
4		84	5	J3
5		52	93	J4
6		87	315	J5
7		81	254	J6
8		33	204	S0

Plot Mode	Pole Vectors
Vector Count	7 (7 Entries)
Intersection Mode	Grid Data Planes
Intersections Count	21
Hemisphere	Lower
Projection	Equal Angle

COLEGIO OF. ING. TÉC., MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

1.1.4. Talud 63/121

a. Rotura planar: NO



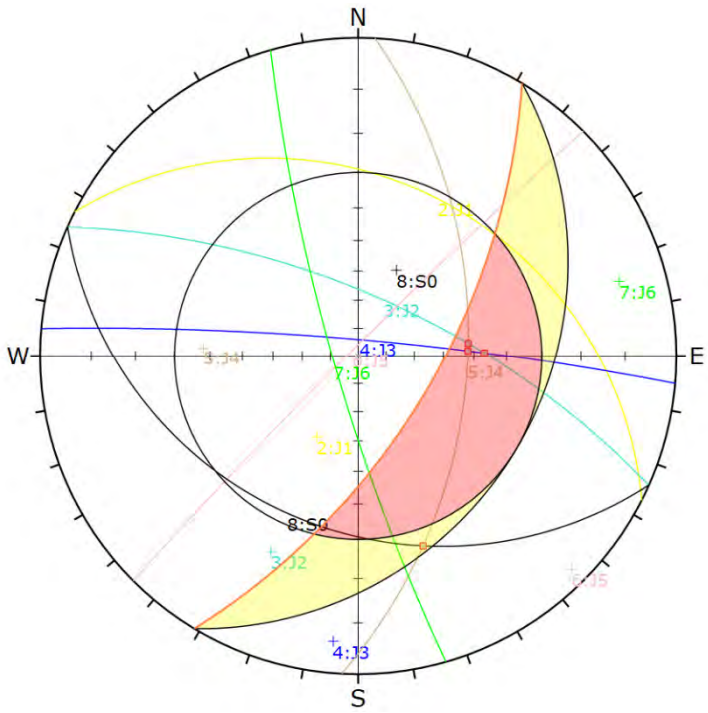
nematic Analysis	Planar Sliding
Slope Dip	63
ope Dip Direction	121
Friction Angle	30°
Lateral Limits	20°

	Critica	Total	%
Planar Sliding (All)	0	7	0.00%

	Color	Dip	ip Directio	Label
User Planes				
2		32	27	J1
3		68	24	J2
4		84	5	J3
5		52	93	J4
6		87	315	J5
7		81	254	J6
8		33	204	S0

Plot Mode	Pole Vectors
Vector Count	7 (7 Entries)
Hemisphere	Lower
Projection	Equal Angle

b. Rotura por cuña: Sí J2



Symbol	Feature
▫	Critical Intersection

nematic Analysis	Wedge Sliding
Slope Dip	63
ope Dip Direction	121
Friction Angle	30°

	Critica	Total	%
Wedge Sliding	4	21	19.05%

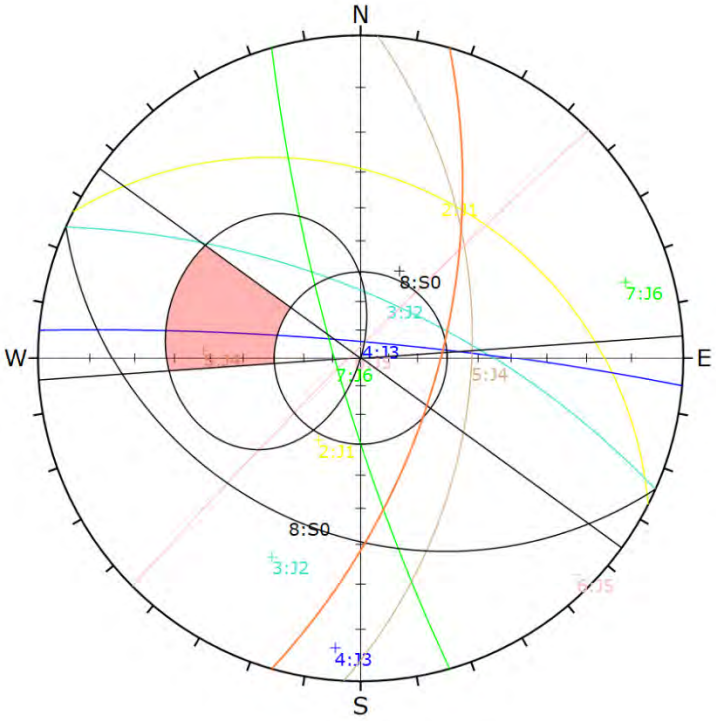
	Color	Dip	ip Directio	Label
User Planes				
2		32	27	J1
3		68	24	J2
4		84	5	J3
5		52	93	J4
6		87	315	J5
7		81	254	J6
8		33	204	S0

Plot Mode	Pole Vectors
Vector Count	7 (7 Entries)
Intersection Mode	Grid Data Planes
Intersections Count	21
Hemisphere	Lower
Projection	Equal Angle

COLEGIO OF. ING. TÉC., MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

1.1.5. Talud 63/106

a. Rotura planar: Sí J4

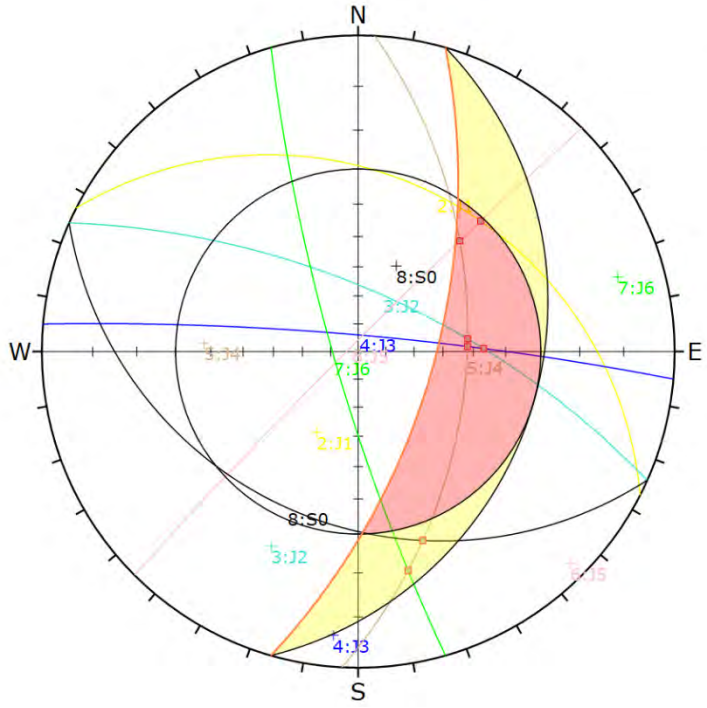


Kinematic Analysis	Planar Sliding		
Slope Dip	63		
Slope Dip Direction	106		
Friction Angle	30°		
Lateral Limits	20°		
	Critical	Total	%
Planar Sliding (All)	1	7	14.29%

	Color	Dip	Dip Direction	Label
User Planes				
2		32	27	J1
3		68	24	J2
4		84	5	J3
5		52	93	J4
6		87	315	J5
7		81	254	J6
8		33	204	S0

Plot Mode	Pole Vectors
Vector Count	7 (7 Entries)
Hemisphere	Lower
Projection	Equal Angle

b. Rotura por cuña: SÍ J2, J3, J4



Symbol	Feature
	Critical Intersection

Kinematic Analysis	Wedge Sliding		
Slope Dip	63		
Slope Dip Direction	106		
Friction Angle	30°		
	Critical	Total	%
Wedge Sliding	7	21	33.33%

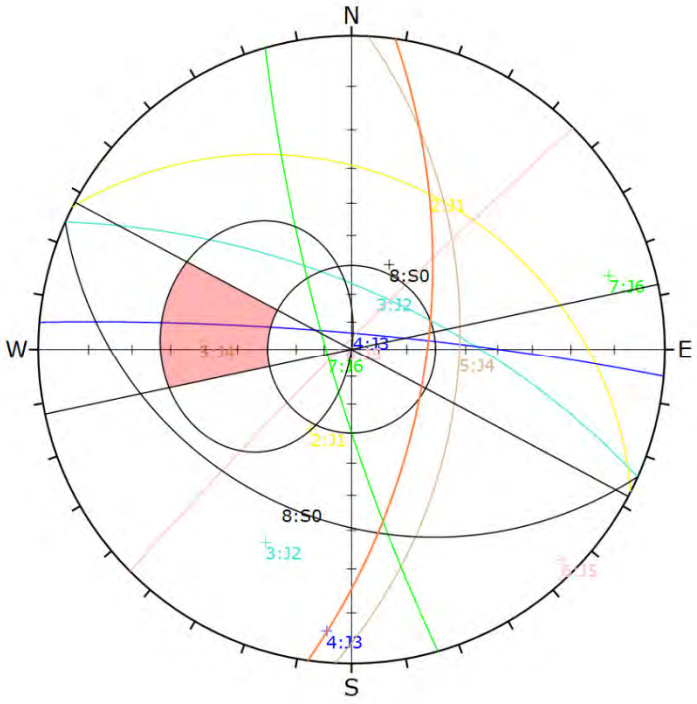
	Color	Dip	Dip Direction	Label
User Planes				
2		32	27	J1
3		68	24	J2
4		84	5	J3
5		52	93	J4
6		87	315	J5
7		81	254	J6
8		33	204	S0

Plot Mode	Pole Vectors
Vector Count	7 (7 Entries)
Intersection Mode	Grid Data Planes
Intersections Count	21
Hemisphere	Lower
Projection	Equal Angle

COLEGIO OF. ING. TÉC., MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

1.1.6. Talud 63/098

a. Rotura planar: Sí J4



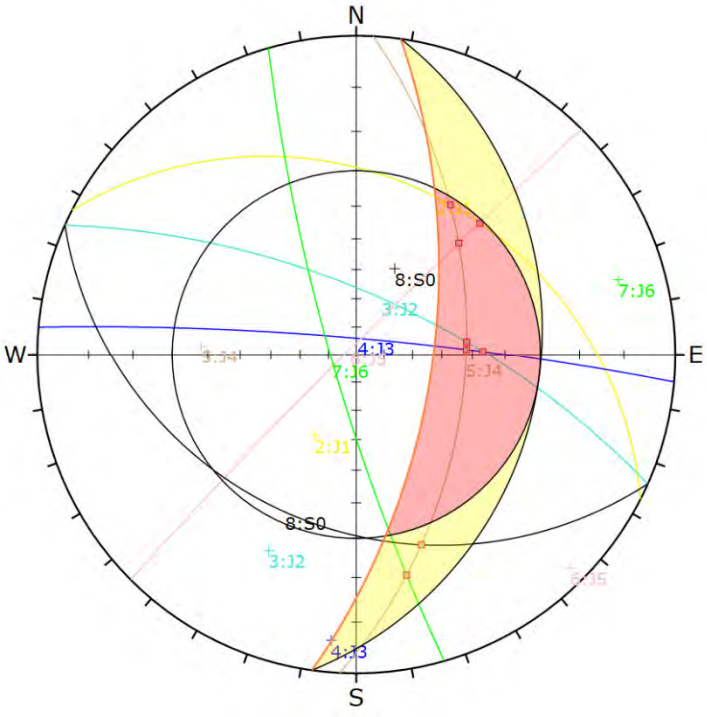
nematic Analysis	Planar Sliding
Slope Dip	63
ope Dip Direction	98
Friction Angle	30°
Lateral Limits	20°

	Critica	Total	%
Planar Sliding (All)	1	7	14.29%

	Color	Dip	ip Directio	Label
User Planes				
2		32	27	J1
3		68	24	J2
4		84	5	J3
5		52	93	J4
6		87	315	J5
7		81	254	J6
8		33	204	S0

Plot Mode	Pole Vectors
Vector Count	7 (7 Entries)
Hemisphere	Lower
Projection	Equal Angle

b. Rotura por cuña: Sí J2, J3 y J4



Symbol	Feature
	Critical Intersection

nematic Analysis	Wedge Sliding
Slope Dip	63
ope Dip Direction	98
Friction Angle	30°

	Critica	Total	%
Wedge Sliding	8	21	38.10%

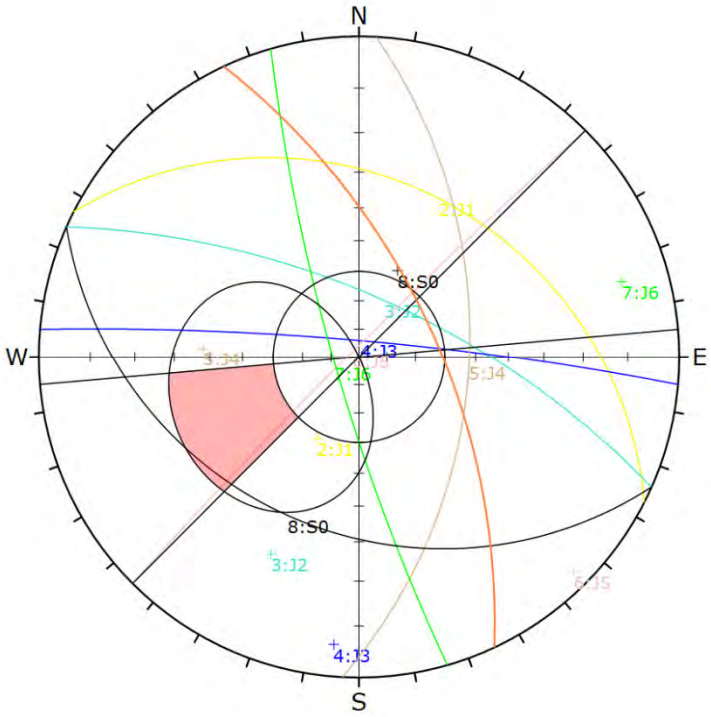
	Color	Dip	ip Directio	Label
User Planes				
2		32	27	J1
3		68	24	J2
4		84	5	J3
5		52	93	J4
6		87	315	J5
7		81	254	J6
8		33	204	S0

Plot Mode	Pole Vectors
Vector Count	7 (7 Entries)
Intersection Mode	Grid Data Planes
Intersections Count	21
Hemisphere	Lower
Projection	Equal Angle

COLEGIO OF. ING. TÉC., MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
Habilitación Profesional
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

1.1.7. Talud 63/065

a. Rotura planar: NO



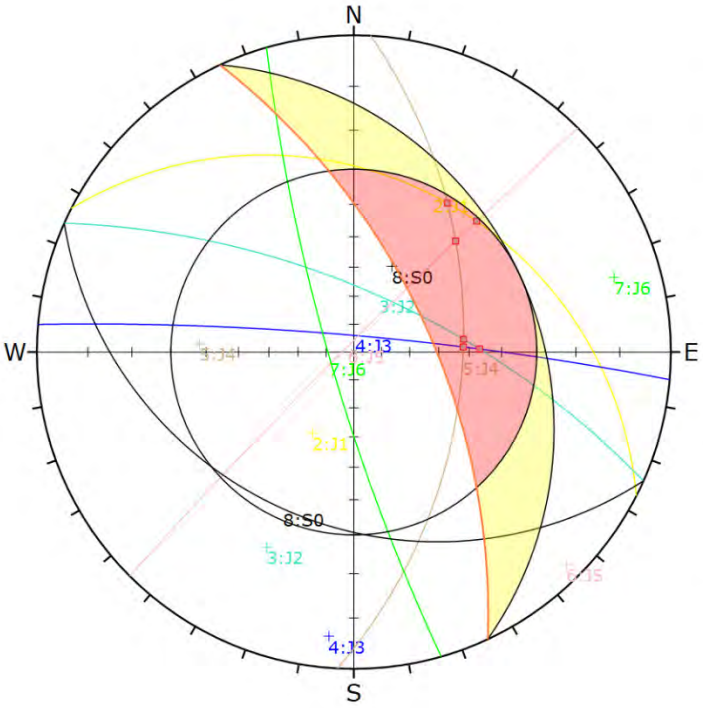
nematic Analysis	Planar Sliding
Slope Dip	63
ɔpe Dip Direction	65
Friction Angle	30°
Lateral Limits	20°

	Critica	Total	%
Planar Sliding (All)	0	7	0.00%

	Color	Dip	ip Directio	Label
User Planes				
2		32	27	J1
3		68	24	J2
4		84	5	J3
5		52	93	J4
6		87	315	J5
7		81	254	J6
8		33	204	S0

Plot Mode	Pole Vectors
Vector Count	7 (7 Entries)
Hemisphere	Lower
Projection	Equal Angle

b. Rotura por cuña: Sí J1, J2, J3 y J4



Symbol	Feature
	Critical Intersection

nematic Analysis	Wedge Sliding
Slope Dip	63
ɔpe Dip Direction	65
Friction Angle	30°

	Critica	Total	%
Wedge Sliding	6	21	28.57%

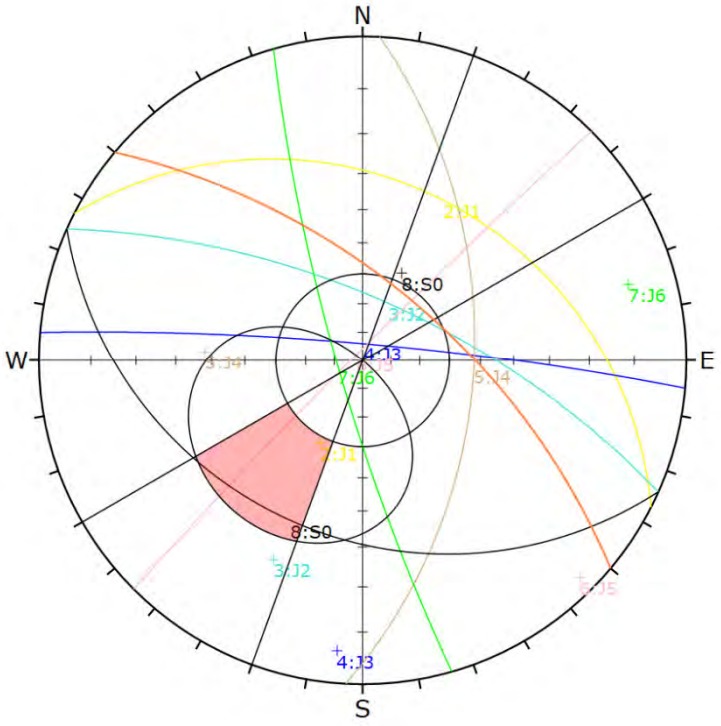
	Color	Dip	ip Directio	Label
User Planes				
2		32	27	J1
3		68	24	J2
4		84	5	J3
5		52	93	J4
6		87	315	J5
7		81	254	J6
8		33	204	S0

Plot Mode	Pole Vectors
Vector Count	7 (7 Entries)
Intersection Mode	Grid Data Planes
Intersections Count	21
Hemisphere	Lower
Projection	Equal Angle

COLEGIO OF. ING. TÉC., MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

1.1.8. Talud 63/040

a. Rotura planar: SI J1



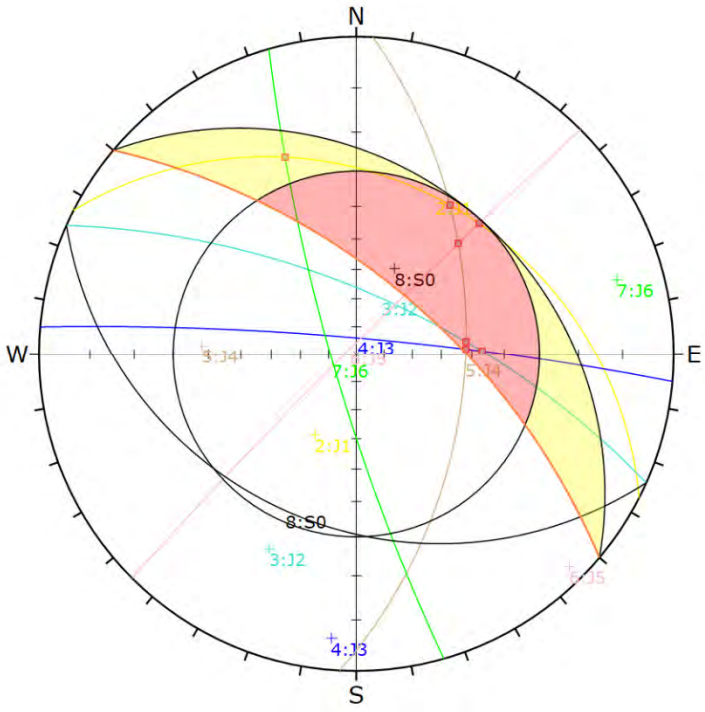
nematic Analysis	Planar Sliding
Slope Dip	63
ope Dip Direction	40
Friction Angle	30°
Lateral Limits	20°

	Critica	Total	%
Planar Sliding (All)	1	7	14.29%

	Color	Dip	Dip Directio	Label
User Planes				
2		32	27	J1
3		68	24	J2
4		84	5	J3
5		52	93	J4
6		87	315	J5
7		81	254	J6
8		33	204	S0

Plot Mode	Pole Vectors
Vector Count	7 (7 Entries)
Hemisphere	Lower
Projection	Equal Angle

b. Rotura por cuña: Sí J4



Symbol	Feature
	Critical Intersection

nematic Analysis	Wedge Sliding
Slope Dip	63
ope Dip Direction	40
Friction Angle	30°

	Critica	Total	%
Wedge Sliding	7	21	33.33%

	Color	Dip	Dip Directio	Label
User Planes				
2		32	27	J1
3		68	24	J2
4		84	5	J3
5		52	93	J4
6		87	315	J5
7		81	254	J6
8		33	204	S0

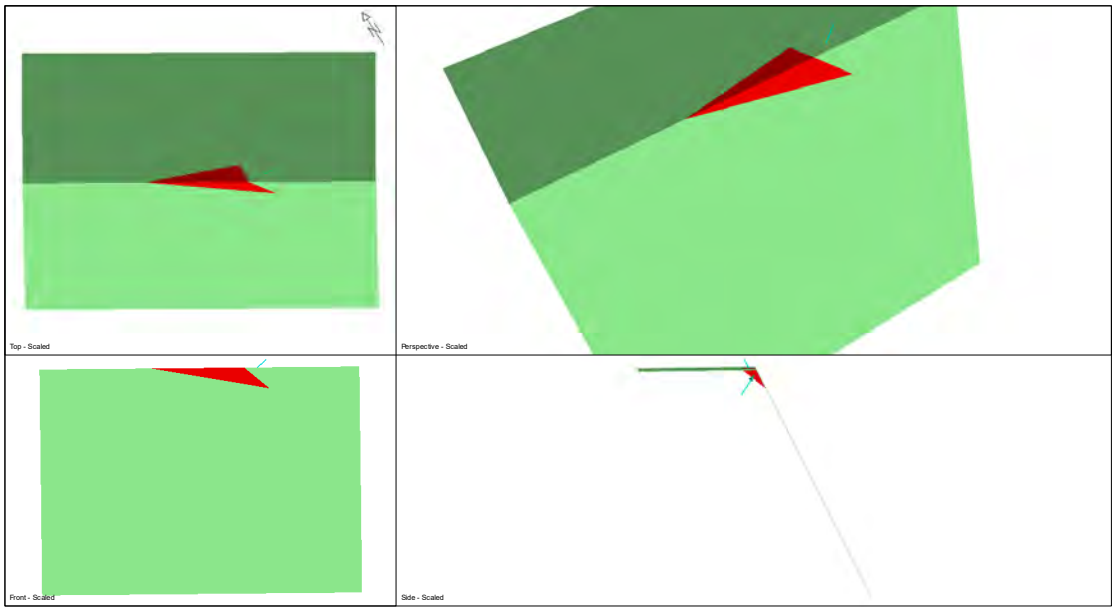
Plot Mode	Pole Vectors
Vector Count	7 (7 Entries)
Intersection Mode	Grid Data Planes
Intersections Count	21
Hemisphere	Lower
Projection	Equal Angle

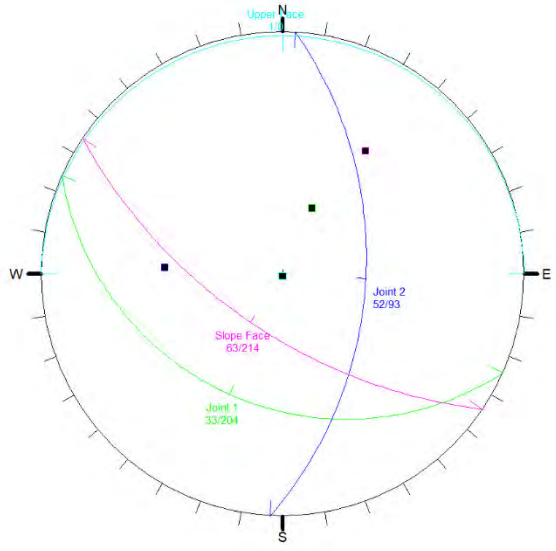
COLEGIO OF. ING. TÉC., MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
Habilitación Profesional
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

1.2 ANÁLISIS DE CUÑAS

1.2.1. Talud 63/214

a. Cuña S0-J4





Swedge Analysis Information

Document Name:

- EX1_214-63_S0J4

COLEGIO OF. ING. TÉC., MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

Project Summary:

- Job Title: SWEDGE - Surface Wedge Stability Analysis
- Date Created: 31/07/2024, 16:17:22

Analysis Results:

- Analysis type: Deterministic
- Wedge is scaled, scale factor: 0.0928
- Safety Factor: 1.6540
- Wedge height (on slope) [m]: 1.67
- Bench width (on upper face) [m]: 1.30
- Wedge volume [m^3]: 3.018
- Wedge weight [tonnes]: 8.150
- Wedge area (joint1) [m^2]: 11.52
- Wedge area (joint2) [m^2]: 1.69
- Wedge area (slope) [m^2]: 7.79
- Wedge area (upper face) [m^2]: 5.09

Effective Normal and Strength Properties:

	Joint 1	Joint 2
Effective Normal force [tonnes]	6.75	0.00
Effective Normal stress [t/m^2]	0.59	0.00
Shear Strength [t/m^2]	0.64	0.00
Strength due to Waviness [t/m^2]	0.00	0.00

- Driving force [tonnes]: 4.45
- Resisting force [tonnes]: 7.35

Water Pressures/Forces:

	Average pressure [t/m^2]	Water force [tonnes]
Joint 1	N/A	0.09
Joint 2	N/A	0.01
Fissures	0.01	N/A

COLEGIO OF. ING. TÉC., MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

Failure Mode:

- Sliding on joint1

Joint Sets 1&2 line of Intersection:

Plunge [deg]	Trend [deg]	Length [m]
25.46	161.16	4.00

Trace Lengths:

	Slope Face [m]	Upper Face [m]
Joint 1	10.16	7.23
Joint 2	2.89	1.50

Persistence:

- Joint 1 [m]: 10.16
- Joint 2 [m]: 4.00

Intersection Angles:

	Slope Face	Upper Face
Joint 1 & Joint 2	32.03	109.61
Joint 1 & Crest	11.26	10.33
Joint 2 & Crest	136.71	60.06

Dip and Dip Direction:

	Dip [deg]	Dip Direction [deg]
Joint Set 1	33.00	204.00
Joint Set 2	52.00	93.00
Slope	63.00	214.00
Upper Face	1.00	0.00

Joint Set 1 Data:

- Cohesion [t/m^2]: 0.30

COLEGIO OF. ING. TÉC., MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

- Friction Angle [deg]: 30.00

Joint Set 2 Data:

- Cohesion [t/m^2]: 0.30
- Friction Angle [deg]: 30.00

Slope Data:

- Slope height [m]: 18.00
- Rock unit weight [t/m^3]: 2.70
- Water pressures in the slope: YES
- Overhanging slope face: NO
- Externally applied force: NO
- Tension crack: NO

Water Pressure Data:

- Water unit weight [t/m^3]: 1.000
- Pressure definition method: Percent Filled Fissures
- Percent Filled: 30.000 %

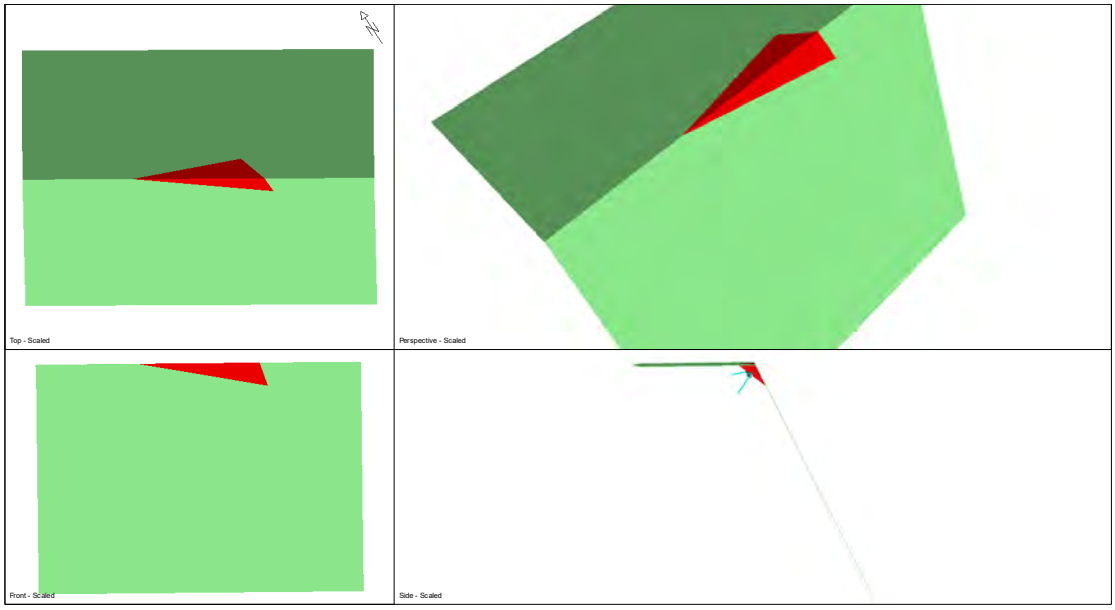
Wedge Vertices:

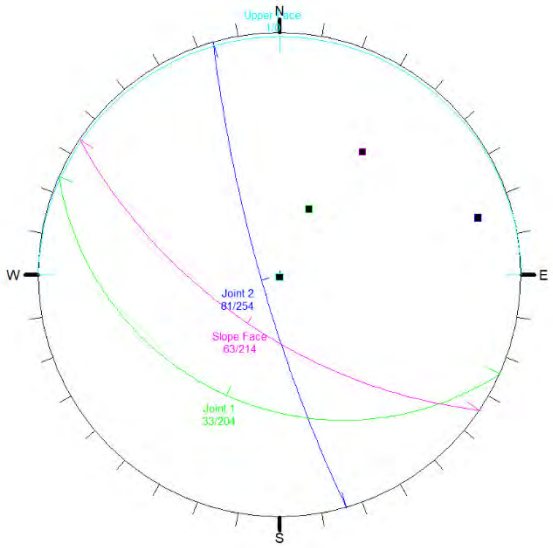
- Coordinates in Easting,Northing,Up Format
- 1=Joint1, 2=Joint2, 3=Upper Face, 4=Slope

Point	x	y	z
124	0.000	0.000	0.000
134	-7.799	6.287	1.670
234	-1.265	1.926	1.746
123	-1.166	3.418	1.720

COLEGIO OF. ING. TÉC., MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

b. Cuña S0-J6





Swedge Analysis Information

Document Name:

- EX1_214-63_S0J6

Project Summary:

COLEGIO OF. ING. TÉC. MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

- Job Title: SWEDGE - Surface Wedge Stability Analysis
- Date Created: 31/07/2024, 16:17:22

Analysis Results:

- Analysis type: Deterministic
- Wedge is scaled, scale factor: 0.1009
- Safety Factor: 1.4784
- Wedge height (on slope) [m]: 1.82
- Bench width (on upper face) [m]: 1.52
- Wedge volume [m^3]: 4.999
- Wedge weight [tonnes]: 13.498
- Wedge area (joint1) [m^2]: 14.74
- Wedge area (joint2) [m^2]: 2.32
- Wedge area (slope) [m^2]: 10.97
- Wedge area (upper face) [m^2]: 7.75

Effective Normal and Strength Properties:

	Joint 1	Joint 2
Effective Normal force [tonnes]	11.19	0.00
Effective Normal stress [t/m^2]	0.76	0.00
Shear Strength [t/m^2]	0.74	0.00
Strength due to Waviness [t/m^2]	0.00	0.00

- Driving force [tonnes]: 7.36
- Resisting force [tonnes]: 10.88

Water Pressures/Forces:

	Average pressure [t/m^2]	Water force [tonnes]
Joint 1	N/A	0.12
Joint 2	N/A	0.02
Fissures	0.01	N/A

Failure Mode:

- Sliding on joint1

COLEGIO OF. ING. TÉC., MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

Joint Sets 1&2 line of Intersection:

Plunge [deg]	Trend [deg]	Length [m]
27.96	168.82	4.00

Trace Lengths:

	Slope Face [m]	Upper Face [m]
Joint 1	11.05	8.50
Joint 2	2.26	2.36

Persistence:

- Joint 1 [m]: 11.05
- Joint 2 [m]: 4.00

Intersection Angles:

	Slope Face	Upper Face
Joint 1 & Joint 2	61.54	129.54
Joint 1 & Crest	11.26	10.33
Joint 2 & Crest	107.20	40.13

Dip and Dip Direction:

	Dip [deg]	Dip Direction [deg]
Joint Set 1	33.00	204.00
Joint Set 2	81.00	254.00
Slope	63.00	214.00
Upper Face	1.00	0.00

Joint Set 1 Data:

- Cohesion [t/m^2]: 0.30
- Friction Angle [deg]: 30.00

Joint Set 2 Data:

COLEGIO OF. ING. TÉC., MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

- Cohesion [t/m^2]: 0.30
- Friction Angle [deg]: 30.00

Slope Data:

- Slope height [m]: 18.00
- Rock unit weight [t/m^3]: 2.70
- Water pressures in the slope: YES
- Overhanging slope face: NO
- Externally applied force: NO
- Tension crack: NO

Water Pressure Data:

- Water unit weight [t/m^3]: 1.000
- Pressure definition method: Percent Filled Fissures
- Percent Filled: 30.000 %

Wedge Vertices:

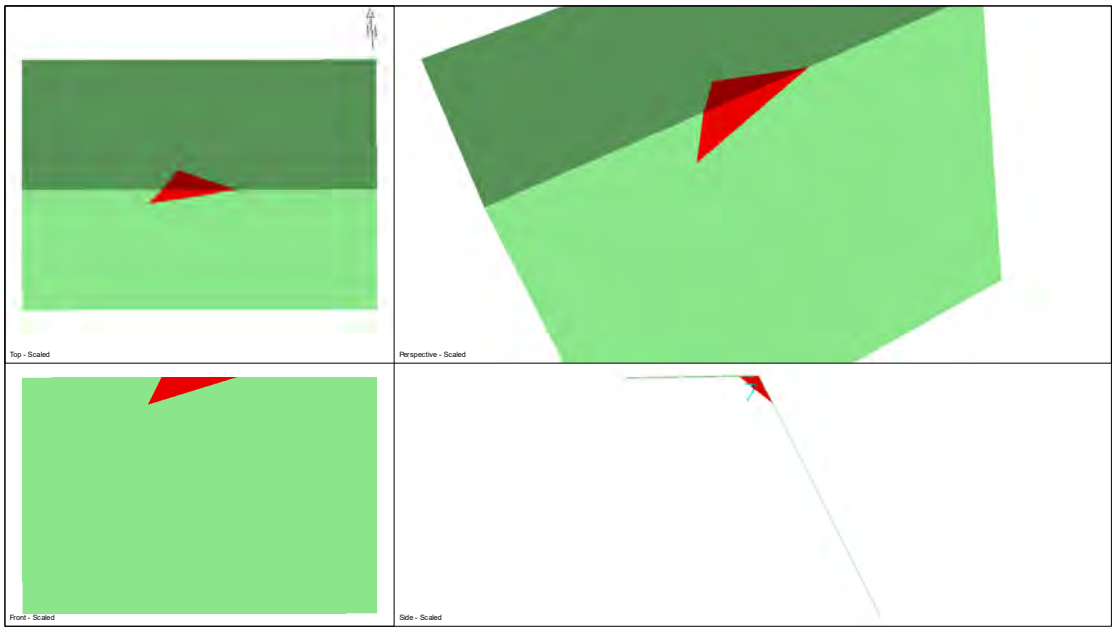
- Coordinates in Easting,Northing,Up Format
- 1=Joint1, 2=Joint2, 3=Upper Face, 4=Slope

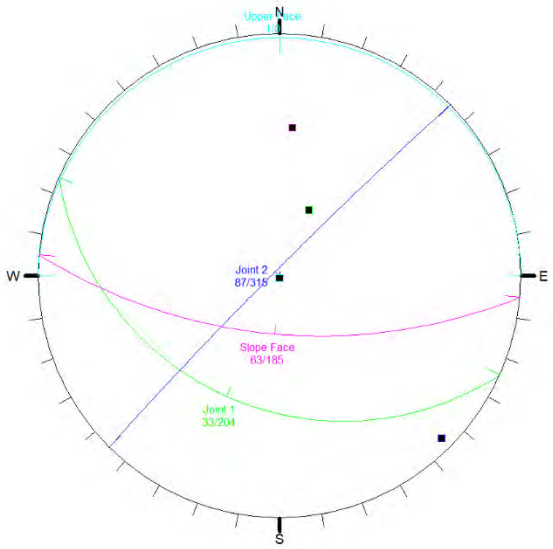
Point	x	y	z
124	0.000	0.000	0.000
134	-8.485	6.840	1.817
234	-0.027	1.195	1.915
123	-0.685	3.466	1.875

COLEGIO OF. ING. TÉC., MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

1.2.2. Talud 63/185

a. Cuña S0-J5





Swedge Analysis Information

Document Name:

- EX1_185-63_S0J5

COLEGIO OF. ING. TÉC., MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

Project Summary:

- Job Title: SWEDGE - Surface Wedge Stability Analysis
- Date Created: 31/07/2024, 16:17:22

Analysis Results:

- Analysis type: Deterministic
- Wedge is scaled, scale factor: 0.1160
- Safety Factor: 1.4787
- Wedge height (on slope) [m]: 2.09
- Bench width (on upper face) [m]: 1.50
- Wedge volume [m^3]: 3.011
- Wedge weight [tonnes]: 8.130
- Wedge area (joint1) [m^2]: 8.90
- Wedge area (joint2) [m^2]: 2.05
- Wedge area (slope) [m^2]: 6.71
- Wedge area (upper face) [m^2]: 4.31

Effective Normal and Strength Properties:

	Joint 1	Joint 2
Effective Normal force [tonnes]	6.73	0.00
Effective Normal stress [t/m^2]	0.76	0.00
Shear Strength [t/m^2]	0.74	0.00
Strength due to Waviness [t/m^2]	0.00	0.00

- Driving force [tonnes]: 4.43
- Resisting force [tonnes]: 6.56

Water Pressures/Forces:

	Average pressure [t/m^2]	Water force [tonnes]
Joint 1	N/A	0.08
Joint 2	N/A	0.02
Fissures	0.01	N/A

Failure Mode:

COLEGIO OF. ING. TÉC., MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

- Sliding on joint1

Joint Sets 1&2 line of Intersection:

Plunge [deg]	Trend [deg]	Length [m]
30.91	226.80	4.00

Trace Lengths:

	Slope Face [m]	Upper Face [m]
Joint 1	7.18	4.74
Joint 2	2.55	1.96

Persistence:

- Joint 1 [m]: 7.18
- Joint 2 [m]: 4.00

Intersection Angles:

	Slope Face	Upper Face
Joint 1 & Joint 2	47.11	111.57
Joint 1 & Crest	18.95	18.44
Joint 2 & Crest	113.94	50.00

Dip and Dip Direction:

	Dip [deg]	Dip Direction [deg]
Joint Set 1	33.00	204.00
Joint Set 2	87.00	315.00
Slope	63.00	185.00
Upper Face	1.00	0.00

Joint Set 1 Data:

- Cohesion [t/m^2]: 0.30
- Friction Angle [deg]: 30.00

COLEGIO OF. ING. TÉC., MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

Joint Set 2 Data:

- Cohesion [t/m^2]: 0.30
- Friction Angle [deg]: 30.00

Slope Data:

- Slope height [m]: 18.00
- Rock unit weight [t/m^3]: 2.70
- Water pressures in the slope: YES
- Overhanging slope face: NO
- Externally applied force: NO
- Tension crack: NO

Water Pressure Data:

- Water unit weight [t/m^3]: 1.000
- Pressure definition method: Percent Filled Fissures
- Percent Filled: 30.000 %

Wedge Vertices:

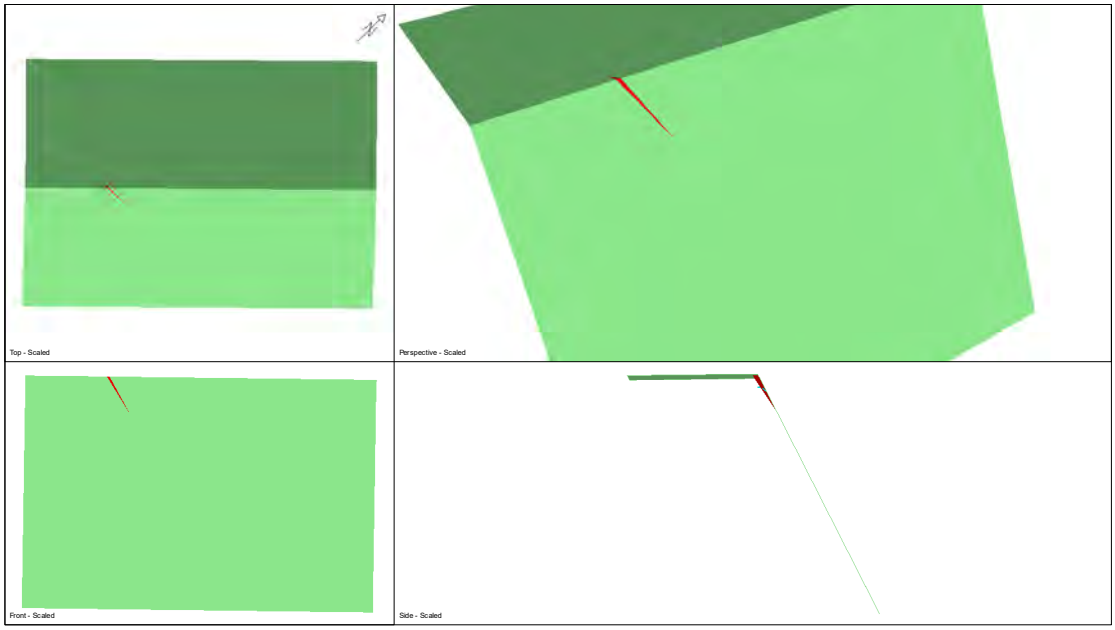
- Coordinates in Easting,Northing,Up Format
- 1=Joint1, 2=Joint2, 3=Upper Face, 4=Slope

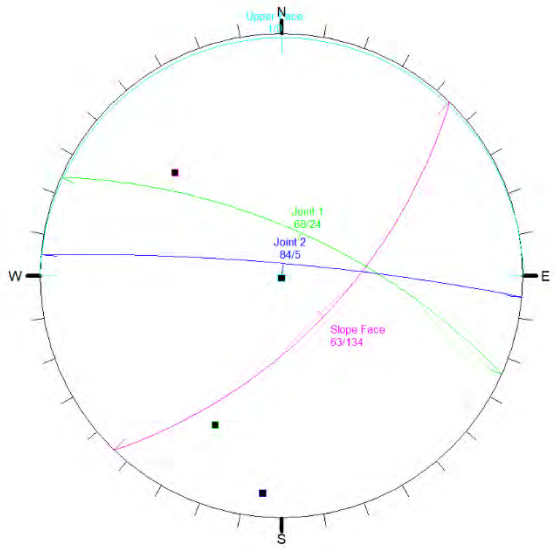
Point	x	y	z
124	0.000	0.000	0.000
134	6.851	0.468	2.087
234	1.119	0.965	2.079
123	2.502	2.349	2.055

1.2.3. Talud 63/134

a. Cuña J2-J3

COLEGIO OF. ING. TÉC., MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]





Swedge Analysis Information

Document Name:

- EX1_134-63_J2J3

Project Summary:

- Job Title: SWEDGE - Surface Wedge Stability Analysis

COLEGIO OF. ING. TÉC., MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

- Date Created: 31/07/2024, 16:17:22

Analysis Results:

- Analysis type: Deterministic
- Wedge is scaled, scale factor: 0.1620
- Safety Factor: 7.9418
- Wedge height (on slope) [m]: 2.92
- Bench width (on upper face) [m]: 0.44
- Wedge volume [m^3]: 0.042
- Wedge weight [tonnes]: 0.114
- Wedge area (joint1) [m^2]: 0.74
- Wedge area (joint2) [m^2]: 0.83
- Wedge area (slope) [m^2]: 0.32
- Wedge area (upper face) [m^2]: 0.04

Effective Normal and Strength Properties:

	Joint 1	Joint 2
Effective Normal force [tonnes]	0.18	0.15
Effective Normal stress [t/m^2]	0.24	0.18
Shear Strength [t/m^2]	0.44	0.40
Strength due to Waviness [t/m^2]	0.00	0.00

- Driving force [tonnes]: 0.08
- Resisting force [tonnes]: 0.66

Water Pressures/Forces:

	Average pressure [t/m^2]	Water force [tonnes]
Joint 1	N/A	0.01
Joint 2	N/A	0.01
Fissures	0.01	N/A

Failure Mode:

- Sliding on intersection line (joints 1&2)

COLEGIO OF. ING. TÉC., MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

Joint Sets 1&2 line of Intersection:

Plunge [deg]	Trend [deg]	Length [m]
46.72	88.59	4.00

Trace Lengths:

	Slope Face [m]	Upper Face [m]
Joint 1	3.73	0.47
Joint 2	3.64	0.57

Persistence:

- Joint 1 [m]: 4.00
- Joint 2 [m]: 4.00

Intersection Angles:

	Slope Face	Upper Face
Joint 1 & Joint 2	2.72	19.16
Joint 1 & Crest	60.46	110.19
Joint 2 & Crest	116.82	50.65

Dip and Dip Direction:

	Dip [deg]	Dip Direction [deg]
Joint Set 1	68.00	24.00
Joint Set 2	84.00	5.00
Slope	63.00	134.00
Upper Face	1.00	0.00

Joint Set 1 Data:

- Cohesion [t/m^2]: 0.30
- Friction Angle [deg]: 30.00

Joint Set 2 Data:

COLEGIO OF. ING. TÉC., MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

- Cohesion [t/m^2]: 0.30
- Friction Angle [deg]: 30.00

Slope Data:

- Slope height [m]: 18.00
- Rock unit weight [t/m^3]: 2.70
- Water pressures in the slope: YES
- Overhanging slope face: NO
- Externally applied force: NO
- Tension crack: NO

Water Pressure Data:

- Water unit weight [t/m^3]: 1.000
- Pressure definition method: Percent Filled Fissures
- Percent Filled: 30.000 %

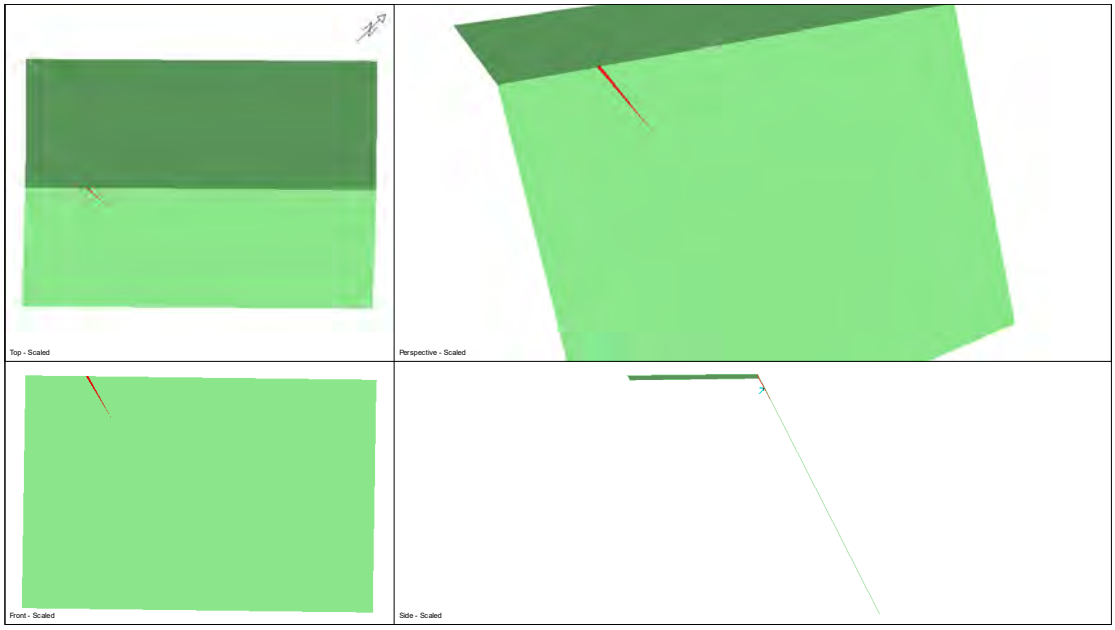
Wedge Vertices:

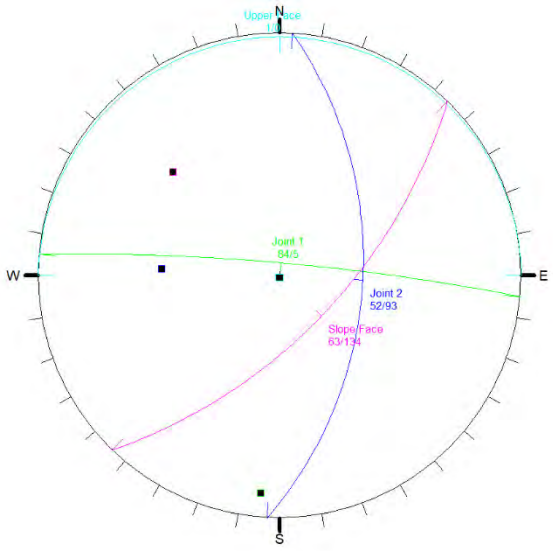
- Coordinates in Easting,Northing,Up Format
- 1=Joint1, 2=Joint2, 3=Upper Face, 4=Slope

Point	x	y	z
124	0.000	0.000	0.000
134	-2.315	-0.259	2.915
234	-2.176	-0.117	2.913
123	-2.741	-0.067	2.912

COLEGIO OF. ING. TÉC., MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

b. Cuña J3-J4





Swedge Analysis Information

Document Name:

- EX1_134-63_J3J4

Project Summary:

COLEGIO OF. ING. TÉC. MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

- Job Title: SWEDGE - Surface Wedge Stability Analysis
- Date Created: 31/07/2024, 16:17:22

Analysis Results:

- Analysis type: Deterministic
- Wedge is scaled, scale factor: 0.1742
- Safety Factor: 4.8304
- Wedge height (on slope) [m]: 3.14
- Bench width (on upper face) [m]: 0.09
- Wedge volume [m^3]: 0.008
- Wedge weight [tonnes]: 0.023
- Wedge area (joint1) [m^2]: 0.18
- Wedge area (joint2) [m^2]: 0.28
- Wedge area (slope) [m^2]: 0.31
- Wedge area (upper face) [m^2]: 0.01

Effective Normal and Strength Properties:

	Joint 1	Joint 2
Effective Normal force [tonnes]	0.00	0.01
Effective Normal stress [t/m^2]	0.00	0.04
Shear Strength [t/m^2]	0.00	0.32
Strength due to Waviness [t/m^2]	0.00	0.00

- Driving force [tonnes]: 0.02
- Resisting force [tonnes]: 0.09

Water Pressures/Forces:

	Average pressure [t/m^2]	Water force [tonnes]
Joint 1	N/A	0.00
Joint 2	N/A	0.00
Fissures	0.01	N/A

Failure Mode:

- Sliding on joint2

COLEGIO OF. ING. TÉC., MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

Joint Sets 1&2 line of Intersection:

Plunge [deg]	Trend [deg]	Length [m]
51.86	87.31	3.99

Trace Lengths:

	Slope Face [m]	Upper Face [m]
Joint 1	3.92	0.12
Joint 2	4.00	0.14

Persistence:

- Joint 1 [m]: 3.99
- Joint 2 [m]: 4.00

Intersection Angles:

	Slope Face	Upper Face
Joint 1 & Joint 2	2.30	88.77
Joint 1 & Crest	116.82	50.65
Joint 2 & Crest	60.88	40.58

Dip and Dip Direction:

	Dip [deg]	Dip Direction [deg]
Joint Set 1	84.00	5.00
Joint Set 2	52.00	93.00
Slope	63.00	134.00
Upper Face	1.00	0.00

Joint Set 1 Data:

- Cohesion [t/m^2]: 0.30
- Friction Angle [deg]: 30.00

Joint Set 2 Data:

COLEGIO OF. ING. TÉC., MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

- Cohesion [t/m^2]: 0.30
- Friction Angle [deg]: 30.00

Slope Data:

- Slope height [m]: 18.00
- Rock unit weight [t/m^3]: 2.70
- Water pressures in the slope: YES
- Overhanging slope face: NO
- Externally applied force: NO
- Tension crack: NO

Water Pressure Data:

- Water unit weight [t/m^3]: 1.000
- Pressure definition method: Percent Filled Fissures
- Percent Filled: 30.000 %

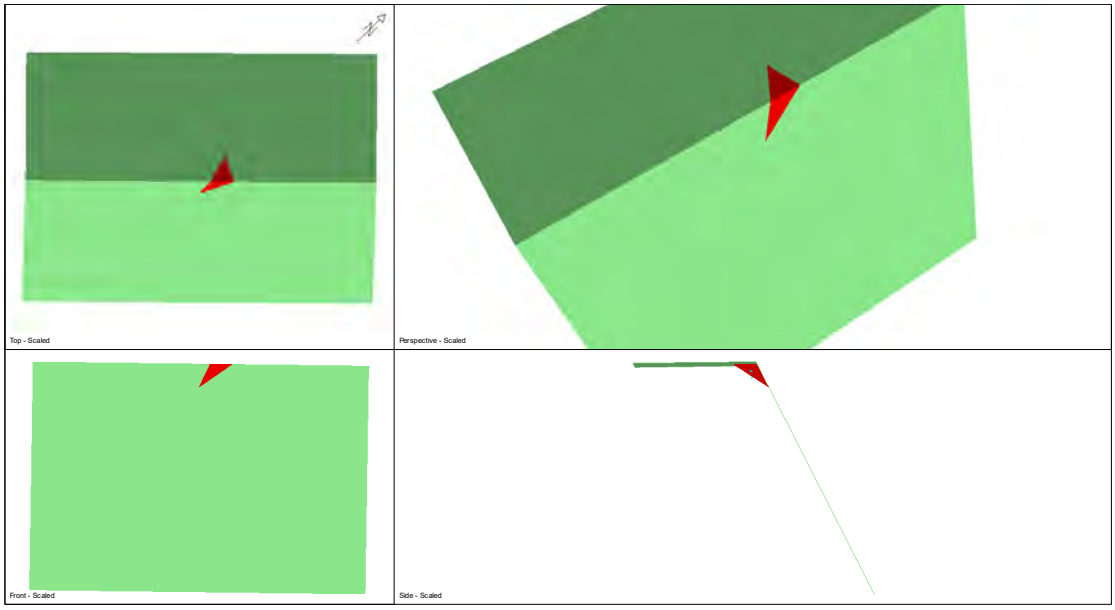
Wedge Vertices:

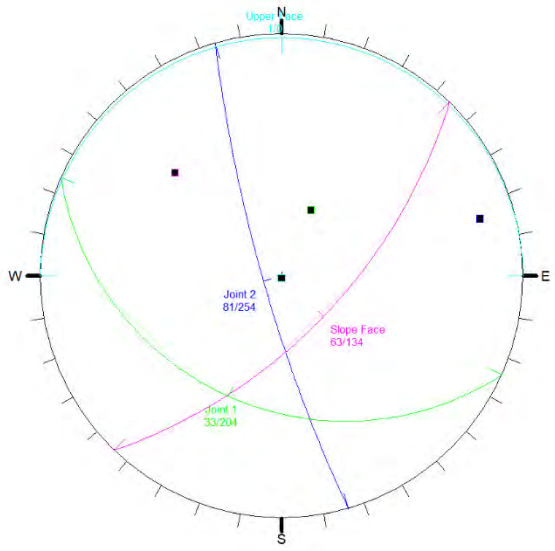
- Coordinates in Easting,Northing,Up Format
- 1=Joint1, 2=Joint2, 3=Upper Face, 4=Slope

Point	x	y	z
124	0.000	0.000	0.000
134	-2.342	-0.126	3.135
234	-2.468	-0.254	3.138
123	-2.459	-0.116	3.135

COLEGIO OF. ING. TÉC., MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

c. Cuña S0-J6





Swedge Analysis Information

Document Name:

- EX1_134-63_S0J6

Project Summary:

- Job Title: SWEDGE - Surface Wedge Stability Analysis

COLEGIO OF. ING. TÉC. MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

- Date Created: 31/07/2024, 16:17:22

Analysis Results:

- Analysis type: Deterministic
- Wedge is scaled, scale factor: 0.1050
- Safety Factor: 2.7815
- Wedge height (on slope) [m]: 1.89
- Bench width (on upper face) [m]: 1.93
- Wedge volume [m^3]: 1.144
- Wedge weight [tonnes]: 3.088
- Wedge area (joint1) [m^2]: 3.59
- Wedge area (joint2) [m^2]: 2.17
- Wedge area (slope) [m^2]: 1.98
- Wedge area (upper face) [m^2]: 1.77

Effective Normal and Strength Properties:

	Joint 1	Joint 2
Effective Normal force [tonnes]	3.02	0.96
Effective Normal stress [t/m^2]	0.84	0.44
Shear Strength [t/m^2]	0.79	0.55
Strength due to Waviness [t/m^2]	0.00	0.00

- Driving force [tonnes]: 1.45
- Resisting force [tonnes]: 4.03

Water Pressures/Forces:

	Average pressure [t/m^2]	Water force [tonnes]
Joint 1	N/A	0.03
Joint 2	N/A	0.02
Fissures	0.01	N/A

Failure Mode:

- Sliding on intersection line (joints 1&2)

COLEGIO OF. ING. TÉC., MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

Joint Sets 1&2 line of Intersection:

Plunge [deg]	Trend [deg]	Length [m]
27.96	168.82	4.00

Trace Lengths:

	Slope Face [m]	Upper Face [m]
Joint 1	3.47	2.07
Joint 2	2.33	2.22

Persistence:

- Joint 1 [m]: 4.00
- Joint 2 [m]: 4.00

Intersection Angles:

	Slope Face	Upper Face
Joint 1 & Joint 2	29.29	50.46
Joint 1 & Crest	38.48	69.03
Joint 2 & Crest	112.23	60.51

Dip and Dip Direction:

	Dip [deg]	Dip Direction [deg]
Joint Set 1	33.00	204.00
Joint Set 2	81.00	254.00
Slope	63.00	134.00
Upper Face	1.00	0.00

Joint Set 1 Data:

- Cohesion [t/m^2]: 0.30
- Friction Angle [deg]: 30.00

Joint Set 2 Data:

COLEGIO OF. ING. TÉC., MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

- Cohesion [t/m^2]: 0.30
- Friction Angle [deg]: 30.00

Slope Data:

- Slope height [m]: 18.00
- Rock unit weight [t/m^3]: 2.70
- Water pressures in the slope: YES
- Overhanging slope face: NO
- Externally applied force: NO
- Tension crack: NO

Water Pressure Data:

- Water unit weight [t/m^3]: 1.000
- Pressure definition method: Percent Filled Fissures
- Percent Filled: 30.000 %

Wedge Vertices:

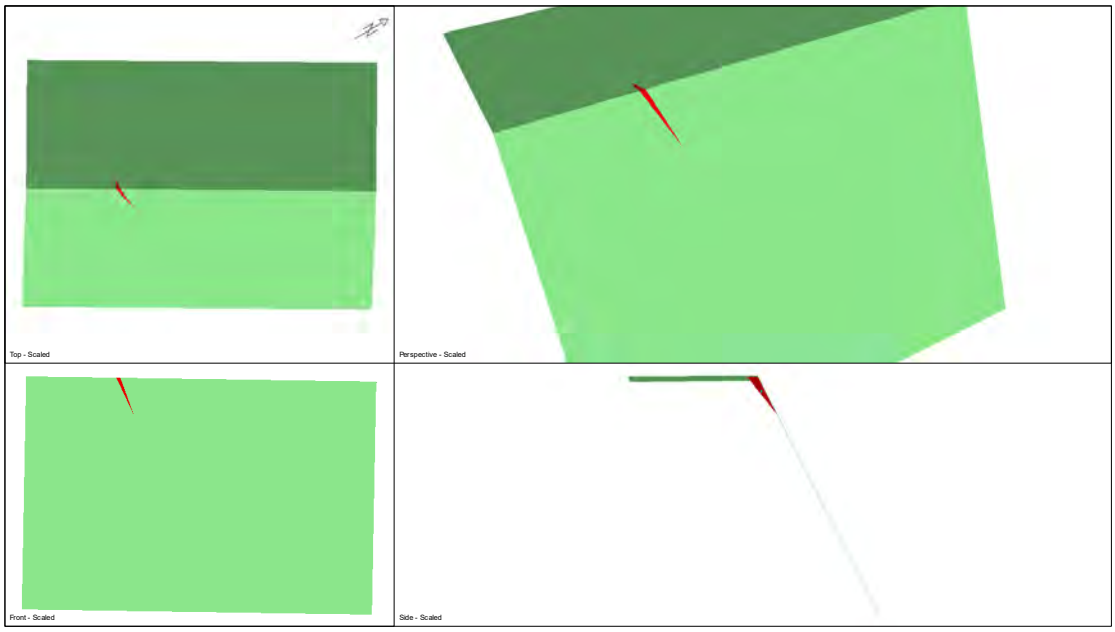
- Coordinates in Easting,Northing,Up Format
- 1=Joint1, 2=Joint2, 3=Upper Face, 4=Slope

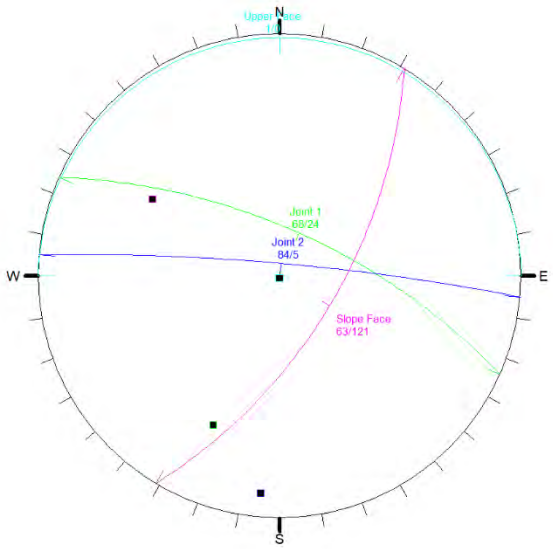
Point	x	y	z
124	0.000	0.000	0.000
134	1.215	2.644	1.890
234	-0.067	1.333	1.913
123	-0.685	3.466	1.875

COLEGIO OF. ING. TÉC., MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

1.2.4. Talud 63/121

a. Cuña J2-J3





Swedge Analysis Information

Document Name:

- EX1_121-63_J2J3

COLEGIO OF. ING. TÉC., MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

Project Summary:

- Job Title: SWEDGE - Surface Wedge Stability Analysis
- Date Created: 31/07/2024, 16:17:22

Analysis Results:

- Analysis type: Deterministic
- Wedge is scaled, scale factor: 0.1621
- Safety Factor: 5.6476
- Wedge height (on slope) [m]: 2.92
- Bench width (on upper face) [m]: 0.83
- Wedge volume [m^3]: 0.123
- Wedge weight [tonnes]: 0.331
- Wedge area (joint1) [m^2]: 1.32
- Wedge area (joint2) [m^2]: 1.35
- Wedge area (slope) [m^2]: 0.50
- Wedge area (upper face) [m^2]: 0.13

Effective Normal and Strength Properties:

	Joint 1	Joint 2
Effective Normal force [tonnes]	0.53	0.44
Effective Normal stress [t/m^2]	0.40	0.33
Shear Strength [t/m^2]	0.53	0.49
Strength due to Waviness [t/m^2]	0.00	0.00

- Driving force [tonnes]: 0.24
- Resisting force [tonnes]: 1.36

Water Pressures/Forces:

	Average pressure [t/m^2]	Water force [tonnes]
Joint 1	N/A	0.02
Joint 2	N/A	0.02
Fissures	0.01	N/A

Failure Mode:

COLEGIO OF. ING. TÉC., MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

- Sliding on intersection line (joints 1&2)

Joint Sets 1&2 line of Intersection:

Plunge [deg]	Trend [deg]	Length [m]
46.72	88.59	4.00

Trace Lengths:

	Slope Face [m]	Upper Face [m]
Joint 1	3.55	0.83
Joint 2	3.44	0.92

Persistence:

- Joint 1 [m]: 4.00
- Joint 2 [m]: 4.00

Intersection Angles:

	Slope Face	Upper Face
Joint 1 & Joint 2	4.67	19.16
Joint 1 & Crest	66.34	97.26
Joint 2 & Crest	108.99	63.58

Dip and Dip Direction:

	Dip [deg]	Dip Direction [deg]
Joint Set 1	68.00	24.00
Joint Set 2	84.00	5.00
Slope	63.00	121.00
Upper Face	1.00	0.00

Joint Set 1 Data:

- Cohesion [t/m^2]: 0.30
- Friction Angle [deg]: 30.00

COLEGIO OF. ING. TÉC., MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

Joint Set 2 Data:

- Cohesion [t/m^2]: 0.30
- Friction Angle [deg]: 30.00

Slope Data:

- Slope height [m]: 18.00
- Rock unit weight [t/m^3]: 2.70
- Water pressures in the slope: YES
- Overhanging slope face: NO
- Externally applied force: NO
- Tension crack: NO

Water Pressure Data:

- Water unit weight [t/m^3]: 1.000
- Pressure definition method: Percent Filled Fissures
- Percent Filled: 30.000 %

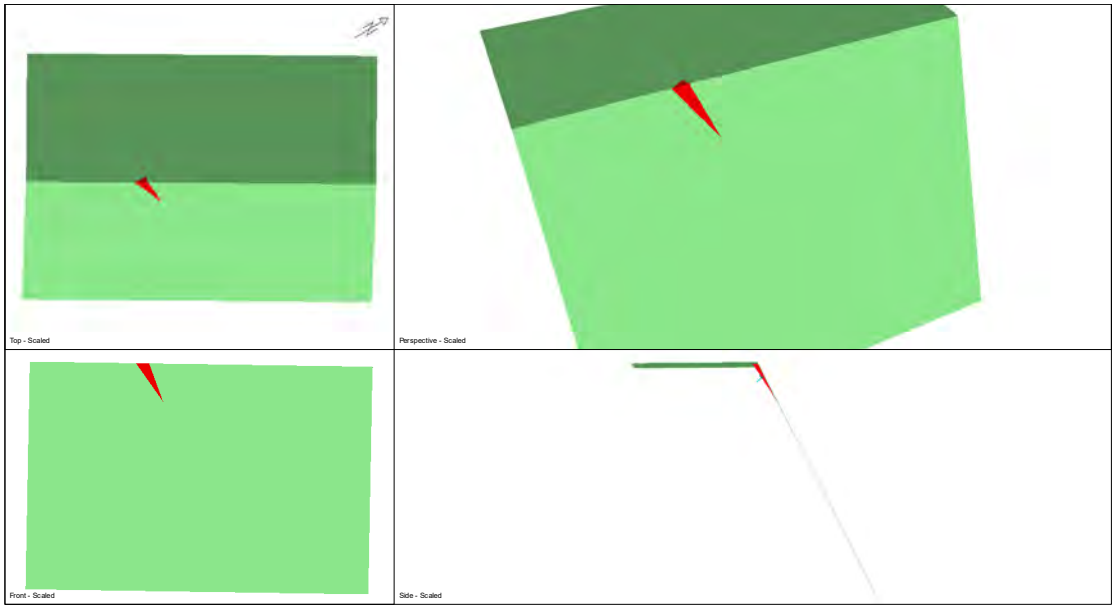
Wedge Vertices:

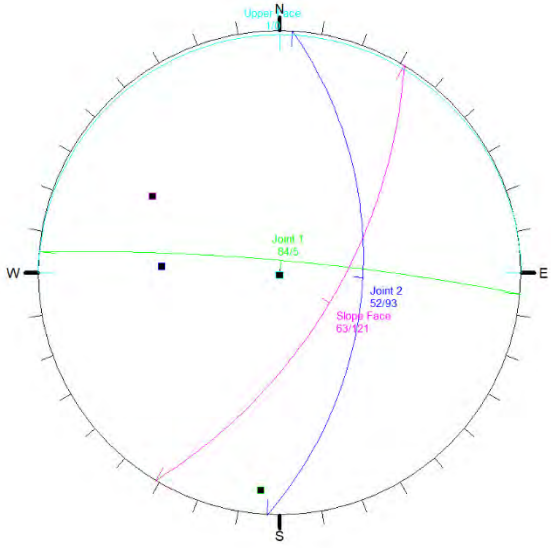
- Coordinates in Easting,Northing,Up Format
- 1=Joint1, 2=Joint2, 3=Upper Face, 4=Slope

Point	x	y	z
124	0.000	0.000	0.000
134	-1.980	-0.409	2.918
234	-1.821	-0.148	2.914
123	-2.741	-0.067	2.912

COLEGIO OF. ING. TÉC., MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

b. Cuña J2-J4





Swedge Analysis Information

Document Name:

- EX1_121-63_J3J4

Project Summary:

COLEGIO OF. ING. TÉC. MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

- Job Title: SWEDGE - Surface Wedge Stability Analysis
- Date Created: 31/07/2024, 16:17:22

Analysis Results:

- Analysis type: Deterministic
- Wedge is scaled, scale factor: 0.1668
- Safety Factor: 1.5398
- Wedge height (on slope) [m]: 3.00
- Bench width (on upper face) [m]: 0.43
- Wedge volume [m^3]: 0.222
- Wedge weight [tonnes]: 0.598
- Wedge area (joint1) [m^2]: 0.72
- Wedge area (joint2) [m^2]: 1.76
- Wedge area (slope) [m^2]: 1.73
- Wedge area (upper face) [m^2]: 0.22

Effective Normal and Strength Properties:

	Joint 1	Joint 2
Effective Normal force [tonnes]	0.00	0.35
Effective Normal stress [t/m^2]	0.00	0.20
Shear Strength [t/m^2]	0.00	0.41
Strength due to Waviness [t/m^2]	0.00	0.00

- Driving force [tonnes]: 0.47
- Resisting force [tonnes]: 0.73

Water Pressures/Forces:

	Average pressure [t/m^2]	Water force [tonnes]
Joint 1	N/A	0.01
Joint 2	N/A	0.02
Fissures	0.01	N/A

Failure Mode:

- Sliding on joint2

COLEGIO OF. ING. TÉC., MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

Joint Sets 1&2 line of Intersection:

Plunge [deg]	Trend [deg]	Length [m]
51.86	87.31	3.82

Trace Lengths:

	Slope Face [m]	Upper Face [m]
Joint 1	3.54	0.48
Joint 2	4.00	0.93

Persistence:

- Joint 1 [m]: 3.82
- Joint 2 [m]: 4.00

Intersection Angles:

	Slope Face	Upper Face
Joint 1 & Joint 2	14.13	88.77
Joint 1 & Crest	108.99	63.58
Joint 2 & Crest	56.87	27.65

Dip and Dip Direction:

	Dip [deg]	Dip Direction [deg]
Joint Set 1	84.00	5.00
Joint Set 2	52.00	93.00
Slope	63.00	121.00
Upper Face	1.00	0.00

Joint Set 1 Data:

- Cohesion [t/m^2]: 0.30
- Friction Angle [deg]: 30.00

Joint Set 2 Data:

COLEGIO OF. ING. TÉC., MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

- Cohesion [t/m^2]: 0.30
- Friction Angle [deg]: 30.00

Slope Data:

- Slope height [m]: 18.00
- Rock unit weight [t/m^3]: 2.70
- Water pressures in the slope: YES
- Overhanging slope face: NO
- Externally applied force: NO
- Tension crack: NO

Water Pressure Data:

- Water unit weight [t/m^3]: 1.000
- Pressure definition method: Percent Filled Fissures
- Percent Filled: 30.000 %

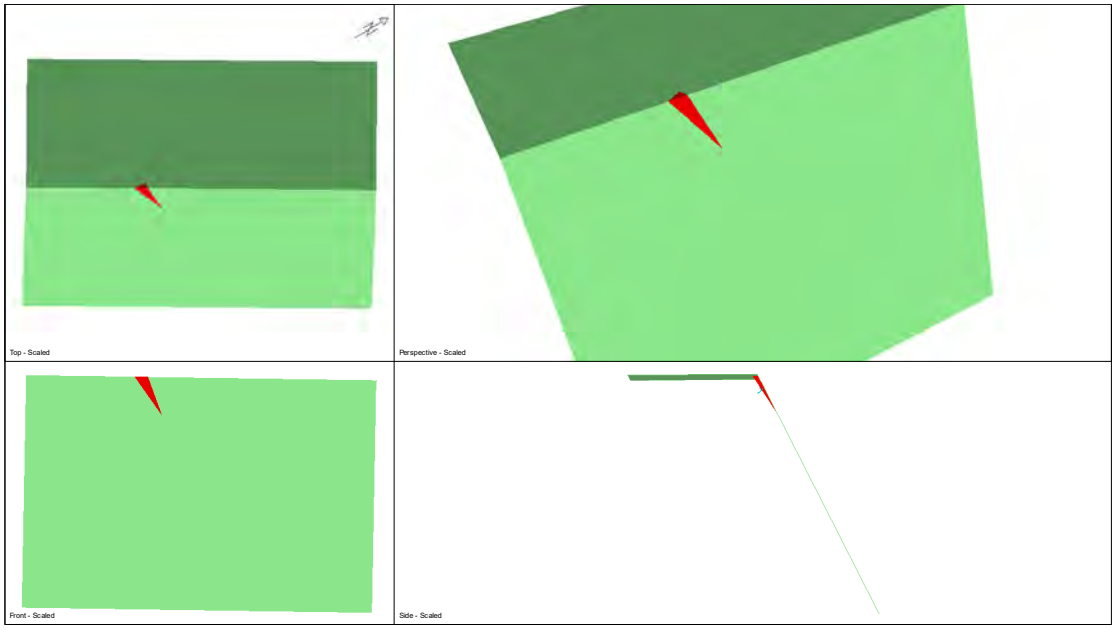
Wedge Vertices:

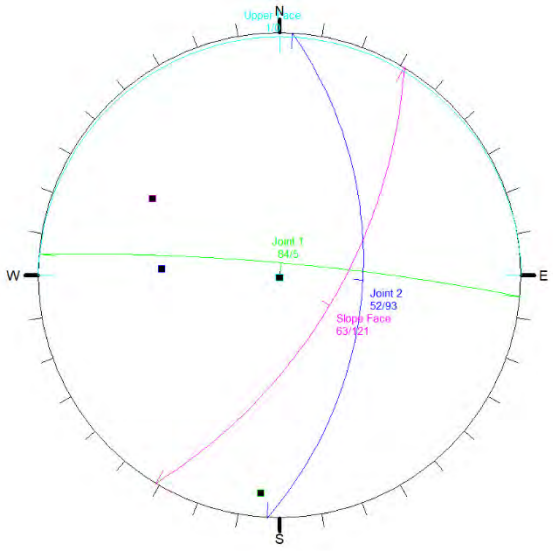
- Coordinates in Easting,Northing,Up Format
- 1=Joint1, 2=Joint2, 3=Upper Face, 4=Slope

Point	x	y	z
124	0.000	0.000	0.000
134	-1.876	-0.153	3.002
234	-2.414	-1.034	3.017
123	-2.353	-0.111	3.001

COLEGIO OF. ING. TÉC., MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

c. Cuña J3-J4





Swedge Analysis Information

Document Name:

- EX1_121-63_J3J4

Project Summary:

COLEGIO OF. ING. TÉC. MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

- Job Title: SWEDGE - Surface Wedge Stability Analysis
- Date Created: 31/07/2024, 16:17:22

Analysis Results:

- Analysis type: Deterministic
- Wedge is scaled, scale factor: 0.1668
- Safety Factor: 1.5398
- Wedge height (on slope) [m]: 3.00
- Bench width (on upper face) [m]: 0.43
- Wedge volume [m^3]: 0.222
- Wedge weight [tonnes]: 0.598
- Wedge area (joint1) [m^2]: 0.72
- Wedge area (joint2) [m^2]: 1.76
- Wedge area (slope) [m^2]: 1.73
- Wedge area (upper face) [m^2]: 0.22

Effective Normal and Strength Properties:

	Joint 1	Joint 2
Effective Normal force [tonnes]	0.00	0.35
Effective Normal stress [t/m^2]	0.00	0.20
Shear Strength [t/m^2]	0.00	0.41
Strength due to Waviness [t/m^2]	0.00	0.00

- Driving force [tonnes]: 0.47
- Resisting force [tonnes]: 0.73

Water Pressures/Forces:

	Average pressure [t/m^2]	Water force [tonnes]
Joint 1	N/A	0.01
Joint 2	N/A	0.02
Fissures	0.01	N/A

Failure Mode:

- Sliding on joint2

COLEGIO OF. ING. TÉC., MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

Joint Sets 1&2 line of Intersection:

Plunge [deg]	Trend [deg]	Length [m]
51.86	87.31	3.82

Trace Lengths:

	Slope Face [m]	Upper Face [m]
Joint 1	3.54	0.48
Joint 2	4.00	0.93

Persistence:

- Joint 1 [m]: 3.82
- Joint 2 [m]: 4.00

Intersection Angles:

	Slope Face	Upper Face
Joint 1 & Joint 2	14.13	88.77
Joint 1 & Crest	108.99	63.58
Joint 2 & Crest	56.87	27.65

Dip and Dip Direction:

	Dip [deg]	Dip Direction [deg]
Joint Set 1	84.00	5.00
Joint Set 2	52.00	93.00
Slope	63.00	121.00
Upper Face	1.00	0.00

Joint Set 1 Data:

- Cohesion [t/m^2]: 0.30
- Friction Angle [deg]: 30.00

Joint Set 2 Data:

COLEGIO OF. ING. TÉC., MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

- Cohesion [t/m^2]: 0.30
- Friction Angle [deg]: 30.00

Slope Data:

- Slope height [m]: 18.00
- Rock unit weight [t/m^3]: 2.70
- Water pressures in the slope: YES
- Overhanging slope face: NO
- Externally applied force: NO
- Tension crack: NO

Water Pressure Data:

- Water unit weight [t/m^3]: 1.000
- Pressure definition method: Percent Filled Fissures
- Percent Filled: 30.000 %

Wedge Vertices:

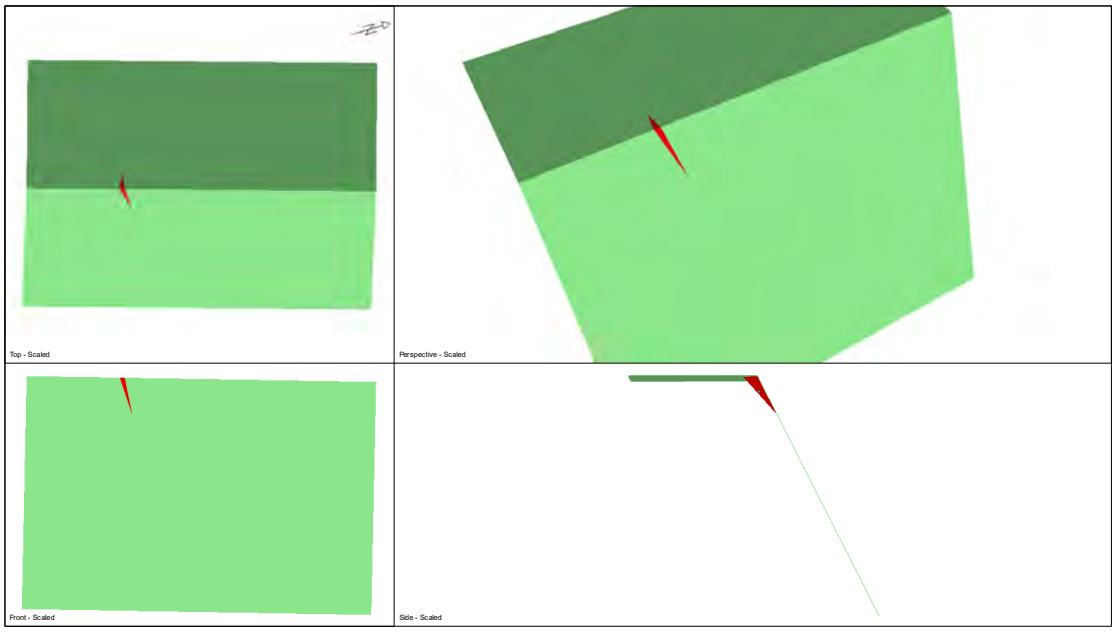
- Coordinates in Easting,Northing,Up Format
- 1=Joint1, 2=Joint2, 3=Upper Face, 4=Slope

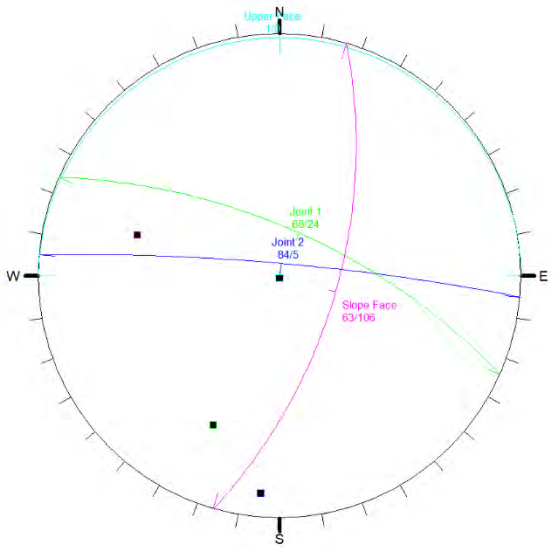
Point	x	y	z
124	0.000	0.000	0.000
134	-1.876	-0.153	3.002
234	-2.414	-1.034	3.017
123	-2.353	-0.111	3.001

COLEGIO OF. ING. TÉC., MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

1.2.5. Talud 63/106

a. Cuña J2-J3





Swedge Analysis Information

Document Name:

- EX1_106-63_J2J3

COLEGIO OF. ING. TÉC., MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

Project Summary:

- Job Title: SWEDGE - Surface Wedge Stability Analysis
- Date Created: 31/07/2024, 16:17:22

Analysis Results:

- Analysis type: Deterministic
- Wedge is scaled, scale factor: 0.1622
- Safety Factor: 4.8893
- Wedge height (on slope) [m]: 2.92
- Bench width (on upper face) [m]: 1.13
- Wedge volume [m^3]: 0.209
- Wedge weight [tonnes]: 0.565
- Wedge area (joint1) [m^2]: 1.80
- Wedge area (joint2) [m^2]: 1.69
- Wedge area (slope) [m^2]: 0.62
- Wedge area (upper face) [m^2]: 0.22

Effective Normal and Strength Properties:

	Joint 1	Joint 2
Effective Normal force [tonnes]	0.90	0.76
Effective Normal stress [t/m^2]	0.50	0.45
Shear Strength [t/m^2]	0.59	0.56
Strength due to Waviness [t/m^2]	0.00	0.00

- Driving force [tonnes]: 0.41
- Resisting force [tonnes]: 2.01

Water Pressures/Forces:

	Average pressure [t/m^2]	Water force [tonnes]
Joint 1	N/A	0.02
Joint 2	N/A	0.02
Fissures	0.01	N/A

Failure Mode:

COLEGIO OF. ING. TÉC., MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

- Sliding on intersection line (joints 1&2)

Joint Sets 1&2 line of Intersection:

Plunge [deg]	Trend [deg]	Length [m]
46.72	88.59	4.00

Trace Lengths:

	Slope Face [m]	Upper Face [m]
Joint 1	3.42	1.14
Joint 2	3.33	1.15

Persistence:

- Joint 1 [m]: 4.00
- Joint 2 [m]: 4.00

Intersection Angles:

	Slope Face	Upper Face
Joint 1 & Joint 2	6.28	19.16
Joint 1 & Crest	72.24	82.32
Joint 2 & Crest	101.48	78.52

Dip and Dip Direction:

	Dip [deg]	Dip Direction [deg]
Joint Set 1	68.00	24.00
Joint Set 2	84.00	5.00
Slope	63.00	106.00
Upper Face	1.00	0.00

Joint Set 1 Data:

- Cohesion [t/m^2]: 0.30
- Friction Angle [deg]: 30.00

COLEGIO OF. ING. TÉC., MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

Joint Set 2 Data:

- Cohesion [t/m^2]: 0.30
- Friction Angle [deg]: 30.00

Slope Data:

- Slope height [m]: 18.00
- Rock unit weight [t/m^3]: 2.70
- Water pressures in the slope: YES
- Overhanging slope face: NO
- Externally applied force: NO
- Tension crack: NO

Water Pressure Data:

- Water unit weight [t/m^3]: 1.000
- Pressure definition method: Percent Filled Fissures
- Percent Filled: 30.000 %

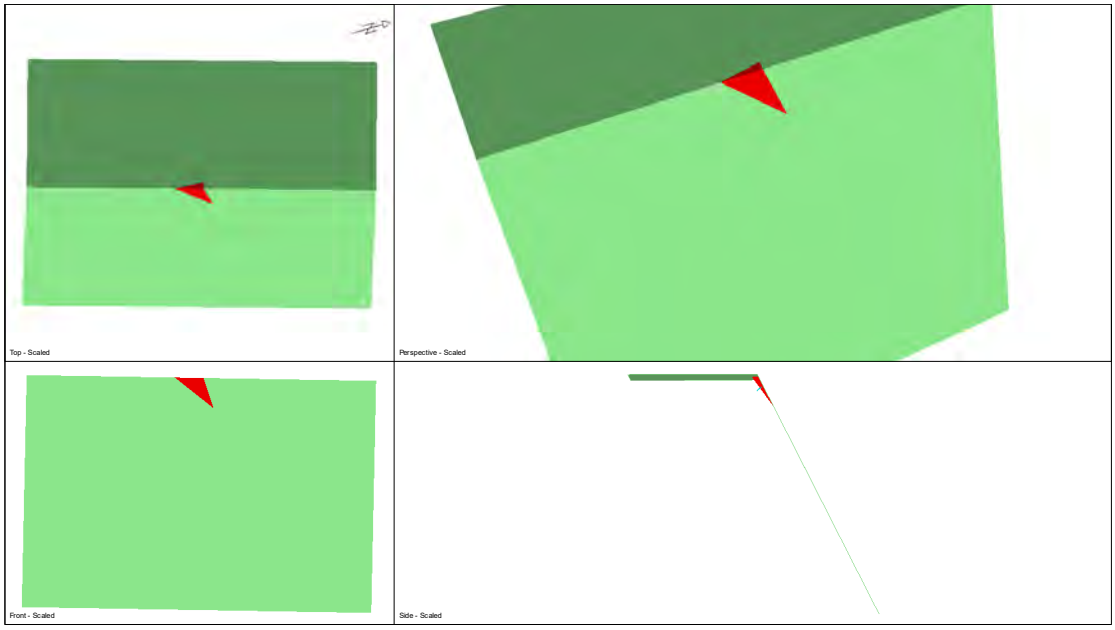
Wedge Vertices:

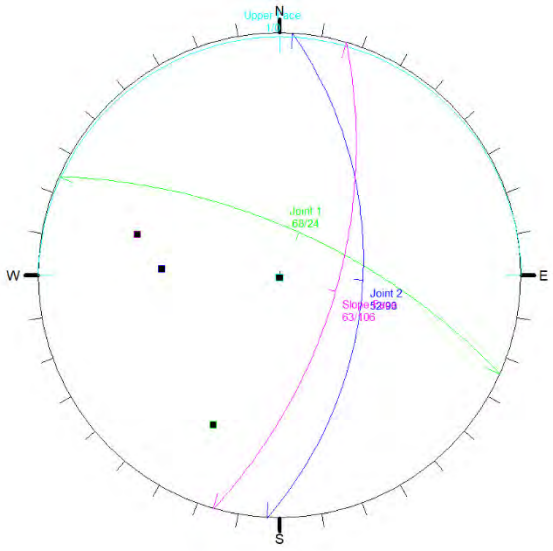
- Coordinates in Easting,Northing,Up Format
- 1=Joint1, 2=Joint2, 3=Upper Face, 4=Slope

Point	x	y	z
124	0.000	0.000	0.000
134	-1.701	-0.534	2.920
234	-1.593	-0.168	2.914
123	-2.741	-0.067	2.912

COLEGIO OF. ING. TÉC., MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

b. Cuña J2-J4





Swedge Analysis Information

Document Name:

- EX1_106-63_J2J4

Project Summary:

COLEGIO OF. ING. TÉC. MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

- Job Title: SWEDGE - Surface Wedge Stability Analysis
- Date Created: 31/07/2024, 16:17:22

Analysis Results:

- Analysis type: Deterministic
- Wedge is scaled, scale factor: 0.1293
- Safety Factor: 1.5328
- Wedge height (on slope) [m]: 2.33
- Bench width (on upper face) [m]: 0.51
- Wedge volume [m^3]: 0.439
- Wedge weight [tonnes]: 1.186
- Wedge area (joint1) [m^2]: 0.65
- Wedge area (joint2) [m^2]: 3.44
- Wedge area (slope) [m^2]: 2.87
- Wedge area (upper face) [m^2]: 0.57

Effective Normal and Strength Properties:

	Joint 1	Joint 2
Effective Normal force [tonnes]	0.00	0.70
Effective Normal stress [t/m^2]	0.00	0.20
Shear Strength [t/m^2]	0.00	0.42
Strength due to Waviness [t/m^2]	0.00	0.00

- Driving force [tonnes]: 0.94
- Resisting force [tonnes]: 1.43

Water Pressures/Forces:

	Average pressure [t/m^2]	Water force [tonnes]
Joint 1	N/A	0.01
Joint 2	N/A	0.04
Fissures	0.01	N/A

Failure Mode:

- Sliding on joint2

COLEGIO OF. ING. TÉC., MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

Joint Sets 1&2 line of Intersection:

Plunge [deg]	Trend [deg]	Length [m]
51.60	83.35	2.96

Trace Lengths:

	Slope Face [m]	Upper Face [m]
Joint 1	2.73	0.52
Joint 2	4.00	2.34

Persistence:

- Joint 1 [m]: 2.96
- Joint 2 [m]: 4.00

Intersection Angles:

	Slope Face	Upper Face
Joint 1 & Joint 2	31.76	69.61
Joint 1 & Crest	107.76	97.68
Joint 2 & Crest	40.48	12.71

Dip and Dip Direction:

	Dip [deg]	Dip Direction [deg]
Joint Set 1	68.00	24.00
Joint Set 2	52.00	93.00
Slope	63.00	106.00
Upper Face	1.00	0.00

Joint Set 1 Data:

- Cohesion [t/m^2]: 0.30
- Friction Angle [deg]: 30.00

Joint Set 2 Data:

COLEGIO OF. ING. TÉC., MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

- Cohesion [t/m^2]: 0.30
- Friction Angle [deg]: 30.00

Slope Data:

- Slope height [m]: 18.00
- Rock unit weight [t/m^3]: 2.70
- Water pressures in the slope: YES
- Overhanging slope face: NO
- Externally applied force: NO
- Tension crack: NO

Water Pressure Data:

- Water unit weight [t/m^3]: 1.000
- Pressure definition method: Percent Filled Fissures
- Percent Filled: 30.000 %

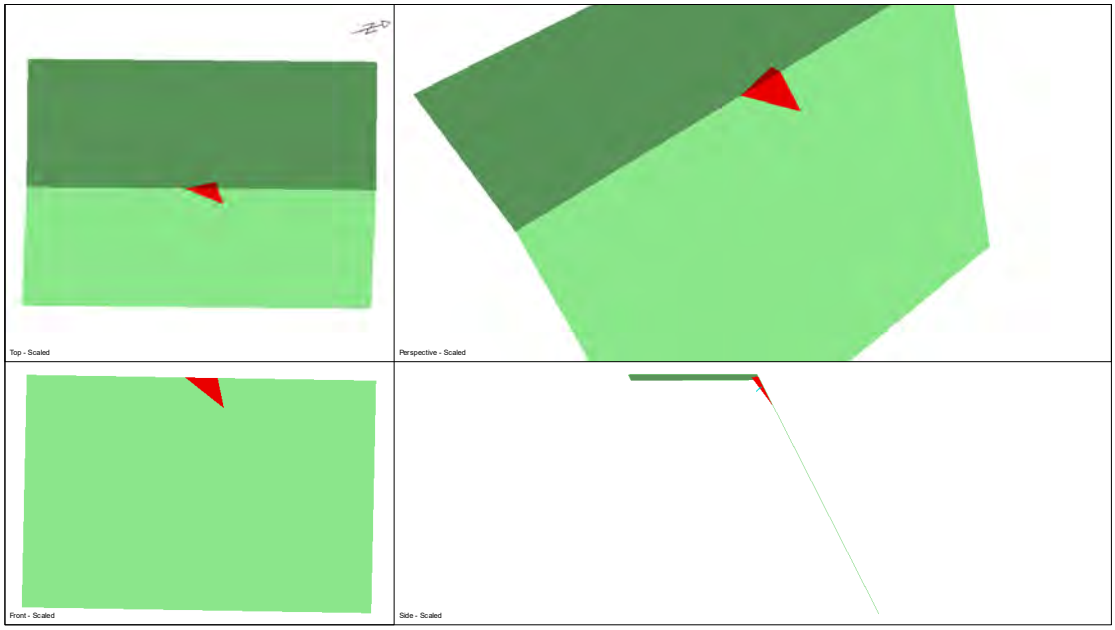
Wedge Vertices:

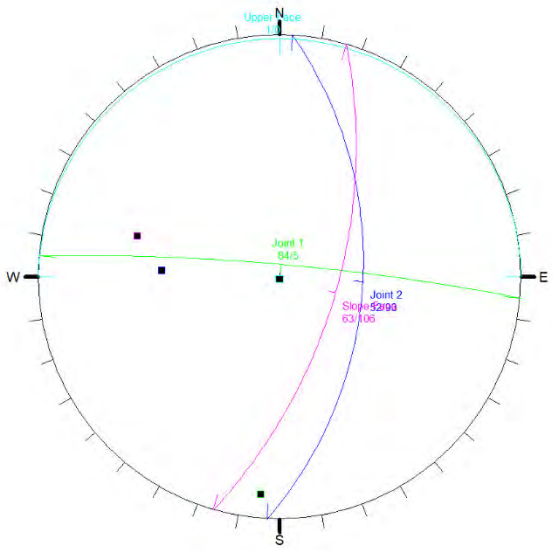
- Coordinates in Easting,Northing,Up Format
- 1=Joint1, 2=Joint2, 3=Upper Face, 4=Slope

Point	x	y	z
124	0.000	0.000	0.000
134	-1.356	-0.426	2.327
234	-1.983	-2.545	2.364
123	-1.829	-0.213	2.323

c. Cuña J3-J4

COLEGIO OF. ING. TÉC., MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]





Swedge Analysis Information

Document Name:

- EX1_106-63_J3J4

Project Summary:

- Job Title: SWEDGE - Surface Wedge Stability Analysis

COLEGIO OF. ING. TÉC., MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

- Date Created: 31/07/2024, 16:17:22

Analysis Results:

- Analysis type: Deterministic
- Wedge is scaled, scale factor: 0.1290
- Safety Factor: 1.4009
- Wedge height (on slope) [m]: 2.32
- Bench width (on upper face) [m]: 0.54
- Wedge volume [m^3]: 0.527
- Wedge weight [tonnes]: 1.424
- Wedge area (joint1) [m^2]: 0.65
- Wedge area (joint2) [m^2]: 3.63
- Wedge area (slope) [m^2]: 3.27
- Wedge area (upper face) [m^2]: 0.68

Effective Normal and Strength Properties:

	Joint 1	Joint 2
Effective Normal force [tonnes]	0.00	0.84
Effective Normal stress [t/m^2]	0.00	0.23
Shear Strength [t/m^2]	0.00	0.43
Strength due to Waviness [t/m^2]	0.00	0.00

- Driving force [tonnes]: 1.12
- Resisting force [tonnes]: 1.57

Water Pressures/Forces:

	Average pressure [t/m^2]	Water force [tonnes]
Joint 1	N/A	0.01
Joint 2	N/A	0.04
Fissures	0.01	N/A

Failure Mode:

- Sliding on joint2

COLEGIO OF. ING. TÉC., MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

Joint Sets 1&2 line of Intersection:

Plunge [deg]	Trend [deg]	Length [m]
51.86	87.31	2.95

Trace Lengths:

	Slope Face [m]	Upper Face [m]
Joint 1	2.65	0.55
Joint 2	4.00	2.47

Persistence:

- Joint 1 [m]: 2.95
- Joint 2 [m]: 4.00

Intersection Angles:

	Slope Face	Upper Face
Joint 1 & Joint 2	38.04	88.77
Joint 1 & Crest	101.48	78.52
Joint 2 & Crest	40.48	12.71

Dip and Dip Direction:

	Dip [deg]	Dip Direction [deg]
Joint Set 1	84.00	5.00
Joint Set 2	52.00	93.00
Slope	63.00	106.00
Upper Face	1.00	0.00

Joint Set 1 Data:

- Cohesion [t/m^2]: 0.30
- Friction Angle [deg]: 30.00

Joint Set 2 Data:

COLEGIO OF. ING. TÉC., MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

- Cohesion [t/m^2]: 0.30
- Friction Angle [deg]: 30.00

Slope Data:

- Slope height [m]: 18.00
- Rock unit weight [t/m^3]: 2.70
- Water pressures in the slope: YES
- Overhanging slope face: NO
- Externally applied force: NO
- Tension crack: NO

Water Pressure Data:

- Water unit weight [t/m^3]: 1.000
- Pressure definition method: Percent Filled Fissures
- Percent Filled: 30.000 %

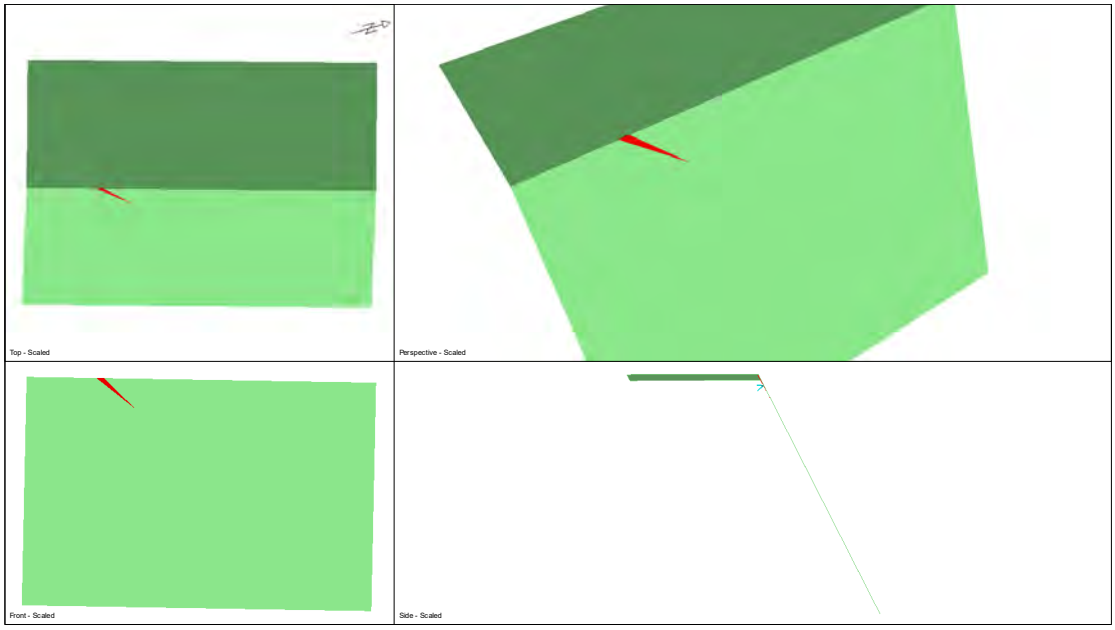
Wedge Vertices:

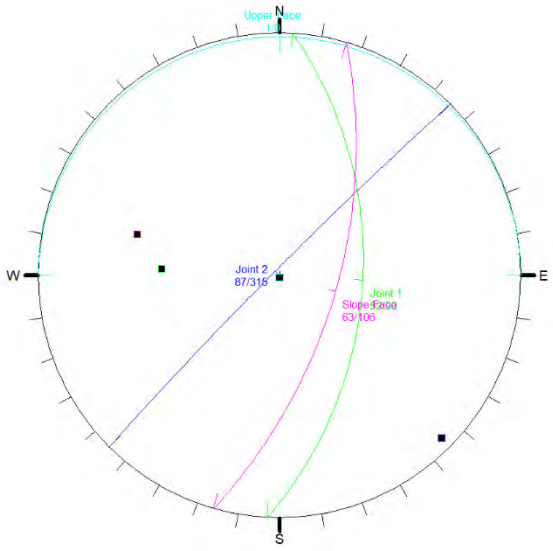
- Coordinates in Easting,Northing,Up Format
- 1=Joint1, 2=Joint2, 3=Upper Face, 4=Slope

Point	x	y	z
124	0.000	0.000	0.000
134	-1.269	-0.134	2.322
234	-1.983	-2.545	2.364
123	-1.820	-0.086	2.321

COLEGIO OF. ING. TÉC., MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

d. Cuña J4-J5





Swedge Analysis Information

Document Name:

- EX1_106-63_J4J5

Project Summary:

COLEGIO OF. ING. TÉC. MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

- Job Title: SWEDGE - Surface Wedge Stability Analysis
- Date Created: 31/07/2024, 16:17:22

Analysis Results:

- Analysis type: Deterministic
- Wedge is scaled, scale factor: 0.1313
- Safety Factor: 4.4660
- Wedge height (on slope) [m]: 2.36
- Bench width (on upper face) [m]: 0.09
- Wedge volume [m^3]: 0.020
- Wedge weight [tonnes]: 0.055
- Wedge area (joint1) [m^2]: 0.61
- Wedge area (joint2) [m^2]: 0.22
- Wedge area (slope) [m^2]: 0.75
- Wedge area (upper face) [m^2]: 0.03

Effective Normal and Strength Properties:

	Joint 1	Joint 2
Effective Normal force [tonnes]	0.03	0.00
Effective Normal stress [t/m^2]	0.04	0.00
Shear Strength [t/m^2]	0.32	0.00
Strength due to Waviness [t/m^2]	0.00	0.00

- Driving force [tonnes]: 0.04
- Resisting force [tonnes]: 0.20

Water Pressures/Forces:

	Average pressure [t/m^2]	Water force [tonnes]
Joint 1	N/A	0.01
Joint 2	N/A	0.00
Fissures	0.01	N/A

Failure Mode:

- Sliding on joint1

COLEGIO OF. ING. TÉC., MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

Joint Sets 1&2 line of Intersection:

Plunge [deg]	Trend [deg]	Length [m]
39.18	42.55	3.73

Trace Lengths:

	Slope Face [m]	Upper Face [m]
Joint 1	4.00	0.42
Joint 2	3.58	0.19

Persistence:

- Joint 1 [m]: 4.00
- Joint 2 [m]: 3.73

Intersection Angles:

	Slope Face	Upper Face
Joint 1 & Joint 2	5.98	138.82
Joint 1 & Crest	40.48	12.71
Joint 2 & Crest	133.55	28.47

Dip and Dip Direction:

	Dip [deg]	Dip Direction [deg]
Joint Set 1	52.00	93.00
Joint Set 2	87.00	315.00
Slope	63.00	106.00
Upper Face	1.00	0.00

Joint Set 1 Data:

- Cohesion [t/m^2]: 0.30
- Friction Angle [deg]: 30.00

Joint Set 2 Data:

COLEGIO OF. ING. TÉC., MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

- Cohesion [t/m^2]: 0.30
- Friction Angle [deg]: 30.00

Slope Data:

- Slope height [m]: 18.00
- Rock unit weight [t/m^3]: 2.70
- Water pressures in the slope: YES
- Overhanging slope face: NO
- Externally applied force: NO
- Tension crack: NO

Water Pressure Data:

- Water unit weight [t/m^3]: 1.000
- Pressure definition method: Percent Filled Fissures
- Percent Filled: 30.000 %

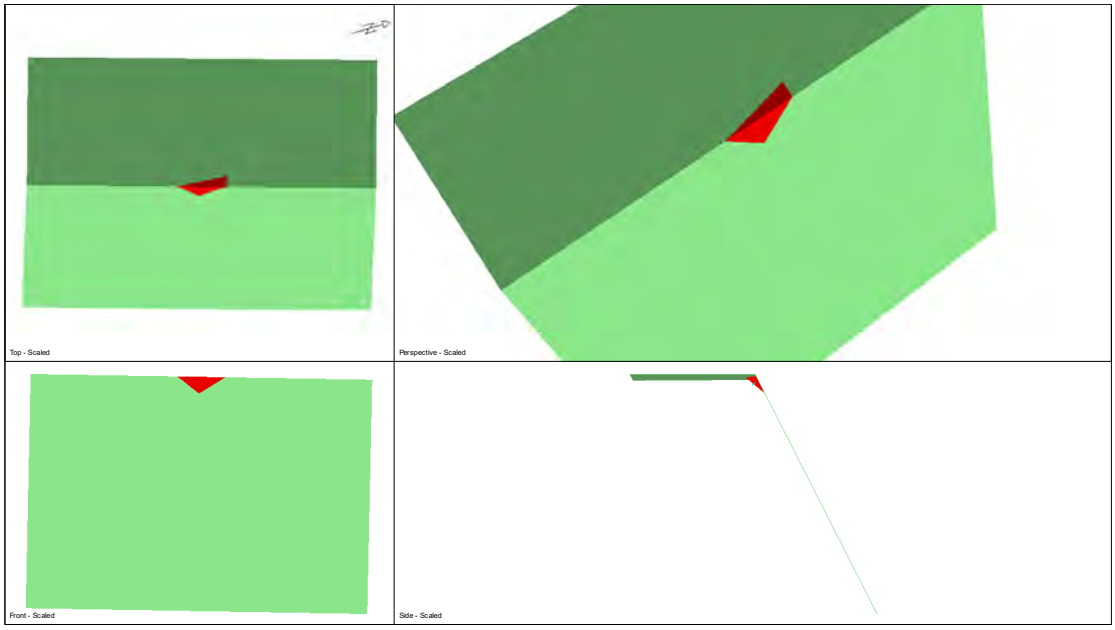
Wedge Vertices:

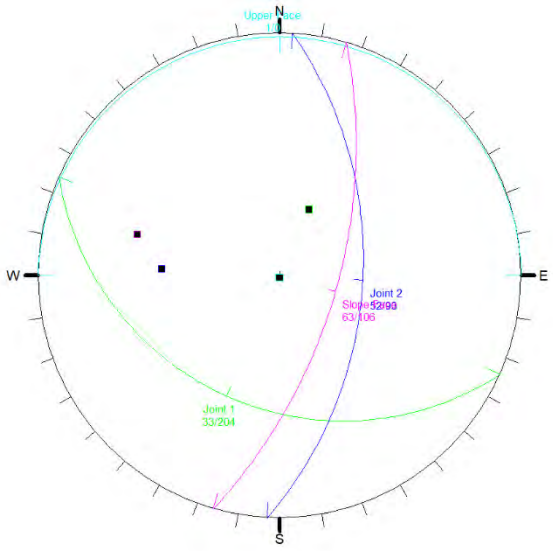
- Coordinates in Easting,Northing,Up Format
- 1=Joint1, 2=Joint2, 3=Upper Face, 4=Slope

Point	x	y	z
124	0.000	0.000	0.000
134	-1.983	-2.545	2.364
234	-1.820	-1.994	2.355
123	-1.956	-2.130	2.357

COLEGIO OF. ING. TÉC., MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

e. Cuña S0-J4





Swedge Analysis Information

Document Name:

- EX1_106-63_S0J4

Project Summary:

COLEGIO OF. ING. TÉC. MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

- Job Title: SWEDGE - Surface Wedge Stability Analysis
- Date Created: 31/07/2024, 16:17:22

Analysis Results:

- Analysis type: Deterministic
- Wedge is scaled, scale factor: 0.0713
- Safety Factor: 2.9626
- Wedge height (on slope) [m]: 1.28
- Bench width (on upper face) [m]: 0.88
- Wedge volume [m^3]: 0.736
- Wedge weight [tonnes]: 1.987
- Wedge area (joint1) [m^2]: 1.05
- Wedge area (joint2) [m^2]: 3.35
- Wedge area (slope) [m^2]: 2.81
- Wedge area (upper face) [m^2]: 1.67

Effective Normal and Strength Properties:

	Joint 1	Joint 2
Effective Normal force [tonnes]	1.40	0.69
Effective Normal stress [t/m^2]	1.34	0.21
Shear Strength [t/m^2]	1.07	0.42
Strength due to Waviness [t/m^2]	0.00	0.00

- Driving force [tonnes]: 0.85
- Resisting force [tonnes]: 2.53

Water Pressures/Forces:

	Average pressure [t/m^2]	Water force [tonnes]
Joint 1	N/A	0.01
Joint 2	N/A	0.02
Fissures	0.01	N/A

Failure Mode:

- Sliding on intersection line (joints 1&2)

COLEGIO OF. ING. TÉC., MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

Joint Sets 1&2 line of Intersection:

Plunge [deg]	Trend [deg]	Length [m]
25.46	161.16	2.97

Trace Lengths:

	Slope Face [m]	Upper Face [m]
Joint 1	2.54	0.89
Joint 2	2.28	4.00

Persistence:

- Joint 1 [m]: 2.97
- Joint 2 [m]: 4.00

Intersection Angles:

	Slope Face	Upper Face
Joint 1 & Joint 2	103.84	70.39
Joint 1 & Crest	35.68	96.91
Joint 2 & Crest	40.48	12.71

Dip and Dip Direction:

	Dip [deg]	Dip Direction [deg]
Joint Set 1	33.00	204.00
Joint Set 2	52.00	93.00
Slope	63.00	106.00
Upper Face	1.00	0.00

Joint Set 1 Data:

- Cohesion [t/m^2]: 0.30
- Friction Angle [deg]: 30.00

Joint Set 2 Data:

COLEGIO OF. ING. TÉC., MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

- Cohesion [t/m^2]: 0.30
- Friction Angle [deg]: 30.00

Slope Data:

- Slope height [m]: 18.00
- Rock unit weight [t/m^3]: 2.70
- Water pressures in the slope: YES
- Overhanging slope face: NO
- Externally applied force: NO
- Tension crack: NO

Water Pressure Data:

- Water unit weight [t/m^3]: 1.000
- Pressure definition method: Percent Filled Fissures
- Percent Filled: 30.000 %

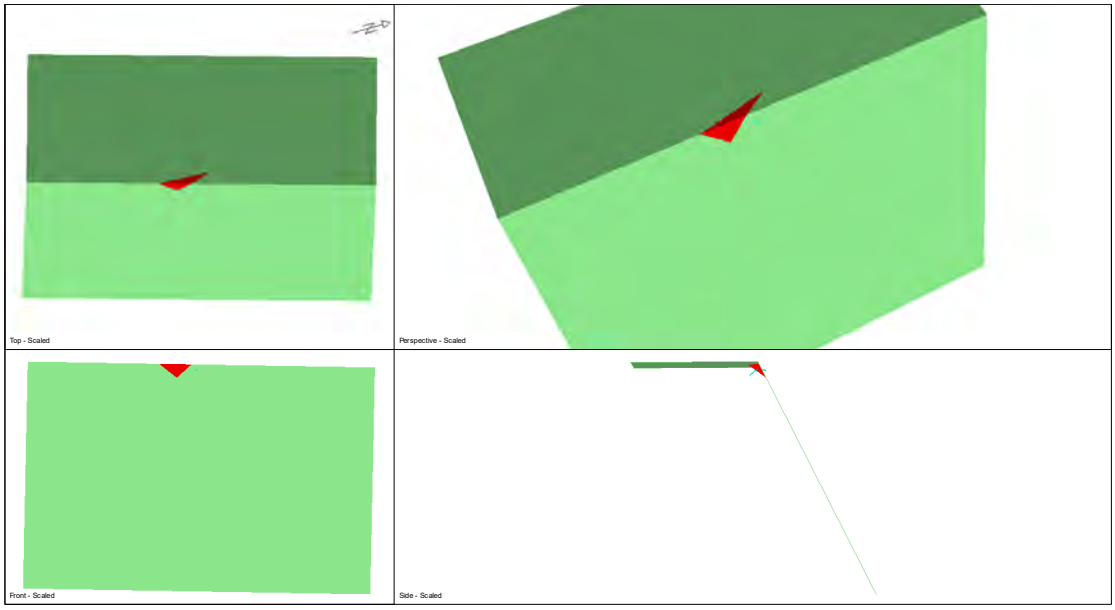
Wedge Vertices:

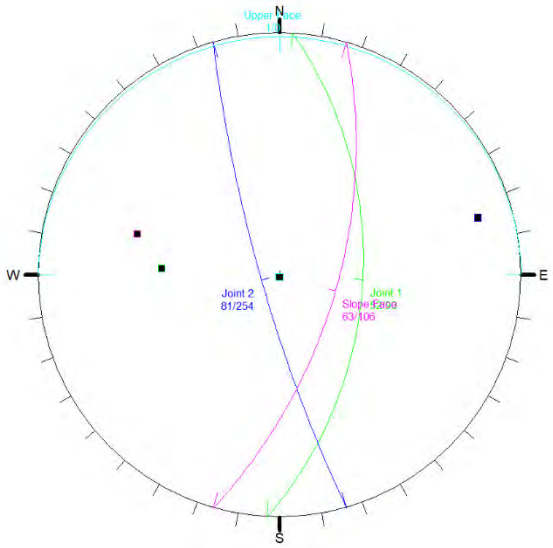
- Coordinates in Easting,Northing,Up Format
- 1=Joint1, 2=Joint2, 3=Upper Face, 4=Slope

Point	x	y	z
124	0.000	0.000	0.000
134	-0.053	2.188	1.284
234	-1.130	-1.451	1.348
123	-0.867	2.540	1.278

COLEGIO OF. ING. TÉC., MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

f. Cuña J4-J6





Swedge Analysis Information

Document Name:

- EX1_106-63_J4J6

Project Summary:

COLEGIO OF. ING. TÉC. MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

- Job Title: SWEDGE - Surface Wedge Stability Analysis
- Date Created: 31/07/2024, 16:17:22

Analysis Results:

- Analysis type: Deterministic
- Wedge is scaled, scale factor: 0.0601
- Safety Factor: 6.7815
- Wedge height (on slope) [m]: 1.08
- Bench width (on upper face) [m]: 0.88
- Wedge volume [m^3]: 0.393
- Wedge weight [tonnes]: 1.062
- Wedge area (joint1) [m^2]: 2.69
- Wedge area (joint2) [m^2]: 0.88
- Wedge area (slope) [m^2]: 1.50
- Wedge area (upper face) [m^2]: 1.11

Effective Normal and Strength Properties:

	Joint 1	Joint 2
Effective Normal force [tonnes]	1.27	0.99
Effective Normal stress [t/m^2]	0.47	1.12
Shear Strength [t/m^2]	0.57	0.95
Strength due to Waviness [t/m^2]	0.00	0.00

- Driving force [tonnes]: 0.35
- Resisting force [tonnes]: 2.37

Water Pressures/Forces:

	Average pressure [t/m^2]	Water force [tonnes]
Joint 1	N/A	0.01
Joint 2	N/A	0.00
Fissures	0.00	N/A

Failure Mode:

- Sliding on intersection line (joints 1&2)

COLEGIO OF. ING. TÉC., MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

Joint Sets 1&2 line of Intersection:

Plunge [deg]	Trend [deg]	Length [m]
19.25	167.17	3.07

Trace Lengths:

	Slope Face [m]	Upper Face [m]
Joint 1	1.83	4.00
Joint 2	1.64	1.63

Persistence:

- Joint 1 [m]: 4.00
- Joint 2 [m]: 3.07

Intersection Angles:

	Slope Face	Upper Face
Joint 1 & Joint 2	93.24	19.93
Joint 1 & Crest	40.48	12.71
Joint 2 & Crest	46.28	147.36

Dip and Dip Direction:

	Dip [deg]	Dip Direction [deg]
Joint Set 1	52.00	93.00
Joint Set 2	81.00	254.00
Slope	63.00	106.00
Upper Face	1.00	0.00

Joint Set 1 Data:

- Cohesion [t/m^2]: 0.30
- Friction Angle [deg]: 30.00

Joint Set 2 Data:

COLEGIO OF. ING. TÉC., MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

- Cohesion [t/m^2]: 0.30
- Friction Angle [deg]: 30.00

Slope Data:

- Slope height [m]: 18.00
- Rock unit weight [t/m^3]: 2.70
- Water pressures in the slope: YES
- Overhanging slope face: NO
- Externally applied force: NO
- Tension crack: NO

Water Pressure Data:

- Water unit weight [t/m^3]: 1.000
- Pressure definition method: Percent Filled Fissures
- Percent Filled: 30.000 %

Wedge Vertices:

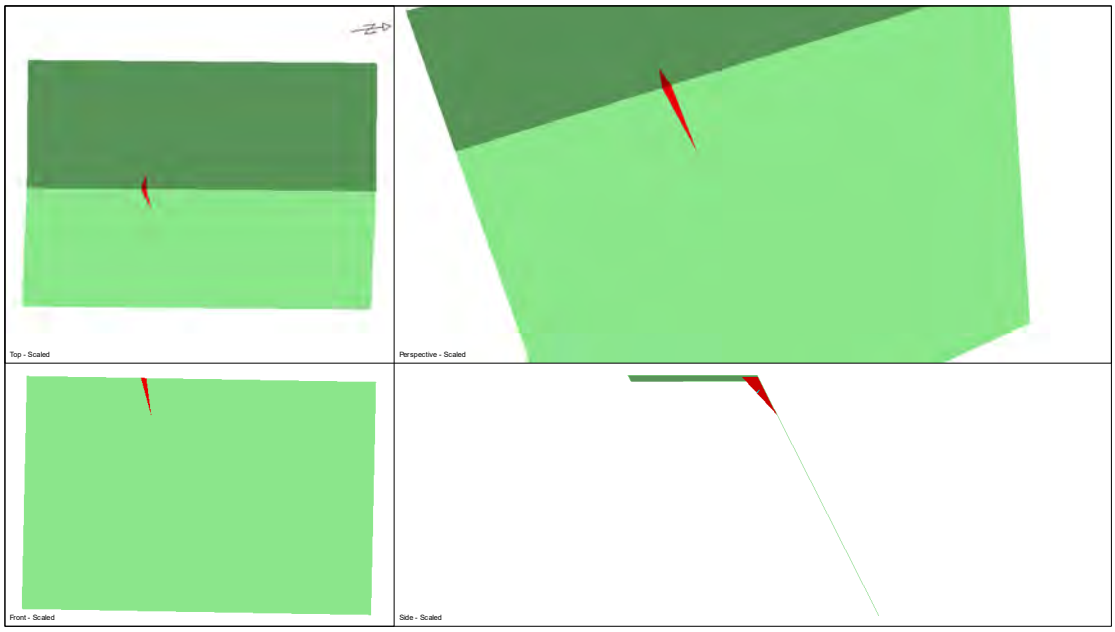
- Coordinates in Easting,Northing,Up Format
- 1=Joint1, 2=Joint2, 3=Upper Face, 4=Slope

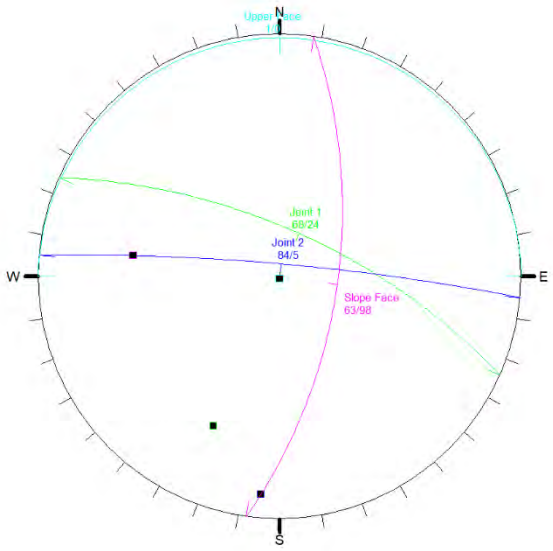
Point	x	y	z
124	0.000	0.000	0.000
134	-0.907	-1.165	1.082
234	-0.190	1.259	1.039
123	-0.644	2.826	1.012

COLEGIO OF. ING. TÉC., MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

1.2.6. Talud 63/098

a. Cuña J2-J3





Swedge Analysis Information

Document Name:

- EX1_098-63_J2J3

Project Summary:

COLEGIO OF. ING. TÉC., MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

- Job Title: SWEDGE - Surface Wedge Stability Analysis
- Date Created: 31/07/2024, 16:17:22

Analysis Results:

- Analysis type: Deterministic
- Wedge is scaled, scale factor: 0.1623
- Safety Factor: 4.6966
- Wedge height (on slope) [m]: 2.92
- Bench width (on upper face) [m]: 1.22
- Wedge volume [m^3]: 0.247
- Wedge weight [tonnes]: 0.666
- Wedge area (joint1) [m^2]: 2.00
- Wedge area (joint2) [m^2]: 1.79
- Wedge area (slope) [m^2]: 0.68
- Wedge area (upper face) [m^2]: 0.25

Effective Normal and Strength Properties:

	Joint 1	Joint 2
Effective Normal force [tonnes]	1.07	0.90
Effective Normal stress [t/m^2]	0.53	0.50
Shear Strength [t/m^2]	0.61	0.59
Strength due to Waviness [t/m^2]	0.00	0.00

- Driving force [tonnes]: 0.48
- Resisting force [tonnes]: 2.28

Water Pressures/Forces:

	Average pressure [t/m^2]	Water force [tonnes]
Joint 1	N/A	0.03
Joint 2	N/A	0.02
Fissures	0.01	N/A

Failure Mode:

COLEGIO OF. ING. TÉC., MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

- Sliding on intersection line (joints 1&2)

Joint Sets 1&2 line of Intersection:

Plunge [deg]	Trend [deg]	Length [m]
46.72	88.59	4.00

Trace Lengths:

	Slope Face [m]	Upper Face [m]
Joint 1	3.37	1.27
Joint 2	3.29	1.22

Persistence:

- Joint 1 [m]: 4.00
- Joint 2 [m]: 4.00

Intersection Angles:

	Slope Face	Upper Face
Joint 1 & Joint 2	7.02	19.16
Joint 1 & Crest	75.16	74.33
Joint 2 & Crest	97.82	86.51

Dip and Dip Direction:

	Dip [deg]	Dip Direction [deg]
Joint Set 1	68.00	24.00
Joint Set 2	84.00	5.00
Slope	63.00	98.00
Upper Face	1.00	0.00

Joint Set 1 Data:

- Cohesion [t/m^2]: 0.30
- Friction Angle [deg]: 30.00

COLEGIO OF. ING. TÉC., MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

Joint Set 2 Data:

- Cohesion [t/m^2]: 0.30
- Friction Angle [deg]: 30.00

Slope Data:

- Slope height [m]: 18.00
- Rock unit weight [t/m^3]: 2.70
- Water pressures in the slope: YES
- Overhanging slope face: NO
- Externally applied force: NO
- Tension crack: NO

Water Pressure Data:

- Water unit weight [t/m^3]: 1.000
- Pressure definition method: Percent Filled Fissures
- Percent Filled: 30.000 %

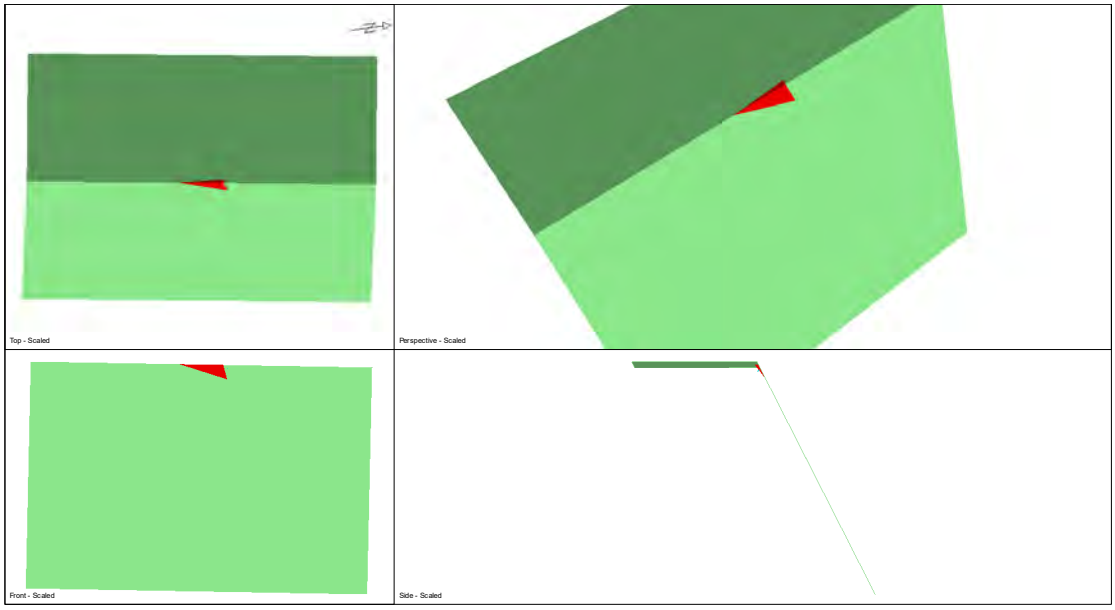
Wedge Vertices:

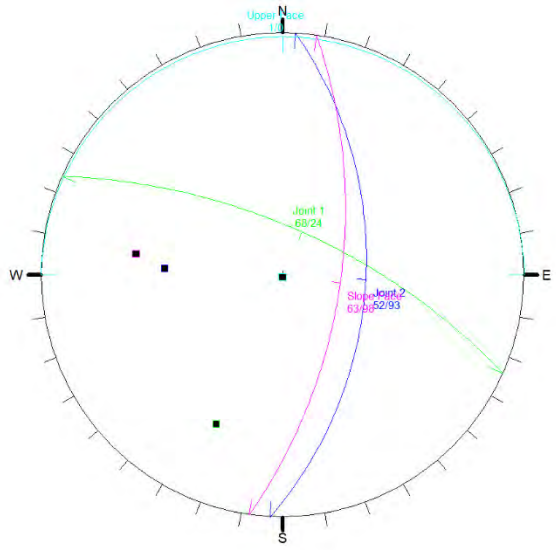
- Coordinates in Easting,Northing,Up Format
- 1=Joint1, 2=Joint2, 3=Upper Face, 4=Slope

Point	x	y	z
124	0.000	0.000	0.000
134	-1.585	-0.586	2.921
234	-1.524	-0.174	2.914
123	-2.741	-0.067	2.912

COLEGIO OF. ING. TÉC., MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

b. Cuña J2-J4





Swedge Analysis Information

Document Name:

- EX1_098-63_J2J4

Project Summary:

COLEGIO OF. ING. TÉC. MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

- Job Title: SWEDGE - Surface Wedge Stability Analysis
- Date Created: 31/07/2024, 16:17:22

Analysis Results:

- Analysis type: Deterministic
- Wedge is scaled, scale factor: 0.0633
- Safety Factor: 2.3180
- Wedge height (on slope) [m]: 1.14
- Bench width (on upper face) [m]: 0.29
- Wedge volume [m^3]: 0.191
- Wedge weight [tonnes]: 0.516
- Wedge area (joint1) [m^2]: 0.19
- Wedge area (joint2) [m^2]: 2.56
- Wedge area (slope) [m^2]: 2.20
- Wedge area (upper face) [m^2]: 0.50

Effective Normal and Strength Properties:

	Joint 1	Joint 2
Effective Normal force [tonnes]	0.00	0.31
Effective Normal stress [t/m^2]	0.00	0.12
Shear Strength [t/m^2]	0.00	0.37
Strength due to Waviness [t/m^2]	0.00	0.00

- Driving force [tonnes]: 0.41
- Resisting force [tonnes]: 0.94

Water Pressures/Forces:

	Average pressure [t/m^2]	Water force [tonnes]
Joint 1	N/A	0.00
Joint 2	N/A	0.01
Fissures	0.01	N/A

Failure Mode:

- Sliding on joint2

COLEGIO OF. ING. TÉC., MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

Joint Sets 1&2 line of Intersection:

Plunge [deg]	Trend [deg]	Length [m]
51.60	83.35	1.45

Trace Lengths:

	Slope Face [m]	Upper Face [m]
Joint 1	1.32	0.30
Joint 2	4.00	3.55

Persistence:

- Joint 1 [m]: 1.45
- Joint 2 [m]: 4.00

Intersection Angles:

	Slope Face	Upper Face
Joint 1 & Joint 2	56.60	69.61
Joint 1 & Crest	104.84	105.67
Joint 2 & Crest	18.56	4.72

Dip and Dip Direction:

	Dip [deg]	Dip Direction [deg]
Joint Set 1	68.00	24.00
Joint Set 2	52.00	93.00
Slope	63.00	98.00
Upper Face	1.00	0.00

Joint Set 1 Data:

- Cohesion [t/m^2]: 0.30
- Friction Angle [deg]: 30.00

Joint Set 2 Data:

COLEGIO OF. ING. TÉC., MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

- Cohesion [t/m^2]: 0.30
- Friction Angle [deg]: 30.00

Slope Data:

- Slope height [m]: 18.00
- Rock unit weight [t/m^3]: 2.70
- Water pressures in the slope: YES
- Overhanging slope face: NO
- Externally applied force: NO
- Tension crack: NO

Water Pressure Data:

- Water unit weight [t/m^3]: 1.000
- Pressure definition method: Percent Filled Fissures
- Percent Filled: 30.000 %

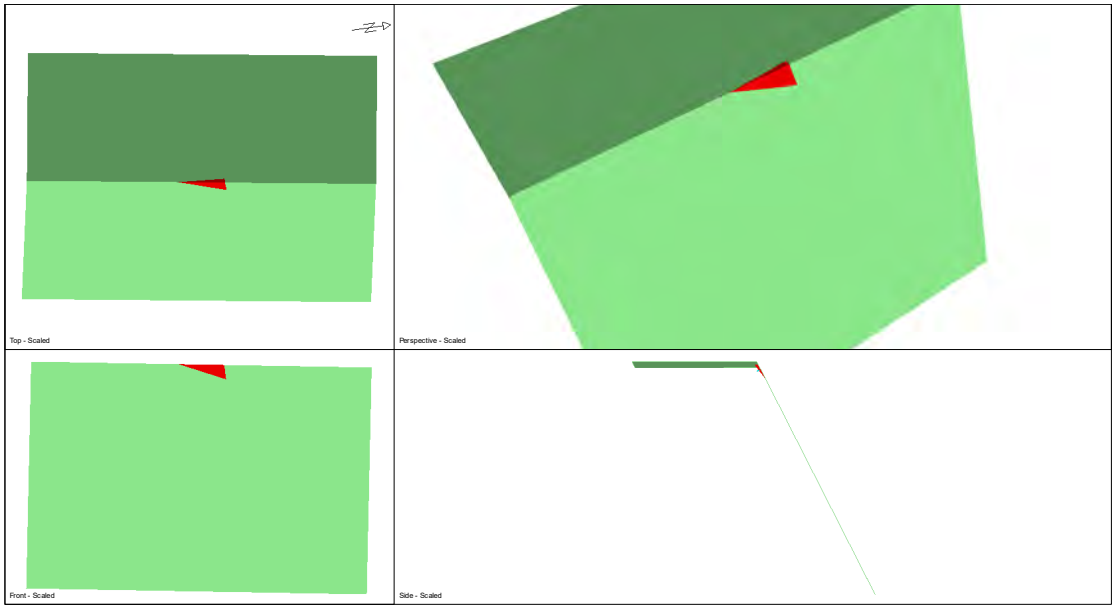
Wedge Vertices:

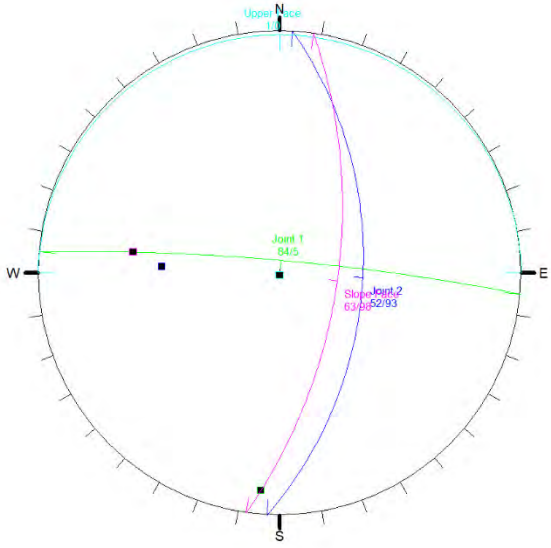
- Coordinates in Easting,Northing,Up Format
- 1=Joint1, 2=Joint2, 3=Upper Face, 4=Slope

Point	x	y	z
124	0.000	0.000	0.000
134	-0.619	-0.229	1.140
234	-1.129	-3.645	1.199
123	-0.896	-0.104	1.138

COLEGIO OF. ING. TÉC., MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

c. Cuña J3-J4





Swedge Analysis Information

Document Name:

- EX1_098-63_J3J4

Project Summary:

COLEGIO OF. ING. TÉC., MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

- Job Title: SWEDGE - Surface Wedge Stability Analysis
- Date Created: 31/07/2024, 16:17:22

Analysis Results:

- Analysis type: Deterministic
- Wedge is scaled, scale factor: 0.0632
- Safety Factor: 2.2338
- Wedge height (on slope) [m]: 1.14
- Bench width (on upper face) [m]: 0.30
- Wedge volume [m^3]: 0.204
- Wedge weight [tonnes]: 0.550
- Wedge area (joint1) [m^2]: 0.17
- Wedge area (joint2) [m^2]: 2.60
- Wedge area (slope) [m^2]: 2.30
- Wedge area (upper face) [m^2]: 0.54

Effective Normal and Strength Properties:

	Joint 1	Joint 2
Effective Normal force [tonnes]	0.00	0.33
Effective Normal stress [t/m^2]	0.00	0.13
Shear Strength [t/m^2]	0.00	0.37
Strength due to Waviness [t/m^2]	0.00	0.00

- Driving force [tonnes]: 0.43
- Resisting force [tonnes]: 0.97

Water Pressures/Forces:

	Average pressure [t/m^2]	Water force [tonnes]
Joint 1	N/A	0.00
Joint 2	N/A	0.01
Fissures	0.01	N/A

Failure Mode:

- Sliding on joint2

COLEGIO OF. ING. TÉC., MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

Joint Sets 1&2 line of Intersection:

Plunge [deg]	Trend [deg]	Length [m]
51.86	87.31	1.45

Trace Lengths:

	Slope Face [m]	Upper Face [m]
Joint 1	1.28	0.30
Joint 2	4.00	3.61

Persistence:

- Joint 1 [m]: 1.45
- Joint 2 [m]: 4.00

Intersection Angles:

	Slope Face	Upper Face
Joint 1 & Joint 2	63.63	88.77
Joint 1 & Crest	97.82	86.51
Joint 2 & Crest	18.56	4.72

Dip and Dip Direction:

	Dip [deg]	Dip Direction [deg]
Joint Set 1	84.00	5.00
Joint Set 2	52.00	93.00
Slope	63.00	98.00
Upper Face	1.00	0.00

Joint Set 1 Data:

- Cohesion [t/m^2]: 0.30
- Friction Angle [deg]: 30.00

Joint Set 2 Data:

COLEGIO OF. ING. TÉC., MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

- Cohesion [t/m^2]: 0.30
- Friction Angle [deg]: 30.00

Slope Data:

- Slope height [m]: 18.00
- Rock unit weight [t/m^3]: 2.70
- Water pressures in the slope: YES
- Overhanging slope face: NO
- Externally applied force: NO
- Tension crack: NO

Water Pressure Data:

- Water unit weight [t/m^3]: 1.000
- Pressure definition method: Percent Filled Fissures
- Percent Filled: 30.000 %

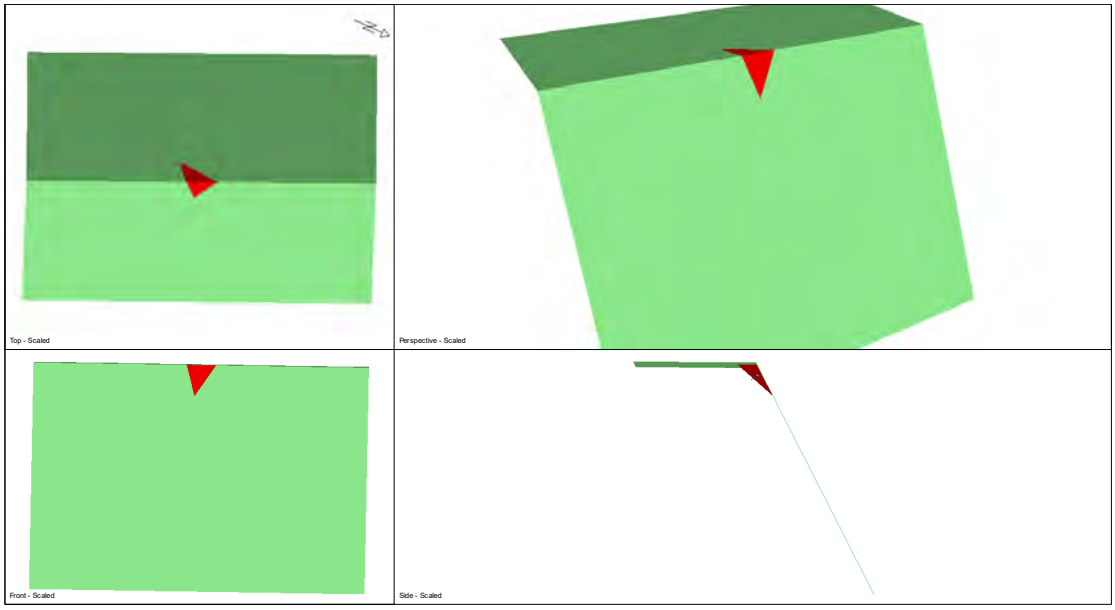
Wedge Vertices:

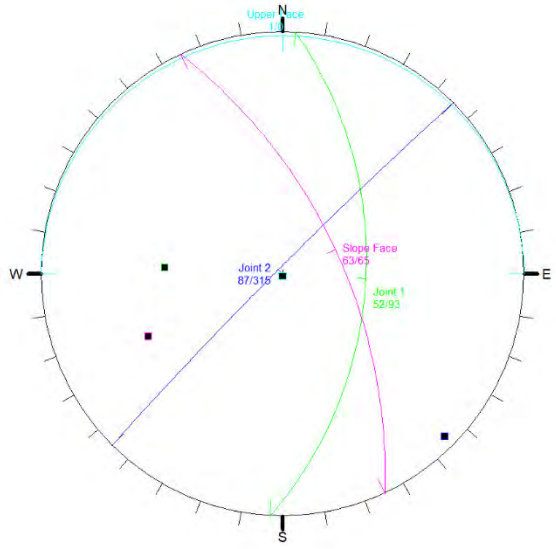
- Coordinates in Easting,Northing,Up Format
- 1=Joint1, 2=Joint2, 3=Upper Face, 4=Slope

Point	x	y	z
124	0.000	0.000	0.000
134	-0.595	-0.068	1.137
234	-1.129	-3.645	1.199
123	-0.891	-0.042	1.137

COLEGIO OF. ING. TÉC., MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

d. Cuña J4-J5





Swedge Analysis Information

Document Name:

- EX1_065-63_J4J5

Project Summary:

COLEGIO OF. ING. TÉC. MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

- Job Title: SWEDGE - Surface Wedge Stability Analysis
- Date Created: 31/07/2024, 16:17:22

Analysis Results:

- Analysis type: Deterministic
- Wedge is scaled, scale factor: 0.1372
- Safety Factor: 2.3094
- Wedge height (on slope) [m]: 2.47
- Bench width (on upper face) [m]: 1.58
- Wedge volume [m^3]: 1.541
- Wedge weight [tonnes]: 4.162
- Wedge area (joint1) [m^2]: 5.27
- Wedge area (joint2) [m^2]: 2.11
- Wedge area (slope) [m^2]: 3.29
- Wedge area (upper face) [m^2]: 1.86

Effective Normal and Strength Properties:

	Joint 1	Joint 2
Effective Normal force [tonnes]	3.80	2.33
Effective Normal stress [t/m^2]	0.72	1.10
Shear Strength [t/m^2]	0.72	0.94
Strength due to Waviness [t/m^2]	0.04	0.06

- Driving force [tonnes]: 2.63
- Resisting force [tonnes]: 6.07

Water Pressures/Forces:

	Average pressure [t/m^2]	Water force [tonnes]
Joint 1	N/A	0.06
Joint 2	N/A	0.02
Fissures	0.01	N/A

Failure Mode:

- Sliding on intersection line (joints 1&2)

COLEGIO OF. ING. TÉC., MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

Joint Sets 1&2 line of Intersection:

Plunge [deg]	Trend [deg]	Length [m]
39.18	42.55	4.00

Trace Lengths:

	Slope Face [m]	Upper Face [m]
Joint 1	3.27	3.34
Joint 2	2.88	1.69

Persistence:

- Joint 1 [m]: 4.00
- Joint 2 [m]: 4.00

Intersection Angles:

	Slope Face	Upper Face
Joint 1 & Joint 2	44.30	41.18
Joint 1 & Crest	58.85	28.31
Joint 2 & Crest	76.85	110.51

Dip and Dip Direction:

	Dip [deg]	Dip Direction [deg]
Joint Set 1	52.00	93.00
Joint Set 2	87.00	315.00
Slope	63.00	65.00
Upper Face	1.00	0.00

Joint Set 1 Data:

- Cohesion [t/m^2]: 0.30
- Friction Angle [deg]: 30.00

Joint Set 2 Data:

COLEGIO OF. ING. TÉC., MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

- Cohesion [t/m^2]: 0.30
- Friction Angle [deg]: 30.00

Slope Data:

- Slope height [m]: 18.00
- Rock unit weight [t/m^3]: 2.70
- Water pressures in the slope: YES
- Overhanging slope face: NO
- Externally applied force: NO
- Tension crack: NO

Water Pressure Data:

- Water unit weight [t/m^3]: 1.000
- Pressure definition method: Percent Filled Fissures
- Percent Filled: 30.000 %

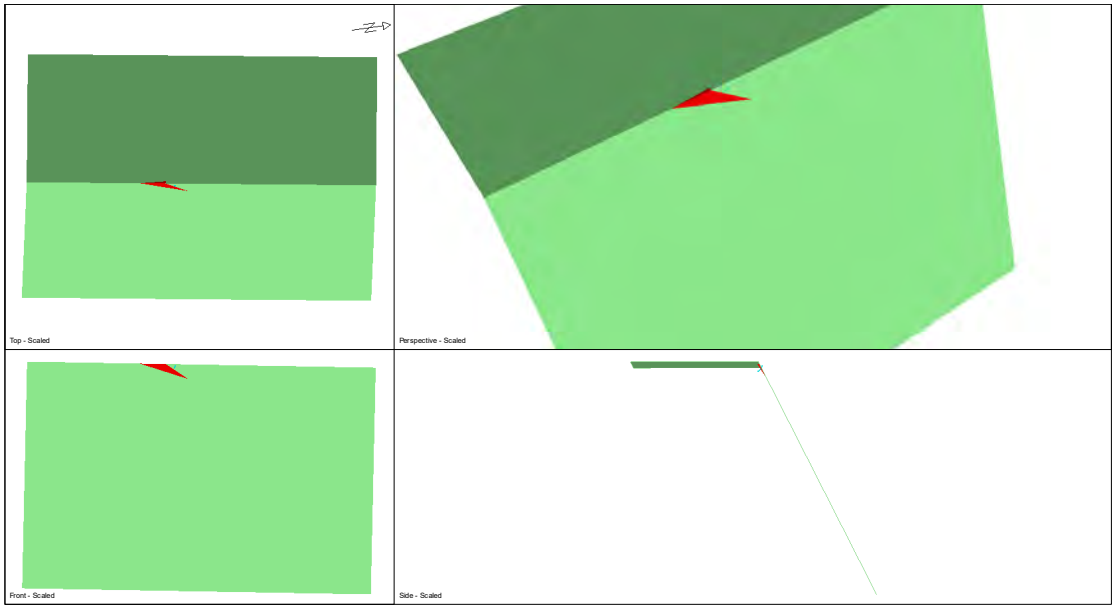
Wedge Vertices:

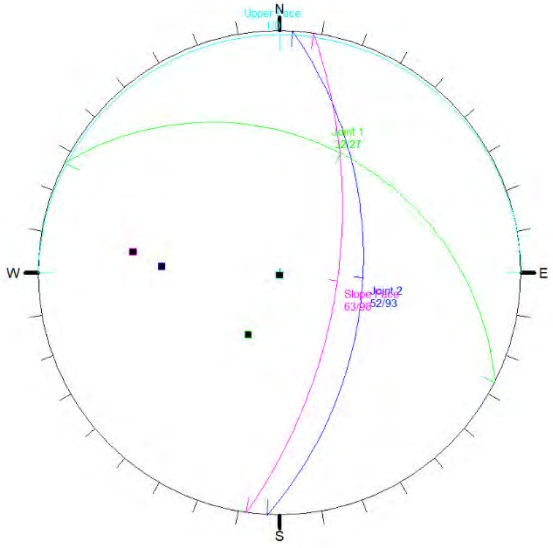
- Coordinates in Easting,Northing,Up Format
- 1=Joint1, 2=Joint2, 3=Upper Face, 4=Slope

Point	x	y	z
124	0.000	0.000	0.000
134	-1.877	1.048	2.469
234	-0.902	-1.088	2.506
123	-2.097	-2.284	2.527

COLEGIO OF. ING. TÉC., MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

e. Cuña J1-J4





Swedge Analysis Information

Document Name:

- EX1_098-63_J1J4

Project Summary:

COLEGIO OF. ING. TÉC., MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

- Job Title: SWEDGE - Surface Wedge Stability Analysis
- Date Created: 31/07/2024, 16:17:22

Analysis Results:

- Analysis type: Deterministic
- Wedge is scaled, scale factor: 0.0647
- Safety Factor: 3.6635
- Wedge height (on slope) [m]: 1.16
- Bench width (on upper face) [m]: 0.17
- Wedge volume [m^3]: 0.064
- Wedge weight [tonnes]: 0.174
- Wedge area (joint1) [m^2]: 0.20
- Wedge area (joint2) [m^2]: 1.49
- Wedge area (slope) [m^2]: 1.27
- Wedge area (upper face) [m^2]: 0.17

Effective Normal and Strength Properties:

	Joint 1	Joint 2
Effective Normal force [tonnes]	0.00	0.10
Effective Normal stress [t/m^2]	0.00	0.07
Shear Strength [t/m^2]	0.00	0.34
Strength due to Waviness [t/m^2]	0.00	0.00

- Driving force [tonnes]: 0.14
- Resisting force [tonnes]: 0.50

Water Pressures/Forces:

	Average pressure [t/m^2]	Water force [tonnes]
Joint 1	N/A	0.00
Joint 2	N/A	0.01
Fissures	0.01	N/A

Failure Mode:

- Sliding on joint2

COLEGIO OF. ING. TÉC., MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

Joint Sets 1&2 line of Intersection:

Plunge [deg]	Trend [deg]	Length [m]
31.90	32.10	2.20

Trace Lengths:

	Slope Face [m]	Upper Face [m]
Joint 1	2.20	0.18
Joint 2	4.00	2.07

Persistence:

- Joint 1 [m]: 2.20
- Joint 2 [m]: 4.00

Intersection Angles:

	Slope Face	Upper Face
Joint 1 & Joint 2	16.83	66.03
Joint 1 & Crest	144.62	109.25
Joint 2 & Crest	18.56	4.72

Dip and Dip Direction:

	Dip [deg]	Dip Direction [deg]
Joint Set 1	32.00	27.00
Joint Set 2	52.00	93.00
Slope	63.00	98.00
Upper Face	1.00	0.00

Joint Set 1 Data:

- Cohesion [t/m^2]: 0.30
- Friction Angle [deg]: 30.00

Joint Set 2 Data:

COLEGIO OF. ING. TÉC., MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

- Cohesion [t/m^2]: 0.30
- Friction Angle [deg]: 30.00

Slope Data:

- Slope height [m]: 18.00
- Rock unit weight [t/m^3]: 2.70
- Water pressures in the slope: YES
- Overhanging slope face: NO
- Externally applied force: NO
- Tension crack: NO

Water Pressure Data:

- Water unit weight [t/m^3]: 1.000
- Pressure definition method: Percent Filled Fissures
- Percent Filled: 30.000 %

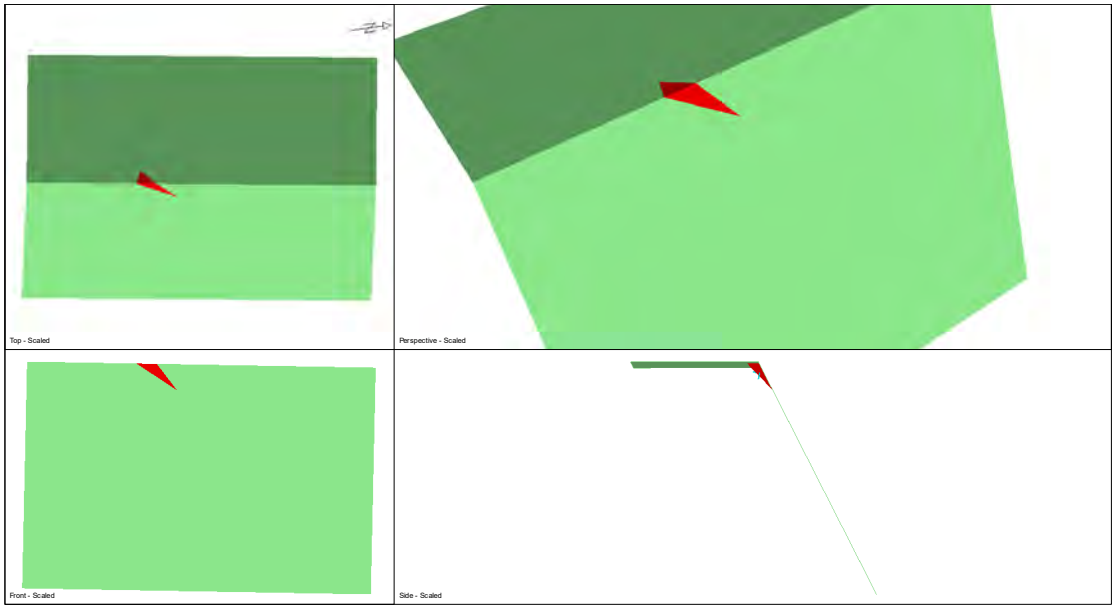
Wedge Vertices:

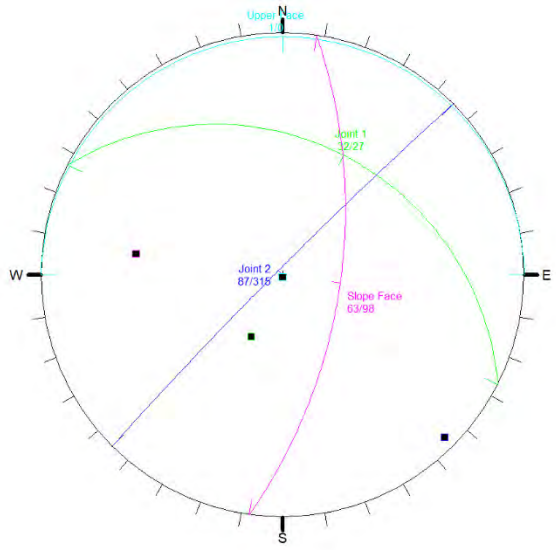
- Coordinates in Easting,Northing,Up Format
- 1=Joint1, 2=Joint2, 3=Upper Face, 4=Slope

Point	x	y	z
124	0.000	0.000	0.000
134	-0.834	-1.668	1.165
234	-1.129	-3.645	1.199
123	-0.993	-1.584	1.163

COLEGIO OF. ING. TÉC., MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

f. Cuña J1-J5





Swedge Analysis Information

Document Name:

- EX1_098-63_J1J5

Project Summary:

COLEGIO OF. ING. TÉC. MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

- Job Title: SWEDGE - Surface Wedge Stability Analysis
- Date Created: 31/07/2024, 16:17:22

Analysis Results:

- Analysis type: Deterministic
- Wedge is scaled, scale factor: 0.1148
- Safety Factor: 2.6332
- Wedge height (on slope) [m]: 2.07
- Bench width (on upper face) [m]: 0.93
- Wedge volume [m^3]: 0.491
- Wedge weight [tonnes]: 1.327
- Wedge area (joint1) [m^2]: 1.91
- Wedge area (joint2) [m^2]: 1.57
- Wedge area (slope) [m^2]: 1.78
- Wedge area (upper face) [m^2]: 0.73

Effective Normal and Strength Properties:

	Joint 1	Joint 2
Effective Normal force [tonnes]	1.14	0.16
Effective Normal stress [t/m^2]	0.60	0.10
Shear Strength [t/m^2]	0.64	0.36
Strength due to Waviness [t/m^2]	0.00	0.00

- Driving force [tonnes]: 0.68
- Resisting force [tonnes]: 1.80

Water Pressures/Forces:

	Average pressure [t/m^2]	Water force [tonnes]
Joint 1	N/A	0.02
Joint 2	N/A	0.01
Fissures	0.01	N/A

Failure Mode:

- Sliding on intersection line (joints 1&2)

COLEGIO OF. ING. TÉC., MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

Joint Sets 1&2 line of Intersection:

Plunge [deg]	Trend [deg]	Length [m]
30.97	43.20	4.00

Trace Lengths:

	Slope Face [m]	Upper Face [m]
Joint 1	3.90	0.98
Joint 2	2.77	1.56

Persistence:

- Joint 1 [m]: 4.00
- Joint 2 [m]: 4.00

Intersection Angles:

	Slope Face	Upper Face
Joint 1 & Joint 2	19.29	72.79
Joint 1 & Crest	35.38	70.75
Joint 2 & Crest	125.33	36.46

Dip and Dip Direction:

	Dip [deg]	Dip Direction [deg]
Joint Set 1	32.00	27.00
Joint Set 2	87.00	315.00
Slope	63.00	98.00
Upper Face	1.00	0.00

Joint Set 1 Data:

- Cohesion [t/m^2]: 0.30
- Friction Angle [deg]: 30.00

Joint Set 2 Data:

COLEGIO OF. ING. TÉC., MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

- Cohesion [t/m^2]: 0.30
- Friction Angle [deg]: 30.00

Slope Data:

- Slope height [m]: 18.00
- Rock unit weight [t/m^3]: 2.70
- Water pressures in the slope: YES
- Overhanging slope face: NO
- Externally applied force: NO
- Tension crack: NO

Water Pressure Data:

- Water unit weight [t/m^3]: 1.000
- Pressure definition method: Percent Filled Fissures
- Percent Filled: 30.000 %

Wedge Vertices:

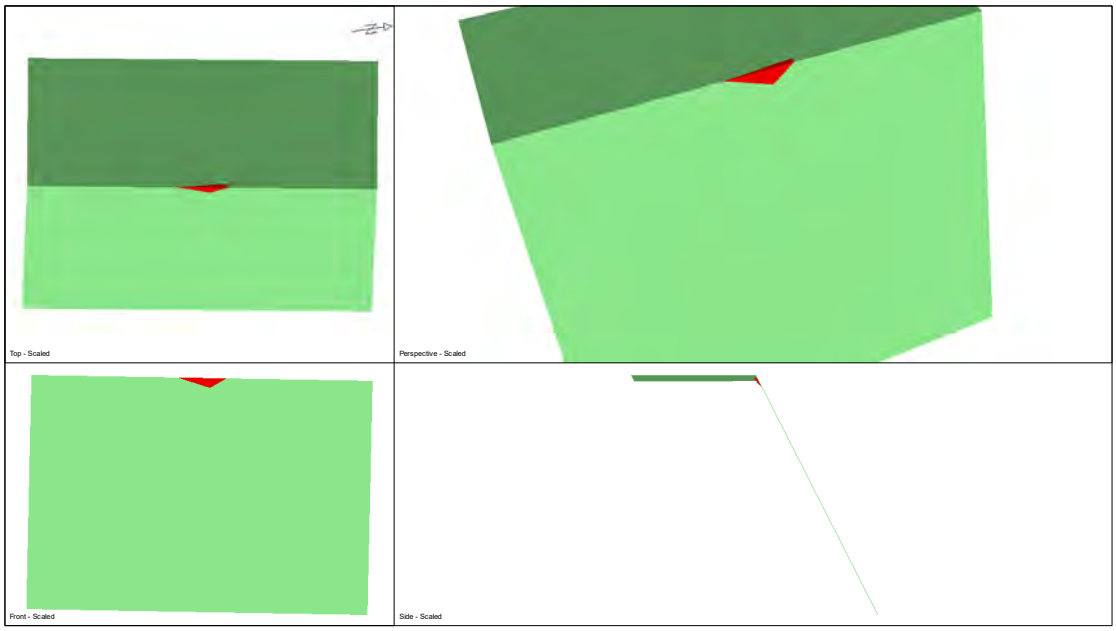
- Coordinates in Easting,Northing,Up Format
- 1=Joint1, 2=Joint2, 3=Upper Face, 4=Slope

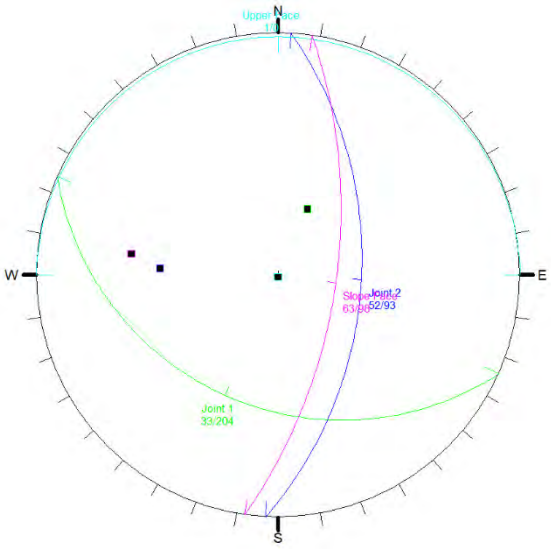
Point	x	y	z
124	0.000	0.000	0.000
134	-1.479	-2.958	2.066
234	-1.245	-1.396	2.039
123	-2.348	-2.500	2.058

COLEGIO OF. ING. TÉC., MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

1.2.7. Talud 63/098

a. Cuña S0-J4





Swedge Analysis Information

Document Name:

- EX1_098-63_S0J4

COLEGIO OF. ING. TÉC., MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

Project Summary:

- Job Title: SWEDGE - Surface Wedge Stability Analysis
- Date Created: 31/07/2024, 16:17:22

Analysis Results:

- Analysis type: Deterministic
- Wedge is scaled, scale factor: 0.0419
- Safety Factor: 4.8419
- Wedge height (on slope) [m]: 0.75
- Bench width (on upper face) [m]: 0.33
- Wedge volume [m^3]: 0.166
- Wedge weight [tonnes]: 0.450
- Wedge area (joint1) [m^2]: 0.24
- Wedge area (joint2) [m^2]: 1.97
- Wedge area (slope) [m^2]: 1.70
- Wedge area (upper face) [m^2]: 0.64

Effective Normal and Strength Properties:

	Joint 1	Joint 2
Effective Normal force [tonnes]	0.32	0.15
Effective Normal stress [t/m^2]	1.34	0.08
Shear Strength [t/m^2]	1.07	0.35
Strength due to Waviness [t/m^2]	0.00	0.00

- Driving force [tonnes]: 0.19
- Resisting force [tonnes]: 0.94

Water Pressures/Forces:

	Average pressure [t/m^2]	Water force [tonnes]
Joint 1	N/A	0.00
Joint 2	N/A	0.01
Fissures	0.00	N/A

Failure Mode:

COLEGIO OF. ING. TÉC., MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

- Sliding on intersection line (joints 1&2)

Joint Sets 1&2 line of Intersection:

Plunge [deg]	Trend [deg]	Length [m]
25.46	161.16	1.75

Trace Lengths:

	Slope Face [m]	Upper Face [m]
Joint 1	1.57	0.34
Joint 2	2.74	4.00

Persistence:

- Joint 1 [m]: 1.75
- Joint 2 [m]: 4.00

Intersection Angles:

	Slope Face	Upper Face
Joint 1 & Joint 2	127.63	70.39
Joint 1 & Crest	33.81	104.89
Joint 2 & Crest	18.56	4.72

Dip and Dip Direction:

	Dip [deg]	Dip Direction [deg]
Joint Set 1	33.00	204.00
Joint Set 2	52.00	93.00
Slope	63.00	98.00
Upper Face	1.00	0.00

Joint Set 1 Data:

- Cohesion [t/m^2]: 0.30
- Friction Angle [deg]: 30.00

COLEGIO OF. ING. TÉC., MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

Joint Set 2 Data:

- Cohesion [t/m^2]: 0.30
- Friction Angle [deg]: 30.00

Slope Data:

- Slope height [m]: 18.00
- Rock unit weight [t/m^3]: 2.70
- Water pressures in the slope: YES
- Overhanging slope face: NO
- Externally applied force: NO
- Tension crack: NO

Water Pressure Data:

- Water unit weight [t/m^3]: 1.000
- Pressure definition method: Percent Filled Fissures
- Percent Filled: 30.000 %

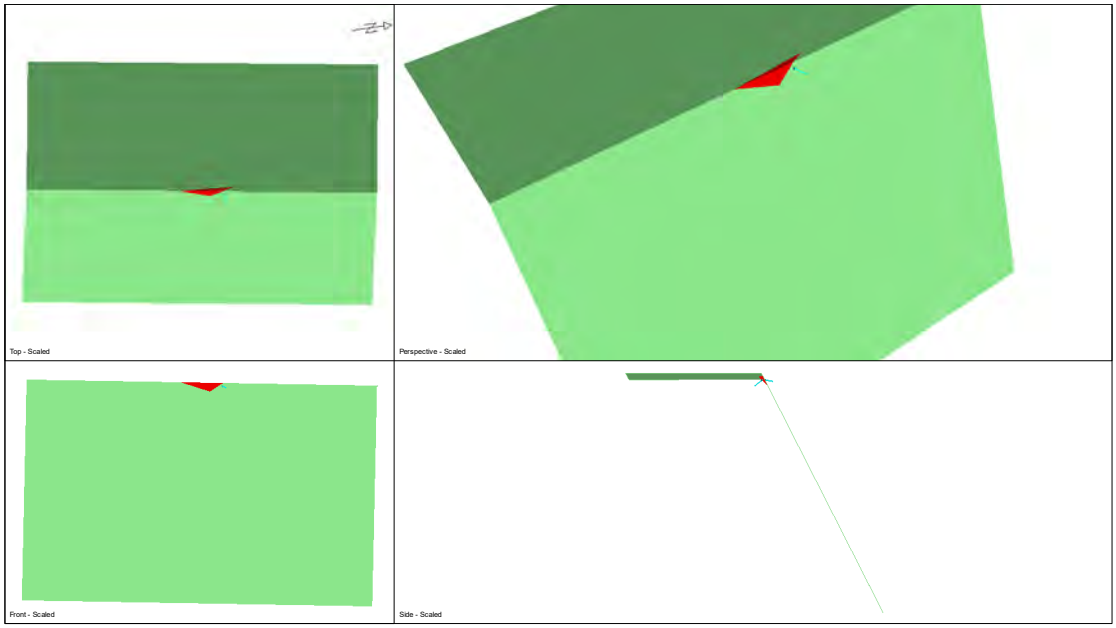
Wedge Vertices:

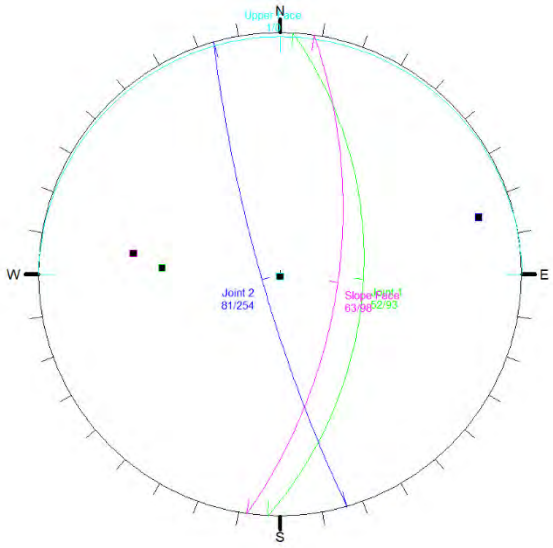
- Coordinates in Easting,Northing,Up Format
- 1=Joint1, 2=Joint2, 3=Upper Face, 4=Slope

Point	x	y	z
124	0.000	0.000	0.000
134	-0.197	1.359	0.754
234	-0.774	-2.496	0.821
123	-0.510	1.494	0.752

COLEGIO OF. ING. TÉC., MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

b. Cuña J4-J6





Swedge Analysis Information

Document Name:

- EX1_098-63_J4J6

Project Summary:

COLEGIO OF. ING. TÉC. MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

- Job Title: SWEDGE - Surface Wedge Stability Analysis
- Date Created: 31/07/2024, 16:17:22

Analysis Results:

- Analysis type: Deterministic
- Wedge is scaled, scale factor: 0.0399
- Safety Factor: 9.2352
- Wedge height (on slope) [m]: 0.72
- Bench width (on upper face) [m]: 0.33
- Wedge volume [m^3]: 0.122
- Wedge weight [tonnes]: 0.329
- Wedge area (joint1) [m^2]: 1.72
- Wedge area (joint2) [m^2]: 0.27
- Wedge area (slope) [m^2]: 1.24
- Wedge area (upper face) [m^2]: 0.54

Effective Normal and Strength Properties:

	Joint 1	Joint 2
Effective Normal force [tonnes]	0.39	0.31
Effective Normal stress [t/m^2]	0.23	1.13
Shear Strength [t/m^2]	0.43	0.95
Strength due to Waviness [t/m^2]	0.00	0.00

- Driving force [tonnes]: 0.11
- Resisting force [tonnes]: 1.00

Water Pressures/Forces:

	Average pressure [t/m^2]	Water force [tonnes]
Joint 1	N/A	0.01
Joint 2	N/A	0.00
Fissures	0.00	N/A

Failure Mode:

- Sliding on intersection line (joints 1&2)

COLEGIO OF. ING. TÉC., MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

Joint Sets 1&2 line of Intersection:

Plunge [deg]	Trend [deg]	Length [m]
19.25	167.17	1.97

Trace Lengths:

	Slope Face [m]	Upper Face [m]
Joint 1	2.39	4.00
Joint 2	1.26	0.79

Persistence:

- Joint 1 [m]: 4.00
- Joint 2 [m]: 1.97

Intersection Angles:

	Slope Face	Upper Face
Joint 1 & Joint 2	124.14	19.93
Joint 1 & Crest	18.56	4.72
Joint 2 & Crest	37.30	155.35

Dip and Dip Direction:

	Dip [deg]	Dip Direction [deg]
Joint Set 1	52.00	93.00
Joint Set 2	81.00	254.00
Slope	63.00	98.00
Upper Face	1.00	0.00

Joint Set 1 Data:

- Cohesion [t/m^2]: 0.30
- Friction Angle [deg]: 30.00

Joint Set 2 Data:

COLEGIO OF. ING. TÉC., MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

- Cohesion [t/m^2]: 0.30
- Friction Angle [deg]: 30.00

Slope Data:

- Slope height [m]: 18.00
- Rock unit weight [t/m^3]: 2.70
- Water pressures in the slope: YES
- Overhanging slope face: NO
- Externally applied force: NO
- Tension crack: NO

Water Pressure Data:

- Water unit weight [t/m^3]: 1.000
- Pressure definition method: Percent Filled Fissures
- Percent Filled: 30.000 %

Wedge Vertices:

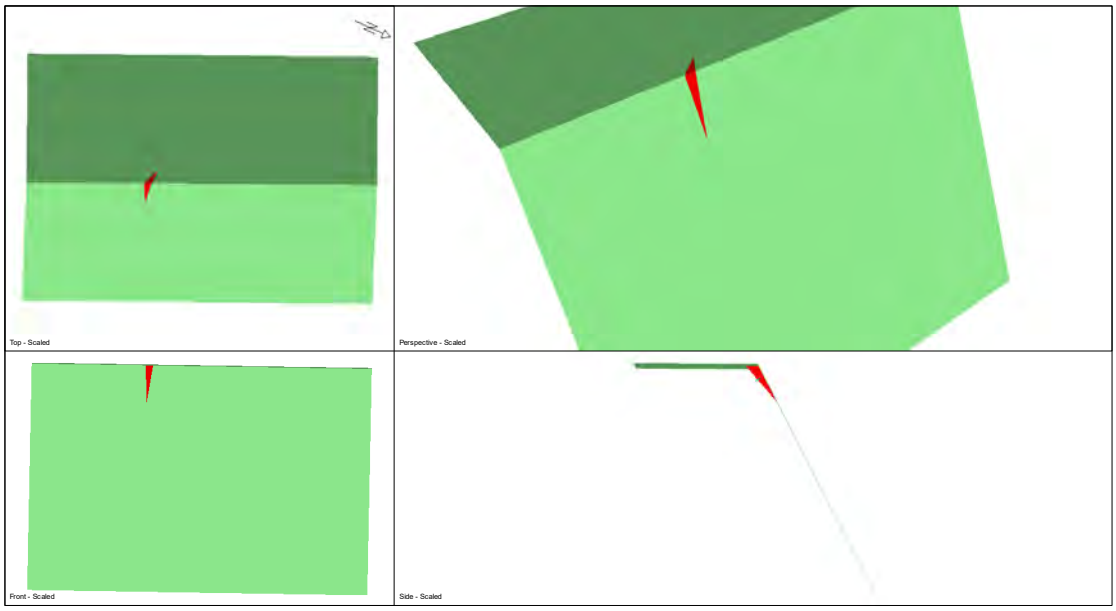
- Coordinates in Easting,Northing,Up Format
- 1=Joint1, 2=Joint2, 3=Upper Face, 4=Slope

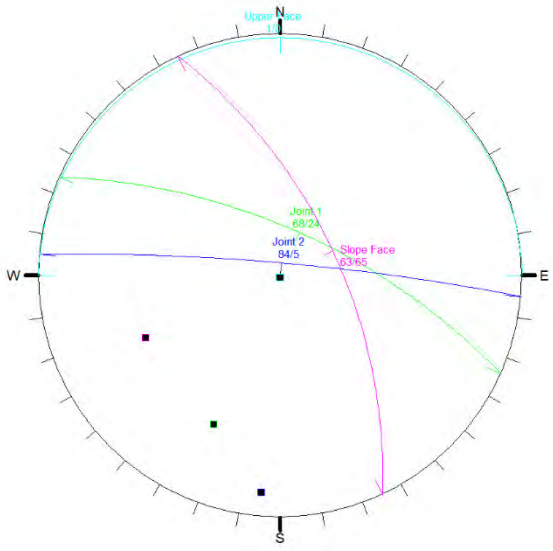
Point	x	y	z
124	0.000	0.000	0.000
134	-0.676	-2.181	0.718
234	-0.192	1.051	0.661
123	-0.412	1.810	0.648

COLEGIO OF. ING. TÉC., MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

1.2.8. Talud 63/065

a. Cuña J2-J3





Swedge Analysis Information

Document Name:

- EX1_065-63_J2J3

Project Summary:

COLEGIO OF. ING. TÉC., MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

- Job Title: SWEDGE - Surface Wedge Stability Analysis
- Date Created: 31/07/2024, 16:17:22

Analysis Results:

- Analysis type: Deterministic
- Wedge is scaled, scale factor: 0.1624
- Safety Factor: 4.5259
- Wedge height (on slope) [m]: 2.92
- Bench width (on upper face) [m]: 1.03
- Wedge volume [m^3]: 0.296
- Wedge weight [tonnes]: 0.799
- Wedge area (joint1) [m^2]: 2.47
- Wedge area (joint2) [m^2]: 1.74
- Wedge area (slope) [m^2]: 0.97
- Wedge area (upper face) [m^2]: 0.30

Effective Normal and Strength Properties:

	Joint 1	Joint 2
Effective Normal force [tonnes]	1.28	1.09
Effective Normal stress [t/m^2]	0.52	0.63
Shear Strength [t/m^2]	0.60	0.66
Strength due to Waviness [t/m^2]	0.00	0.00

- Driving force [tonnes]: 0.58
- Resisting force [tonnes]: 2.63

Water Pressures/Forces:

	Average pressure [t/m^2]	Water force [tonnes]
Joint 1	N/A	0.03
Joint 2	N/A	0.02
Fissures	0.01	N/A

Failure Mode:

COLEGIO OF. ING. TÉC., MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

- Sliding on intersection line (joints 1&2)

Joint Sets 1&2 line of Intersection:

Plunge [deg]	Trend [deg]	Length [m]
46.72	88.59	4.00

Trace Lengths:

	Slope Face [m]	Upper Face [m]
Joint 1	3.28	1.57
Joint 2	3.31	1.19

Persistence:

- Joint 1 [m]: 4.00
- Joint 2 [m]: 4.00

Intersection Angles:

	Slope Face	Upper Face
Joint 1 & Joint 2	10.27	19.16
Joint 1 & Crest	87.46	41.30
Joint 2 & Crest	82.27	119.54

Dip and Dip Direction:

	Dip [deg]	Dip Direction [deg]
Joint Set 1	68.00	24.00
Joint Set 2	84.00	5.00
Slope	63.00	65.00
Upper Face	1.00	0.00

Joint Set 1 Data:

- Cohesion [t/m^2]: 0.30
- Friction Angle [deg]: 30.00

COLEGIO OF. ING. TÉC., MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

Joint Set 2 Data:

- Cohesion [t/m^2]: 0.30
- Friction Angle [deg]: 30.00

Slope Data:

- Slope height [m]: 18.00
- Rock unit weight [t/m^3]: 2.70
- Water pressures in the slope: YES
- Overhanging slope face: NO
- Externally applied force: NO
- Tension crack: NO

Water Pressure Data:

- Water unit weight [t/m^3]: 1.000
- Pressure definition method: Percent Filled Fissures
- Percent Filled: 30.000 %

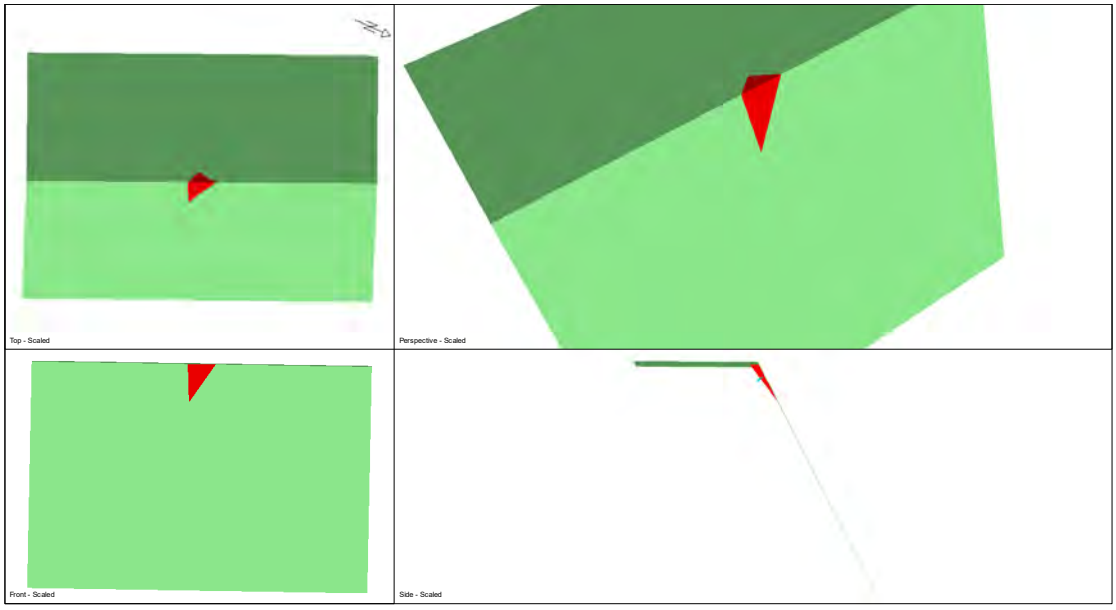
Wedge Vertices:

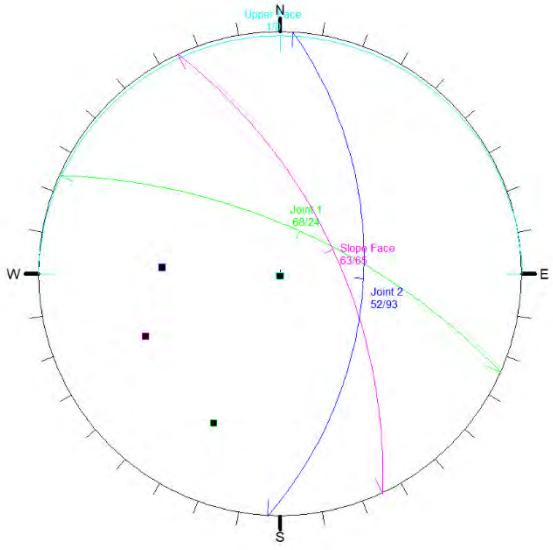
- Coordinates in Easting,Northing,Up Format
- 1=Joint1, 2=Joint2, 3=Upper Face, 4=Slope

Point	x	y	z
124	0.000	0.000	0.000
134	-1.313	-0.708	2.923
234	-1.558	-0.171	2.914
123	-2.741	-0.067	2.912

COLEGIO OF. ING. TÉC., MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

b. Cuña J2-J4





Swedge Analysis Information

Document Name:

- EX1_065-63_J2J4

Project Summary:

COLEGIO OF. ING. TÉC. MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

- Job Title: SWEDGE - Surface Wedge Stability Analysis
- Date Created: 31/07/2024, 16:17:22

Analysis Results:

- Analysis type: Deterministic
- Wedge is scaled, scale factor: 0.1696
- Safety Factor: 1.2941
- Wedge height (on slope) [m]: 3.05
- Bench width (on upper face) [m]: 0.74
- Wedge volume [m^3]: 0.834
- Wedge weight [tonnes]: 2.252
- Wedge area (joint1) [m^2]: 1.85
- Wedge area (joint2) [m^2]: 3.01
- Wedge area (slope) [m^2]: 3.80
- Wedge area (upper face) [m^2]: 0.82

Effective Normal and Strength Properties:

	Joint 1	Joint 2
Effective Normal force [tonnes]	0.19	1.24
Effective Normal stress [t/m^2]	0.10	0.41
Shear Strength [t/m^2]	0.36	0.54
Strength due to Waviness [t/m^2]	0.00	0.00

- Driving force [tonnes]: 1.76
- Resisting force [tonnes]: 2.28

Water Pressures/Forces:

	Average pressure [t/m^2]	Water force [tonnes]
Joint 1	N/A	0.03
Joint 2	N/A	0.04
Fissures	0.01	N/A

Failure Mode:

- Sliding on intersection line (joints 1&2)

COLEGIO OF. ING. TÉC., MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

Joint Sets 1&2 line of Intersection:

Plunge [deg]	Trend [deg]	Length [m]
51.60	83.35	3.88

Trace Lengths:

	Slope Face [m]	Upper Face [m]
Joint 1	3.43	1.12
Joint 2	4.00	1.56

Persistence:

- Joint 1 [m]: 3.88
- Joint 2 [m]: 4.00

Intersection Angles:

	Slope Face	Upper Face
Joint 1 & Joint 2	33.68	110.39
Joint 1 & Crest	87.46	41.30
Joint 2 & Crest	58.85	28.31

Dip and Dip Direction:

	Dip [deg]	Dip Direction [deg]
Joint Set 1	68.00	24.00
Joint Set 2	52.00	93.00
Slope	63.00	65.00
Upper Face	1.00	0.00

Joint Set 1 Data:

- Cohesion [t/m^2]: 0.30
- Friction Angle [deg]: 30.00

Joint Set 2 Data:

COLEGIO OF. ING. TÉC., MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

- Cohesion [t/m^2]: 0.30
- Friction Angle [deg]: 30.00

Slope Data:

- Slope height [m]: 18.00
- Rock unit weight [t/m^3]: 2.70
- Water pressures in the slope: YES
- Overhanging slope face: NO
- Externally applied force: NO
- Tension crack: NO

Water Pressure Data:

- Water unit weight [t/m^3]: 1.000
- Pressure definition method: Percent Filled Fissures
- Percent Filled: 30.000 %

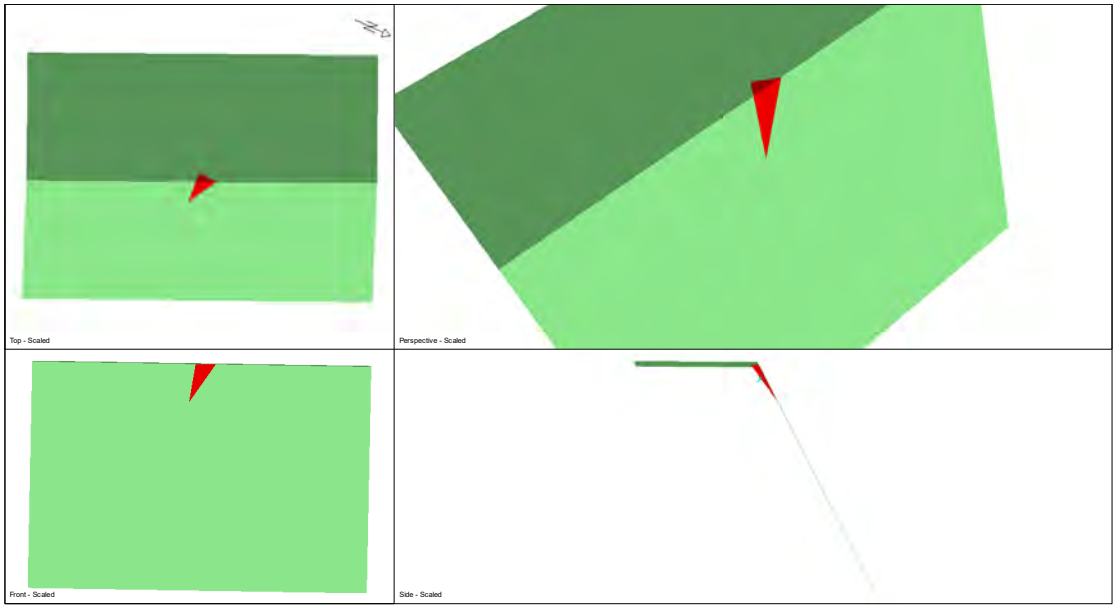
Wedge Vertices:

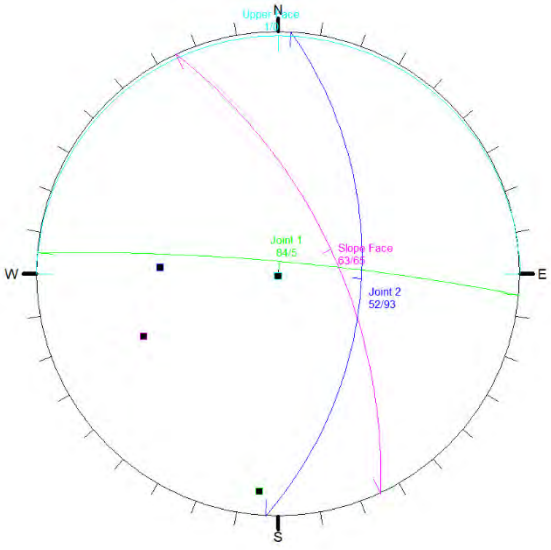
- Coordinates in Easting,Northing,Up Format
- 1=Joint1, 2=Joint2, 3=Upper Face, 4=Slope

Point	x	y	z
124	0.000	0.000	0.000
134	-1.371	-0.739	3.052
234	-2.293	1.280	3.017
123	-2.396	-0.279	3.044

COLEGIO OF. ING. TÉC., MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

c. Cuña J3-J4





Swedge Analysis Information

Document Name:

- EX1_065-63_J3J4

Project Summary:

COLEGIO OF. ING. TÉC. MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

- Job Title: SWEDGE - Surface Wedge Stability Analysis
- Date Created: 31/07/2024, 16:17:22

Analysis Results:

- Analysis type: Deterministic
- Wedge is scaled, scale factor: 0.1690
- Safety Factor: 1.4699
- Wedge height (on slope) [m]: 3.04
- Bench width (on upper face) [m]: 0.66
- Wedge volume [m^3]: 0.538
- Wedge weight [tonnes]: 1.452
- Wedge area (joint1) [m^2]: 1.16
- Wedge area (joint2) [m^2]: 2.69
- Wedge area (slope) [m^2]: 2.75
- Wedge area (upper face) [m^2]: 0.53

Effective Normal and Strength Properties:

	Joint 1	Joint 2
Effective Normal force [tonnes]	0.05	0.85
Effective Normal stress [t/m^2]	0.05	0.32
Shear Strength [t/m^2]	0.33	0.48
Strength due to Waviness [t/m^2]	0.00	0.00

- Driving force [tonnes]: 1.14
- Resisting force [tonnes]: 1.68

Water Pressures/Forces:

	Average pressure [t/m^2]	Water force [tonnes]
Joint 1	N/A	0.02
Joint 2	N/A	0.04
Fissures	0.01	N/A

Failure Mode:

- Sliding on intersection line (joints 1&2)

COLEGIO OF. ING. TÉC., MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

Joint Sets 1&2 line of Intersection:

Plunge [deg]	Trend [deg]	Length [m]
51.86	87.31	3.87

Trace Lengths:

	Slope Face [m]	Upper Face [m]
Joint 1	3.45	0.76
Joint 2	4.00	1.40

Persistence:

- Joint 1 [m]: 3.87
- Joint 2 [m]: 4.00

Intersection Angles:

	Slope Face	Upper Face
Joint 1 & Joint 2	23.42	91.23
Joint 1 & Crest	97.73	60.46
Joint 2 & Crest	58.85	28.31

Dip and Dip Direction:

	Dip [deg]	Dip Direction [deg]
Joint Set 1	84.00	5.00
Joint Set 2	52.00	93.00
Slope	63.00	65.00
Upper Face	1.00	0.00

Joint Set 1 Data:

- Cohesion [t/m^2]: 0.30
- Friction Angle [deg]: 30.00

Joint Set 2 Data:

COLEGIO OF. ING. TÉC., MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

- Cohesion [t/m^2]: 0.30
- Friction Angle [deg]: 30.00

Slope Data:

- Slope height [m]: 18.00
- Rock unit weight [t/m^3]: 2.70
- Water pressures in the slope: YES
- Overhanging slope face: NO
- Externally applied force: NO
- Tension crack: NO

Water Pressure Data:

- Water unit weight [t/m^3]: 1.000
- Pressure definition method: Percent Filled Fissures
- Percent Filled: 30.000 %

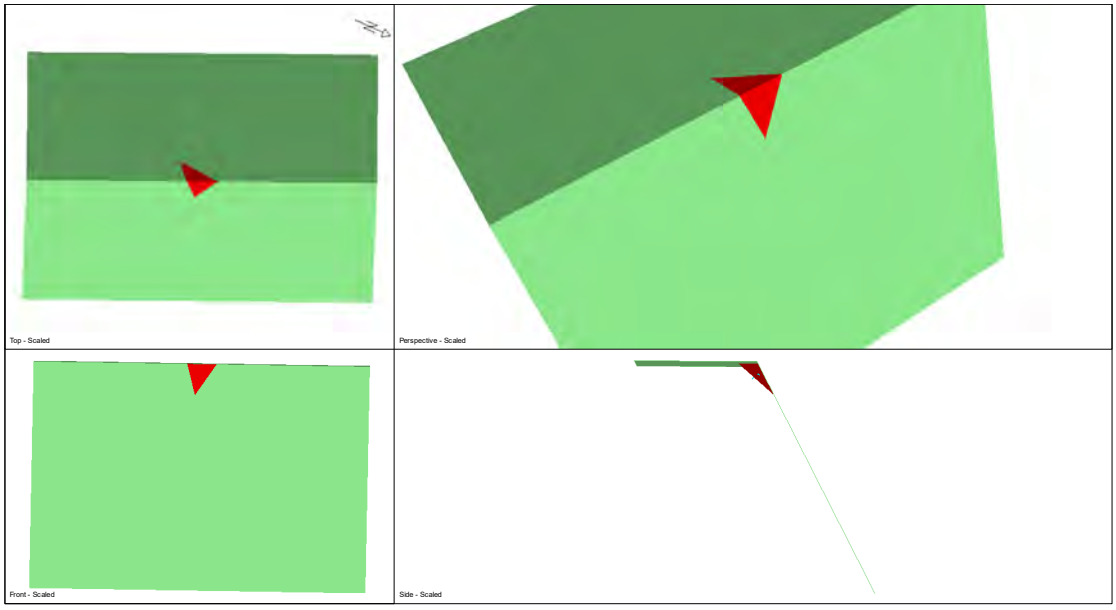
Wedge Vertices:

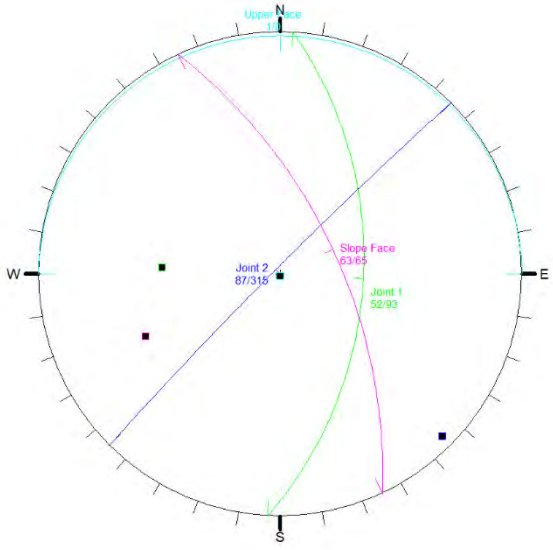
- Coordinates in Easting,Northing,Up Format
- 1=Joint1, 2=Joint2, 3=Upper Face, 4=Slope

Point	x	y	z
124	0.000	0.000	0.000
134	-1.627	-0.179	3.042
234	-2.293	1.280	3.017
123	-2.385	-0.112	3.041

COLEGIO OF. ING. TÉC., MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

d. Cuña J4-J5





Swedge Analysis Information

Document Name:

- EX1_065-63_J4J5

Project Summary:

COLEGIO OF. ING. TÉC. MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

- Job Title: SWEDGE - Surface Wedge Stability Analysis
- Date Created: 31/07/2024, 16:17:22

Analysis Results:

- Analysis type: Deterministic
- Wedge is scaled, scale factor: 0.1372
- Safety Factor: 2.3094
- Wedge height (on slope) [m]: 2.47
- Bench width (on upper face) [m]: 1.58
- Wedge volume [m^3]: 1.541
- Wedge weight [tonnes]: 4.162
- Wedge area (joint1) [m^2]: 5.27
- Wedge area (joint2) [m^2]: 2.11
- Wedge area (slope) [m^2]: 3.29
- Wedge area (upper face) [m^2]: 1.86

Effective Normal and Strength Properties:

	Joint 1	Joint 2
Effective Normal force [tonnes]	3.80	2.33
Effective Normal stress [t/m^2]	0.72	1.10
Shear Strength [t/m^2]	0.72	0.94
Strength due to Waviness [t/m^2]	0.04	0.06

- Driving force [tonnes]: 2.63
- Resisting force [tonnes]: 6.07

Water Pressures/Forces:

	Average pressure [t/m^2]	Water force [tonnes]
Joint 1	N/A	0.06
Joint 2	N/A	0.02
Fissures	0.01	N/A

Failure Mode:

- Sliding on intersection line (joints 1&2)

COLEGIO OF. ING. TÉC., MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

Joint Sets 1&2 line of Intersection:

Plunge [deg]	Trend [deg]	Length [m]
39.18	42.55	4.00

Trace Lengths:

	Slope Face [m]	Upper Face [m]
Joint 1	3.27	3.34
Joint 2	2.88	1.69

Persistence:

- Joint 1 [m]: 4.00
- Joint 2 [m]: 4.00

Intersection Angles:

	Slope Face	Upper Face
Joint 1 & Joint 2	44.30	41.18
Joint 1 & Crest	58.85	28.31
Joint 2 & Crest	76.85	110.51

Dip and Dip Direction:

	Dip [deg]	Dip Direction [deg]
Joint Set 1	52.00	93.00
Joint Set 2	87.00	315.00
Slope	63.00	65.00
Upper Face	1.00	0.00

Joint Set 1 Data:

- Cohesion [t/m^2]: 0.30
- Friction Angle [deg]: 30.00

Joint Set 2 Data:

COLEGIO OF. ING. TÉC., MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

- Cohesion [t/m^2]: 0.30
- Friction Angle [deg]: 30.00

Slope Data:

- Slope height [m]: 18.00
- Rock unit weight [t/m^3]: 2.70
- Water pressures in the slope: YES
- Overhanging slope face: NO
- Externally applied force: NO
- Tension crack: NO

Water Pressure Data:

- Water unit weight [t/m^3]: 1.000
- Pressure definition method: Percent Filled Fissures
- Percent Filled: 30.000 %

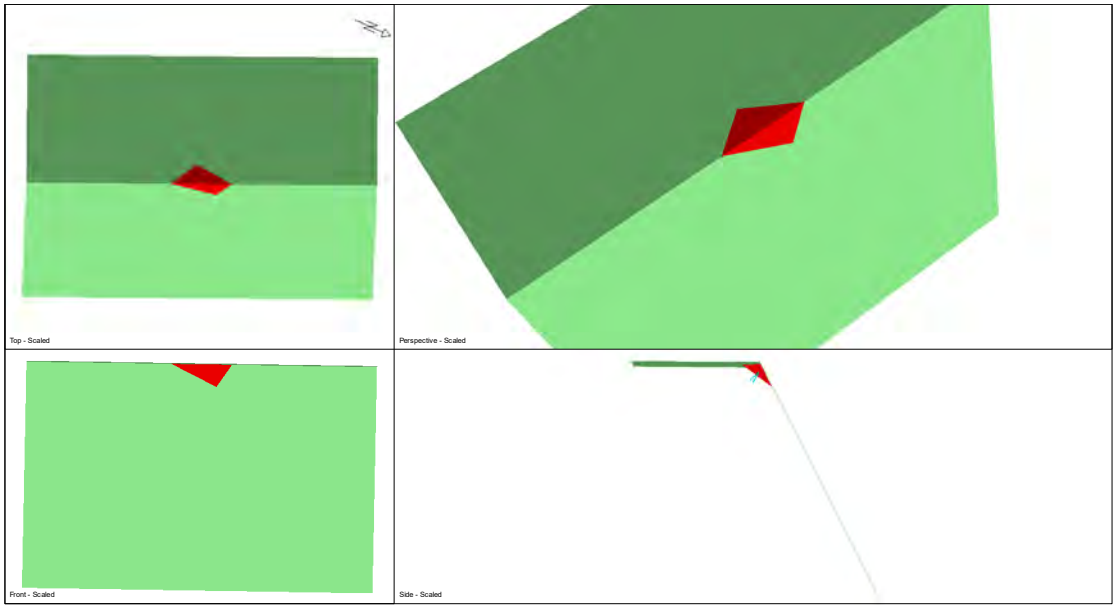
Wedge Vertices:

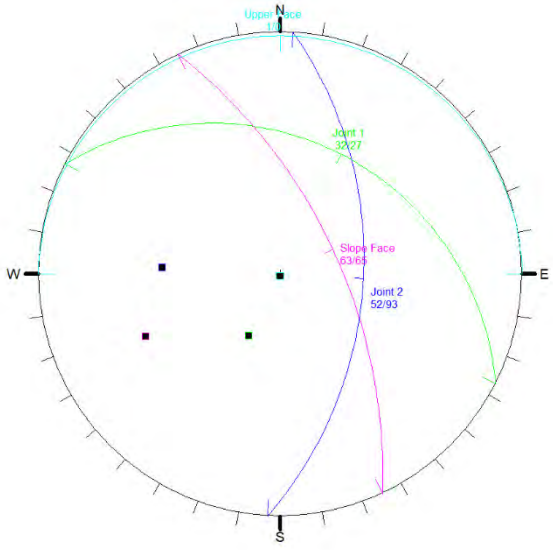
- Coordinates in Easting,Northing,Up Format
- 1=Joint1, 2=Joint2, 3=Upper Face, 4=Slope

Point	x	y	z
124	0.000	0.000	0.000
134	-1.877	1.048	2.469
234	-0.902	-1.088	2.506
123	-2.097	-2.284	2.527

COLEGIO OF. ING. TÉC., MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

e. Cuña J1-J4





Swedge Analysis Information

Document Name:

- EX1_065-63_J1J4

Project Summary:

COLEGIO OF. ING. TÉC. MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

- Job Title: SWEDGE - Surface Wedge Stability Analysis
- Date Created: 31/07/2024, 16:17:22

Analysis Results:

- Analysis type: Deterministic
- Wedge is scaled, scale factor: 0.0989
- Safety Factor: 1.8063
- Wedge height (on slope) [m]: 1.78
- Bench width (on upper face) [m]: 1.48
- Wedge volume [m^3]: 1.983
- Wedge weight [tonnes]: 5.354
- Wedge area (joint1) [m^2]: 4.03
- Wedge area (joint2) [m^2]: 3.41
- Wedge area (slope) [m^2]: 4.52
- Wedge area (upper face) [m^2]: 3.46

Effective Normal and Strength Properties:

	Joint 1	Joint 2
Effective Normal force [tonnes]	4.30	0.27
Effective Normal stress [t/m^2]	1.07	0.08
Shear Strength [t/m^2]	0.92	0.35
Strength due to Waviness [t/m^2]	0.06	0.00

- Driving force [tonnes]: 2.83
- Resisting force [tonnes]: 5.11

Water Pressures/Forces:

	Average pressure [t/m^2]	Water force [tonnes]
Joint 1	N/A	0.03
Joint 2	N/A	0.03
Fissures	0.01	N/A

Failure Mode:

- Sliding on intersection line (joints 1&2)

COLEGIO OF. ING. TÉC., MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

Joint Sets 1&2 line of Intersection:

Plunge [deg]	Trend [deg]	Length [m]
31.90	32.10	3.33

Trace Lengths:

	Slope Face [m]	Upper Face [m]
Joint 1	4.00	2.42
Joint 2	2.26	3.13

Persistence:

- Joint 1 [m]: 4.00
- Joint 2 [m]: 3.33

Intersection Angles:

	Slope Face	Upper Face
Joint 1 & Joint 2	92.21	113.97
Joint 1 & Crest	28.94	37.72
Joint 2 & Crest	58.85	28.31

Dip and Dip Direction:

	Dip [deg]	Dip Direction [deg]
Joint Set 1	32.00	27.00
Joint Set 2	52.00	93.00
Slope	63.00	65.00
Upper Face	1.00	0.00

Joint Set 1 Data:

- Cohesion [t/m^2]: 0.30
- Friction Angle [deg]: 30.00

Joint Set 2 Data:

COLEGIO OF. ING. TÉC., MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

- Cohesion [t/m^2]: 0.30
- Friction Angle [deg]: 30.00

Slope Data:

- Slope height [m]: 18.00
- Rock unit weight [t/m^3]: 2.70
- Water pressures in the slope: YES
- Overhanging slope face: NO
- Externally applied force: NO
- Tension crack: NO

Water Pressure Data:

- Water unit weight [t/m^3]: 1.000
- Pressure definition method: Percent Filled Fissures
- Percent Filled: 30.000 %

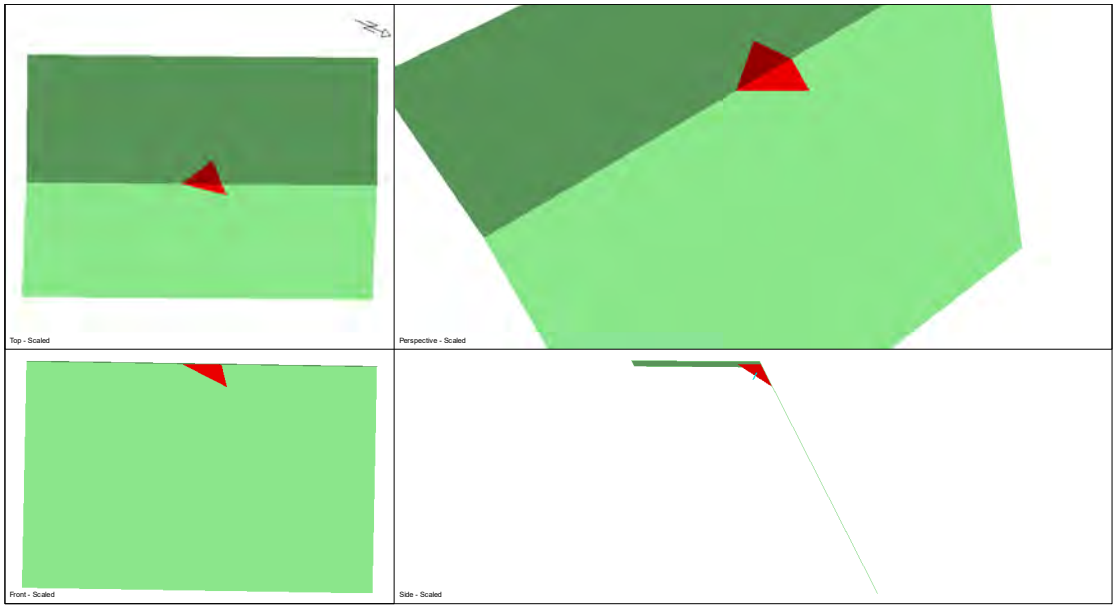
Wedge Vertices:

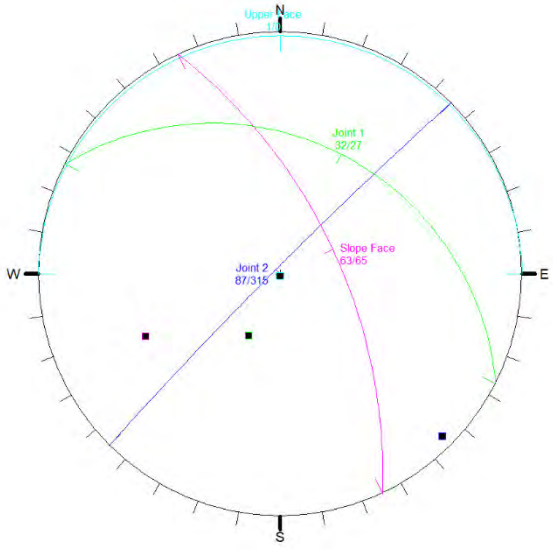
- Coordinates in Easting,Northing,Up Format
- 1=Joint1, 2=Joint2, 3=Upper Face, 4=Slope

Point	x	y	z
124	0.000	0.000	0.000
134	0.643	-3.524	1.780
234	-1.296	0.724	1.706
123	-1.503	-2.396	1.760

COLEGIO OF. ING. TÉC., MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

f. Cuña J1-J5





Swedge Analysis Information

Document Name:

- EX1_065-63_J1J5

Project Summary:

COLEGIO OF. ING. TÉC. MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

- Job Title: SWEDGE - Surface Wedge Stability Analysis
- Date Created: 31/07/2024, 16:17:22

Analysis Results:

- Analysis type: Deterministic
- Wedge is scaled, scale factor: 0.0989
- Safety Factor: 2.0132
- Wedge height (on slope) [m]: 1.78
- Bench width (on upper face) [m]: 1.83
- Wedge volume [m^3]: 1.596
- Wedge weight [tonnes]: 4.309
- Wedge area (joint1) [m^2]: 4.97
- Wedge area (joint2) [m^2]: 1.68
- Wedge area (slope) [m^2]: 2.95
- Wedge area (upper face) [m^2]: 2.79

Effective Normal and Strength Properties:

	Joint 1	Joint 2
Effective Normal force [tonnes]	3.73	0.55
Effective Normal stress [t/m^2]	0.75	0.32
Shear Strength [t/m^2]	0.73	0.49
Strength due to Waviness [t/m^2]	0.00	0.00

- Driving force [tonnes]: 2.22
- Resisting force [tonnes]: 4.46

Water Pressures/Forces:

	Average pressure [t/m^2]	Water force [tonnes]
Joint 1	N/A	0.04
Joint 2	N/A	0.01
Fissures	0.01	N/A

Failure Mode:

- Sliding on intersection line (joints 1&2)

COLEGIO OF. ING. TÉC., MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

Joint Sets 1&2 line of Intersection:

Plunge [deg]	Trend [deg]	Length [m]
30.97	43.20	3.41

Trace Lengths:

	Slope Face [m]	Upper Face [m]
Joint 1	4.00	2.99
Joint 2	1.99	1.95

Persistence:

- Joint 1 [m]: 4.00
- Joint 2 [m]: 3.41

Intersection Angles:

	Slope Face	Upper Face
Joint 1 & Joint 2	47.91	72.79
Joint 1 & Crest	28.94	37.72
Joint 2 & Crest	103.15	69.49

Dip and Dip Direction:

	Dip [deg]	Dip Direction [deg]
Joint Set 1	32.00	27.00
Joint Set 2	87.00	315.00
Slope	63.00	65.00
Upper Face	1.00	0.00

Joint Set 1 Data:

- Cohesion [t/m^2]: 0.30
- Friction Angle [deg]: 30.00

Joint Set 2 Data:

COLEGIO OF. ING. TÉC., MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

- Cohesion [t/m^2]: 0.30
- Friction Angle [deg]: 30.00

Slope Data:

- Slope height [m]: 18.00
- Rock unit weight [t/m^3]: 2.70
- Water pressures in the slope: YES
- Overhanging slope face: NO
- Externally applied force: NO
- Tension crack: NO

Water Pressure Data:

- Water unit weight [t/m^3]: 1.000
- Pressure definition method: Percent Filled Fissures
- Percent Filled: 30.000 %

Wedge Vertices:

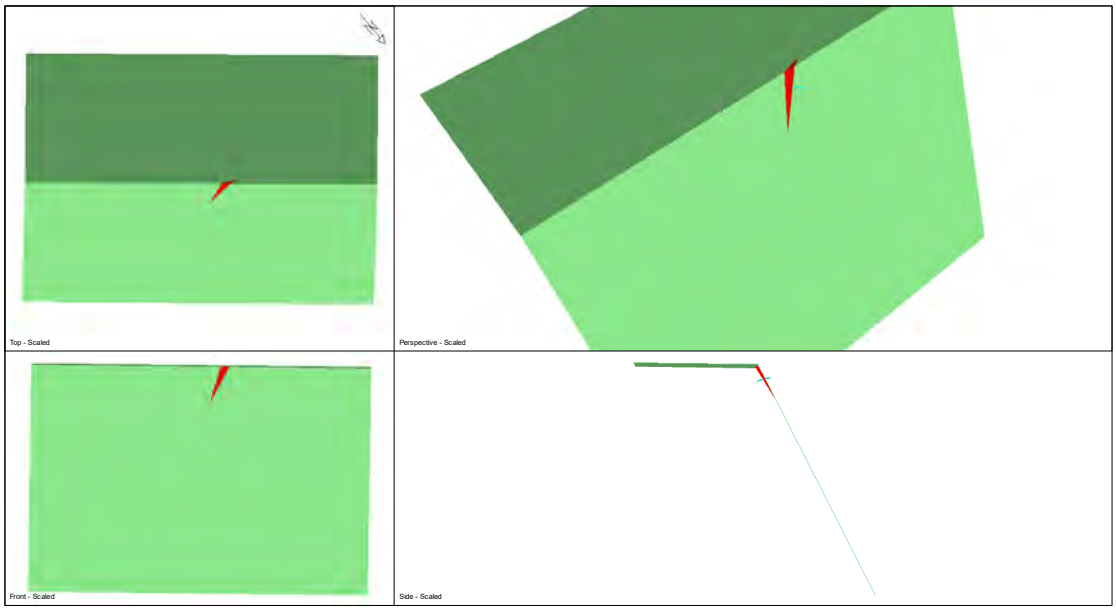
- Coordinates in Easting,Northing,Up Format
- 1=Joint1, 2=Joint2, 3=Upper Face, 4=Slope

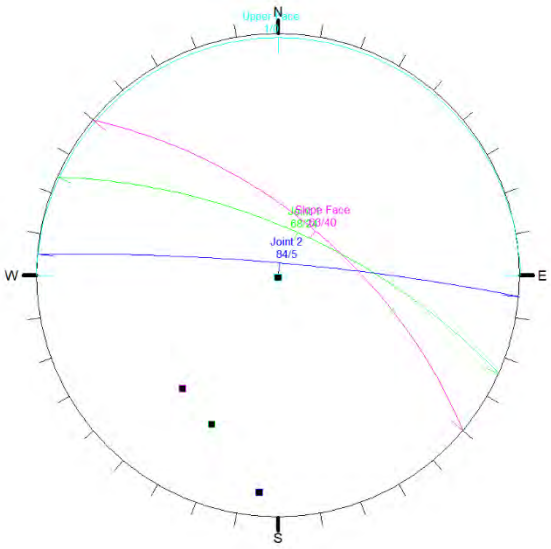
Point	x	y	z
124	0.000	0.000	0.000
134	0.643	-3.524	1.780
234	-0.623	-0.751	1.731
123	-2.003	-2.133	1.755

COLEGIO OF. ING. TÉC., MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

1.2.9. Talud 63/040

a. Cuña J2-J3





Swedge Analysis Information

Document Name:

- EX1_040-63_J2J3

Project Summary:

COLEGIO OF. ING. TÉC., MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

- Job Title: SWEDGE - Surface Wedge Stability Analysis
- Date Created: 31/07/2024, 16:17:22

Analysis Results:

- Analysis type: Deterministic
- Wedge is scaled, scale factor: 0.1623
- Safety Factor: 6.1251
- Wedge height (on slope) [m]: 2.92
- Bench width (on upper face) [m]: 0.33
- Wedge volume [m^3]: 0.109
- Wedge weight [tonnes]: 0.295
- Wedge area (joint1) [m^2]: 1.89
- Wedge area (joint2) [m^2]: 0.84
- Wedge area (slope) [m^2]: 1.11
- Wedge area (upper face) [m^2]: 0.11

Effective Normal and Strength Properties:

	Joint 1	Joint 2
Effective Normal force [tonnes]	0.46	0.40
Effective Normal stress [t/m^2]	0.24	0.47
Shear Strength [t/m^2]	0.44	0.57
Strength due to Waviness [t/m^2]	0.00	0.00

- Driving force [tonnes]: 0.21
- Resisting force [tonnes]: 1.31

Water Pressures/Forces:

	Average pressure [t/m^2]	Water force [tonnes]
Joint 1	N/A	0.02
Joint 2	N/A	0.01
Fissures	0.01	N/A

Failure Mode:

COLEGIO OF. ING. TÉC., MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

- Sliding on intersection line (joints 1&2)

Joint Sets 1&2 line of Intersection:

Plunge [deg]	Trend [deg]	Length [m]
46.72	88.59	4.00

Trace Lengths:

	Slope Face [m]	Upper Face [m]
Joint 1	3.40	1.19
Joint 2	3.63	0.57

Persistence:

- Joint 1 [m]: 4.00
- Joint 2 [m]: 4.00

Intersection Angles:

	Slope Face	Upper Face
Joint 1 & Joint 2	10.38	19.16
Joint 1 & Crest	104.77	16.17
Joint 2 & Crest	64.85	144.68

Dip and Dip Direction:

	Dip [deg]	Dip Direction [deg]
Joint Set 1	68.00	24.00
Joint Set 2	84.00	5.00
Slope	63.00	40.00
Upper Face	1.00	0.00

Joint Set 1 Data:

- Cohesion [t/m^2]: 0.30
- Friction Angle [deg]: 30.00

COLEGIO OF. ING. TÉC., MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
Habilitación Profesional
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

Joint Set 2 Data:

- Cohesion [t/m^2]: 0.30
- Friction Angle [deg]: 30.00

Slope Data:

- Slope height [m]: 18.00
- Rock unit weight [t/m^3]: 2.70
- Water pressures in the slope: YES
- Overhanging slope face: NO
- Externally applied force: NO
- Tension crack: NO

Water Pressure Data:

- Water unit weight [t/m^3]: 1.000
- Pressure definition method: Percent Filled Fissures
- Percent Filled: 30.000 %

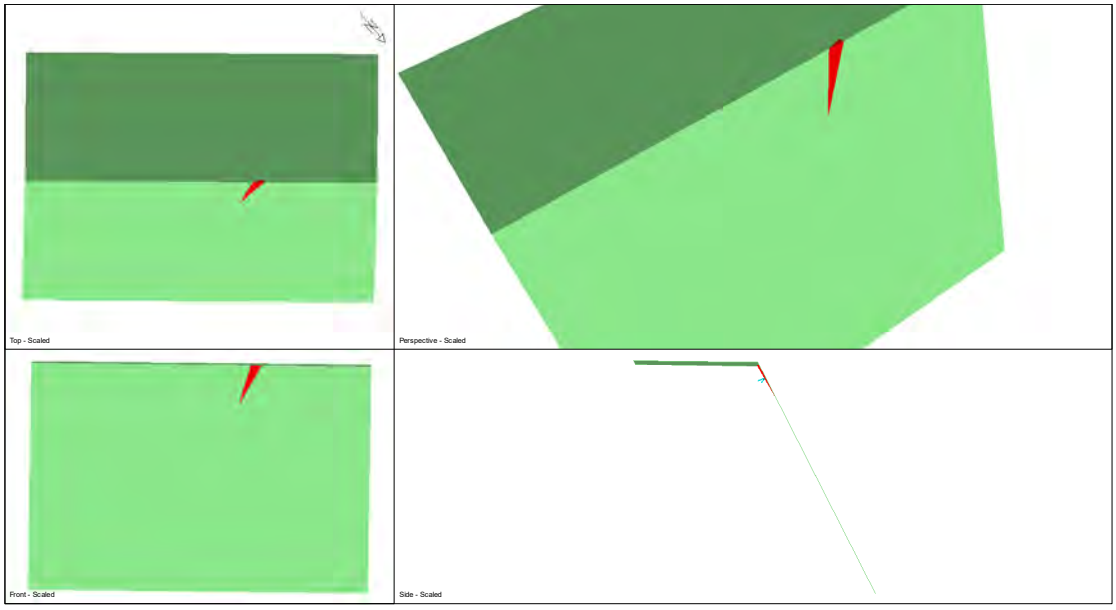
Wedge Vertices:

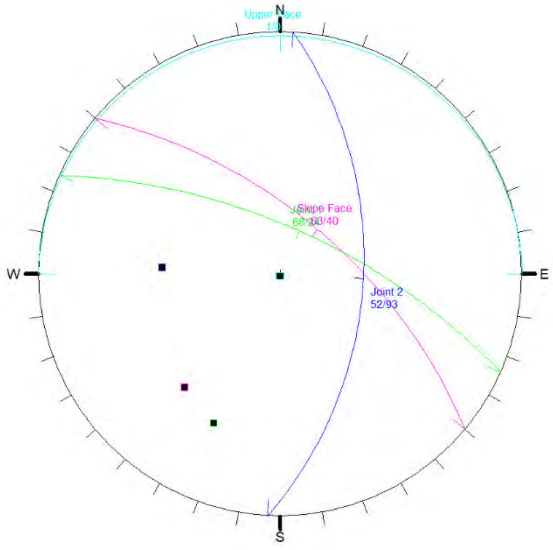
- Coordinates in Easting,Northing,Up Format
- 1=Joint1, 2=Joint2, 3=Upper Face, 4=Slope

Point	x	y	z
124	0.000	0.000	0.000
134	-1.653	-0.556	2.921
234	-2.169	-0.118	2.913
123	-2.741	-0.067	2.912

COLEGIO OF. ING. TÉC., MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

b. Cuña J2-J4





Swedge Analysis Information

Document Name:

- EX1_040-63_J2J4

Project Summary:

COLEGIO OF. ING. TÉC. MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

- Job Title: SWEDGE - Surface Wedge Stability Analysis
- Date Created: 31/07/2024, 16:17:22

Analysis Results:

- Analysis type: Deterministic
- Wedge is scaled, scale factor: 0.1745
- Safety Factor: 3.0545
- Wedge height (on slope) [m]: 3.14
- Bench width (on upper face) [m]: 0.21
- Wedge volume [m^3]: 0.097
- Wedge weight [tonnes]: 0.262
- Wedge area (joint1) [m^2]: 1.29
- Wedge area (joint2) [m^2]: 0.52
- Wedge area (slope) [m^2]: 1.56
- Wedge area (upper face) [m^2]: 0.09

Effective Normal and Strength Properties:

	Joint 1	Joint 2
Effective Normal force [tonnes]	0.01	0.14
Effective Normal stress [t/m^2]	0.01	0.27
Shear Strength [t/m^2]	0.30	0.46
Strength due to Waviness [t/m^2]	0.00	0.00

- Driving force [tonnes]: 0.21
- Resisting force [tonnes]: 0.63

Water Pressures/Forces:

	Average pressure [t/m^2]	Water force [tonnes]
Joint 1	N/A	0.02
Joint 2	N/A	0.01
Fissures	0.01	N/A

Failure Mode:

- Sliding on intersection line (joints 1&2)

COLEGIO OF. ING. TÉC., MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

Joint Sets 1&2 line of Intersection:

Plunge [deg]	Trend [deg]	Length [m]
51.60	83.35	4.00

Trace Lengths:

	Slope Face [m]	Upper Face [m]
Joint 1	3.66	0.76
Joint 2	3.98	0.26

Persistence:

- Joint 1 [m]: 4.00
- Joint 2 [m]: 4.00

Intersection Angles:

	Slope Face	Upper Face
Joint 1 & Joint 2	12.41	110.39
Joint 1 & Crest	104.77	16.17
Joint 2 & Crest	62.82	53.45

Dip and Dip Direction:

	Dip [deg]	Dip Direction [deg]
Joint Set 1	68.00	24.00
Joint Set 2	52.00	93.00
Slope	63.00	40.00
Upper Face	1.00	0.00

Joint Set 1 Data:

- Cohesion [t/m^2]: 0.30
- Friction Angle [deg]: 30.00

Joint Set 2 Data:

COLEGIO OF. ING. TÉC., MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

- Cohesion [t/m^2]: 0.30
- Friction Angle [deg]: 30.00

Slope Data:

- Slope height [m]: 18.00
- Rock unit weight [t/m^3]: 2.70
- Water pressures in the slope: YES
- Overhanging slope face: NO
- Externally applied force: NO
- Tension crack: NO

Water Pressure Data:

- Water unit weight [t/m^3]: 1.000
- Pressure definition method: Percent Filled Fissures
- Percent Filled: 30.000 %

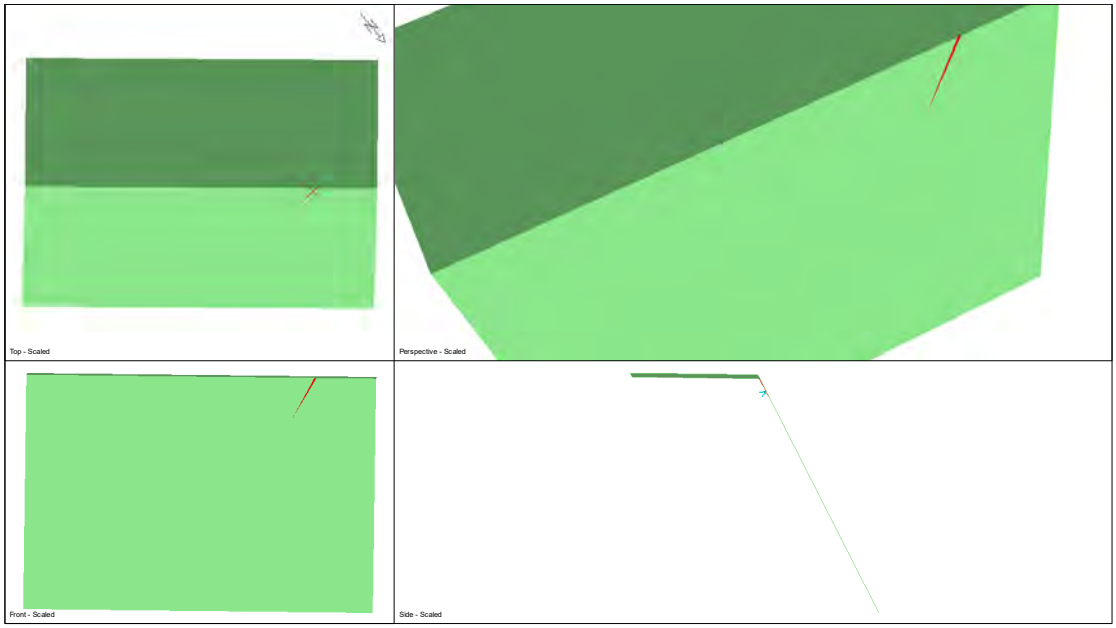
Wedge Vertices:

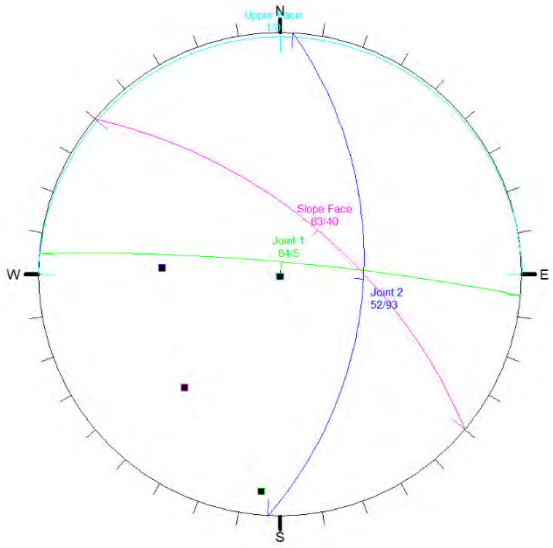
- Coordinates in Easting,Northing,Up Format
- 1=Joint1, 2=Joint2, 3=Upper Face, 4=Slope

Point	x	y	z
124	0.000	0.000	0.000
134	-1.777	-0.598	3.140
234	-2.450	-0.026	3.130
123	-2.468	-0.288	3.135

COLEGIO OF. ING. TÉC., MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

c. Cuña J3-J4





Swedge Analysis Information

Document Name:

- EX1_040-63_J3J4

Project Summary:

COLEGIO OF. ING. TÉC. MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

- Job Title: SWEDGE - Surface Wedge Stability Analysis
- Date Created: 31/07/2024, 16:17:22

Analysis Results:

- Analysis type: Deterministic
- Wedge is scaled, scale factor: 0.1748
- Safety Factor: 4.5548
- Wedge height (on slope) [m]: 3.15
- Bench width (on upper face) [m]: 0.07
- Wedge volume [m^3]: 0.006
- Wedge weight [tonnes]: 0.016
- Wedge area (joint1) [m^2]: 0.20
- Wedge area (joint2) [m^2]: 0.18
- Wedge area (slope) [m^2]: 0.28
- Wedge area (upper face) [m^2]: 0.01

Effective Normal and Strength Properties:

	Joint 1	Joint 2
Effective Normal force [tonnes]	0.00	0.01
Effective Normal stress [t/m^2]	0.00	0.04
Shear Strength [t/m^2]	0.00	0.32
Strength due to Waviness [t/m^2]	0.00	0.00

- Driving force [tonnes]: 0.01
- Resisting force [tonnes]: 0.06

Water Pressures/Forces:

	Average pressure [t/m^2]	Water force [tonnes]
Joint 1	N/A	0.00
Joint 2	N/A	0.00
Fissures	0.01	N/A

Failure Mode:

- Sliding on joint2

COLEGIO OF. ING. TÉC., MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

Joint Sets 1&2 line of Intersection:

Plunge [deg]	Trend [deg]	Length [m]
51.86	87.31	4.00

Trace Lengths:

	Slope Face [m]	Upper Face [m]
Joint 1	3.92	0.13
Joint 2	3.99	0.09

Persistence:

- Joint 1 [m]: 4.00
- Joint 2 [m]: 4.00

Intersection Angles:

	Slope Face	Upper Face
Joint 1 & Joint 2	2.03	91.23
Joint 1 & Crest	115.15	35.32
Joint 2 & Crest	62.82	53.45

Dip and Dip Direction:

	Dip [deg]	Dip Direction [deg]
Joint Set 1	84.00	5.00
Joint Set 2	52.00	93.00
Slope	63.00	40.00
Upper Face	1.00	0.00

Joint Set 1 Data:

- Cohesion [t/m^2]: 0.30
- Friction Angle [deg]: 30.00

Joint Set 2 Data:

COLEGIO OF. ING. TÉC., MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

- Cohesion [t/m^2]: 0.30
- Friction Angle [deg]: 30.00

Slope Data:

- Slope height [m]: 18.00
- Rock unit weight [t/m^3]: 2.70
- Water pressures in the slope: YES
- Overhanging slope face: NO
- Externally applied force: NO
- Tension crack: NO

Water Pressure Data:

- Water unit weight [t/m^3]: 1.000
- Pressure definition method: Percent Filled Fissures
- Percent Filled: 30.000 %

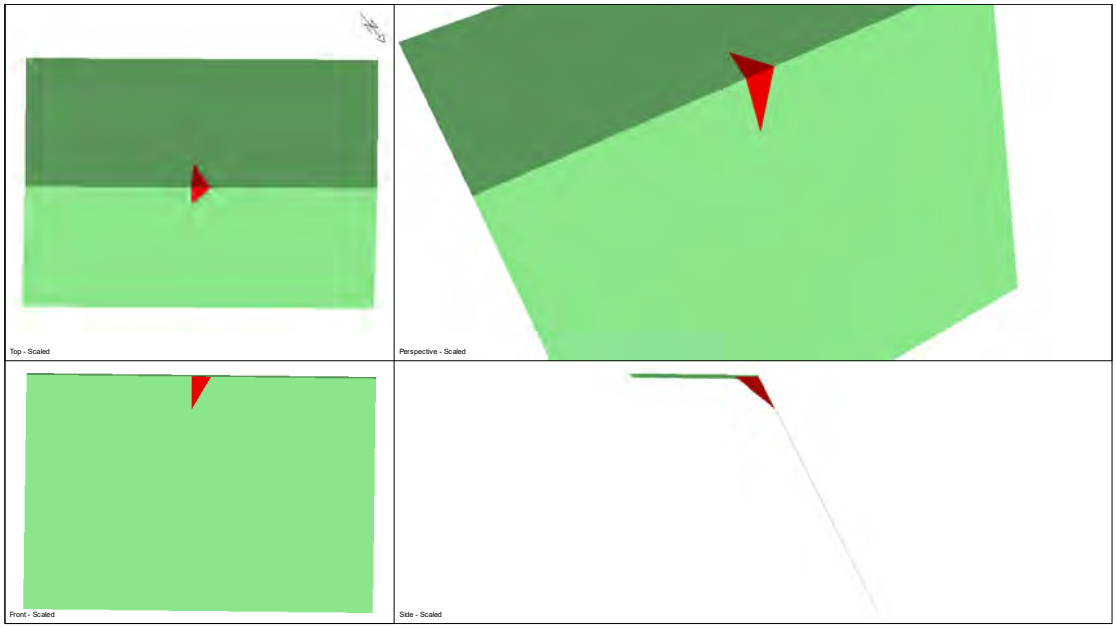
Wedge Vertices:

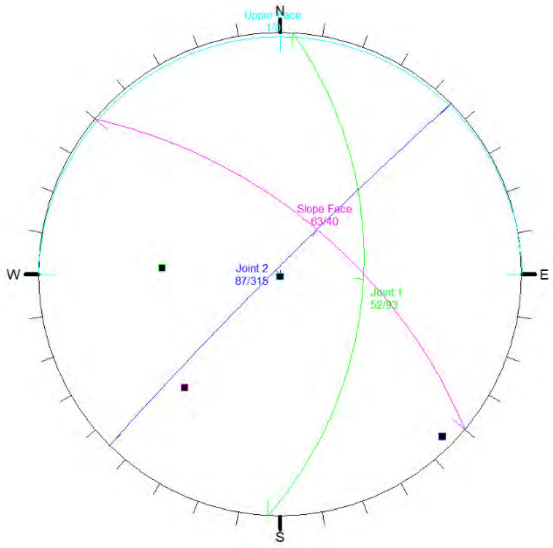
- Coordinates in Easting,Northing,Up Format
- 1=Joint1, 2=Joint2, 3=Upper Face, 4=Slope

Point	x	y	z
124	0.000	0.000	0.000
134	-2.343	-0.127	3.146
234	-2.462	-0.026	3.145
123	-2.467	-0.116	3.146

COLEGIO OF. ING. TÉC., MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

d. Cuña J4-J5





Swedge Analysis Information

Document Name:

- EX1_040-63_J4J5

Project Summary:

COLEGIO OF. ING. TÉC. MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

- Job Title: SWEDGE - Surface Wedge Stability Analysis
- Date Created: 31/07/2024, 16:17:22

Analysis Results:

- Analysis type: Deterministic
- Wedge is scaled, scale factor: 0.1382
- Safety Factor: 2.3762
- Wedge height (on slope) [m]: 2.49
- Bench width (on upper face) [m]: 1.82
- Wedge volume [m^3]: 1.132
- Wedge weight [tonnes]: 3.056
- Wedge area (joint1) [m^2]: 3.58
- Wedge area (joint2) [m^2]: 2.28
- Wedge area (slope) [m^2]: 2.11
- Wedge area (upper face) [m^2]: 1.37

Effective Normal and Strength Properties:

	Joint 1	Joint 2
Effective Normal force [tonnes]	2.80	1.70
Effective Normal stress [t/m^2]	0.78	0.75
Shear Strength [t/m^2]	0.75	0.73
Strength due to Waviness [t/m^2]	0.04	0.04

- Driving force [tonnes]: 1.93
- Resisting force [tonnes]: 4.59

Water Pressures/Forces:

	Average pressure [t/m^2]	Water force [tonnes]
Joint 1	N/A	0.04
Joint 2	N/A	0.03
Fissures	0.01	N/A

Failure Mode:

- Sliding on intersection line (joints 1&2)

COLEGIO OF. ING. TÉC., MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

Joint Sets 1&2 line of Intersection:

Plunge [deg]	Trend [deg]	Length [m]
39.18	42.55	4.00

Trace Lengths:

	Slope Face [m]	Upper Face [m]
Joint 1	3.16	2.27
Joint 2	2.81	1.83

Persistence:

- Joint 1 [m]: 4.00
- Joint 2 [m]: 4.00

Intersection Angles:

	Slope Face	Upper Face
Joint 1 & Joint 2	28.31	41.18
Joint 1 & Crest	62.82	53.45
Joint 2 & Crest	88.86	85.38

Dip and Dip Direction:

	Dip [deg]	Dip Direction [deg]
Joint Set 1	52.00	93.00
Joint Set 2	87.00	315.00
Slope	63.00	40.00
Upper Face	1.00	0.00

Joint Set 1 Data:

- Cohesion [t/m^2]: 0.30
- Friction Angle [deg]: 30.00

Joint Set 2 Data:

COLEGIO OF. ING. TÉC., MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

- Cohesion [t/m^2]: 0.30
- Friction Angle [deg]: 30.00

Slope Data:

- Slope height [m]: 18.00
- Rock unit weight [t/m^3]: 2.70
- Water pressures in the slope: YES
- Overhanging slope face: NO
- Externally applied force: NO
- Tension crack: NO

Water Pressure Data:

- Water unit weight [t/m^3]: 1.000
- Pressure definition method: Percent Filled Fissures
- Percent Filled: 30.000 %

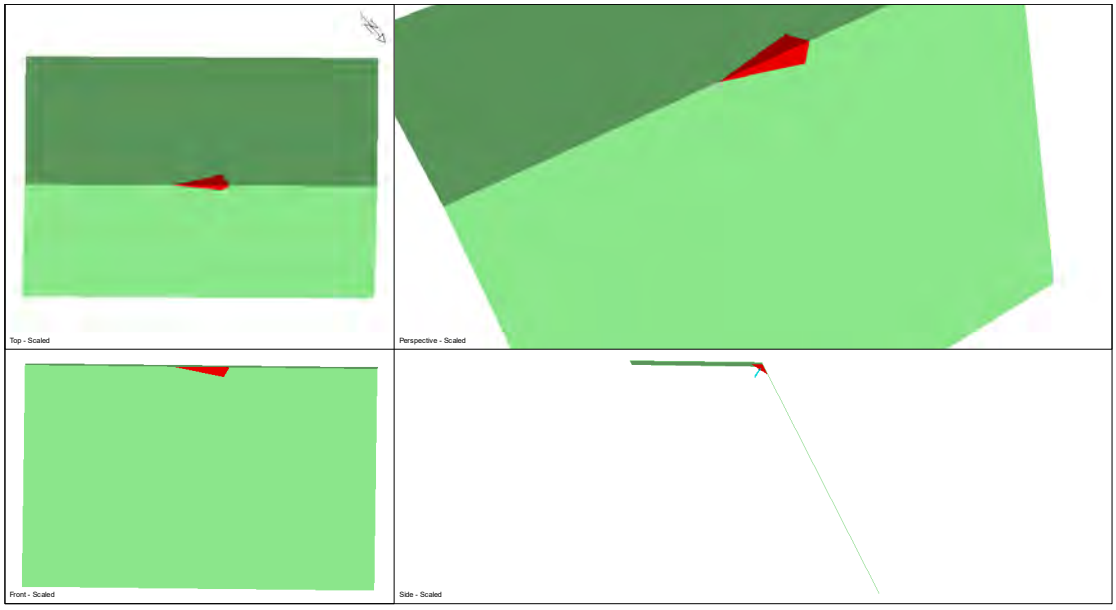
Wedge Vertices:

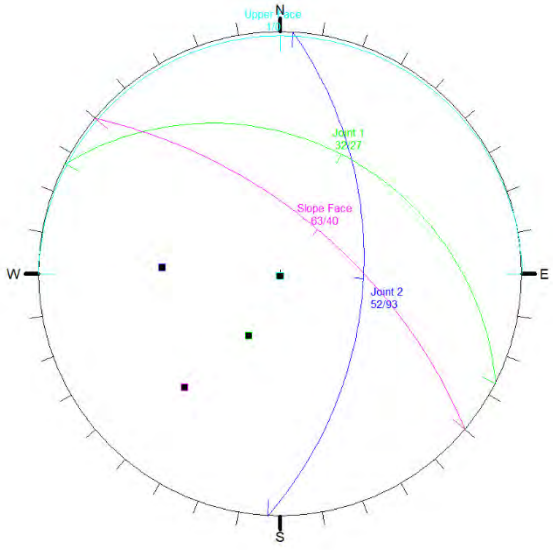
- Coordinates in Easting,Northing,Up Format
- 1=Joint1, 2=Joint2, 3=Upper Face, 4=Slope

Point	x	y	z
124	0.000	0.000	0.000
134	-1.947	-0.021	2.488
234	-0.805	-0.990	2.505
123	-2.097	-2.284	2.527

COLEGIO OF. ING. TÉC., MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

e. Cuña J1-J4





Swedge Analysis Information

Document Name:

- EX1_040-63_J1J4

Project Summary:

COLEGIO OF. ING. TÉC. MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

- Job Title: SWEDGE - Surface Wedge Stability Analysis
- Date Created: 31/07/2024, 16:17:22

Analysis Results:

- Analysis type: Deterministic
- Wedge is scaled, scale factor: 0.0441
- Safety Factor: 2.5395
- Wedge height (on slope) [m]: 0.79
- Bench width (on upper face) [m]: 0.83
- Wedge volume [m^3]: 0.449
- Wedge weight [tonnes]: 1.212
- Wedge area (joint1) [m^2]: 2.75
- Wedge area (joint2) [m^2]: 0.49
- Wedge area (slope) [m^2]: 1.83
- Wedge area (upper face) [m^2]: 1.81

Effective Normal and Strength Properties:

	Joint 1	Joint 2
Effective Normal force [tonnes]	0.97	0.07
Effective Normal stress [t/m^2]	0.35	0.13
Shear Strength [t/m^2]	0.50	0.38
Strength due to Waviness [t/m^2]	0.02	0.01

- Driving force [tonnes]: 0.64
- Resisting force [tonnes]: 1.63

Water Pressures/Forces:

	Average pressure [t/m^2]	Water force [tonnes]
Joint 1	N/A	0.01
Joint 2	N/A	0.00
Fissures	0.00	N/A

Failure Mode:

- Sliding on intersection line (joints 1&2)

COLEGIO OF. ING. TÉC., MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

Joint Sets 1&2 line of Intersection:

Plunge [deg]	Trend [deg]	Length [m]
31.90	32.10	1.45

Trace Lengths:

	Slope Face [m]	Upper Face [m]
Joint 1	4.00	3.82
Joint 2	0.95	1.04

Persistence:

- Joint 1 [m]: 4.00
- Joint 2 [m]: 1.45

Intersection Angles:

	Slope Face	Upper Face
Joint 1 & Joint 2	105.02	113.97
Joint 1 & Crest	12.16	12.59
Joint 2 & Crest	62.82	53.45

Dip and Dip Direction:

	Dip [deg]	Dip Direction [deg]
Joint Set 1	32.00	27.00
Joint Set 2	52.00	93.00
Slope	63.00	40.00
Upper Face	1.00	0.00

Joint Set 1 Data:

- Cohesion [t/m^2]: 0.30
- Friction Angle [deg]: 30.00

Joint Set 2 Data:

COLEGIO OF. ING. TÉC., MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

- Cohesion [t/m^2]: 0.30
- Friction Angle [deg]: 30.00

Slope Data:

- Slope height [m]: 18.00
- Rock unit weight [t/m^3]: 2.70
- Water pressures in the slope: YES
- Overhanging slope face: NO
- Externally applied force: NO
- Tension crack: NO

Water Pressure Data:

- Water unit weight [t/m^3]: 1.000
- Pressure definition method: Percent Filled Fissures
- Percent Filled: 30.000 %

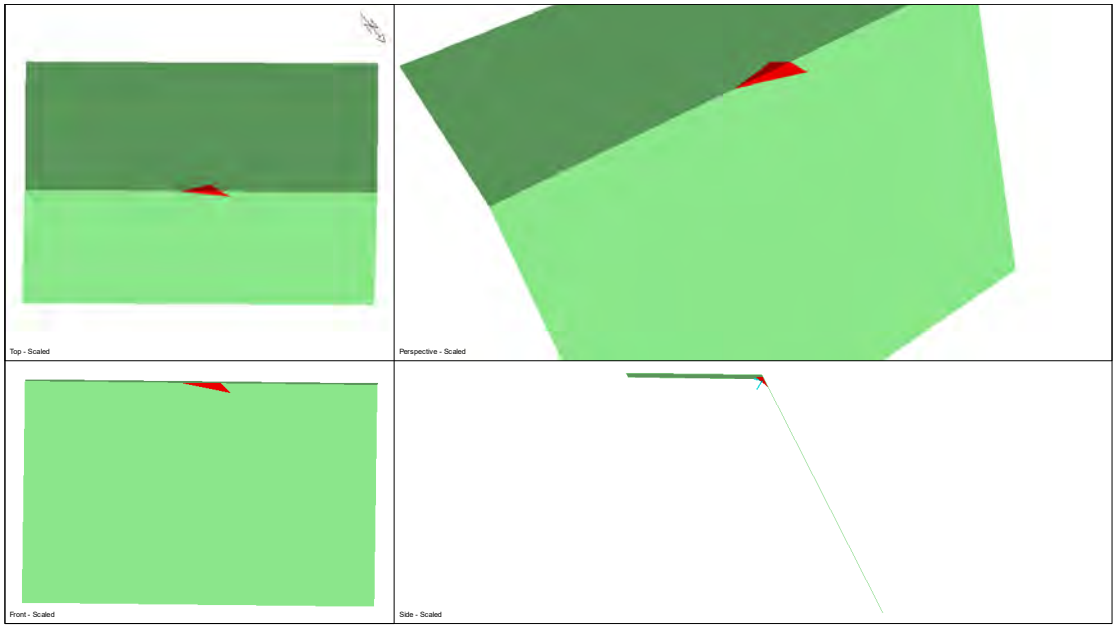
Wedge Vertices:

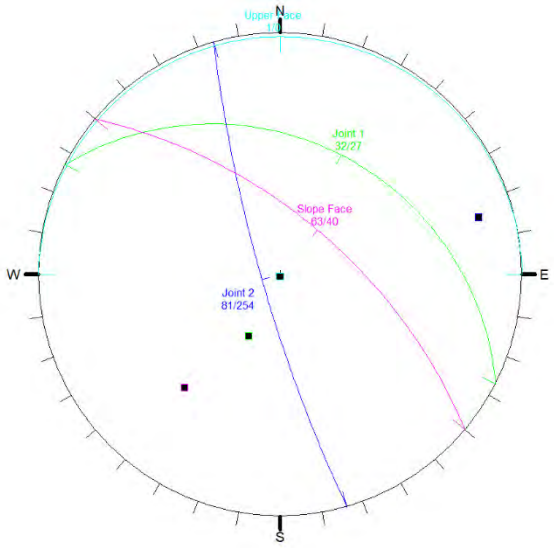
- Coordinates in Easting,Northing,Up Format
- 1=Joint1, 2=Joint2, 3=Upper Face, 4=Slope

Point	x	y	z
124	0.000	0.000	0.000
134	2.727	-2.817	0.795
234	-0.584	-0.006	0.746
123	-0.652	-1.039	0.764

COLEGIO OF. ING. TÉC., MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

f. Cuña J1-J6





Swedge Analysis Information

Document Name:

- EX1_040-63_J1J6

Project Summary:

COLEGIO OF. ING. TÉC. MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

- Job Title: SWEDGE - Surface Wedge Stability Analysis
- Date Created: 31/07/2024, 16:17:22

Analysis Results:

- Analysis type: Deterministic
- Wedge is scaled, scale factor: 0.0441
- Safety Factor: 2.6997
- Wedge height (on slope) [m]: 0.79
- Bench width (on upper face) [m]: 0.52
- Wedge volume [m^3]: 0.201
- Wedge weight [tonnes]: 0.542
- Wedge area (joint1) [m^2]: 1.72
- Wedge area (joint2) [m^2]: 0.35
- Wedge area (slope) [m^2]: 1.31
- Wedge area (upper face) [m^2]: 0.81

Effective Normal and Strength Properties:

	Joint 1	Joint 2
Effective Normal force [tonnes]	0.45	0.00
Effective Normal stress [t/m^2]	0.26	0.00
Shear Strength [t/m^2]	0.45	0.00
Strength due to Waviness [t/m^2]	0.00	0.00

- Driving force [tonnes]: 0.29
- Resisting force [tonnes]: 0.78

Water Pressures/Forces:

	Average pressure [t/m^2]	Water force [tonnes]
Joint 1	N/A	0.01
Joint 2	N/A	0.00
Fissures	0.00	N/A

Failure Mode:

- Sliding on joint1

COLEGIO OF. ING. TÉC., MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

Joint Sets 1&2 line of Intersection:

Plunge [deg]	Trend [deg]	Length [m]
23.13	340.12	1.97

Trace Lengths:

	Slope Face [m]	Upper Face [m]
Joint 1	4.00	2.38
Joint 2	1.16	0.94

Persistence:

- Joint 1 [m]: 4.00
- Joint 2 [m]: 1.97

Intersection Angles:

	Slope Face	Upper Face
Joint 1 & Joint 2	34.34	133.90
Joint 1 & Crest	12.16	12.59
Joint 2 & Crest	133.51	33.52

Dip and Dip Direction:

	Dip [deg]	Dip Direction [deg]
Joint Set 1	32.00	27.00
Joint Set 2	81.00	254.00
Slope	63.00	40.00
Upper Face	1.00	0.00

Joint Set 1 Data:

- Cohesion [t/m^2]: 0.30
- Friction Angle [deg]: 30.00

Joint Set 2 Data:

COLEGIO OF. ING. TÉC., MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

- Cohesion [t/m^2]: 0.30
- Friction Angle [deg]: 30.00

Slope Data:

- Slope height [m]: 18.00
- Rock unit weight [t/m^3]: 2.70
- Water pressures in the slope: YES
- Overhanging slope face: NO
- Externally applied force: NO
- Tension crack: NO

Water Pressure Data:

- Water unit weight [t/m^3]: 1.000
- Pressure definition method: Percent Filled Fissures
- Percent Filled: 30.000 %

Wedge Vertices:

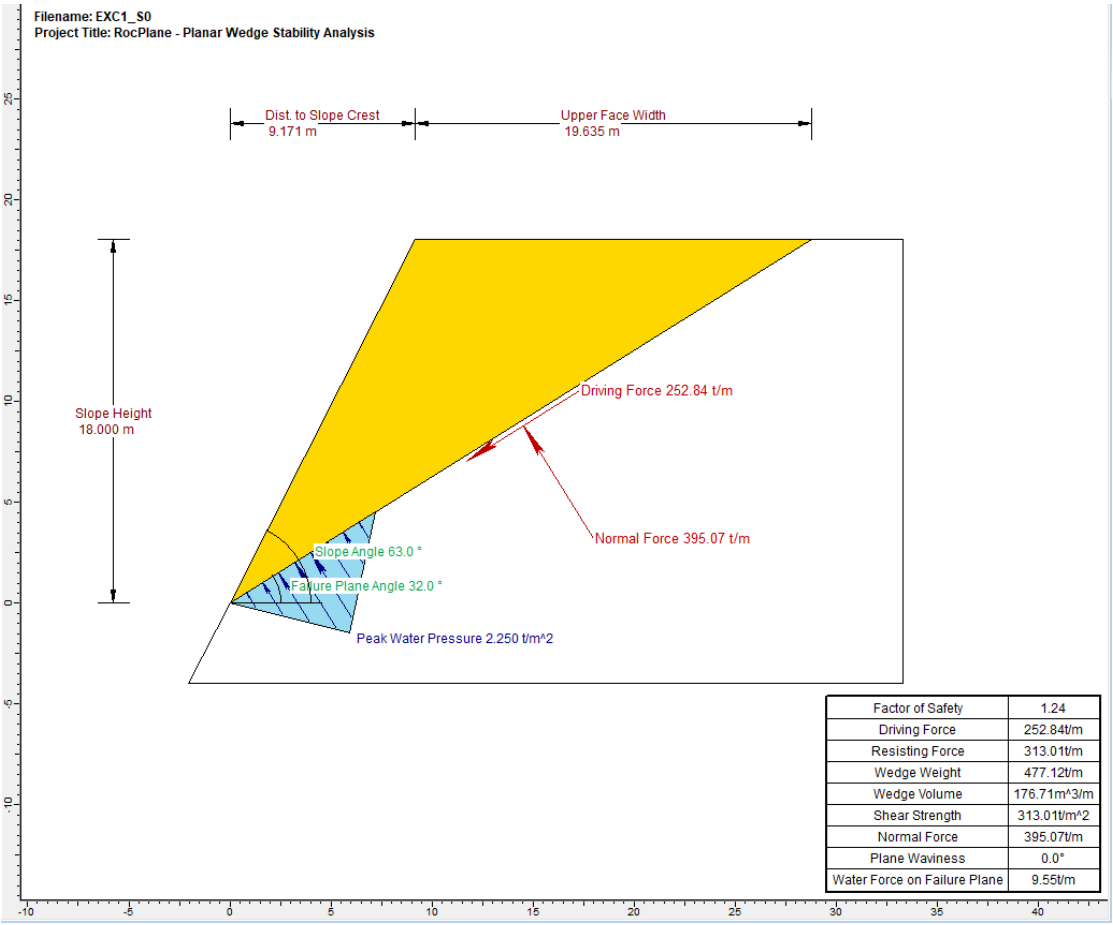
- Coordinates in Easting,Northing,Up Format
- 1=Joint1, 2=Joint2, 3=Upper Face, 4=Slope

Point	x	y	z
124	0.000	0.000	0.000
134	2.727	-2.817	0.795
234	0.356	-0.803	0.759
123	0.617	-1.707	0.775

COLEGIO OF. ING. TÉC., MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

1.3 ANÁLISIS DE ROTURAS PLANARES

1.3.1. Bloque S0



RocPlane Analysis Information

Document Name:

EXC1_S0

Job Title:

RocPlane - Planar Wedge Stability Analysis

Analysis Results:

Analysis type = Deterministic
Normal Force = 395.067 t/m
Resisting Force = 313.011 t/m
Driving Force = 252.835 t/m
Factor of Safety = 1.238

COLEGIO OF. ING. TÉC., MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

Geometry:

Slope Height = 18 m
Wedge Weight = 477.12 t/m
Wedge Volume = 176.711 m^3/m
Rock Unit Weight = 2.7 t/m^3
Slope Angle = 63 °
Failure Plane Angle = 32 °
Upper Face Angle = 0 °
Bench Width : Not Present
Waviness = 0 °

Intersection Point (B) of slope and upper face = (9.17146 , 18)
Intersection point (C) of failure plane and upper face = (28.806 , 18)
Failure plane length (Origin --> C) = 33.9674 m
Slope length (Origin --> B) = 20.1863 m

Tension Crack : Not Present

Strength:

Shear Strength Model : Mohr-Coulomb
Friction Angle = 30 °
Cohesion = 2.5 t/m^2
Shear Strength: 313.011 t/m^2

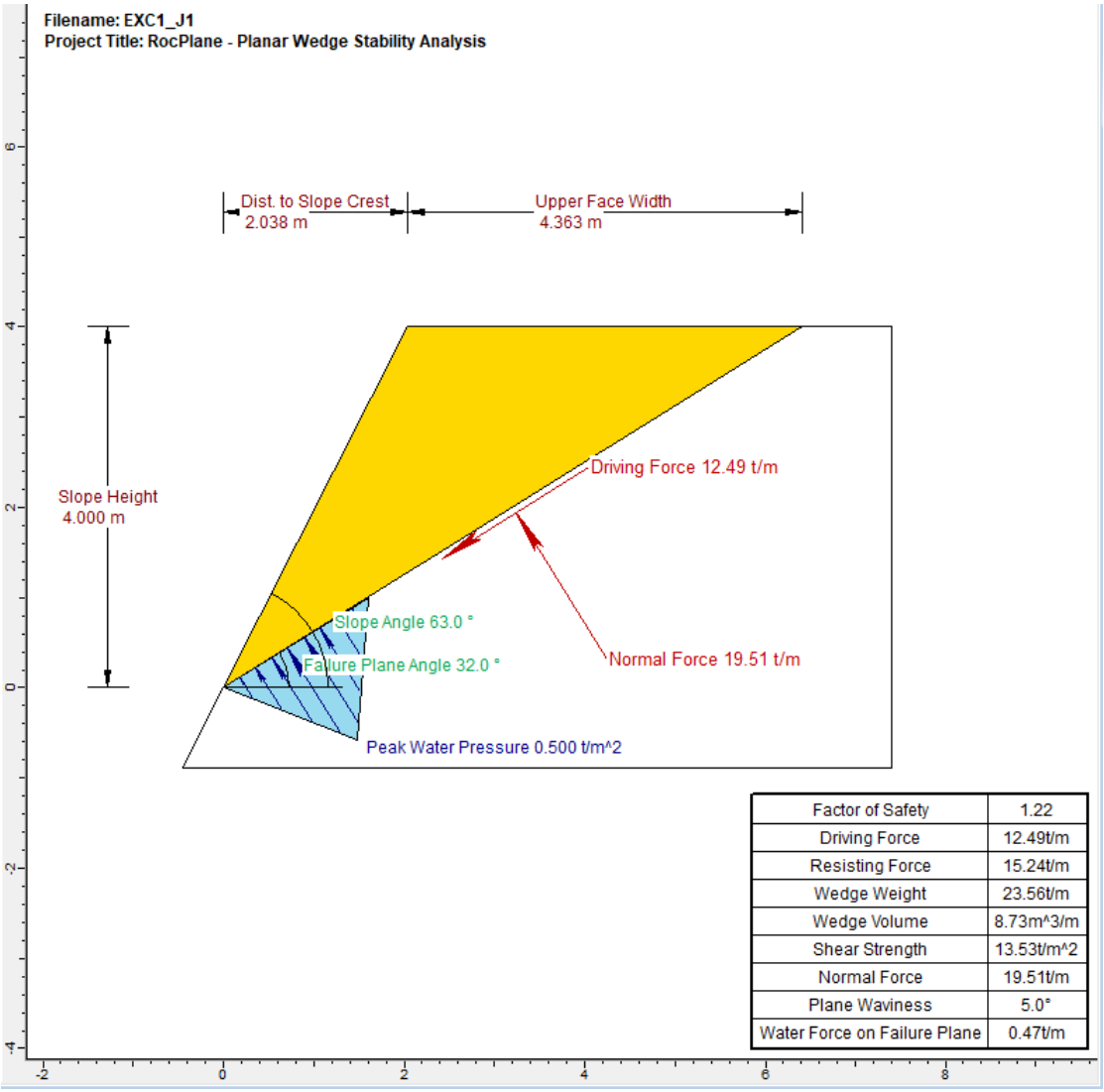
Water Pressure:

Water Unit Weight = 1 t/m^3
Pressure Distribution Model : Peak Pressure - Mid Height
Percent Filled : 25 %
Water Force on Failure Plane = 9.55334 t/m

External Forces : Not Present

COLEGIO OF. ING. TÉC., MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

1.3.2. Bloque J1



RocPlane Analysis Information

Document Name:

EXC1_J1

Job Title:

RocPlane - Planar Wedge Stability Analysis

Analysis Results:

Analysis type = Deterministic
Normal Force = 19.5095 t/m
Resisting Force = 15.2352 t/m
Driving Force = 12.4857 t/m

COLEGIO OF. ING. TÉC., MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

Factor of Safety = 1.22021

Geometry:

Slope Height = 4 m
Wedge Weight = 23.5615 t/m
Wedge Volume = 8.72647 m^3/m
Rock Unit Weight = 2.7 t/m^3
Slope Angle = 63 °
Failure Plane Angle = 32 °
Upper Face Angle = 0 °
Bench Width : Not Present
Waviness = 5 °

Intersection Point (B) of slope and upper face = (2.0381 , 4)
Intersection point (C) of failure plane and upper face = (6.40134 , 4)
Failure plane length (Origin --> C) = 7.54832 m
Slope length (Origin --> B) = 4.48584 m

Tension Crack : Not Present

Strength:

Shear Strength Model : Mohr-Coulomb
Friction Angle = 30 °
Cohesion = 0.3 t/m^2
Shear Strength: 13.5283 t/m^2

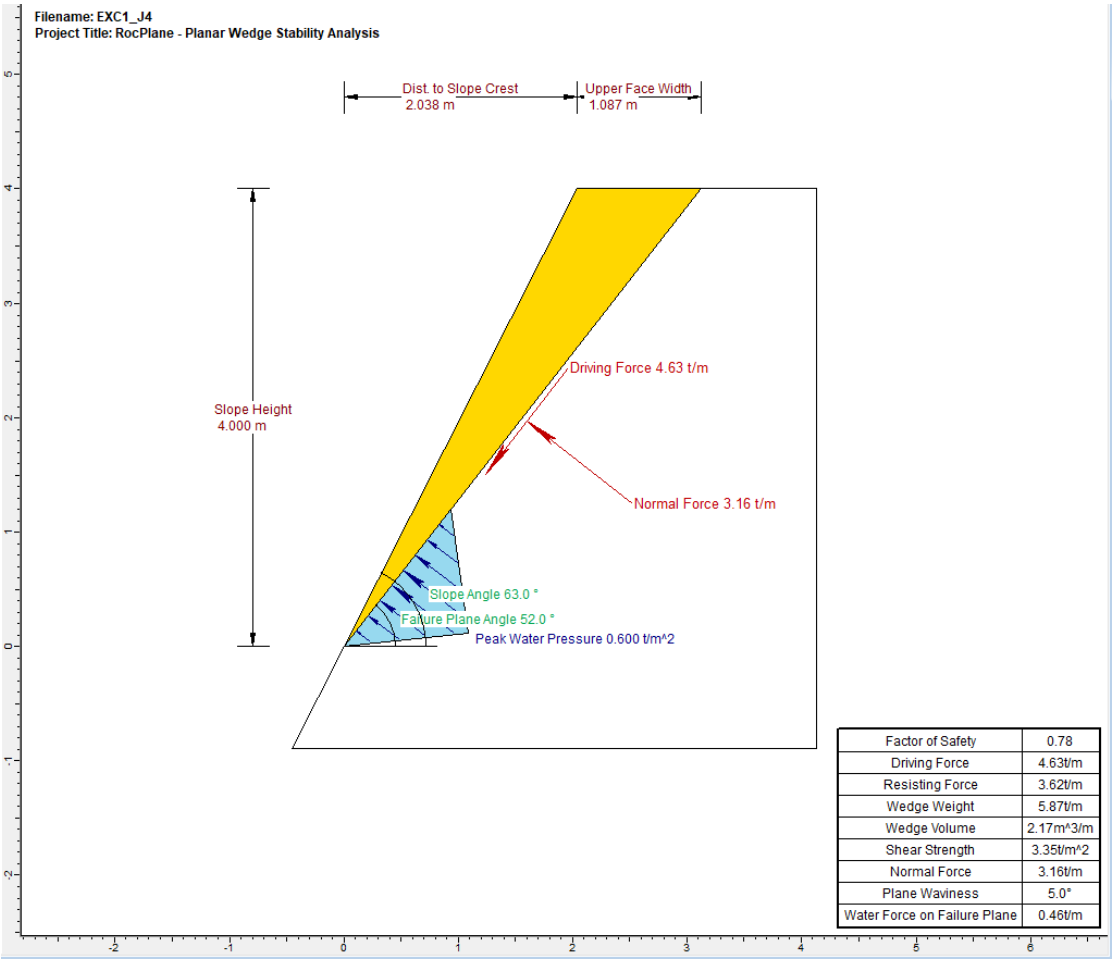
Water Pressure:

Water Unit Weight = 1 t/m^3
Pressure Distribution Model : Peak Pressure - Mid Height
Percent Filled : 25 %
Water Force on Failure Plane = 0.47177 t/m

External Forces : Not Present

COLEGIO OF. ING. TÉC. MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

1.3.3. Bloque J4



RocPlane Analysis Information

Document Name:

EXC1_J4

Job Title:

RocPlane - Planar Wedge Stability Analysis

Analysis Results:

Analysis type = Deterministic
Normal Force = 3.1571 t/m
Resisting Force = 3.62178 t/m
Driving Force = 4.62564 t/m
Factor of Safety = 0.78298

Geometry:

COLEGIO OF. ING. TÉC., MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

Slope Height = 4 m
Wedge Weight = 5.87002 t/m
Wedge Volume = 2.17408 m^3/m
Rock Unit Weight = 2.7 t/m^3
Slope Angle = 63 °
Failure Plane Angle = 52 °
Upper Face Angle = 0 °
Bench Width : Not Present
Waviness = 5 °

Intersection Point (B) of slope and upper face = (2.0381 , 4)
Intersection point (C) of failure plane and upper face = (3.12514 , 4)
Failure plane length (Origin --> C) = 5.07607 m
Slope length (Origin --> B) = 4.48584 m

Tension Crack : Not Present

Strength:

Shear Strength Model : Mohr-Coulomb
Friction Angle = 30 °
Cohesion = 0.3 t/m^2
Shear Strength: 3.34557 t/m^2

Water Pressure:

Water Unit Weight = 1 t/m^3
Pressure Distribution Model : Peak Pressure - Mid Height
Percent Filled : 30 %
Water Force on Failure Plane = 0.456847 t/m

External Forces : Not Present

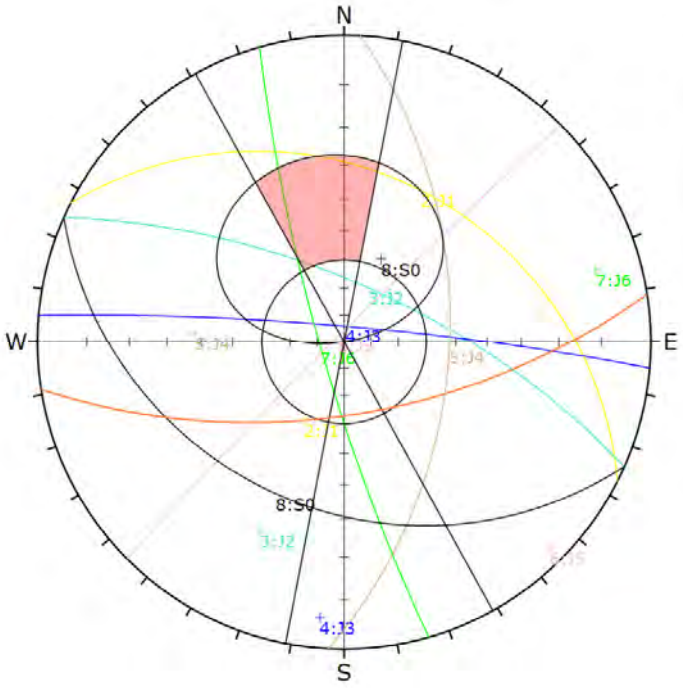
COLEGIO OF. ING. TÉC., MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

2. EXCAVACIÓN 2

2.1 INESTABILIDADES

2.1.1. Talud 63/171

a. Rotura planar: NO

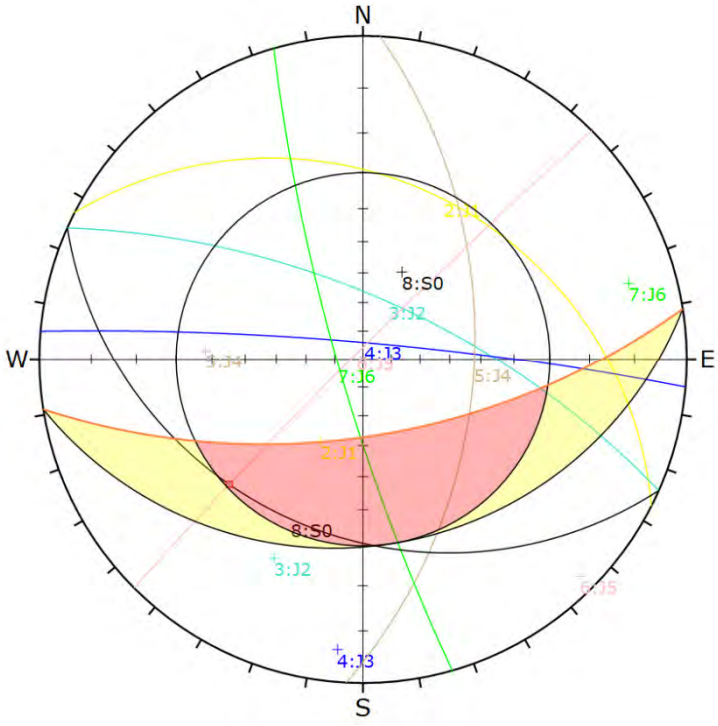


nematic Analysis	Planar Sliding		
Slope Dip	63		
ope Dip Direction	171		
Friction Angle	30°		
Lateral Limits	20°		
	Critica	Total	%
Planar Sliding (All)	0	7	0.00%

	Color	Dip	ip Directio	Label
User Planes				
2		32	27	J1
3		68	24	J2
4		84	5	J3
5		52	93	J4
6		87	315	J5
7		81	254	J6
8		33	204	S0

Plot Mode	Pole Vectors
Vector Count	7 (7 Entries)
Hemisphere	Lower
Projection	Equal Angle

b. Rotura por cuña: Si J2



Symbol	Feature
	Critical Intersection

nematic Analysis	Wedge Sliding		
Slope Dip	63		
ope Dip Direction	171		
Friction Angle	30°		
	Critica	Total	%
Wedge Sliding	1	21	4.76%

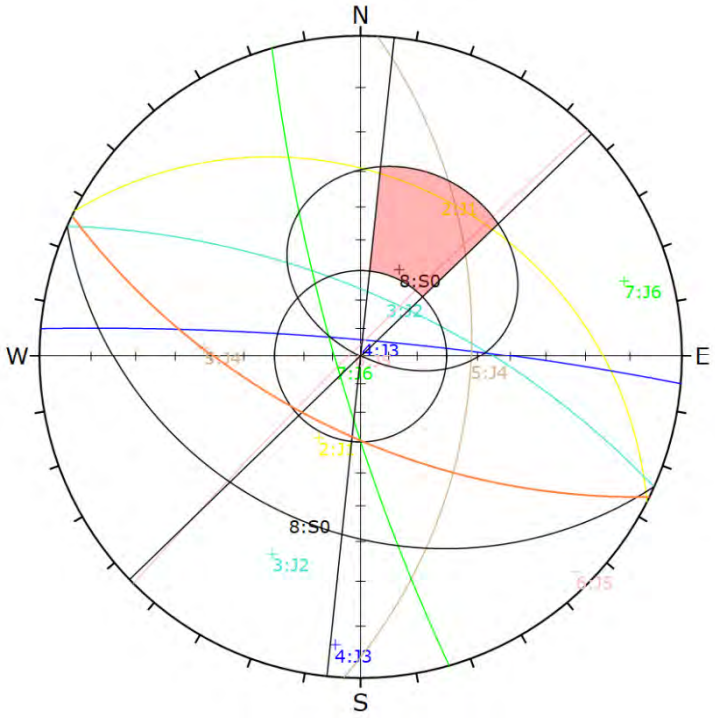
	Color	Dip	ip Directio	Label
User Planes				
2		32	27	J1
3		68	24	J2
4		84	5	J3
5		52	93	J4
6		87	315	J5
7		81	254	J6
8		33	204	S0

Plot Mode	Pole Vectors
Vector Count	7 (7 Entries)
Intersection Mode	Grid Data Planes
Intersections Count	21
Hemisphere	Lower
Projection	Equal Angle

COLEGIO OF. ING. TÉC., MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

2.1.2. Talud 63/206

a. Rotura planar: SI So

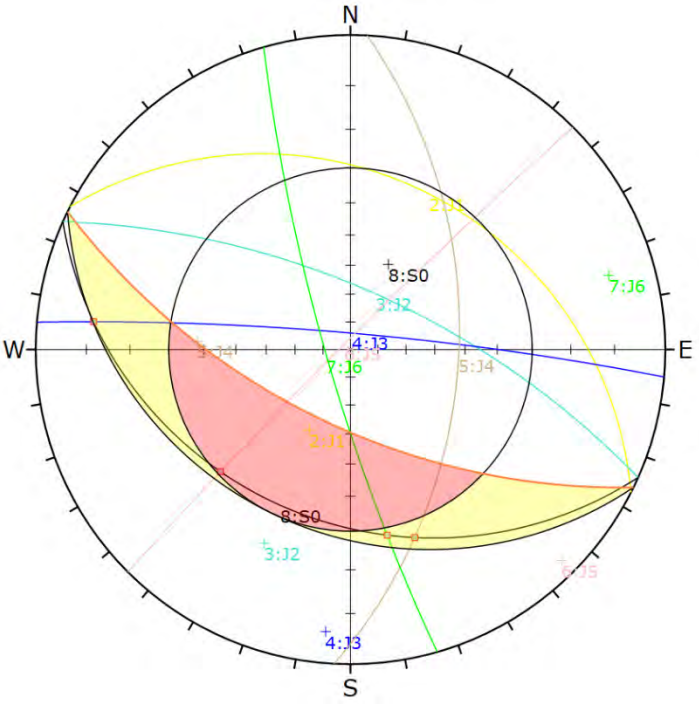


nematic Analysis	Planar Sliding		
Slope Dip	63		
ɔpe Dip Direction	206		
Friction Angle	30°		
Lateral Limits	20°		
	ɔritica	Total	%
Planar Sliding (All)	1	7	14.29%

	ɔolor	Dip	ip Directio	Label
User Planes				
2		32	27	J1
3		68	24	J2
4		84	5	J3
5		52	93	J4
6		87	315	J5
7		81	254	J6
8		33	204	S0

Plot Mode	Pole Vectors
Vector Count	7 (7 Entries)
Hemisphere	Lower
Projection	Equal Angle

b. Rotura por cuña: NO



Symbol	Feature
	Critical Intersection

nematic Analysis	Wedge Sliding		
Slope Dip	63		
ɔpe Dip Direction	206		
Friction Angle	30°		
	ɔritica	Total	%
Wedge Sliding	4	21	19.05%

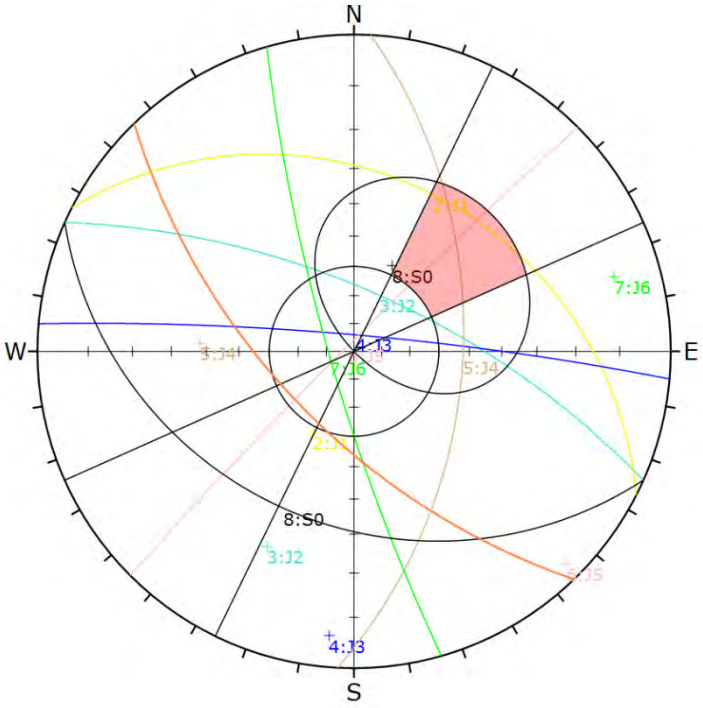
	ɔolor	Dip	ip Directio	Label
User Planes				
2		32	27	J1
3		68	24	J2
4		84	5	J3
5		52	93	J4
6		87	315	J5
7		81	254	J6
8		33	204	S0

Plot Mode	Pole Vectors
Vector Count	7 (7 Entries)
Intersection Mode	Grid Data Planes
Intersections Count	21
Hemisphere	Lower
Projection	Equal Angle

COLEGIO OF. ING. TÉC., MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
Habilitación Profesional
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

2.1.3. Talud 63/226

a. *Rotura planar: NO*



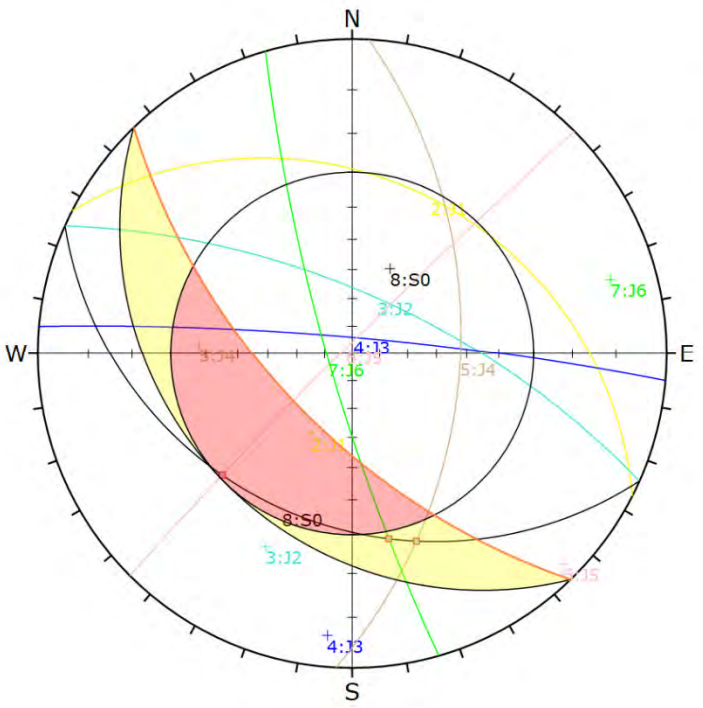
nematic Analysis	Planar Sliding
Slope Dip	63
ɔpe Dip Direction	226
Friction Angle	30°
Lateral Limits	20°

	Critica	Total	%
Planar Sliding (All)	0	7	0.00%

	Color	Dip	ip Directio	Label
User Planes				
2		32	27	J1
3		68	24	J2
4		84	5	J3
5		52	93	J4
6		87	315	J5
7		81	254	J6
8		33	204	S0

Plot Mode	Pole Vectors
Vector Count	7 (7 Entries)
Hemisphere	Lower
Projection	Equal Angle

b. *Rotura por cuña: NO*



Symbol	Feature
▫	Critical Intersection

nematic Analysis	Wedge Sliding
Slope Dip	63
ɔpe Dip Direction	226
Friction Angle	30°

	Critica	Total	%
Wedge Sliding	3	21	14.29%

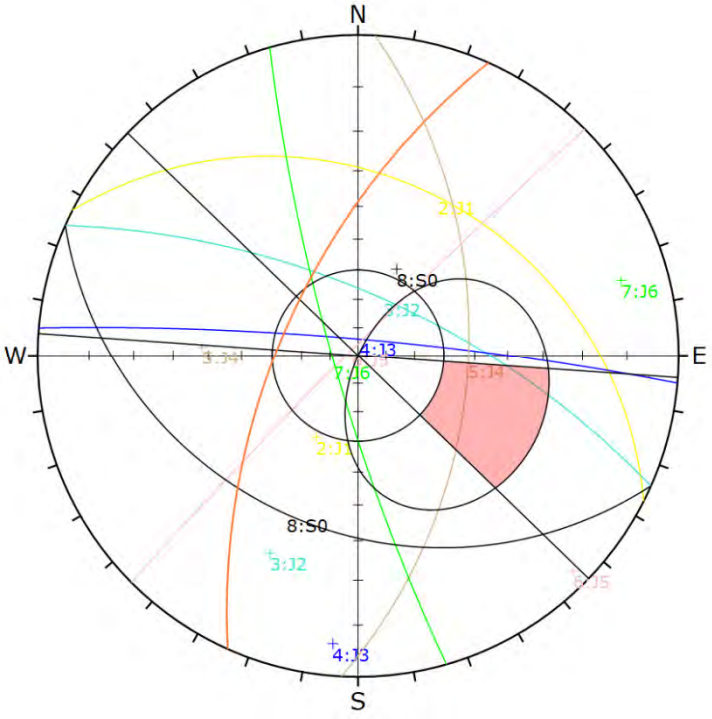
	Color	Dip	ip Directio	Label
User Planes				
2		32	27	J1
3		68	24	J2
4		84	5	J3
5		52	93	J4
6		87	315	J5
7		81	254	J6
8		33	204	S0

Plot Mode	Pole Vectors
Vector Count	7 (7 Entries)
Intersection Mode	Grid Data Planes
Intersections Count	21
Hemisphere	Lower
Projection	Equal Angle

COLEGIO OF. ING. TÉC., MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

2.1.4. Talud 63/294

a. Rotura planar: NO



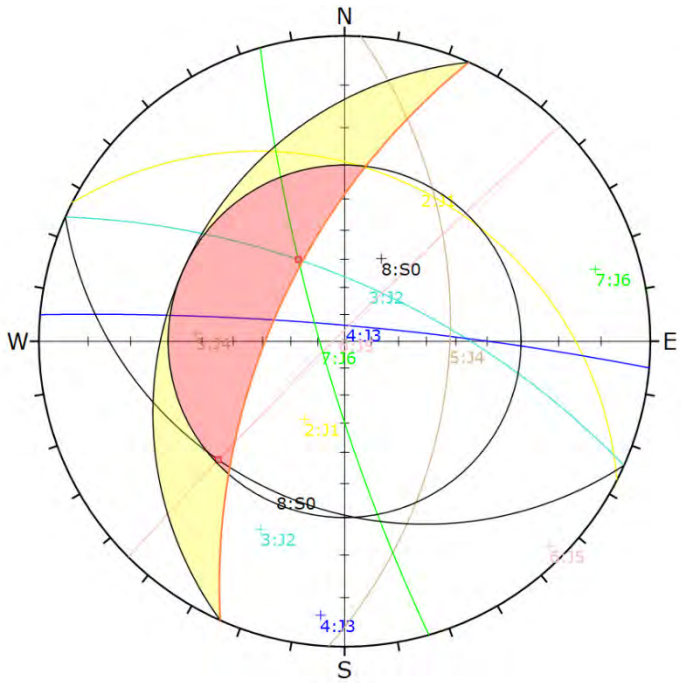
nematic Analysis	Planar Sliding
Slope Dip	63
ope Dip Direction	294
Friction Angle	30°
Lateral Limits	20°

	Critica	Total	%
Planar Sliding (All)	0	7	0.00%

	Color	Dip	ip Directio	Label
User Planes				
2		32	27	J1
3		68	24	J2
4		84	5	J3
5		52	93	J4
6		87	315	J5
7		81	254	J6
8		33	204	S0

Plot Mode	Pole Vectors
Vector Count	7 (7 Entries)
Hemisphere	Lower
Projection	Equal Angle

b. Rotura por cuña: Sí J2



Symbol	Feature
▫	Critical Intersection

nematic Analysis	Wedge Sliding
Slope Dip	63
ope Dip Direction	294
Friction Angle	30°

	Critica	Total	%
Wedge Sliding	2	21	9.52%

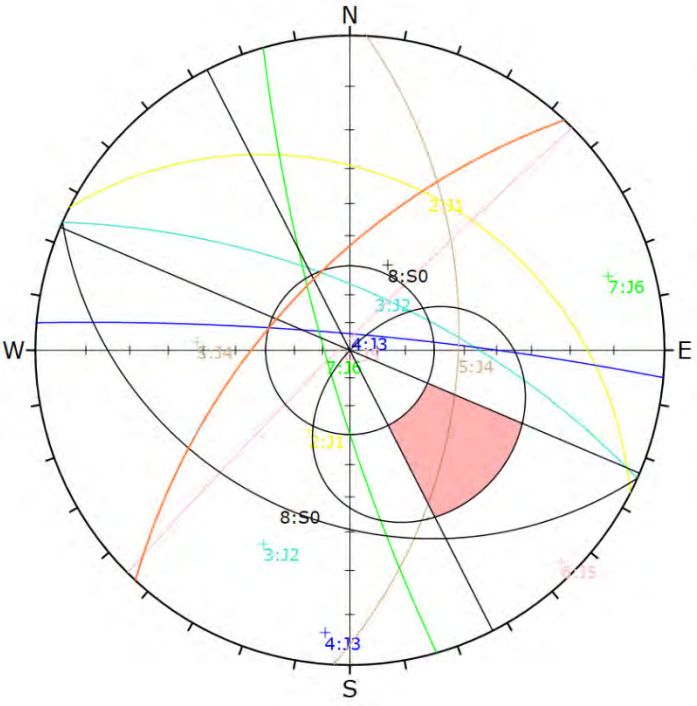
	Color	Dip	ip Directio	Label
User Planes				
2		32	27	J1
3		68	24	J2
4		84	5	J3
5		52	93	J4
6		87	315	J5
7		81	254	J6
8		33	204	S0

Plot Mode	Pole Vectors
Vector Count	7 (7 Entries)
Intersection Mode	Grid Data Planes
Intersections Count	21
Hemisphere	Lower
Projection	Equal Angle

COLEGIO OF. ING. TÉC., MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

2.1.5. Talud 63/313

a. *Rotura planar: NO*



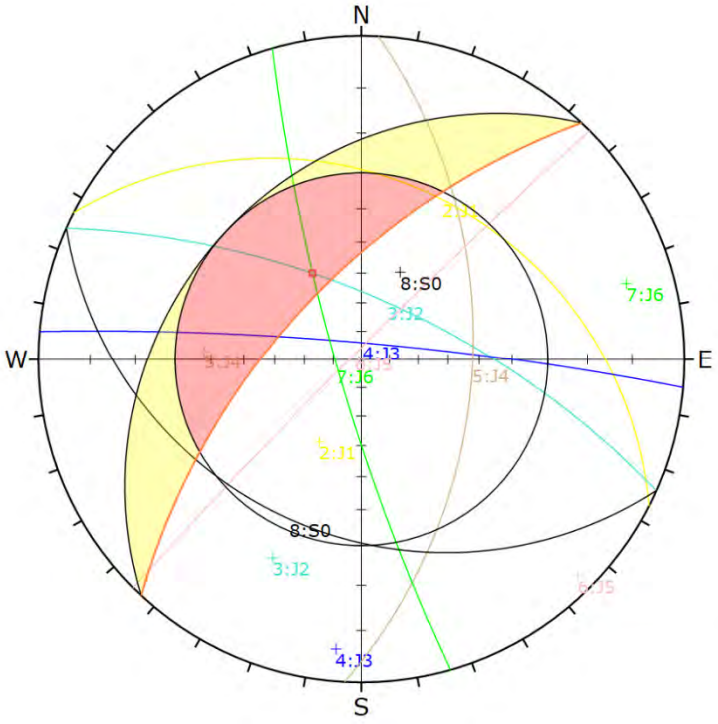
nematic Analysis	Planar Sliding
Slope Dip	63
ɔpe Dip Direction	313
Friction Angle	30°
Lateral Limits	20°

	ɔritica	Total	%
Planar Sliding (All)	0	7	0.00%

	ɔolor	Dip	ip Directio	Label
User Planes				
2		32	27	J1
3		68	24	J2
4		84	5	J3
5		52	93	J4
6		87	315	J5
7		81	254	J6
8		33	204	S0

Plot Mode	Pole Vectors
Vector Count	7 (7 Entries)
Hemisphere	Lower
Projection	Equal Angle

b. *Rotura por cuña: Sí J2*



Symbol	Feature
▫	Critical Intersection

nematic Analysis	Wedge Sliding
Slope Dip	63
ɔpe Dip Direction	313
Friction Angle	30°

	ɔritica	Total	%
Wedge Sliding	1	21	4.76%

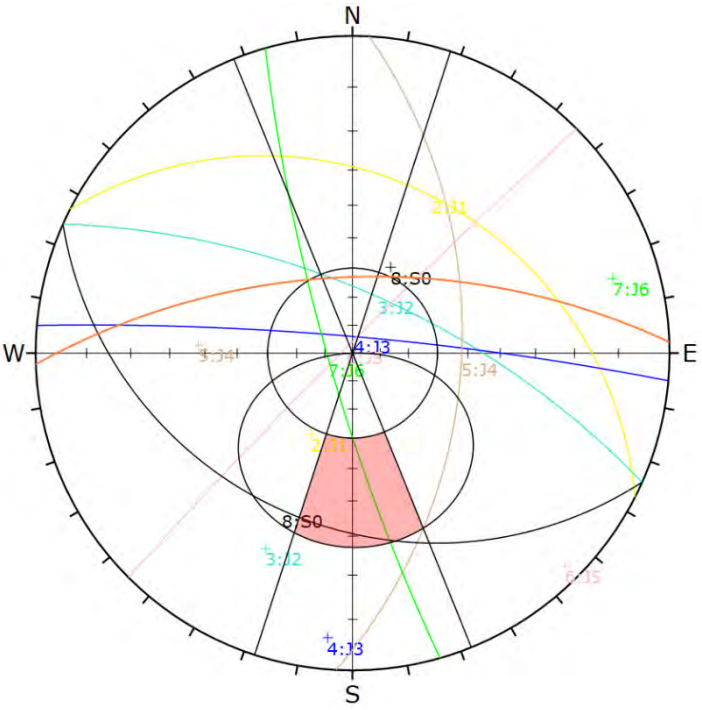
	ɔolor	Dip	ip Directio	Label
User Planes				
2		32	27	J1
3		68	24	J2
4		84	5	J3
5		52	93	J4
6		87	315	J5
7		81	254	J6
8		33	204	S0

Plot Mode	Pole Vectors
Vector Count	7 (7 Entries)
Intersection Mode	Grid Data Planes
Intersections Count	21
Hemisphere	Lower
Projection	Equal Angle

COLEGIO OF. ING. TÉC., MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
Habilitación Profesional
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

2.1.6. Talud 63/358

a. Rotura planar: NO



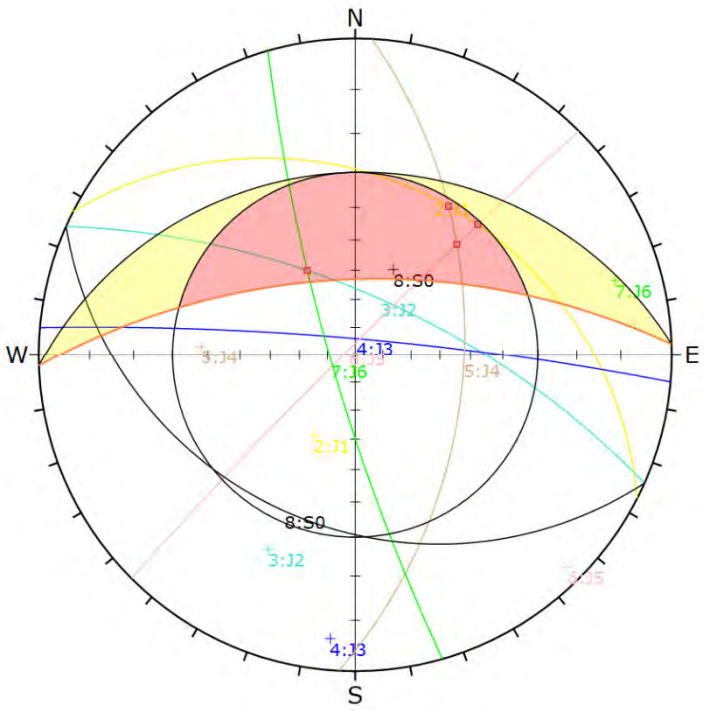
nematic Analysis	Planar Sliding
Slope Dip	63
ope Dip Direction	358
Friction Angle	30°
Lateral Limits	20°

	Critica	Total	%
Planar Sliding (All)	0	7	0.00%

	Color	Dip	ip Directio	Label
User Planes				
2		32	27	J1
3		68	24	J2
4		84	5	J3
5		52	93	J4
6		87	315	J5
7		81	254	J6
8		33	204	S0

Plot Mode	Pole Vectors
Vector Count	7 (7 Entries)
Hemisphere	Lower
Projection	Equal Angle

b. Rotura por cuña: SI J2,J4



Symbol	Feature
	Critical Intersection

nematic Analysis	Wedge Sliding
Slope Dip	63
ope Dip Direction	358
Friction Angle	30°

	Critica	Total	%
Wedge Sliding	4	21	19.05%

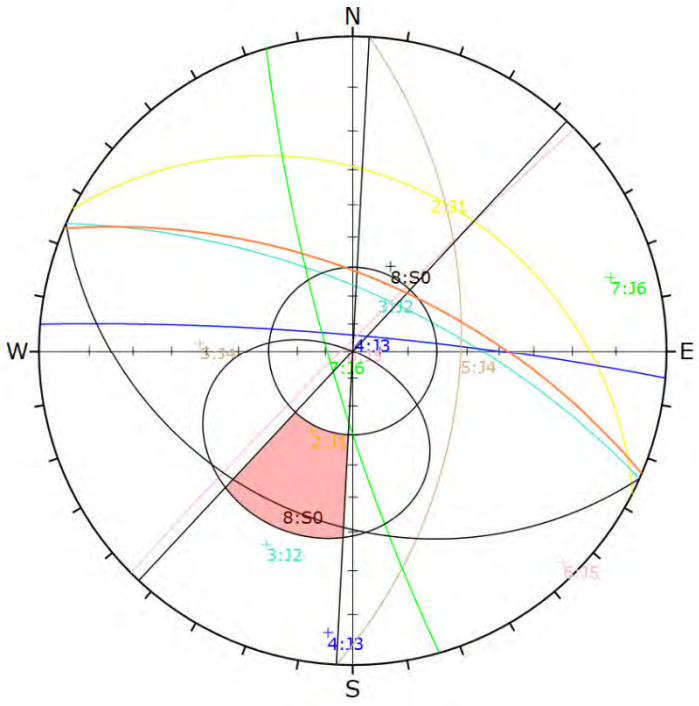
	Color	Dip	ip Directio	Label
User Planes				
2		32	27	J1
3		68	24	J2
4		84	5	J3
5		52	93	J4
6		87	315	J5
7		81	254	J6
8		33	204	S0

Plot Mode	Pole Vectors
Vector Count	7 (7 Entries)
Intersection Mode	Grid Data Planes
Intersections Count	21
Hemisphere	Lower
Projection	Equal Angle

COLEGIO OF. ING. TÉC., MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

2.1.7. Talud 63/023

a. Rotura planar: SI J1



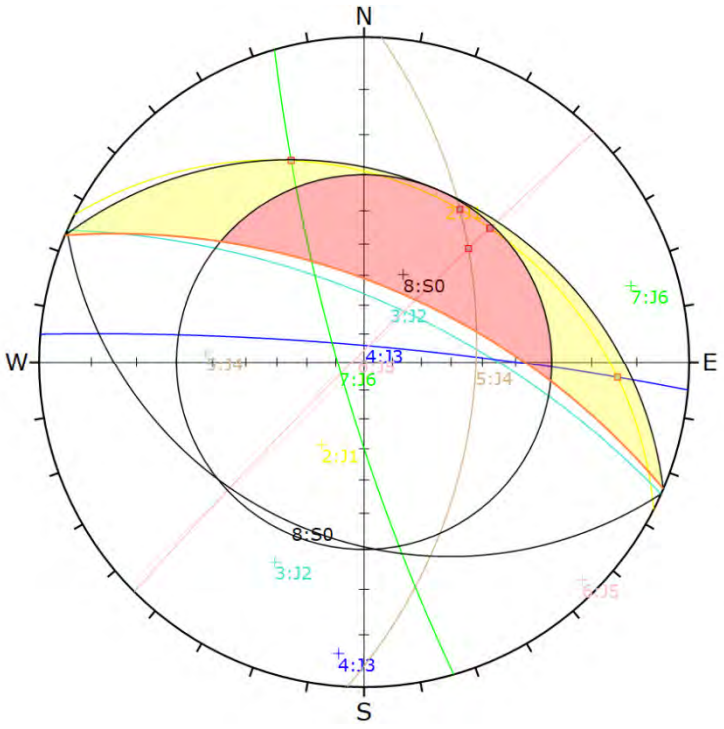
nematic Analysis	Planar Sliding
Slope Dip	63
ope Dip Direction	23
Friction Angle	30°
Lateral Limits	20°

	Critica	Total	%
Planar Sliding (All)	1	7	14.29%

	Color	Dip	ip Directio	Label
User Planes				
2		32	27	J1
3		68	24	J2
4		84	5	J3
5		52	93	J4
6		87	315	J5
7		81	254	J6
8		33	204	S0

Plot Mode	Pole Vectors
Vector Count	7 (7 Entries)
Hemisphere	Lower
Projection	Equal Angle

b. Rotura por cuña: SI J4



Symbol	Feature
▪	Critical Intersection

nematic Analysis	Wedge Sliding
Slope Dip	63
ope Dip Direction	23
Friction Angle	30°

	Critica	Total	%
Wedge Sliding	5	21	23.81%

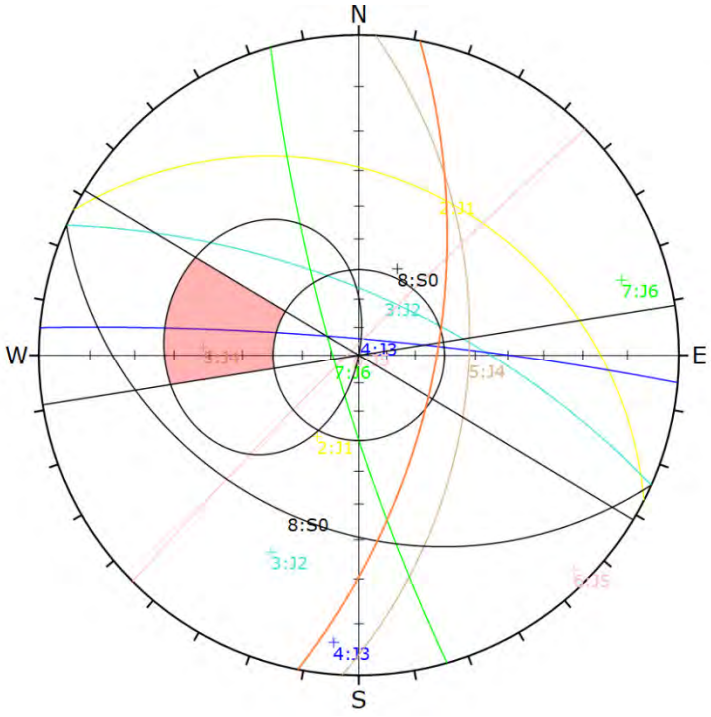
	Color	Dip	ip Directio	Label
User Planes				
2		32	27	J1
3		68	24	J2
4		84	5	J3
5		52	93	J4
6		87	315	J5
7		81	254	J6
8		33	204	S0

Plot Mode	Pole Vectors
Vector Count	7 (7 Entries)
Intersection Mode	Grid Data Planes
Intersections Count	21
Hemisphere	Lower
Projection	Equal Angle

COLEGIO OF. ING. TÉC., MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

2.1.8. Talud 63/101

a. Rotura planar: SI J4



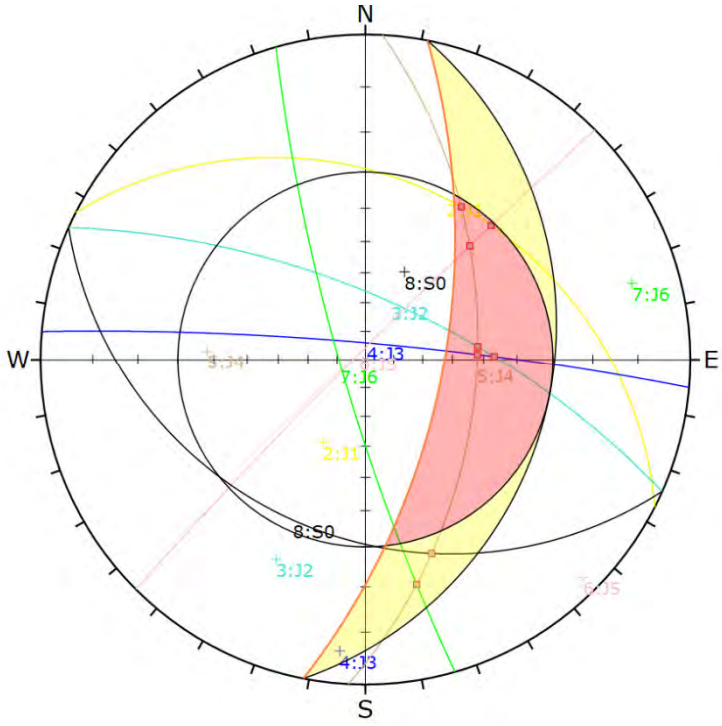
nematic Analysis	Planar Sliding
Slope Dip	63
ope Dip Direction	101
Friction Angle	30°
Lateral Limits	20°

	Critica	Total	%
Planar Sliding (All)	1	7	14.29%

	Color	Dip	ip Directio	Label
User Planes				
2		32	27	J1
3		68	24	J2
4		84	5	J3
5		52	93	J4
6		87	315	J5
7		81	254	J6
8		33	204	S0

Plot Mode	Pole Vectors
Vector Count	7 (7 Entries)
Hemisphere	Lower
Projection	Equal Angle

b. Rotura por cuña: SI J4



Symbol	Feature
	Critical Intersection

nematic Analysis	Wedge Sliding
Slope Dip	63
ope Dip Direction	101
Friction Angle	30°

	Critica	Total	%
Wedge Sliding	8	21	38.10%

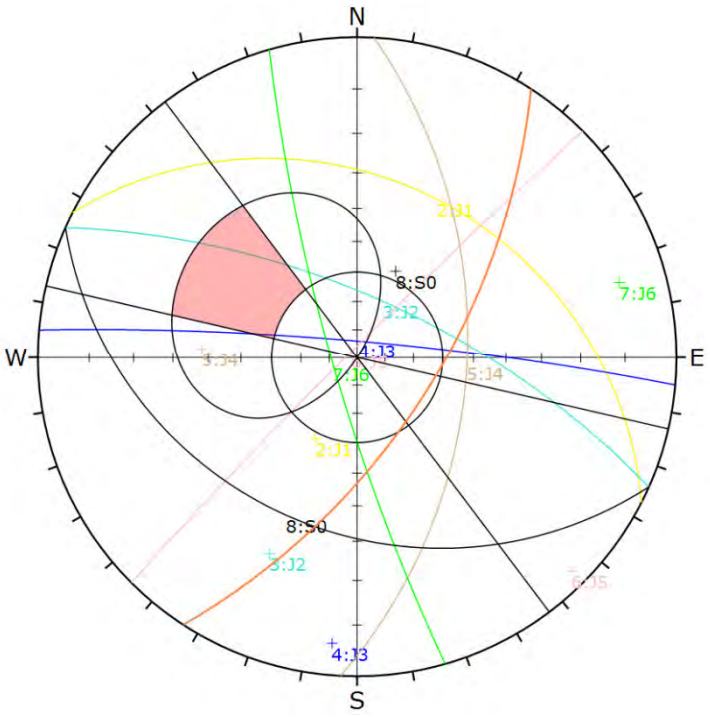
	Color	Dip	ip Directio	Label
User Planes				
2		32	27	J1
3		68	24	J2
4		84	5	J3
5		52	93	J4
6		87	315	J5
7		81	254	J6
8		33	204	S0

Plot Mode	Pole Vectors
Vector Count	7 (7 Entries)
Intersection Mode	Grid Data Planes
Intersections Count	21
Hemisphere	Lower
Projection	Equal Angle

COLEGIO OF. ING. TÉC., MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
Habilitación Profesional
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

2.1.9. Talud 63/123

a. Rotura planar: NO



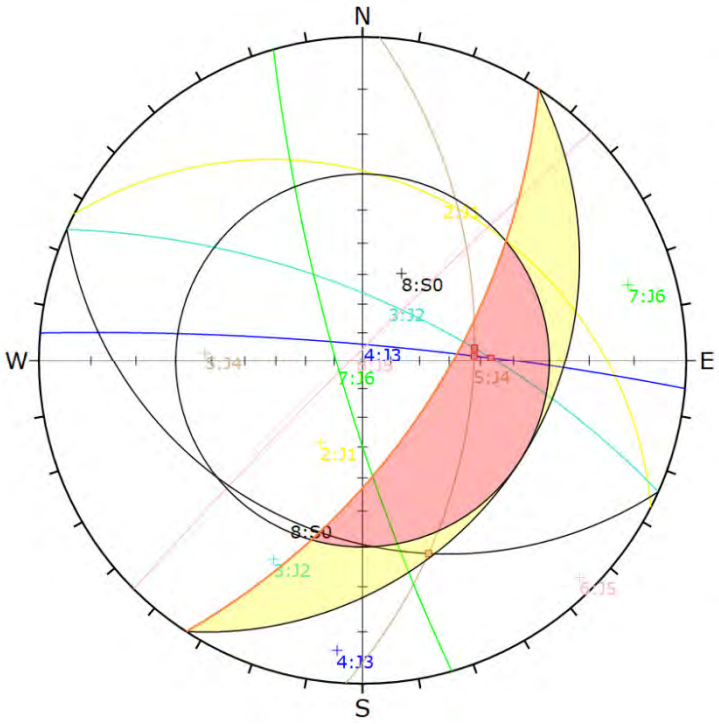
nematic Analysis	Planar Sliding
Slope Dip	63
ope Dip Direction	123
Friction Angle	30°
Lateral Limits	20°

	Critica	Total	%
Planar Sliding (All)	0	7	0.00%

	Color	Dip	ip Directio	Label
User Planes				
2		32	27	J1
3		68	24	J2
4		84	5	J3
5		52	93	J4
6		87	315	J5
7		81	254	J6
8		33	204	S0

Plot Mode	Pole Vectors
Vector Count	7 (7 Entries)
Hemisphere	Lower
Projection	Equal Angle

b. Rotura por cuña: NO



Symbol	Feature
	Critical Intersection

nematic Analysis	Wedge Sliding
Slope Dip	63
ope Dip Direction	123
Friction Angle	30°

	Critica	Total	%
Wedge Sliding	4	21	19.05%

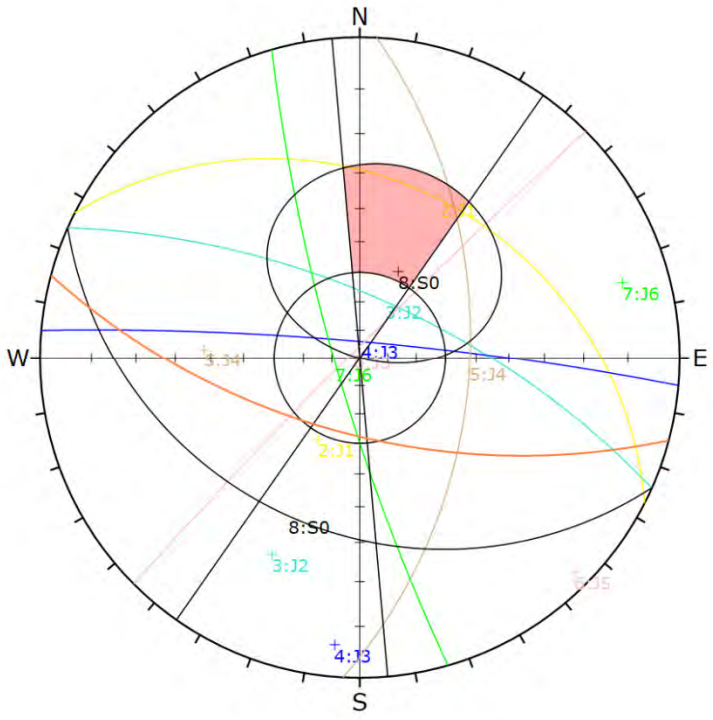
	Color	Dip	ip Directio	Label
User Planes				
2		32	27	J1
3		68	24	J2
4		84	5	J3
5		52	93	J4
6		87	315	J5
7		81	254	J6
8		33	204	S0

Plot Mode	Pole Vectors
Vector Count	7 (7 Entries)
Intersection Mode	Grid Data Planes
Intersections Count	21
Hemisphere	Lower
Projection	Equal Angle

COLEGIO OF. ING. TÉC., MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
Habilitación Profesional
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

2.1.10. Talud 63/195

a. *Rotura planar: SI So*



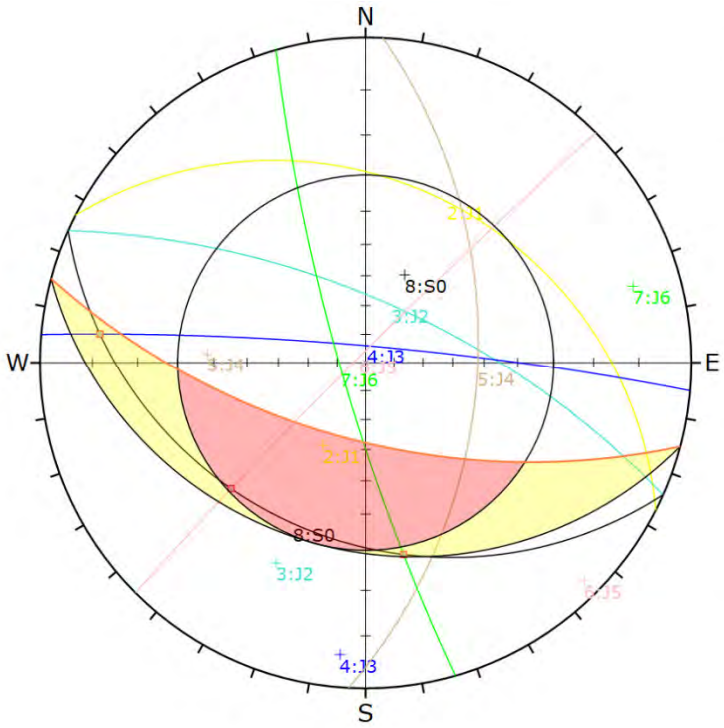
nematic Analysis	Planar Sliding
Slope Dip	63
ope Dip Direction	195
Friction Angle	30°
Lateral Limits	20°

	Critica	Total	%
Planar Sliding (All)	1	7	14.29%

	Color	Dip	ip Directio	Label
User Planes				
2		32	27	J1
3		68	24	J2
4		84	5	J3
5		52	93	J4
6		87	315	J5
7		81	254	J6
8		33	204	S0

Plot Mode	Pole Vectors
Vector Count	7 (7 Entries)
Hemisphere	Lower
Projection	Equal Angle

b. *Rotura por cuña: NO*



Symbol	Feature
	Critical Intersection

nematic Analysis	Wedge Sliding
Slope Dip	63
ope Dip Direction	195
Friction Angle	30°

	Critica	Total	%
Wedge Sliding	3	21	14.29%

	Color	Dip	ip Directio	Label
User Planes				
2		32	27	J1
3		68	24	J2
4		84	5	J3
5		52	93	J4
6		87	315	J5
7		81	254	J6
8		33	204	S0

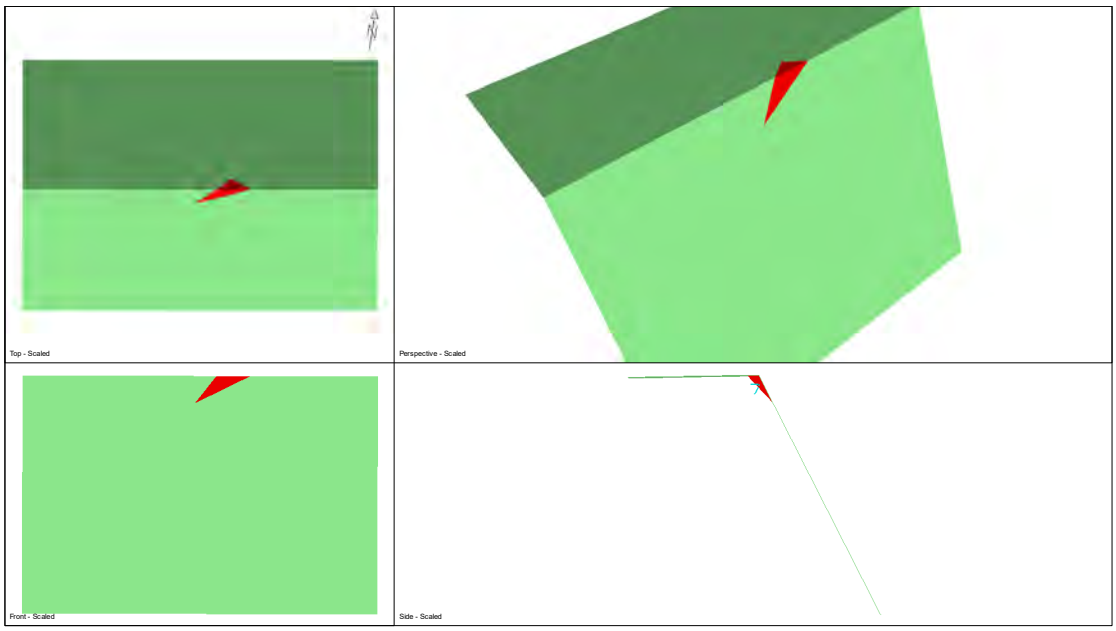
Plot Mode	Pole Vectors
Vector Count	7 (7 Entries)
Intersection Mode	Grid Data Planes
Intersections Count	21
Hemisphere	Lower
Projection	Equal Angle

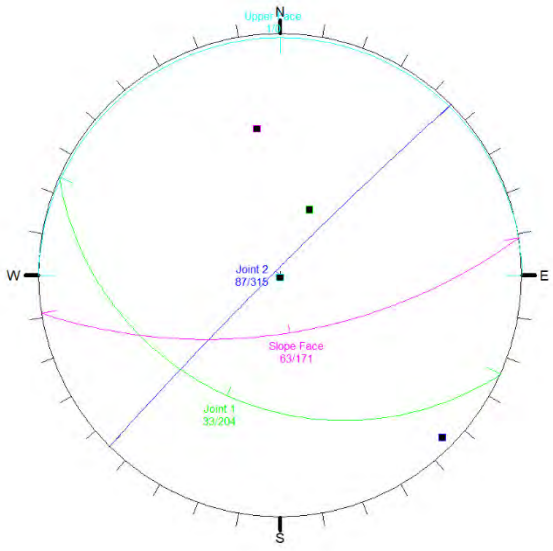
COLEGIO OF. ING. TÉC., MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

2.2 ANÁLISIS DE CUÑAS

2.2.1. Talud 63/171

a. Cuña S0-J5





Swedge Analysis Information

Document Name:

- EX2_171-63_S0J5

COLEGIO OF. ING. TÉC., MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

Project Summary:

- Job Title: SWEDGE - Surface Wedge Stability Analysis
- Date Created: 31/07/2024, 16:17:22

Analysis Results:

- Analysis type: Deterministic
- Wedge is scaled, scale factor: 0.1148
- Safety Factor: 1.6617
- Wedge height (on slope) [m]: 2.07
- Bench width (on upper face) [m]: 0.87
- Wedge volume [m^3]: 0.789
- Wedge weight [tonnes]: 2.129
- Wedge area (joint1) [m^2]: 3.07
- Wedge area (joint2) [m^2]: 1.56
- Wedge area (slope) [m^2]: 3.01
- Wedge area (upper face) [m^2]: 1.13

Effective Normal and Strength Properties:

	Joint 1	Joint 2
Effective Normal force [tonnes]	1.76	0.00
Effective Normal stress [t/m^2]	0.57	0.00
Shear Strength [t/m^2]	0.63	0.00
Strength due to Waviness [t/m^2]	0.00	0.00

- Driving force [tonnes]: 1.16
- Resisting force [tonnes]: 1.94

Water Pressures/Forces:

	Average pressure [t/m^2]	Water force [tonnes]
Joint 1	N/A	0.03
Joint 2	N/A	0.01
Fissures	0.01	N/A

COLEGIO OF. ING. TÉC., MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

Failure Mode:

- Sliding on joint1

Joint Sets 1&2 line of Intersection:

Plunge [deg]	Trend [deg]	Length [m]
30.91	226.80	4.00

Trace Lengths:

	Slope Face [m]	Upper Face [m]
Joint 1	4.82	1.64
Joint 2	2.85	1.48

Persistence:

- Joint 1 [m]: 4.82
- Joint 2 [m]: 4.00

Intersection Angles:

	Slope Face	Upper Face
Joint 1 & Joint 2	26.06	111.57
Joint 1 & Crest	28.96	32.31
Joint 2 & Crest	124.98	36.12

Dip and Dip Direction:

	Dip [deg]	Dip Direction [deg]
Joint Set 1	33.00	204.00
Joint Set 2	87.00	315.00
Slope	63.00	171.00
Upper Face	1.00	0.00

Joint Set 1 Data:

- Cohesion [t/m^2]: 0.30

COLEGIO OF. ING. TÉC., MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

- Friction Angle [deg]: 30.00

Joint Set 2 Data:

- Cohesion [t/m^2]: 0.30
- Friction Angle [deg]: 30.00

Slope Data:

- Slope height [m]: 18.00
- Rock unit weight [t/m^3]: 2.70
- Water pressures in the slope: YES
- Overhanging slope face: NO
- Externally applied force: NO
- Tension crack: NO

Water Pressure Data:

- Water unit weight [t/m^3]: 1.000
- Pressure definition method: Percent Filled Fissures
- Percent Filled: 30.000 %

Wedge Vertices:

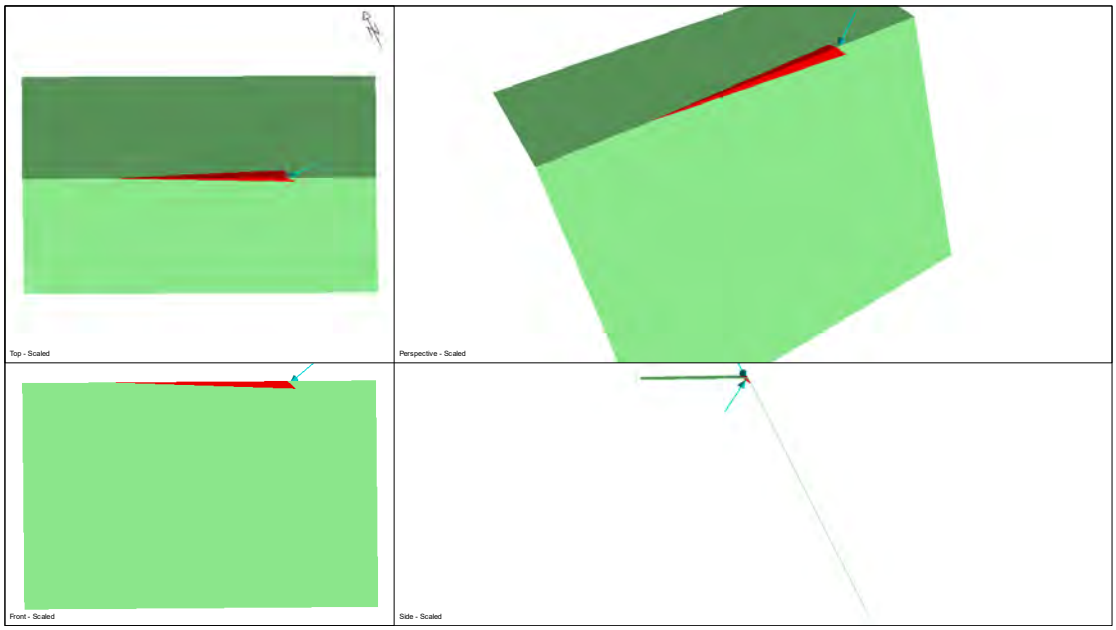
- Coordinates in Easting,Northing,Up Format
- 1=Joint1, 2=Joint2, 3=Upper Face, 4=Slope

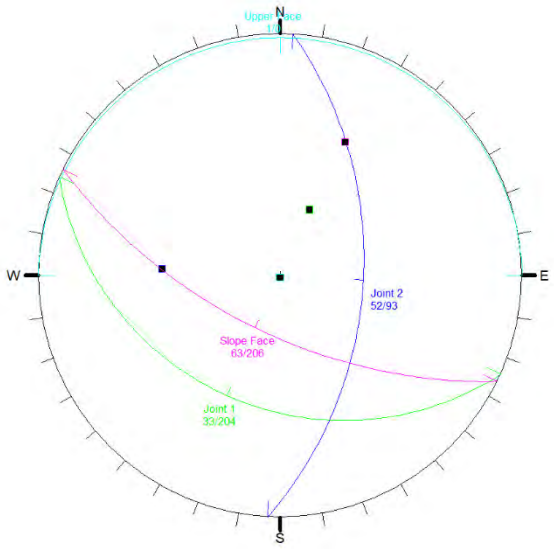
Point	x	y	z
124	0.000	0.000	0.000
134	4.004	1.700	2.066
234	1.453	1.300	2.073
123	2.502	2.349	2.055

COLEGIO OF. ING. TÉC., MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

2.2.2. Talud 63/206

a. Cuña S0-J4





Swedge Analysis Information

Document Name:

- EX2_206-63_S0J4

Project Summary:

COLEGIO OF. ING. TÉC., MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

- Job Title: SWEDGE - Surface Wedge Stability Analysis
- Date Created: 31/07/2024, 16:17:22

Analysis Results:

- Analysis type: Deterministic
- Wedge is scaled, scale factor: 0.0338
- Safety Factor: 2.4081
- Wedge height (on slope) [m]: 0.61
- Bench width (on upper face) [m]: 0.71
- Wedge volume [m^3]: 1.521
- Wedge weight [tonnes]: 4.106
- Wedge area (joint1) [m^2]: 11.40
- Wedge area (joint2) [m^2]: 0.36
- Wedge area (slope) [m^2]: 7.20
- Wedge area (upper face) [m^2]: 6.07

Effective Normal and Strength Properties:

	Joint 1	Joint 2
Effective Normal force [tonnes]	3.41	0.00
Effective Normal stress [t/m^2]	0.30	0.00
Shear Strength [t/m^2]	0.47	0.00
Strength due to Waviness [t/m^2]	0.00	0.00

- Driving force [tonnes]: 2.24
- Resisting force [tonnes]: 5.39

Water Pressures/Forces:

	Average pressure [t/m^2]	Water force [tonnes]
Joint 1	N/A	0.04
Joint 2	N/A	0.00
Fissures	0.00	N/A

Failure Mode:

COLEGIO OF. ING. TÉC., MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

- Sliding on joint1

Joint Sets 1&2 line of Intersection:

Plunge [deg]	Trend [deg]	Length [m]
25.46	161.16	1.69

Trace Lengths:

	Slope Face [m]	Upper Face [m]
Joint 1	18.00	16.93
Joint 2	1.14	0.76

Persistence:

- Joint 1 [m]: 18.00
- Joint 2 [m]: 1.69

Intersection Angles:

	Slope Face	Upper Face
Joint 1 & Joint 2	44.32	109.61
Joint 1 & Crest	2.66	2.39
Joint 2 & Crest	133.01	68.00

Dip and Dip Direction:

	Dip [deg]	Dip Direction [deg]
Joint Set 1	33.00	204.00
Joint Set 2	52.00	93.00
Slope	63.00	206.00
Upper Face	1.00	0.00

Joint Set 1 Data:

- Cohesion [t/m^2]: 0.30
- Friction Angle [deg]: 30.00

COLEGIO OF. ING. TÉC., MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

Joint Set 2 Data:

- Cohesion [t/m^2]: 0.30
- Friction Angle [deg]: 30.00

Slope Data:

- Slope height [m]: 18.00
- Rock unit weight [t/m^3]: 2.70
- Water pressures in the slope: YES
- Overhanging slope face: NO
- Externally applied force: NO
- Tension crack: NO

Water Pressure Data:

- Water unit weight [t/m^3]: 1.000
- Pressure definition method: Percent Filled Fissures
- Percent Filled: 30.000 %

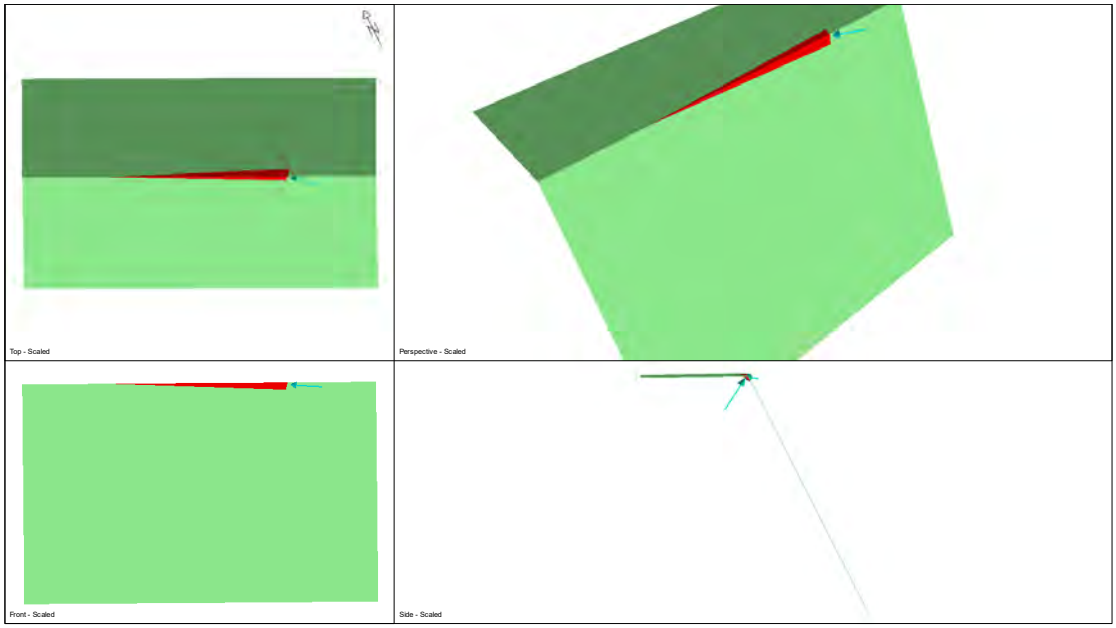
Wedge Vertices:

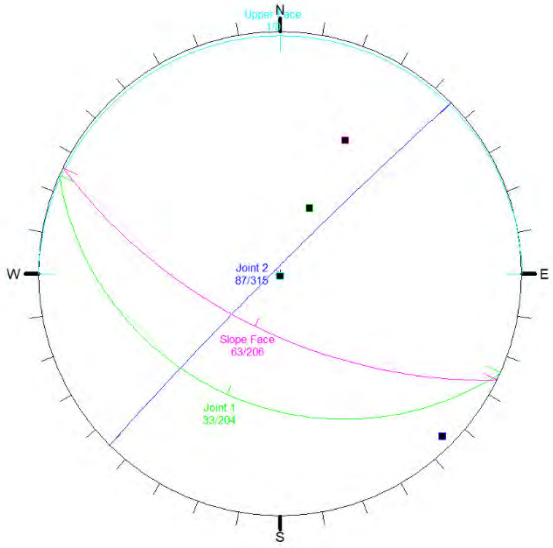
- Coordinates in Easting,Northing,Up Format
- 1=Joint1, 2=Joint2, 3=Upper Face, 4=Slope

Point	x	y	z
124	0.000	0.000	0.000
134	-16.031	8.164	0.609
234	-0.543	0.684	0.740
123	-0.493	1.444	0.726

COLEGIO OF. ING. TÉC., MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

b. CuñaS0-J5





Swedge Analysis Information

Document Name:

- EX2_206-63_S0J5

Project Summary:

COLEGIO OF. ING. TÉC. MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

- Job Title: SWEDGE - Surface Wedge Stability Analysis
- Date Created: 31/07/2024, 16:17:22

Analysis Results:

- Analysis type: Deterministic
- Wedge is scaled, scale factor: 0.0330
- Safety Factor: 2.7821
- Wedge height (on slope) [m]: 0.59
- Bench width (on upper face) [m]: 0.75
- Wedge volume [m^3]: 1.626
- Wedge weight [tonnes]: 4.390
- Wedge area (joint1) [m^2]: 11.83
- Wedge area (joint2) [m^2]: 0.29
- Wedge area (slope) [m^2]: 7.24
- Wedge area (upper face) [m^2]: 6.65

Effective Normal and Strength Properties:

	Joint 1	Joint 2
Effective Normal force [tonnes]	3.77	0.80
Effective Normal stress [t/m^2]	0.32	2.75
Shear Strength [t/m^2]	0.48	1.89
Strength due to Waviness [t/m^2]	0.00	0.00

- Driving force [tonnes]: 2.26
- Resisting force [tonnes]: 6.27

Water Pressures/Forces:

	Average pressure [t/m^2]	Water force [tonnes]
Joint 1	N/A	0.04
Joint 2	N/A	0.00
Fissures	0.00	N/A

Failure Mode:

COLEGIO OF. ING. TÉC., MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

- Sliding on intersection line (joints 1&2)

Joint Sets 1&2 line of Intersection:

Plunge [deg]	Trend [deg]	Length [m]
30.91	226.80	1.40

Trace Lengths:

	Slope Face [m]	Upper Face [m]
Joint 1	17.57	18.00
Joint 2	0.84	0.79

Persistence:

- Joint 1 [m]: 18.00
- Joint 2 [m]: 1.40

Intersection Angles:

	Slope Face	Upper Face
Joint 1 & Joint 2	99.45	68.43
Joint 1 & Crest	2.66	2.39
Joint 2 & Crest	77.89	109.18

Dip and Dip Direction:

	Dip [deg]	Dip Direction [deg]
Joint Set 1	33.00	204.00
Joint Set 2	87.00	315.00
Slope	63.00	206.00
Upper Face	1.00	0.00

Joint Set 1 Data:

- Cohesion [t/m^2]: 0.30
- Friction Angle [deg]: 30.00

COLEGIO OF. ING. TÉC., MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

Joint Set 2 Data:

- Cohesion [t/m^2]: 0.30
- Friction Angle [deg]: 30.00

Slope Data:

- Slope height [m]: 18.00
- Rock unit weight [t/m^3]: 2.70
- Water pressures in the slope: YES
- Overhanging slope face: NO
- Externally applied force: NO
- Tension crack: NO

Water Pressure Data:

- Water unit weight [t/m^3]: 1.000
- Pressure definition method: Percent Filled Fissures
- Percent Filled: 30.000 %

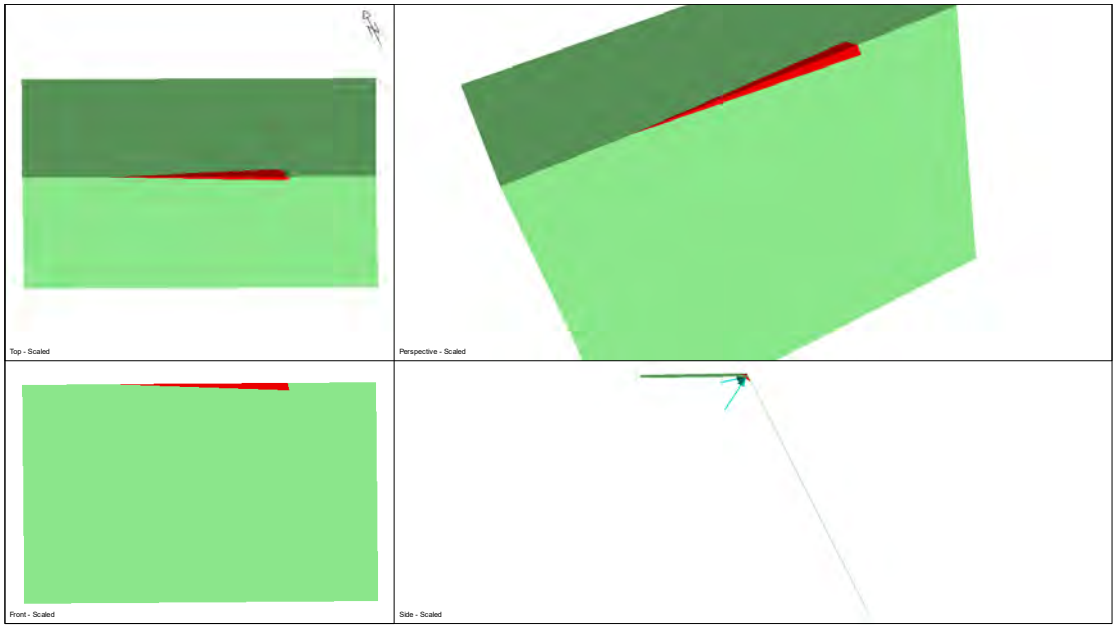
Wedge Vertices:

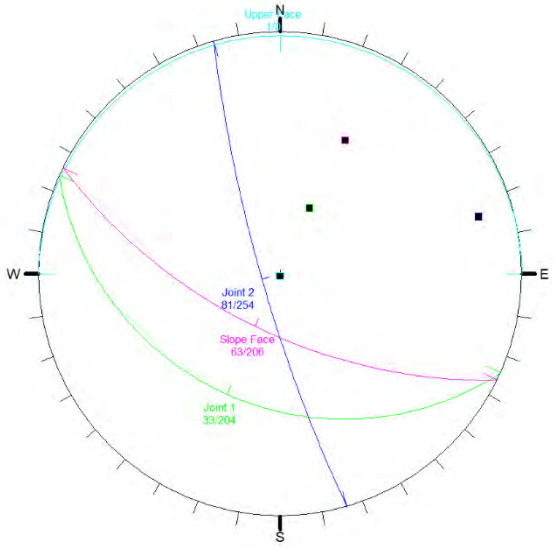
- Coordinates in Easting,Northing,Up Format
- 1=Joint1, 2=Joint2, 3=Upper Face, 4=Slope

Point	x	y	z
124	0.000	0.000	0.000
134	-15.645	7.968	0.594
234	0.314	0.260	0.729
123	0.876	0.822	0.719

COLEGIO OF. ING. TÉC., MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

c. Cuña S0-J6





Swedge Analysis Information

Document Name:

- EX2_206-63_S0J6

Project Summary:

COLEGIO OF. ING. TÉC. MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

- Job Title: SWEDGE - Surface Wedge Stability Analysis
- Date Created: 31/07/2024, 16:17:22

Analysis Results:

- Analysis type: Deterministic
- Wedge is scaled, scale factor: 0.0338
- Safety Factor: 2.3564
- Wedge height (on slope) [m]: 0.61
- Bench width (on upper face) [m]: 0.72
- Wedge volume [m^3]: 1.597
- Wedge weight [tonnes]: 4.313
- Wedge area (joint1) [m^2]: 11.57
- Wedge area (joint2) [m^2]: 0.37
- Wedge area (slope) [m^2]: 7.45
- Wedge area (upper face) [m^2]: 6.38

Effective Normal and Strength Properties:

	Joint 1	Joint 2
Effective Normal force [tonnes]	3.58	0.00
Effective Normal stress [t/m^2]	0.31	0.00
Shear Strength [t/m^2]	0.48	0.00
Strength due to Waviness [t/m^2]	0.00	0.00

- Driving force [tonnes]: 2.35
- Resisting force [tonnes]: 5.54

Water Pressures/Forces:

	Average pressure [t/m^2]	Water force [tonnes]
Joint 1	N/A	0.04
Joint 2	N/A	0.00
Fissures	0.00	N/A

Failure Mode:

- Sliding on joint1

COLEGIO OF. ING. TÉC., MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

Joint Sets 1&2 line of Intersection:

Plunge [deg]	Trend [deg]	Length [m]
27.96	168.82	1.55

Trace Lengths:

	Slope Face [m]	Upper Face [m]
Joint 1	18.00	17.18
Joint 2	0.86	0.96

Persistence:

- Joint 1 [m]: 18.00
- Joint 2 [m]: 1.55

Intersection Angles:

	Slope Face	Upper Face
Joint 1 & Joint 2	75.48	129.54
Joint 1 & Crest	2.66	2.39
Joint 2 & Crest	101.86	48.07

Dip and Dip Direction:

	Dip [deg]	Dip Direction [deg]
Joint Set 1	33.00	204.00
Joint Set 2	81.00	254.00
Slope	63.00	206.00
Upper Face	1.00	0.00

Joint Set 1 Data:

- Cohesion [t/m^2]: 0.30
- Friction Angle [deg]: 30.00

Joint Set 2 Data:

COLEGIO OF. ING. TÉC., MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

- Cohesion [t/m^2]: 0.30
- Friction Angle [deg]: 30.00

Slope Data:

- Slope height [m]: 18.00
- Rock unit weight [t/m^3]: 2.70
- Water pressures in the slope: YES
- Overhanging slope face: NO
- Externally applied force: NO
- Tension crack: NO

Water Pressure Data:

- Water unit weight [t/m^3]: 1.000
- Pressure definition method: Percent Filled Fissures
- Percent Filled: 30.000 %

Wedge Vertices:

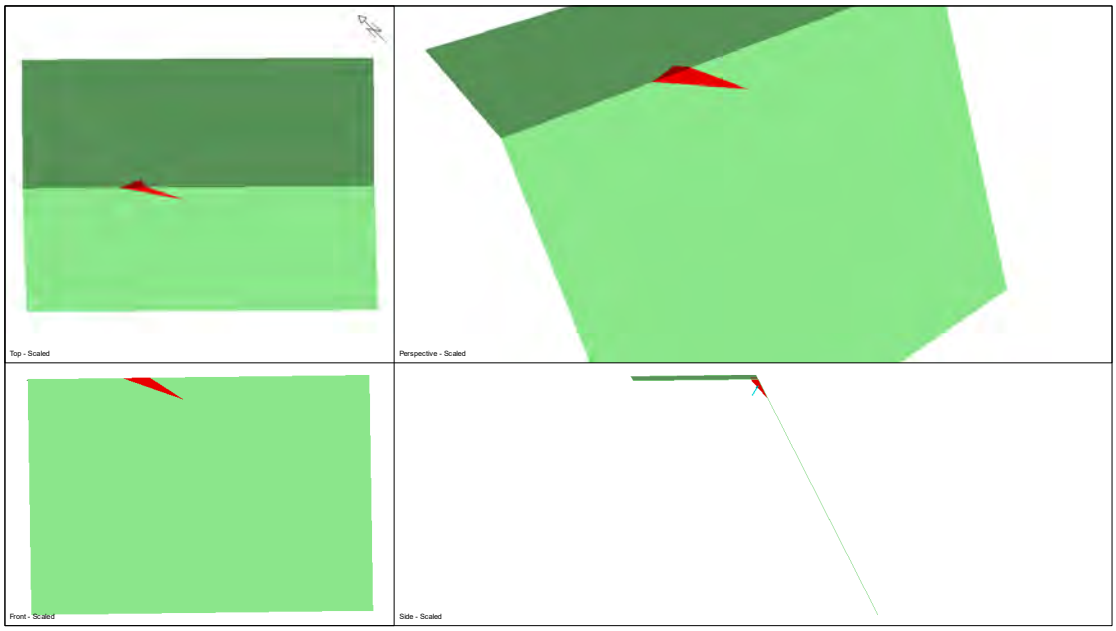
- Coordinates in Easting,Northing,Up Format
- 1=Joint1, 2=Joint2, 3=Upper Face, 4=Slope

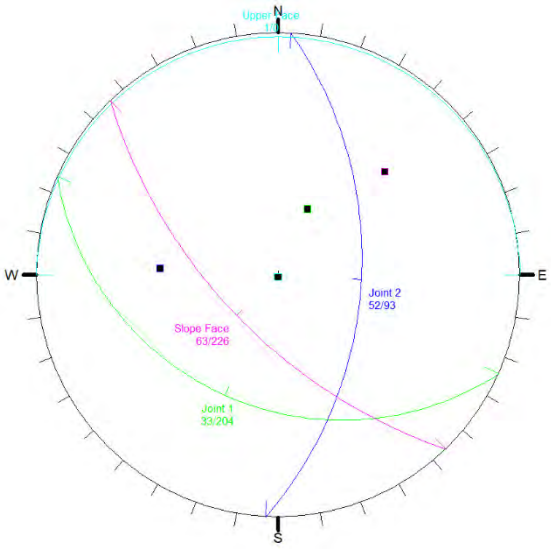
Point	x	y	z
124	0.000	0.000	0.000
134	-16.031	8.164	0.609
234	0.002	0.421	0.744
123	-0.266	1.346	0.728

COLEGIO OF. ING. TÉC., MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

2.2.3. Talud 63/226

a. Cuña S0-J4





Swedge Analysis Information

Document Name:

- EX2_226-63_S0J4

COLEGIO OF. ING. TÉC., MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

Project Summary:

- Job Title: SWEDGE - Surface Wedge Stability Analysis
- Date Created: 31/07/2024, 16:17:22

Analysis Results:

- Analysis type: Deterministic
- Wedge is scaled, scale factor: 0.0949
- Safety Factor: 2.1803
- Wedge height (on slope) [m]: 1.71
- Bench width (on upper face) [m]: 0.66
- Wedge volume [m^3]: 0.425
- Wedge weight [tonnes]: 1.148
- Wedge area (joint1) [m^2]: 2.76
- Wedge area (joint2) [m^2]: 0.99
- Wedge area (slope) [m^2]: 2.17
- Wedge area (upper face) [m^2]: 0.72

Effective Normal and Strength Properties:

	Joint 1	Joint 2
Effective Normal force [tonnes]	0.94	0.00
Effective Normal stress [t/m^2]	0.34	0.00
Shear Strength [t/m^2]	0.50	0.00
Strength due to Waviness [t/m^2]	0.00	0.00

- Driving force [tonnes]: 0.63
- Resisting force [tonnes]: 1.37

Water Pressures/Forces:

	Average pressure [t/m^2]	Water force [tonnes]
Joint 1	N/A	0.02
Joint 2	N/A	0.01
Fissures	0.01	N/A

Failure Mode:

COLEGIO OF. ING. TÉC., MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

- Sliding on joint1

Joint Sets 1&2 line of Intersection:

Plunge [deg]	Trend [deg]	Length [m]
25.46	161.16	4.00

Trace Lengths:

	Slope Face [m]	Upper Face [m]
Joint 1	5.23	1.73
Joint 2	3.31	0.88

Persistence:

- Joint 1 [m]: 5.23
- Joint 2 [m]: 4.00

Intersection Angles:

	Slope Face	Upper Face
Joint 1 & Joint 2	14.53	109.61
Joint 1 & Crest	22.30	22.25
Joint 2 & Crest	143.17	48.14

Dip and Dip Direction:

	Dip [deg]	Dip Direction [deg]
Joint Set 1	33.00	204.00
Joint Set 2	52.00	93.00
Slope	63.00	226.00
Upper Face	1.00	0.00

Joint Set 1 Data:

- Cohesion [t/m^2]: 0.30
- Friction Angle [deg]: 30.00

COLEGIO OF. ING. TÉC., MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

Joint Set 2 Data:

- Cohesion [t/m^2]: 0.30
- Friction Angle [deg]: 30.00

Slope Data:

- Slope height [m]: 18.00
- Rock unit weight [t/m^3]: 2.70
- Water pressures in the slope: YES
- Overhanging slope face: NO
- Externally applied force: NO
- Tension crack: NO

Water Pressure Data:

- Water unit weight [t/m^3]: 1.000
- Pressure definition method: Percent Filled Fissures
- Percent Filled: 30.000 %

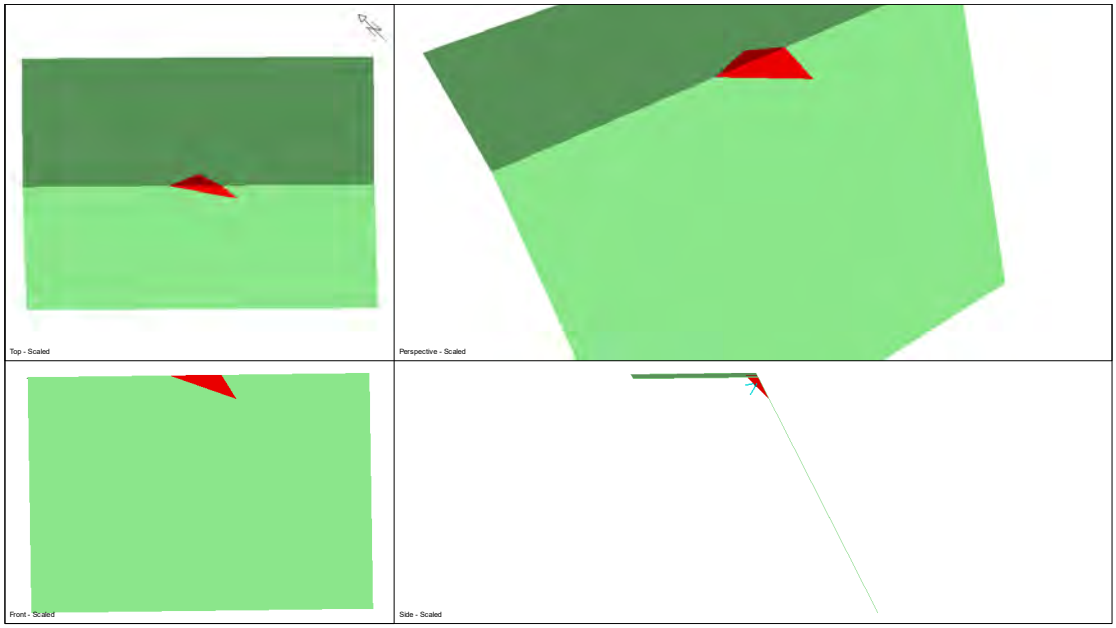
Wedge Vertices:

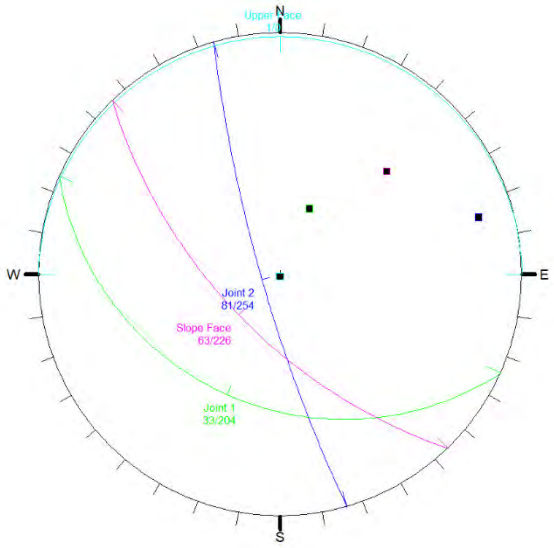
- Coordinates in Easting,Northing,Up Format
- 1=Joint1, 2=Joint2, 3=Upper Face, 4=Slope

Point	x	y	z
124	0.000	0.000	0.000
134	-2.754	4.105	1.708
234	-1.224	2.540	1.735
123	-1.166	3.418	1.720

COLEGIO OF. ING. TÉC., MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

b. Cuña S0-J6





Swedge Analysis Information

Document Name:

- EX2_226-63_S0J6

Project Summary:

COLEGIO OF. ING. TÉC. MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

- Job Title: SWEDGE - Surface Wedge Stability Analysis
- Date Created: 31/07/2024, 16:17:22

Analysis Results:

- Analysis type: Deterministic
- Wedge is scaled, scale factor: 0.1032
- Safety Factor: 1.5738
- Wedge height (on slope) [m]: 1.86
- Bench width (on upper face) [m]: 0.95
- Wedge volume [m^3]: 1.264
- Wedge weight [tonnes]: 3.413
- Wedge area (joint1) [m^2]: 4.37
- Wedge area (joint2) [m^2]: 1.98
- Wedge area (slope) [m^2]: 4.44
- Wedge area (upper face) [m^2]: 1.96

Effective Normal and Strength Properties:

	Joint 1	Joint 2
Effective Normal force [tonnes]	2.82	0.00
Effective Normal stress [t/m^2]	0.64	0.00
Shear Strength [t/m^2]	0.67	0.00
Strength due to Waviness [t/m^2]	0.00	0.00

- Driving force [tonnes]: 1.87
- Resisting force [tonnes]: 2.94

Water Pressures/Forces:

	Average pressure [t/m^2]	Water force [tonnes]
Joint 1	N/A	0.04
Joint 2	N/A	0.02
Fissures	0.01	N/A

Failure Mode:

- Sliding on joint1

COLEGIO OF. ING. TÉC., MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

Joint Sets 1&2 line of Intersection:

Plunge [deg]	Trend [deg]	Length [m]
27.96	168.82	4.00

Trace Lengths:

	Slope Face [m]	Upper Face [m]
Joint 1	5.69	2.52
Joint 2	2.45	2.02

Persistence:

- Joint 1 [m]: 5.69
- Joint 2 [m]: 4.00

Intersection Angles:

	Slope Face	Upper Face
Joint 1 & Joint 2	39.55	129.54
Joint 1 & Crest	22.30	22.25
Joint 2 & Crest	118.15	28.21

Dip and Dip Direction:

	Dip [deg]	Dip Direction [deg]
Joint Set 1	33.00	204.00
Joint Set 2	81.00	254.00
Slope	63.00	226.00
Upper Face	1.00	0.00

Joint Set 1 Data:

- Cohesion [t/m^2]: 0.30
- Friction Angle [deg]: 30.00

Joint Set 2 Data:

COLEGIO OF. ING. TÉC., MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

- Cohesion [t/m^2]: 0.30
- Friction Angle [deg]: 30.00

Slope Data:

- Slope height [m]: 18.00
- Rock unit weight [t/m^3]: 2.70
- Water pressures in the slope: YES
- Overhanging slope face: NO
- Externally applied force: NO
- Tension crack: NO

Water Pressure Data:

- Water unit weight [t/m^3]: 1.000
- Pressure definition method: Percent Filled Fissures
- Percent Filled: 30.000 %

Wedge Vertices:

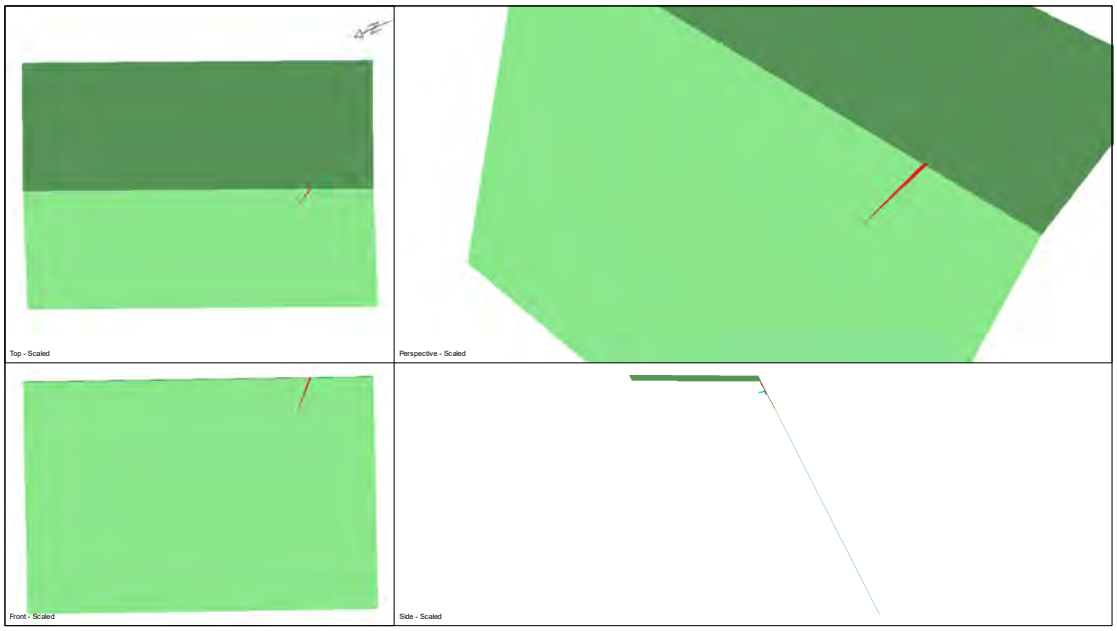
- Coordinates in Easting,Northing,Up Format
- 1=Joint1, 2=Joint2, 3=Upper Face, 4=Slope

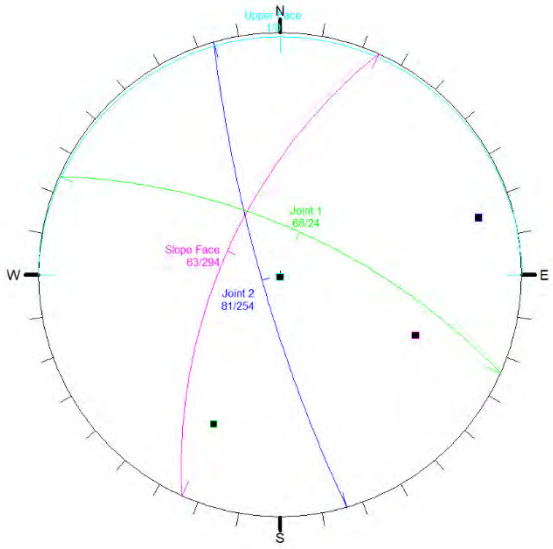
Point	x	y	z
124	0.000	0.000	0.000
134	-2.997	4.466	1.858
234	-0.124	1.529	1.909
123	-0.685	3.466	1.875

COLEGIO OF. ING. TÉC., MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

2.2.4. Talud 63/294

a. Cuña J2-J6





Swedge Analysis Information

Document Name:

- EX2_294-63_J2J6

COLEGIO OF. ING. TÉC., MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

Project Summary:

- Job Title: SWEDGE - Surface Wedge Stability Analysis
- Date Created: 31/07/2024, 16:17:22

Analysis Results:

- Analysis type: Deterministic
- Wedge is scaled, scale factor: 0.1838
- Safety Factor: 8.0575
- Wedge height (on slope) [m]: 3.31
- Bench width (on upper face) [m]: 0.12
- Wedge volume [m^3]: 0.009
- Wedge weight [tonnes]: 0.026
- Wedge area (joint1) [m^2]: 0.21
- Wedge area (joint2) [m^2]: 0.31
- Wedge area (slope) [m^2]: 0.27
- Wedge area (upper face) [m^2]: 0.01

Effective Normal and Strength Properties:

	Joint 1	Joint 2
Effective Normal force [tonnes]	0.01	0.01
Effective Normal stress [t/m^2]	0.06	0.03
Shear Strength [t/m^2]	0.34	0.31
Strength due to Waviness [t/m^2]	0.00	0.00

- Driving force [tonnes]: 0.02
- Resisting force [tonnes]: 0.17

Water Pressures/Forces:

	Average pressure [t/m^2]	Water force [tonnes]
Joint 1	N/A	0.00
Joint 2	N/A	0.00
Fissures	0.01	N/A

Failure Mode:

COLEGIO OF. ING. TÉC., MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

- Sliding on intersection line (joints 1&2)

Joint Sets 1&2 line of Intersection:

Plunge [deg]	Trend [deg]	Length [m]
55.82	330.51	4.00

Trace Lengths:

	Slope Face [m]	Upper Face [m]
Joint 1	3.95	0.12
Joint 2	3.90	0.19

Persistence:

- Joint 1 [m]: 4.00
- Joint 2 [m]: 4.00

Intersection Angles:

	Slope Face	Upper Face
Joint 1 & Joint 2	1.98	49.68
Joint 1 & Crest	69.17	90.64
Joint 2 & Crest	108.85	39.68

Dip and Dip Direction:

	Dip [deg]	Dip Direction [deg]
Joint Set 1	68.00	24.00
Joint Set 2	81.00	254.00
Slope	63.00	294.00
Upper Face	1.00	0.00

Joint Set 1 Data:

- Cohesion [t/m^2]: 0.30
- Friction Angle [deg]: 30.00

COLEGIO OF. ING. TÉC., MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

Joint Set 2 Data:

- Cohesion [t/m^2]: 0.30
- Friction Angle [deg]: 30.00

Slope Data:

- Slope height [m]: 18.00
- Rock unit weight [t/m^3]: 2.70
- Water pressures in the slope: YES
- Overhanging slope face: NO
- Externally applied force: NO
- Tension crack: NO

Water Pressure Data:

- Water unit weight [t/m^3]: 1.000
- Pressure definition method: Percent Filled Fissures
- Percent Filled: 30.000 %

Wedge Vertices:

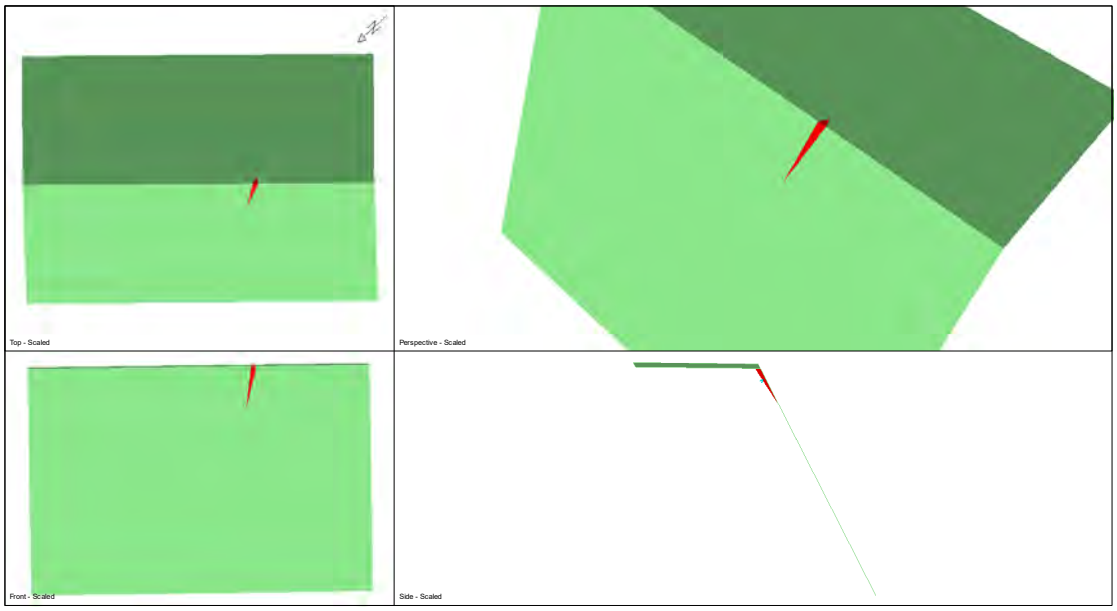
- Coordinates in Easting,Northing,Up Format
- 1=Joint1, 2=Joint2, 3=Upper Face, 4=Slope

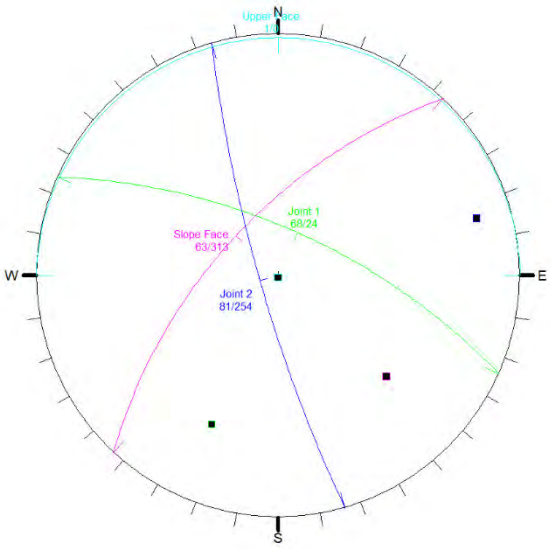
Point	x	y	z
124	0.000	0.000	0.000
134	0.996	-1.907	3.308
234	1.054	-1.775	3.306
123	1.106	-1.956	3.309

COLEGIO OF. ING. TÉC., MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

2.2.5. Talud 63/313

a. Cuña J2-J6





Swedge Analysis Information

Document Name:

- EX2_313-63_J2J6

Project Summary:

COLEGIO OF. ING. TÉC. MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

- Job Title: SWEDGE - Surface Wedge Stability Analysis
- Date Created: 31/07/2024, 16:17:22

Analysis Results:

- Analysis type: Deterministic
- Wedge is scaled, scale factor: 0.1837
- Safety Factor: 2.8970
- Wedge height (on slope) [m]: 3.31
- Bench width (on upper face) [m]: 0.46
- Wedge volume [m^3]: 0.108
- Wedge weight [tonnes]: 0.293
- Wedge area (joint1) [m^2]: 0.86
- Wedge area (joint2) [m^2]: 0.89
- Wedge area (slope) [m^2]: 0.80
- Wedge area (upper face) [m^2]: 0.10

Effective Normal and Strength Properties:

	Joint 1	Joint 2
Effective Normal force [tonnes]	0.17	0.13
Effective Normal stress [t/m^2]	0.20	0.15
Shear Strength [t/m^2]	0.42	0.39
Strength due to Waviness [t/m^2]	0.00	0.00

- Driving force [tonnes]: 0.24
- Resisting force [tonnes]: 0.70

Water Pressures/Forces:

	Average pressure [t/m^2]	Water force [tonnes]
Joint 1	N/A	0.01
Joint 2	N/A	0.01
Fissures	0.01	N/A

Failure Mode:

COLEGIO OF. ING. TÉC., MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

- Sliding on intersection line (joints 1&2)

Joint Sets 1&2 line of Intersection:

Plunge [deg]	Trend [deg]	Length [m]
55.82	330.51	4.00

Trace Lengths:

	Slope Face [m]	Upper Face [m]
Joint 1	3.80	0.48
Joint 2	3.73	0.54

Persistence:

- Joint 1 [m]: 4.00
- Joint 2 [m]: 4.00

Intersection Angles:

	Slope Face	Upper Face
Joint 1 & Joint 2	6.48	49.68
Joint 1 & Crest	76.53	71.55
Joint 2 & Crest	97.00	58.77

Dip and Dip Direction:

	Dip [deg]	Dip Direction [deg]
Joint Set 1	68.00	24.00
Joint Set 2	81.00	254.00
Slope	63.00	313.00
Upper Face	1.00	0.00

Joint Set 1 Data:

- Cohesion [t/m^2]: 0.30
- Friction Angle [deg]: 30.00

COLEGIO OF. ING. TÉC., MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

Joint Set 2 Data:

- Cohesion [t/m^2]: 0.30
- Friction Angle [deg]: 30.00

Slope Data:

- Slope height [m]: 18.00
- Rock unit weight [t/m^3]: 2.70
- Water pressures in the slope: YES
- Overhanging slope face: NO
- Externally applied force: NO
- Tension crack: NO

Water Pressure Data:

- Water unit weight [t/m^3]: 1.000
- Pressure definition method: Percent Filled Fissures
- Percent Filled: 30.000 %

Wedge Vertices:

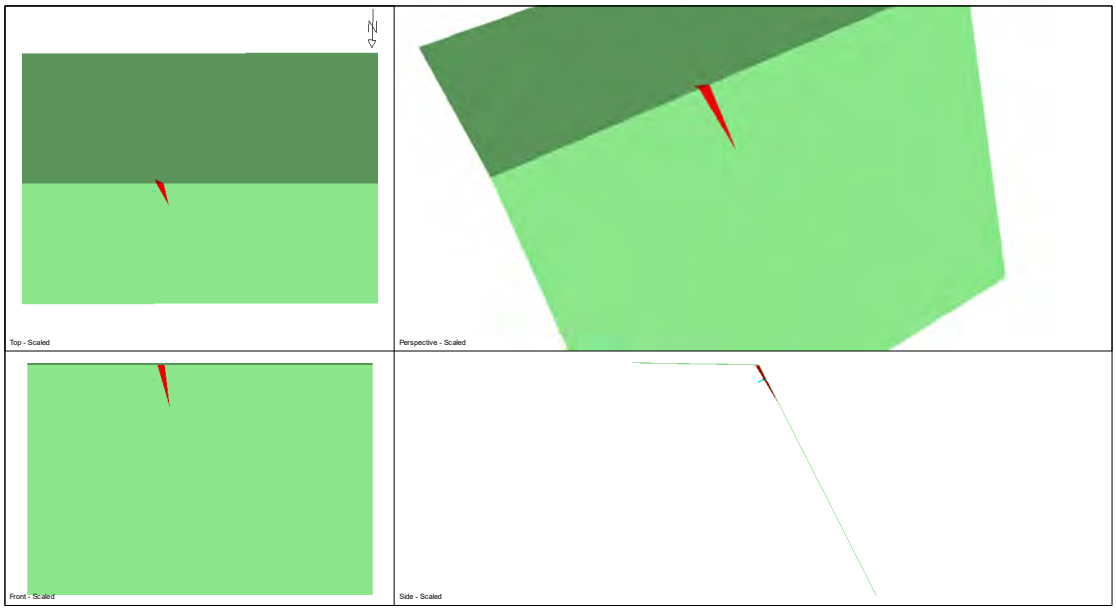
- Coordinates in Easting,Northing,Up Format
- 1=Joint1, 2=Joint2, 3=Upper Face, 4=Slope

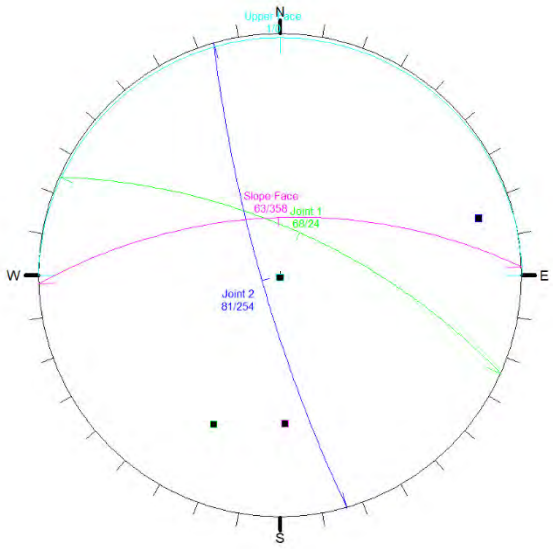
Point	x	y	z
124	0.000	0.000	0.000
134	0.664	-1.758	3.306
234	0.957	-1.440	3.300
123	1.106	-1.956	3.309

COLEGIO OF. ING. TÉC., MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

2.2.6. Talud 63/358

a. Cuña J2-J6





Swedge Analysis Information

Document Name:

- EX2_358-63_J2J6

Project Summary:

COLEGIO OF. ING. TÉC. MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

- Job Title: SWEDGE - Surface Wedge Stability Analysis
- Date Created: 31/07/2024, 16:17:22

Analysis Results:

- Analysis type: Deterministic
- Wedge is scaled, scale factor: 0.1836
- Safety Factor: 3.2703
- Wedge height (on slope) [m]: 3.30
- Bench width (on upper face) [m]: 0.31
- Wedge volume [m^3]: 0.094
- Wedge weight [tonnes]: 0.252
- Wedge area (joint1) [m^2]: 1.25
- Wedge area (joint2) [m^2]: 0.53
- Wedge area (slope) [m^2]: 1.02
- Wedge area (upper face) [m^2]: 0.09

Effective Normal and Strength Properties:

	Joint 1	Joint 2
Effective Normal force [tonnes]	0.14	0.12
Effective Normal stress [t/m^2]	0.11	0.22
Shear Strength [t/m^2]	0.37	0.43
Strength due to Waviness [t/m^2]	0.00	0.00

- Driving force [tonnes]: 0.21
- Resisting force [tonnes]: 0.68

Water Pressures/Forces:

	Average pressure [t/m^2]	Water force [tonnes]
Joint 1	N/A	0.02
Joint 2	N/A	0.01
Fissures	0.01	N/A

Failure Mode:

- Sliding on intersection line (joints 1&2)

COLEGIO OF. ING. TÉC., MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

Joint Sets 1&2 line of Intersection:

Plunge [deg]	Trend [deg]	Length [m]
55.82	330.51	4.00

Trace Lengths:

	Slope Face [m]	Upper Face [m]
Joint 1	3.73	0.70
Joint 2	3.83	0.32

Persistence:

- Joint 1 [m]: 4.00
- Joint 2 [m]: 4.00

Intersection Angles:

	Slope Face	Upper Face
Joint 1 & Joint 2	8.25	49.68
Joint 1 & Crest	96.22	26.19
Joint 2 & Crest	75.54	104.13

Dip and Dip Direction:

	Dip [deg]	Dip Direction [deg]
Joint Set 1	68.00	24.00
Joint Set 2	81.00	254.00
Slope	63.00	358.00
Upper Face	1.00	0.00

Joint Set 1 Data:

- Cohesion [t/m^2]: 0.30
- Friction Angle [deg]: 30.00

Joint Set 2 Data:

COLEGIO OF. ING. TÉC., MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

- Cohesion [t/m^2]: 0.30
- Friction Angle [deg]: 30.00

Slope Data:

- Slope height [m]: 18.00
- Rock unit weight [t/m^3]: 2.70
- Water pressures in the slope: YES
- Overhanging slope face: NO
- Externally applied force: NO
- Tension crack: NO

Water Pressure Data:

- Water unit weight [t/m^3]: 1.000
- Pressure definition method: Percent Filled Fissures
- Percent Filled: 30.000 %

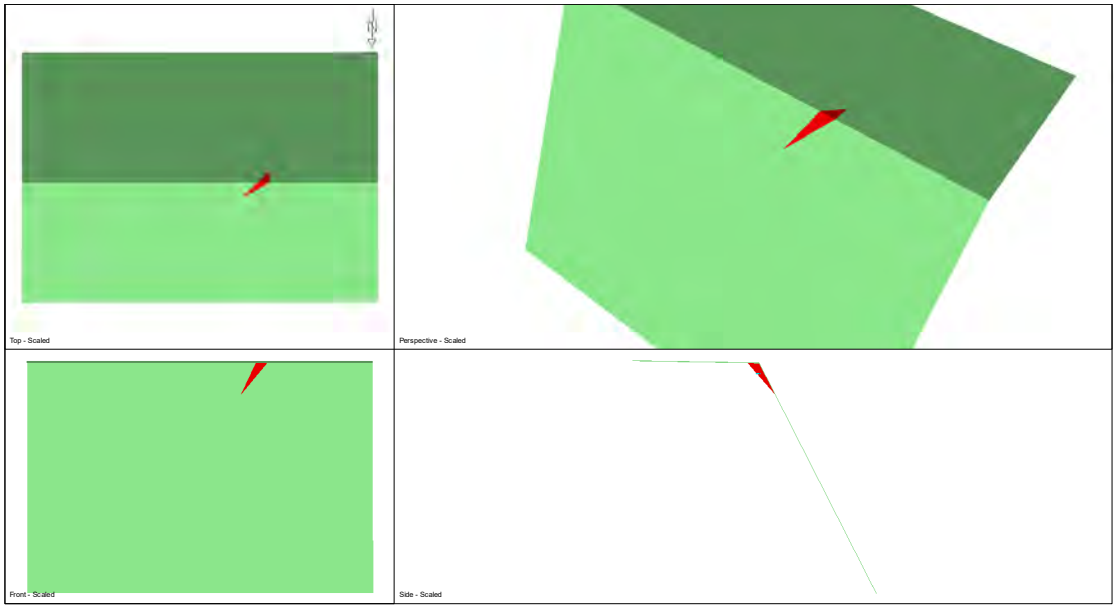
Wedge Vertices:

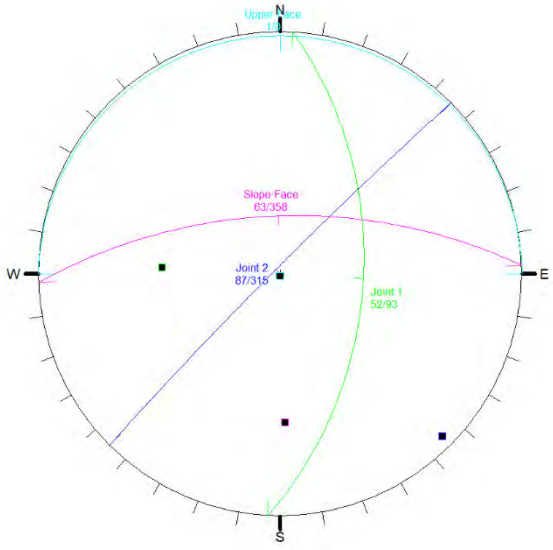
- Coordinates in Easting,Northing,Up Format
- 1=Joint1, 2=Joint2, 3=Upper Face, 4=Slope

Point	x	y	z
124	0.000	0.000	0.000
134	0.465	-1.668	3.304
234	1.017	-1.649	3.304
123	1.106	-1.956	3.309

COLEGIO OF. ING. TÉC., MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

b. Cuña J4-J5





Swedge Analysis Information

Document Name:

- EX2_358-63_J4J5

Project Summary:

COLEGIO OF. ING. TÉC. MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

- Job Title: SWEDGE - Surface Wedge Stability Analysis
- Date Created: 31/07/2024, 16:17:22

Analysis Results:

- Analysis type: Deterministic
- Wedge is scaled, scale factor: 0.1395
- Safety Factor: 3.0539
- Wedge height (on slope) [m]: 2.51
- Bench width (on upper face) [m]: 0.93
- Wedge volume [m^3]: 0.348
- Wedge weight [tonnes]: 0.939
- Wedge area (joint1) [m^2]: 1.47
- Wedge area (joint2) [m^2]: 1.70
- Wedge area (slope) [m^2]: 1.27
- Wedge area (upper face) [m^2]: 0.42

Effective Normal and Strength Properties:

	Joint 1	Joint 2
Effective Normal force [tonnes]	0.85	0.51
Effective Normal stress [t/m^2]	0.58	0.30
Shear Strength [t/m^2]	0.63	0.47
Strength due to Waviness [t/m^2]	0.03	0.02

- Driving force [tonnes]: 0.59
- Resisting force [tonnes]: 1.81

Water Pressures/Forces:

	Average pressure [t/m^2]	Water force [tonnes]
Joint 1	N/A	0.02
Joint 2	N/A	0.02
Fissures	0.01	N/A

Failure Mode:

- Sliding on intersection line (joints 1&2)

COLEGIO OF. ING. TÉC., MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

Joint Sets 1&2 line of Intersection:

Plunge [deg]	Trend [deg]	Length [m]
39.18	42.55	4.00

Trace Lengths:

	Slope Face [m]	Upper Face [m]
Joint 1	3.50	0.94
Joint 2	3.05	1.36

Persistence:

- Joint 1 [m]: 4.00
- Joint 2 [m]: 4.00

Intersection Angles:

	Slope Face	Upper Face
Joint 1 & Joint 2	13.74	41.18
Joint 1 & Crest	53.51	95.80
Joint 2 & Crest	112.74	43.02

Dip and Dip Direction:

	Dip [deg]	Dip Direction [deg]
Joint Set 1	52.00	93.00
Joint Set 2	87.00	315.00
Slope	63.00	358.00
Upper Face	1.00	0.00

Joint Set 1 Data:

- Cohesion [t/m^2]: 0.30
- Friction Angle [deg]: 30.00

Joint Set 2 Data:

COLEGIO OF. ING. TÉC., MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

- Cohesion [t/m^2]: 0.30
- Friction Angle [deg]: 30.00

Slope Data:

- Slope height [m]: 18.00
- Rock unit weight [t/m^3]: 2.70
- Water pressures in the slope: YES
- Overhanging slope face: NO
- Externally applied force: NO
- Tension crack: NO

Water Pressure Data:

- Water unit weight [t/m^3]: 1.000
- Pressure definition method: Percent Filled Fissures
- Percent Filled: 30.000 %

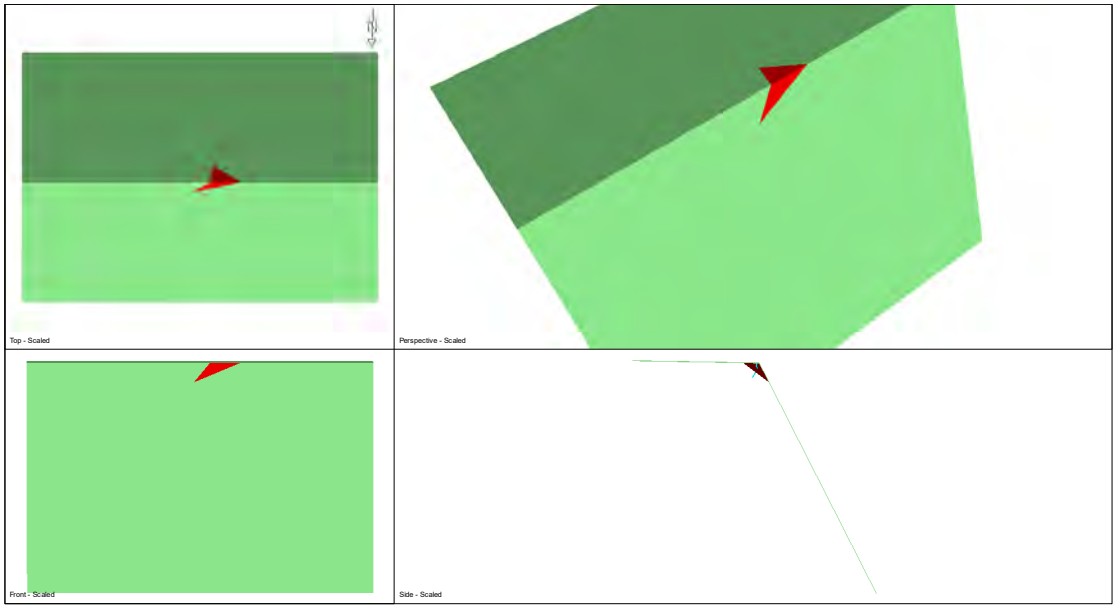
Wedge Vertices:

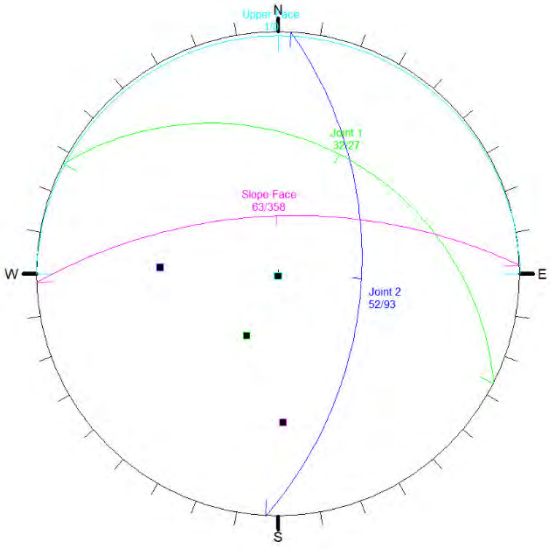
- Coordinates in Easting,Northing,Up Format
- 1=Joint1, 2=Joint2, 3=Upper Face, 4=Slope

Point	x	y	z
124	0.000	0.000	0.000
134	-2.035	-1.351	2.511
234	-1.133	-1.319	2.510
123	-2.097	-2.284	2.527

COLEGIO OF. ING. TÉC., MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

c. Cuña J1-J4





Swedge Analysis Information

Document Name:

- EX2_358-63_J1J4

Project Summary:

COLEGIO OF. ING. TÉC. MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

- Job Title: SWEDGE - Surface Wedge Stability Analysis
- Date Created: 31/07/2024, 16:17:22

Analysis Results:

- Analysis type: Deterministic
- Wedge is scaled, scale factor: 0.0844
- Safety Factor: 2.0340
- Wedge height (on slope) [m]: 1.52
- Bench width (on upper face) [m]: 1.28
- Wedge volume [m^3]: 0.755
- Wedge weight [tonnes]: 2.037
- Wedge area (joint1) [m^2]: 3.74
- Wedge area (joint2) [m^2]: 1.22
- Wedge area (slope) [m^2]: 2.01
- Wedge area (upper face) [m^2]: 1.51

Effective Normal and Strength Properties:

	Joint 1	Joint 2
Effective Normal force [tonnes]	1.71	0.00
Effective Normal stress [t/m^2]	0.46	0.00
Shear Strength [t/m^2]	0.56	0.00
Strength due to Waviness [t/m^2]	0.02	0.00

- Driving force [tonnes]: 1.08
- Resisting force [tonnes]: 2.20

Water Pressures/Forces:

	Average pressure [t/m^2]	Water force [tonnes]
Joint 1	N/A	0.03
Joint 2	N/A	0.01
Fissures	0.01	N/A

Failure Mode:

- Sliding on joint1

COLEGIO OF. ING. TÉC., MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

Joint Sets 1&2 line of Intersection:

Plunge [deg]	Trend [deg]	Length [m]
31.90	32.10	2.91

Trace Lengths:

	Slope Face [m]	Upper Face [m]
Joint 1	4.00	2.57
Joint 2	2.12	1.28

Persistence:

- Joint 1 [m]: 4.00
- Joint 2 [m]: 2.91

Intersection Angles:

	Slope Face	Upper Face
Joint 1 & Joint 2	28.32	66.03
Joint 1 & Crest	25.19	29.77
Joint 2 & Crest	126.49	84.20

Dip and Dip Direction:

	Dip [deg]	Dip Direction [deg]
Joint Set 1	32.00	27.00
Joint Set 2	52.00	93.00
Slope	63.00	358.00
Upper Face	1.00	0.00

Joint Set 1 Data:

- Cohesion [t/m^2]: 0.30
- Friction Angle [deg]: 30.00

Joint Set 2 Data:

COLEGIO OF. ING. TÉC., MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

- Cohesion [t/m^2]: 0.30
- Friction Angle [deg]: 30.00

Slope Data:

- Slope height [m]: 18.00
- Rock unit weight [t/m^3]: 2.70
- Water pressures in the slope: YES
- Overhanging slope face: NO
- Externally applied force: NO
- Tension crack: NO

Water Pressure Data:

- Water unit weight [t/m^3]: 1.000
- Pressure definition method: Percent Filled Fissures
- Percent Filled: 30.000 %

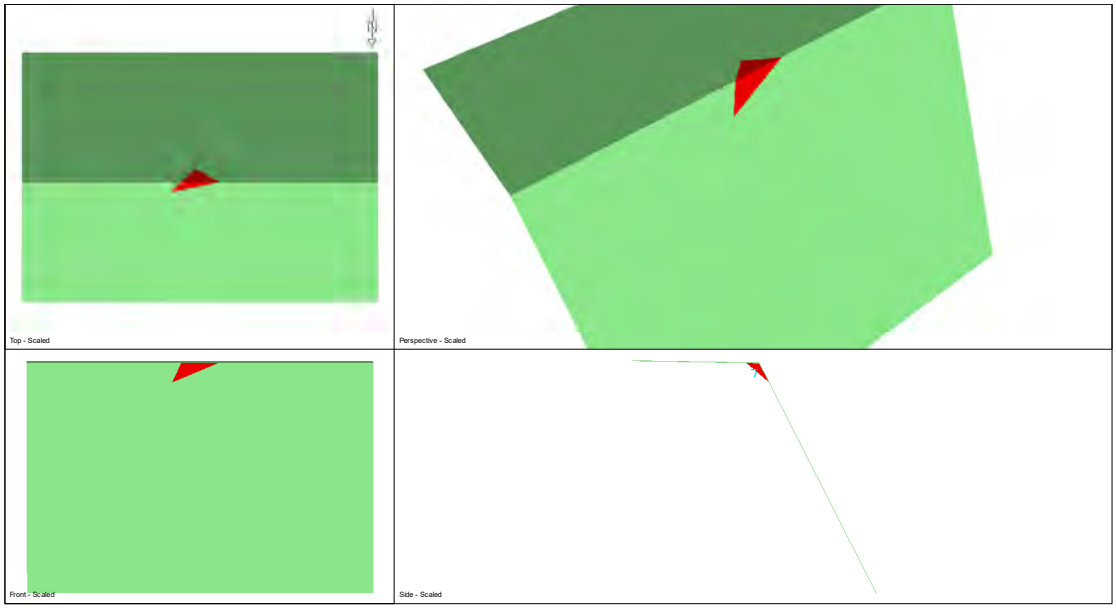
Wedge Vertices:

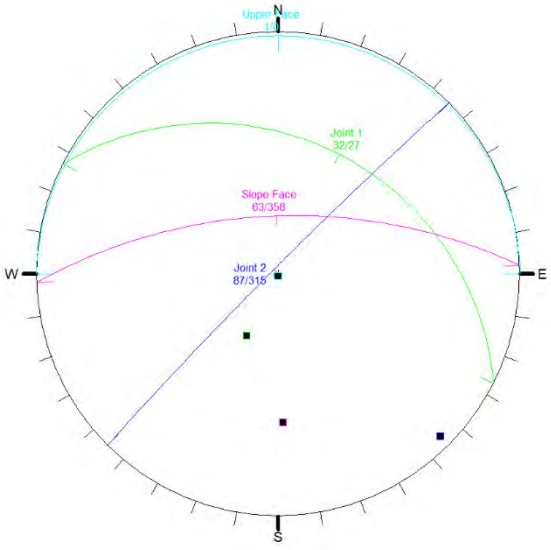
- Coordinates in Easting,Northing,Up Format
- 1=Joint1, 2=Joint2, 3=Upper Face, 4=Slope

Point	x	y	z
124	0.000	0.000	0.000
134	-3.589	-0.900	1.519
234	-1.230	-0.817	1.518
123	-1.315	-2.096	1.540

COLEGIO OF. ING. TÉC., MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

d. Cuña J1-J5





Swedge Analysis Information

Document Name:

- EX2_358-63_J1J5

Project Summary:

COLEGIO OF. ING. TÉC. MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

- Job Title: SWEDGE - Surface Wedge Stability Analysis
- Date Created: 31/07/2024, 16:17:22

Analysis Results:

- Analysis type: Deterministic
- Wedge is scaled, scale factor: 0.0844
- Safety Factor: 1.7526
- Wedge height (on slope) [m]: 1.52
- Bench width (on upper face) [m]: 1.03
- Wedge volume [m^3]: 0.750
- Wedge weight [tonnes]: 2.026
- Wedge area (joint1) [m^2]: 3.02
- Wedge area (joint2) [m^2]: 1.14
- Wedge area (slope) [m^2]: 2.47
- Wedge area (upper face) [m^2]: 1.50

Effective Normal and Strength Properties:

	Joint 1	Joint 2
Effective Normal force [tonnes]	1.70	0.00
Effective Normal stress [t/m^2]	0.56	0.00
Shear Strength [t/m^2]	0.62	0.00
Strength due to Waviness [t/m^2]	0.00	0.00

- Driving force [tonnes]: 1.08
- Resisting force [tonnes]: 1.88

Water Pressures/Forces:

	Average pressure [t/m^2]	Water force [tonnes]
Joint 1	N/A	0.02
Joint 2	N/A	0.01
Fissures	0.01	N/A

Failure Mode:

- Sliding on joint1

COLEGIO OF. ING. TÉC., MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

Joint Sets 1&2 line of Intersection:

Plunge [deg]	Trend [deg]	Length [m]
30.97	43.20	2.99

Trace Lengths:

	Slope Face [m]	Upper Face [m]
Joint 1	4.00	2.08
Joint 2	1.85	1.51

Persistence:

- Joint 1 [m]: 4.00
- Joint 2 [m]: 2.99

Intersection Angles:

	Slope Face	Upper Face
Joint 1 & Joint 2	42.07	107.21
Joint 1 & Crest	25.19	29.77
Joint 2 & Crest	112.74	43.02

Dip and Dip Direction:

	Dip [deg]	Dip Direction [deg]
Joint Set 1	32.00	27.00
Joint Set 2	87.00	315.00
Slope	63.00	358.00
Upper Face	1.00	0.00

Joint Set 1 Data:

- Cohesion [t/m^2]: 0.30
- Friction Angle [deg]: 30.00

Joint Set 2 Data:

COLEGIO OF. ING. TÉC., MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

- Cohesion [t/m^2]: 0.30
- Friction Angle [deg]: 30.00

Slope Data:

- Slope height [m]: 18.00
- Rock unit weight [t/m^3]: 2.70
- Water pressures in the slope: YES
- Overhanging slope face: NO
- Externally applied force: NO
- Tension crack: NO

Water Pressure Data:

- Water unit weight [t/m^3]: 1.000
- Pressure definition method: Percent Filled Fissures
- Percent Filled: 30.000 %

Wedge Vertices:

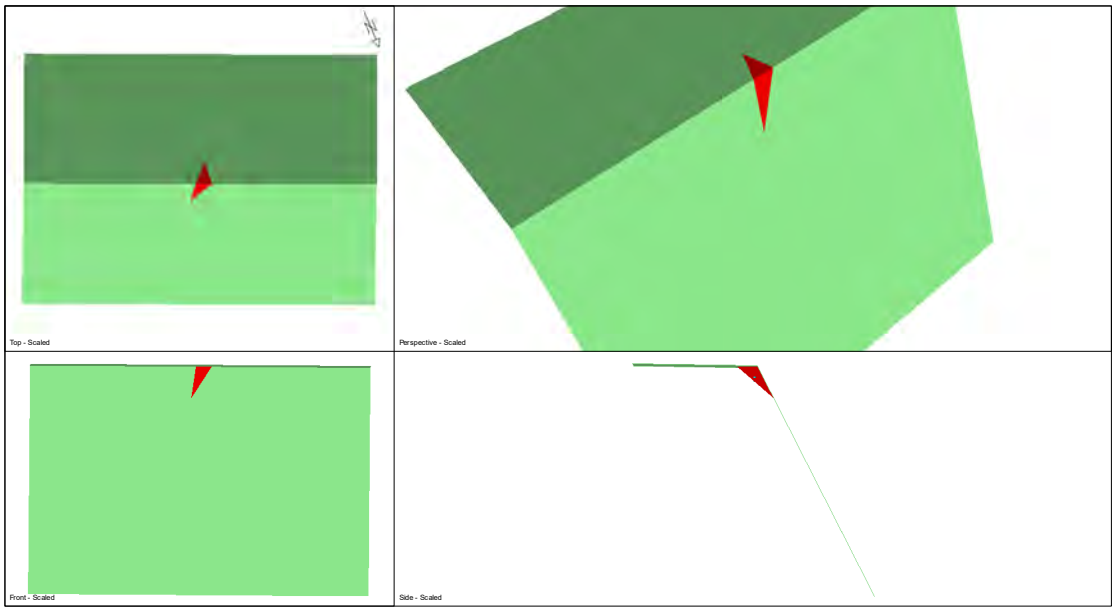
- Coordinates in Easting,Northing,Up Format
- 1=Joint1, 2=Joint2, 3=Upper Face, 4=Slope

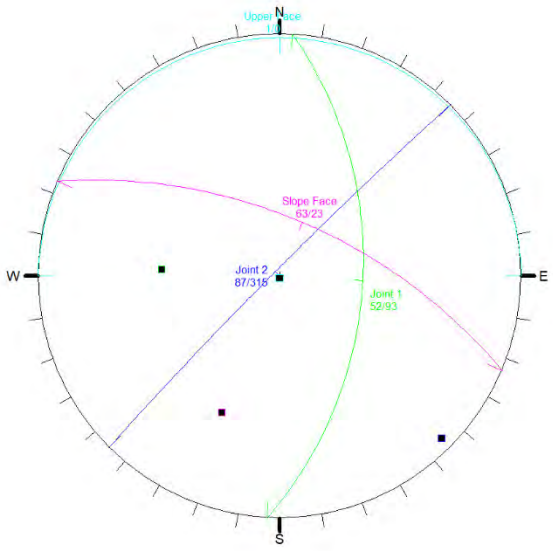
Point	x	y	z
124	0.000	0.000	0.000
134	-3.589	-0.900	1.519
234	-0.685	-0.798	1.517
123	-1.752	-1.866	1.536

COLEGIO OF. ING. TÉC., MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

2.2.7. Talud 63/023

a. Cuña J4-J5





Swedge Analysis Information

Document Name:

- EX2_023-63_J4J5

Project Summary:

COLEGIO OF. ING. TÉC., MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

- Job Title: SWEDGE - Surface Wedge Stability Analysis
- Date Created: 31/07/2024, 16:17:22

Analysis Results:

- Analysis type: Deterministic
- Wedge is scaled, scale factor: 0.1387
- Safety Factor: 2.4958
- Wedge height (on slope) [m]: 2.50
- Bench width (on upper face) [m]: 1.65
- Wedge volume [m^3]: 0.846
- Wedge weight [tonnes]: 2.284
- Wedge area (joint1) [m^2]: 2.75
- Wedge area (joint2) [m^2]: 2.21
- Wedge area (slope) [m^2]: 1.74
- Wedge area (upper face) [m^2]: 1.02

Effective Normal and Strength Properties:

	Joint 1	Joint 2
Effective Normal force [tonnes]	2.09	1.27
Effective Normal stress [t/m^2]	0.76	0.57
Shear Strength [t/m^2]	0.74	0.63
Strength due to Waviness [t/m^2]	0.04	0.03

- Driving force [tonnes]: 1.44
- Resisting force [tonnes]: 3.60

Water Pressures/Forces:

	Average pressure [t/m^2]	Water force [tonnes]
Joint 1	N/A	0.03
Joint 2	N/A	0.03
Fissures	0.01	N/A

Failure Mode:

COLEGIO OF. ING. TÉC., MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

- Sliding on intersection line (joints 1&2)

Joint Sets 1&2 line of Intersection:

Plunge [deg]	Trend [deg]	Length [m]
39.18	42.55	4.00

Trace Lengths:

	Slope Face [m]	Upper Face [m]
Joint 1	3.23	1.75
Joint 2	2.84	1.77

Persistence:

- Joint 1 [m]: 4.00
- Joint 2 [m]: 4.00

Intersection Angles:

	Slope Face	Upper Face
Joint 1 & Joint 2	22.34	41.18
Joint 1 & Crest	60.52	70.58
Joint 2 & Crest	97.14	68.25

Dip and Dip Direction:

	Dip [deg]	Dip Direction [deg]
Joint Set 1	52.00	93.00
Joint Set 2	87.00	315.00
Slope	63.00	23.00
Upper Face	1.00	0.00

Joint Set 1 Data:

- Cohesion [t/m^2]: 0.30
- Friction Angle [deg]: 30.00

COLEGIO OF. ING. TÉC., MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

Joint Set 2 Data:

- Cohesion [t/m^2]: 0.30
- Friction Angle [deg]: 30.00

Slope Data:

- Slope height [m]: 18.00
- Rock unit weight [t/m^3]: 2.70
- Water pressures in the slope: YES
- Overhanging slope face: NO
- Externally applied force: NO
- Tension crack: NO

Water Pressure Data:

- Water unit weight [t/m^3]: 1.000
- Pressure definition method: Percent Filled Fissures
- Percent Filled: 30.000 %

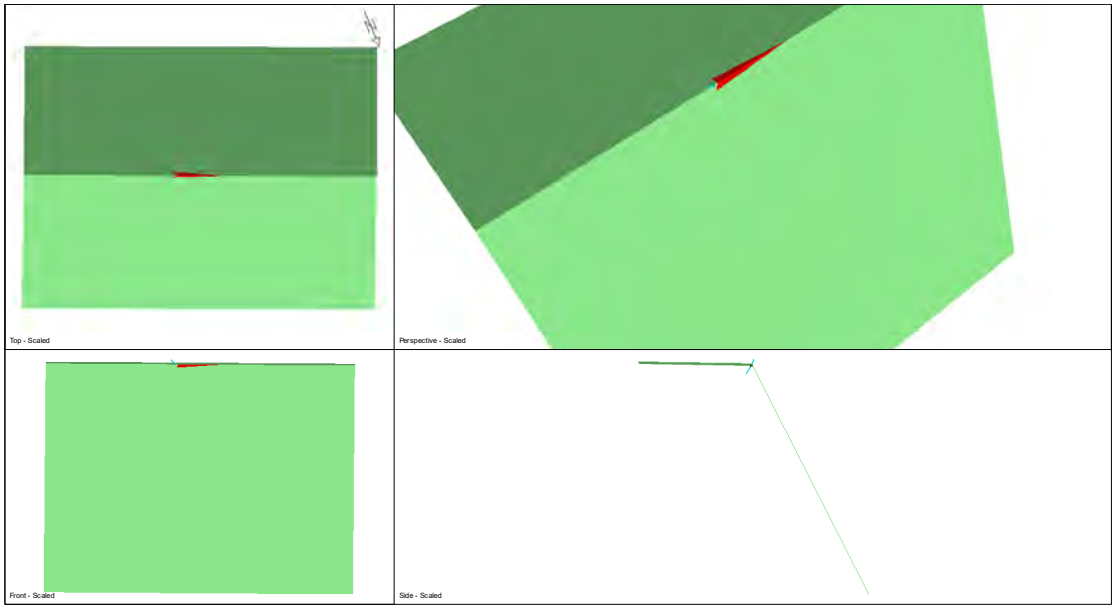
Wedge Vertices:

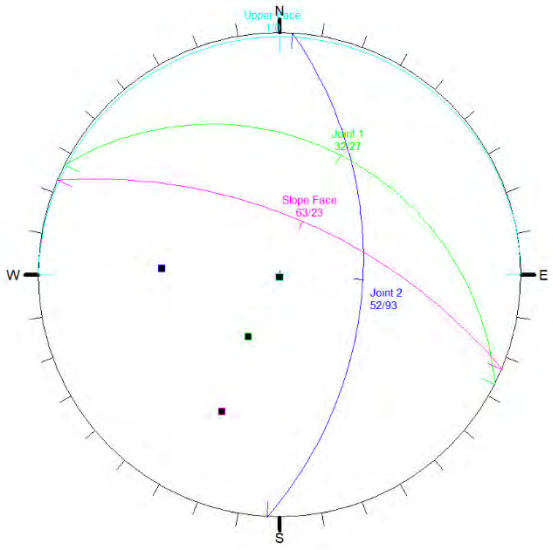
- Coordinates in Easting,Northing,Up Format
- 1=Joint1, 2=Joint2, 3=Upper Face, 4=Slope

Point	x	y	z
124	0.000	0.000	0.000
134	-1.982	-0.541	2.497
234	-0.843	-1.029	2.505
123	-2.097	-2.284	2.527

COLEGIO OF. ING. TÉC., MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

b. Cuña J1-J4





Swedge Analysis Information

Document Name:

- EX2_023-63_J1J4

Project Summary:

COLEGIO OF. ING. TÉC. MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

- Job Title: SWEDGE - Surface Wedge Stability Analysis
- Date Created: 31/07/2024, 16:17:22

Analysis Results:

- Analysis type: Deterministic
- Wedge is scaled, scale factor: 0.0142
- Safety Factor: 5.0312
- Wedge height (on slope) [m]: 0.25
- Bench width (on upper face) [m]: 0.31
- Wedge volume [m^3]: 0.055
- Wedge weight [tonnes]: 0.149
- Wedge area (joint1) [m^2]: 1.06
- Wedge area (joint2) [m^2]: 0.06
- Wedge area (slope) [m^2]: 0.60
- Wedge area (upper face) [m^2]: 0.59

Effective Normal and Strength Properties:

	Joint 1	Joint 2
Effective Normal force [tonnes]	0.13	0.00
Effective Normal stress [t/m^2]	0.12	0.00
Shear Strength [t/m^2]	0.37	0.00
Strength due to Waviness [t/m^2]	0.01	0.00

- Driving force [tonnes]: 0.08
- Resisting force [tonnes]: 0.40

Water Pressures/Forces:

	Average pressure [t/m^2]	Water force [tonnes]
Joint 1	N/A	0.00
Joint 2	N/A	0.00
Fissures	0.00	N/A

Failure Mode:

- Sliding on joint1

COLEGIO OF. ING. TÉC., MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

Joint Sets 1&2 line of Intersection:

Plunge [deg]	Trend [deg]	Length [m]
31.90	32.10	0.54

Trace Lengths:

	Slope Face [m]	Upper Face [m]
Joint 1	4.00	3.93
Joint 2	0.36	0.33

Persistence:

- Joint 1 [m]: 4.00
- Joint 2 [m]: 0.54

Intersection Angles:

	Slope Face	Upper Face
Joint 1 & Joint 2	55.98	66.03
Joint 1 & Crest	4.54	4.54
Joint 2 & Crest	119.48	109.42

Dip and Dip Direction:

	Dip [deg]	Dip Direction [deg]
Joint Set 1	32.00	27.00
Joint Set 2	52.00	93.00
Slope	63.00	23.00
Upper Face	1.00	0.00

Joint Set 1 Data:

- Cohesion [t/m^2]: 0.30
- Friction Angle [deg]: 30.00

Joint Set 2 Data:

COLEGIO OF. ING. TÉC., MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

- Cohesion [t/m^2]: 0.30
- Friction Angle [deg]: 30.00

Slope Data:

- Slope height [m]: 18.00
- Rock unit weight [t/m^3]: 2.70
- Water pressures in the slope: YES
- Overhanging slope face: NO
- Externally applied force: NO
- Tension crack: NO

Water Pressure Data:

- Water unit weight [t/m^3]: 1.000
- Pressure definition method: Percent Filled Fissures
- Percent Filled: 30.000 %

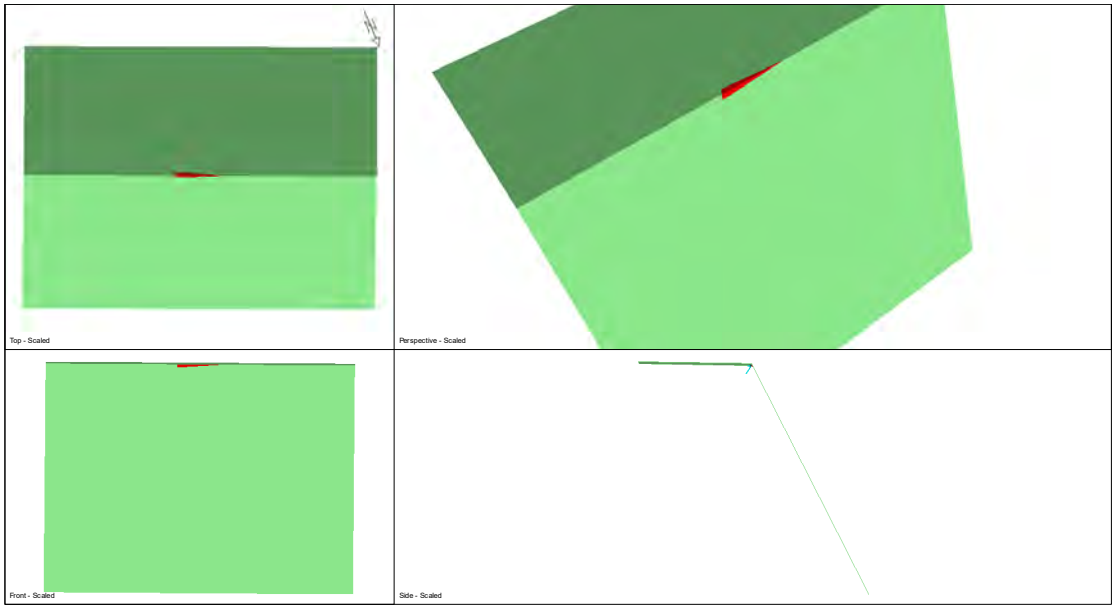
Wedge Vertices:

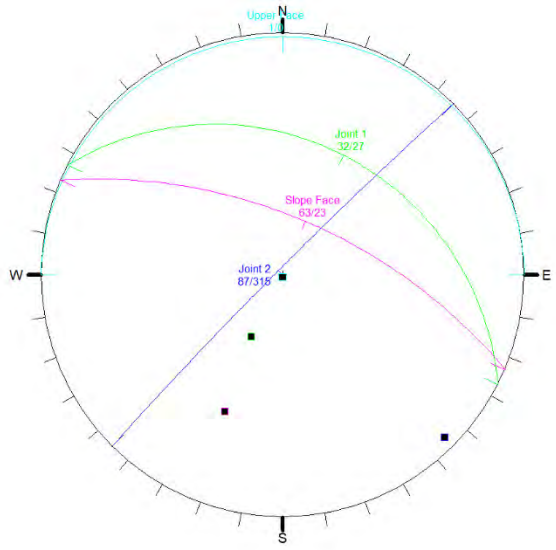
- Coordinates in Easting,Northing,Up Format
- 1=Joint1, 2=Joint2, 3=Upper Face, 4=Slope

Point	x	y	z
124	0.000	0.000	0.000
134	-3.723	1.439	0.255
234	-0.223	-0.061	0.281
123	-0.245	-0.390	0.287

COLEGIO OF. ING. TÉC., MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

c. Cuña J1-J5





Swedge Analysis Information

Document Name:

- EX2_023-63_J1J5

Project Summary:

COLEGIO OF. ING. TÉC. MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

- Job Title: SWEDGE - Surface Wedge Stability Analysis
- Date Created: 31/07/2024, 16:17:22

Analysis Results:

- Analysis type: Deterministic
- Wedge is scaled, scale factor: 0.0142
- Safety Factor: 4.8050
- Wedge height (on slope) [m]: 0.25
- Bench width (on upper face) [m]: 0.30
- Wedge volume [m^3]: 0.056
- Wedge weight [tonnes]: 0.151
- Wedge area (joint1) [m^2]: 1.04
- Wedge area (joint2) [m^2]: 0.05
- Wedge area (slope) [m^2]: 0.63
- Wedge area (upper face) [m^2]: 0.60

Effective Normal and Strength Properties:

	Joint 1	Joint 2
Effective Normal force [tonnes]	0.13	0.00
Effective Normal stress [t/m^2]	0.12	0.00
Shear Strength [t/m^2]	0.37	0.00
Strength due to Waviness [t/m^2]	0.00	0.00

- Driving force [tonnes]: 0.08
- Resisting force [tonnes]: 0.39

Water Pressures/Forces:

	Average pressure [t/m^2]	Water force [tonnes]
Joint 1	N/A	0.00
Joint 2	N/A	0.00
Fissures	0.00	N/A

Failure Mode:

- Sliding on joint1

COLEGIO OF. ING. TÉC., MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

Joint Sets 1&2 line of Intersection:

Plunge [deg]	Trend [deg]	Length [m]
30.97	43.20	0.56

Trace Lengths:

	Slope Face [m]	Upper Face [m]
Joint 1	4.00	3.84
Joint 2	0.32	0.33

Persistence:

- Joint 1 [m]: 4.00
- Joint 2 [m]: 0.56

Intersection Angles:

	Slope Face	Upper Face
Joint 1 & Joint 2	78.32	107.21
Joint 1 & Crest	4.54	4.54
Joint 2 & Crest	97.14	68.25

Dip and Dip Direction:

	Dip [deg]	Dip Direction [deg]
Joint Set 1	32.00	27.00
Joint Set 2	87.00	315.00
Slope	63.00	23.00
Upper Face	1.00	0.00

Joint Set 1 Data:

- Cohesion [t/m^2]: 0.30
- Friction Angle [deg]: 30.00

Joint Set 2 Data:

COLEGIO OF. ING. TÉC., MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

- Cohesion [t/m^2]: 0.30
- Friction Angle [deg]: 30.00

Slope Data:

- Slope height [m]: 18.00
- Rock unit weight [t/m^3]: 2.70
- Water pressures in the slope: YES
- Overhanging slope face: NO
- Externally applied force: NO
- Tension crack: NO

Water Pressure Data:

- Water unit weight [t/m^3]: 1.000
- Pressure definition method: Percent Filled Fissures
- Percent Filled: 30.000 %

Wedge Vertices:

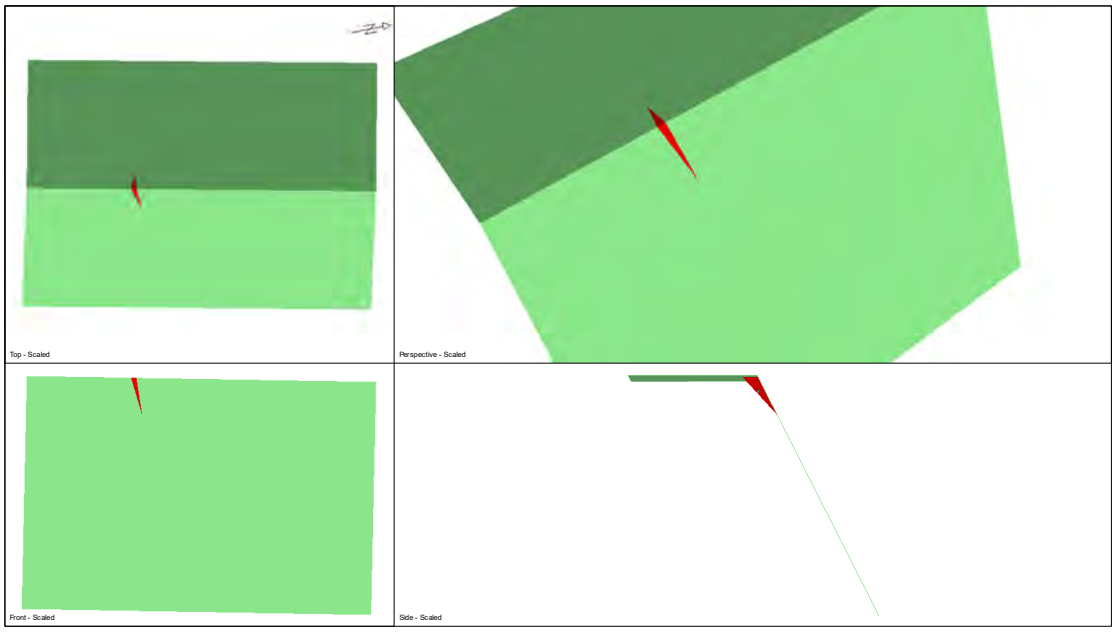
- Coordinates in Easting,Northing,Up Format
- 1=Joint1, 2=Joint2, 3=Upper Face, 4=Slope

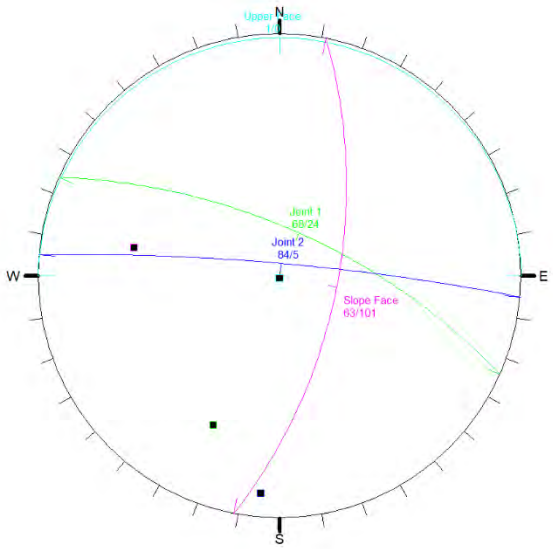
Point	x	y	z
124	0.000	0.000	0.000
134	-3.723	1.439	0.255
234	-0.095	-0.116	0.282
123	-0.326	-0.348	0.286

COLEGIO OF. ING. TÉC., MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

2.2.8. Talud 63/101

a. Cuña J2-J3





Swedge Analysis Information

Document Name:

- EX2_101-63_J2J3

COLEGIO OF. ING. TÉC., MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

Project Summary:

- Job Title: SWEDGE - Surface Wedge Stability Analysis
- Date Created: 31/07/2024, 16:17:22

Analysis Results:

- Analysis type: Deterministic
- Wedge is scaled, scale factor: 0.1623
- Safety Factor: 4.7588
- Wedge height (on slope) [m]: 2.92
- Bench width (on upper face) [m]: 1.19
- Wedge volume [m^3]: 0.233
- Wedge weight [tonnes]: 0.630
- Wedge area (joint1) [m^2]: 1.93
- Wedge area (joint2) [m^2]: 1.76
- Wedge area (slope) [m^2]: 0.66
- Wedge area (upper face) [m^2]: 0.24

Effective Normal and Strength Properties:

	Joint 1	Joint 2
Effective Normal force [tonnes]	1.01	0.85
Effective Normal stress [t/m^2]	0.52	0.49
Shear Strength [t/m^2]	0.60	0.58
Strength due to Waviness [t/m^2]	0.00	0.00

- Driving force [tonnes]: 0.46
- Resisting force [tonnes]: 2.18

Water Pressures/Forces:

	Average pressure [t/m^2]	Water force [tonnes]
Joint 1	N/A	0.03
Joint 2	N/A	0.02
Fissures	0.01	N/A

Failure Mode:

COLEGIO OF. ING. TÉC., MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

- Sliding on intersection line (joints 1&2)

Joint Sets 1&2 line of Intersection:

Plunge [deg]	Trend [deg]	Length [m]
46.72	88.59	4.00

Trace Lengths:

	Slope Face [m]	Upper Face [m]
Joint 1	3.39	1.22
Joint 2	3.30	1.20

Persistence:

- Joint 1 [m]: 4.00
- Joint 2 [m]: 4.00

Intersection Angles:

	Slope Face	Upper Face
Joint 1 & Joint 2	6.75	19.16
Joint 1 & Crest	74.08	77.33
Joint 2 & Crest	99.18	83.51

Dip and Dip Direction:

	Dip [deg]	Dip Direction [deg]
Joint Set 1	68.00	24.00
Joint Set 2	84.00	5.00
Slope	63.00	101.00
Upper Face	1.00	0.00

Joint Set 1 Data:

- Cohesion [t/m^2]: 0.30
- Friction Angle [deg]: 30.00

COLEGIO OF. ING. TÉC., MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

Joint Set 2 Data:

- Cohesion [t/m^2]: 0.30
- Friction Angle [deg]: 30.00

Slope Data:

- Slope height [m]: 18.00
- Rock unit weight [t/m^3]: 2.70
- Water pressures in the slope: YES
- Overhanging slope face: NO
- Externally applied force: NO
- Tension crack: NO

Water Pressure Data:

- Water unit weight [t/m^3]: 1.000
- Pressure definition method: Percent Filled Fissures
- Percent Filled: 30.000 %

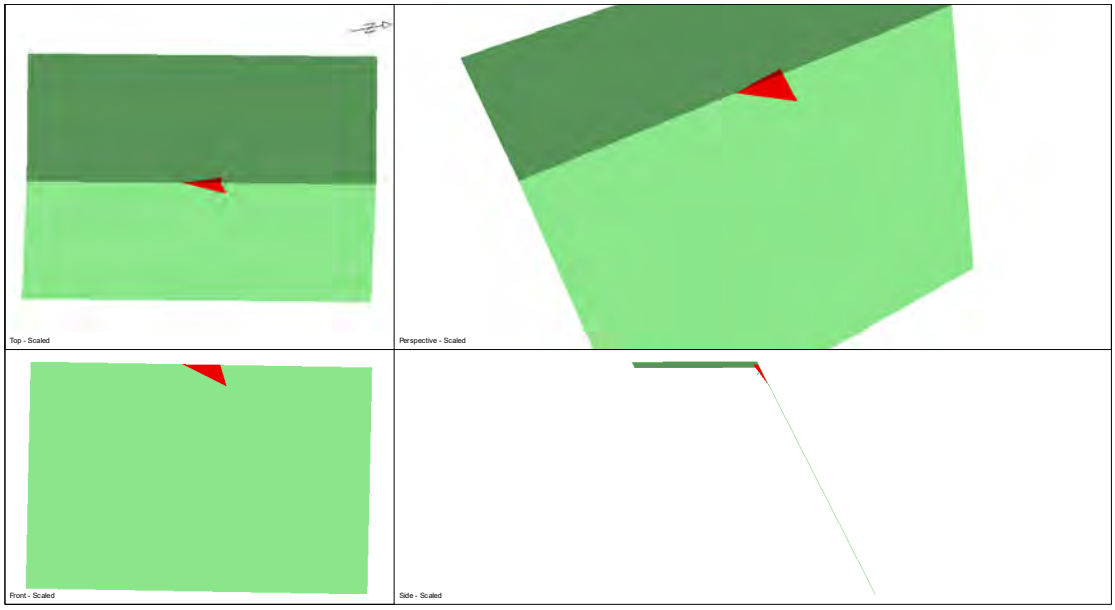
Wedge Vertices:

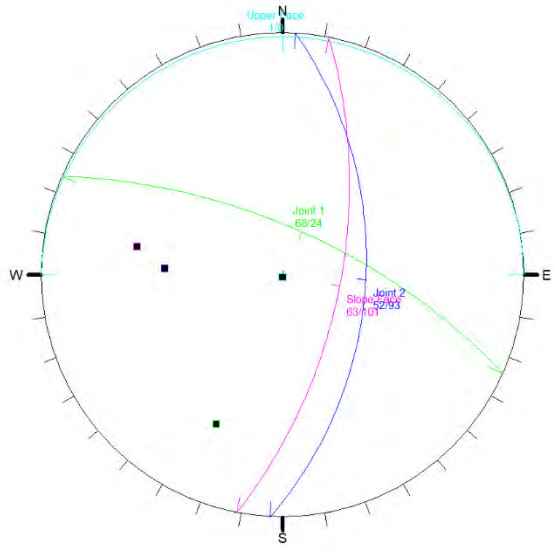
- Coordinates in Easting,Northing,Up Format
- 1=Joint1, 2=Joint2, 3=Upper Face, 4=Slope

Point	x	y	z
124	0.000	0.000	0.000
134	-1.626	-0.568	2.921
234	-1.546	-0.172	2.914
123	-2.741	-0.067	2.912

COLEGIO OF. ING. TÉC., MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

b. Cuña J2-J4





Swedge Analysis Information

Document Name:

- EX2_101-63_J2J4

Project Summary:

COLEGIO OF. ING. TÉC., MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

- Job Title: SWEDGE - Surface Wedge Stability Analysis
- Date Created: 31/07/2024, 16:17:22

Analysis Results:

- Analysis type: Deterministic
- Wedge is scaled, scale factor: 0.0945
- Safety Factor: 1.7726
- Wedge height (on slope) [m]: 1.70
- Bench width (on upper face) [m]: 0.42
- Wedge volume [m^3]: 0.350
- Wedge weight [tonnes]: 0.946
- Wedge area (joint1) [m^2]: 0.39
- Wedge area (joint2) [m^2]: 3.33
- Wedge area (slope) [m^2]: 2.83
- Wedge area (upper face) [m^2]: 0.62

Effective Normal and Strength Properties:

	Joint 1	Joint 2
Effective Normal force [tonnes]	0.00	0.56
Effective Normal stress [t/m^2]	0.00	0.17
Shear Strength [t/m^2]	0.00	0.40
Strength due to Waviness [t/m^2]	0.00	0.00

- Driving force [tonnes]: 0.75
- Resisting force [tonnes]: 1.32

Water Pressures/Forces:

	Average pressure [t/m^2]	Water force [tonnes]
Joint 1	N/A	0.00
Joint 2	N/A	0.03
Fissures	0.01	N/A

Failure Mode:

- Sliding on joint2

COLEGIO OF. ING. TÉC., MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

Joint Sets 1&2 line of Intersection:

Plunge [deg]	Trend [deg]	Length [m]
51.60	83.35	2.17

Trace Lengths:

	Slope Face [m]	Upper Face [m]
Joint 1	1.97	0.43
Joint 2	4.00	3.10

Persistence:

- Joint 1 [m]: 2.17
- Joint 2 [m]: 4.00

Intersection Angles:

	Slope Face	Upper Face
Joint 1 & Joint 2	45.73	69.61
Joint 1 & Crest	105.92	102.67
Joint 2 & Crest	28.34	7.72

Dip and Dip Direction:

	Dip [deg]	Dip Direction [deg]
Joint Set 1	68.00	24.00
Joint Set 2	52.00	93.00
Slope	63.00	101.00
Upper Face	1.00	0.00

Joint Set 1 Data:

- Cohesion [t/m^2]: 0.30
- Friction Angle [deg]: 30.00

Joint Set 2 Data:

COLEGIO OF. ING. TÉC., MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

- Cohesion [t/m^2]: 0.30
- Friction Angle [deg]: 30.00

Slope Data:

- Slope height [m]: 18.00
- Rock unit weight [t/m^3]: 2.70
- Water pressures in the slope: YES
- Overhanging slope face: NO
- Externally applied force: NO
- Tension crack: NO

Water Pressure Data:

- Water unit weight [t/m^3]: 1.000
- Pressure definition method: Percent Filled Fissures
- Percent Filled: 30.000 %

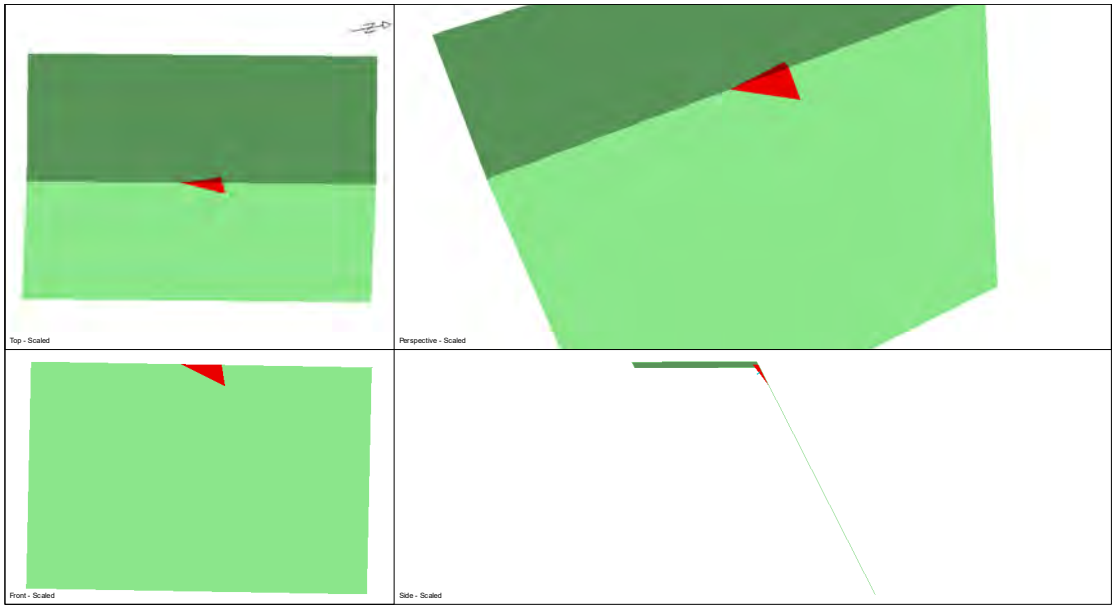
Wedge Vertices:

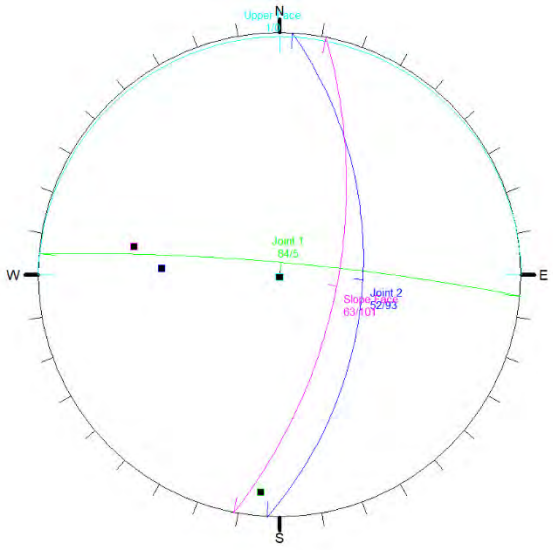
- Coordinates in Easting,Northing,Up Format
- 1=Joint1, 2=Joint2, 3=Upper Face, 4=Slope

Point	x	y	z
124	0.000	0.000	0.000
134	-0.947	-0.331	1.701
234	-1.541	-3.249	1.752
123	-1.337	-0.156	1.698

COLEGIO OF. ING. TÉC., MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

c. Cuña J3-J4





Swedge Analysis Information

Document Name:

- EX2_101-63_J3J4

Project Summary:

COLEGIO OF. ING. TÉC., MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

- Job Title: SWEDGE - Surface Wedge Stability Analysis
- Date Created: 31/07/2024, 16:17:22

Analysis Results:

- Analysis type: Deterministic
- Wedge is scaled, scale factor: 0.0943
- Safety Factor: 1.6753
- Wedge height (on slope) [m]: 1.70
- Bench width (on upper face) [m]: 0.43
- Wedge volume [m^3]: 0.389
- Wedge weight [tonnes]: 1.051
- Wedge area (joint1) [m^2]: 0.37
- Wedge area (joint2) [m^2]: 3.43
- Wedge area (slope) [m^2]: 3.05
- Wedge area (upper face) [m^2]: 0.69

Effective Normal and Strength Properties:

	Joint 1	Joint 2
Effective Normal force [tonnes]	0.00	0.62
Effective Normal stress [t/m^2]	0.00	0.18
Shear Strength [t/m^2]	0.00	0.40
Strength due to Waviness [t/m^2]	0.00	0.00

- Driving force [tonnes]: 0.83
- Resisting force [tonnes]: 1.39

Water Pressures/Forces:

	Average pressure [t/m^2]	Water force [tonnes]
Joint 1	N/A	0.00
Joint 2	N/A	0.03
Fissures	0.01	N/A

Failure Mode:

- Sliding on joint2

COLEGIO OF. ING. TÉC., MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

Joint Sets 1&2 line of Intersection:

Plunge [deg]	Trend [deg]	Length [m]
51.86	87.31	2.16

Trace Lengths:

	Slope Face [m]	Upper Face [m]
Joint 1	1.92	0.43
Joint 2	4.00	3.19

Persistence:

- Joint 1 [m]: 2.16
- Joint 2 [m]: 4.00

Intersection Angles:

	Slope Face	Upper Face
Joint 1 & Joint 2	52.48	88.77
Joint 1 & Crest	99.18	83.51
Joint 2 & Crest	28.34	7.72

Dip and Dip Direction:

	Dip [deg]	Dip Direction [deg]
Joint Set 1	84.00	5.00
Joint Set 2	52.00	93.00
Slope	63.00	101.00
Upper Face	1.00	0.00

Joint Set 1 Data:

- Cohesion [t/m^2]: 0.30
- Friction Angle [deg]: 30.00

Joint Set 2 Data:

COLEGIO OF. ING. TÉC., MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

- Cohesion [t/m^2]: 0.30
- Friction Angle [deg]: 30.00

Slope Data:

- Slope height [m]: 18.00
- Rock unit weight [t/m^3]: 2.70
- Water pressures in the slope: YES
- Overhanging slope face: NO
- Externally applied force: NO
- Tension crack: NO

Water Pressure Data:

- Water unit weight [t/m^3]: 1.000
- Pressure definition method: Percent Filled Fissures
- Percent Filled: 30.000 %

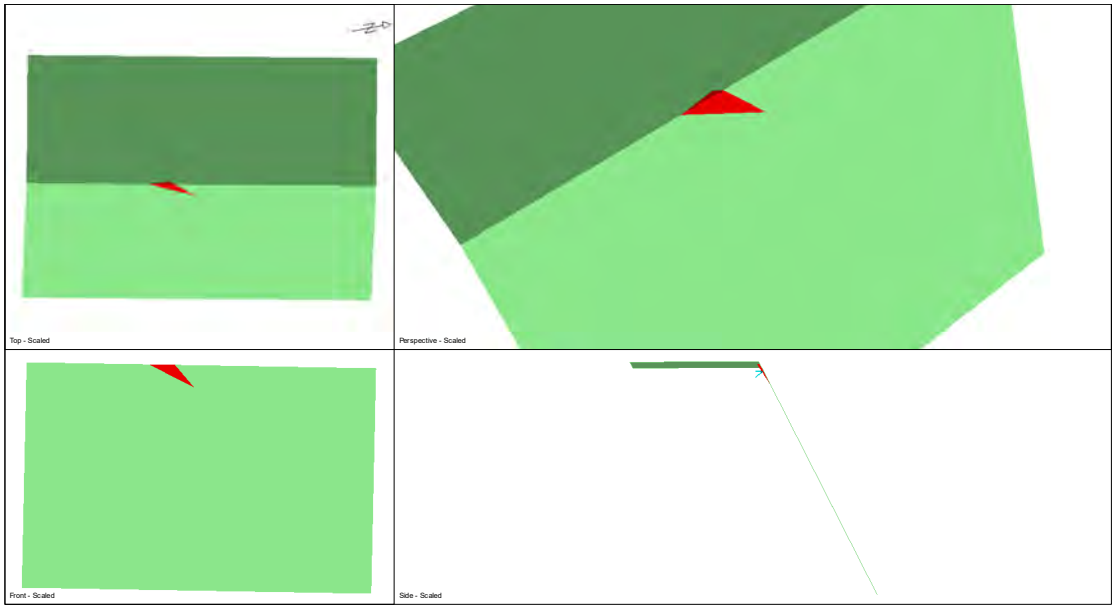
Wedge Vertices:

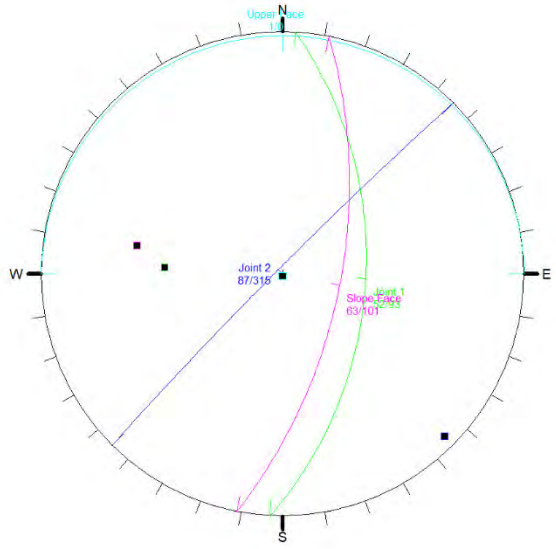
- Coordinates in Easting,Northing,Up Format
- 1=Joint1, 2=Joint2, 3=Upper Face, 4=Slope

Point	x	y	z
124	0.000	0.000	0.000
134	-0.900	-0.100	1.697
234	-1.541	-3.249	1.752
123	-1.330	-0.063	1.696

COLEGIO OF. ING. TÉC., MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

d. Cuña J4-J5





Swedge Analysis Information

Document Name:

- EX2_101-63_J4J5

Project Summary:

COLEGIO OF. ING. TÉC., MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

- Job Title: SWEDGE - Surface Wedge Stability Analysis
- Date Created: 31/07/2024, 16:17:22

Analysis Results:

- Analysis type: Deterministic
- Wedge is scaled, scale factor: 0.0973
- Safety Factor: 2.4163
- Wedge height (on slope) [m]: 1.75
- Bench width (on upper face) [m]: 0.23
- Wedge volume [m^3]: 0.130
- Wedge weight [tonnes]: 0.352
- Wedge area (joint1) [m^2]: 1.82
- Wedge area (joint2) [m^2]: 0.35
- Wedge area (slope) [m^2]: 1.92
- Wedge area (upper face) [m^2]: 0.23

Effective Normal and Strength Properties:

	Joint 1	Joint 2
Effective Normal force [tonnes]	0.20	0.00
Effective Normal stress [t/m^2]	0.11	0.00
Shear Strength [t/m^2]	0.36	0.00
Strength due to Waviness [t/m^2]	0.01	0.00

- Driving force [tonnes]: 0.28
- Resisting force [tonnes]: 0.67

Water Pressures/Forces:

	Average pressure [t/m^2]	Water force [tonnes]
Joint 1	N/A	0.01
Joint 2	N/A	0.00
Fissures	0.01	N/A

Failure Mode:

- Sliding on joint1

COLEGIO OF. ING. TÉC., MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

Joint Sets 1&2 line of Intersection:

Plunge [deg]	Trend [deg]	Length [m]
39.18	42.55	2.73

Trace Lengths:

	Slope Face [m]	Upper Face [m]
Joint 1	4.00	1.70
Joint 2	2.42	0.41

Persistence:

- Joint 1 [m]: 4.00
- Joint 2 [m]: 2.73

Intersection Angles:

	Slope Face	Upper Face
Joint 1 & Joint 2	23.45	138.82
Joint 1 & Crest	28.34	7.72
Joint 2 & Crest	128.21	33.46

Dip and Dip Direction:

	Dip [deg]	Dip Direction [deg]
Joint Set 1	52.00	93.00
Joint Set 2	87.00	315.00
Slope	63.00	101.00
Upper Face	1.00	0.00

Joint Set 1 Data:

- Cohesion [t/m^2]: 0.30
- Friction Angle [deg]: 30.00

Joint Set 2 Data:

COLEGIO OF. ING. TÉC., MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

- Cohesion [t/m^2]: 0.30
- Friction Angle [deg]: 30.00

Slope Data:

- Slope height [m]: 18.00
- Rock unit weight [t/m^3]: 2.70
- Water pressures in the slope: YES
- Overhanging slope face: NO
- Externally applied force: NO
- Tension crack: NO

Water Pressure Data:

- Water unit weight [t/m^3]: 1.000
- Pressure definition method: Percent Filled Fissures
- Percent Filled: 30.000 %

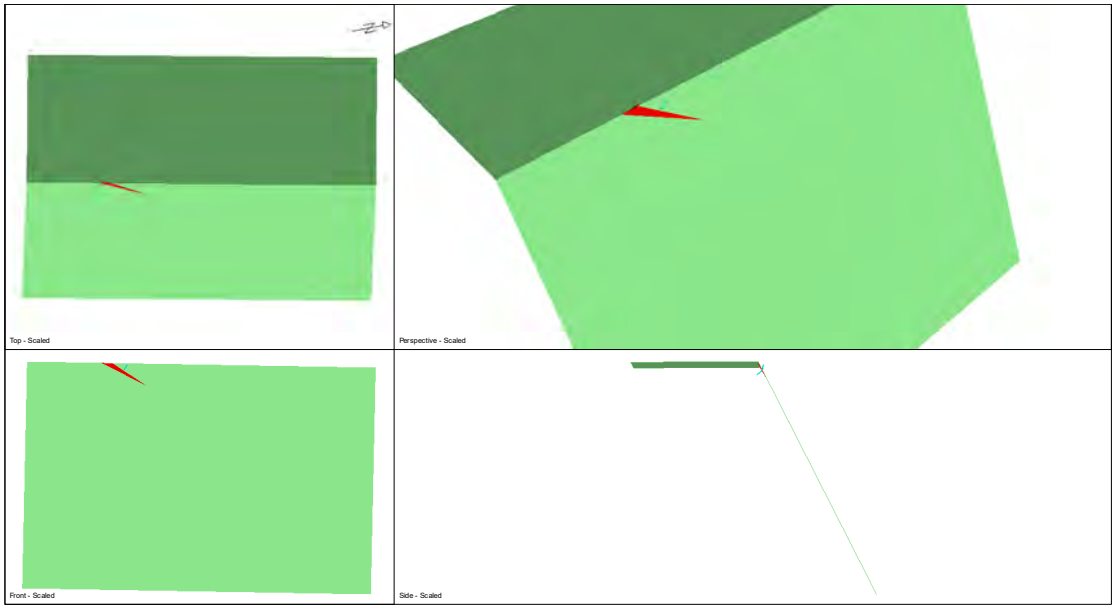
Wedge Vertices:

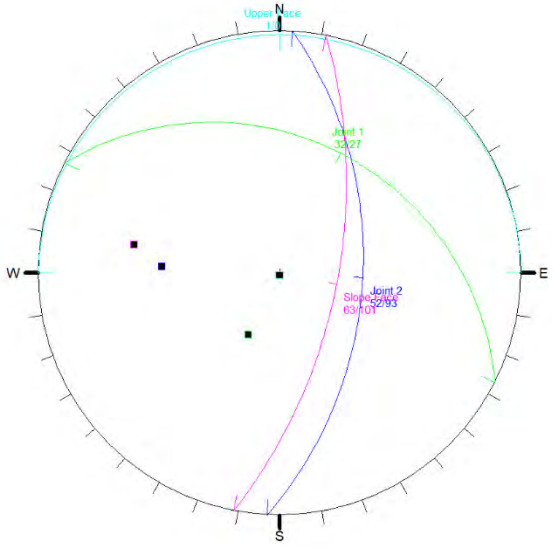
- Coordinates in Easting,Northing,Up Format
- 1=Joint1, 2=Joint2, 3=Upper Face, 4=Slope

Point	x	y	z
124	0.000	0.000	0.000
134	-1.541	-3.249	1.752
234	-1.137	-1.264	1.717
123	-1.429	-1.557	1.722

COLEGIO OF. ING. TÉC., MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

e. Cuña J1-J4





Swedge Analysis Information

Document Name:

- EX2_101-63_J1J4

Project Summary:

COLEGIO OF. ING. TÉC., MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

- Job Title: SWEDGE - Surface Wedge Stability Analysis
- Date Created: 31/07/2024, 16:17:22

Analysis Results:

- Analysis type: Deterministic
- Wedge is scaled, scale factor: 0.0965
- Safety Factor: 5.0814
- Wedge height (on slope) [m]: 1.74
- Bench width (on upper face) [m]: 0.12
- Wedge volume [m^3]: 0.028
- Wedge weight [tonnes]: 0.077
- Wedge area (joint1) [m^2]: 0.20
- Wedge area (joint2) [m^2]: 0.95
- Wedge area (slope) [m^2]: 0.80
- Wedge area (upper face) [m^2]: 0.05

Effective Normal and Strength Properties:

	Joint 1	Joint 2
Effective Normal force [tonnes]	0.00	0.04
Effective Normal stress [t/m^2]	0.00	0.04
Shear Strength [t/m^2]	0.00	0.32
Strength due to Waviness [t/m^2]	0.00	0.00

- Driving force [tonnes]: 0.06
- Resisting force [tonnes]: 0.31

Water Pressures/Forces:

	Average pressure [t/m^2]	Water force [tonnes]
Joint 1	N/A	0.00
Joint 2	N/A	0.01
Fissures	0.01	N/A

Failure Mode:

- Sliding on joint2

COLEGIO OF. ING. TÉC., MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

Joint Sets 1&2 line of Intersection:

Plunge [deg]	Trend [deg]	Length [m]
31.90	32.10	3.29

Trace Lengths:

	Slope Face [m]	Upper Face [m]
Joint 1	3.28	0.12
Joint 2	4.00	0.89

Persistence:

- Joint 1 [m]: 3.29
- Joint 2 [m]: 4.00

Intersection Angles:

	Slope Face	Upper Face
Joint 1 & Joint 2	7.02	66.03
Joint 1 & Crest	144.64	106.25
Joint 2 & Crest	28.34	7.72

Dip and Dip Direction:

	Dip [deg]	Dip Direction [deg]
Joint Set 1	32.00	27.00
Joint Set 2	52.00	93.00
Slope	63.00	101.00
Upper Face	1.00	0.00

Joint Set 1 Data:

- Cohesion [t/m^2]: 0.30
- Friction Angle [deg]: 30.00

Joint Set 2 Data:

COLEGIO OF. ING. TÉC., MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

- Cohesion [t/m^2]: 0.30
- Friction Angle [deg]: 30.00

Slope Data:

- Slope height [m]: 18.00
- Rock unit weight [t/m^3]: 2.70
- Water pressures in the slope: YES
- Overhanging slope face: NO
- Externally applied force: NO
- Tension crack: NO

Water Pressure Data:

- Water unit weight [t/m^3]: 1.000
- Pressure definition method: Percent Filled Fissures
- Percent Filled: 30.000 %

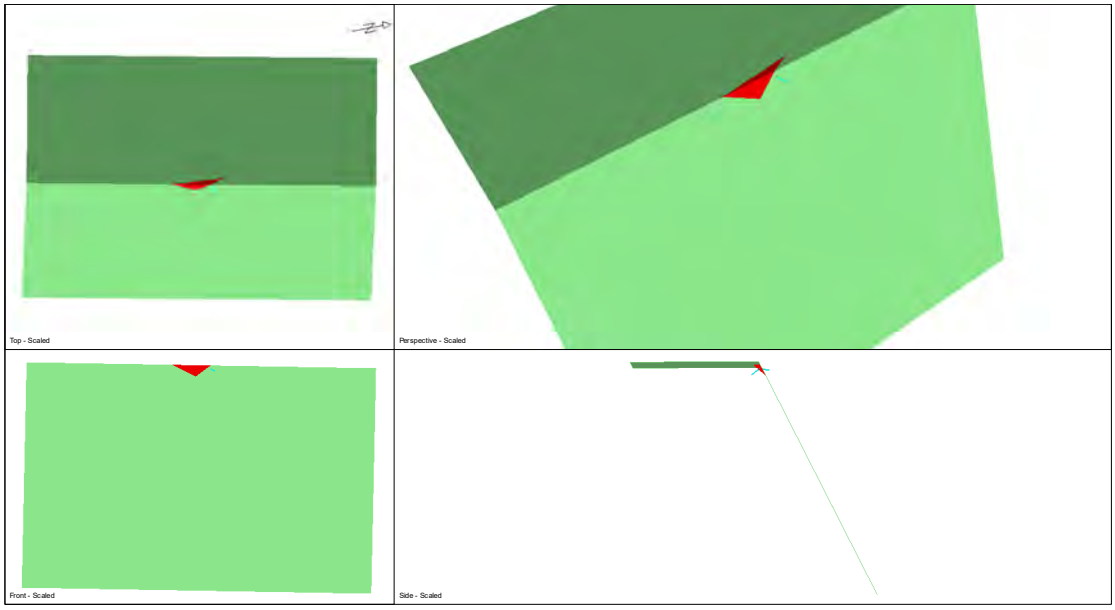
Wedge Vertices:

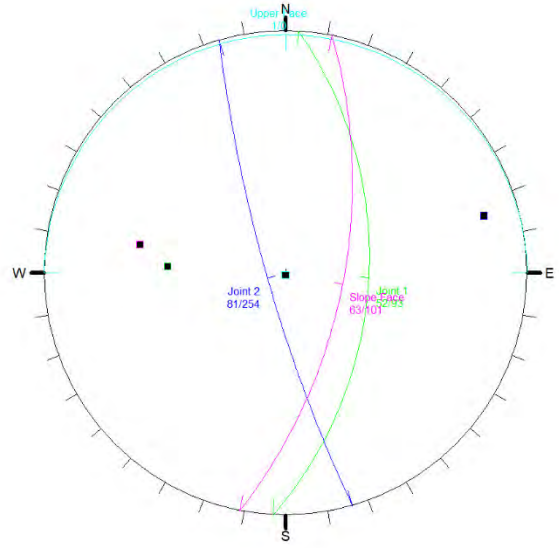
- Coordinates in Easting,Northing,Up Format
- 1=Joint1, 2=Joint2, 3=Upper Face, 4=Slope

Point	x	y	z
124	0.000	0.000	0.000
134	-1.373	-2.421	1.737
234	-1.541	-3.249	1.752
123	-1.482	-2.364	1.736

COLEGIO OF. ING. TÉC., MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

f. Cuña J4-J6





Swedge Analysis Information

Document Name:

- EX2_101-63_J4J6

Project Summary:

COLEGIO OF. ING. TÉC. MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

- Job Title: SWEDGE - Surface Wedge Stability Analysis
- Date Created: 31/07/2024, 16:17:22

Analysis Results:

- Analysis type: Deterministic
- Wedge is scaled, scale factor: 0.0500
- Safety Factor: 7.7231
- Wedge height (on slope) [m]: 0.90
- Bench width (on upper face) [m]: 0.54
- Wedge volume [m^3]: 0.229
- Wedge weight [tonnes]: 0.619
- Wedge area (joint1) [m^2]: 2.21
- Wedge area (joint2) [m^2]: 0.51
- Wedge area (slope) [m^2]: 1.43
- Wedge area (upper face) [m^2]: 0.79

Effective Normal and Strength Properties:

	Joint 1	Joint 2
Effective Normal force [tonnes]	0.74	0.57
Effective Normal stress [t/m^2]	0.34	1.13
Shear Strength [t/m^2]	0.49	0.95
Strength due to Waviness [t/m^2]	0.00	0.00

- Driving force [tonnes]: 0.20
- Resisting force [tonnes]: 1.58

Water Pressures/Forces:

	Average pressure [t/m^2]	Water force [tonnes]
Joint 1	N/A	0.01
Joint 2	N/A	0.00
Fissures	0.00	N/A

Failure Mode:

- Sliding on intersection line (joints 1&2)

COLEGIO OF. ING. TÉC., MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

Joint Sets 1&2 line of Intersection:

Plunge [deg]	Trend [deg]	Length [m]
19.25	167.17	2.52

Trace Lengths:

	Slope Face [m]	Upper Face [m]
Joint 1	2.06	4.00
Joint 2	1.49	1.16

Persistence:

- Joint 1 [m]: 4.00
- Joint 2 [m]: 2.52

Intersection Angles:

	Slope Face	Upper Face
Joint 1 & Joint 2	110.79	19.93
Joint 1 & Crest	28.34	7.72
Joint 2 & Crest	40.86	152.35

Dip and Dip Direction:

	Dip [deg]	Dip Direction [deg]
Joint Set 1	52.00	93.00
Joint Set 2	81.00	254.00
Slope	63.00	101.00
Upper Face	1.00	0.00

Joint Set 1 Data:

- Cohesion [t/m^2]: 0.30
- Friction Angle [deg]: 30.00

Joint Set 2 Data:

COLEGIO OF. ING. TÉC., MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

- Cohesion [t/m^2]: 0.30
- Friction Angle [deg]: 30.00

Slope Data:

- Slope height [m]: 18.00
- Rock unit weight [t/m^3]: 2.70
- Water pressures in the slope: YES
- Overhanging slope face: NO
- Externally applied force: NO
- Tension crack: NO

Water Pressure Data:

- Water unit weight [t/m^3]: 1.000
- Pressure definition method: Percent Filled Fissures
- Percent Filled: 30.000 %

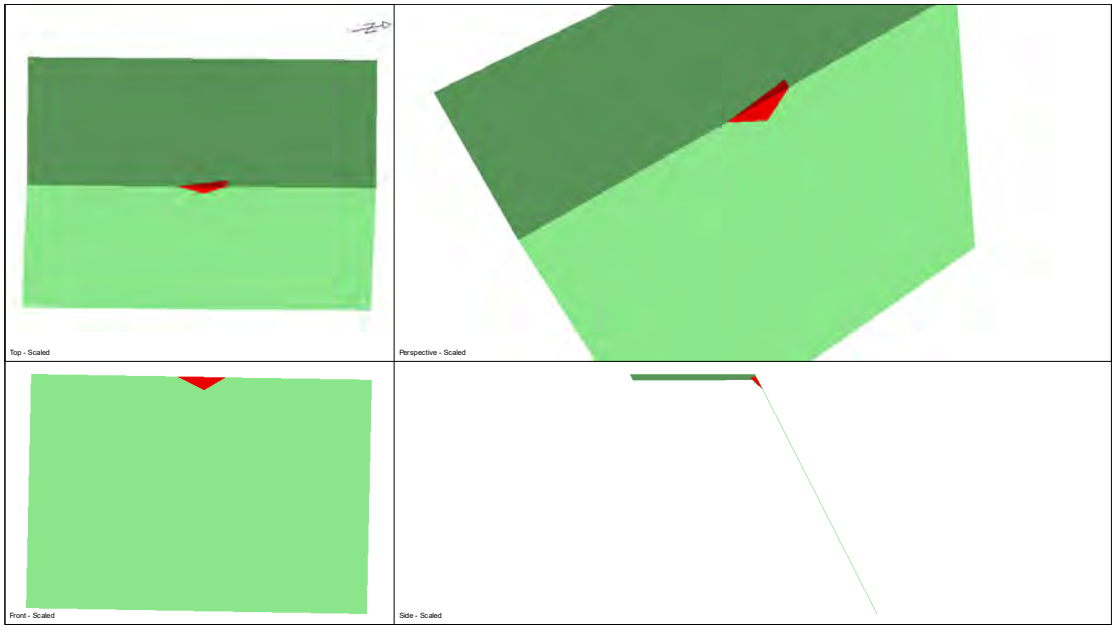
Wedge Vertices:

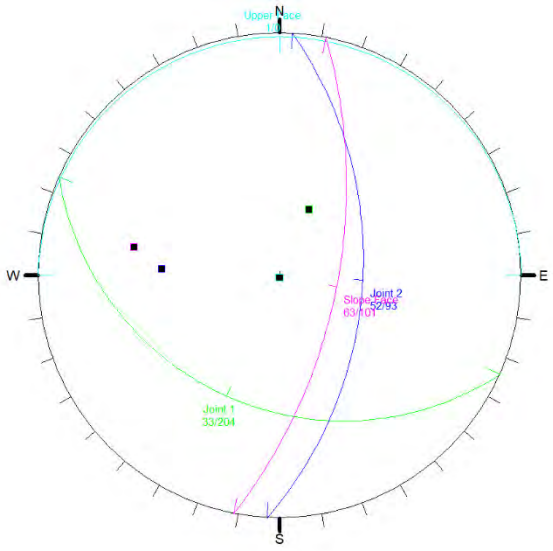
- Coordinates in Easting,Northing,Up Format
- 1=Joint1, 2=Joint2, 3=Upper Face, 4=Slope

Point	x	y	z
124	0.000	0.000	0.000
134	-0.792	-1.670	0.901
234	-0.206	1.209	0.850
123	-0.528	2.320	0.831

COLEGIO OF. ING. TÉC., MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

g. Cuña So-J4





Swedge Analysis Information

Document Name:

- EX2_101-63_S0J4

Project Summary:

COLEGIO OF. ING. TÉC. MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

- Job Title: SWEDGE - Surface Wedge Stability Analysis
- Date Created: 31/07/2024, 16:17:22

Analysis Results:

- Analysis type: Deterministic
- Wedge is scaled, scale factor: 0.0560
- Safety Factor: 3.6834
- Wedge height (on slope) [m]: 1.01
- Bench width (on upper face) [m]: 0.54
- Wedge volume [m^3]: 0.358
- Wedge weight [tonnes]: 0.968
- Wedge area (joint1) [m^2]: 0.51
- Wedge area (joint2) [m^2]: 2.64
- Wedge area (slope) [m^2]: 2.24
- Wedge area (upper face) [m^2]: 1.03

Effective Normal and Strength Properties:

	Joint 1	Joint 2
Effective Normal force [tonnes]	0.68	0.34
Effective Normal stress [t/m^2]	1.34	0.13
Shear Strength [t/m^2]	1.07	0.37
Strength due to Waviness [t/m^2]	0.00	0.00

- Driving force [tonnes]: 0.42
- Resisting force [tonnes]: 1.53

Water Pressures/Forces:

	Average pressure [t/m^2]	Water force [tonnes]
Joint 1	N/A	0.00
Joint 2	N/A	0.01
Fissures	0.00	N/A

Failure Mode:

- Sliding on intersection line (joints 1&2)

COLEGIO OF. ING. TÉC., MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

Joint Sets 1&2 line of Intersection:

Plunge [deg]	Trend [deg]	Length [m]
25.46	161.16	2.34

Trace Lengths:

	Slope Face [m]	Upper Face [m]
Joint 1	2.05	0.55
Joint 2	2.45	4.00

Persistence:

- Joint 1 [m]: 2.34
- Joint 2 [m]: 4.00

Intersection Angles:

	Slope Face	Upper Face
Joint 1 & Joint 2	117.09	70.39
Joint 1 & Crest	34.56	101.89
Joint 2 & Crest	28.34	7.72

Dip and Dip Direction:

	Dip [deg]	Dip Direction [deg]
Joint Set 1	33.00	204.00
Joint Set 2	52.00	93.00
Slope	63.00	101.00
Upper Face	1.00	0.00

Joint Set 1 Data:

- Cohesion [t/m^2]: 0.30
- Friction Angle [deg]: 30.00

Joint Set 2 Data:

COLEGIO OF. ING. TÉC., MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

- Cohesion [t/m^2]: 0.30
- Friction Angle [deg]: 30.00

Slope Data:

- Slope height [m]: 18.00
- Rock unit weight [t/m^3]: 2.70
- Water pressures in the slope: YES
- Overhanging slope face: NO
- Externally applied force: NO
- Tension crack: NO

Water Pressure Data:

- Water unit weight [t/m^3]: 1.000
- Pressure definition method: Percent Filled Fissures
- Percent Filled: 30.000 %

Wedge Vertices:

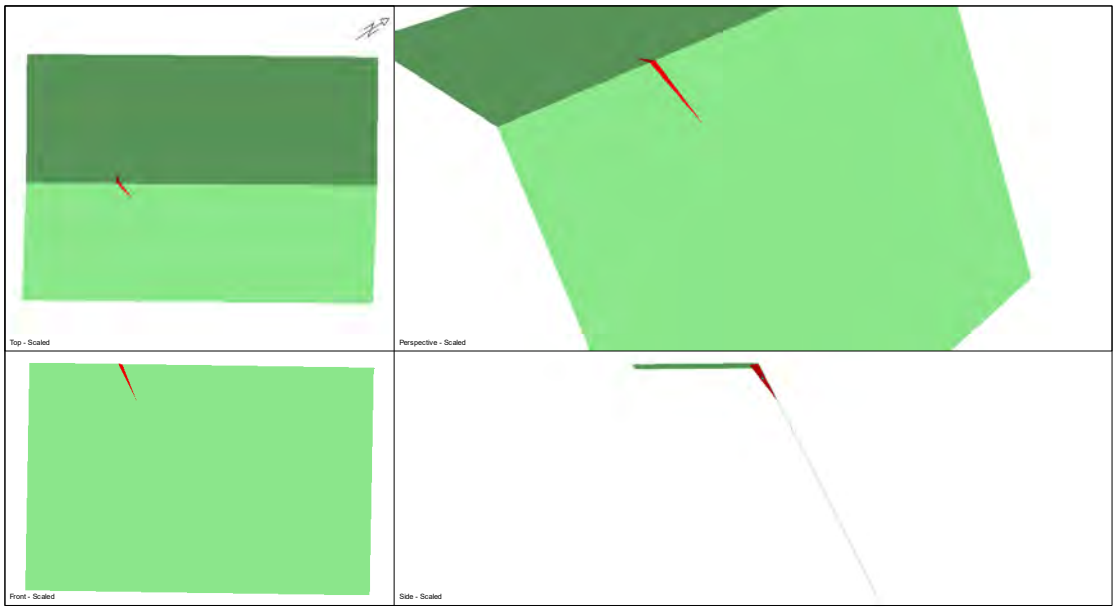
- Coordinates in Easting,Northing,Up Format
- 1=Joint1, 2=Joint2, 3=Upper Face, 4=Slope

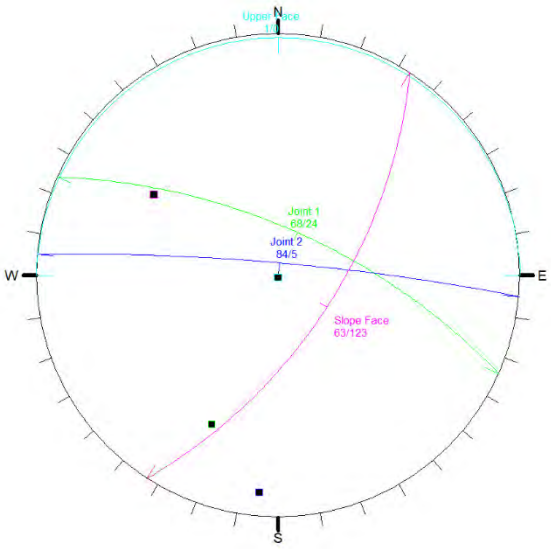
Point	x	y	z
124	0.000	0.000	0.000
134	-0.178	1.780	1.009
234	-0.945	-1.993	1.075
123	-0.682	1.998	1.005

COLEGIO OF. ING. TÉC., MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

2.2.9. Talud 63/123

a. Cuña J2-J3





Swedge Analysis Information

Document Name:

- EX2_123-63_J2J3

Project Summary:

COLEGIO OF. ING. TÉC., MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

- Job Title: SWEDGE - Surface Wedge Stability Analysis
- Date Created: 31/07/2024, 16:17:22

Analysis Results:

- Analysis type: Deterministic
- Wedge is scaled, scale factor: 0.1621
- Safety Factor: 5.8285
- Wedge height (on slope) [m]: 2.92
- Bench width (on upper face) [m]: 0.77
- Wedge volume [m^3]: 0.110
- Wedge weight [tonnes]: 0.297
- Wedge area (joint1) [m^2]: 1.24
- Wedge area (joint2) [m^2]: 1.29
- Wedge area (slope) [m^2]: 0.48
- Wedge area (upper face) [m^2]: 0.11

Effective Normal and Strength Properties:

	Joint 1	Joint 2
Effective Normal force [tonnes]	0.47	0.40
Effective Normal stress [t/m^2]	0.38	0.31
Shear Strength [t/m^2]	0.52	0.48
Strength due to Waviness [t/m^2]	0.00	0.00

- Driving force [tonnes]: 0.22
- Resisting force [tonnes]: 1.26

Water Pressures/Forces:

	Average pressure [t/m^2]	Water force [tonnes]
Joint 1	N/A	0.02
Joint 2	N/A	0.02
Fissures	0.01	N/A

Failure Mode:

COLEGIO OF. ING. TÉC., MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

- Sliding on intersection line (joints 1&2)

Joint Sets 1&2 line of Intersection:

Plunge [deg]	Trend [deg]	Length [m]
46.72	88.59	4.00

Trace Lengths:

	Slope Face [m]	Upper Face [m]
Joint 1	3.57	0.79
Joint 2	3.46	0.88

Persistence:

- Joint 1 [m]: 4.00
- Joint 2 [m]: 4.00

Intersection Angles:

	Slope Face	Upper Face
Joint 1 & Joint 2	4.42	19.16
Joint 1 & Crest	65.49	99.25
Joint 2 & Crest	110.10	61.59

Dip and Dip Direction:

	Dip [deg]	Dip Direction [deg]
Joint Set 1	68.00	24.00
Joint Set 2	84.00	5.00
Slope	63.00	123.00
Upper Face	1.00	0.00

Joint Set 1 Data:

- Cohesion [t/m^2]: 0.30
- Friction Angle [deg]: 30.00

COLEGIO OF. ING. TÉC., MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

Joint Set 2 Data:

- Cohesion [t/m^2]: 0.30
- Friction Angle [deg]: 30.00

Slope Data:

- Slope height [m]: 18.00
- Rock unit weight [t/m^3]: 2.70
- Water pressures in the slope: YES
- Overhanging slope face: NO
- Externally applied force: NO
- Tension crack: NO

Water Pressure Data:

- Water unit weight [t/m^3]: 1.000
- Pressure definition method: Percent Filled Fissures
- Percent Filled: 30.000 %

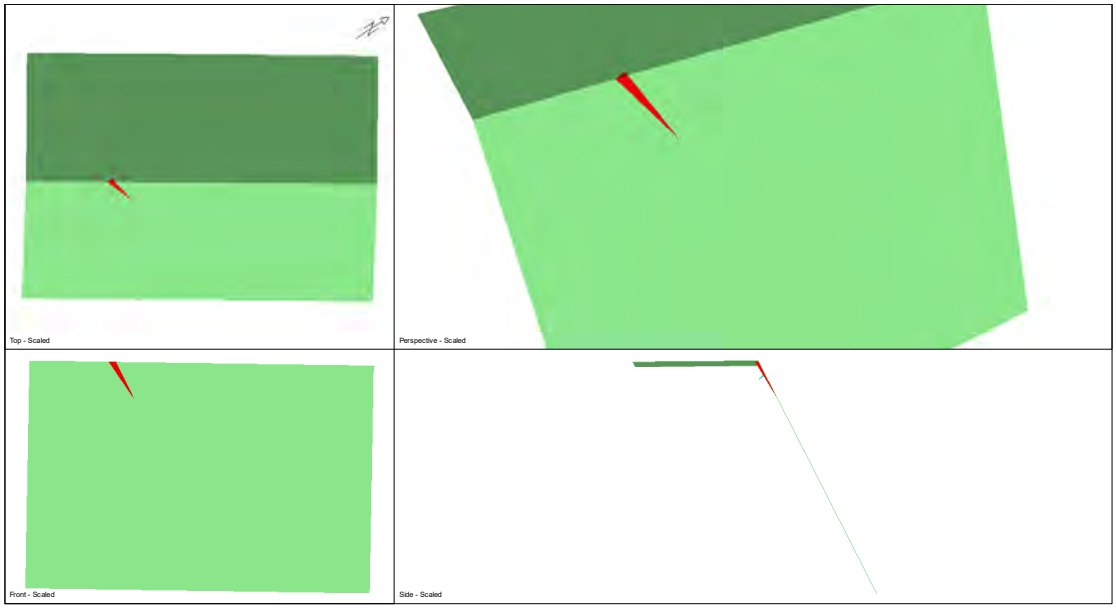
Wedge Vertices:

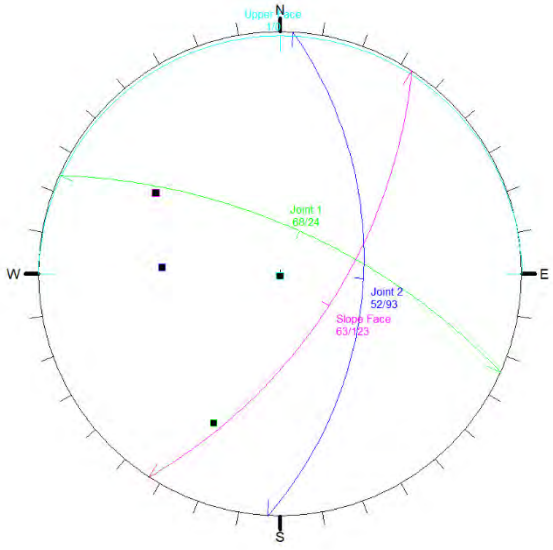
- Coordinates in Easting,Northing,Up Format
- 1=Joint1, 2=Joint2, 3=Upper Face, 4=Slope

Point	x	y	z
124	0.000	0.000	0.000
134	-2.025	-0.389	2.918
234	-1.864	-0.144	2.913
123	-2.741	-0.067	2.912

COLEGIO OF. ING. TÉC., MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

b. Cuña J2-J4





Swedge Analysis Information

Document Name:

- EX2_123-63_J2J4

Project Summary:

COLEGIO OF. ING. TÉC. MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

- Job Title: SWEDGE - Surface Wedge Stability Analysis
- Date Created: 31/07/2024, 16:17:22

Analysis Results:

- Analysis type: Deterministic
- Wedge is scaled, scale factor: 0.1689
- Safety Factor: 2.2602
- Wedge height (on slope) [m]: 3.04
- Bench width (on upper face) [m]: 0.30
- Wedge volume [m^3]: 0.090
- Wedge weight [tonnes]: 0.243
- Wedge area (joint1) [m^2]: 0.51
- Wedge area (joint2) [m^2]: 1.18
- Wedge area (slope) [m^2]: 0.99
- Wedge area (upper face) [m^2]: 0.09

Effective Normal and Strength Properties:

	Joint 1	Joint 2
Effective Normal force [tonnes]	0.00	0.14
Effective Normal stress [t/m^2]	0.00	0.12
Shear Strength [t/m^2]	0.00	0.37
Strength due to Waviness [t/m^2]	0.00	0.00

- Driving force [tonnes]: 0.19
- Resisting force [tonnes]: 0.43

Water Pressures/Forces:

	Average pressure [t/m^2]	Water force [tonnes]
Joint 1	N/A	0.01
Joint 2	N/A	0.02
Fissures	0.01	N/A

Failure Mode:

- Sliding on joint2

COLEGIO OF. ING. TÉC., MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

Joint Sets 1&2 line of Intersection:

Plunge [deg]	Trend [deg]	Length [m]
51.60	83.35	3.88

Trace Lengths:

	Slope Face [m]	Upper Face [m]
Joint 1	3.72	0.31
Joint 2	4.00	0.62

Persistence:

- Joint 1 [m]: 3.88
- Joint 2 [m]: 4.00

Intersection Angles:

	Slope Face	Upper Face
Joint 1 & Joint 2	7.64	69.61
Joint 1 & Crest	114.51	80.75
Joint 2 & Crest	57.85	29.64

Dip and Dip Direction:

	Dip [deg]	Dip Direction [deg]
Joint Set 1	68.00	24.00
Joint Set 2	52.00	93.00
Slope	63.00	123.00
Upper Face	1.00	0.00

Joint Set 1 Data:

- Cohesion [t/m^2]: 0.30
- Friction Angle [deg]: 30.00

Joint Set 2 Data:

COLEGIO OF. ING. TÉC., MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

- Cohesion [t/m^2]: 0.30
- Friction Angle [deg]: 30.00

Slope Data:

- Slope height [m]: 18.00
- Rock unit weight [t/m^3]: 2.70
- Water pressures in the slope: YES
- Overhanging slope face: NO
- Externally applied force: NO
- Tension crack: NO

Water Pressure Data:

- Water unit weight [t/m^3]: 1.000
- Pressure definition method: Percent Filled Fissures
- Percent Filled: 30.000 %

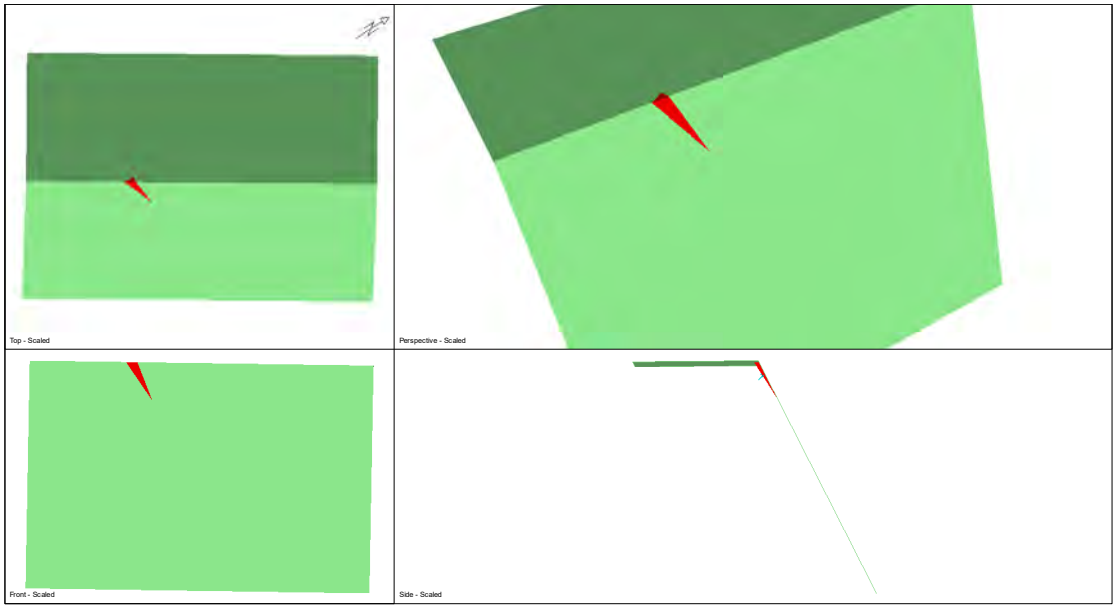
Wedge Vertices:

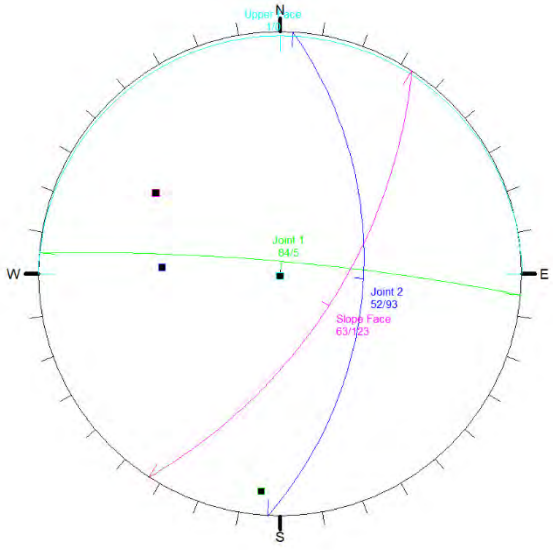
- Coordinates in Easting,Northing,Up Format
- 1=Joint1, 2=Joint2, 3=Upper Face, 4=Slope

Point	x	y	z
124	0.000	0.000	0.000
134	-2.110	-0.405	3.040
234	-2.432	-0.893	3.048
123	-2.391	-0.279	3.037

COLEGIO OF. ING. TÉC., MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

c. Cuña J3-J4





Swedge Analysis Information

Document Name:

- EX2_123-63_J3J4

Project Summary:

COLEGIO OF. ING. TÉC. MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

- Job Title: SWEDGE - Surface Wedge Stability Analysis
- Date Created: 31/07/2024, 16:17:22

Analysis Results:

- Analysis type: Deterministic
- Wedge is scaled, scale factor: 0.1686
- Safety Factor: 1.6367
- Wedge height (on slope) [m]: 3.04
- Bench width (on upper face) [m]: 0.39
- Wedge volume [m^3]: 0.174
- Wedge weight [tonnes]: 0.470
- Wedge area (joint1) [m^2]: 0.67
- Wedge area (joint2) [m^2]: 1.50
- Wedge area (slope) [m^2]: 1.51
- Wedge area (upper face) [m^2]: 0.17

Effective Normal and Strength Properties:

	Joint 1	Joint 2
Effective Normal force [tonnes]	0.00	0.27
Effective Normal stress [t/m^2]	0.00	0.18
Shear Strength [t/m^2]	0.00	0.40
Strength due to Waviness [t/m^2]	0.00	0.00

- Driving force [tonnes]: 0.37
- Resisting force [tonnes]: 0.61

Water Pressures/Forces:

	Average pressure [t/m^2]	Water force [tonnes]
Joint 1	N/A	0.01
Joint 2	N/A	0.02
Fissures	0.01	N/A

Failure Mode:

- Sliding on joint2

COLEGIO OF. ING. TÉC., MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

Joint Sets 1&2 line of Intersection:

Plunge [deg]	Trend [deg]	Length [m]
51.86	87.31	3.86

Trace Lengths:

	Slope Face [m]	Upper Face [m]
Joint 1	3.61	0.44
Joint 2	4.00	0.78

Persistence:

- Joint 1 [m]: 3.86
- Joint 2 [m]: 4.00

Intersection Angles:

	Slope Face	Upper Face
Joint 1 & Joint 2	12.05	88.77
Joint 1 & Crest	110.10	61.59
Joint 2 & Crest	57.85	29.64

Dip and Dip Direction:

	Dip [deg]	Dip Direction [deg]
Joint Set 1	84.00	5.00
Joint Set 2	52.00	93.00
Slope	63.00	123.00
Upper Face	1.00	0.00

Joint Set 1 Data:

- Cohesion [t/m^2]: 0.30
- Friction Angle [deg]: 30.00

Joint Set 2 Data:

COLEGIO OF. ING. TÉC., MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

- Cohesion [t/m^2]: 0.30
- Friction Angle [deg]: 30.00

Slope Data:

- Slope height [m]: 18.00
- Rock unit weight [t/m^3]: 2.70
- Water pressures in the slope: YES
- Overhanging slope face: NO
- Externally applied force: NO
- Tension crack: NO

Water Pressure Data:

- Water unit weight [t/m^3]: 1.000
- Pressure definition method: Percent Filled Fissures
- Percent Filled: 30.000 %

Wedge Vertices:

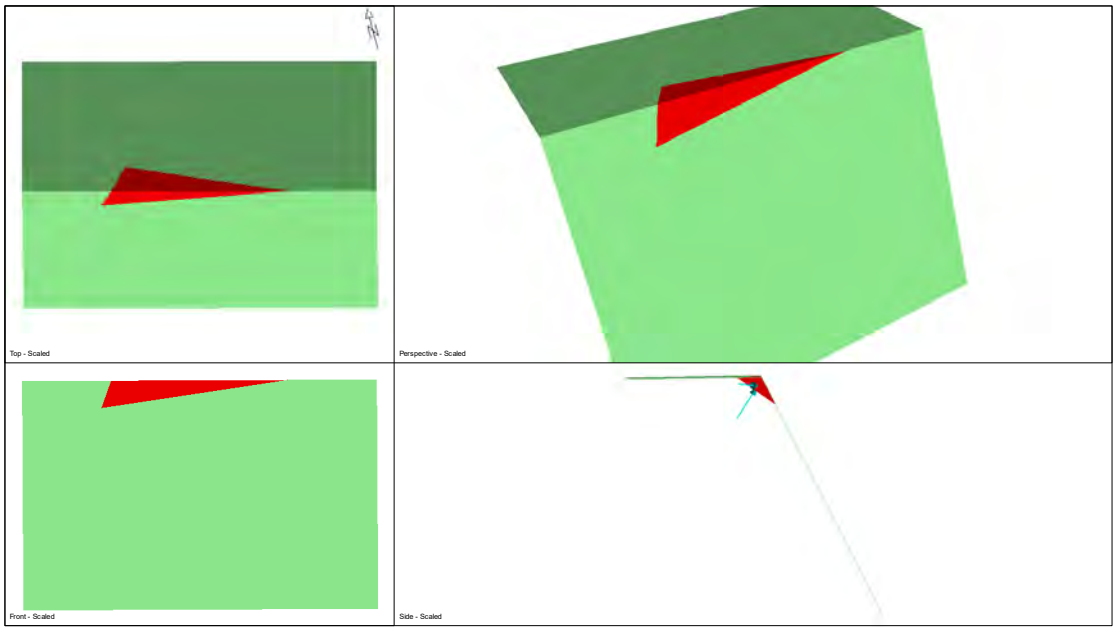
- Coordinates in Easting,Northing,Up Format
- 1=Joint1, 2=Joint2, 3=Upper Face, 4=Slope

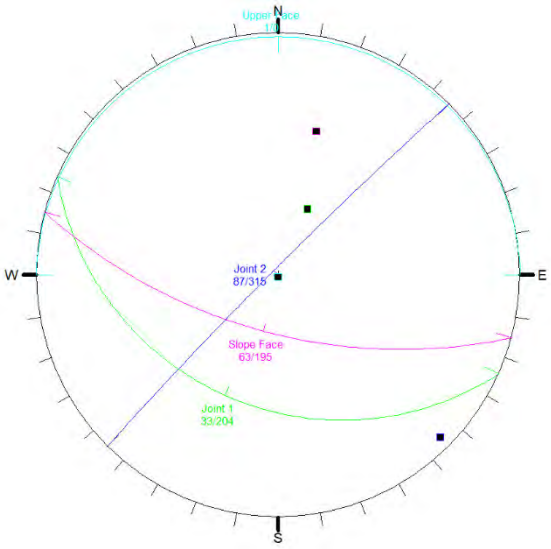
Point	x	y	z
124	0.000	0.000	0.000
134	-1.942	-0.150	3.035
234	-2.432	-0.893	3.048
123	-2.380	-0.112	3.035

COLEGIO OF. ING. TÉC., MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

2.2.10.Talud 63/195

a. Cuña S0-J5





Swedge Analysis Information

Document Name:

- EX2_195-63_S0J5

COLEGIO OF. ING. TÉC., MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

Project Summary:

- Job Title: SWEDGE - Surface Wedge Stability Analysis
- Date Created: 31/07/2024, 16:17:22

Analysis Results:

- Analysis type: Deterministic
- Wedge is scaled, scale factor: 0.1190
- Safety Factor: 1.4287
- Wedge height (on slope) [m]: 2.14
- Bench width (on upper face) [m]: 1.85
- Wedge volume [m^3]: 8.711
- Wedge weight [tonnes]: 23.519
- Wedge area (joint1) [m^2]: 23.50
- Wedge area (joint2) [m^2]: 2.25
- Wedge area (slope) [m^2]: 15.68
- Wedge area (upper face) [m^2]: 12.47

Effective Normal and Strength Properties:

	Joint 1	Joint 2
Effective Normal force [tonnes]	19.50	0.00
Effective Normal stress [t/m^2]	0.83	0.00
Shear Strength [t/m^2]	0.78	0.00
Strength due to Waviness [t/m^2]	0.00	0.00

- Driving force [tonnes]: 12.82
- Resisting force [tonnes]: 18.31

Water Pressures/Forces:

	Average pressure [t/m^2]	Water force [tonnes]
Joint 1	N/A	0.22
Joint 2	N/A	0.02
Fissures	0.01	N/A

Failure Mode:

COLEGIO OF. ING. TÉC., MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

- Sliding on joint1

Joint Sets 1&2 line of Intersection:

Plunge [deg]	Trend [deg]	Length [m]
30.91	226.80	4.00

Trace Lengths:

	Slope Face [m]	Upper Face [m]
Joint 1	14.39	12.52
Joint 2	2.45	2.14

Persistence:

- Joint 1 [m]: 14.39
- Joint 2 [m]: 4.00

Intersection Angles:

	Slope Face	Upper Face
Joint 1 & Joint 2	62.85	111.57
Joint 1 & Crest	9.32	8.52
Joint 2 & Crest	107.83	59.91

Dip and Dip Direction:

	Dip [deg]	Dip Direction [deg]
Joint Set 1	33.00	204.00
Joint Set 2	87.00	315.00
Slope	63.00	195.00
Upper Face	1.00	0.00

Joint Set 1 Data:

- Cohesion [t/m^2]: 0.30
- Friction Angle [deg]: 30.00

COLEGIO OF. ING. TÉC., MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

Joint Set 2 Data:

- Cohesion [t/m^2]: 0.30
- Friction Angle [deg]: 30.00

Slope Data:

- Slope height [m]: 18.00
- Rock unit weight [t/m^3]: 2.70
- Water pressures in the slope: YES
- Overhanging slope face: NO
- Externally applied force: NO
- Tension crack: NO

Water Pressure Data:

- Water unit weight [t/m^3]: 1.000
- Pressure definition method: Percent Filled Fissures
- Percent Filled: 30.000 %

Wedge Vertices:

- Coordinates in Easting,Northing,Up Format
- 1=Joint1, 2=Joint2, 3=Upper Face, 4=Slope

Point	x	y	z
124	0.000	0.000	0.000
134	13.989	-2.619	2.141
234	0.987	0.833	2.081
123	2.502	2.349	2.055

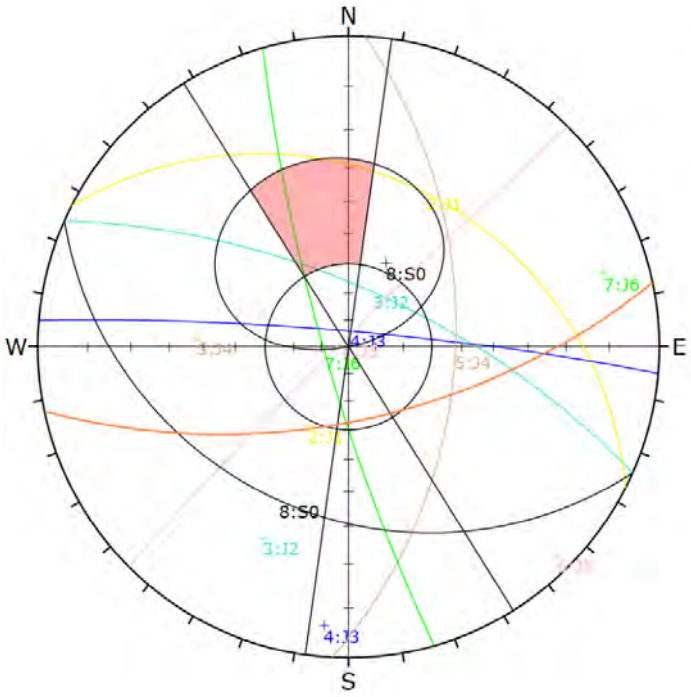
COLEGIO OF. ING. TÉC., MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

3. EXCAVACIÓN 3

3.1 INESTABILIDADES

3.1.1. Talud 63/168

a. Rotura planar: NO



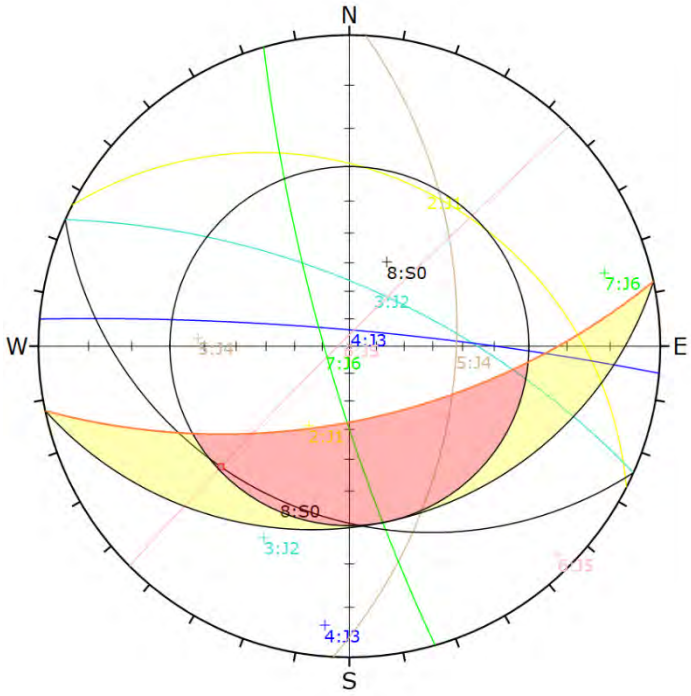
nematic Analysis	Planar Sliding
Slope Dip	63
ope Dip Direction	168
Friction Angle	30°
Lateral Limits	20°

	Critica	Total	%
Planar Sliding (All)	0	7	0.00%

	Color	Dip	ip Directio	Label
User Planes				
2		32	27	J1
3		68	24	J2
4		84	5	J3
5		52	93	J4
6		87	315	J5
7		81	254	J6
8		33	204	S0

Plot Mode	Pole Vectors
Vector Count	7 (7 Entries)
Hemisphere	Lower
Projection	Equal Angle

b. Rotura por cuña: NO



Symbol	Feature
▪	Critical Intersection

nematic Analysis	Wedge Sliding
Slope Dip	63
ope Dip Direction	168
Friction Angle	30°

	Critica	Total	%
Wedge Sliding	1	21	4.76%

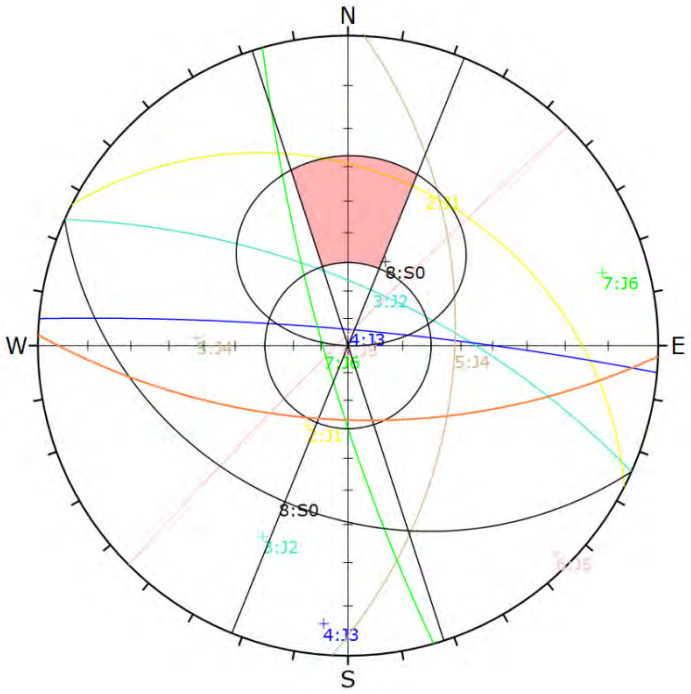
	Color	Dip	ip Directio	Label
User Planes				
2		32	27	J1
3		68	24	J2
4		84	5	J3
5		52	93	J4
6		87	315	J5
7		81	254	J6
8		33	204	S0

Plot Mode	Pole Vectors
Vector Count	7 (7 Entries)
Intersection Mode	Grid Data Planes
Intersections Count	21
Hemisphere	Lower
Projection	Equal Angle

COLEGIO OF. ING. TÉC., MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

3.1.2. Talud 63/182

a. Rotura planar: NO

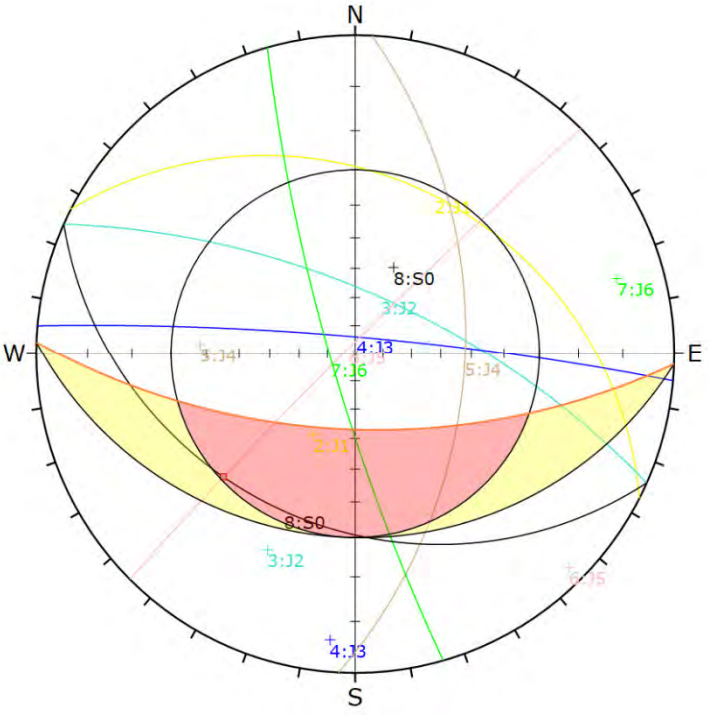


nematic Analysis	Planar Sliding		
Slope Dip	63		
ɔpe Dip Direction	182		
Friction Angle	30°		
Lateral Limits	20°		
	Critica	Total	%
Planar Sliding (All)	0	7	0.00%

	Color	Dip	ip Directio	Label
User Planes				
2		32	27	J1
3		68	24	J2
4		84	5	J3
5		52	93	J4
6		87	315	J5
7		81	254	J6
8		33	204	S0

Plot Mode	Pole Vectors
Vector Count	7 (7 Entries)
Hemisphere	Lower
Projection	Equal Angle

b. Rotura por cuña: SI So



Symbol	Feature
▫	Critical Intersection

nematic Analysis	Wedge Sliding		
Slope Dip	63		
ɔpe Dip Direction	182		
Friction Angle	30°		
	Critica	Total	%
Wedge Sliding	1	21	4.76%

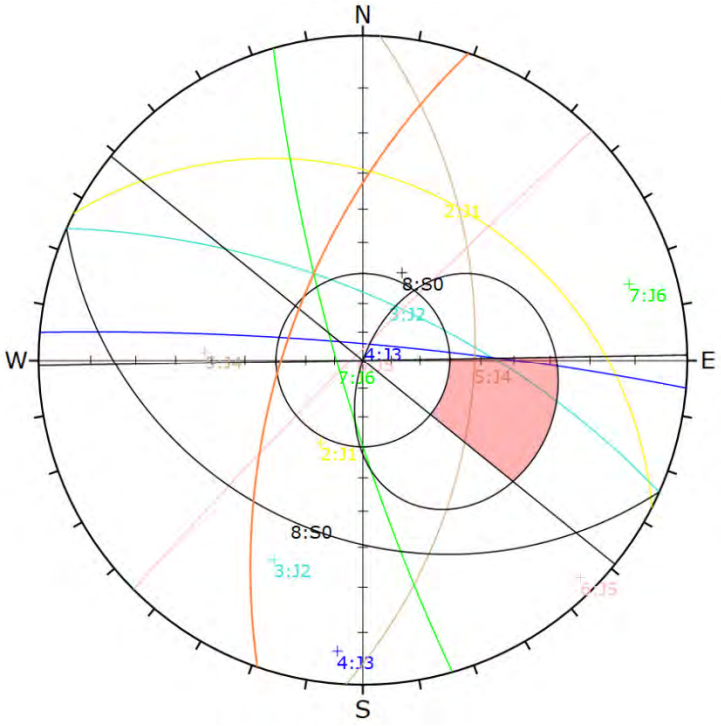
	Color	Dip	ip Directio	Label
User Planes				
2		32	27	J1
3		68	24	J2
4		84	5	J3
5		52	93	J4
6		87	315	J5
7		81	254	J6
8		33	204	S0

Plot Mode	Pole Vectors
Vector Count	7 (7 Entries)
Intersection Mode	Grid Data Planes
Intersections Count	21
Hemisphere	Lower
Projection	Equal Angle

COLEGIO OF. ING. TÉC., MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

3.1.3. Talud 63/298

a. Rotura planar: NO



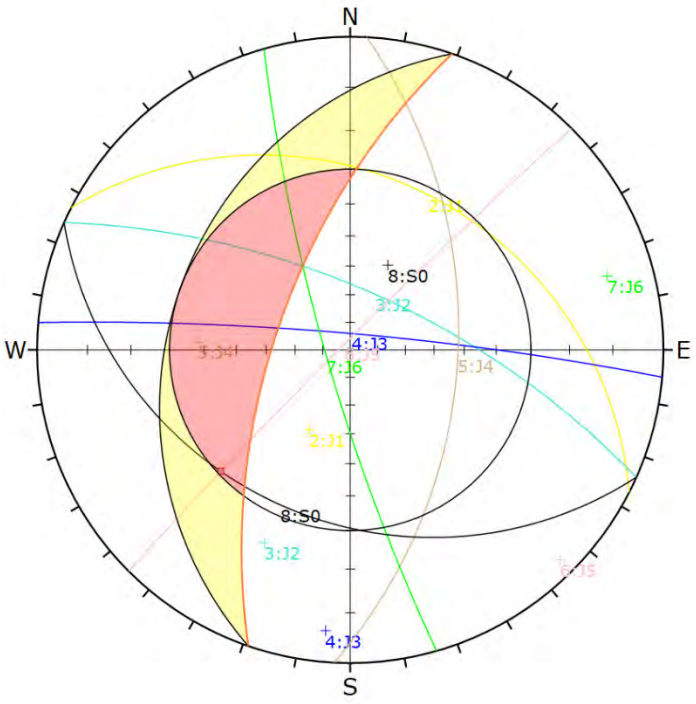
nematic Analysis	Planar Sliding
Slope Dip	63
ope Dip Direction	289
Friction Angle	30°
Lateral Limits	20°

	Critica	Total	%
Planar Sliding (All)	0	7	0.00%

	Color	Dip	ip Directio	Label
User Planes				
2		32	27	J1
3		68	24	J2
4		84	5	J3
5		52	93	J4
6		87	315	J5
7		81	254	J6
8		33	204	S0

Plot Mode	Pole Vectors
Vector Count	7 (7 Entries)
Hemisphere	Lower
Projection	Equal Angle

b. Rotura por cuña: NO



Symbol	Feature
	Critical Intersection

nematic Analysis	Wedge Sliding
Slope Dip	63
ope Dip Direction	289
Friction Angle	30°

	Critica	Total	%
Wedge Sliding	1	21	4.76%

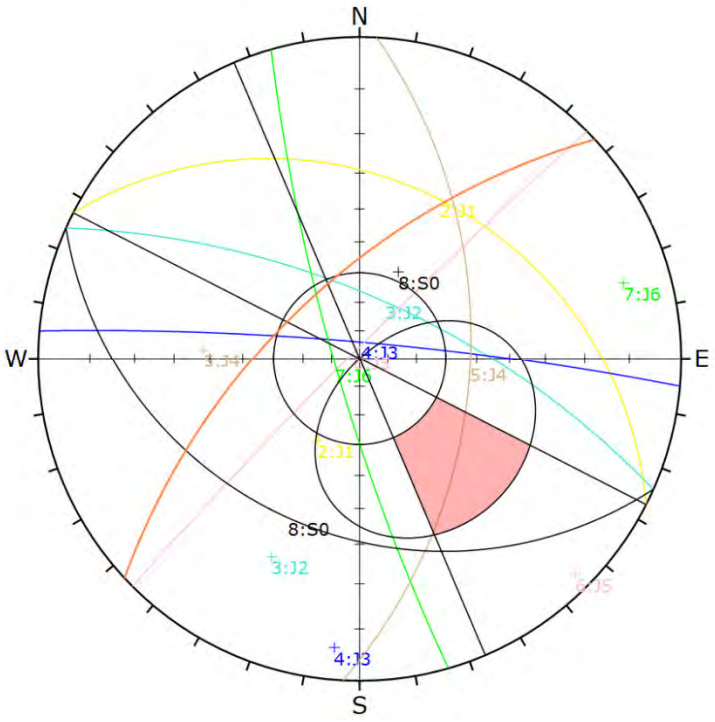
	Color	Dip	ip Directio	Label
User Planes				
2		32	27	J1
3		68	24	J2
4		84	5	J3
5		52	93	J4
6		87	315	J5
7		81	254	J6
8		33	204	S0

Plot Mode	Pole Vectors
Vector Count	7 (7 Entries)
Intersection Mode	Grid Data Planes
Intersections Count	21
Hemisphere	Lower
Projection	Equal Angle

COLEGIO OF. ING. TÉC., MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

3.1.4. Talud 63/317

a. Rotura planar: NO



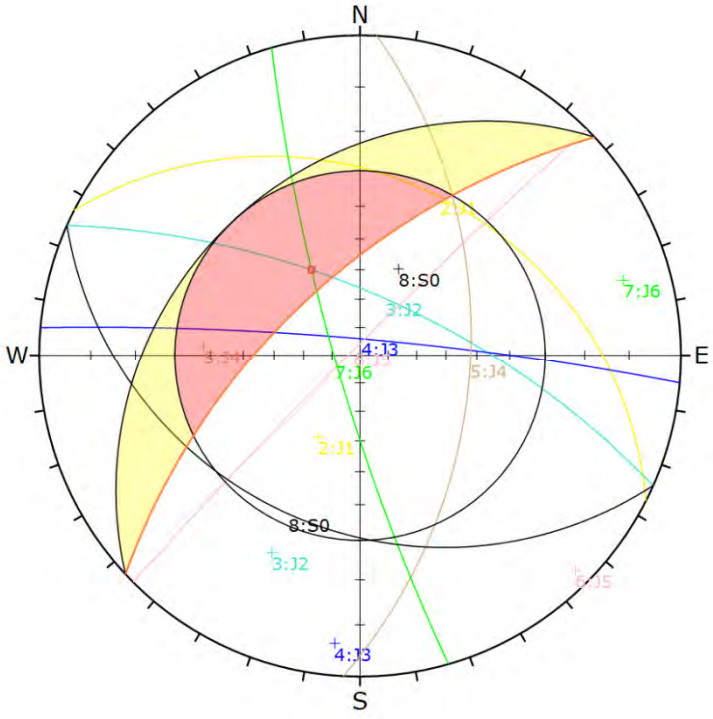
nematic Analysis	Planar Sliding
Slope Dip	63
ope Dip Direction	317
Friction Angle	30°
Lateral Limits	20°

	Critica	Total	%
Planar Sliding (All)	0	7	0.00%

	Color	Dip	ip Directio	Label
User Planes				
2		32	27	J1
3		68	24	J2
4		84	5	J3
5		52	93	J4
6		87	315	J5
7		81	254	J6
8		33	204	S0

Plot Mode	Pole Vectors
Vector Count	7 (7 Entries)
Hemisphere	Lower
Projection	Equal Angle

b. Rotura por cuña: SI J2



Symbol	Feature
▫	Critical Intersection

nematic Analysis	Wedge Sliding
Slope Dip	63
ope Dip Direction	317
Friction Angle	30°

	Critica	Total	%
Wedge Sliding	1	21	4.76%

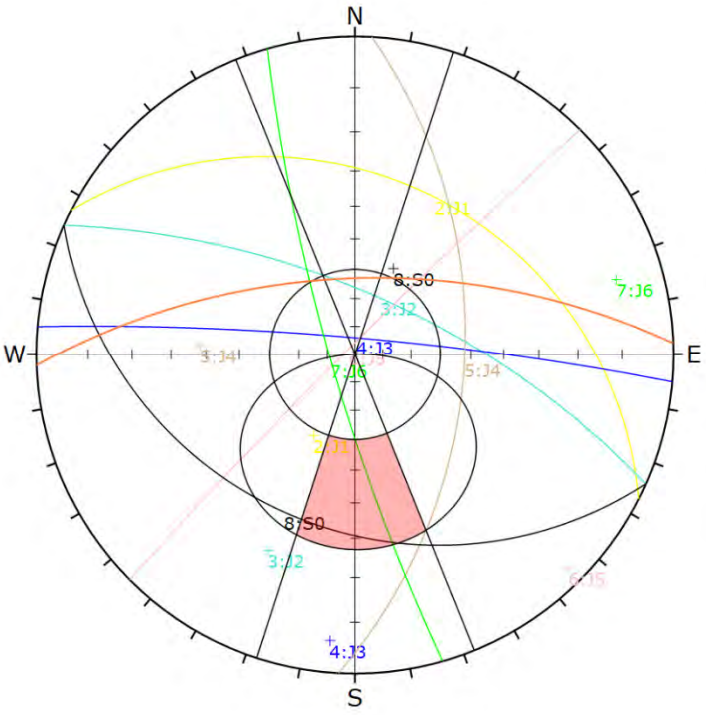
	Color	Dip	ip Directio	Label
User Planes				
2		32	27	J1
3		68	24	J2
4		84	5	J3
5		52	93	J4
6		87	315	J5
7		81	254	J6
8		33	204	S0

Plot Mode	Pole Vectors
Vector Count	7 (7 Entries)
Intersection Mode	Grid Data Planes
Intersections Count	21
Hemisphere	Lower
Projection	Equal Angle

COLEGIO OF. ING. TÉC., MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
Habilitación Profesional
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

3.1.5. Talud 63/358

a. Rotura planar: NO



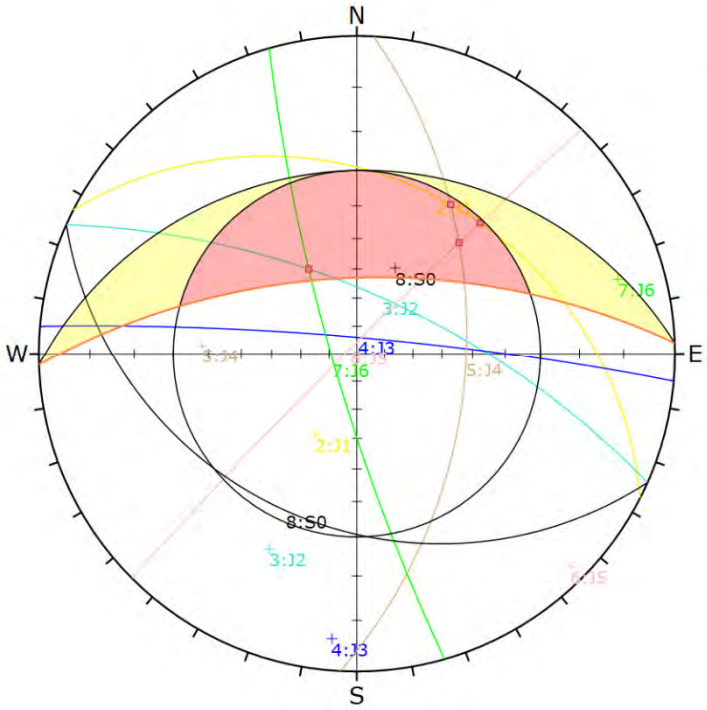
nematic Analysis	Planar Sliding
Slope Dip	63
ɔpe Dip Direction	358
Friction Angle	30°
Lateral Limits	20°

	Critica	Total	%
Planar Sliding (All)	0	7	0.00%

	Color	Dip	ip Directio	Label
User Planes				
2		32	27	J1
3		68	24	J2
4		84	5	J3
5		52	93	J4
6		87	315	J5
7		81	254	J6
8		33	204	S0

Plot Mode	Pole Vectors
Vector Count	7 (7 Entries)
Hemisphere	Lower
Projection	Equal Angle

b. Rotura por cuña: SI J2, J4



Symbol	Feature
	Critical Intersection

nematic Analysis	Wedge Sliding
Slope Dip	63
ɔpe Dip Direction	358
Friction Angle	30°

	Critica	Total	%
Wedge Sliding	4	21	19.05%

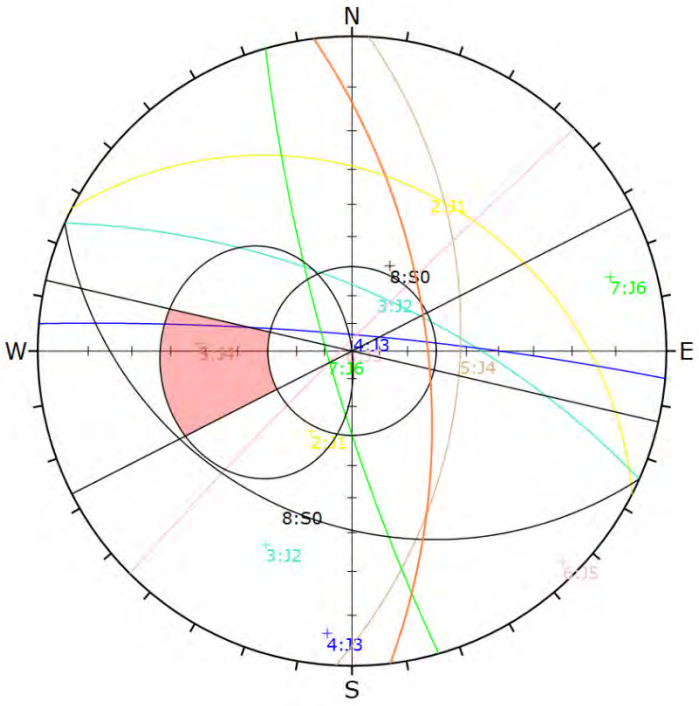
	Color	Dip	ip Directio	Label
User Planes				
2		32	27	J1
3		68	24	J2
4		84	5	J3
5		52	93	J4
6		87	315	J5
7		81	254	J6
8		33	204	S0

Plot Mode	Pole Vectors
Vector Count	7 (7 Entries)
Intersection Mode	Grid Data Planes
Intersections Count	21
Hemisphere	Lower
Projection	Equal Angle

COLEGIO OF. ING. TÉC., MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
Habilitación Profesional
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

3.1.6. Talud 63/083

a. Rotura planar: Sí J4



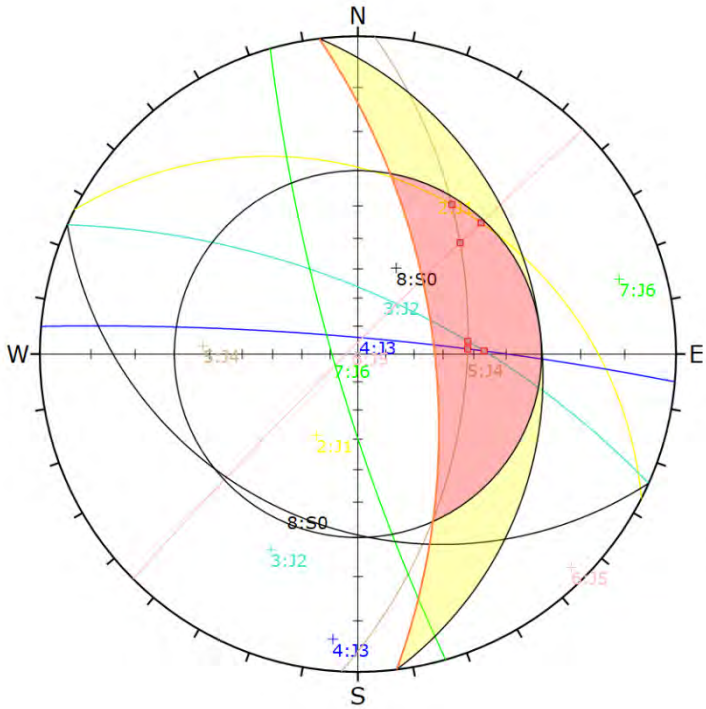
nematic Analysis	Planar Sliding
Slope Dip	63
ɔpe Dip Direction	83
Friction Angle	30°
Lateral Limits	20°

	Critica	Total	%
Planar Sliding (All)	1	7	14.29%

	Color	Dip	ip Directio	Label
User Planes				
2		32	27	J1
3		68	24	J2
4		84	5	J3
5		52	93	J4
6		87	315	J5
7		81	254	J6
8		33	204	S0

Plot Mode	Pole Vectors
Vector Count	7 (7 Entries)
Hemisphere	Lower
Projection	Equal Angle

b. Rotura por cuña: Sí J1, J2, J3 y J4



Symbol	Feature
▫	Critical Intersection

nematic Analysis	Wedge Sliding
Slope Dip	63
ɔpe Dip Direction	83
Friction Angle	30°

	Critica	Total	%
Wedge Sliding	6	21	28.57%

	Color	Dip	ip Directio	Label
User Planes				
2		32	27	J1
3		68	24	J2
4		84	5	J3
5		52	93	J4
6		87	315	J5
7		81	254	J6
8		33	204	S0

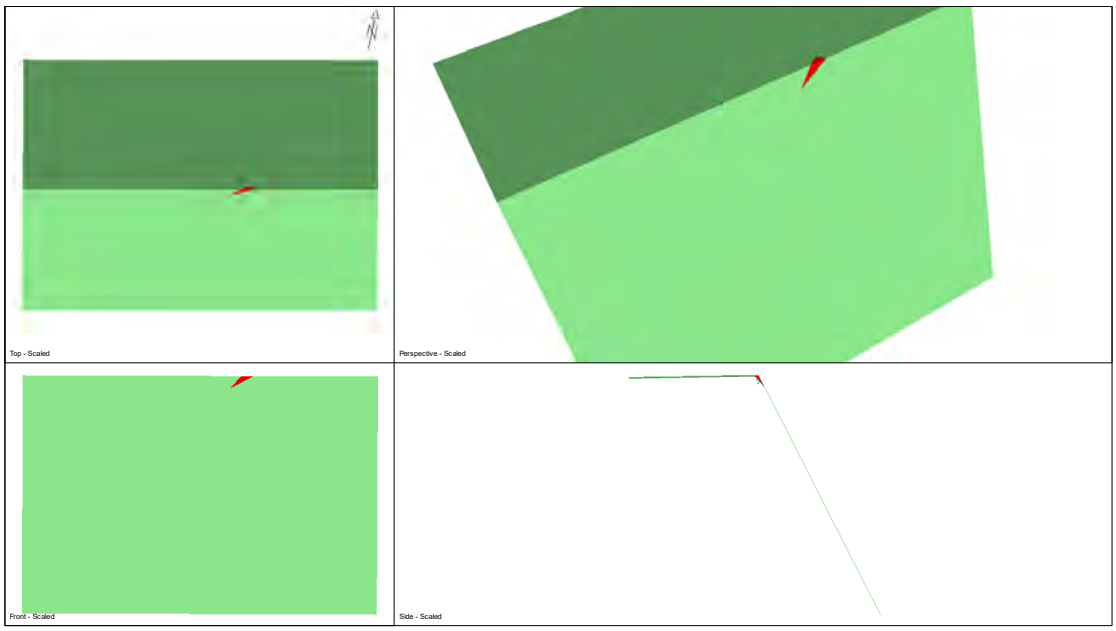
Plot Mode	Pole Vectors
Vector Count	7 (7 Entries)
Intersection Mode	Grid Data Planes
Intersections Count	21
Hemisphere	Lower
Projection	Equal Angle

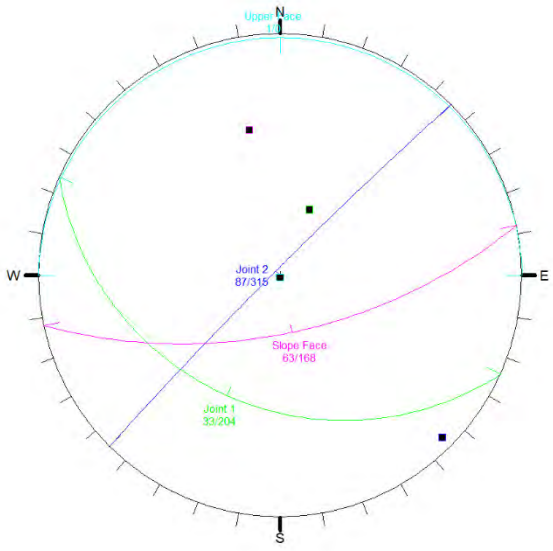
COLEGIO OF. ING. TÉC., MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

3.2 ANÁLISIS DE CUÑAS

3.2.1. Talud 63/168

a. Cuña S0-J5





Swedge Analysis Information

Document Name:

- EX3_168-63_S0J5

COLEGIO OF. ING. TÉC., MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

Project Summary:

- Job Title: SWEDGE - Surface Wedge Stability Analysis
- Date Created: 31/07/2024, 16:17:22

Analysis Results:

- Analysis type: Deterministic
- Wedge is scaled, scale factor: 0.0516
- Safety Factor: 1.7519
- Wedge height (on slope) [m]: 2.06
- Bench width (on upper face) [m]: 0.72
- Wedge volume [m^3]: 0.540
- Wedge weight [tonnes]: 1.459
- Wedge area (joint1) [m^2]: 2.36
- Wedge area (joint2) [m^2]: 1.39
- Wedge area (slope) [m^2]: 2.49
- Wedge area (upper face) [m^2]: 0.77

Effective Normal and Strength Properties:

	Joint 1	Joint 2
Effective Normal force [tonnes]	1.20	0.00
Effective Normal stress [t/m^2]	0.51	0.00
Shear Strength [t/m^2]	0.59	0.00
Strength due to Waviness [t/m^2]	0.00	0.00

- Driving force [tonnes]: 0.80
- Resisting force [tonnes]: 1.40

Water Pressures/Forces:

	Average pressure [t/m^2]	Water force [tonnes]
Joint 1	N/A	0.02
Joint 2	N/A	0.01
Fissures	0.01	N/A

COLEGIO OF. ING. TÉC., MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

Failure Mode:

- Sliding on joint1

Joint Sets 1&2 line of Intersection:

Plunge [deg]	Trend [deg]	Length [m]
30.91	226.80	4.00

Trace Lengths:

	Slope Face [m]	Upper Face [m]
Joint 1	4.59	1.25
Joint 2	2.95	1.33

Persistence:

- Joint 1 [m]: 4.59
- Joint 2 [m]: 4.00

Intersection Angles:

	Slope Face	Upper Face
Joint 1 & Joint 2	21.55	111.57
Joint 1 & Crest	30.56	35.29
Joint 2 & Crest	127.89	33.14

Dip and Dip Direction:

	Dip [deg]	Dip Direction [deg]
Joint Set 1	33.00	204.00
Joint Set 2	87.00	315.00
Slope	63.00	168.00
Upper Face	1.00	0.00

Joint Set 1 Data:

- Cohesion [t/m^2]: 0.30

COLEGIO OF. ING. TÉC., MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

- Friction Angle [deg]: 30.00

Joint Set 2 Data:

- Cohesion [t/m^2]: 0.30
- Friction Angle [deg]: 30.00

Slope Data:

- Slope height [m]: 40.00
- Rock unit weight [t/m^3]: 2.70
- Water pressures in the slope: YES
- Overhanging slope face: NO
- Externally applied force: NO
- Tension crack: NO

Water Pressure Data:

- Water unit weight [t/m^3]: 1.000
- Pressure definition method: Percent Filled Fissures
- Percent Filled: 30.000 %

Wedge Vertices:

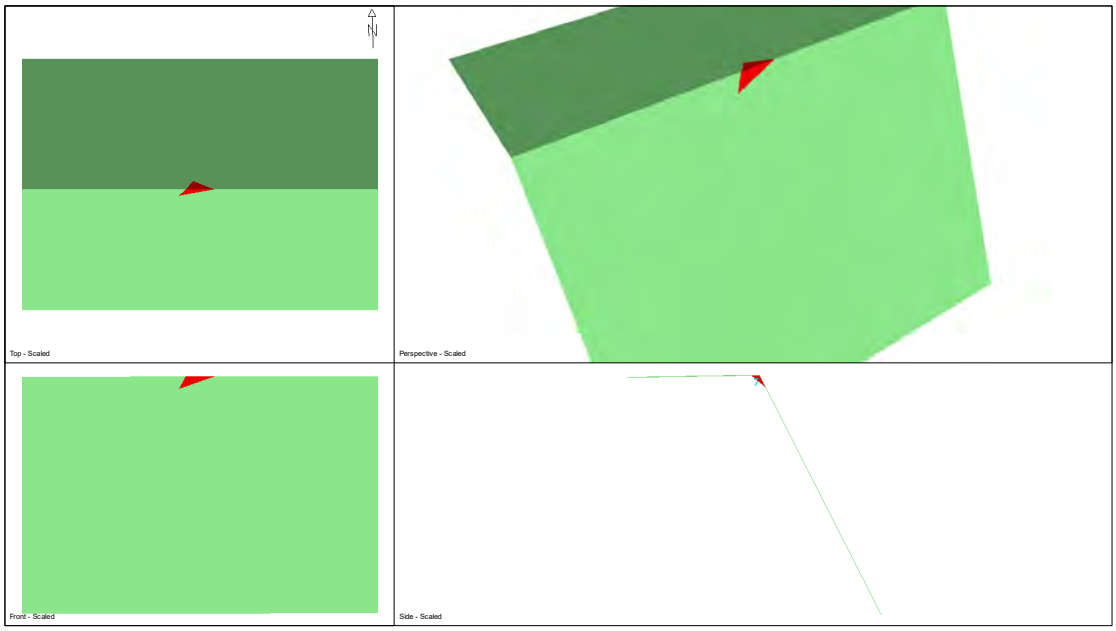
- Coordinates in Easting,Northing,Up Format
- 1=Joint1, 2=Joint2, 3=Upper Face, 4=Slope

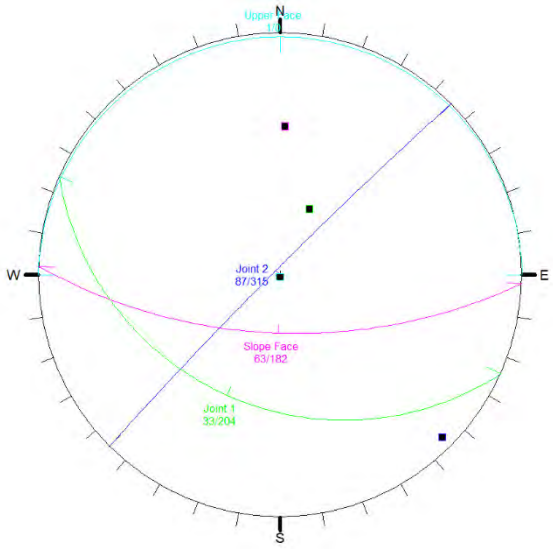
Point	x	y	z
124	0.000	0.000	0.000
134	3.653	1.851	2.063
234	1.565	1.411	2.071
123	2.502	2.349	2.055

COLEGIO OF. ING. TÉC., MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

3.2.2. Talud 63/182

a. Cuña S0-J5





Swedge Analysis Information

Document Name:

- EX3_182-63_S0J5

COLEGIO OF. ING. TÉC., MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

Project Summary:

- Job Title: SWEDGE - Surface Wedge Stability Analysis
- Date Created: 31/07/2024, 16:17:22

Analysis Results:

- Analysis type: Deterministic
- Wedge is scaled, scale factor: 0.0520
- Safety Factor: 1.5017
- Wedge height (on slope) [m]: 2.08
- Bench width (on upper face) [m]: 1.38
- Wedge volume [m^3]: 2.304
- Wedge weight [tonnes]: 6.220
- Wedge area (joint1) [m^2]: 7.08
- Wedge area (joint2) [m^2]: 1.98
- Wedge area (slope) [m^2]: 5.59
- Wedge area (upper face) [m^2]: 3.30

Effective Normal and Strength Properties:

	Joint 1	Joint 2
Effective Normal force [tonnes]	5.15	0.00
Effective Normal stress [t/m^2]	0.73	0.00
Shear Strength [t/m^2]	0.72	0.00
Strength due to Waviness [t/m^2]	0.00	0.00

- Driving force [tonnes]: 3.39
- Resisting force [tonnes]: 5.10

Water Pressures/Forces:

	Average pressure [t/m^2]	Water force [tonnes]
Joint 1	N/A	0.07
Joint 2	N/A	0.02
Fissures	0.01	N/A

Failure Mode:

COLEGIO OF. ING. TÉC., MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

- Sliding on joint1

Joint Sets 1&2 line of Intersection:

Plunge [deg]	Trend [deg]	Length [m]
30.91	226.80	4.00

Trace Lengths:

	Slope Face [m]	Upper Face [m]
Joint 1	6.37	3.77
Joint 2	2.59	1.88

Persistence:

- Joint 1 [m]: 6.37
- Joint 2 [m]: 4.00

Intersection Angles:

	Slope Face	Upper Face
Joint 1 & Joint 2	42.53	111.57
Joint 1 & Crest	21.46	21.41
Joint 2 & Crest	116.01	47.02

Dip and Dip Direction:

	Dip [deg]	Dip Direction [deg]
Joint Set 1	33.00	204.00
Joint Set 2	87.00	315.00
Slope	63.00	182.00
Upper Face	1.00	0.00

Joint Set 1 Data:

- Cohesion [t/m^2]: 0.30
- Friction Angle [deg]: 30.00

COLEGIO OF. ING. TÉC., MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

Joint Set 2 Data:

- Cohesion [t/m^2]: 0.30
- Friction Angle [deg]: 30.00

Slope Data:

- Slope height [m]: 40.00
- Rock unit weight [t/m^3]: 2.70
- Water pressures in the slope: YES
- Overhanging slope face: NO
- Externally applied force: NO
- Tension crack: NO

Water Pressure Data:

- Water unit weight [t/m^3]: 1.000
- Pressure definition method: Percent Filled Fissures
- Percent Filled: 30.000 %

Wedge Vertices:

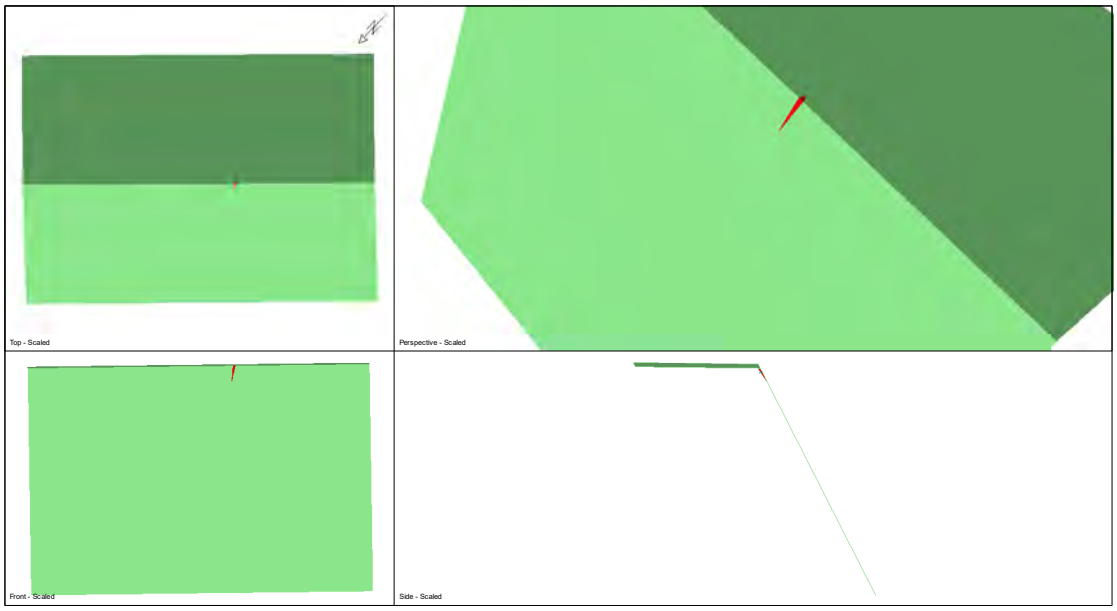
- Coordinates in Easting,Northing,Up Format
- 1=Joint1, 2=Joint2, 3=Upper Face, 4=Slope

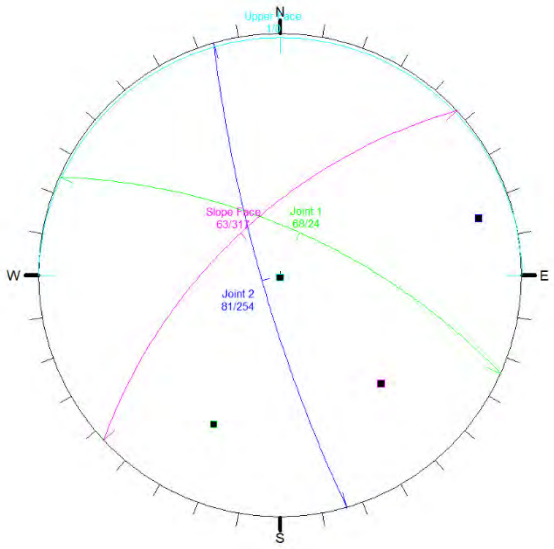
Point	x	y	z
124	0.000	0.000	0.000
134	5.963	0.853	2.081
234	1.172	1.018	2.078
123	2.502	2.349	2.055

COLEGIO OF. ING. TÉC., MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

3.2.3. Talud 63/317

a. Cuña J2-J6





Swedge Analysis Information

Document Name:

- EX3_317-63_J2J6

Project Summary:

COLEGIO OF. ING. TÉC. MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

- Job Title: SWEDGE - Surface Wedge Stability Analysis
- Date Created: 31/07/2024, 16:17:22

Analysis Results:

- Analysis type: Deterministic
- Wedge is scaled, scale factor: 0.0826
- Safety Factor: 2.7315
- Wedge height (on slope) [m]: 3.31
- Bench width (on upper face) [m]: 0.50
- Wedge volume [m^3]: 0.128
- Wedge weight [tonnes]: 0.345
- Wedge area (joint1) [m^2]: 0.97
- Wedge area (joint2) [m^2]: 0.94
- Wedge area (slope) [m^2]: 0.86
- Wedge area (upper face) [m^2]: 0.12

Effective Normal and Strength Properties:

	Joint 1	Joint 2
Effective Normal force [tonnes]	0.20	0.16
Effective Normal stress [t/m^2]	0.21	0.17
Shear Strength [t/m^2]	0.42	0.40
Strength due to Waviness [t/m^2]	0.00	0.00

- Driving force [tonnes]: 0.29
- Resisting force [tonnes]: 0.78

Water Pressures/Forces:

	Average pressure [t/m^2]	Water force [tonnes]
Joint 1	N/A	0.01
Joint 2	N/A	0.01
Fissures	0.01	N/A

Failure Mode:

- Sliding on intersection line (joints 1&2)

COLEGIO OF. ING. TÉC., MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

Joint Sets 1&2 line of Intersection:

Plunge [deg]	Trend [deg]	Length [m]
55.82	330.51	4.00

Trace Lengths:

	Slope Face [m]	Upper Face [m]
Joint 1	3.78	0.54
Joint 2	3.71	0.56

Persistence:

- Joint 1 [m]: 4.00
- Joint 2 [m]: 4.00

Intersection Angles:

	Slope Face	Upper Face
Joint 1 & Joint 2	7.05	49.68
Joint 1 & Crest	78.01	67.52
Joint 2 & Crest	94.94	62.80

Dip and Dip Direction:

	Dip [deg]	Dip Direction [deg]
Joint Set 1	68.00	24.00
Joint Set 2	81.00	254.00
Slope	63.00	317.00
Upper Face	1.00	0.00

Joint Set 1 Data:

- Cohesion [t/m^2]: 0.30
- Friction Angle [deg]: 30.00

Joint Set 2 Data:

COLEGIO OF. ING. TÉC., MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

- Cohesion [t/m^2]: 0.30
- Friction Angle [deg]: 30.00

Slope Data:

- Slope height [m]: 40.00
- Rock unit weight [t/m^3]: 2.70
- Water pressures in the slope: YES
- Overhanging slope face: NO
- Externally applied force: NO
- Tension crack: NO

Water Pressure Data:

- Water unit weight [t/m^3]: 1.000
- Pressure definition method: Percent Filled Fissures
- Percent Filled: 30.000 %

Wedge Vertices:

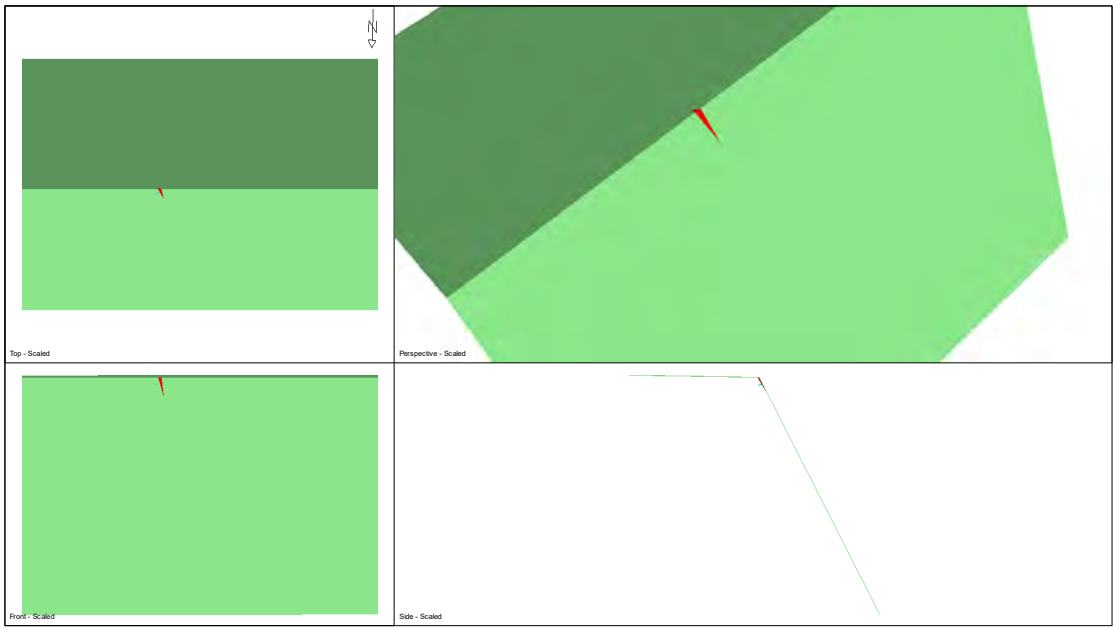
- Coordinates in Easting,Northing,Up Format
- 1=Joint1, 2=Joint2, 3=Upper Face, 4=Slope

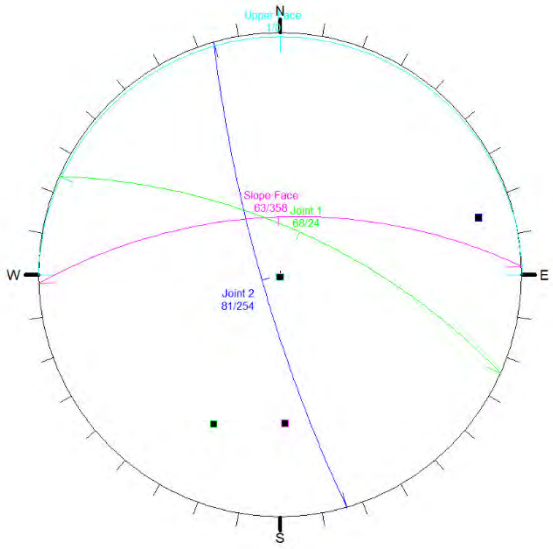
Point	x	y	z
124	0.000	0.000	0.000
134	0.610	-1.734	3.305
234	0.949	-1.414	3.300
123	1.106	-1.956	3.309

COLEGIO OF. ING. TÉC., MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

3.2.4. Talud 63/358

a. Cuña J2-J6





Swedge Analysis Information

Document Name:

- EX3_358-63_J2J6

COLEGIO OF. ING. TÉC., MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

Project Summary:

- Job Title: SWEDGE - Surface Wedge Stability Analysis
- Date Created: 31/07/2024, 16:17:22

Analysis Results:

- Analysis type: Deterministic
- Wedge is scaled, scale factor: 0.0826
- Safety Factor: 3.2703
- Wedge height (on slope) [m]: 3.30
- Bench width (on upper face) [m]: 0.31
- Wedge volume [m^3]: 0.094
- Wedge weight [tonnes]: 0.252
- Wedge area (joint1) [m^2]: 1.25
- Wedge area (joint2) [m^2]: 0.53
- Wedge area (slope) [m^2]: 1.02
- Wedge area (upper face) [m^2]: 0.09

Effective Normal and Strength Properties:

	Joint 1	Joint 2
Effective Normal force [tonnes]	0.14	0.12
Effective Normal stress [t/m^2]	0.11	0.22
Shear Strength [t/m^2]	0.37	0.43
Strength due to Waviness [t/m^2]	0.00	0.00

- Driving force [tonnes]: 0.21
- Resisting force [tonnes]: 0.68

Water Pressures/Forces:

	Average pressure [t/m^2]	Water force [tonnes]
Joint 1	N/A	0.02
Joint 2	N/A	0.01
Fissures	0.01	N/A

Failure Mode:

COLEGIO OF. ING. TÉC., MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

- Sliding on intersection line (joints 1&2)

Joint Sets 1&2 line of Intersection:

Plunge [deg]	Trend [deg]	Length [m]
55.82	330.51	4.00

Trace Lengths:

	Slope Face [m]	Upper Face [m]
Joint 1	3.73	0.70
Joint 2	3.83	0.32

Persistence:

- Joint 1 [m]: 4.00
- Joint 2 [m]: 4.00

Intersection Angles:

	Slope Face	Upper Face
Joint 1 & Joint 2	8.25	49.68
Joint 1 & Crest	96.22	26.19
Joint 2 & Crest	75.54	104.13

Dip and Dip Direction:

	Dip [deg]	Dip Direction [deg]
Joint Set 1	68.00	24.00
Joint Set 2	81.00	254.00
Slope	63.00	358.00
Upper Face	1.00	0.00

Joint Set 1 Data:

- Cohesion [t/m^2]: 0.30
- Friction Angle [deg]: 30.00

COLEGIO OF. ING. TÉC., MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

Joint Set 2 Data:

- Cohesion [t/m^2]: 0.30
- Friction Angle [deg]: 30.00

Slope Data:

- Slope height [m]: 40.00
- Rock unit weight [t/m^3]: 2.70
- Water pressures in the slope: YES
- Overhanging slope face: NO
- Externally applied force: NO
- Tension crack: NO

Water Pressure Data:

- Water unit weight [t/m^3]: 1.000
- Pressure definition method: Percent Filled Fissures
- Percent Filled: 30.000 %

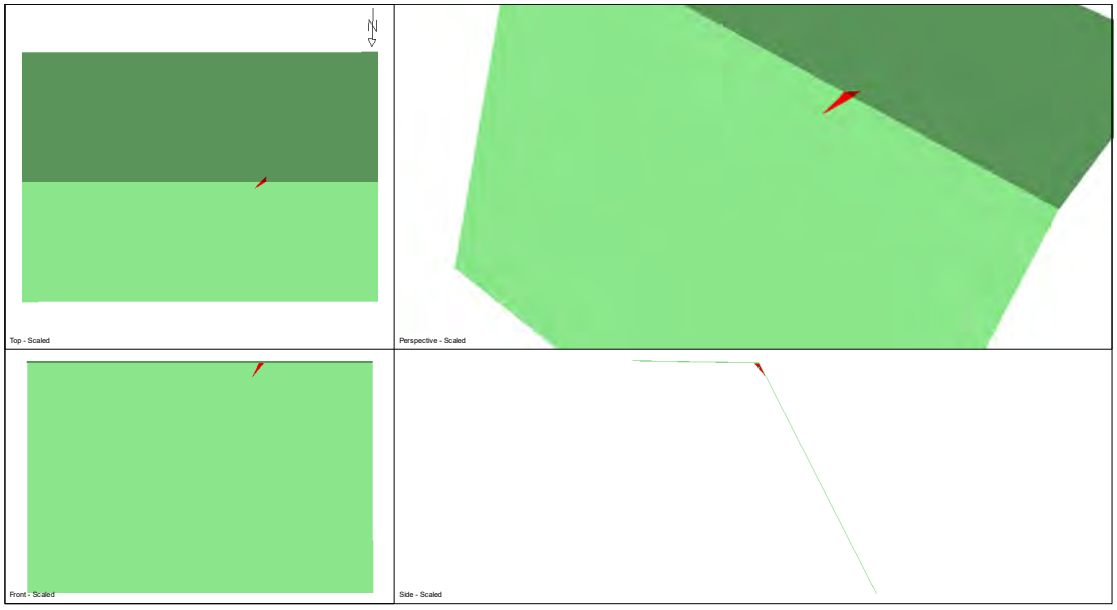
Wedge Vertices:

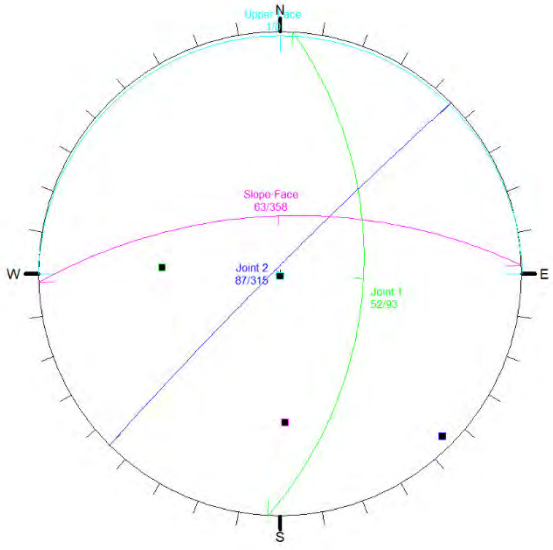
- Coordinates in Easting,Northing,Up Format
- 1=Joint1, 2=Joint2, 3=Upper Face, 4=Slope

Point	x	y	z
124	0.000	0.000	0.000
134	0.465	-1.668	3.304
234	1.017	-1.649	3.304
123	1.106	-1.956	3.309

COLEGIO OF. ING. TÉC., MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

b. Cuña J4-J5





Swedge Analysis Information

Document Name:

- EX3_358-63_J4J5

Project Summary:

COLEGIO OF. ING. TÉC. MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

- Job Title: SWEDGE - Surface Wedge Stability Analysis
- Date Created: 31/07/2024, 16:17:22

Analysis Results:

- Analysis type: Deterministic
- Wedge is scaled, scale factor: 0.0628
- Safety Factor: 3.0539
- Wedge height (on slope) [m]: 2.51
- Bench width (on upper face) [m]: 0.93
- Wedge volume [m^3]: 0.348
- Wedge weight [tonnes]: 0.939
- Wedge area (joint1) [m^2]: 1.47
- Wedge area (joint2) [m^2]: 1.70
- Wedge area (slope) [m^2]: 1.27
- Wedge area (upper face) [m^2]: 0.42

Effective Normal and Strength Properties:

	Joint 1	Joint 2
Effective Normal force [tonnes]	0.85	0.51
Effective Normal stress [t/m^2]	0.58	0.30
Shear Strength [t/m^2]	0.63	0.47
Strength due to Waviness [t/m^2]	0.03	0.02

- Driving force [tonnes]: 0.59
- Resisting force [tonnes]: 1.81

Water Pressures/Forces:

	Average pressure [t/m^2]	Water force [tonnes]
Joint 1	N/A	0.02
Joint 2	N/A	0.02
Fissures	0.01	N/A

Failure Mode:

- Sliding on intersection line (joints 1&2)

COLEGIO OF. ING. TÉC., MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

Joint Sets 1&2 line of Intersection:

Plunge [deg]	Trend [deg]	Length [m]
39.18	42.55	4.00

Trace Lengths:

	Slope Face [m]	Upper Face [m]
Joint 1	3.50	0.94
Joint 2	3.05	1.36

Persistence:

- Joint 1 [m]: 4.00
- Joint 2 [m]: 4.00

Intersection Angles:

	Slope Face	Upper Face
Joint 1 & Joint 2	13.74	41.18
Joint 1 & Crest	53.51	95.80
Joint 2 & Crest	112.74	43.02

Dip and Dip Direction:

	Dip [deg]	Dip Direction [deg]
Joint Set 1	52.00	93.00
Joint Set 2	87.00	315.00
Slope	63.00	358.00
Upper Face	1.00	0.00

Joint Set 1 Data:

- Cohesion [t/m^2]: 0.30
- Friction Angle [deg]: 30.00

Joint Set 2 Data:

COLEGIO OF. ING. TÉC., MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

- Cohesion [t/m^2]: 0.30
- Friction Angle [deg]: 30.00

Slope Data:

- Slope height [m]: 40.00
- Rock unit weight [t/m^3]: 2.70
- Water pressures in the slope: YES
- Overhanging slope face: NO
- Externally applied force: NO
- Tension crack: NO

Water Pressure Data:

- Water unit weight [t/m^3]: 1.000
- Pressure definition method: Percent Filled Fissures
- Percent Filled: 30.000 %

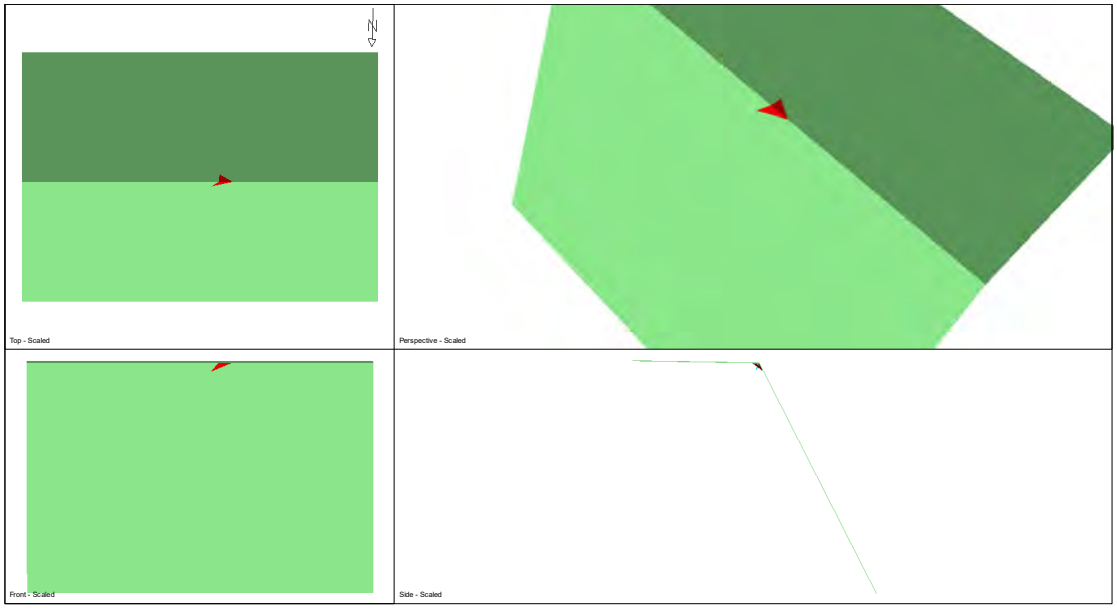
Wedge Vertices:

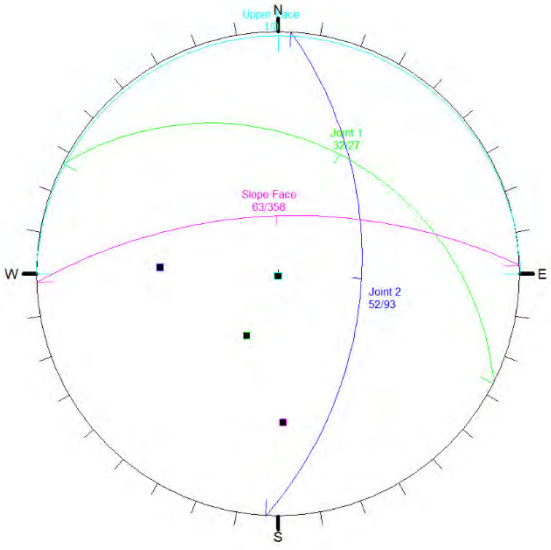
- Coordinates in Easting,Northing,Up Format
- 1=Joint1, 2=Joint2, 3=Upper Face, 4=Slope

Point	x	y	z
124	0.000	0.000	0.000
134	-2.035	-1.351	2.511
234	-1.133	-1.319	2.510
123	-2.097	-2.284	2.527

COLEGIO OF. ING. TÉC., MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

c. Cuña J1-J4





Swedge Analysis Information

Document Name:

- EX3_358-63_J1J4

Project Summary:

COLEGIO OF. ING. TÉC. MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

- Job Title: SWEDGE - Surface Wedge Stability Analysis
- Date Created: 31/07/2024, 16:17:22

Analysis Results:

- Analysis type: Deterministic
- Wedge is scaled, scale factor: 0.0380
- Safety Factor: 2.0340
- Wedge height (on slope) [m]: 1.52
- Bench width (on upper face) [m]: 1.28
- Wedge volume [m^3]: 0.755
- Wedge weight [tonnes]: 2.037
- Wedge area (joint1) [m^2]: 3.74
- Wedge area (joint2) [m^2]: 1.22
- Wedge area (slope) [m^2]: 2.01
- Wedge area (upper face) [m^2]: 1.51

Effective Normal and Strength Properties:

	Joint 1	Joint 2
Effective Normal force [tonnes]	1.71	0.00
Effective Normal stress [t/m^2]	0.46	0.00
Shear Strength [t/m^2]	0.56	0.00
Strength due to Waviness [t/m^2]	0.02	0.00

- Driving force [tonnes]: 1.08
- Resisting force [tonnes]: 2.20

Water Pressures/Forces:

	Average pressure [t/m^2]	Water force [tonnes]
Joint 1	N/A	0.03
Joint 2	N/A	0.01
Fissures	0.01	N/A

Failure Mode:

- Sliding on joint1

COLEGIO OF. ING. TÉC., MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

Joint Sets 1&2 line of Intersection:

Plunge [deg]	Trend [deg]	Length [m]
31.90	32.10	2.91

Trace Lengths:

	Slope Face [m]	Upper Face [m]
Joint 1	4.00	2.57
Joint 2	2.12	1.28

Persistence:

- Joint 1 [m]: 4.00
- Joint 2 [m]: 2.91

Intersection Angles:

	Slope Face	Upper Face
Joint 1 & Joint 2	28.32	66.03
Joint 1 & Crest	25.19	29.77
Joint 2 & Crest	126.49	84.20

Dip and Dip Direction:

	Dip [deg]	Dip Direction [deg]
Joint Set 1	32.00	27.00
Joint Set 2	52.00	93.00
Slope	63.00	358.00
Upper Face	1.00	0.00

Joint Set 1 Data:

- Cohesion [t/m^2]: 0.30
- Friction Angle [deg]: 30.00

Joint Set 2 Data:

COLEGIO OF. ING. TÉC., MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

- Cohesion [t/m^2]: 0.30
- Friction Angle [deg]: 30.00

Slope Data:

- Slope height [m]: 40.00
- Rock unit weight [t/m^3]: 2.70
- Water pressures in the slope: YES
- Overhanging slope face: NO
- Externally applied force: NO
- Tension crack: NO

Water Pressure Data:

- Water unit weight [t/m^3]: 1.000
- Pressure definition method: Percent Filled Fissures
- Percent Filled: 30.000 %

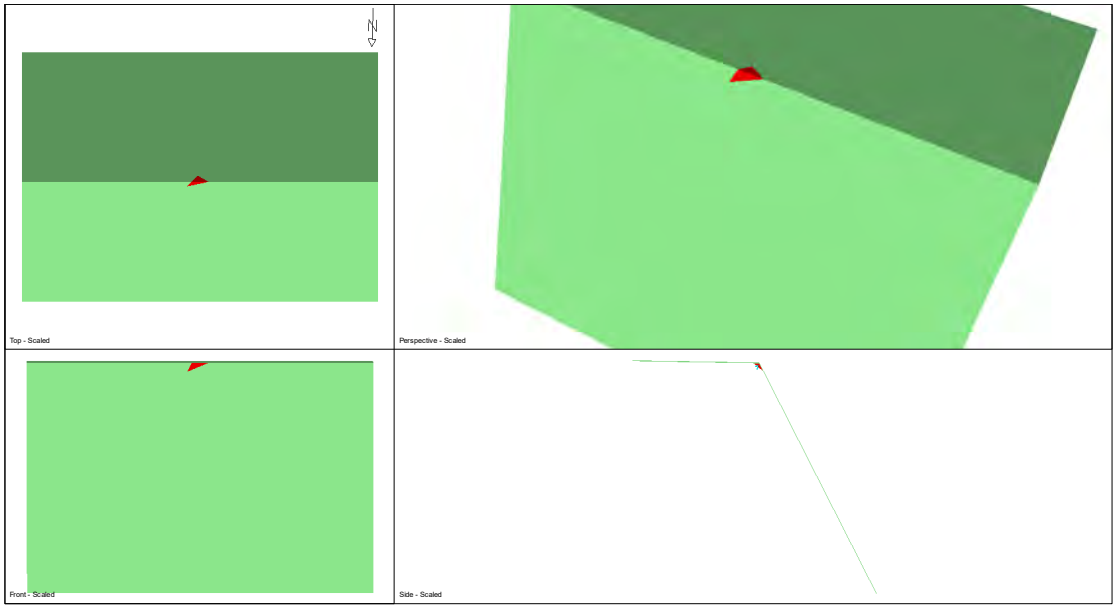
Wedge Vertices:

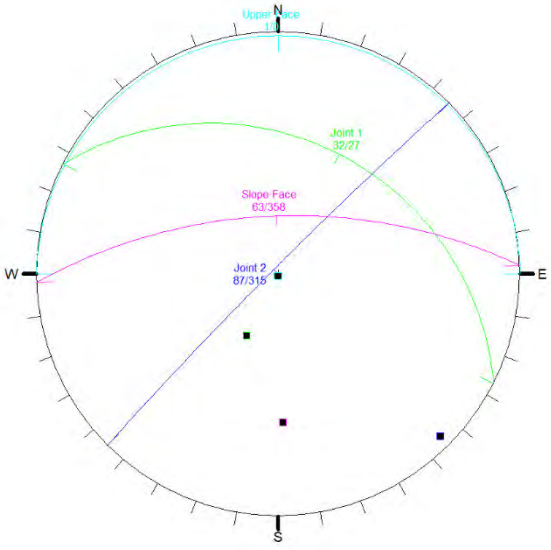
- Coordinates in Easting,Northing,Up Format
- 1=Joint1, 2=Joint2, 3=Upper Face, 4=Slope

Point	x	y	z
124	0.000	0.000	0.000
134	-3.589	-0.900	1.519
234	-1.230	-0.817	1.518
123	-1.315	-2.096	1.540

COLEGIO OF. ING. TÉC., MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

d. Cuña J1-J5





Swedge Analysis Information

Document Name:

- EX3_358-63_J1J5

Project Summary:

COLEGIO OF. ING. TÉC. MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

- Job Title: SWEDGE - Surface Wedge Stability Analysis
- Date Created: 31/07/2024, 16:17:22

Analysis Results:

- Analysis type: Deterministic
- Wedge is scaled, scale factor: 0.0380
- Safety Factor: 1.7526
- Wedge height (on slope) [m]: 1.52
- Bench width (on upper face) [m]: 1.03
- Wedge volume [m^3]: 0.750
- Wedge weight [tonnes]: 2.026
- Wedge area (joint1) [m^2]: 3.02
- Wedge area (joint2) [m^2]: 1.14
- Wedge area (slope) [m^2]: 2.47
- Wedge area (upper face) [m^2]: 1.50

Effective Normal and Strength Properties:

	Joint 1	Joint 2
Effective Normal force [tonnes]	1.70	0.00
Effective Normal stress [t/m^2]	0.56	0.00
Shear Strength [t/m^2]	0.62	0.00
Strength due to Waviness [t/m^2]	0.00	0.00

- Driving force [tonnes]: 1.08
- Resisting force [tonnes]: 1.88

Water Pressures/Forces:

	Average pressure [t/m^2]	Water force [tonnes]
Joint 1	N/A	0.02
Joint 2	N/A	0.01
Fissures	0.01	N/A

Failure Mode:

- Sliding on joint1

COLEGIO OF. ING. TÉC., MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

Joint Sets 1&2 line of Intersection:

Plunge [deg]	Trend [deg]	Length [m]
30.97	43.20	2.99

Trace Lengths:

	Slope Face [m]	Upper Face [m]
Joint 1	4.00	2.08
Joint 2	1.85	1.51

Persistence:

- Joint 1 [m]: 4.00
- Joint 2 [m]: 2.99

Intersection Angles:

	Slope Face	Upper Face
Joint 1 & Joint 2	42.07	107.21
Joint 1 & Crest	25.19	29.77
Joint 2 & Crest	112.74	43.02

Dip and Dip Direction:

	Dip [deg]	Dip Direction [deg]
Joint Set 1	32.00	27.00
Joint Set 2	87.00	315.00
Slope	63.00	358.00
Upper Face	1.00	0.00

Joint Set 1 Data:

- Cohesion [t/m^2]: 0.30
- Friction Angle [deg]: 30.00

Joint Set 2 Data:

COLEGIO OF. ING. TÉC., MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

- Cohesion [t/m^2]: 0.30
- Friction Angle [deg]: 30.00

Slope Data:

- Slope height [m]: 40.00
- Rock unit weight [t/m^3]: 2.70
- Water pressures in the slope: YES
- Overhanging slope face: NO
- Externally applied force: NO
- Tension crack: NO

Water Pressure Data:

- Water unit weight [t/m^3]: 1.000
- Pressure definition method: Percent Filled Fissures
- Percent Filled: 30.000 %

Wedge Vertices:

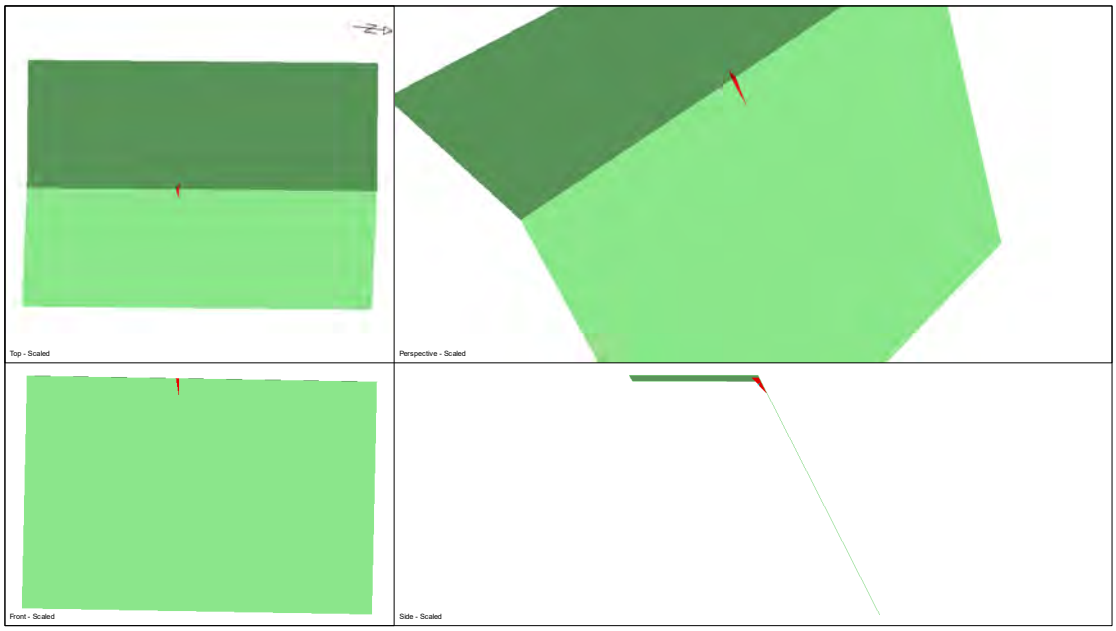
- Coordinates in Easting,Northing,Up Format
- 1=Joint1, 2=Joint2, 3=Upper Face, 4=Slope

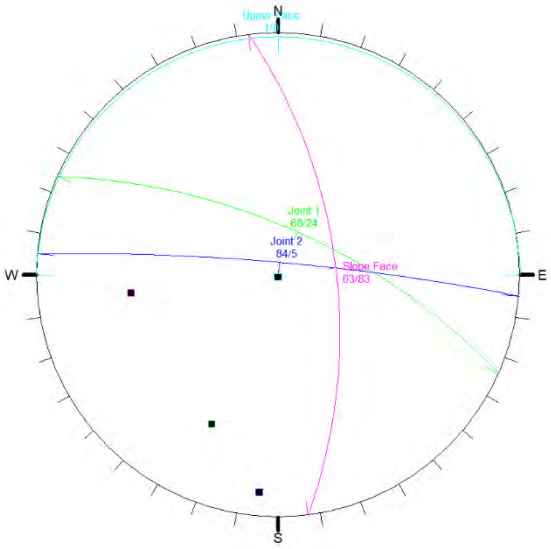
Point	x	y	z
124	0.000	0.000	0.000
134	-3.589	-0.900	1.519
234	-0.685	-0.798	1.517
123	-1.752	-1.866	1.536

COLEGIO OF. ING. TÉC., MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

3.2.5. Talud 63/083

a. J2-J3





Swedge Analysis Information

Document Name:

- EX3_083-63_J2J3

COLEGIO OF. ING. TÉC., MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

Project Summary:

- Job Title: SWEDGE - Surface Wedge Stability Analysis
- Date Created: 31/07/2024, 16:17:22

Analysis Results:

- Analysis type: Deterministic
- Wedge is scaled, scale factor: 0.0731
- Safety Factor: 4.5131
- Wedge height (on slope) [m]: 2.92
- Bench width (on upper face) [m]: 1.25
- Wedge volume [m^3]: 0.294
- Wedge weight [tonnes]: 0.792
- Wedge area (joint1) [m^2]: 2.29
- Wedge area (joint2) [m^2]: 1.87
- Wedge area (slope) [m^2]: 0.79
- Wedge area (upper face) [m^2]: 0.30

Effective Normal and Strength Properties:

	Joint 1	Joint 2
Effective Normal force [tonnes]	1.27	1.08
Effective Normal stress [t/m^2]	0.56	0.58
Shear Strength [t/m^2]	0.62	0.63
Strength due to Waviness [t/m^2]	0.00	0.00

- Driving force [tonnes]: 0.58
- Resisting force [tonnes]: 2.60

Water Pressures/Forces:

	Average pressure [t/m^2]	Water force [tonnes]
Joint 1	N/A	0.03
Joint 2	N/A	0.02
Fissures	0.01	N/A

Failure Mode:

COLEGIO OF. ING. TÉC., MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

- Sliding on intersection line (joints 1&2)

Joint Sets 1&2 line of Intersection:

Plunge [deg]	Trend [deg]	Length [m]
46.72	88.59	4.00

Trace Lengths:

	Slope Face [m]	Upper Face [m]
Joint 1	3.32	1.45
Joint 2	3.27	1.27

Persistence:

- Joint 1 [m]: 4.00
- Joint 2 [m]: 4.00

Intersection Angles:

	Slope Face	Upper Face
Joint 1 & Joint 2	8.42	19.16
Joint 1 & Crest	80.51	59.34
Joint 2 & Crest	91.07	101.50

Dip and Dip Direction:

	Dip [deg]	Dip Direction [deg]
Joint Set 1	68.00	24.00
Joint Set 2	84.00	5.00
Slope	63.00	83.00
Upper Face	1.00	0.00

Joint Set 1 Data:

- Cohesion [t/m^2]: 0.30
- Friction Angle [deg]: 30.00

COLEGIO OF. ING. TÉC., MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

Joint Set 2 Data:

- Cohesion [t/m^2]: 0.30
- Friction Angle [deg]: 30.00

Slope Data:

- Slope height [m]: 40.00
- Rock unit weight [t/m^3]: 2.70
- Water pressures in the slope: YES
- Overhanging slope face: NO
- Externally applied force: NO
- Tension crack: NO

Water Pressure Data:

- Water unit weight [t/m^3]: 1.000
- Pressure definition method: Percent Filled Fissures
- Percent Filled: 30.000 %

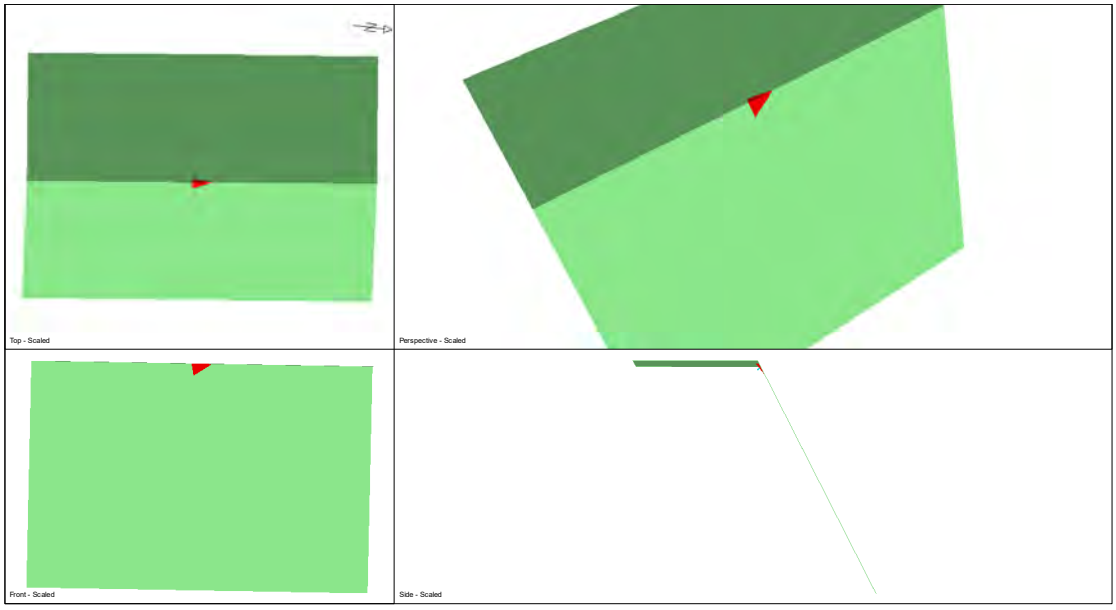
Wedge Vertices:

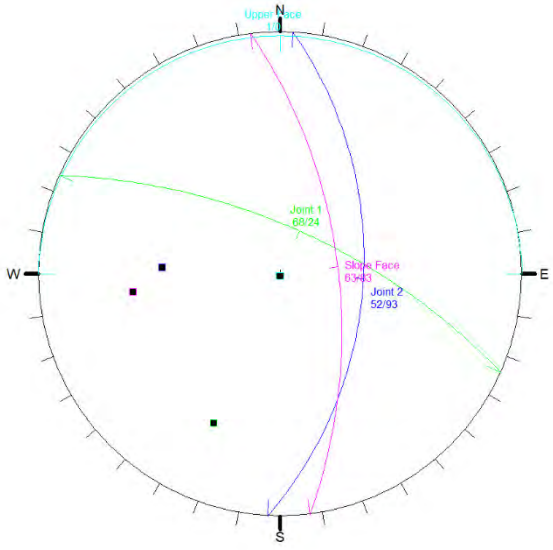
- Coordinates in Easting,Northing,Up Format
- 1=Joint1, 2=Joint2, 3=Upper Face, 4=Slope

Point	x	y	z
124	0.000	0.000	0.000
134	-1.419	-0.661	2.922
234	-1.474	-0.178	2.914
123	-2.741	-0.067	2.912

COLEGIO OF. ING. TÉC., MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

b. Cuña J2-J4





Swedge Analysis Information

Document Name:

- EX3_083-63_J2J4

Project Summary:

COLEGIO OF. ING. TÉC., MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

- Job Title: SWEDGE - Surface Wedge Stability Analysis
- Date Created: 31/07/2024, 16:17:22

Analysis Results:

- Analysis type: Deterministic
- Wedge is scaled, scale factor: 0.0525
- Safety Factor: 1.4523
- Wedge height (on slope) [m]: 2.10
- Bench width (on upper face) [m]: 0.59
- Wedge volume [m^3]: 0.752
- Wedge weight [tonnes]: 2.030
- Wedge area (joint1) [m^2]: 0.78
- Wedge area (joint2) [m^2]: 4.42
- Wedge area (slope) [m^2]: 4.27
- Wedge area (upper face) [m^2]: 1.08

Effective Normal and Strength Properties:

	Joint 1	Joint 2
Effective Normal force [tonnes]	0.18	1.11
Effective Normal stress [t/m^2]	0.23	0.25
Shear Strength [t/m^2]	0.44	0.45
Strength due to Waviness [t/m^2]	0.00	0.00

- Driving force [tonnes]: 1.59
- Resisting force [tonnes]: 2.31

Water Pressures/Forces:

	Average pressure [t/m^2]	Water force [tonnes]
Joint 1	N/A	0.01
Joint 2	N/A	0.04
Fissures	0.01	N/A

Failure Mode:

- Sliding on intersection line (joints 1&2)

COLEGIO OF. ING. TÉC., MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

Joint Sets 1&2 line of Intersection:

Plunge [deg]	Trend [deg]	Length [m]
51.60	83.35	2.68

Trace Lengths:

	Slope Face [m]	Upper Face [m]
Joint 1	2.38	0.69
Joint 2	4.00	3.33

Persistence:

- Joint 1 [m]: 2.68
- Joint 2 [m]: 4.00

Intersection Angles:

	Slope Face	Upper Face
Joint 1 & Joint 2	63.49	110.39
Joint 1 & Crest	80.51	59.34
Joint 2 & Crest	36.00	10.27

Dip and Dip Direction:

	Dip [deg]	Dip Direction [deg]
Joint Set 1	68.00	24.00
Joint Set 2	52.00	93.00
Slope	63.00	83.00
Upper Face	1.00	0.00

Joint Set 1 Data:

- Cohesion [t/m^2]: 0.30
- Friction Angle [deg]: 30.00

Joint Set 2 Data:

COLEGIO OF. ING. TÉC., MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

- Cohesion [t/m^2]: 0.30
- Friction Angle [deg]: 30.00

Slope Data:

- Slope height [m]: 40.00
- Rock unit weight [t/m^3]: 2.70
- Water pressures in the slope: YES
- Overhanging slope face: NO
- Externally applied force: NO
- Tension crack: NO

Water Pressure Data:

- Water unit weight [t/m^3]: 1.000
- Pressure definition method: Percent Filled Fissures
- Percent Filled: 30.000 %

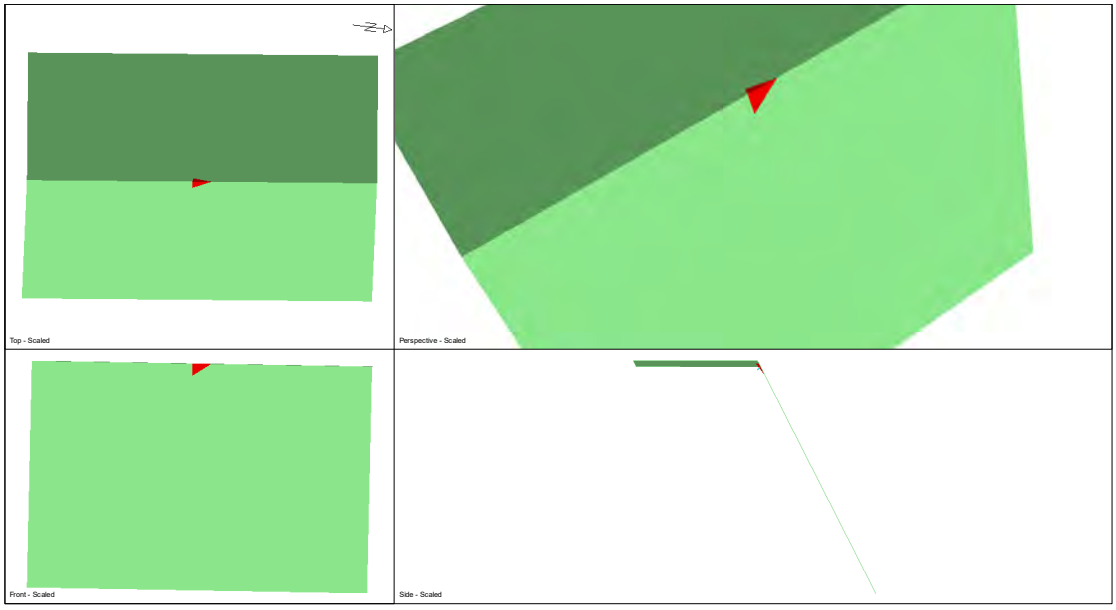
Wedge Vertices:

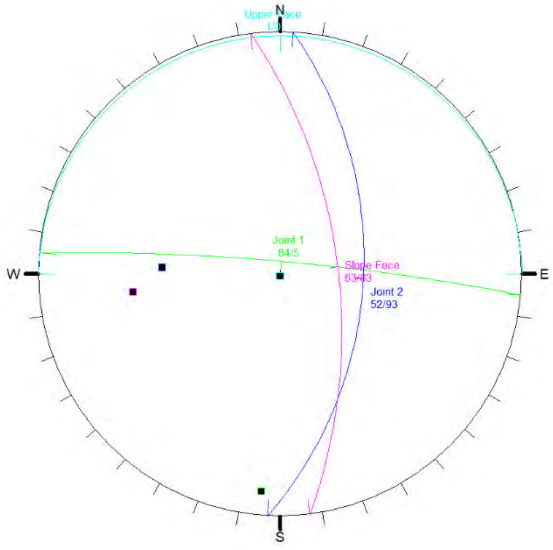
- Coordinates in Easting,Northing,Up Format
- 1=Joint1, 2=Joint2, 3=Upper Face, 4=Slope

Point	x	y	z
124	0.000	0.000	0.000
134	-1.020	-0.475	2.101
234	-1.431	3.130	2.038
123	-1.650	-0.192	2.096

COLEGIO OF. ING. TÉC., MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

c. Cuña J3-J4





Swedge Analysis Information

Document Name:

- EX3_083-63_J3J4

Project Summary:

COLEGIO OF. ING. TÉC. MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

- Job Title: SWEDGE - Surface Wedge Stability Analysis
- Date Created: 31/07/2024, 16:17:22

Analysis Results:

- Analysis type: Deterministic
- Wedge is scaled, scale factor: 0.0524
- Safety Factor: 1.5168
- Wedge height (on slope) [m]: 2.10
- Bench width (on upper face) [m]: 0.57
- Wedge volume [m^3]: 0.656
- Wedge weight [tonnes]: 1.771
- Wedge area (joint1) [m^2]: 0.62
- Wedge area (joint2) [m^2]: 4.27
- Wedge area (slope) [m^2]: 3.86
- Wedge area (upper face) [m^2]: 0.94

Effective Normal and Strength Properties:

	Joint 1	Joint 2
Effective Normal force [tonnes]	0.08	1.04
Effective Normal stress [t/m^2]	0.13	0.24
Shear Strength [t/m^2]	0.37	0.44
Strength due to Waviness [t/m^2]	0.00	0.00

- Driving force [tonnes]: 1.39
- Resisting force [tonnes]: 2.11

Water Pressures/Forces:

	Average pressure [t/m^2]	Water force [tonnes]
Joint 1	N/A	0.01
Joint 2	N/A	0.04
Fissures	0.01	N/A

Failure Mode:

- Sliding on intersection line (joints 1&2)

COLEGIO OF. ING. TÉC., MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

Joint Sets 1&2 line of Intersection:

Plunge [deg]	Trend [deg]	Length [m]
51.86	87.31	2.66

Trace Lengths:

	Slope Face [m]	Upper Face [m]
Joint 1	2.35	0.59
Joint 2	4.00	3.21

Persistence:

- Joint 1 [m]: 2.66
- Joint 2 [m]: 4.00

Intersection Angles:

	Slope Face	Upper Face
Joint 1 & Joint 2	55.07	91.23
Joint 1 & Crest	88.93	78.50
Joint 2 & Crest	36.00	10.27

Dip and Dip Direction:

	Dip [deg]	Dip Direction [deg]
Joint Set 1	84.00	5.00
Joint Set 2	52.00	93.00
Slope	63.00	83.00
Upper Face	1.00	0.00

Joint Set 1 Data:

- Cohesion [t/m^2]: 0.30
- Friction Angle [deg]: 30.00

Joint Set 2 Data:

COLEGIO OF. ING. TÉC., MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

- Cohesion [t/m^2]: 0.30
- Friction Angle [deg]: 30.00

Slope Data:

- Slope height [m]: 40.00
- Rock unit weight [t/m^3]: 2.70
- Water pressures in the slope: YES
- Overhanging slope face: NO
- Externally applied force: NO
- Tension crack: NO

Water Pressure Data:

- Water unit weight [t/m^3]: 1.000
- Pressure definition method: Percent Filled Fissures
- Percent Filled: 30.000 %

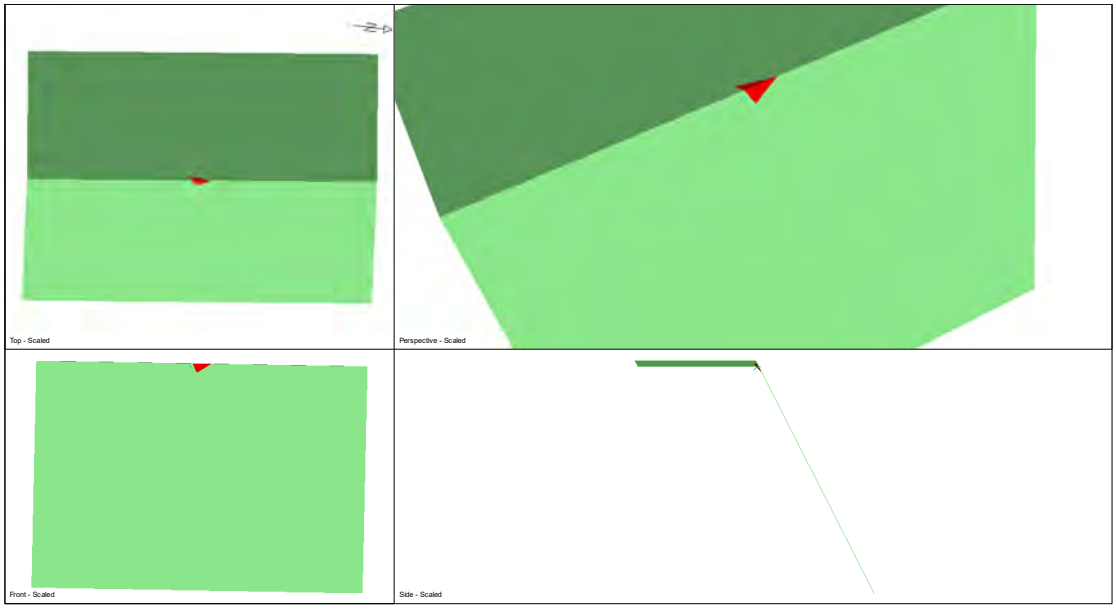
Wedge Vertices:

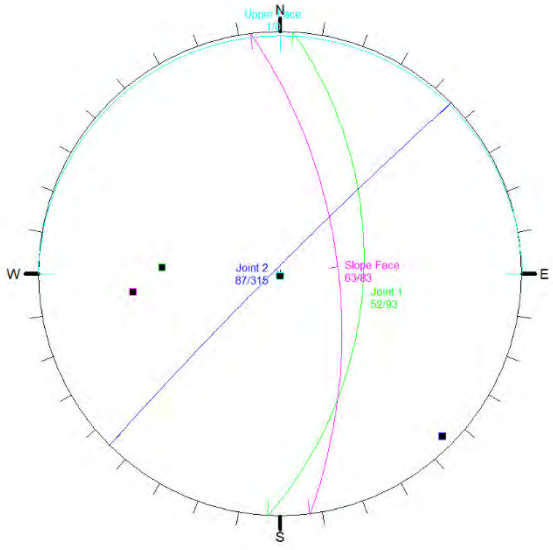
- Coordinates in Easting,Northing,Up Format
- 1=Joint1, 2=Joint2, 3=Upper Face, 4=Slope

Point	x	y	z
124	0.000	0.000	0.000
134	-1.060	-0.128	2.095
234	-1.431	3.130	2.038
123	-1.643	-0.077	2.094

COLEGIO OF. ING. TÉC., MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

d. Cuña J4-J5





Swedge Analysis Information

Document Name:

- EX3_083-63_J4J5

Project Summary:

COLEGIO OF. ING. TÉC., MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

- Job Title: SWEDGE - Surface Wedge Stability Analysis
- Date Created: 31/07/2024, 16:17:22

Analysis Results:

- Analysis type: Deterministic
- Wedge is scaled, scale factor: 0.0403
- Safety Factor: 2.7822
- Wedge height (on slope) [m]: 1.61
- Bench width (on upper face) [m]: 0.71
- Wedge volume [m^3]: 0.662
- Wedge weight [tonnes]: 1.787
- Wedge area (joint1) [m^2]: 4.19
- Wedge area (joint2) [m^2]: 0.76
- Wedge area (slope) [m^2]: 3.13
- Wedge area (upper face) [m^2]: 1.20

Effective Normal and Strength Properties:

	Joint 1	Joint 2
Effective Normal force [tonnes]	1.63	1.00
Effective Normal stress [t/m^2]	0.39	1.33
Shear Strength [t/m^2]	0.52	1.07
Strength due to Waviness [t/m^2]	0.02	0.07

- Driving force [tonnes]: 1.13
- Resisting force [tonnes]: 3.14

Water Pressures/Forces:

	Average pressure [t/m^2]	Water force [tonnes]
Joint 1	N/A	0.03
Joint 2	N/A	0.01
Fissures	0.01	N/A

Failure Mode:

- Sliding on intersection line (joints 1&2)

COLEGIO OF. ING. TÉC., MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

Joint Sets 1&2 line of Intersection:

Plunge [deg]	Trend [deg]	Length [m]
39.18	42.55	2.66

Trace Lengths:

	Slope Face [m]	Upper Face [m]
Joint 1	3.16	4.00
Joint 2	2.03	0.91

Persistence:

- Joint 1 [m]: 4.00
- Joint 2 [m]: 2.66

Intersection Angles:

	Slope Face	Upper Face
Joint 1 & Joint 2	77.60	41.18
Joint 1 & Crest	36.00	10.27
Joint 2 & Crest	66.40	128.55

Dip and Dip Direction:

	Dip [deg]	Dip Direction [deg]
Joint Set 1	52.00	93.00
Joint Set 2	87.00	315.00
Slope	63.00	83.00
Upper Face	1.00	0.00

Joint Set 1 Data:

- Cohesion [t/m^2]: 0.30
- Friction Angle [deg]: 30.00

Joint Set 2 Data:

COLEGIO OF. ING. TÉC., MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

- Cohesion [t/m^2]: 0.30
- Friction Angle [deg]: 30.00

Slope Data:

- Slope height [m]: 40.00
- Rock unit weight [t/m^3]: 2.70
- Water pressures in the slope: YES
- Overhanging slope face: NO
- Externally applied force: NO
- Tension crack: NO

Water Pressure Data:

- Water unit weight [t/m^3]: 1.000
- Pressure definition method: Percent Filled Fissures
- Percent Filled: 30.000 %

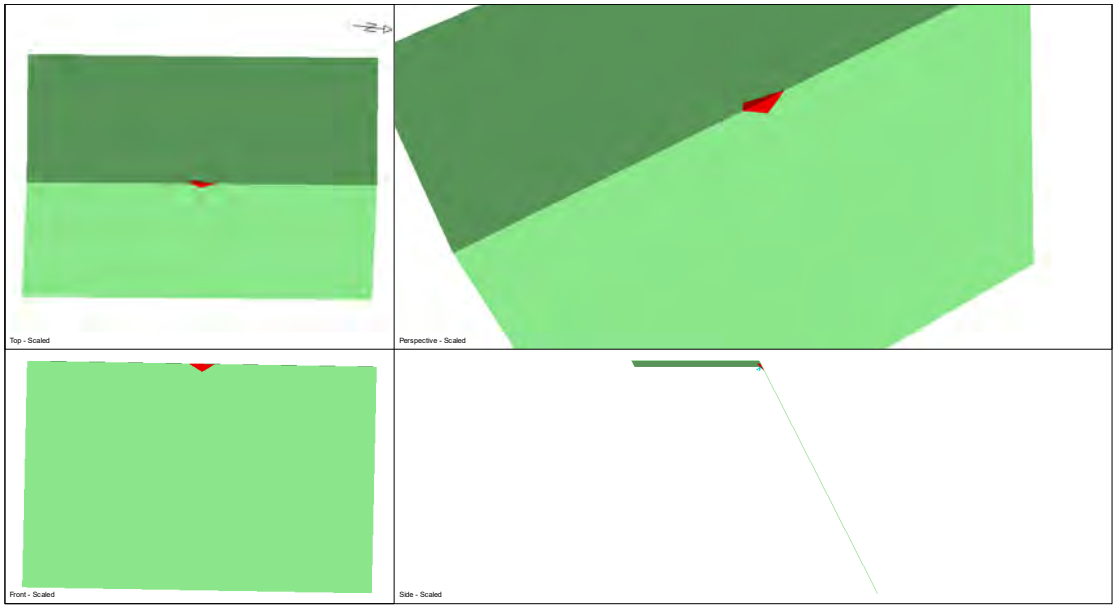
Wedge Vertices:

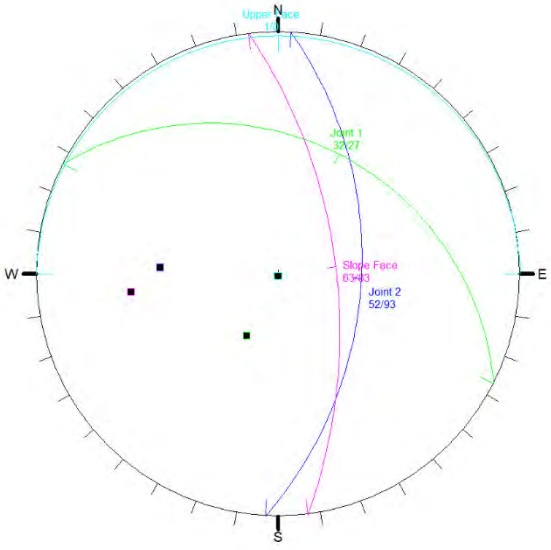
- Coordinates in Easting,Northing,Up Format
- 1=Joint1, 2=Joint2, 3=Upper Face, 4=Slope

Point	x	y	z
124	0.000	0.000	0.000
134	-1.130	2.472	1.610
234	-0.749	-0.873	1.669
123	-1.394	-1.518	1.680

COLEGIO OF. ING. TÉC., MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

e. Cuña J1-J4





Swedge Analysis Information

Document Name:

- EX3_083-63_J1J4

Project Summary:

COLEGIO OF. ING. TÉC. MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

- Job Title: SWEDGE - Surface Wedge Stability Analysis
- Date Created: 31/07/2024, 16:17:22

Analysis Results:

- Analysis type: Deterministic
- Wedge is scaled, scale factor: 0.0355
- Safety Factor: 2.3616
- Wedge height (on slope) [m]: 1.42
- Bench width (on upper face) [m]: 0.71
- Wedge volume [m^3]: 0.726
- Wedge weight [tonnes]: 1.960
- Wedge area (joint1) [m^2]: 1.15
- Wedge area (joint2) [m^2]: 3.50
- Wedge area (slope) [m^2]: 3.43
- Wedge area (upper face) [m^2]: 1.58

Effective Normal and Strength Properties:

	Joint 1	Joint 2
Effective Normal force [tonnes]	1.58	0.09
Effective Normal stress [t/m^2]	1.37	0.02
Shear Strength [t/m^2]	1.09	0.31
Strength due to Waviness [t/m^2]	0.07	0.00

- Driving force [tonnes]: 1.04
- Resisting force [tonnes]: 2.45

Water Pressures/Forces:

	Average pressure [t/m^2]	Water force [tonnes]
Joint 1	N/A	0.01
Joint 2	N/A	0.02
Fissures	0.01	N/A

Failure Mode:

- Sliding on intersection line (joints 1&2)

COLEGIO OF. ING. TÉC., MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

Joint Sets 1&2 line of Intersection:

Plunge [deg]	Trend [deg]	Length [m]
31.90	32.10	2.68

Trace Lengths:

	Slope Face [m]	Upper Face [m]
Joint 1	2.76	0.86
Joint 2	2.64	4.00

Persistence:

- Joint 1 [m]: 2.76
- Joint 2 [m]: 4.00

Intersection Angles:

	Slope Face	Upper Face
Joint 1 & Joint 2	109.84	113.97
Joint 1 & Crest	34.16	55.76
Joint 2 & Crest	36.00	10.27

Dip and Dip Direction:

	Dip [deg]	Dip Direction [deg]
Joint Set 1	32.00	27.00
Joint Set 2	52.00	93.00
Slope	63.00	83.00
Upper Face	1.00	0.00

Joint Set 1 Data:

- Cohesion [t/m^2]: 0.30
- Friction Angle [deg]: 30.00

Joint Set 2 Data:

COLEGIO OF. ING. TÉC., MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

- Cohesion [t/m^2]: 0.30
- Friction Angle [deg]: 30.00

Slope Data:

- Slope height [m]: 40.00
- Rock unit weight [t/m^3]: 2.70
- Water pressures in the slope: YES
- Overhanging slope face: NO
- Externally applied force: NO
- Tension crack: NO

Water Pressure Data:

- Water unit weight [t/m^3]: 1.000
- Pressure definition method: Percent Filled Fissures
- Percent Filled: 30.000 %

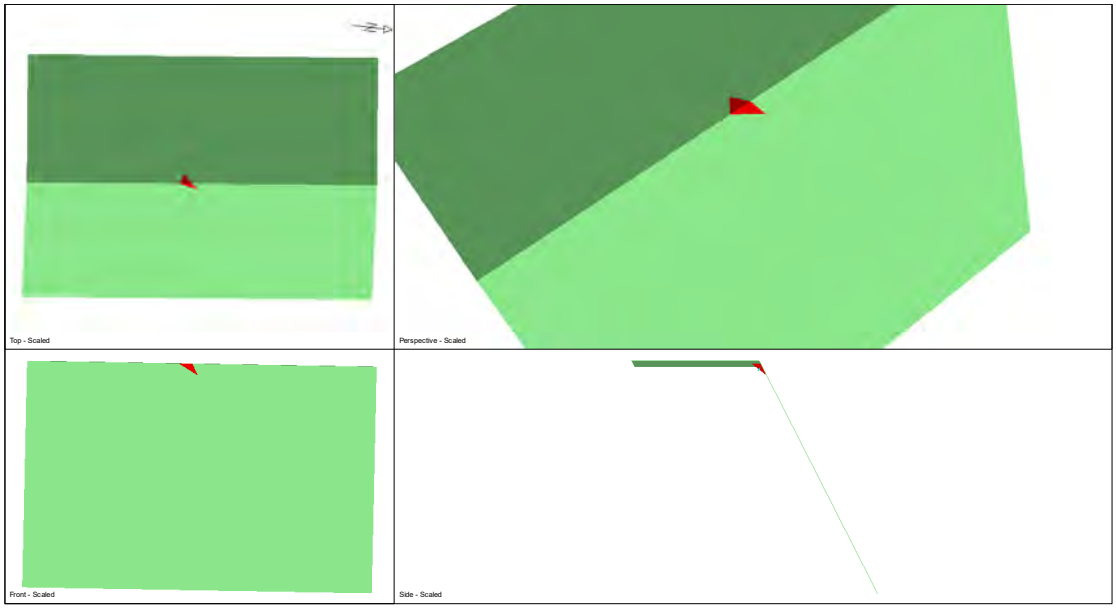
Wedge Vertices:

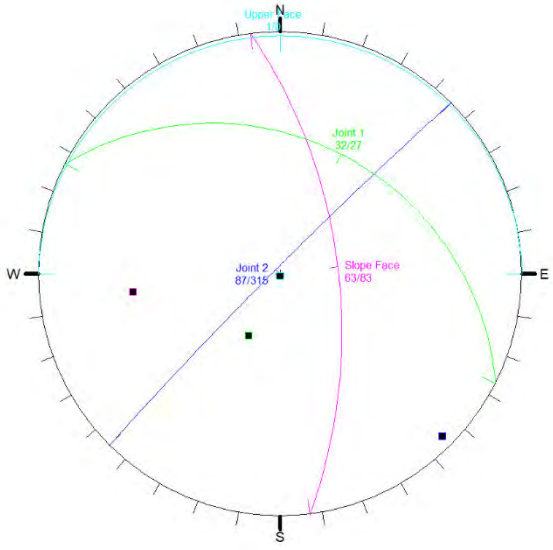
- Coordinates in Easting,Northing,Up Format
- 1=Joint1, 2=Joint2, 3=Upper Face, 4=Slope

Point	x	y	z
124	0.000	0.000	0.000
134	-0.444	-2.327	1.422
234	-0.944	2.065	1.345
123	-1.208	-1.925	1.415

COLEGIO OF. ING. TÉC., MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

f. Cuña J1-J5





Swedge Analysis Information

Document Name:

- EX3_083-63_J1J5

Project Summary:

COLEGIO OF. ING. TÉC. MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

- Job Title: SWEDGE - Surface Wedge Stability Analysis
- Date Created: 31/07/2024, 16:17:22

Analysis Results:

- Analysis type: Deterministic
- Wedge is scaled, scale factor: 0.0515
- Safety Factor: 2.1172
- Wedge height (on slope) [m]: 2.06
- Bench width (on upper face) [m]: 1.58
- Wedge volume [m^3]: 1.223
- Wedge weight [tonnes]: 3.301
- Wedge area (joint1) [m^2]: 3.69
- Wedge area (joint2) [m^2]: 2.02
- Wedge area (slope) [m^2]: 2.61
- Wedge area (upper face) [m^2]: 1.84

Effective Normal and Strength Properties:

	Joint 1	Joint 2
Effective Normal force [tonnes]	2.85	0.41
Effective Normal stress [t/m^2]	0.77	0.20
Shear Strength [t/m^2]	0.75	0.42
Strength due to Waviness [t/m^2]	0.00	0.00

- Driving force [tonnes]: 1.70
- Resisting force [tonnes]: 3.60

Water Pressures/Forces:

	Average pressure [t/m^2]	Water force [tonnes]
Joint 1	N/A	0.03
Joint 2	N/A	0.02
Fissures	0.01	N/A

Failure Mode:

- Sliding on intersection line (joints 1&2)

COLEGIO OF. ING. TÉC., MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

Joint Sets 1&2 line of Intersection:

Plunge [deg]	Trend [deg]	Length [m]
30.97	43.20	3.97

Trace Lengths:

	Slope Face [m]	Upper Face [m]
Joint 1	4.00	1.91
Joint 2	2.45	2.02

Persistence:

- Joint 1 [m]: 4.00
- Joint 2 [m]: 3.97

Intersection Angles:

	Slope Face	Upper Face
Joint 1 & Joint 2	32.24	72.79
Joint 1 & Crest	34.16	55.76
Joint 2 & Crest	113.60	51.45

Dip and Dip Direction:

	Dip [deg]	Dip Direction [deg]
Joint Set 1	32.00	27.00
Joint Set 2	87.00	315.00
Slope	63.00	83.00
Upper Face	1.00	0.00

Joint Set 1 Data:

- Cohesion [t/m^2]: 0.30
- Friction Angle [deg]: 30.00

Joint Set 2 Data:

COLEGIO OF. ING. TÉC., MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

- Cohesion [t/m^2]: 0.30
- Friction Angle [deg]: 30.00

Slope Data:

- Slope height [m]: 40.00
- Rock unit weight [t/m^3]: 2.70
- Water pressures in the slope: YES
- Overhanging slope face: NO
- Externally applied force: NO
- Tension crack: NO

Water Pressure Data:

- Water unit weight [t/m^3]: 1.000
- Pressure definition method: Percent Filled Fissures
- Percent Filled: 30.000 %

Wedge Vertices:

- Coordinates in Easting,Northing,Up Format
- 1=Joint1, 2=Joint2, 3=Upper Face, 4=Slope

Point	x	y	z
124	0.000	0.000	0.000
134	-0.643	-3.369	2.058
234	-0.906	-1.056	2.018
123	-2.330	-2.482	2.043

COLEGIO OF. ING. TÉC., MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

2.2

ESCOMBRERAS PROYECTADAS

COLEGIO OF. ING. TÉC. MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

ÍNDICE

Pág nº

1. INTRODUCCIÓN 4

2. ELECCIÓN DEL EMPLAZAMIENTO PARA LAS IRM 8

2.1. ESCOMBRERA SUR 9
2.2. ESCOMBRERA LA MORTERA 12
2.3. ESCOMBRERA ENTREVALLES 15
2.4. ESCOMBRERA NORTE 21
2.5. ESCOMBRERA NORESTE 1 24
2.6. ESCOMBRERA NORESTE 2 27
2.7. ESCOMBRERA DE LA NAVE DE ELABORACIÓN 30
2.8. ÍNDICE DE LA CALIDAD DEL EMPLAZAMIENTO 33

3. ESTUDIOS DEL ÁREA ELEGIDA PARA LA UBICACIÓN DE LAS INSTALACIONES DE RESIDUOS MINEROS 38

4. DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE LAS INSTALACIONES DE RESIDUOS MINEROS 41

4.1. PARÁMETROS CONSTRUCTIVOS Y DISEÑO 42
4.1.1. Escombrera sur 42
4.1.2. Escombrera la mortera 44
4.1.3. Escombrera entrevalles 46
4.1.4. Escombrera norte 48
4.1.5. Escombrera noreste 1 50
4.1.6. Escombrera noreste 2 52
4.1.7. Escombrera de la nave de elaboración. 53
4.1.8. Diseño del sistema de impermeabilización de las irm 55
4.1.9. Diseño del sistema de drenaje asociado a las irm 56
4.1.10. Balsas de decantación 62
4.2. MÉTODO CONSTRUCTIVO 66
4.2.1. Preparación del terreno y cimentación 66
4.2.2. Colocación de los residuos en las instalaciones 67
4.2.3. Condiciones de vertido en las escombreras 69
4.2.4. Gestión de aguas de escorrentía 70
4.2.5. Cierre de las escombreras 70
4.2.6. Maquinaria 71

COLEGIO OF. ING. TÉC. MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

4.3. SECUENCIA DE OPERACIÓN Y FASES 71
4.4. ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DE LAS INSTALACIONES DE RESIDUOS MINEROS 78
4.4.1. Determinación de parámetros geomecánicos 79
4.4.2. Estudio sismológico y sismorresistente 81
4.4.2.1. Aceleración sísmica básica 83
4.4.2.2. Cálculos realizados en la zona de estudio 85
4.4.2.3. Influencia de las ondas sísmicas generadas por voladuras 87
4.4.3. Análisis de la capacidad portante del cimiento de las escombreras 92
4.4.3.1. Escombrera sur 94
4.4.3.2. Escombrera la mortera 96
4.4.3.3. Escombrera entrevalles 97
4.4.3.4. Escombrera norte 99
4.4.3.5. Escombrera noreste 1 100
4.4.3.6. Escombrera noreste 2 101
4.4.3.7. Escombrera de la nave de elaboración. 103
4.4.4. Análisis de estabilidad por perfiles 105
4.4.4.1. Factor de seguridad requerido 107
4.4.4.2. Escombrera sur 109
4.4.4.2.1. Perfil máximo en condiciones normales (drenada) 110
4.4.4.2.2. Perfil máximo en condiciones accidentales (sin drenar) 110
4.4.4.2.3. Perfil máximo en condiciones extremas (sin drenar y con sismicidad) 110
4.4.4.3. Escombrera la mortera 111
4.4.4.3.1. Perfil máximo en condiciones normales (drenada) 112
4.4.4.3.2. Perfil máximo en condiciones accidentales (sin drenar) 112
4.4.4.3.3. Perfil máximo en condiciones extremas (sin drenar y con sismicidad) 113
4.4.4.4. Escombrera entrevalles 113
4.4.4.4.1. Perfil máximo en condiciones normales (drenada) 114
4.4.4.4.2. Perfil máximo en condiciones accidentales (sin drenar) 115
4.4.4.4.3. Perfil máximo en condiciones extremas (sin drenar y con sismicidad) 116
4.4.4.5. Escombrera norte 117
4.4.4.5.1. Perfil máximo en condiciones normales (drenada) 118
4.4.4.5.2. Perfil máximo en condiciones accidentales (sin drenar) 119
4.4.4.5.3. Perfil máximo en condiciones extremas (sin drenar y con sismicidad) 119
4.4.4.6. Escombrera noreste 1 120
4.4.4.6.1. Perfil máximo en condiciones normales (drenada) 121
4.4.4.6.2. Perfil máximo en condiciones accidentales (sin drenar) 121
4.4.4.6.3. Perfil máximo en condiciones extremas (sin drenar y con sismicidad) 122
4.4.4.7. Escombrera noreste 2 122
4.4.4.7.1. Perfil máximo en condiciones normales (drenada) 124
4.4.4.7.2. Perfil máximo en condiciones accidentales (sin drenar) 124

COLEGIO OF. ING. TÉC. MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

4.4.4.7.3. Perfil máximo en condiciones extremas (sin drenar y con sismicidad)125
4.4.4.8. Escombrera de la nave de elaboración. 125
4.4.4.8.1. Perfil máximo en condiciones normales (drenada) 126
4.4.4.8.2. Perfil máximo en condiciones accidentales (sin drenar).....127
4.4.4.8.3. Perfil máximo en condiciones extremas (sin drenar y con sismicidad)127
4.4.4.9. Relleno en corta entrevalles.....128
4.4.5. Conclusiones del análisis de estabilidad por perfiles.....130

5. AFECCIONES AL MEDIO AMBIENTE Y A LA SALUD HUMANA..... 133

6. SEGUIMIENTO Y CONTROL DE INSTALACIONES DE RESIDUOS MINEROS..... 135

6.1. SEGUIMIENTO Y CONTROL ESTRUCTURAL.....136
6.1.1. Auscultación de las escombreras.....137
6.1.2. Registros visuales en los taludes de las escombreras.....139
6.1.3. Registro del sistema de drenajes de las escombreras 139
6.1.4. Informes.....141
6.2. SEGUIMIENTO Y CONTROL AMBIENTAL.....141

7. ANTEPROYECTO DE CIERRE Y CLAUSURA DE LAS INSTALACIONES DE RESIDUOS MINEROS..... 142

7.1. REMODELADO 142
7.2. EXTENDIDO DE TIERRA VEGETAL 143
7.3. ENMIENDAS Y MEJORAS EDÁFICAS 143
7.4. REVEGETACIÓN 144
7.5. RESTAURACIÓN DE LOS CANALES DE GUARDA Y CUNETAS PERIMETRALES.....146

8. MANTENIMIENTO Y CONTROL POST-CLAUSURA 148

9. REUTILIZACIÓN O ELIMINACIÓN DE LOS RESIDUOS MINEROS DEPOSITADOS EN LAS IRM 150

10. PRESUPUESTO..... 151

10.1. PRECIOS UNITARIOS 151
10.2. CONTROL Y SEGUIMIENTO 152
10.3. CONTROL Y SEGUIMIENTO POST-CLAUSURA 153
10.4. RESUMEN DEL PRESUPUESTO.....153

COLEGIO OF. ING. TÉC. MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

1. INTRODUCCIÓN

El presente documento contiene el proyecto constructivo de las instalaciones de residuos mineros (IRM) del Proyecto de Ampliación del Proyecto de Explotación de la Concesión de Pizarra "Termenón II" Nº 14.815 en el Término Municipal de Benuza (León). Este proyecto incluye todas las IRM indicadas en el proyecto de ampliación que hacen un total de 7:

- Escombrera Sur
- Escombrera La Mortera
- Escombrera Entrevalles
- Escombrera Norte
- Escombrera Noreste 1
- Escombrera Noreste 2
- Escombrera de la Nave de Elaboración.

A continuación, se incluye una serie de figuras con la localización de todas las escombreras en el conjunto de la explotación, con detalle de la localización de las escombreras de estériles de mina y el detalle de la escombrera que alberga los estériles de planta (escombrera de la Nave de Elaboración).

COLEGIO OF. ING. TÉC. MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

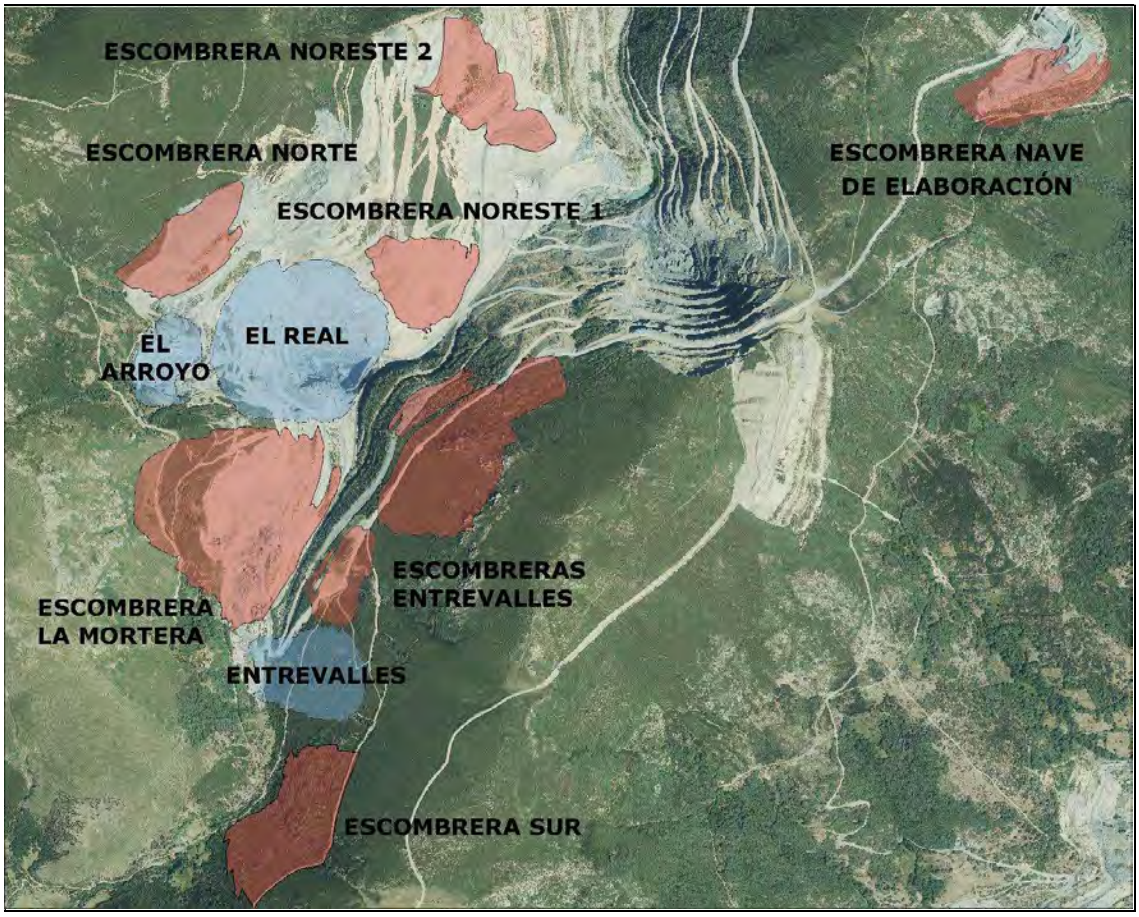


Figura 1.1.- Localización de las IRM del proyecto

Sombreado en rojo, la localización de las instalaciones de residuos mineros, en azul los huecos de explotación.

COLEGIO OF. ING. TÉC. MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

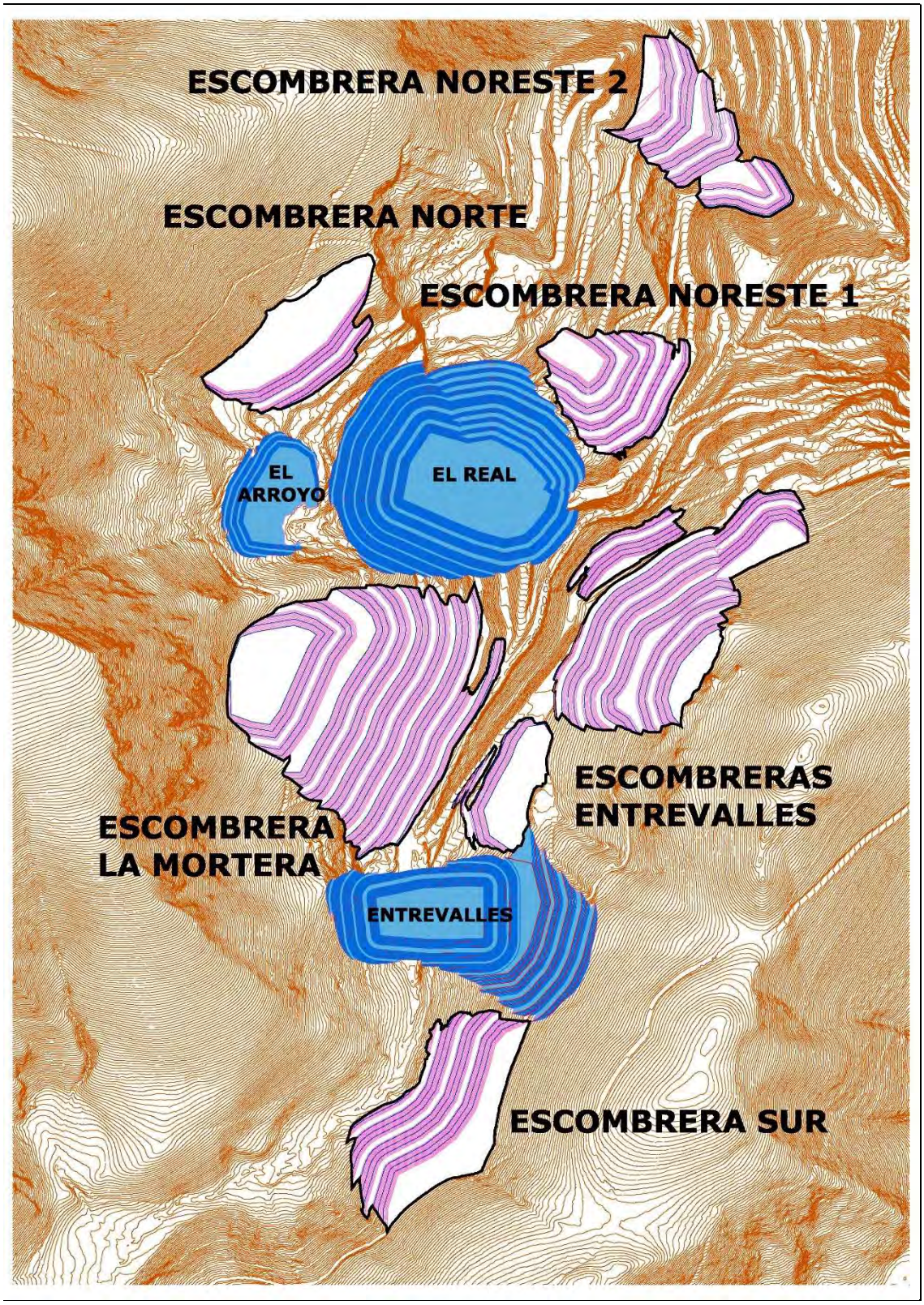


Figura 1.2.- Localización de las escombreras de estériles de mina

COLEGIO OF. ING. TÉC. MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

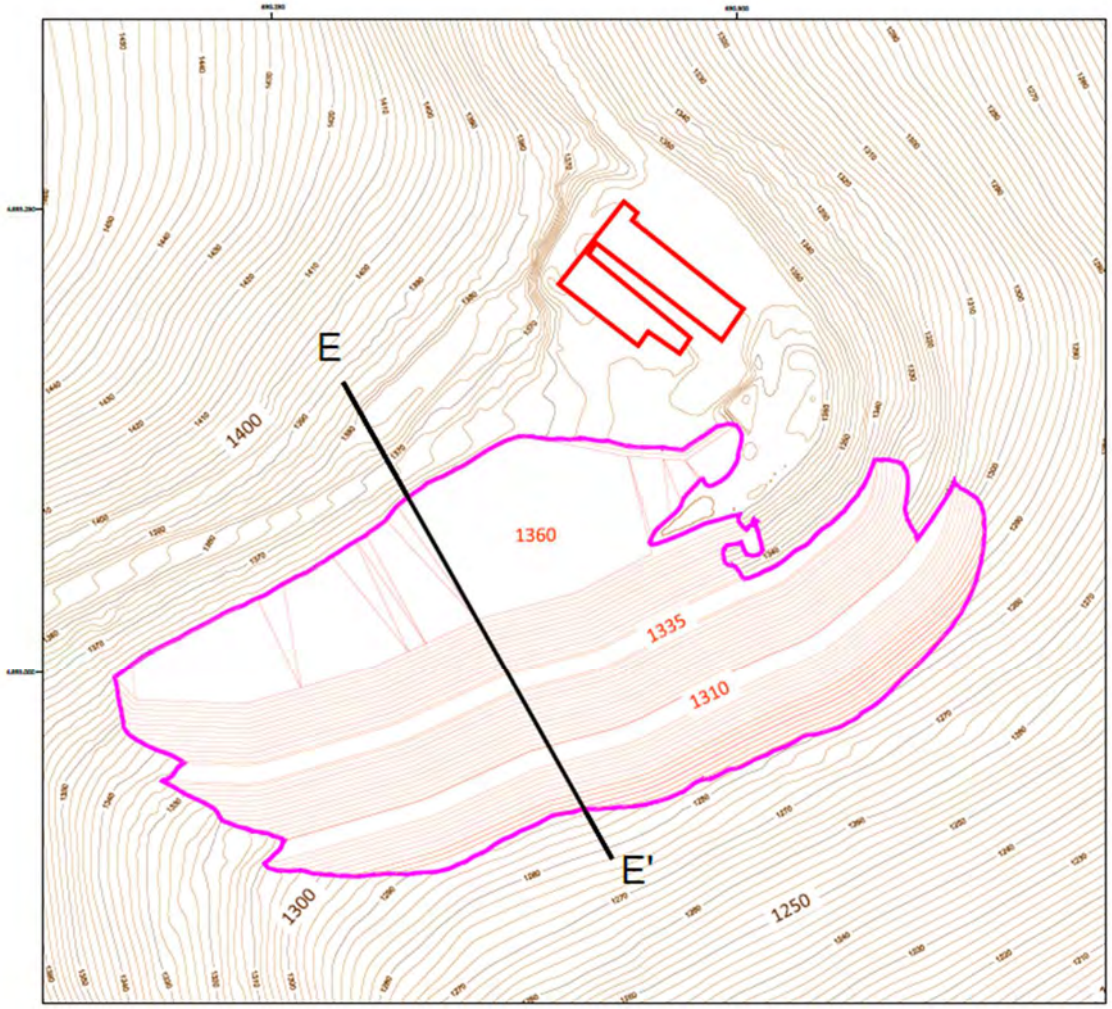


Figura 1.3.- Localización de la Escombrera de la Nave de elaboración (estériles de planta)

En los siguientes apartados se desarrolla el proyecto constructivo de todas las instalaciones siguiendo lo establecido en el RD 975/2009.

COLEGIO OF. ING. TÉC. MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

2. ELECCIÓN DEL EMPLAZAMIENTO PARA LAS IRM

Para la elección del emplazamiento sobre el que se situarán las instalaciones de residuos mineros se ha utilizado la metodología propuesta en la "Guía para el diseño y construcción de escombreras" de la Junta de Andalucía. Esta guía propone diversos objetivos, entre los que cabe destacar los siguientes:

- Minimizar los costes de transporte y vertido.
- Alcanzar la integración y restauración de la estructura en el entorno.
- Garantizar el drenaje.
- Minimizar el área afectada.
- Evitar la alteración sobre hábitats y especies protegidas que pudieran existir en la zona.

En este sentido cabe destacar que todas las escombreras se proyectan sobre terrenos actualmente afectados por las labores extractivas, cumpliendo así los dos últimos objetivos: minimizar el área afectada ya que no se afectan superficies adicionales y evitar la alteración de hábitats y especies protegidas que pudieran existir en la zona ya que se trata de zonas actualmente alteradas.

Al realizar una correcta restauración y cierre de estas escombreras se garantiza también el segundo objetivo ya que se mejora el estado de zonas actualmente afectadas, tanto morfológicamente como de integración en el entorno.

La morfología propuesta para todas y cada una de las IRM garantiza la evacuación de las aguas de escorrentía y además se las dota de una correcta red de cunetas que mejora la circulación del agua por lo que el drenaje está garantizado, cumpliendo así el tercer objetivo.

COLEGIO OF. ING. TÉC. MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

Por último, todas las escombreras se localizan en el entorno de la explotación rodeando a los huecos proyectados lo que permite minimizar las distancias de transporte, permitiendo utilizar cada IRM en función del lugar donde se estén realizando las labores extractivas. De esta forma se cumple con el primer objetivo.

Así, la ubicación seleccionada para las citadas escombreras es la siguiente:

2.1. ESCOMBRERA SUR

La escombrera sur se localiza al sur del hueco de Entrevalles y ocupa una superficie de 10,57 ha. En la figura siguiente se muestra la localización de la escombrera en relación al resto de instalaciones del proyecto:

COLEGIO OF. ING. TÉC. MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

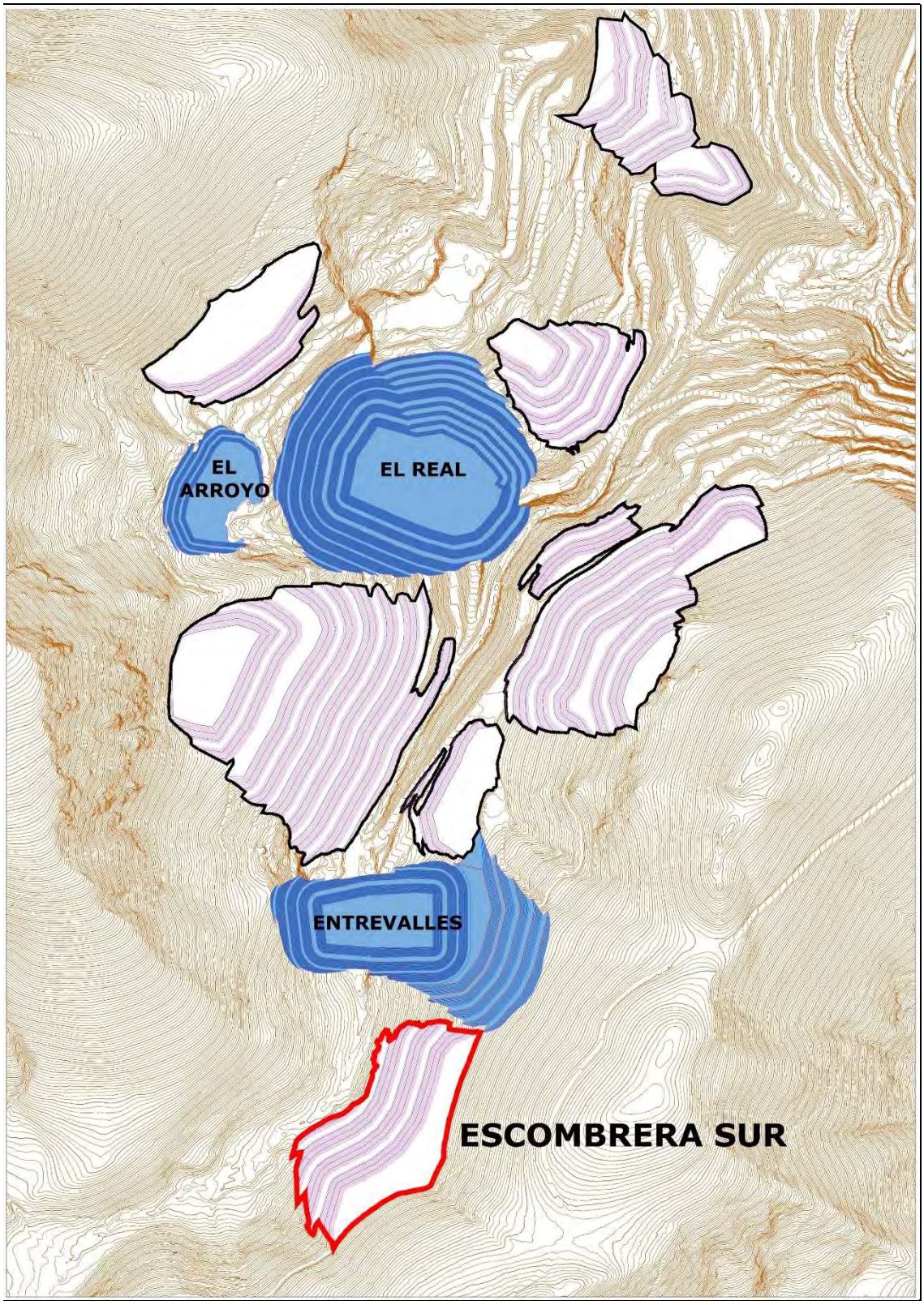


Figura 2.1.- Ubicación de la escombrera Sur

COLEGIO OF. ING. TÉC. MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

Las coordenadas del perímetro de esta escombrera se indican en la tabla siguiente.

TABLA 2.1.- COORDENADAS UTM (DATUM ETRS89 HUSO 29 NORTE) DE LA ESCOMBRERA SUR

Nº	X	Y
1	688.068	4.690.552
2	688.118	4.690.612
3	688.178	4.690.655
4	688.215	4.690.673
5	688.276	4.690.687
6	688.307	4.690.749
7	688.321	4.690.837
8	688.386	4.691.021
9	688.371	4.691.022
10	688.320	4.691.039
11	688.304	4.691.046
12	688.253	4.691.040
13	688.232	4.691.043
14	688.185	4.691.024
15	688.163	4.691.001
16	688.154	4.690.960
17	688.152	4.690.936
18	688.138	4.690.884
19	688.106	4.690.863
20	688.070	4.690.840
21	687.989	4.690.791
22	687.980	4.690.754
23	687.986	4.690.719
24	687.989	4.690.651
25	688.010	4.690.601
26	688.022	4.690.583
1	688.068	4.690.552

En la figura siguiente se indican los vértices que delimitan el perímetro de la escombrera:

COLEGIO OF. ING. TÉC. MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

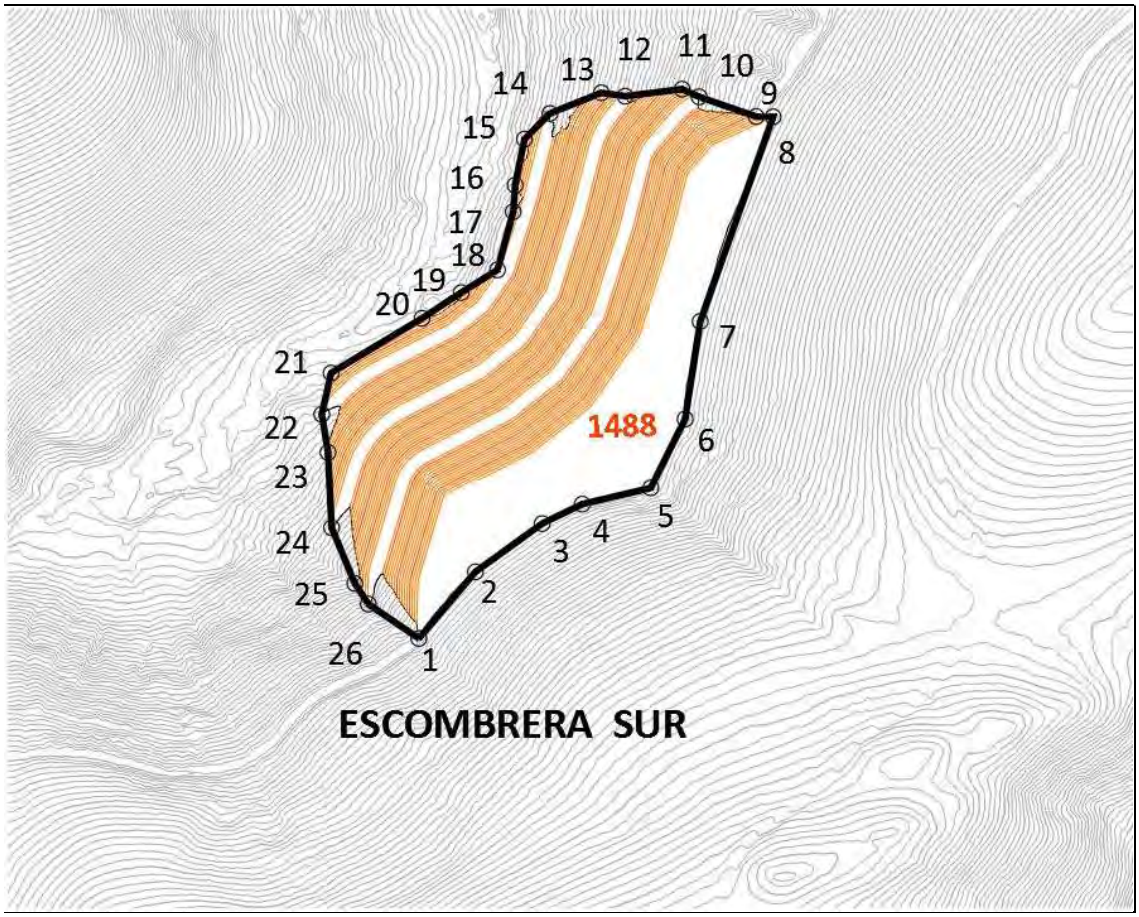


Figura 2.2.- Perímetro de la escombrera Sur

2.2. ESCOMBRERA LA MORTERA

La escombrera sur se localiza al norte del hueco de Entrevalles y al sur de los huecos El Arroyo y El Real, al oeste del río Benuza y ocupa una superficie de 25,17 ha. En la figura siguiente se muestra la localización de la escombrera en relación al resto de instalaciones del proyecto:

COLEGIO OF. ING. TÉC. MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

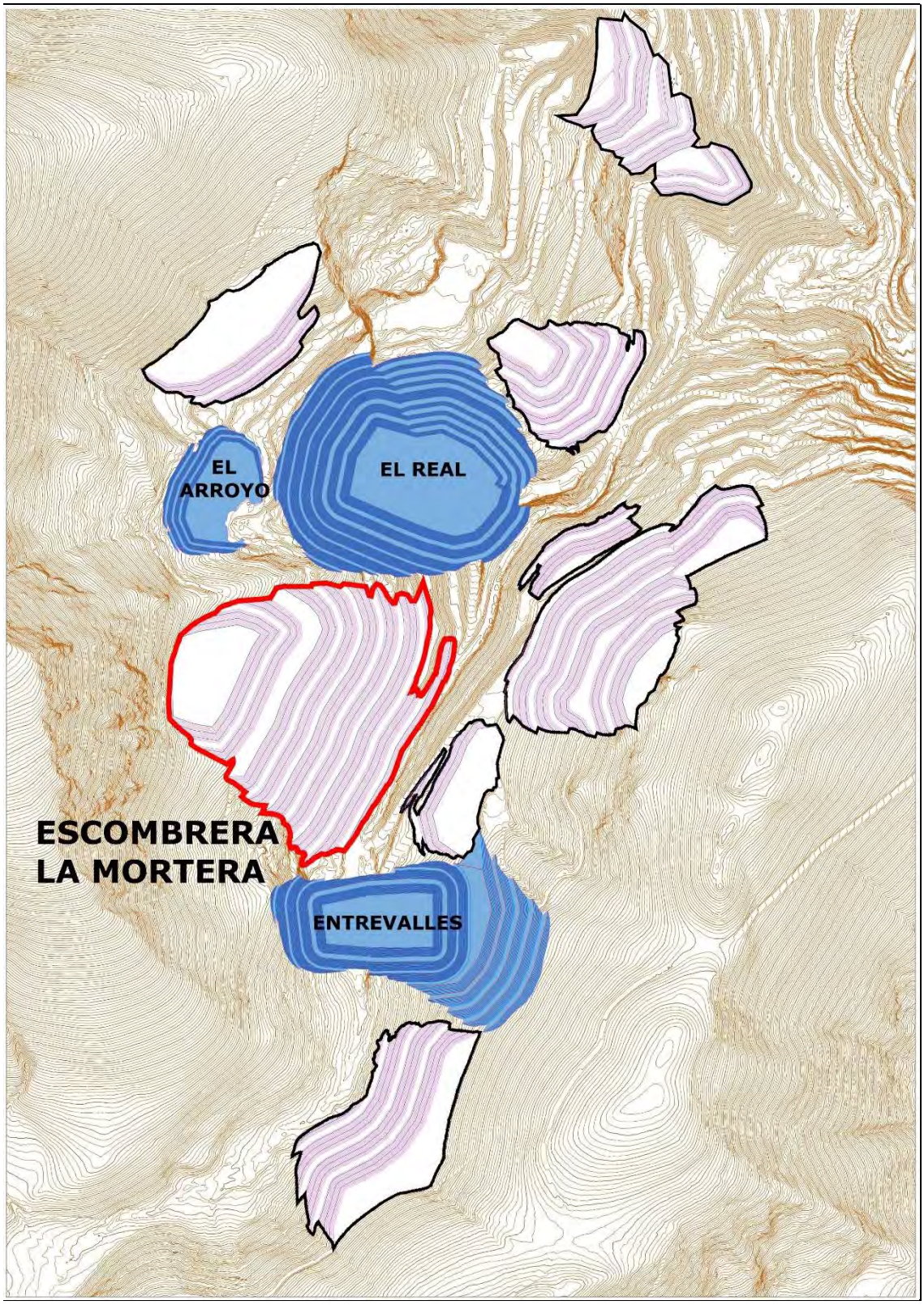


Figura 2.3.- Ubicación de la escombrera La Mortera

COLEGIO OF. ING. TÉC. MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

Las coordenadas del perímetro de esta escombrera se indican en la tabla siguiente.

TABLA 2.2.- COORDENADAS UTM (DATUM ETRS89 HUSO 29 NORTE) DE LA ESCOMBRERA LA MORTERA

Nº	X	Y
1	687.737	4.691.883
2	687.723	4.691.844
3	687.716	4.691.820
4	687.711	4.691.747
5	687.713	4.691.702
6	687.759	4.691.647
7	687.836	4.691.571
8	687.868	4.691.533
9	687.913	4.691.497
10	687.959	4.691.475
11	687.973	4.691.428
12	688.002	4.691.383
13	688.093	4.691.417
14	688.135	4.691.481
15	688.187	4.691.560
16	688.217	4.691.634
17	688.280	4.691.727
18	688.314	4.691.794
19	688.328	4.691.842
20	688.329	4.691.873
21	688.261	4.691.995
22	688.229	4.691.971
23	688.216	4.691.974
24	688.164	4.691.993
25	688.092	4.691.994
26	688.022	4.691.995
27	687.961	4.691.989
28	687.944	4.691.985
29	687.931	4.691.965
30	687.866	4.691.958
31	687.828	4.691.946
32	687.809	4.691.931
1	687.737	4.691.883

COLEGIO OF. ING. TÉC. MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

En la figura siguiente se indican los vértices que delimitan el perímetro de la escombrera:

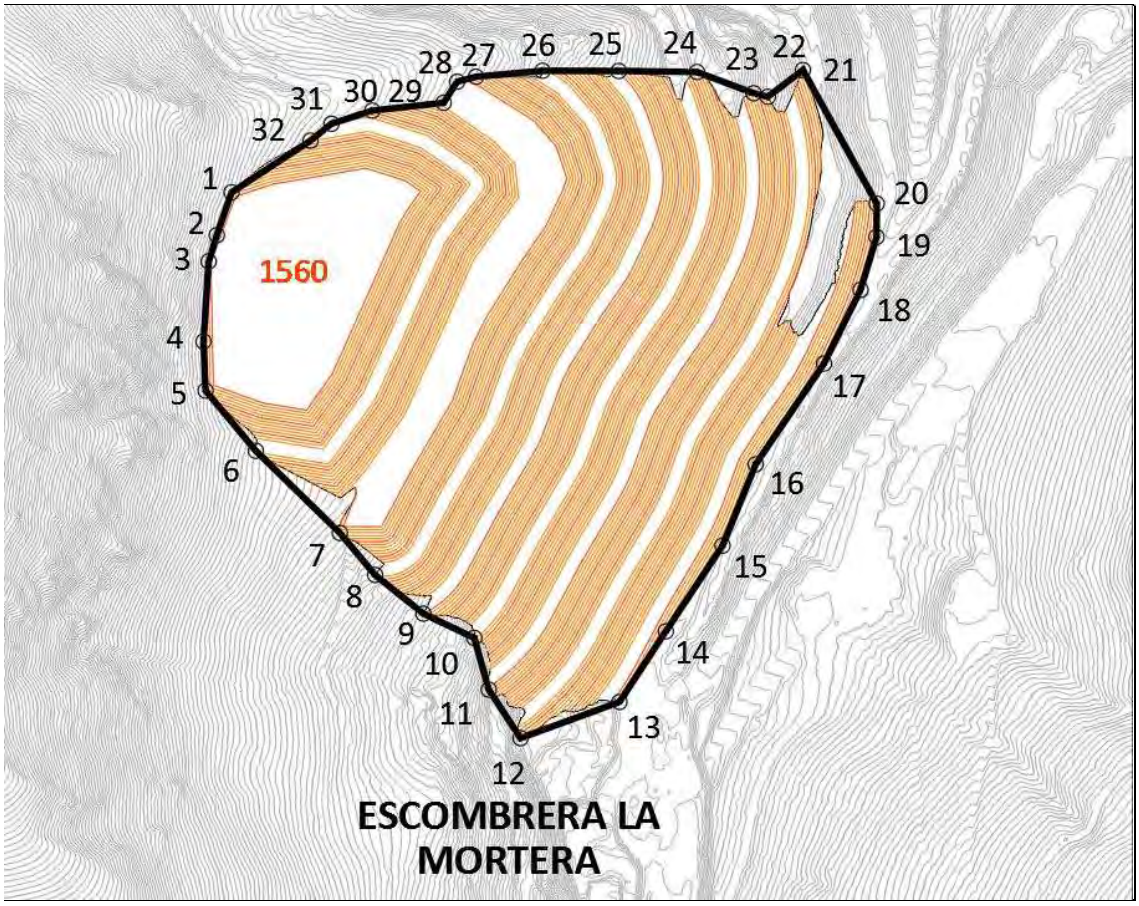


Figura 2.4.- Perímetro de la escombrera La Mortera

2.3. ESCOMBRERA ENTREVALLES

La escombrera Entrevalles se divide a su vez en tres zonas denominadas A, B y C. Cada uno de los sectores ocupa una superficie de 3,86, 15,05 y 2,12 ha respectivamente, es decir, la totalidad de la escombrera ocupa una superficie de 21,03 ha. Se localiza al norte del hueco de Entrevalles y al este del río Benuza. En la figura siguiente se muestra la localización de la escombrera en relación al resto de instalaciones del proyecto:

COLEGIO OF. ING. TÉC. MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

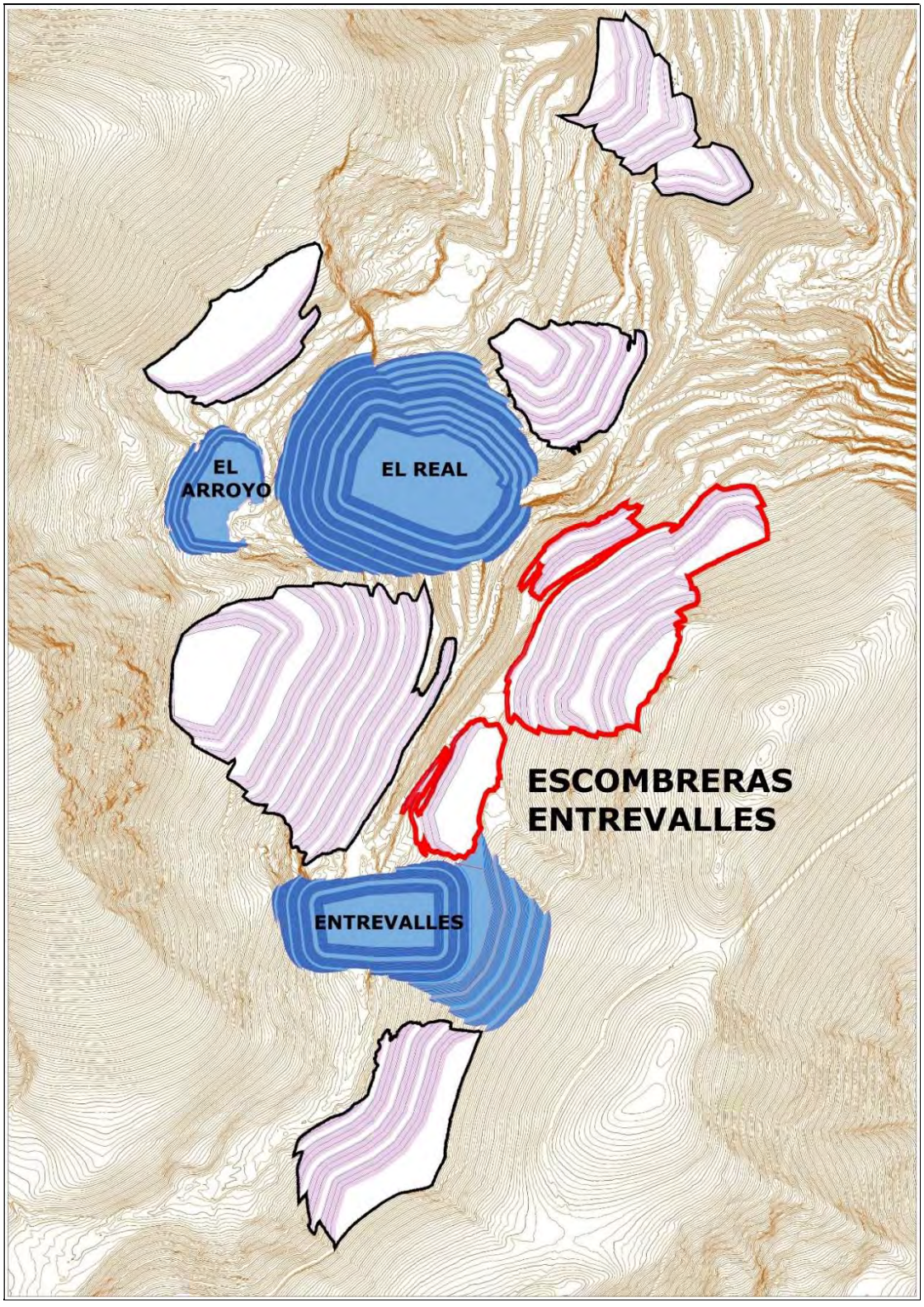


Figura 2.5.- Ubicación de la escombrera Entrevalles

COLEGIO OF. ING. TÉC. MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

Las coordenadas del perímetro de los tres sectores de esta escombrera se indican en las tablas siguientes.

TABLA 2.3.- COORDENADAS UTM (DATUM ETRS89 HUSO 29 NORTE) DE LA ESCOMBRERA ENTREVALLES-A

Nº	X	Y
1	688.387	4.691.699
2	688.420	4.691.687
3	688.436	4.691.659
4	688.425	4.691.604
5	688.424	4.691.575
6	688.421	4.691.570
7	688.420	4.691.554
8	688.413	4.691.548
9	688.401	4.691.544
10	688.390	4.691.525
11	688.383	4.691.501
12	688.379	4.691.482
13	688.382	4.691.458
14	688.370	4.691.438
15	688.371	4.691.427
16	688.366	4.691.411
17	688.357	4.691.411
18	688.351	4.691.401
19	688.336	4.691.404
20	688.327	4.691.399
21	688.288	4.691.412
22	688.263	4.691.409
23	688.248	4.691.429
24	688.245	4.691.432
25	688.240	4.691.471
26	688.233	4.691.490
27	688.221	4.691.512
28	688.274	4.691.592
29	688.308	4.691.637
30	688.334	4.691.663
31	688.364	4.691.694
1	688.387	4.691.699

COLEGIO OF. ING. TÉC. MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

TABLA 2.4.- COORDENADAS UTM (DATUM ETRS89 HUSO 29 NORTE) DE LA ESCOMBRERA ENTREVALLES-B		
Nº	**X**	**Y**
1	688.447	4.691.696
2	688.507	4.691.671
3	688.576	4.691.673
4	688.636	4.691.663
5	688.677	4.691.668
6	688.724	4.691.679
7	688.763	4.691.764
8	688.789	4.691.806
9	688.818	4.691.870
10	688.820	4.691.900
11	688.827	4.691.915
12	688.851	4.691.950
13	688.852	4.691.981
14	689.004	4.692.090
15	689.004	4.692.124
16	688.996	4.692.164
17	688.976	4.692.204
18	688.897	4.692.206
19	688.864	4.692.183
20	688.806	4.692.120
21	688.775	4.692.121
22	688.694	4.692.081
23	688.636	4.692.037
24	688.561	4.691.988
25	688.533	4.691.957
26	688.504	4.691.908
27	688.477	4.691.842
28	688.451	4.691.811
29	688.441	4.691.786
30	688.439	4.691.762
1	688.447	4.691.696

COLEGIO OF. ING. TÉC. MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

TABLA 2.5.- COORDENADAS UTM (DATUM ETRS89 HUSO 29 NORTE) DE LA ESCOMBRERA ENTREVALLES-C		
Nº	**X**	**Y**
1	688.472	4.691.983
2	688.470	4.691.996
3	688.477	4.692.011
4	688.521	4.692.070
5	688.573	4.692.111
6	688.610	4.692.123
7	688.641	4.692.137
8	688.664	4.692.147
9	688.697	4.692.169
10	688.723	4.692.165
11	688.730	4.692.161
12	688.734	4.692.114
13	688.724	4.692.102
14	688.697	4.692.086
15	688.632	4.692.050
16	688.591	4.692.025
17	688.526	4.691.979
18	688.514	4.691.963
19	688.502	4.691.967
20	688.492	4.691.978
1	688.472	4.691.983

En las figuras siguientes se indican los vértices que delimitan los perímetros de la escombrera Entrevalles en los sectores A, B y C:

COLEGIO OF. ING. TÉC. MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

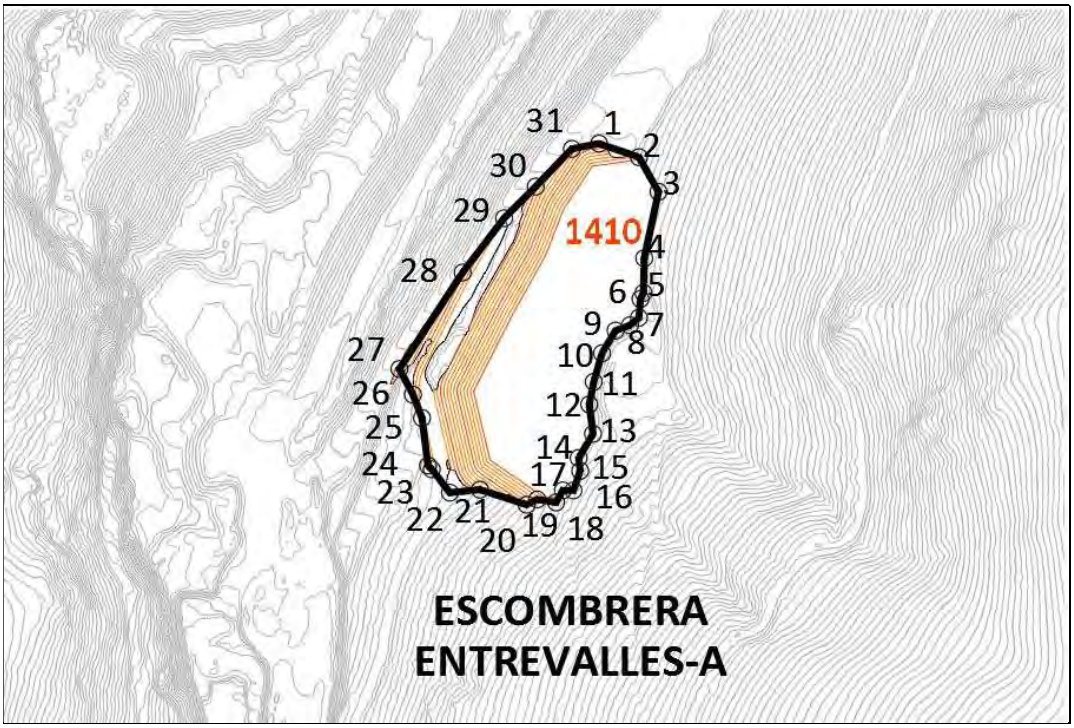


Figura 2.6.- Perímetro de la escombrera Entrevalles A

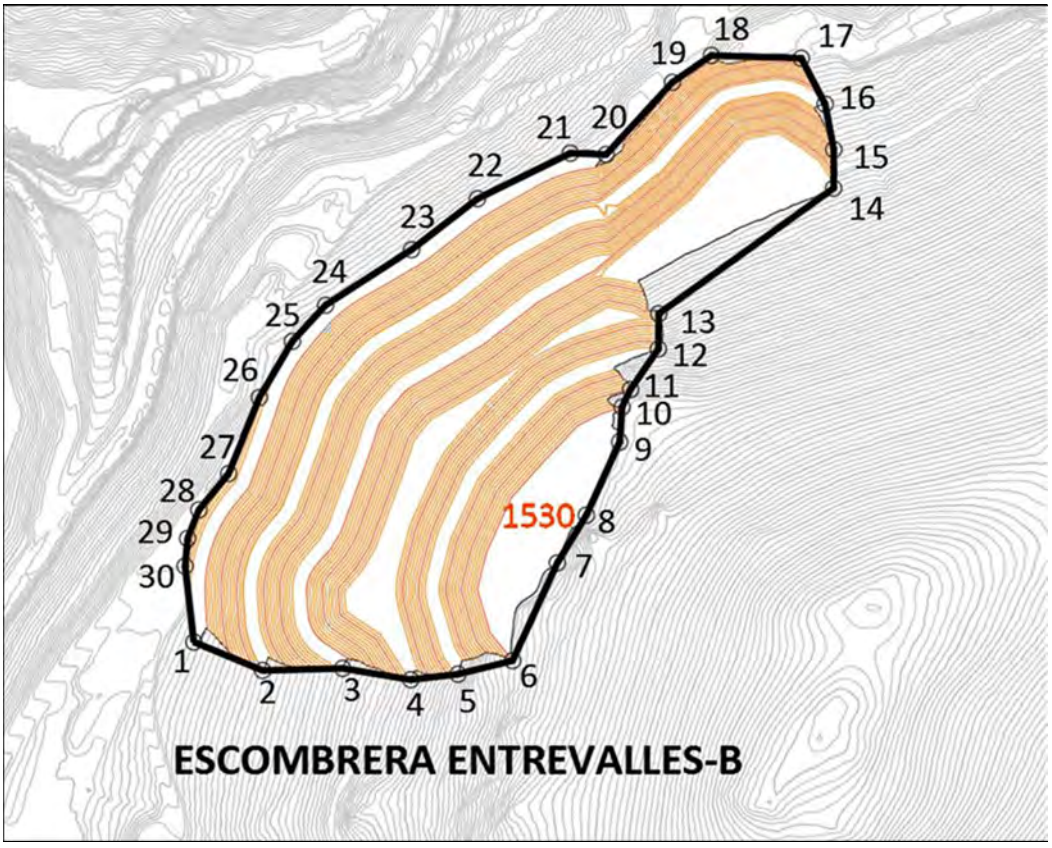


Figura 2.7.- Perímetro de la escombrera Entrevalles B

COLEGIO OF. ING. TÉC. MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

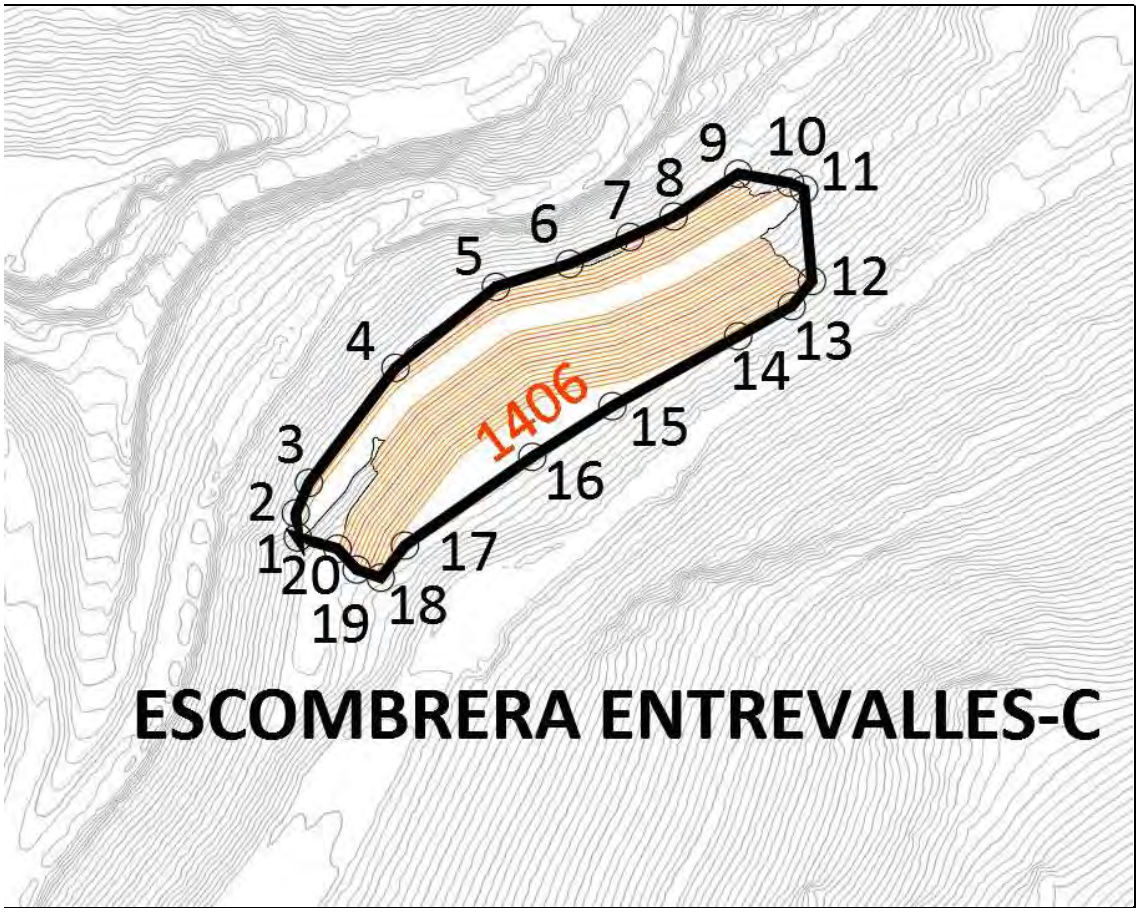


Figura 2.8.- Perímetro de la escombrera Entrevalles C

2.4. ESCOMBRERA NORTE

La escombrera norte se localiza al norte del hueco de El Arroyo y ocupa una superficie de 7,09 ha. En la figura siguiente se muestra la localización de la escombrera en relación al resto de instalaciones del proyecto:

COLEGIO OF. ING. TÉC. MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

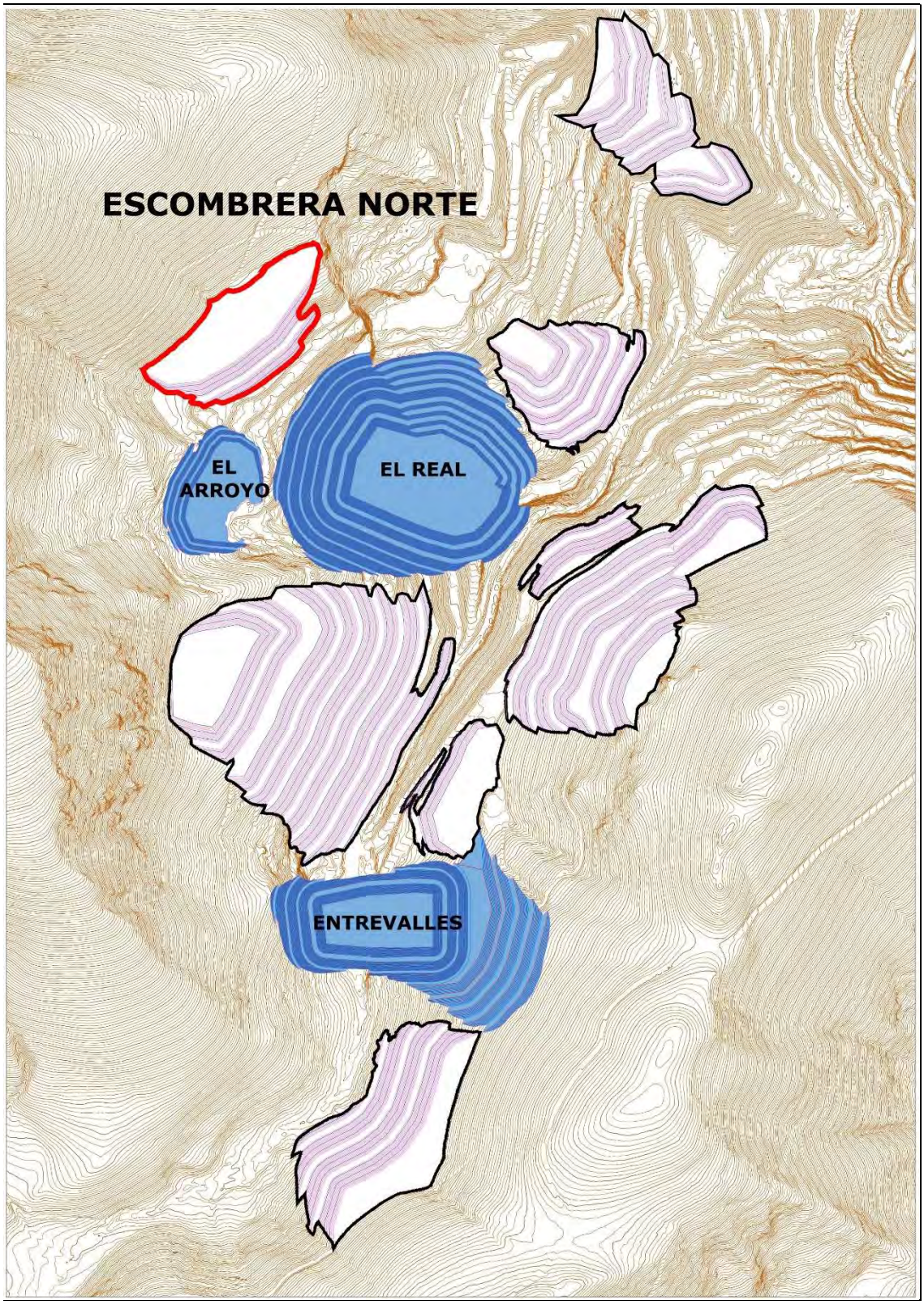


Figura 2.9.- Ubicación de la escombrera Norte

COLEGIO OF. ING. TÉC. MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

Las coordenadas del perímetro de esta escombrera se indican en la tabla siguiente.

TABLA 2.6.- COORDENADAS UTM (DATUM ETRS89 HUSO 29 NORTE) DE LA ESCOMBRERA NORTE

Nº	X	Y
1	687.655	4.692.458
2	687.666	4.692.436
3	687.704	4.692.410
4	687.746	4.692.400
5	687.759	4.692.388
6	687.785	4.692.379
7	687.830	4.692.387
8	687.877	4.692.407
9	687.908	4.692.426
10	687.942	4.692.452
11	687.984	4.692.485
12	688.001	4.692.508
13	688.035	4.692.579
14	688.028	4.692.595
15	688.039	4.692.711
16	688.032	4.692.730
17	688.024	4.692.734
18	687.993	4.692.724
19	687.973	4.692.714
20	687.920	4.692.683
21	687.839	4.692.631
22	687.799	4.692.608
23	687.788	4.692.577
24	687.746	4.692.528
25	687.717	4.692.504
1	687.655	4.692.458

En la figura siguiente se indican los vértices que delimitan el perímetro de la escombrera:

COLEGIO OF. ING. TÉC. MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

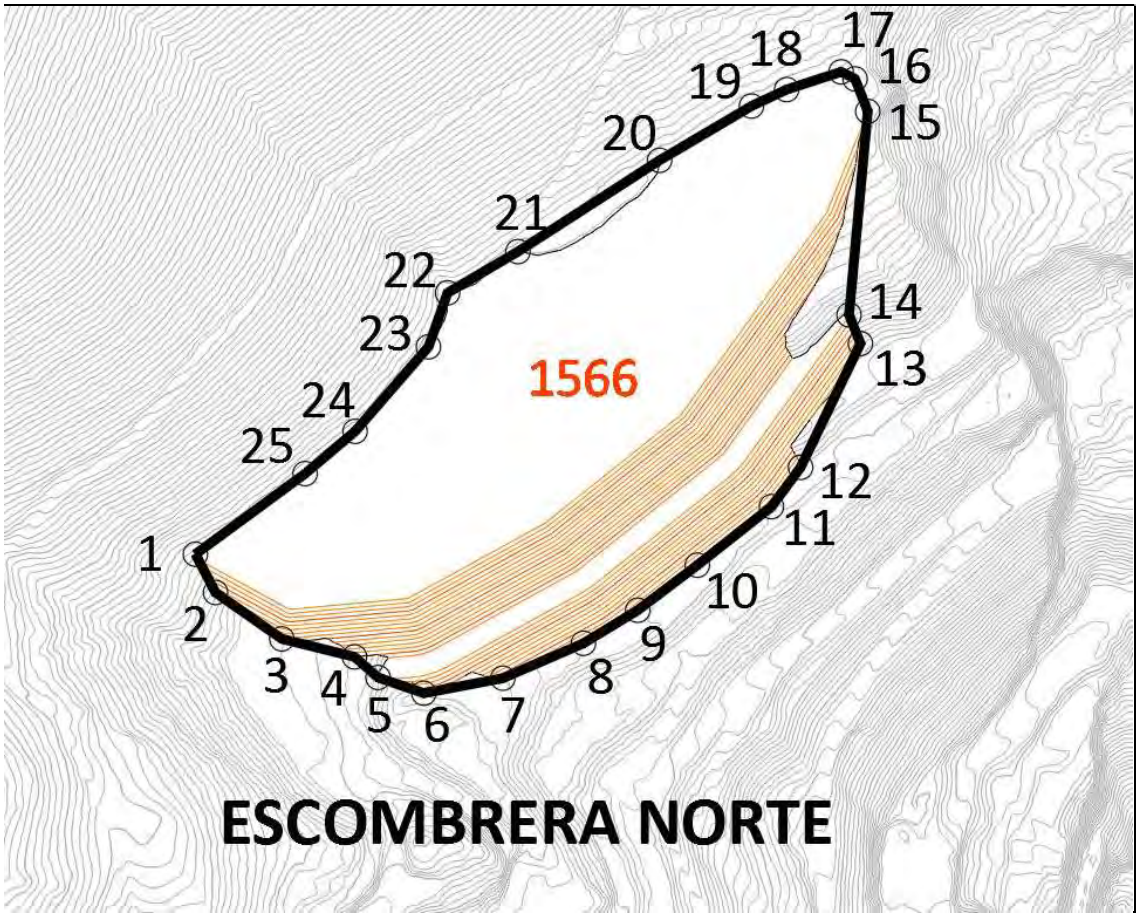


Figura 2.10.- Perímetro de la escombrera Norte

2.5. ESCOMBRERA NORESTE 1

La escombrera noreste 1 se localiza al norte del hueco de El Real y ocupa una superficie de 6,77 ha. En la figura siguiente se muestra la localización de la escombrera en relación al resto de instalaciones del proyecto:

COLEGIO OF. ING. TÉC. MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

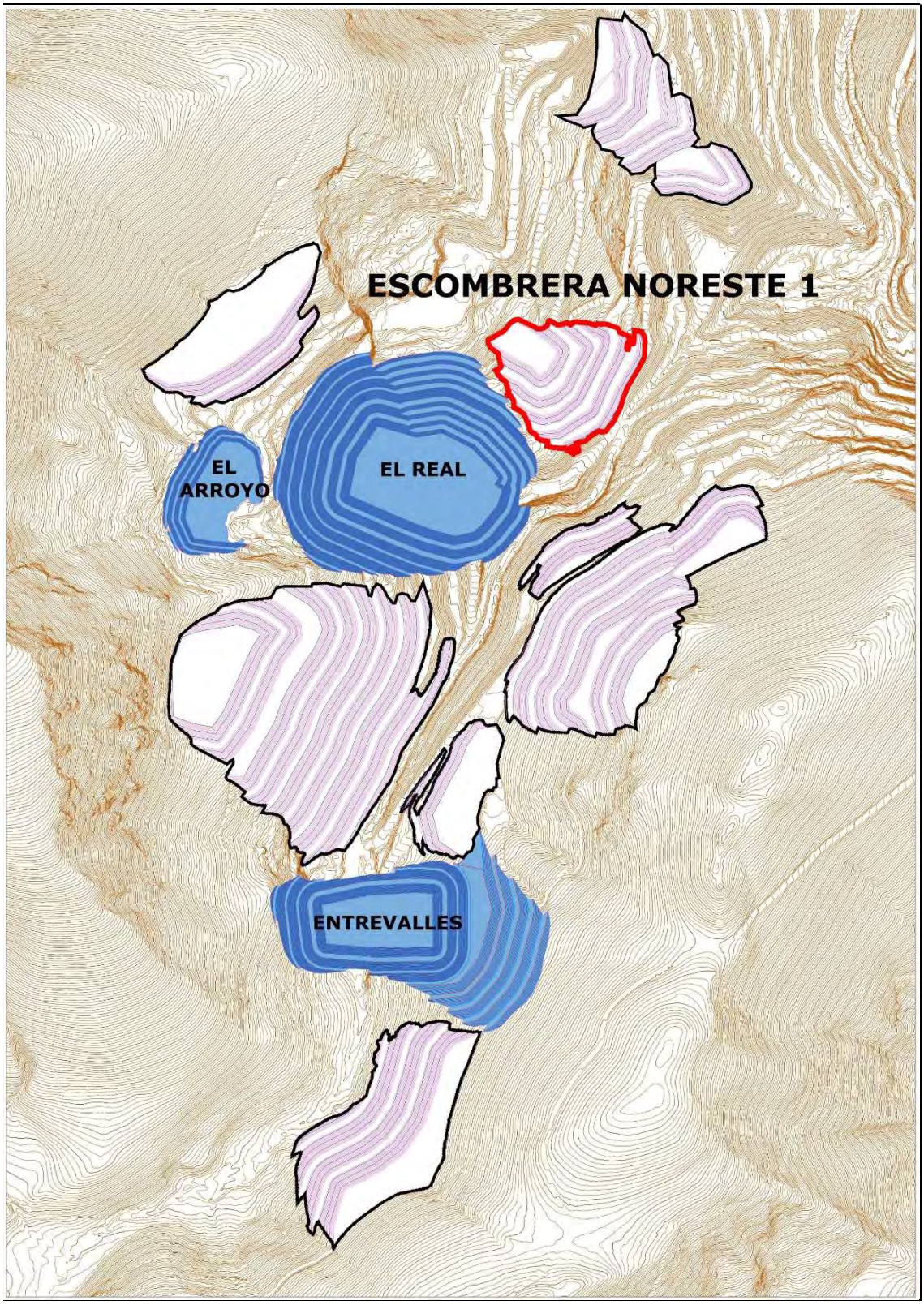


Figura 2.11.- Ubicación de la escombrera Noreste 1

COLEGIO OF. ING. TÉC. MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

Las coordenadas del perímetro de esta escombrera se indican en la tabla siguiente.

TABLA 2.7.- COORDENADAS UTM (DATUM ETRS89 HUSO 29 NORTE) DE LA ESCOMBRERA NORESTE-1

Nº	X	Y
1	688.403	4.692.521
2	688.419	4.692.457
3	688.445	4.692.402
4	688.458	4.692.377
5	688.493	4.692.328
6	688.510	4.692.310
7	688.530	4.692.293
8	688.576	4.692.283
9	688.589	4.692.276
10	688.598	4.692.282
11	688.612	4.692.303
12	688.656	4.692.325
13	688.670	4.692.340
14	688.686	4.692.367
15	688.702	4.692.412
16	688.741	4.692.486
17	688.742	4.692.528
18	688.736	4.692.542
19	688.718	4.692.544
20	688.707	4.692.531
21	688.689	4.692.539
22	688.683	4.692.548
23	688.656	4.692.557
24	688.613	4.692.561
25	688.572	4.692.561
26	688.534	4.692.564
27	688.509	4.692.548
28	688.470	4.692.568
29	688.455	4.692.565
30	688.428	4.692.538
31	688.408	4.692.527
1	688.403	4.692.521

COLEGIO OF. ING. TÉC. MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

En la figura siguiente se indican los vértices que delimitan el perímetro de la escombrera:

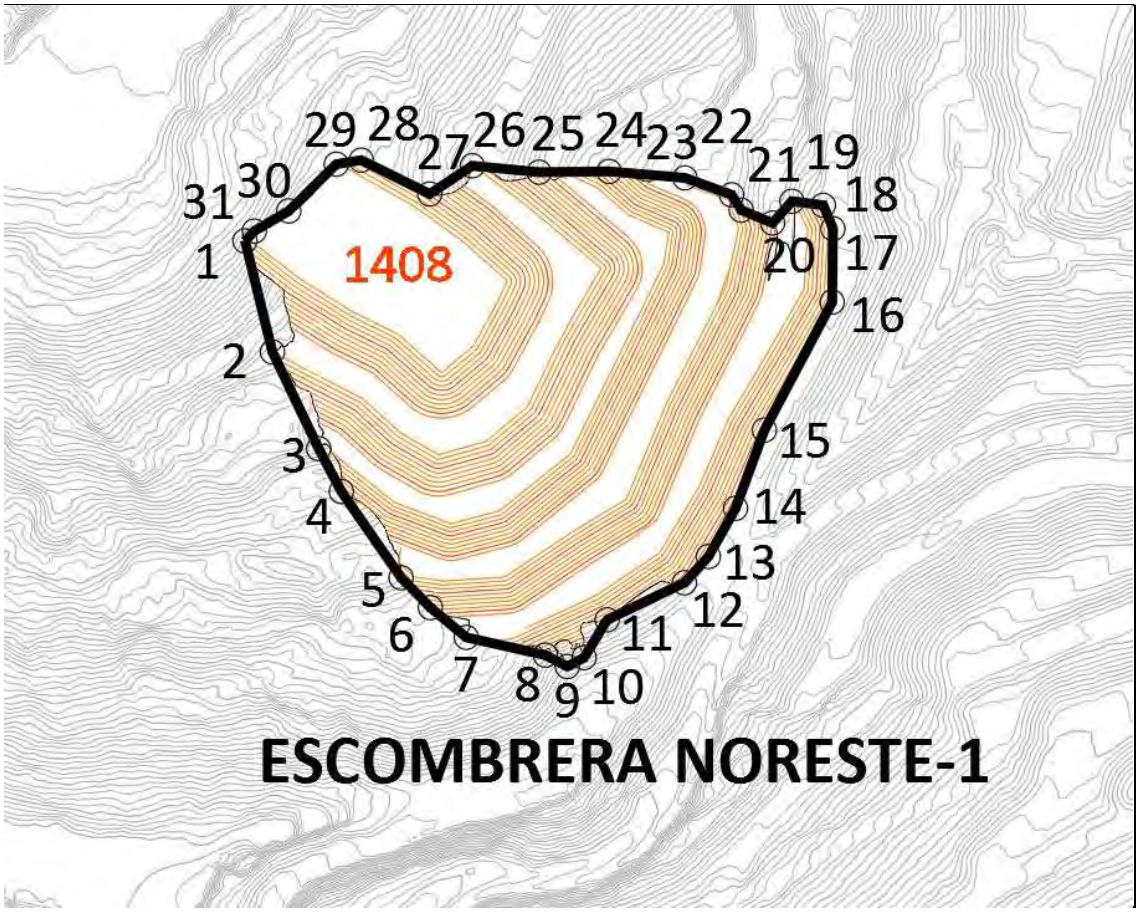


Figura 2.12.- Perímetro de la escombrera Noreste 1

2.6. ESCOMBRERA NORESTE 2

La escombrera noreste 2 se localiza al noroeste de la escombrera Noreste 1 y ocupa una superficie de 7,77 ha. En la figura siguiente se muestra la localización de la escombrera en relación al resto de instalaciones del proyecto:

COLEGIO OF. ING. TÉC. MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

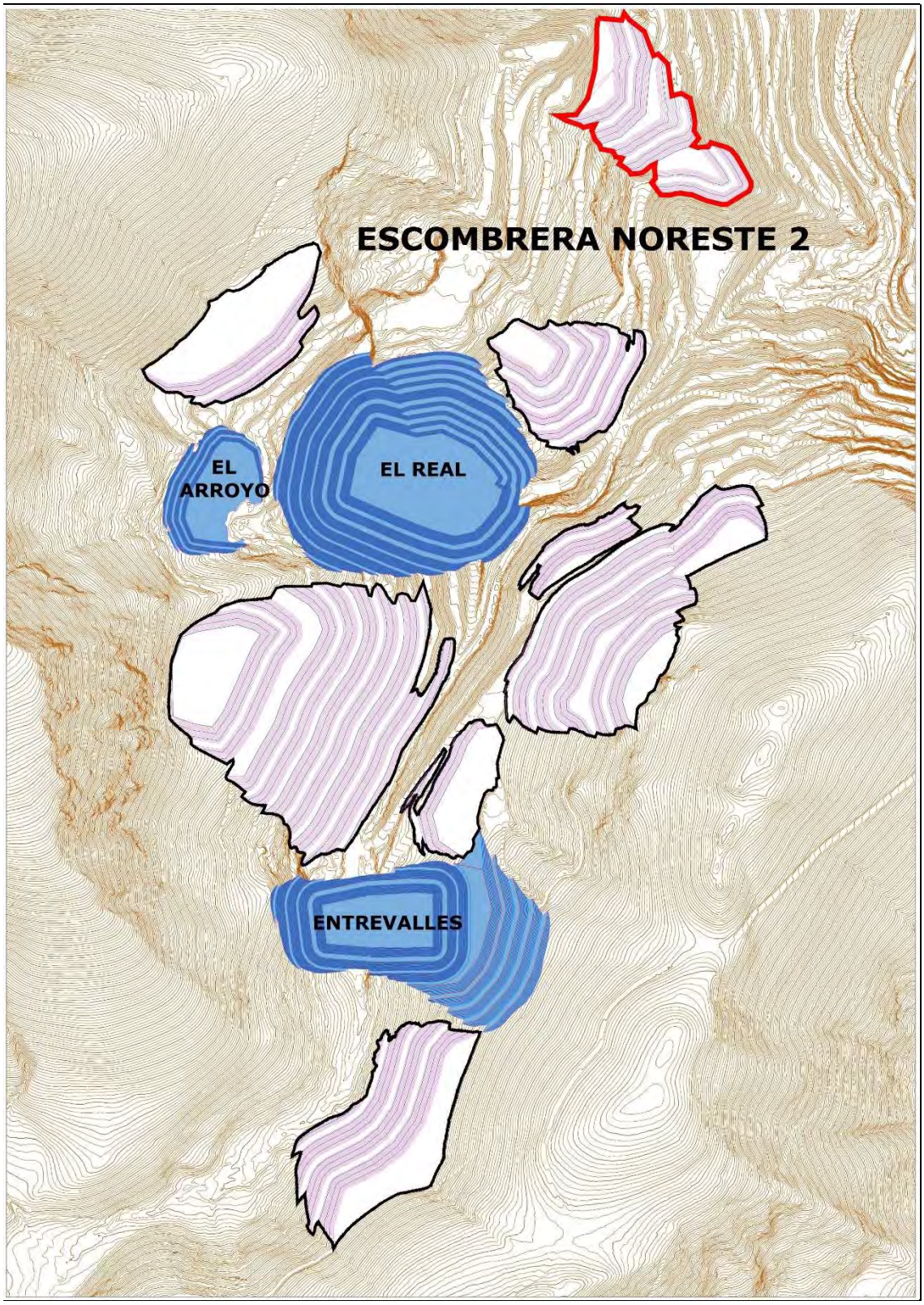


Figura 2.13.- Ubicación de la escombrera Noreste 2

COLEGIO OF. ING. TÉC. MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

Las coordenadas del perímetro de esta escombrera se indican en la tabla siguiente.

TABLA 2.8.- COORDENADAS UTM (DATUM ETRS89 HUSO 29 NORTE) DE LA ESCOMBRERA NORESTE-2

Nº	X	Y
1	688.554	4.693.010
2	688.610	4.692.984
3	688.629	4.692.976
4	688.646	4.692.937
5	688.688	4.692.904
6	688.714	4.692.883
7	688.759	4.692.863
8	688.778	4.692.837
9	688.799	4.692.837
10	688.847	4.692.838
11	688.916	4.692.815
12	688.971	4.692.848
13	688.974	4.692.869
14	688.929	4.692.939
15	688.856	4.692.961
16	688.851	4.692.979
17	688.840	4.693.052
18	688.819	4.693.058
19	688.793	4.693.119
20	688.771	4.693.142
21	688.742	4.693.193
22	688.698	4.693.232
23	688.641	4.693.220
24	688.635	4.693.109
25	688.618	4.693.045
26	688.594	4.693.012
27	688.554	4.693.010

En la figura siguiente se indican los vértices que delimitan el perímetro de la escombrera:

COLEGIO OF. ING. TÉC. MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

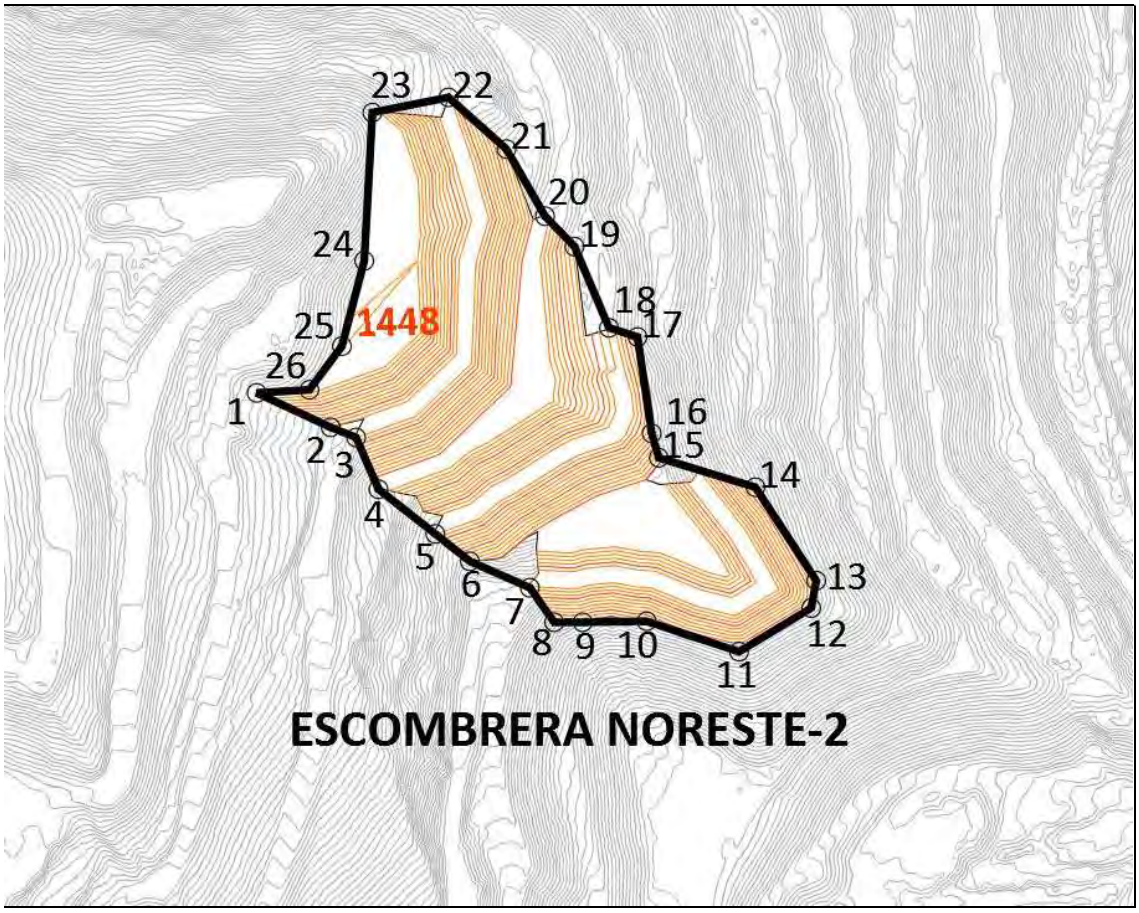


Figura 2.14.- Perímetro de la escombrera Noreste 2

2.7. ESCOMBRERA DE LA NAVE DE ELABORACIÓN

La escombrera de la nave de elaboración se localiza unos 2 km al noroeste de todas las infraestructuras, junto a la nave de elaboración. Ocupa una superficie de 6,73 ha. En la figura siguiente se muestra la localización de la escombrera:

COLEGIO OF. ING. TÉC. MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

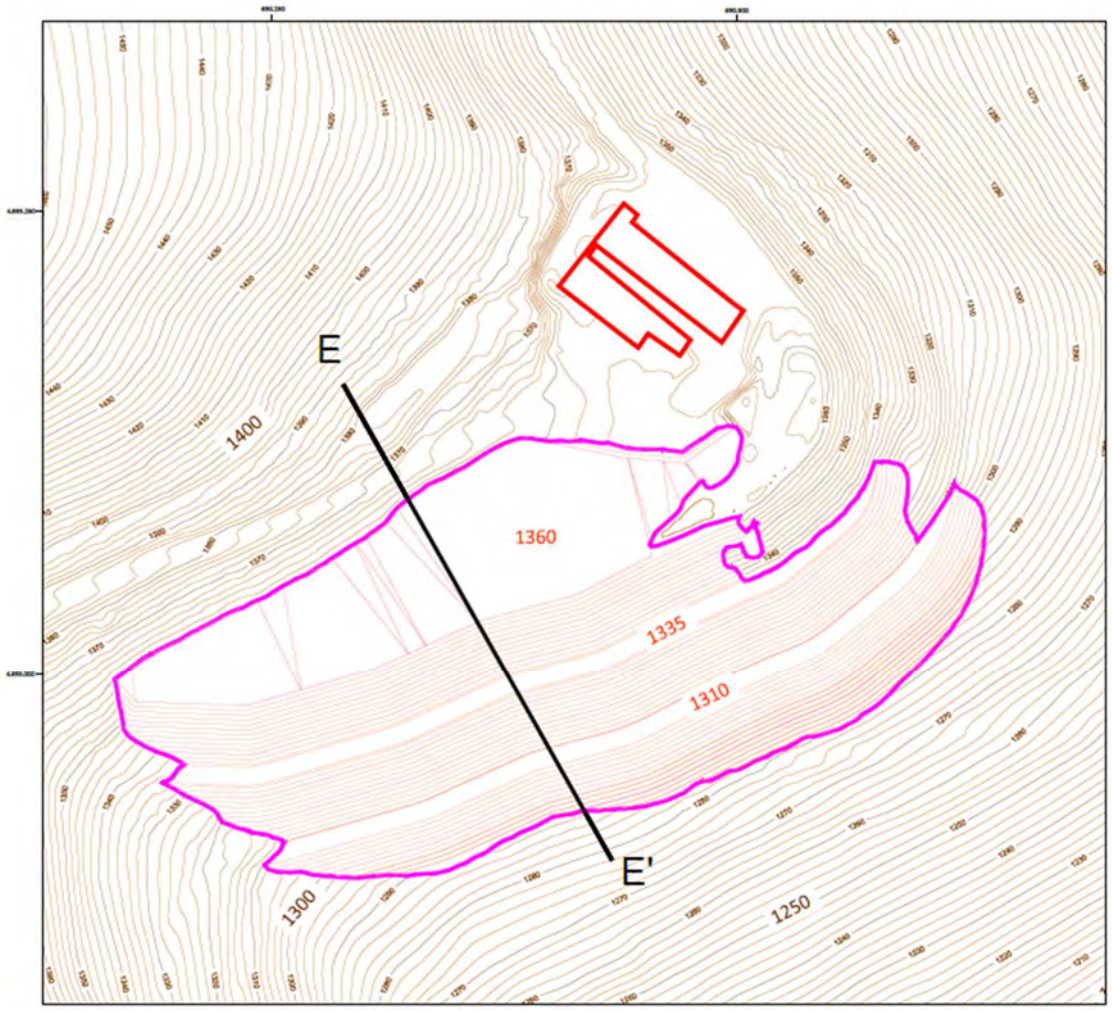


Figura 2.15.- Ubicación de la escombrera de la nave de elaboración

Las coordenadas del perímetro de esta escombrera se indican en la tabla siguiente.

TABLA 2.9.- COORDENADAS UTM (DATUM ETRS89 HUSO 29 NORTE) DE LA ESCOMBRERA DE LA NAVE DE ELABORACIÓN

Nº	X	Y
1	690.401	4.693.126
2	690.431	4.693.125
3	690.460	4.693.122
4	690.472	4.693.120
5	690.490	4.693.133

COLEGIO OF. ING. TÉC. MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

TABLA 2.9.- COORDENADAS UTM (DATUM ETRS89 HUSO 29 NORTE) DE LA ESCOMBRERA DE LA NAVE DE ELABORACIÓN		
Nº	**X**	**Y**
6	690.499	4.693.133
7	690.503	4.693.128
8	690.500	4.693.115
9	690.492	4.693.105
10	690.470	4.693.091
11	690.453	4.693.070
12	690.500	4.693.085
13	690.513	4.693.066
14	690.493	4.693.069
15	690.498	4.693.057
16	690.503	4.693.052
17	690.547	4.693.078
18	690.575	4.693.115
19	690.590	4.693.111
20	690.597	4.693.072
21	690.617	4.693.101
22	690.632	4.693.091
23	690.625	4.693.038
24	690.571	4.692.980
25	690.499	4.692.948
26	690.455	4.692.931
27	690.401	4.692.923
28	690.342	4.692.893
29	690.249	4.692.895
30	690.257	4.692.911
31	690.223	4.692.921
32	690.196	4.692.942
33	690.204	4.692.953
34	690.172	4.692.967
35	690.166	4.692.999
36	690.313	4.693.084
37	690.383	4.693.128
1	690.401	4.693.126

COLEGIO OF. ING. TÉC. MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

En la figura siguiente se indican los vértices que delimitan el perímetro de la escombrera:

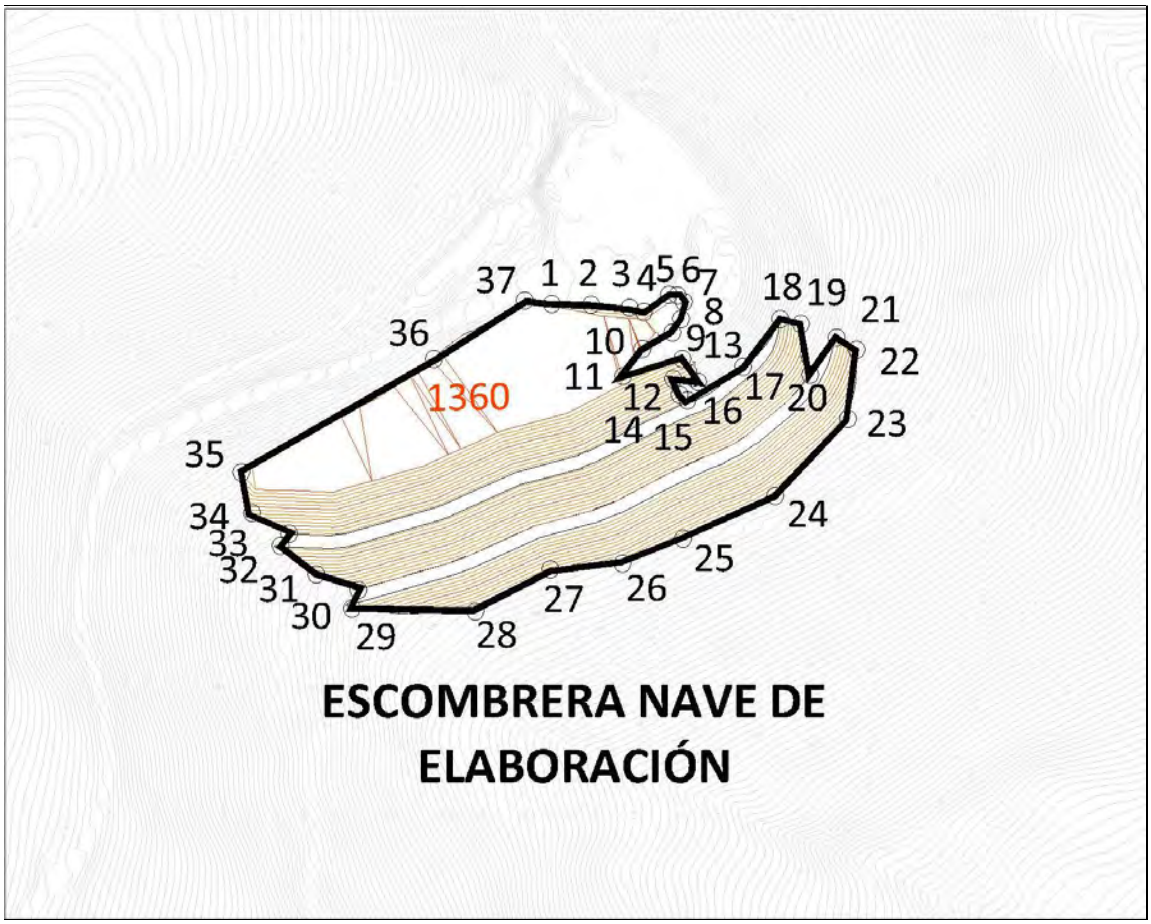


Figura 2.16.- Perímetro de la escombrera de la Nave de elaboración

2.8. ÍNDICE DE LA CALIDAD DEL EMPLAZAMIENTO

A continuación, se procede a valorar la calidad del emplazamiento de estas escombreras con el fin de determinar su idoneidad, siguiendo lo establecido en la "Guía para el diseño y construcción de escombreras" de la Junta de Andalucía.

COLEGIO OF. ING. TÉC. MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

Para evaluar cuantitativamente el emplazamiento de las escombreras se define el índice de calidad de un emplazamiento Q_e como:

$$Q_e = \alpha * (\beta * \theta)^{(\delta+\eta)}$$

donde:

α: es un factor de alteración de la capacidad portante del terreno debido al nivel freático.

β: es un factor de resistencia del cimiento de implantación (suelo o roca).

θ: es un factor topográfico o de pendiente.

η: es un factor relativo al entorno humano y material afectado en caso de rotura.

δ: es un factor de alteración de la red de drenaje existente.

Cada uno de estos factores variará según los criterios siguientes:

a) El factor α de alteración del equilibrio del suelo, debido a la existencia de un nivel freático próximo en el área de implantación o su entorno, se tomará:

α = 1 sin nivel freático o a profundidad superior a 5 m.

α = 0,7 con nivel freático entre 1,5 y 5 m.

α = 0,5 con nivel freático a menor profundidad de 0,5 m.

α = 0,3 con agua socavando <50% del perímetro de la escombrera.

α = 0,1 con agua socavando >50% del perímetro de la escombrera.

b) El factor de cimentación β depende tanto de la naturaleza de la misma como de la potencia de la capa superior del terreno de apoyo, de acuerdo con el siguiente cuadro:

COLEGIO OF. ING. TÉC. MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

TIPO DE SUELO	POTENCIA				
	< 0,5 m	de 0,5 a 1,5 m	de 1,5 a 3,0 m	de 3,0 m a 8,0 m	> 8 m
Coluvial granular	1	0,95	0,9	0,85	0,8
Coluvial de transición	0,95	0,9	0,85	0,8	0,75
Coluvial limo-arcilloso	0,8	0,8	0,7	0,6	0,5
Aluvial compacto	0,9	0,85	0,8	0,75	0,7
Aluvial flojo	0,75	0,7	0,6	0,5	0,4

Figura 2.17.- Valores del factor de cimentación en función de la naturaleza del cimiento y de la potencia de la capa superior del terreno de apoyo. Fuente: "Guía para el diseño y construcción de escombreras" de la Junta de Andalucía.

En caso de que el substrato sea rocoso, independientemente de su fracturación β se considera 1.

c) El factor topográfico **θ** se ha evaluado en función de la inclinación del yacente, según el siguiente cuadro:

TOPOGRAFÍA DE IMPLANTACIÓN		VALOR DE ••
TERRAPLÉN	Inclinación < 1 °	1
	Inclinación entre 1 ° y 5 ° (< 8 %)	0,95
	Inclinación entre 5 ° y 14 ° (de 8 % a 25 %)	0,9
LADERA	Inclinación entre 14 ° y 26 ° (de 25 % a 50 %)	0,7
	Inclinación > 26 ° (> 50 %)	0,4
	Perfil en V cerrada (inclinación de laderas > 20 °)	0,8
	Perfil en V abierta (inclinación de laderas < 20 °)	0,60 - 0,70

Figura 2.18.- Valores del factor topográfico en función de la inclinación de la zona. Fuente: "Guía para el diseño y construcción de escombreras" de la Junta de Andalucía.

d) La caracterización del entorno afectado se ha realizado considerando el riesgo de ruina de distintos elementos se produjera la rotura de la estructura (η):

COLEGIO OF. ING. TÉC. MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

ENTORNO AFECTADO	VALOR DE ••
Deshabitado	1
Edificios aislados	1,1
Explotaciones mineras poco importantes	1,1
Servicios	1,2
Explotaciones mineras importantes	1,3
Instalaciones industriales	1,3
Cauces intermitentes	1,2 - 1,4
Carreteras de 1 ° y 2 ° orden, vías de comunicación	1,6
Cauces fluviales permanentes	1,7
Poblaciones	2

Figura 2.19.- Valores del factor relativo al entorno humano y material afectados. Fuente: "Guía para el diseño y construcción de escombreras" de la Junta de Andalucía.

e) Por último, la evaluación de la alteración de la red de drenaje superficial (δ) se ha hecho con el siguiente criterio:

ALTERACIÓN DE LA RED DE DRENAJE	VALOR DE ••
Nula	0
Ligera	0,2
Modificación parcial de la escorrentía de una zona	0,3
Ocupación de un cauce intermitente	0,4
Ocupación de una vaguada con drenaje	0,5
Ocupación de una vaguada sin drenaje	0,6
Ocupación de un cauce permanente con erosión activa menor del 50 % del perímetro de la estructura	0,8
Ocupación de un cauce permanente con erosión activa mayor del 50 % del perímetro de la estructura	0,9

Figura 2.20.- Valores de alteración de la red de drenaje. Fuente: "Guía para el diseño y construcción de escombreras" de la Junta de Andalucía.

COLEGIO OF. ING. TÉC. MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

En relación con las IRM del proyecto de ampliación, se tiene en consideración que todas ellas comparten las mismas características. Los valores considerados para los parámetros anteriormente descritos son:

α = 0,7 (con nivel freático entre 1,5 y 5 m)

β = 1 (roca independientemente de su nivel de fracturación)

θ = 0,7 (pendiente natural del terreno < 20º)

η = 1,7 (cauces fluviales permanentes)

δ = 0,5 (Ocupación de una vaguada con drenaje)

Así evaluados los distintos factores, resulta un valor del índice de calidad, Q_e, de 0,32.

VALOR DE Q_e	EMPLAZAMIENTO
$1 < Q_e < 0{,}90$	Óptimo para cualquier tipo de estructura. Tolerable para estructuras de gran volumen.
$0{,}90 < Q_e < 0{,}50$	Adecuado para estructuras de volumen moderado
$0{,}50 < Q_e < 0{,}30$	Tolerable
$0{,}30 < Q_e < 0{,}15$	Mediocre
$0{,}15 < Q_e < 0{,}08$	Malo
$Q_e < 0{,}08$	Inaceptable

Figura 2.21.- Calidad del emplazamiento. Fuente: "Guía para el diseño y construcción de escombreras" de la Junta de Andalucía.

Por lo que resulta la calidad del emplazamiento para las escombreras como **TOLERABLE.**

COLEGIO OF. ING. TÉC. MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

3. ESTUDIOS DEL ÁREA ELEGIDA PARA LA UBICACIÓN DE LAS INSTALACIONES DE RESIDUOS MINEROS

El terreno afectado tiene las mismas características que el terreno de extracción: pizarras grises y negras con alternancias de areniscas y cuarcitas.

Como recubrimiento, en algunos casos, de los materiales anteriormente citados, tenemos coluviones del Cuaternario constituidos por bloques y gravas subangulares a angulares de pizarra, arenisca y cuarzo en una matriz limo-arcillosa de tonos marrones y rojizos, no presentando organización interna.

En otras ocasiones, de una forma más esporádica y con poco desarrollo, existen depósitos eluvionares (suelos) de naturaleza limoarcillosa. siendo estos materiales de características litológicas, texturales y estructurales similares a los de la escombrera proyectada si bien de menor granulometría.

Antes del vertido del estéril en la zona se procederá a la retirada de la cubierta vegetal existente (en las pocas zonas donde existe) para conformar una base rocosa competente en donde se asiente la escombrera. La tierra vegetal retirada será usada para las futuras labores de restauración.

Con respecto a la hidrología superficial, la C.E. Termenón II se sitúa a la cuenca del río Sil, formando parte del sistema de explotación Sil Superior. Específicamente se localiza en la margen derecha de su afluente el río Cabrera. La zona de proyecto es atravesada por el cauce del río Benuza, afluente directo del río Cabrera, al que vierte sus aguas unos 8 Km al norte.

La escorrentía superficial es elevada como consecuencia de las características impermeables del terreno y de la fuerte pendiente del mismo. Todas las

COLEGIO OF. ING. TÉC. MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

aguas que llegan por precipitación terminan por escorrentía en el río Benuza, en cuya cuenca de cabecera se encuentra la C.E Termenón II.

La escombrera permanente de la Nave, que el proyecto se plantea recrecer también, se sitúa al noreste de la concesión, específicamente al norte del nacimiento del arroyo de los Palomares, que vierte sus aguas en el río Silván que al igual que el río Benuza, es afluente directo del río Cabrera.

Con respecto a la hidrogeología, la zona del proyecto se localiza enteramente sobre la masa de agua subterránea Cabrera (ES010MSBT011-020), cuyo nivel piezométrico es situado alrededor de los 290 msnm por el punto de control piezométrico 11.003.003 localizado en A Rúa.

No obstante, desde el punto de vista hidrogeológico, el conjunto de la zona de proyecto presenta una notable impermeabilidad, no siendo probable la existencia de acuíferos.

Las características hidrogeológicas en la zona están fuertemente condicionadas por la litología, pizarras de muy baja permeabilidad. Estos materiales poseen una débil porosidad que, por su naturaleza, generalmente arcillosa o de grano fino, determinan que la acumulación y la circulación del agua en su seno esté íntimamente ligada a la existencia de discontinuidades estructurales como pueden ser fracturas, diaclasas y la propia estratificación y esquistosidad.

Debido al predominio existente de rocas con gran participación de elementos de grano fino a arcilloso y la fuerte tectonización se puede considerar que no hay acuíferos superficiales o que de haberlos son muy locales, siendo estos de baja vulnerabilidad.

El proyecto contempla dotar a las escombreras de canales y cunetas de guarda para impedir que el agua de lluvia acceda a ellas, así como la instalación de balsas de decantación que estarán en funcionamiento durante

COLEGIO OF. ING. TÉC. MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

la vida útil de la explotación hasta el momento que se den por finalizados los trabajos de restauración de cada escombrera.

Se dotará también a las escombreras de bermas de seguridad y plataformas de coronación con contrapendientes del 1 al 3% y de un filtro interior para favorecer el drenaje de la estructura con el único objetivo de minimizar la acumulación del agua en las mismas.

COLEGIO OF. ING. TÉC. MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

4. DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE LAS INSTALACIONES DE RESIDUOS MINEROS

En este capítulo se realiza una descripción tanto de los parámetros constructivos de cada instalación de residuos mineros generada durante el proyecto, además de su método de construcción y el análisis de la estabilidad de cada una de esas IRM.

Los residuos mineros generados se gestionan en siete instalaciones de residuos mineros (IRM), todas ellas escombreras que almacenen estériles inertes.

A continuación, se muestra la localización de las IRM en relación al resto de infraestructuras mineras:

COLEGIO OF. ING. TÉC. MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

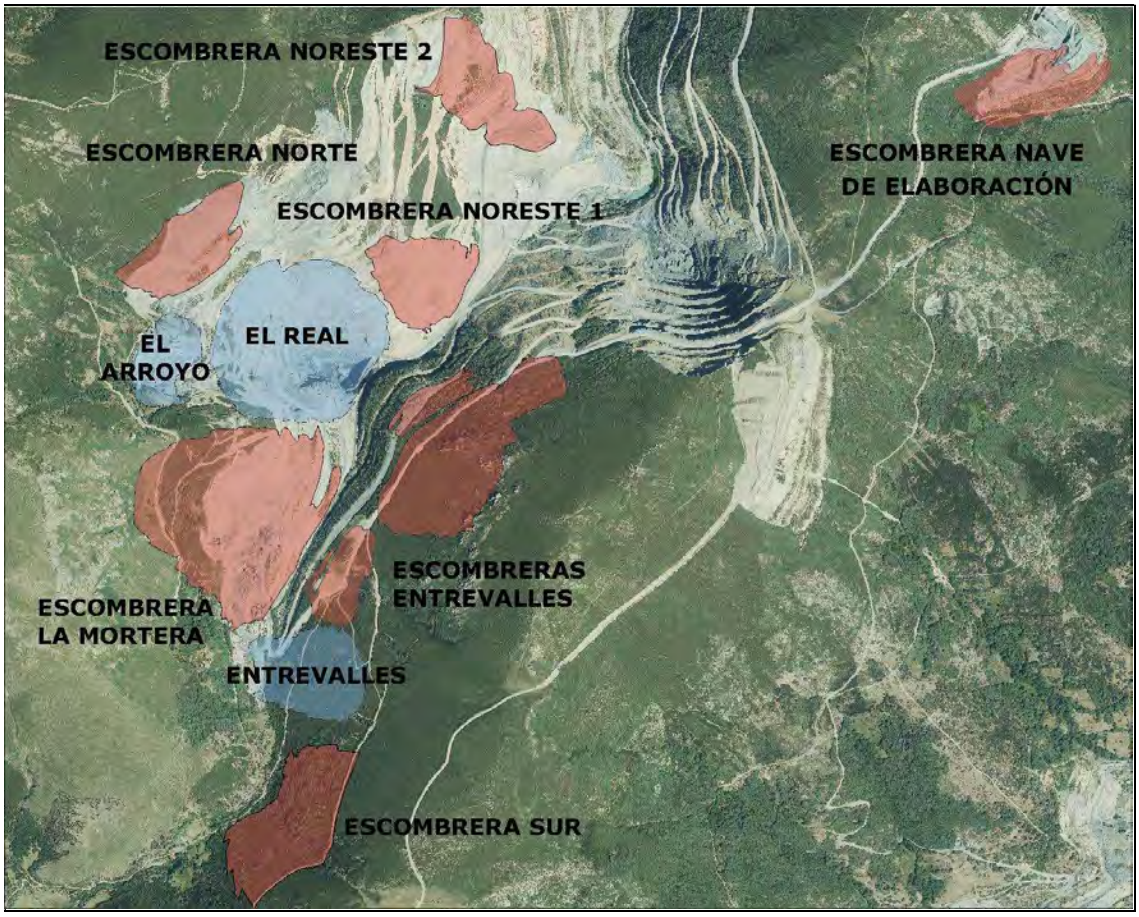


Figura 4.1.- Situación de las IRM en relación a otras infraestructuras mineras

4.1. PARÁMETROS CONSTRUCTIVOS Y DISEÑO

4.1.1. Escombrera Sur

La escombrera Sur se localiza al sur del hueco de Entrevalles. Tendrá capacidad para albergar un máximo de 1,37 Mm^3 de material inerte ocupando una superficie en planta de 10,57 ha y una altura máxima de 106 m.

Los taludes de esta escombrera se han diseñado con un ángulo de 28º y un total de 4 bancos con bermas de 12 m de anchura con una contrapendiente

COLEGIO OF. ING. TÉC. MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

del 1 al 3% para favorecer el drenaje de la misma y evitar la acumulación de agua en el interior.

Consta de cuatro bancos, el primero tiene una altura de 14, el segundo y el tercero de 28 y el último de 30 m, alcanzando una cota de 1.448 m.

El talud final de esta escombrera, una vez retranqueados mediante pala y bulldozer, será de 28º que asegura la estabilidad de la instalación y posibilita su revegetación posterior.

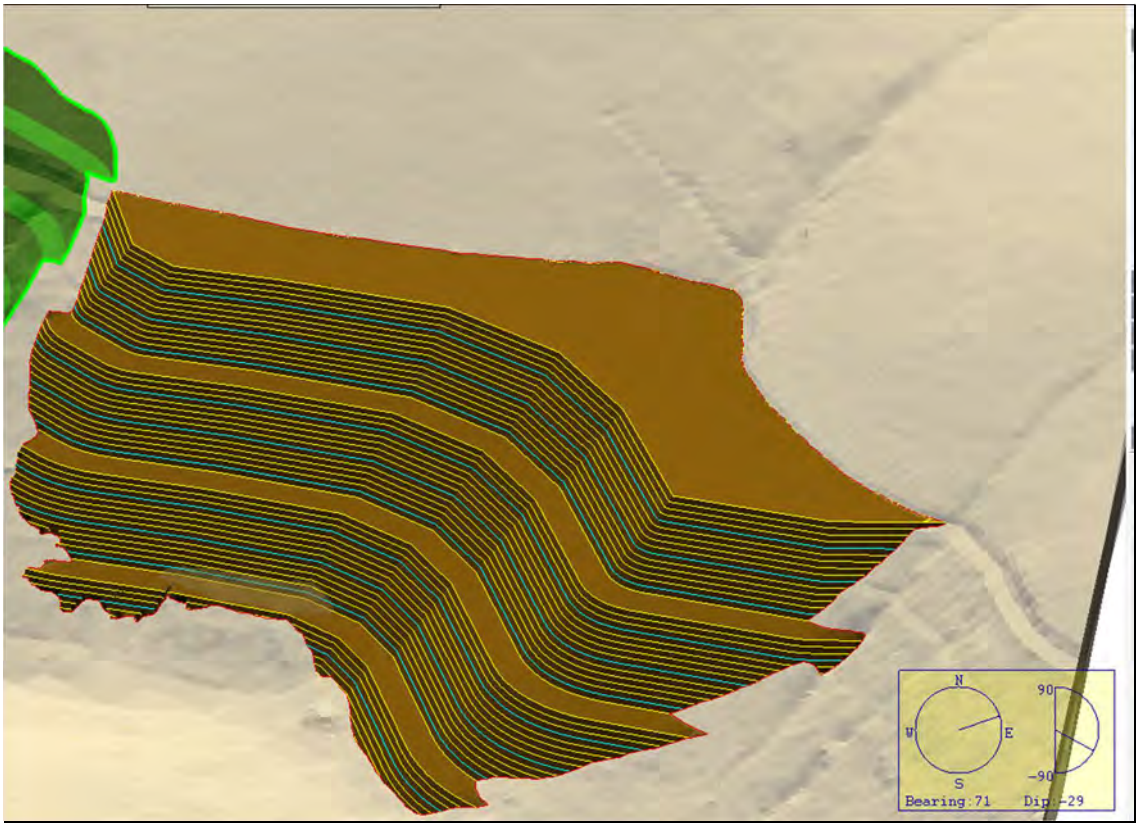


Figura 4.2.- Vista 3D de la escombrera Sur

En la figura siguiente se detalla el perfil de la formación de esta escombrera en distintas fases:

COLEGIO OF. ING. TÉC. MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

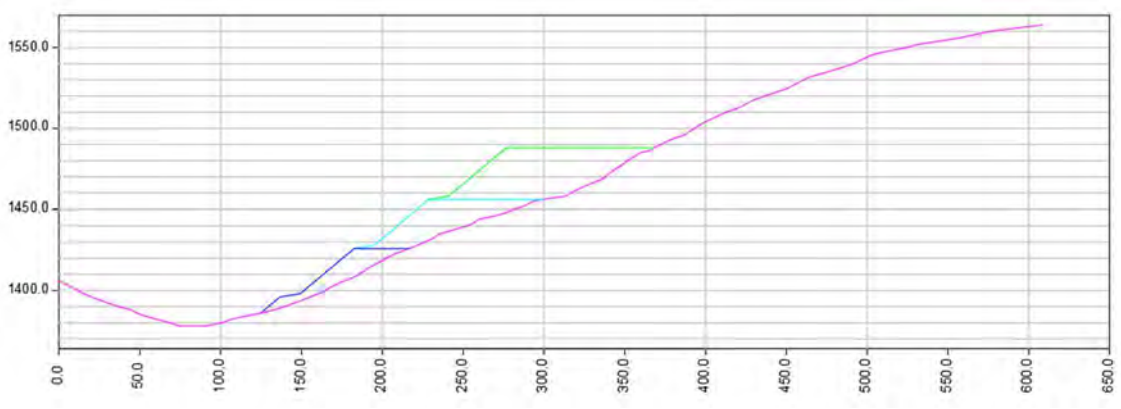


Figura 4.3.- Perfil de la escombrera Sur

4.1.2. Escombrera La Mortera

La escombrera La Mortera se localiza al norte del hueco de Entrevalles y al sur de los huecos El Arroyo y El Real, al oeste del río Benuza. Tendrá capacidad para albergar un máximo de 8,10 Mm^3 de material inerte ocupando una superficie en planta de 25,17 ha y una altura máxima de 210 m.

Los taludes de esta escombrera se han diseñado con un ángulo de 35º y un total de 9 bancos con bermas de 12 m de anchura con una contrapendiente del 1 al 3% para favorecer el drenaje de la misma y evitar la acumulación de agua en el interior.

Consta de nueve bancos, de entre 22 y 24 metros, alcanzando una cota de 1.560 m.

El talud final de esta escombrera, una vez retranqueados mediante pala y bulldozer, será de 28º que asegura la estabilidad de la instalación y posibilita su revegetación posterior.

COLEGIO OF. ING. TÉC. MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

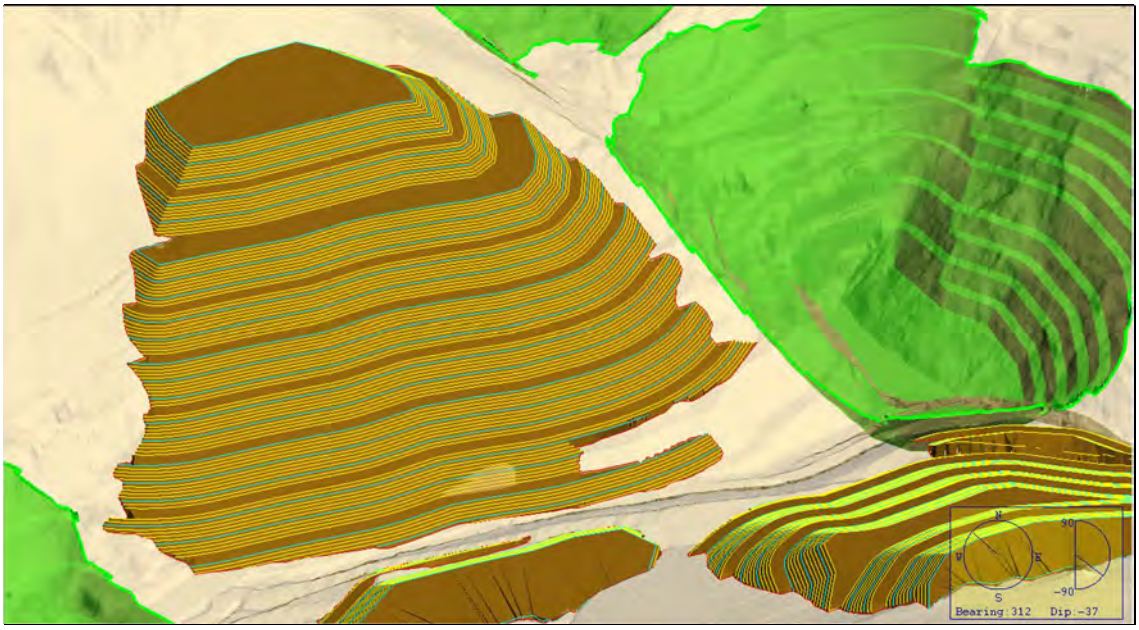


Figura 4.4.- Vista 3D de la escombrera La Mortera

En la figura siguiente se detalla el perfil de la formación de esta escombrera en distintas fases:

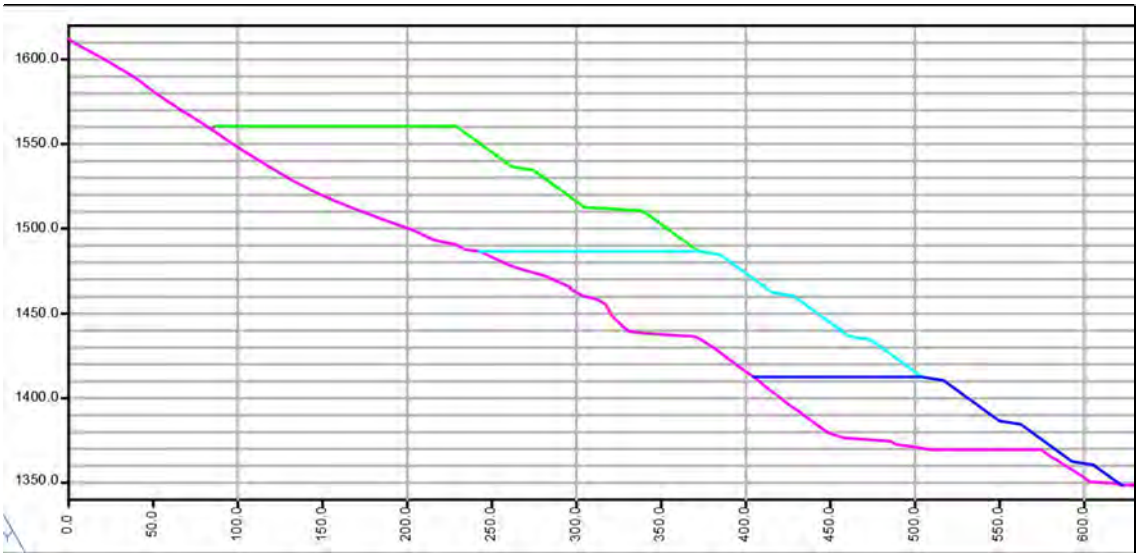


Figura 4.5.- Perfil de la escombrera La Mortera

COLEGIO OF. ING. TÉC. MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

4.1.3. Escombrera Entrevalles

La escombrera Entrevalles al norte del hueco de Entrevalles y al este del río Benuza. Tendrá capacidad para albergar un máximo de 3,00 Mm^3 de material inerte ocupando una superficie en planta de 21,03 ha y una altura máxima de 130 m.

Esta escombrera se divide a su vez en tres zonas denominadas A, B y C, con superficie de 3,86, 15,05 y 2,12 ha respectivamente. El sector Entrevalles A tiene dos bancos, el principal de 22 m de altura y alcanzando una cota de 1.410 m. El sector B tiene 5 bancos de entre 18 y 24 metros y alcanza una cota de 1.530 m s.n.m. Por último, el sector C tiene un banco principal de 29 m de altura llegando a la cota 1.406 m s.n.m.

Los taludes de esta escombrera se han diseñado con un ángulo de 36º con bermas de 12 m de anchura con una contrapendiente del 1 al 3% para favorecer el drenaje de la misma y evitar la acumulación de agua en el interior.

El talud final de esta escombrera, una vez retranqueados mediante pala y bulldozer, será de 28º que asegura la estabilidad de la instalación y posibilita su revegetación posterior.

COLEGIO OF. ING. TÉC. MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

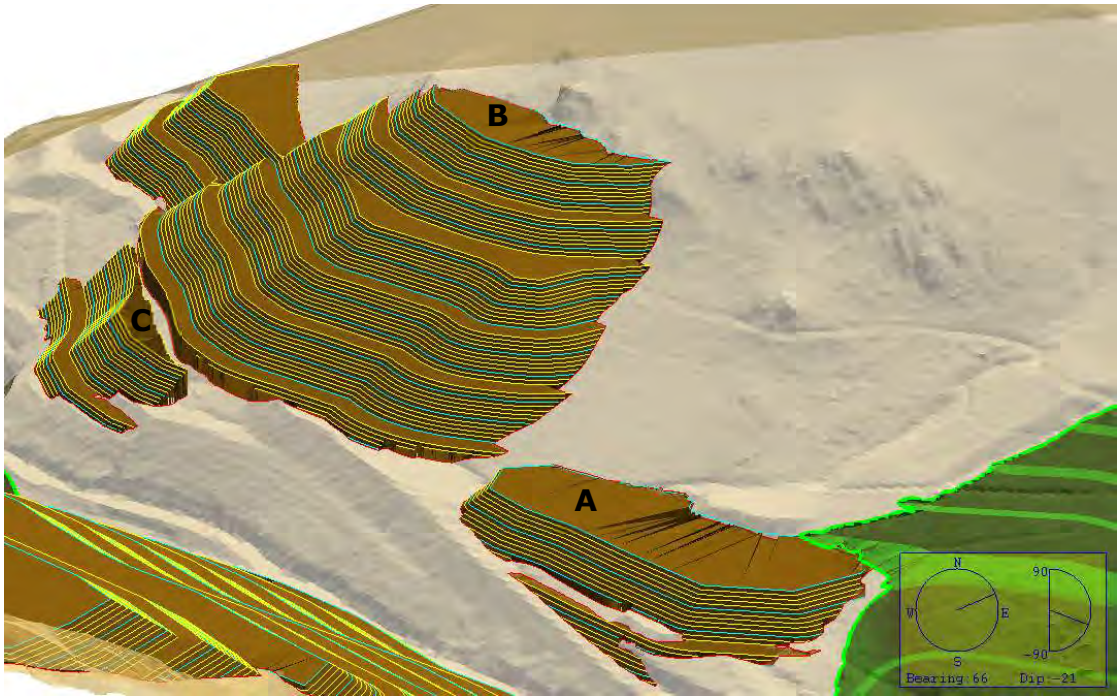


Figura 4.6.- Vista 3D de los tres sectores de la escombrera Entrevalles

En las figuras siguientes se detallan lo0s perfiles de la formación de estas escombreras en distintas fases:

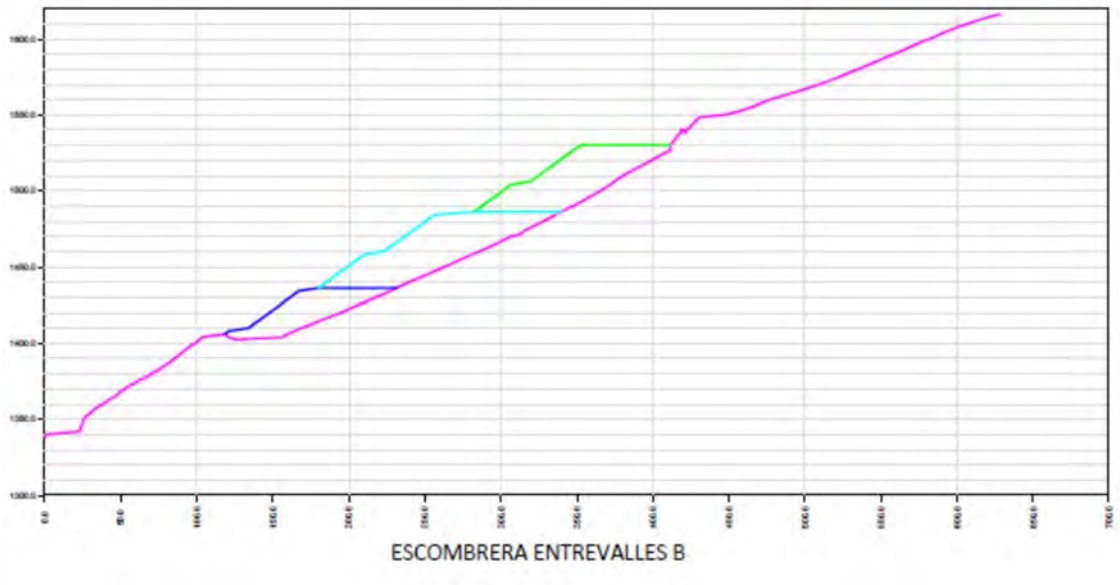


Figura 4.7.- Perfil de la escombrera Entrevalles sector B

COLEGIO OF. ING. TÉC. MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

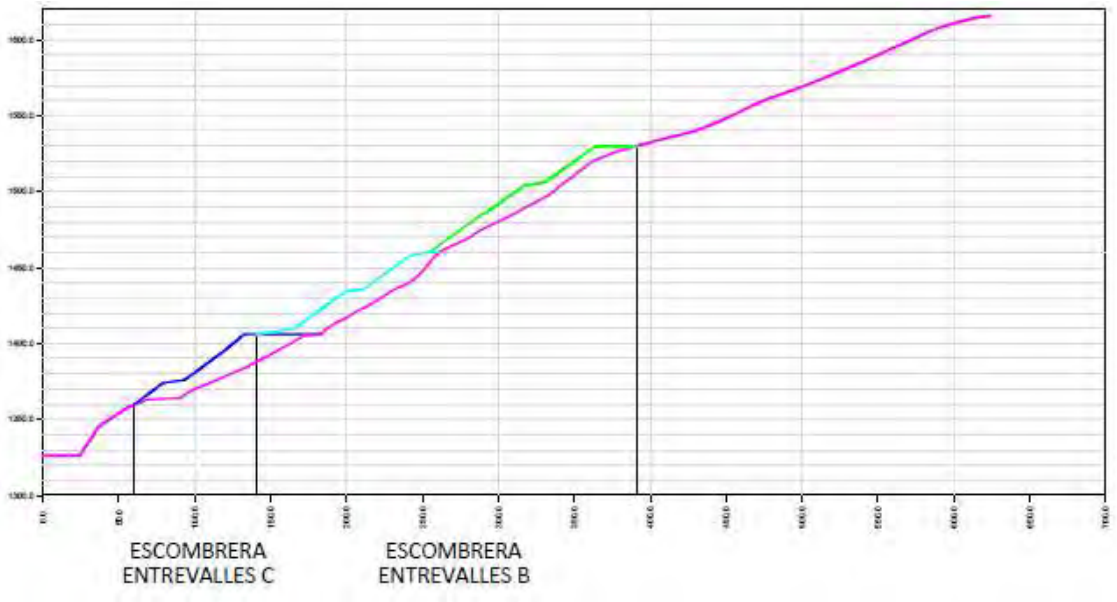


Figura 4.8.- Perfil de la escombrera Entrevalles sectores B y C

4.1.4. Escombrera Norte

La escombrera norte se localiza al norte del hueco de El Arroyo. Tendrá capacidad para albergar un máximo de 0,89 Mm^3 de material inerte ocupando una superficie en planta de 7,09 ha y una altura máxima de 54 m.

Los taludes de esta escombrera se han diseñado con un ángulo de 40º, un primer banco de 24 m, un segundo de 28 m y una berma de 12 m de anchura con una contrapendiente del 1 al 3% para favorecer el drenaje de la misma y evitar la acumulación de agua en el interior. La plataforma superior de la escombrera se encuentra a cota 1.566 m s.n.m.

El talud final de esta escombrera, una vez retranqueados mediante pala y bulldozer, será de 28º que asegura la estabilidad de la instalación y posibilita su revegetación posterior.

COLEGIO OF. ING. TÉC. MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]



Figura 4.9.- Vista 3D de la escombrera Norte

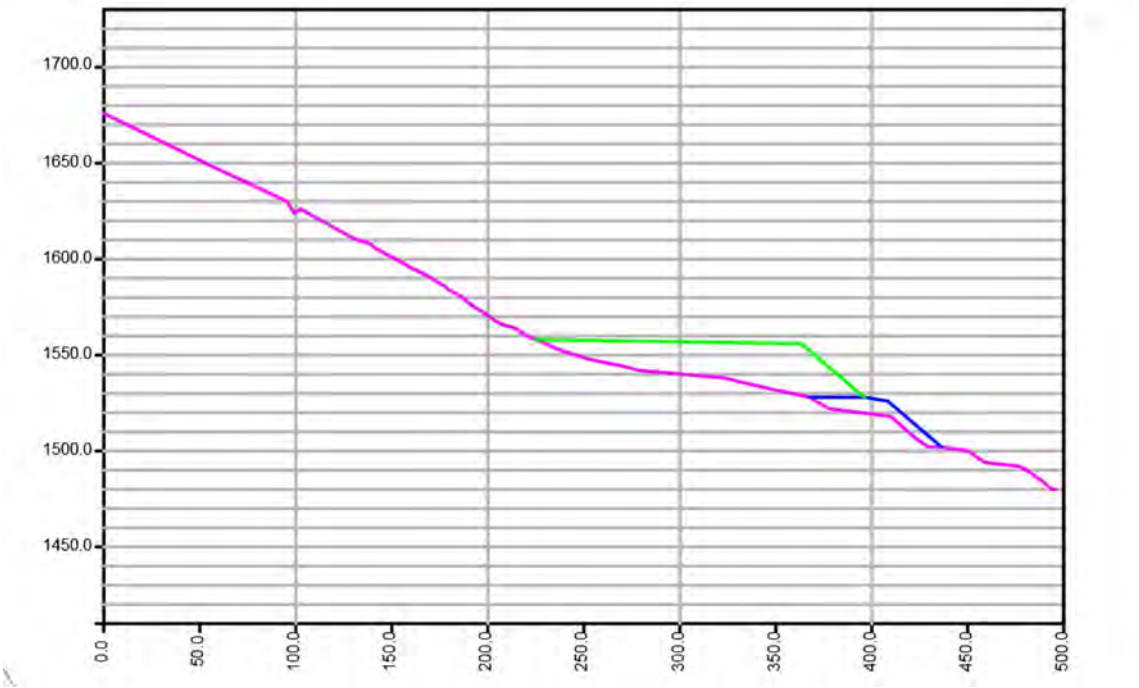


Figura 4.10.- Perfil de la escombrera Norte

COLEGIO OF. ING. TÉC. MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

4.1.5. Escombrera Noreste 1

La escombrera noreste 1 se localiza al norte del hueco de El Real. Tendrá capacidad para albergar un máximo de 0,88 Mm^3 de material inerte ocupando una superficie en planta de 6,77 ha y una altura máxima de 102 m.

Los taludes de esta escombrera se han diseñado con un ángulo de entre 36 y 40º. Consta de 5 bancos de 18-20 metros de altura y bermas de anchura variable de mínimo 12 m con una contrapendiente del 1 al 3% para favorecer el drenaje de la misma y evitar la acumulación de agua en el interior. La plataforma superior de la escombrera se encuentra a cota 1.408 m s.n.m.

El talud final de esta escombrera, una vez retranqueados mediante pala y bulldozer, será de 28º que asegura la estabilidad de la instalación y posibilita su revegetación posterior.

COLEGIO OF. ING. TÉC. MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

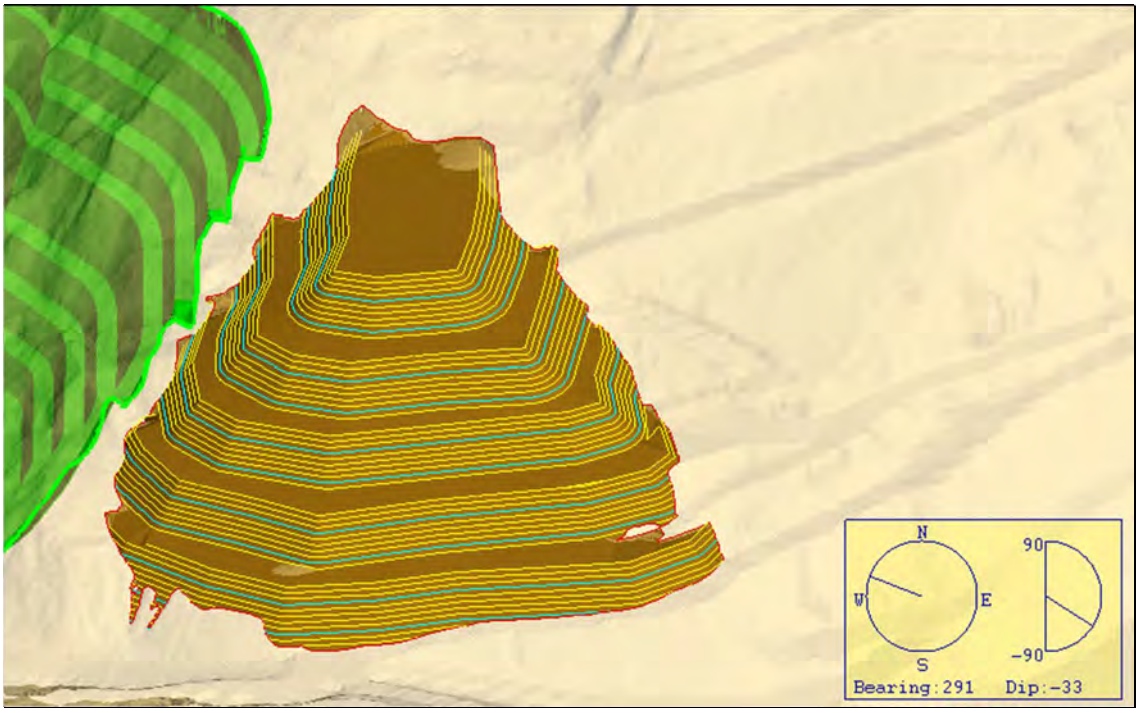


Figura 4.11.- Vista 3D de la escombrera Noreste 1

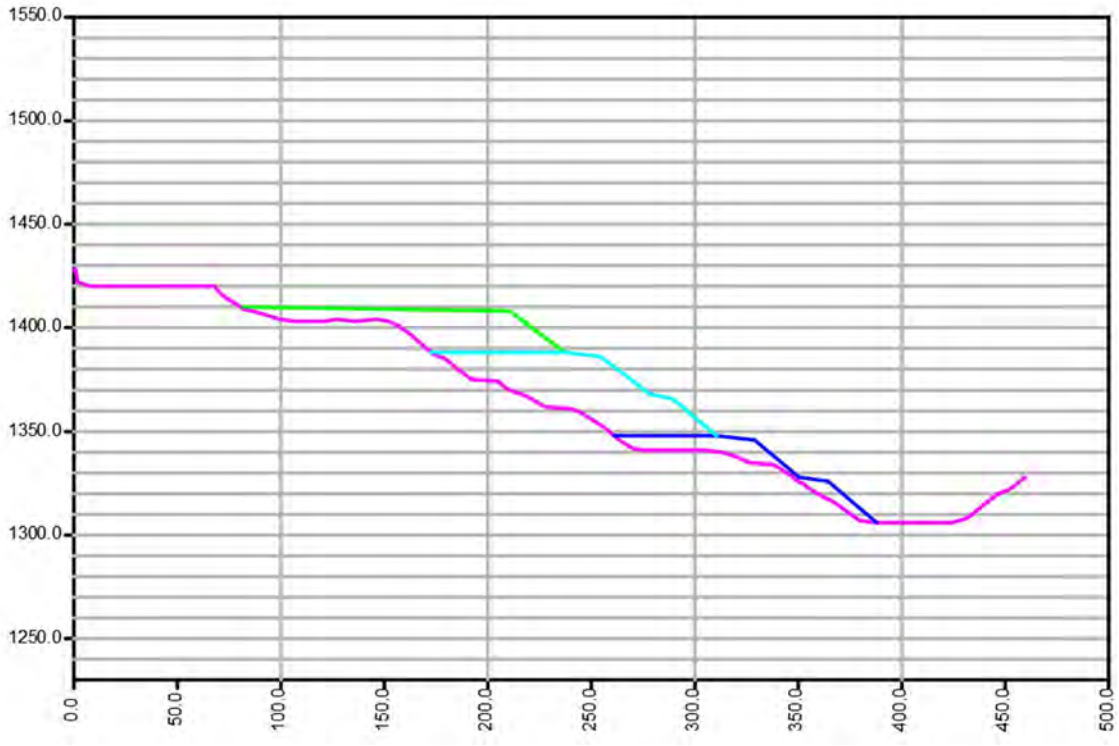


Figura 4.12.- Perfil de la escombrera Noreste 1

COLEGIO OF. ING. TÉC. MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

4.1.6. Escombrera Noreste 2

La escombrera noreste 2 se localiza al noroeste de la escombrera Noreste 1. Ocupa una superficie en planta de 7,77 ha y los primeros tres bancos se encuentran actualmente ejecutados por lo que el almacenamiento disponible es de 0,63 Mm^3 de material inerte.

Se realizarán los tres bancos superiores hasta alcanzar la cota de 1.448 m s.n.m., subiendo 48 metros sobre la escombrera actual. Los bancos tendrán una altura de 22-24 metros y un ángulo de talud de 37º. Las bermas tendrán de anchura variable de mínimo 12 m con una contrapendiente del 1 al 3% para favorecer el drenaje de la misma y evitar la acumulación de agua en el interior.

El talud final de esta escombrera, una vez retranqueados mediante pala y bulldozer, será de 28º que asegura la estabilidad de la instalación y posibilita su revegetación posterior.

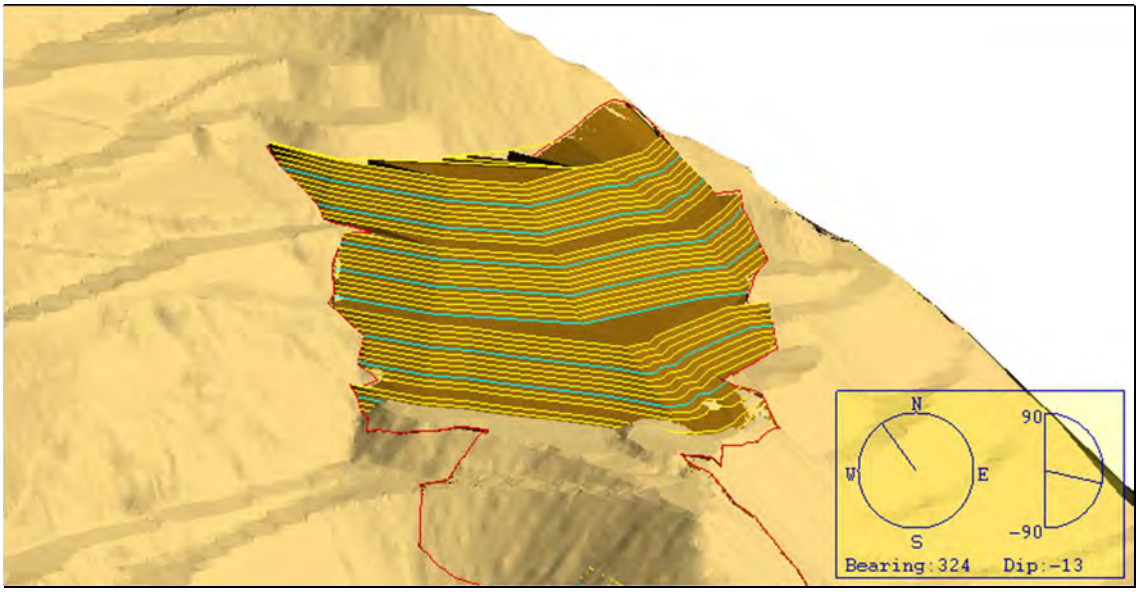


Figura 4.13.- Vista 3D de la escombrera Noreste 2

COLEGIO OF. ING. TÉC. MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

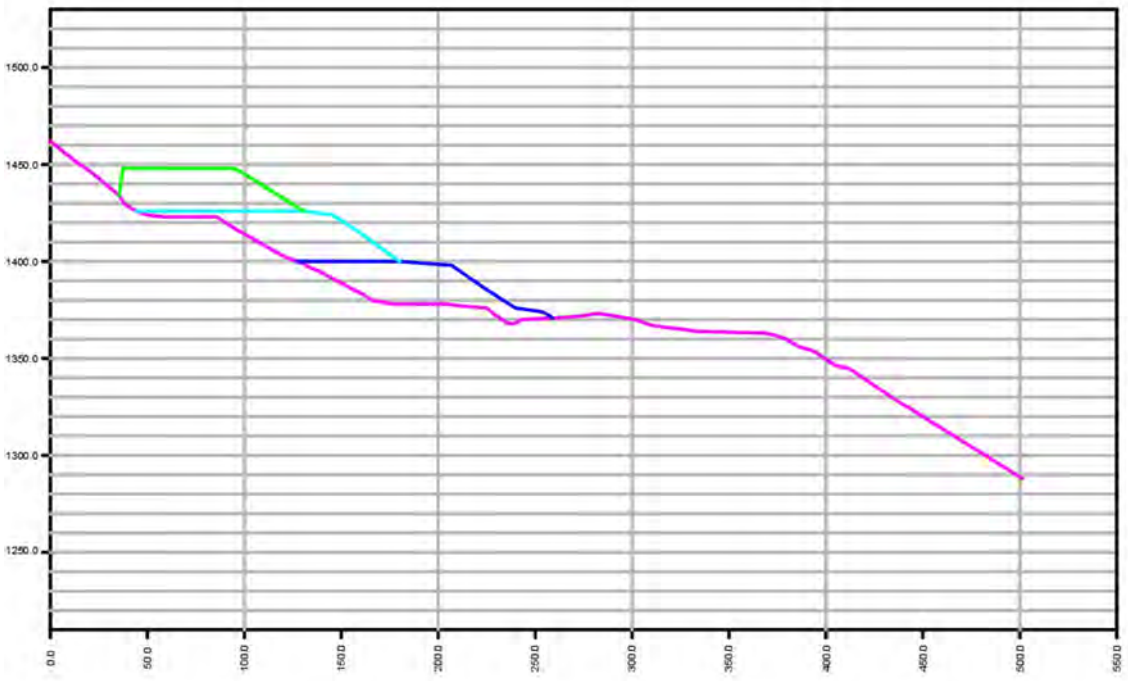


Figura 4.14.- Perfil de la escombrera Noreste 2

4.1.7. Escombrera de la Nave de Elaboración.

La escombrera de la nave de elaboración alberga los residuos procedentes de la planta que se localiza unos 2 km al noroeste de todas las infraestructuras. La escombrera se ubica junto a la nave de elaboración y ocupa una superficie de 6,73 ha.

Tendrá capacidad para albergar un máximo de 0,48 Mm^3 de material inerte procedente de la planta. Tiene una altura máxima de 76 m consta de tres bancos de 24 m de altura y 37 º de inclinación. La anchura de las bermas es de 12 m con una contrapendiente del 1 al 3% para favorecer el drenaje de la misma y evitar la acumulación de agua en el interior. La plataforma superior de la escombrera se encuentra a cota 1.360 m s.n.m.

COLEGIO OF. ING. TÉC. MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

El talud final de esta escombrera, una vez retranqueados mediante pala y bulldozer, será de 28º que asegura la estabilidad de la instalación y posibilita su revegetación posterior.

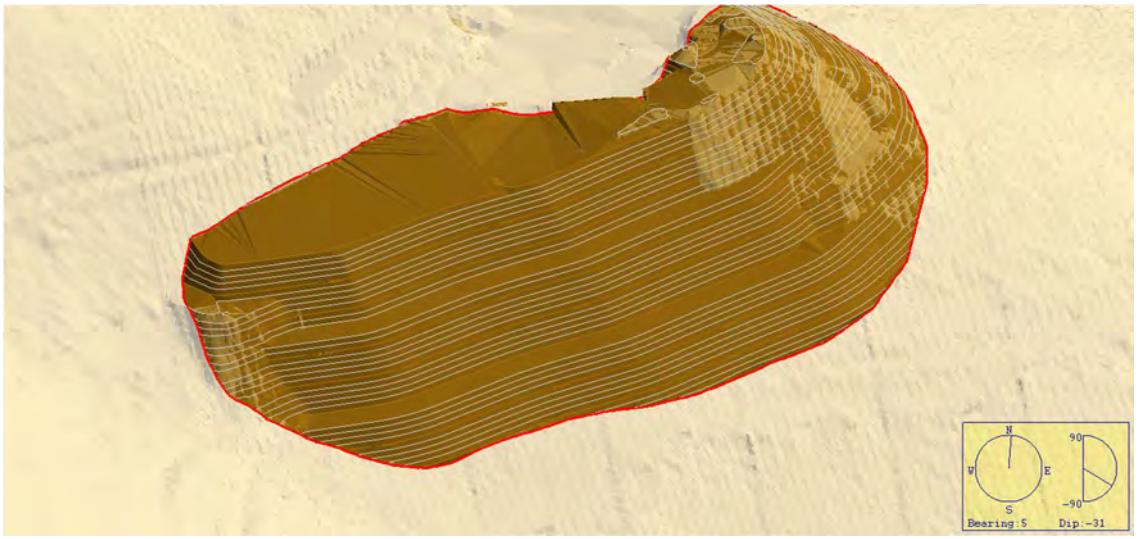


Figura 4.15.- Vista 3D de la escombrera de la nave de elaboración

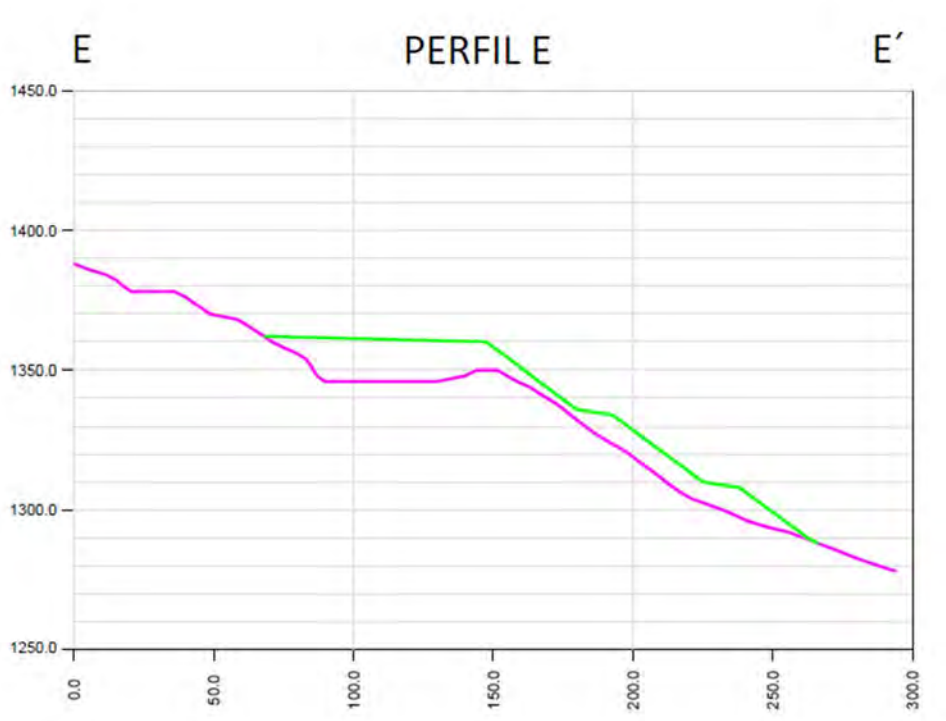


Figura 4.16.- Perfil de la escombrera de la nave de elaboración

COLEGIO OF. ING. TÉC. MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

4.1.8. Diseño del sistema de impermeabilización de las IRM

Para poder definir un correcto sistema de impermeabilización de una instalación de residuos mineros, se debe conocer la naturaleza de los residuos a almacenar en la misma.

Los residuos generados consisten en: estéril de mina, es decir, material no apto para su transformación en pizarra, estéril de la nave de elaboración (ubicados únicamente en la escombrera junto a la nave) y lodos provenientes de las balsas de decantación formados por sólidos finos (arcillas y arenas) con un 60% de agua.

Según el Real Decreto 777/2012, de 4 de mayo, por el que se modifica el Real Decreto 975/2009, de 12 de junio, sobre gestión de los residuos de las industrias extractivas y de protección y rehabilitación del espacio afectado por las actividades mineras. Podemos clasificar los distintos residuos en los siguientes grupos:

Estéril generado en el hueco de extracción: Tabla A "Residuos de la extracción de minerales no metálicos (Código LER: 01 01 02)"

Lodos secos generados en las balsas de decantación: Tabla E "Estériles y otros residuos del lavado y limpieza de minerales, distintos de los mencionados en los códigos 01 04 07 y 01 04 11 (Código LER: 01 04 12)"

Estéril de la planta de proceso: Tabla B "Residuos de la transformación física y química de minerales no metálicos" (Código LER 01 04 08).

Por lo dispuesto en el citado Real Decreto 777/2012 apartado 1.2.2 "*Los residuos de industrias extractivas que cumplan con todas las características detalladas en alguna de las tablas A, B, C, D, E, F y G recogidas en el presente anexo, tendrán la condición de «inertes» a efectos de lo dispuesto en Real*

COLEGIO OF. ING. TÉC. MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

Decreto 975/2009, de 12 de junio. La clasificación de estos residuos como inertes no estará sometida a la realización de pruebas adicionales."

Por lo tanto, los residuos mineros almacenados en las instalaciones de **residuos mineros** son todos **inertes** por lo que **no se considera necesario un sistema de impermeabilización**.

4.1.9. Diseño del sistema de drenaje asociado a las IRM

El sistema de drenaje del conjunto del proyecto minero se incluye en el informe del Estudio hidrológico. Se incluye aquí el dimensionado de los canales y balsas relacionados con las IRM.

El primer paso consiste en calcular los caudales que servirán de base para el dimensionamiento de los canales. Los caudales se han calculado siguiendo las instrucciones del Método Racional versión 2016 con las particularidades del apartado 2.3. de la Norma 5.2-IC "Drenaje Superficial", aprobada mediante Orden FOM/298/2016, de 15 de febrero y publicada en el jueves 10 de marzo de 2016, en el Boletín Oficial del Estado.

Se diferenciado 16 subcuencas de drenaje del área relacionada con el proyecto, a partir de las divisorias de aguas superficiales en la situación actual. También se han diferenciado 7 subcuencas asociadas a las instalaciones de residuos mineros, una por cada IRM, cuya escorrentía será tratada como aguas de contacto. A ellas se adicionan las tres subcuencas constituidas por los respectivos huecos de explotación.

En la figura siguiente se indica la posición de estas subcuencas en la situación inicial:

COLEGIO OF. ING. TÉC. MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

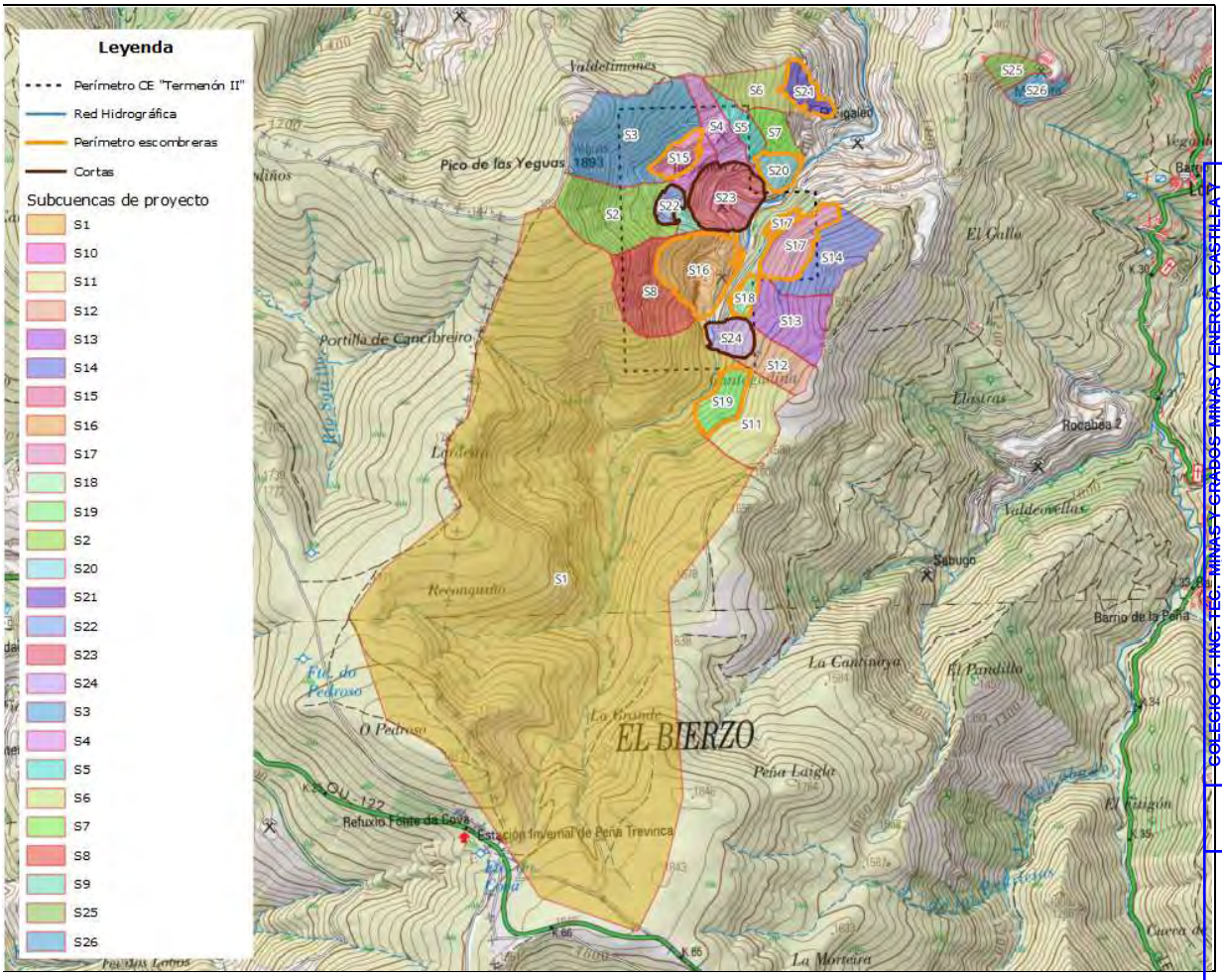


Figura 4.17.- Subcuencas de drenaje del proyecto.

En la siguiente tabla se indican las características físicas de cada zona de escorrentía externa o subcuenca delimitada asociada con las instalaciones de residuos mineros del proyecto.

COLEGIO OF. ING. TEC. MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
Habilitación Profesional
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

TABLA 4.1.- DATOS BÁSICOS DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LAS SUBCUENCAS ASOCIADAS A LAS IRM						
Subcuenca	**IRM asociada**	**Longitud máxima (m)**	**Desnivel máximo (m)**	**Área (km^2)**	**Pendiente media (m/m)**	**Tiempo de concentración Tc (h)**
S3	Escombrera Norte	866	365	0,48	0,42	0,32
S6	Escombrera Noreste 2	659	341	0,11	0,52	0,25
S5	Escombrera Noreste 1	770	275	0,08	0,36	0,30
S7	Escombrera Noreste 1	653	213	0,07	0,33	0,27
S8	Escombrera La Mortera	706	410	0,26	0,58	0,26
S11	Escombrera Sur	646	148	0,20	0,23	0,28
S13	Entrevalles A	706	226	0,21	0,32	0,29
S14	Entrevalles B	866	215	0,22	0,25	0,35
S25	Escombrera de la Nave	395	124	0,06	0,31	0,19

En la siguiente tabla se indican las características físicas de las subcuencas constituidas por las IRM del proyecto.

TABLA 4.2.- DATOS BÁSICOS DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LAS SUBCUENCAS CONSTITUIDAS POR LAS IRM						
IRM	**Código de Subcuenca**	**Longitud máxima (m)**	**Desnivel máximo (m)**	**Área (km^2)**	**Pendiente media (m/m)**	**Tiempo de concentración Tc (h)**
Escombrera Norte	S15	313	58	0,07	0,19	0,19
Escombrera La Mortera	S16	993	225	0,24	0,23	0,40
Entrevalles B	S17	779	127	0,14	0,16	0,35
Entrevalles A	S18	279	44	0,04	0,16	0,19
Escombrera Sur	S19	256	106	0,10	0,41	0,15
Escombrera Noreste 1	S20	317	116	0,07	0,37	0,17
Escombrera Noreste 2	S21	509	145	0,07	0,28	0,22
Escombrera de la Nave	S26	196	80	0,07	0,41	0,14

COLEGIO OF. ING. TÉC., MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

La siguiente tabla muestra los caudales obtenidos en cada subcuenca para un periodo de retorno de 100 años.

TABLA 4.3.- PARÁMETROS BÁSICOS DE ENTRADA EN EL MÉTODO RACIONAL Y CAUDALES PUNTA OBTENIDOS PARA CADA SUBCUENCA DE PROYECTO QUE AFECTA A LAS IRM O CONSTITUIDA POR IRM, PARA UN PERIODO DE RETORNO T=100 AÑOS

Subcuenca	It (mm/h)	C	K	Q (m^3/s)
S3	80,8	0,96	1,02	10,57
S6	91,2	0,64	1,01	1,86
S5	83,2	0,64	1,02	1,13
S7	87,7	0,25	1,01	0,45
S8	89,9	0,96	1,01	6,32
S11	85,2	0,64	1,01	3,10
S13	85,0	0,38	1,01	1,90
S14	76,9	0,38	1,02	1,80
S25	103,2	0,25	1,01	0,46
S15	102,4	0,64	1,01	1,23
S16	72,3	0,64	1,02	3,14
S17	76,9	0,64	1,02	1,99
S18	103,1	0,64	1,01	0,67
S19	115,1	0,64	1,01	2,09
S20	109,2	0,64	1,01	1,27
S21	97,3	0,64	1,01	1,29
S26	120,8	0,64	1,01	1,44

A partir de estos caudales máximos obtenidos que se han calculado, se presentan a continuación los cálculos justificativos de las estructuras de la red de drenaje para dichos caudales. Generalmente la sección típica de los canales será una sección trapezoidal de taludes 1V:1H.

Para el cálculo de estas cunetas se han aplicado las siguientes fórmulas:

$$Q = \frac{S}{n} \cdot i^{1/2} \cdot R_H{}^{2/3}$$

$$R_H = \frac{(b + z \cdot y) \cdot y}{b + 2 \cdot y \cdot \sqrt{1 + z^2}}$$

$$S = (b + z \cdot y) \cdot y$$

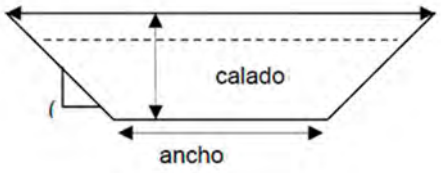
COLEGIO OF. ING. TÉC. MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
Habilitación Profesional
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

Siendo:

Q: Caudal que atraviesa la sección del canal (m^3/s)
S: Sección mojada del canal (m^2)
n: coeficiente de rugosidad de Manning, en este caso 0,035 puesto que están excavadas en el terreno de superficie irregular o en roca con irregularidades.
RH: radio hidráulico (m)
z: talud, en este caso 1 porque es siempre 1V:1H
b: ancho de la solera del canal (m)
y: calado del canal (m)
i: pendiente del canal (m/m)

El cálculo de las cunetas se llevará a cabo mediante las fórmulas de Manning para el ajuste de las secciones del canal, siendo:

P: perímetro mojado (m)
V: velocidad media en la sección considerada (m/s)



$$v = \frac{1}{n} i^{1/2} \cdot R_H^{\ 2/3}$$

$$R_H = \frac{(b + z \cdot y) \cdot y}{b + 2 \cdot y \cdot \sqrt{1 + z^2}}$$

$$P = b + 2y\sqrt{1 + z^2}$$

$$B = b + 2zy$$

El sistema general de drenaje de las aguas de escorrentía externas al proyecto se compone de un conjunto de canales de guarda que interceptan las aguas de escorrentía derivándolas a cauce antes de llegar a las superficies ocupadas por las IRM del proyecto.

Las características de estos canales o cunetas de guarda perimetrales se incluyen en la tabla siguiente.

COLEGIO OF. ING. TÉC. MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

TABLA 4.4.- ESTRUCTURAS DE LA RED DE DRENAJE DEL CIRCUITO DE AGUAS LIMPIAS. CARACTERÍSTICAS Y DIMENSIONAMIENTO DE LOS CANALES O CUNETAS DE GUARDA

Cuneta	Características					Dimensionamiento		
	Q	n	Longitud	Desnivel	Pendiente	Sección	Base	Altura
	(m^3/s)		(m)	(m)	(m/m)	(m^2)	(m)	(m)
C1	3,10	0,035	562	113	0,20	0,65	0,80	0,50
C2	3,10	0,035	377	16	0,04	1,08	1,20	0,60
C3	18,56	0,035	255	64	0,25	2,16	1,50	0,90
C4	1,19	0,035	185	44	0,24	0,40	0,60	0,40
C5	22,85	0,035	233	118	0,51	1,84	1,50	0,80
C6	6,32	0,035	260	72	0,28	0,96	1,00	0,60
C7	1,19	0,035	226	46	0,20	0,65	0,80	0,50
C8	6,32	0,035	646	179	0,28	1,08	1,20	0,60
C9	4,89	0,035	530	72	0,14	1,08	1,20	0,60
C10	1,80	0,035	423	123	0,29	0,40	0,60	0,40
C11	13,63	0,035	685	244	0,36	1,60	1,20	0,80
C12	7,31	0,035	429	24	0,06	1,84	1,50	0,80
C13	10,57	0,035	686	46	0,07	2,16	1,50	0,90
C14	7,31	0,035	87	33	0,38	0,96	1,00	0,60
C15	19,75	0,035	719	146	0,20	2,50	1,50	1,00
C16	1,13	0,035	196	36	0,18	0,40	0,60	0,40
C17	7,45	0,035	262	88	0,34	0,96	1,00	0,60
C18	0,45	0,035	391	58	0,15	0,27	0,60	0,30
C19	1,80	0,035	826	224	0,27	0,40	0,60	0,40
C20	1,86	0,035	842	239	0,28	0,40	0,60	0,40
C21	0,46	0,035	956	168	0,18	0,24	0,50	0,30

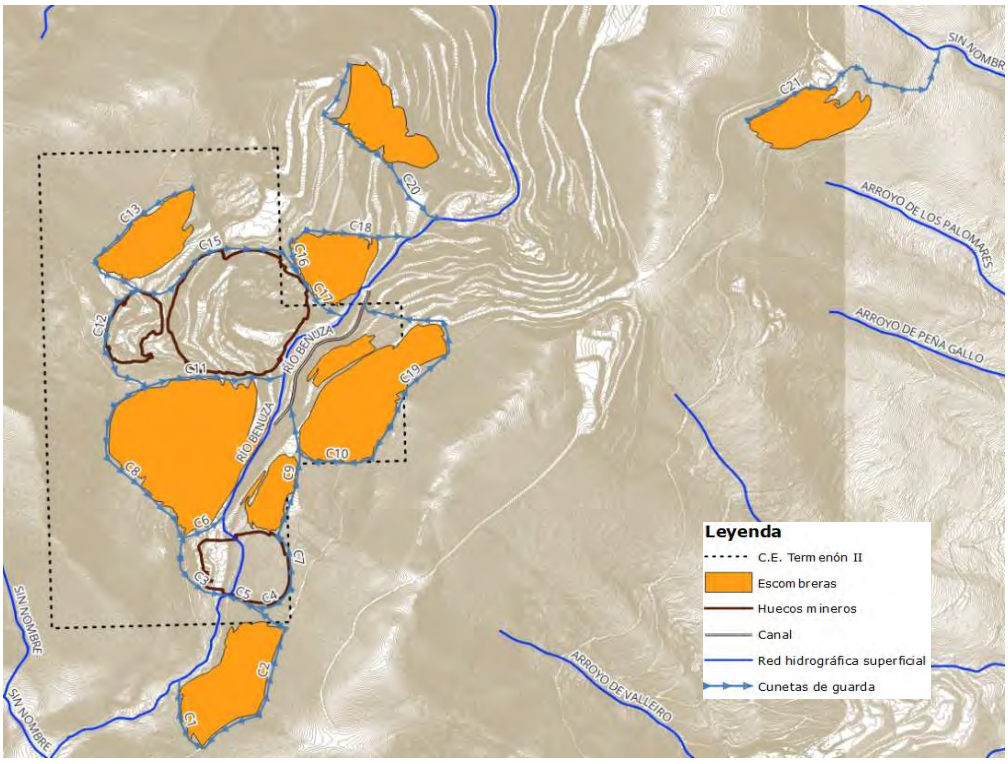


Figura 4.18.- Red de drenaje del circuito de aguas limpias externas al proyecto.

COLEGIO OF. ING. TÉC. MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

Por su parte, las características y dimensionamiento de las cunetas de desagüe que recogerán las aguas pluviales que caen directamente sobre las IRM (aguas de contacto), conduciéndolas a balsas de decantación se incluyen en la siguiente tabla.

TABLA 4.5.- ESTRUCTURAS DE LA RED DE DRENAJE DEL CIRCUITO DE AGUAS DE CONTACTO. CARACTERÍSTICAS Y DIMENSIONAMIENTO DE LAS CUNETAS DE DRENAJE

Cuneta	Características de las cunetas de drenaje					Dimensionamiento de las cunetas		
	Q	n	Longitud	Desnivel	Pendiente	Sección	Base	Altura
	(m^3/s)		(m)	(m)	(m/m)	(m^2)	(m)	(m)
D1	1,27	0,035	178	9	0,05	0,65	0,80	0,50
D2	1,27	0,035	238	28	0,12	0,48	0,80	0,40
D3	1,29	0,035	120	5	0,04	0,65	0,80	0,50
D4	1,29	0,035	184	46	0,25	0,33	0,80	0,30
D5	1,23	0,035	160	6	0,04	0,65	0,80	0,50
D6	1,23	0,035	245	17	0,07	0,48	0,80	0,40
D7	2,35	0,035	278	60	0,22	0,48	0,80	0,40
D8	2,35	0,035	623	53	0,09	0,65	0,80	0,50
D9	0,67	0,035	311	30	0,10	0,27	0,60	0,30
D10	0,67	0,035	111	20	0,18	0,27	0,60	0,30
D11	3,14	0,035	625	36	0,06	0,96	1,00	0,60
D12	3,14	0,035	141	30	0,21	0,65	0,80	0,50
D13	2,09	0,035	230	10	0,04	0,96	1,00	0,60
D14	2,09	0,035	160	45	0,28	0,48	0,80	0,40
D15	1,44	0,035	165	24	0,15	0,40	0,60	0,40
D16	1,44	0,035	321	26	0,08	0,48	0,80	0,40

La aplicación en obra de las dimensiones de las cunetas se realizará de modo que las dimensiones nominales finales sean siempre iguales o superiores a las teóricas calculadas.

4.1.10. Balsas de decantación

A partir de los estudios realizados, se ha calculado el dimensionamiento mínimo necesario de las balsas, cuya situación se observa en la figura 5.2, en base a la sección mínima necesaria para disminuir la velocidad del agua lo suficiente para que decanten partículas de hasta 0,01 cm de diámetro. También se ha calculado la longitud necesaria para que dichas partículas

COLEGIO OF. ING. TÉC. MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

alcancen el fondo de la balsa. No obstante, todas se han sobredimensionado para evitar el rebose de las aguas en caso de que haya una avenida máxima de caudal.

La superficie de agua que se necesita para la balsa, con el fin de eliminar todas las partículas sólidas con diámetro mayor o igual a 0,01 cm, se calcula con la relación A=Q/Vs. Para calcular la velocidad de sedimentación se emplea la Ley de Stokes, y se obtiene un valor Vs = 0,771 cm/s (0,00771 m/s) para un diámetro de partículas de 0,01 cm una viscosidad cinemática de 0,01308 cm2/s.

Las balsas de decantación de las escombreras recogerán el agua procedente de las precipitaciones que ocurran sobre las propias escombreras. En las tablas siguientes se incluyen sus dimensiones, así como los caudales para el periodo de retorno T100 y parámetros asociados con ellas.

TABLA 4.6.- CAUDAL DE REFERENCIA DE LA SUBCUENCA QUE AFECTA A LAS BALSAS PARA EL PERÍODO DE RETORNO DE 100 AÑOS					
ESCOMBRERA SUR					
Q	(m^3/s)	2,09	Tiempo de sedimentación	(s)	129,73
V. critica de arrastre	(m/s)	0,20	V. de arrastre	(m/s)	0,14
Superficie	(m^2)	270,65	Long. Teórica balsa	(m)	18,04
Sección hidráulica mínima	(m^2)	10,43	Long. Real balsa	(m)	20,00
Anchura balsa	(m)	15,00	Superf. Real balsa	(m^2)	300,00
Profundidad lámina de agua	(m)	1,00	Tiempo de permanencia	(s)	143,80
Sección prueba	(m^2)	15,00	N.º balsas	(ud.)	1
ESCOMBRERA LA MzORTERA					
Q	(m^3/s)	3,14	Tiempo de sedimentación	(s)	129,73
V. critica de arrastre	(m/s)	0,20	V. de arrastre	(m/s)	0,16
Superficie	(m^2)	407,03	Long. Teórica balsa	(m)	20,35
Sección hidráulica mínima	(m^2)	15,69	Long. Real balsa	(m)	22,00
Anchura balsa	(m)	20,00	Superf. Real balsa	(m^2)	440,00
Profundidad lámina de agua	(m)	1,00	Tiempo de permanencia	(s)	140,24
Sección prueba	(m^2)	20,00	N.º balsas	(ud.)	1
ESCOMBRERA ENTREVALLES A					
Q	(m^3/s)	0,67	Tiempo de sedimentación	(s)	129,73
V. critica de arrastre	(m/s)	0,20	V. de arrastre	(m/s)	0,07
Superficie	(m^2)	86,84	Long. Teórica balsa	(m)	8,68
Sección hidráulica mínima	(m^2)	3,35	Long. Real balsa	(m)	10,00

COLEGIO OF. ING. TÉC. MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

TABLA 4.6.- CAUDAL DE REFERENCIA DE LA SUBCUENCA QUE AFECTA A LAS BALSAS PARA EL PERÍODO DE RETORNO DE 100 AÑOS					
Anchura balsa	(m)	10,00	Superf. Real balsa	(m^2)	100,00
Profundidad lámina de agua	(m)	1,00	Tiempo de permanencia	(s)	149,40
Sección prueba	(m^2)	10,00	N.º balsas	(ud.)	1,00
ESCOMBRERA ENTREVALLES B					
Q	(m^3/s)	2,35	Tiempo de sedimentación	(s)	129,73
V. critica de arrastre	(m/s)	0,20	V. de arrastre	(m/s)	0,16
Superficie	(m^2)	305,32	Long. Teórica balsa	(m)	20,35
Sección hidráulica mínima	(m^2)	11,77	Long. Real balsa	(m)	22,00
Anchura balsa	(m)	15,00	Superf. Real balsa	(m^2)	330,00
Profundidad lámina de agua	(m)	1,00	Tiempo de permanencia	(s)	140,22
Sección prueba	(m^2)	15,00	N.º balsas	(ud.)	1,00
ESCOMBRERA NORTE					
Q	(m^3/s)	1,23	Tiempo de sedimentación	(s)	129,73
V. critica de arrastre	(m/s)	0,20	V. de arrastre	(m/s)	0,10
Superficie	(m^2)	159,88	Long. Teórica balsa	(m)	13,32
Sección hidráulica mínima	(m^2)	6,16	Long. Real balsa	(m)	15,00
Anchura balsa	(m)	12,00	Superf. Real balsa	(m^2)	180,00
Profundidad lámina de agua	(m)	1,00	Tiempo de permanencia	(s)	146,06
Sección prueba	(m^2)	12,00	N.º balsas	(ud.)	1,00
ESCOMBRERA NORESTE 1					
Q	(m^3/s)	1,27	Tiempo de sedimentación	(s)	129,73
V. critica de arrastre	(m/s)	0,20	V. de arrastre	(m/s)	0,11
Superficie	(m^2)	164,26	Long. Teórica balsa	(m)	13,69
Sección hidráulica mínima	(m^2)	6,33	Long. Real balsa	(m)	15,00
Anchura balsa	(m)	12,00	Superf. Real balsa	(m^2)	180,00
Profundidad lámina de agua	(m)	1,00	Tiempo de permanencia	(s)	142,16
Sección prueba	(m^2)	12,00	N.º balsas	(ud.)	1,00
ESCOMBRERA NORESTE 2					
Q	(m^3/s)	1,29	Tiempo de sedimentación	(s)	129,73
V. critica de arrastre	(m/s)	0,20	V. de arrastre	(m/s)	0,11
Superficie	(m^2)	167,66	Long. Teórica balsa	(m)	13,97
Sección hidráulica mínima	(m^2)	6,46	Long. Real balsa	(m)	15,00
Anchura balsa	(m)	12,00	Superf. Real balsa	(m^2)	180,00
Profundidad lámina de agua	(m)	1,00	Tiempo de permanencia	(s)	139,28
Sección prueba	(m^2) (m^3/s)	12,00	N.º balsas	(ud.)	1,00
Escombrera de la Nave					
Q	(m^3/s)	1,44	Tiempo de sedimentación	(s)	129,73
V. critica de arrastre	(m/s)	0,20	V. de arrastre	(m/s)	0,14
Superficie	(m^2)	187,39	Long. Teórica balsa	(m)	18,74
Sección hidráulica mínima	(m^2)	7,22	Long. Real balsa	(m)	20,00
Anchura balsa	(m)	10,00	Superf. Real balsa	(m^2)	200,00
Profundidad lámina de agua	(m)	1,00	Tiempo de permanencia	(s)	138,46
Sección prueba	(m^2)	10,00	N.º balsas	(ud.)	1,00

COLEGIO OF. ING. TÉC. MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

TABLA 4.7.- DIMENSIONES DE LAS BALSAS DE DECANTACIÓN					
Detalle	**Nº de balsas**	**Longitud (m)**	**Ancho (m)**	**Profundidad (m)**	**Volumen (m^3)**
Escombrera Sur	1	20	15	1	300
Escombrera La Mortera	1	22	20	1	440
Escombrera Entrevalles A	1	10	10	1	100
Escombrera Entrevalles B	1	22	15	1	330
Escombrera Norte	1	15	12	1	180
Escombrera Noreste 1	1	15	12	1	180
Escombrera Noreste 2	1	15	12	1	180
Escombrera de la Nave	1	10	20	1	200

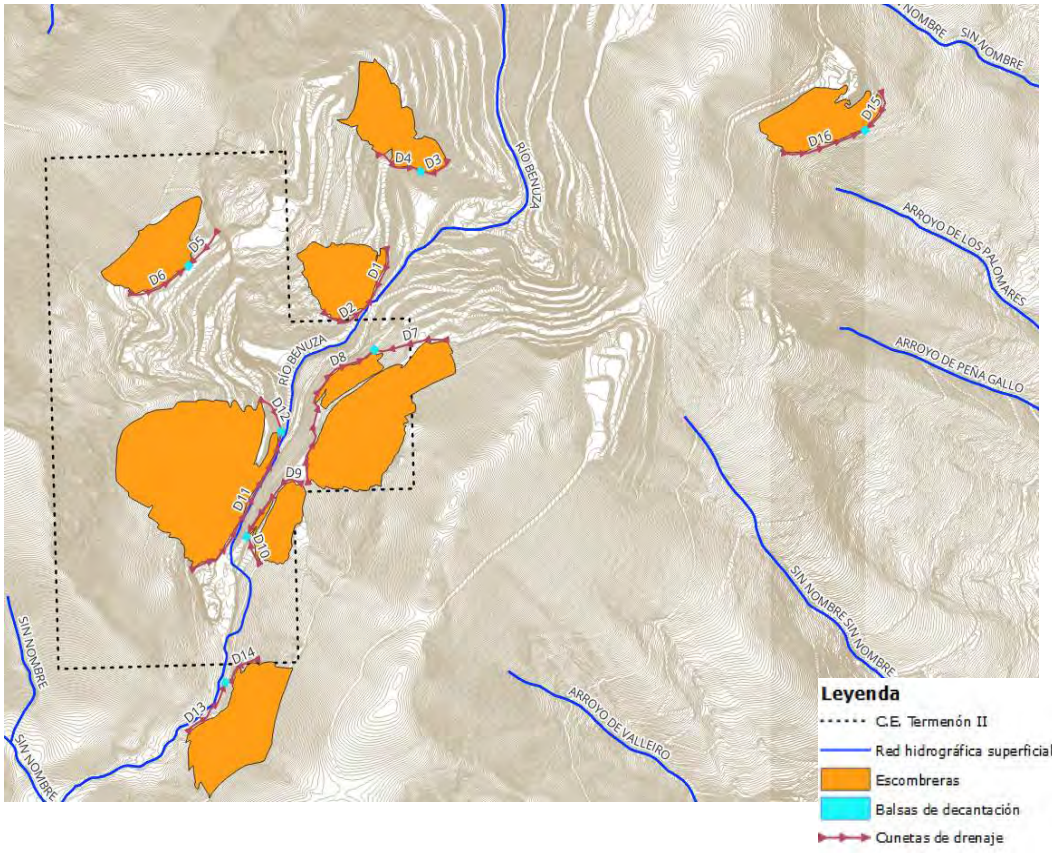


Figura 4.19.- Red de drenaje y balsas del circuito de aguas de contacto.

En este sentido cabe destacar que las balsas de decantación son elementos de gestión de las aguas que forman parte del sistema integrado completo de

COLEGIO OF. ING. TÉC. MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

la gestión integrada de aguas. Estas balsas se limpian cada seis meses o después de un evento de precipitación con el fin de que no se acumulen sólidos en el fondo de la misma.

4.2. MÉTODO CONSTRUCTIVO

Para la construcción de las instalaciones de residuos se contemplan las siguientes etapas:

4.2.1. Preparación del terreno y cimentación

Distinguiremos entre la superficie de escombrera propiamente dicha, y su zona de influencia. El cimiento del emplazamiento elegido es firme y poco deformable para cada una de las escombreras.

Se retirará la cubierta edáfica superior (en las zonas donde exista) del área prevista a escombrar en ese periodo, que en la zona llega a alcanzar los 15 cm de espesor en determinados puntos. Esta cubierta de tierra vegetal se utilizará al final de la vida útil en el recubrimiento de las zonas afectadas cuando se lleve a cabo el Plan de Restauración. Mientras tanto, estos materiales han de almacenarse en determinados puntos, de forma que conserven durante el tiempo necesario las características y cualidades que les hacen propicios para las labores de restauración.

Esta capa superior, al ser retirada ha sido sometida a la mezcla de sus horizontes edáficos y a la consiguiente alteración de su estructura y propiedades físicas. Por lo tanto, sobre estos materiales retirados, que durante cierto tiempo han de ser almacenados, se dan lugar una serie de procesos que disminuyen su riqueza (tales como la disminución del contenido en materia orgánica, la reducción de los procesos biológicos, disminución de

COLEGIO OF. ING. TÉC. MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

la mineralización, etc.), y han de mantenerse y enriquecerse como paso previo a su reimplantación en la restauración.

Primeramente, ha de tenerse en cuenta que el arranque de esta capa superior ha de realizarse cuando ésta se encuentre seca o cuando el contenido de humedad sea inferior al 75 %, a su vez, los acopios se deberán colocar en puntos donde se evite el paso de maquinaria sobre los mismos, donde los almacenamientos estén protegidos del viento y de la erosión hídrica, en zonas próximas al frente de explotación y no situadas sobre terrenos con materiales a explotar, y con pendientes nulas o muy escasas.

Es por ello por lo que se realizarán acopios en forma trapezoidal (con una altura máxima de 2 m, aunque se recomienda 1,5 metros). Para evitar las pérdidas de suelo por erosión en los acopios de tierra vegetal se realizará en cada acopio un acaballamiento perimetral con azada. Durante el tiempo de almacenamiento de estos acopios de tierra vegetal se han de ir realizando unas tareas de mantenimiento de las propiedades físicas y biológicas y de las características de la misma. Estas tareas consisten básicamente en una remezcla y aireamiento de los acopios y una serie de siembras anuales (en primavera) de una mezcla de gramíneas y leguminosas en base a material autóctono.

4.2.2. Colocación de los residuos en las instalaciones

Todas las escombreras serán de vaguada en la que el material vertido se dispondrá en fases adosadas, formando bancales no superiores a 40 metros de altura.

El vertido será libre en el comienzo de las escombreras siendo en fases adosadas en el resto de vida de las mismas. Con este método se logrará un talud con un ángulo medio natural de deposición entre bermas de estos escombros de 37º, siendo el talud final de 28º una vez

COLEGIO OF. ING. TÉC. MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

retranqueadas las fases de las que se compone mediante pala cargadora y bulldozer previo inicio de las labores de restauración.

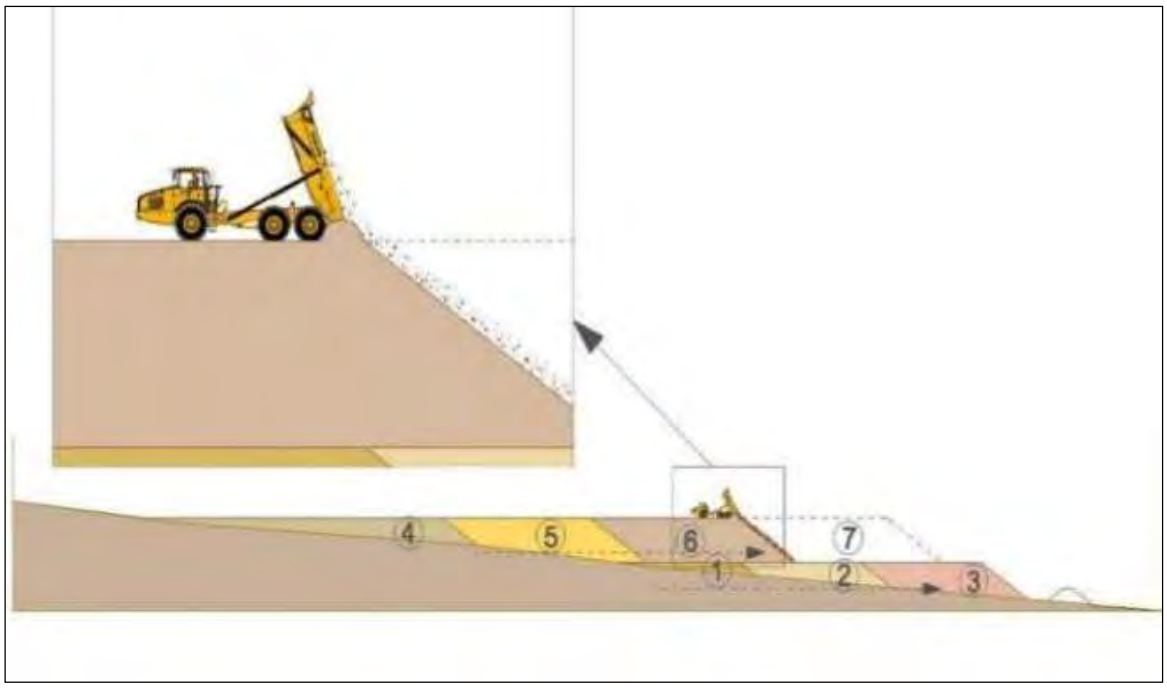


Figura 4.20.- Construcción de la escombrera por tongadas.

El terreno sobre los que se apoyan las escombreras está formado por pizarras con laminaciones, no aptas para su aprovechamiento comercial, estando la zona previamente desprovista de la cobertera vegetal para asegurar una base competente.

En general los escombros se depositarán a una distancia no inferior a 2 m del borde de la plataforma, empujándolos después mediante la pala cargadora, y compactándolos posteriormente para mejorar la estabilidad del talud, utilizando esa misma maquinaria.

Cuando entre los escombros aparezcan esporádicamente elementos finos o arcillosos se evitará verterlos en vaguadas o zonas deprimidas, ya que, al cortar el drenaje vertical en estas zonas de mayor acumulación de agua infiltrada, el flujo hacia los taludes puede crear problemas de inestabilidad.

COLEGIO OF. ING. TÉC. MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

Previamente al vertido de estériles se habrá preparado el terreno retirando la cubierta edáfica superior (en las zonas que exista) del área prevista a escombrar en ese periodo. Esta cubierta de tierra vegetal se utilizará al final de la vida útil en el recubrimiento de las zonas afectadas cuando se lleve a cabo el Plan de Restauración, estando también excavada la cuneta de intercepción ladera arriba.

El método de vertido de materiales será por capas o tongadas, con lo que aumenta notablemente la resistencia al corte de los materiales depositados y la capacidad de vertido, pues se reduce el efecto del esponjamiento.

4.2.3. Condiciones de vertido en las escombreras

En general los escombros se depositarán a una distancia no inferior a 2 m del borde de la plataforma, empujándolos después mediante la pala cargadora, y compactándolos posteriormente para mejorar la estabilidad del talud, utilizando esa misma maquinaria.

Cuando entre los escombros aparezcan esporádicamente elementos finos o arcillosos se evitará verterlos en vaguadas o zonas deprimidas, ya que al cortar el drenaje vertical en estas zonas de mayor acumulación de agua infiltrada, el flujo hacia los taludes puede crear problemas de inestabilidad.

Previamente al vertido de estériles se habrá preparado el terreno como se ha indicado en el apartado anterior, estando también excavada la cuneta de intercepción ladera arriba.

Los vertidos se efectuarán en fases adosadas y, logrando un talud con ángulo medio natural de deposición entre bermas de estos escombros de 37º y un talud final de 28º.

COLEGIO OF. ING. TÉC. MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

Se define como zona de influencia aquella que pueda ser afectada por caída de escombros, deslizamientos globales o parciales, flujos de detritus, etc. Para impedir que los escombros afecten por rodadura a esta zona de influencia, se construirá en la base de la escombrera un espaldón perimetral granular con bloques de gran tamaño.

Este espaldón perimetral será de sección trapezoidal, y tendrá las siguientes dimensiones:

Altura: .....2,5 m
Taludes: .....1,5 (H) : 1 (V)
Anchura de fondo: .....5,5 m

4.2.4. Gestión de aguas de escorrentía

Con el fin de evitar la entrada de las aguas de escorrentía en la escombrera se dotará de cunetas de intercepción en coronación (canales perimetrales). Se dotará también a las bermas de seguridad y plataformas de coronación con unos contrapendientes del 1 al 3% para favorecer el drenaje de la estructura con el único objetivo de minimizar la acumulación del agua en la misma.

El dimensionamiento de estos canales se incluye en el apartado 4.1.9 del presente documento.

4.2.5. Cierre de las escombreras

Cuando se dé por finalizada cada una de las fases de las escombreras se procederá a la restauración y revegetación de cada fase. Para ello, se procederá al retaluzado de los bancos y las bermas finales mediante modelado mecánico con bulldozer. Sobre los taludes y bermas ya

COLEGIO OF. ING. TÉC. MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

remodelados se extenderá una capa de tierra vegetal y se procederá con la revegetación consistente en la implantación de un estrato herbáceo y arbustivo de implantación rápida de características similares a las de la zona.

4.2.6. Maquinaria

La maquinaria a emplear en la ejecución de las escombreras (carga, trasporte y extendido) será:

- 1 cargadora sobre ruedas tipo 980 Caterpillar (o similar)
- 1 excavadora de cadenas tipo 315 D Caterpillar (o similar)
- 3 camiones dumper tipo 773 Caterpillar (o similar)

Para la escombrera de la nave, se utilizará pala cargadora y camión.

4.3. SECUENCIA DE OPERACIÓN Y FASES

Las instalaciones de residuos irán creciendo a medida que se vayan produciendo los estériles durante la vida de la explotación.

Puesto que hay dos tipos de pizarras en la explotación, pizarra fina y pizarra seca, no se puede prever a largo plazo en que hueco se estará trabajando, ya que lo marcará el mercado de estas dos pizarras, por lo que tampoco se puede prever que escombrera se llenará antes.

Los datos generales del proyecto de ampliación Termenón II, se resumen en las siguientes tablas:

COLEGIO OF. ING. TÉC. MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

DATOS GENERALES AMPLIACIÓN TERMENÓN II

Volumen Total Huecos excavados (m^3)	15.809.200
Volumen capa (m^3)	5.002.551
Rendimiento cantera (%)	35,00
Recuperación en Nave (%)	15,00
Densidad del material (t/m^3)	2,8
Esponjamiento del material (%)	30
Compactación del material (%)	10

MINERAL

Volumen de pizarra explotable (m^3)	1.750.893
Tonelaje de pizarra explotable (t)	4.902.500
Volumen de pizarra aprovechable en Nave (m^3)	262.634
Producto final vendible (t)	735.375

ESTÉRIL DE MINA

Volumen de estéril de mina (m^3)	14.058.307
Volumen de estéril esponjado de mina (m^3)	18.275.799
Volumen de estéril compactado de mina (m^3)	**16.614.363**
Capacidad de las escombreras (m^3)	14.875.068
Volumen relleno corta Entrevalles (m^3)	1.739.295
TOTAL CAPACIDAD ALMACENAMIENTO (m^3)	**16.614.363**

ESTÉRIL EN NAVE DE ELABORACIÓN

Volumen de estéril (m^3)	1.488.259
Volumen de estéril esponjado de mina (m^3)	1.711.498
Volumen de estéril compactado (m^3)	1.555.907
Capacidad necesaria escombrera (m^3)	**1.555.907**
Volumen Escombrera Nave (m^3)	484.700
Volumen Relleno Corta Entrevalles (m^3)	1.071.207
TOTAL CAPACIDAD ALMACENAMIENTO (m^3)	**1.555.907**

El factor de esponjamiento en los estériles producidos en la nave de elaboración, es de 1,15, puesto que el tamaño de los bloques es mucho más pequeño que el de mina, ya que se genera del rachón cortado.

Como prioridad, se tiene proyectado el relleno parcial del hueco de "Entrevalles", para la recuperación morfológica original el río Benuza e ir utilizando todas las escombreras de la explotación dependiendo en que hueco, o huecos, se trabaje.

COLEGIO OF. ING. TÉC. MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

Tal y como se ha descrito, el proyecto cuenta con un total de 7 escombreras, 6 de ellas albergarán residuos inertes procedentes de la explotación a cielo abierto y la última, los estériles de planta.

Las 6 escombreras de estériles de mina se ubican cerca de los huecos de explotación y la de planta cerca de la nave de elaboración, de esta forma se minimizan las distancias de transporte.

La capacidad de almacenamiento de las escombreras y relleno de la corta Entrevalles se resume en la siguiente tabla:

TABLA 4.8.- CAPACIDAD DE ALMACENAMIENTO DE LAS ESCOMBERAS	
	Volumen (m^3)
ESTÉRILES DE MINA	
ESCOMBRERA SUR	1.372.150
ESCOMBRERA LA MORTERA	8.102.640
ESCOMBRERA ENTREVALLES	3.001.254
ESCOMBRERA NORTE	885.796
ESCOMBRERA NORESTE 1	879.228
ESCOMBRERA NORESTE 2	634.001
TOTAL MINA	**14.875.068**
RELLENO EN CORTA "ENTREVALLES"	
RELLENO CORTA ENTREVALLES	**1.739.295**
CAPACIDAD TOTAL DE ALMACENAMIENTO	**16.614.363**
ESTÉRILES DE PLANTA EN NAVE DE ELABORACIÓN	
ESCOMBRERA NAVE ELABORACIÓN	484.700
RELLENO CORTA ENTREVALLES	1.071.207
CAPACIDAD TOTAL DE ALMACENAMIENTO	**1.555.907**

Se ha diferenciado la gestión de estériles en los estériles generados en la mina y los estériles generados en la planta o nave de elaboración.

Adicionalmente, en el hueco de Entrevalles se realiza un relleno de restitución morfológica, para restituir el río Benuza a su morfología original, de

COLEGIO OF. ING. TÉC. MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

1.739.295 m^3. Por lo que la capacidad total de almacenamiento de estériles de mina es de 16.614.363 m^3.

El estéril generado en la planta o nave de elaboración se deposita en la escombrera situada junto a la misma, con una capacidad de 484.700 m^3 y el resto se deposita en el hueco de la corta Entrevalles, avanzando en el relleno realizado para los estériles de mina, con una capacidad de 1.071.207 m^3 adicionales. Por lo que la capacidad total de almacenamiento de estériles de planta o procedentes de la nave de elaboración es de 1.555.907 m^3.

La restitución del río Benuza mediante el relleno en la corta con estériles de la mina, se detalla en la siguiente figura:

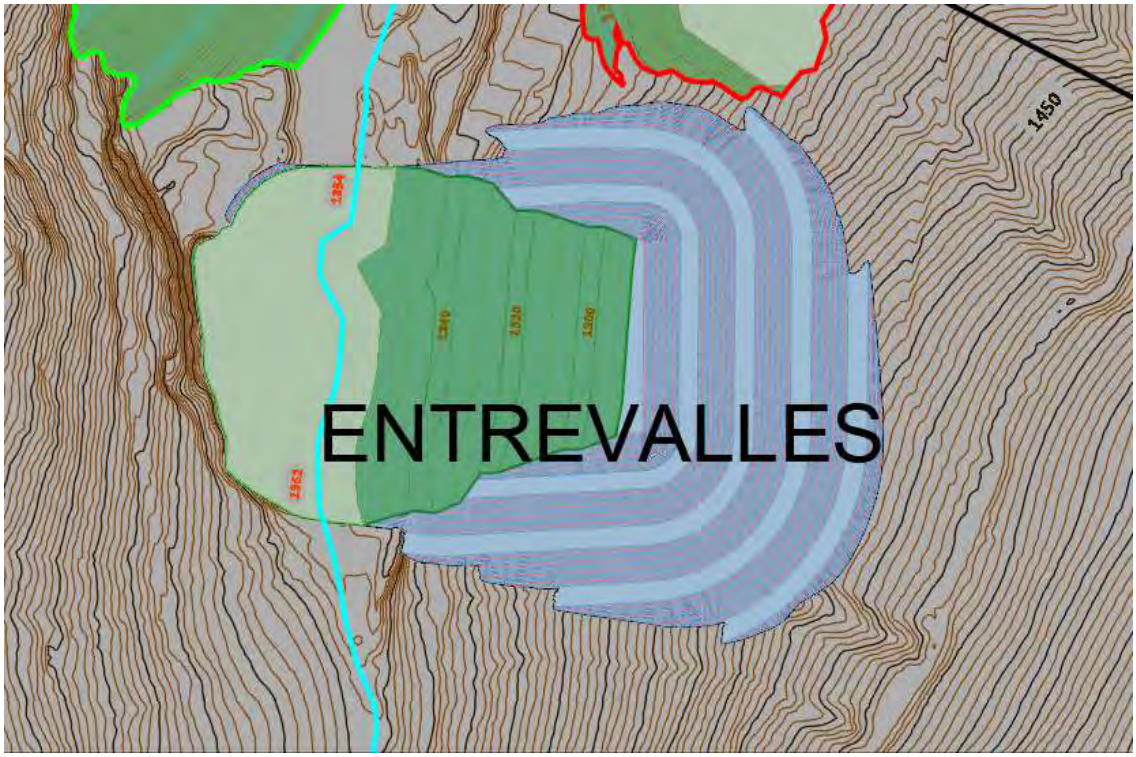


Figura 4.21.- Relleno en corta minera Entrevalles, restitución morfológica río Benuza.

Posteriormente se continua el relleno con parte de los estériles de planta, tal y como se detalla en la siguiente figura:

COLEGIO OF. ING. TÉC. MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

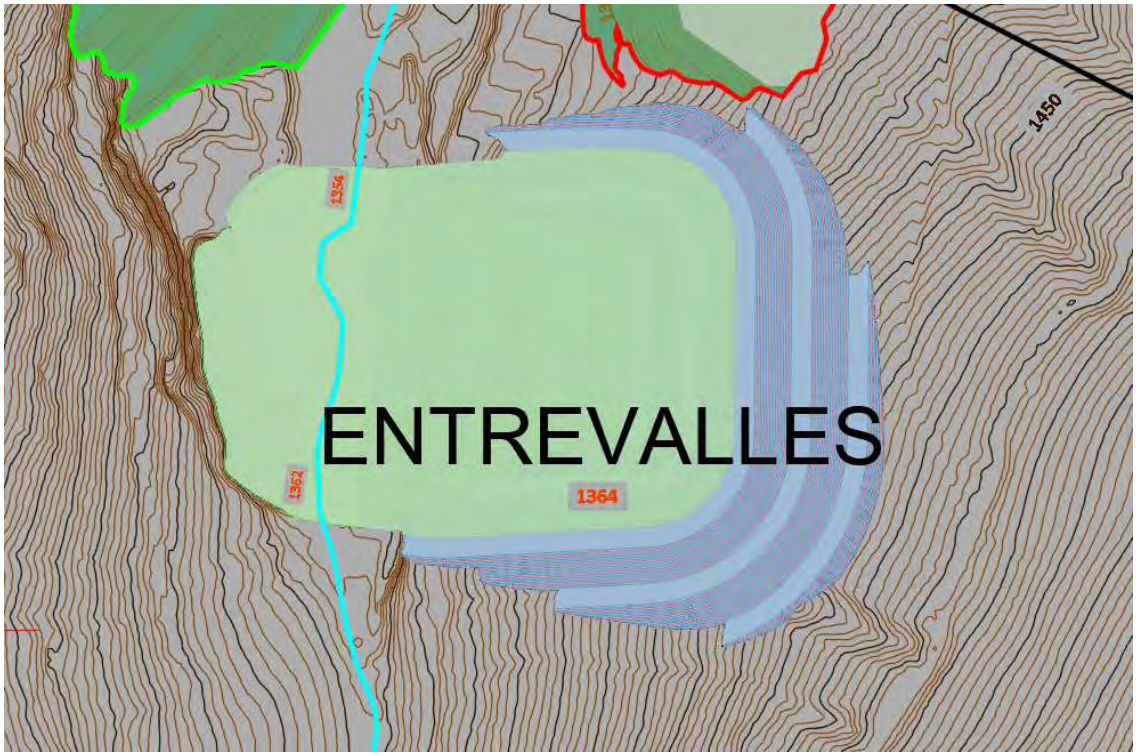


Figura 4.22.- Continuación relleno en corta minera Entrevalles, con estériles de planta.

La producción de producto final de pizarra varía a lo largo de la vida de la explotación, tal y como se detalla en la siguiente tabla:

TABLA 4.9.- PRODUCCIÓN ANUAL	
AÑOS	**PRODUCCIÓN (t/año)**
1-9	20.000
10-14	25.000
15-28	29.000
29	24.375
TOTAL	**735.375**

La producción total es de 735.375 t, en 29 años.

Con estas cifras de producción a lo largo del proyecto, el ritmo de llenado de estas escombreras será el siguiente:

COLEGIO OF. ING. TÉC. MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

TABLA 4.10.- RITMO DE LLENADO DE LAS ESCOMBERAS DE ESTÉRILES DE MINA

Año	Producción (t/año)	Producción acumulada (t)	Estéril de mina (m^3/año)	Estéril de mina acumulado (m^3)	Capacidad escombreras y relleno (m^3)
0	-	-	-	-	16.614.363
1	20.000	20.000	451.861	451.861	16.162.502
2	20.000	40.000	451.861	903.722	15.710.641
3	20.000	60.000	451.861	1.355.583	15.258.780
4	20.000	80.000	451.861	1.807.444	14.806.919
5	20.000	100.000	451.861	2.259.305	14.355.058
6	20.000	120.000	451.861	2.711.166	13.903.197
7	20.000	140.000	451.861	3.163.027	13.451.336
8	20.000	160.000	451.861	3.614.888	12.999.475
9	20.000	180.000	451.861	4.066.749	12.547.614
10	25.000	205.000	564.826	4.631.575	11.982.788
11	25.000	230.000	564.826	5.196.401	11.417.962
12	25.000	255.000	564.826	5.761.228	10.853.135
13	25.000	280.000	564.826	6.326.054	10.288.309
14	25.000	305.000	564.826	6.890.880	9.723.483
15	29.000	334.000	655.198	7.546.079	9.068.285
16	29.000	363.000	655.198	8.201.277	8.413.086
17	29.000	392.000	655.198	8.856.475	7.757.888
18	29.000	421.000	655.198	9.511.674	7.102.689
19	29.000	450.000	655.198	10.166.872	6.447.491
20	29.000	479.000	655.198	10.822.071	5.792.292
21	29.000	508.000	655.198	11.477.269	5.137.094
22	29.000	537.000	655.198	12.132.468	4.481.895
23	29.000	566.000	655.198	12.787.666	3.826.697
24	29.000	595.000	655.198	13.442.865	3.171.499
25	29.000	624.000	655.198	14.098.063	2.516.300
26	29.000	653.000	655.198	14.753.261	1.861.102
27	29.000	682.000	655.198	15.408.460	1.205.903
28	29.000	711.000	655.198	16.063.658	550.705
29	24.375	735.375	550.705	16.614.363	0
TOTAL	**735.375**		**16.614.363**		

COLEGIO OF. ING. TÉC. MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

Los estériles de planta o de la nave de elaboración irán a la escombrera de la nave y al relleno del hueco Entrevalles, con el siguiente ritmo de llenado:

TABLA 4.11.- RITMO DE LLENADO DE LA ESCOMBERA DE ESTÉRILES DE PLANTA

Año	Producción (t/año)	Producción acumulada (t)	Estéril de planta (m^3/año)	Estéril de planta acumulado (m^3)	Capacidad escombrera y relleno (m^3)
0	-	-			1.555.907
1	20.000	20.000	42.316	42.316	1.513.591
2	20.000	40.000	42.316	84.632	1.471.275
3	20.000	60.000	42.316	126.948	1.428.959
4	20.000	80.000	42.316	169.264	1.386.643
5	20.000	100.000	42.316	211.580	1.344.327
6	20.000	120.000	42.316	253.896	1.302.011
7	20.000	140.000	42.316	296.212	1.259.695
8	20.000	160.000	42.316	338.528	1.217.379
9	20.000	180.000	42.316	380.844	1.175.063
10	25.000	205.000	52.895	433.739	1.122.168
11	25.000	230.000	52.895	486.634	1.069.273
12	25.000	255.000	52.895	539.529	1.016.378
13	25.000	280.000	52.895	592.424	963.483
14	25.000	305.000	52.895	645.319	910.588
15	29.000	334.000	61.358	706.677	849.230
16	29.000	363.000	61.358	768.036	787.871
17	29.000	392.000	61.358	829.394	726.513
18	29.000	421.000	61.358	890.752	665.155
19	29.000	450.000	61.358	952.110	603.797
20	29.000	479.000	61.358	1.013.469	542.438
21	29.000	508.000	61.358	1.074.827	481.080
22	29.000	537.000	61.358	1.136.185	419.722
23	29.000	566.000	61.358	1.197.543	358.364
24	29.000	595.000	61.358	1.258.902	297.006
25	29.000	624.000	61.358	1.320.260	235.647
26	29.000	653.000	61.358	1.381.618	174.289
27	29.000	682.000	61.358	1.442.976	112.931
28	29.000	711.000	61.358	1.504.334	51.573
29	24.375	735.375	51.573	1.555.907	0
TOTAL	**735.375**		**1.555.907**		

COLEGIO OF. ING. TÉC. MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

El vertido será libre en el comienzo de las escombreras siendo en fases adosadas y en el resto de vida de las mismas. Con este método se logrará un talud con un ángulo medio natural de deposición entre bermas de estos escombros de 37º, siendo el talud final de 28º una vez retranqueadas las fases de las que se componen mediante pala cargadora y bulldozer previo inicio de las labores de restauración.

El terreno sobre los que se apoyan las escombreras está formado por pizarras con laminaciones, no aptas para su aprovechamiento comercial, estando la zona previamente desprovista de la cobertera vegetal para asegurar una base competente.

Estas escombreras, según vayan alcanzando su situación final serán debidamente revegetadas según lo expuesto en el plan de restauración y resumido en el capítulo 7 del presente documento (Anteproyecto de cierre y clausura de las instalaciones de residuos mineros).

4.4. ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DE LAS INSTALACIONES DE RESIDUOS MINEROS

Se ha realizado un análisis geotécnico preliminar sobre la estabilidad de las diferentes escombreras proyectadas en su máximo desarrollo.

Se han llevado a cabo los siguientes cálculos:

- Determinación de los parámetros geomecánicos de cálculo de los materiales implicados.
- Estudio sismológico y sismorresistente.
- Análisis de la capacidad portante del terreno bajo las escombreras.
- Análisis de estabilidad global de las escombreras proyectadas mediante perfiles.

COLEGIO OF. ING. TÉC. MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

4.4.1. Determinación de parámetros geomecánicos

El terreno sobre el que se ubican las escombreras tiene las mismas características que el terreno de extracción: pizarras grises y negras con alternancias de areniscas y cuarcitas.

Los materiales de relleno de las distintas instalaciones de residuos estarán formados por estériles de mina en todas las escombreras con la excepción de la escombrera de la nave de elaboración que alberga estériles de planta.

Los estériles procedentes de la excavación del hueco minero y en menor medida del rechazo de la planta serán fundamentalmente pizarras grises y negras.

En la siguiente figura se resumen las propiedades generales de los diferentes tipos de estériles mineros:

TIPO DE ESTÉRIL	CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	DENSIDAD SECA (kg/m^3)	ÁNGULO DE ROZAMIENTO INTERNO (°)	COHESIÓN (kPa)	ÍNDICE DE PLASTICIDAD
Arenoso	13 - 37	1380 - 1750	0 - 10	9,6 - 95,8	12 - 30
Mixto	9 - 19	1310 - 2070	4 - 30	19,1 - 134	14 - 32
Rocoso	5 - 15	1440 - 1910	27 - 32	28,7 - 47,9	14 - 20

Fuente: Douglas, P.M. y Bailey, M.J., 1982.

La densidad media del material es de 2,7 t/m^3, pero al estar conformada la escombrera por materiales sueltos, la densidad es mucho menor y se estima en 1,93 t/m^3 y la cohesión de 38,3 kPa, al ser el promedio del material rocoso.

COLEGIO OF. ING. TÉC. MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

El ángulo de rozamiento se ha estimado, según la siguiente fórmula y valores obtenidos de la siguiente tabla del "Manual de diseño y construcción de escombreras y presas de residuos" (I.T.G.E 1986):

$\phi' = (M + \phi'_1 + \phi'_2 + \phi'_3 + \phi'_4 + \phi') \cdot \alpha$

Naturaleza	M	silicea	36°
		carbonatada	34°
		esquistosa	32°
		arcillosa	30°
Compacidad	ϕ'_1	suelta	−5°
		media	0°
		compacta	+5°
Forma y rugosidad	ϕ'_2	angulosa	+2°
		media	0°
		lajosa	−1°
		redondeada	−2°
		muy redondeada	−3°
Tamaño	ϕ'_3	arena	0°
		grava fina	1°
		grava gruesa	2°
		bloques, bolos	3°
Granulometría	ϕ'_4	uniforme	3°
		media	0°
		extendida	+3°
Nivel de tensiones (altura de escombros)	α	bajo (H<20 m.)	1,1
		medio (20<H<40 m.)	1,0
		alto (H>40 m.)	0,9

Fuente: "Manual de diseño y construcción de escombreras y presas de residuos" (I.T.G.E 1986)

El resultado obtenido para el cálculo del ángulo de rozamiento o coeficiente de fricción interna es el siguiente:

$$\Phi = (M+\varphi'_1+ \varphi'_2+ \varphi'_3+ \varphi'_4)\bullet\alpha = (32-0-1+3+3)\bullet 0{,}9 = 33{,}3º$$

COLEGIO OF. ING. TÉC., MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

En este caso se obtiene un ángulo medio teórico de rozamiento interno de 33,3º, y por tanto los parámetros geomecánicos de los estériles son:

TABLA 4.12.- PARÁMETROS GEOMECÁNICOS DE LOS ESTÉRILES	
Parámetro	**Valores**
Densidad (kN/m^3)	19,3
Cohesión (kPa)	38,3
Angulo de rozamiento interno (º)	33,3

Los parámetros geomecánicos empleados en los análisis de estabilidad se han considerado los más conservadores, de cara a la seguridad en los cálculos:

TABLA 4.13.- PARÁMETROS DE ENTRADA PARA LOS DIFERENTES MATERIALES			
Litotipo	**Densidad (kN/m^3)**	**Cohesión (kPa)**	**Φ (º)**
Estériles de mina	19,3	38,3	33,3
Cimiento sin degradar	27	281	31
Pizarra en las cortas	27	485	31
Estériles de planta	19,3	38,3	30

4.4.2. Estudio sismológico y sismorresistente

En el artículo 28, del Real Decreto 975/2009, de 12 de junio, sobre gestión de los residuos de las industrias extractivas y de protección y rehabilitación del espacio afectado por actividades mineras, se indica:

- Dentro del estudio de estabilidad geotécnica se incluirá un apartado destinado a justificar la realización o no del análisis de los efectos sísmicos que permita evaluar la influencia de este tipo de fenómenos en relación con la estabilidad de la instalación de residuos mineros.

COLEGIO OF. ING. TÉC. MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

- Para seísmos de origen geológico los cálculos se basarán en la Norma de Construcción Sismorresistente: parte general y edificación (NCSR-02), aprobada por Real Decreto 997/2002, 27 de septiembre.

- En los complejos mineros en los que las instalaciones de residuos se encuentren próximas a explotaciones en actividad que realicen voladuras para el arranque de rocas o minerales, se estudiará la influencia de las ondas sísmicas generadas por dichas voladuras. A efectos de los cálculos de estabilidad, la intensidad de las vibraciones se expresará en aceleración de partícula según la dirección horizontal.

- Independientemente del origen de las ondas sísmicas, el estudio sismorresistente de la instalación de residuos mineros solamente se llevará a cabo si la aceleración sísmica de cálculo es superior a 0,06 g, siendo g la aceleración de la gravedad.

Por tanto, se analiza primeramente la obligación o no, según el valor de la aceleración sísmica de cálculo en la zona de estudio, de aplicar los efectos sísmicos en los cálculos de estabilidad a realizar en las instalaciones de residuos mineros

En cumplimiento con el artículo 28 del RD 975/2009 se ha realizado un análisis de los efectos sísmicos, que permita evaluar la influencia de este tipo de fenómenos en relación con la estabilidad de la instalación de residuos mineros. En este caso, es clasificada por el Real Decreto mencionado anteriormente como escombrera o instalación de residuos mineros en superficie.

Los cálculos destinados al análisis de los efectos sísmicos se basarán en la Norma de Construcción Sismorresistente: parte general y edificación (NCSR-02), aprobada por el Real Decreto 997/2002 del 27 de septiembre.

En el caso de las **instalaciones de residuos mineros (IRM) o escombreras de estériles** procedentes de la excavación de la corta y de la

COLEGIO OF. ING. TÉC. MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

planta, se ha calculado la aceleración sísmica de cálculo, siendo ac = 0,046g ≤ 0,06, por lo tanto, el **estudio sismorresistente no es obligatorio**, según lo indicado en el artículo 28, para cualquier instalación de residuos mineros.

Aunque no es obligatorio, por los motivos explicados anteriormente, los análisis de estabilidad con el efecto de la sismicidad se van a realizar para **el estudio de las instalaciones de residuos mineros**, para estar del lado de la seguridad.

4.4.2.1. Aceleración sísmica básica

Las normas sismorresistentes intentan reducir el daño y el coste económico de los terremotos, así como intentar evitar la pérdida de vidas humanas.

En la actual Norma Española, el territorio se divide en diferentes zonas teniendo en cuenta su nivel de peligrosidad (calculándose el terremoto más fuerte probable para un periodo de 500 años). Los valores que figuran en el mapa son los correspondientes a la aceleración sísmica básica dada en valores de g (aceleración de la gravedad).

El mapa de la figura siguiente permite observar la Peligrosidad Sísmica en España, revisada en octubre de 2015. La peligrosidad sísmica del territorio nacional se define por medio del mapa de peligrosidad sísmica de España. Este mapa expresa en relación con el valor de la gravedad (g), la aceleración sísmica básica (a_b).

COLEGIO OF. ING. TÉC. MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

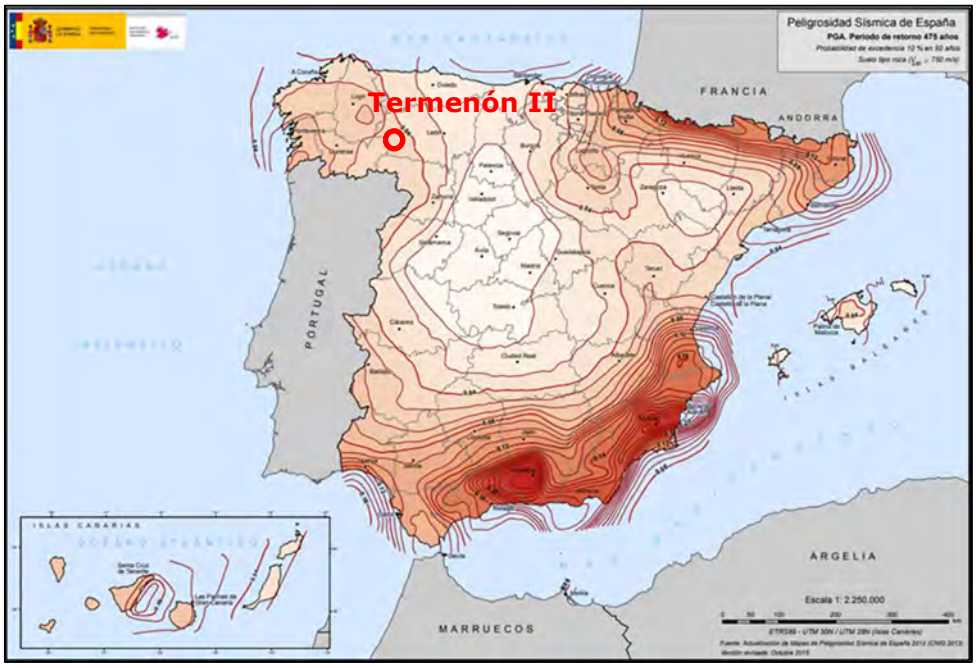


Figura 4.23.- Mapa de sismicidad o peligrosidad sísmica en España

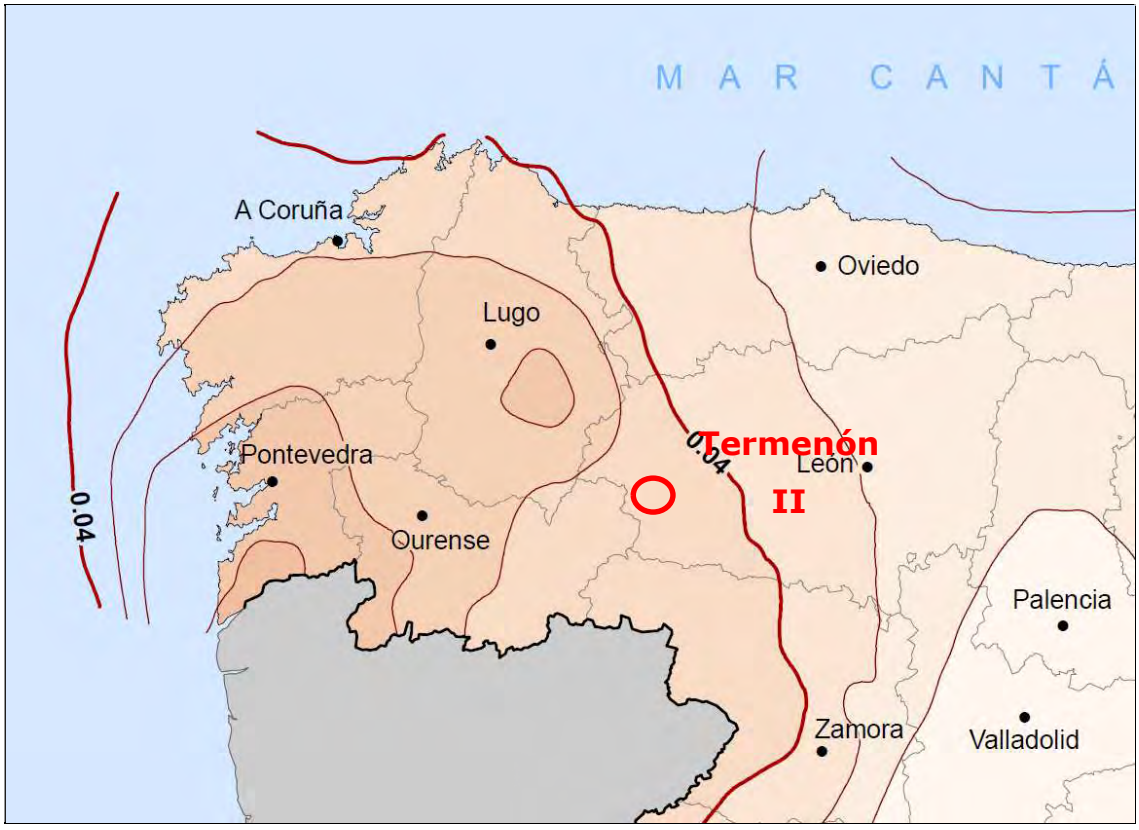


Figura 4.24.- Mapa de sismicidad o peligrosidad sísmica en la zona de estudio (Detalle)

COLEGIO OF. ING. TÉC., MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

4.4.2.2. Cálculos realizados en la zona de estudio

Termenón II se encuentra dentro de la zona de aceleración sísmica básica, entre 0,04g y 0,05g, adoptándose **0,05g**, y se calculará la aceleración sísmica de cálculo para simular y prever movimientos sísmicos que puedan afectar a la estructura de los depósitos temporales de estériles

Tal y como indica la Norma, la aceleración sísmica de cálculo ac a aplicar en la zona de estudio, se define como el producto:

$$ac = S \cdot \rho \cdot ab$$

donde:

ab : Aceleración sísmica básica definida en la figura, en este caso **0,05g**.

ρ : Coeficiente adimensional de riesgo, teniendo en cuenta que las IRM las consideramos:

- Aunque las escombreras son construcciones de importancia moderada, de cara a la seguridad se considera de importancia normal. **ρ = 1,0**

No se trata de un servicio imprescindible, ni da lugar a efectos catastróficos

S: Coeficiente de amplificación del terreno,

$$\text{Para } \rho \cdot ab \leq 0{,}1g \qquad S = C/1{,}25$$

siendo:

C: Coeficiente de terreno. Depende de las características geotécnicas del terreno de cimentación que se describen a continuación.

COLEGIO OF. ING. TÉC. MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

En nuestro caso el sustrato rocoso se corresponde con las unidades de pizarra sanas y fracturadas:

- Terreno Tipo I: Roca compacta, suelo cementado o granular muy denso. Velocidad de propagación de las ondas elásticas transversales o de cizalla, vs > 750 m/s.
- Terreno tipo II: Roca muy fracturada, suelos granulares densos o cohesivos duros. Velocidad de propagación de las ondas elásticas transversales o de cizalla, 750 m/s < Vs > 400 m/s.

Tipo de terreno	Coeficiente C
I	1,0
II	1,3

Los terrenos que se verán afectados por el proyecto quedarán encuadrados entre los grupos I y II por lo que se les atribuye un valor de **C = 1,15** siendo este valor el más restrictivo

Por tanto,

- S = C/1,25 = 1,15 / 1,25 = 0,92

Y la aceleración sísmica de cálculo ac

ac = S · ρ · ab = 0,92 · 1,0 · 0,05g = 0,046g

ac = 0,046g

La aceleración sísmica de cálculo se refiere al valor máximo que se produce durante toda la sacudida sísmica o bien el valor espectral correspondiente a la frecuencia infinita. Por lo tanto, solo se produce durante un intervalo de tiempo muy reducido incapaz de producir en el terreno y la estructura sus efectos correspondientes. Por ello, en el análisis pseudoestático de estabilidad, para simular el efecto de un sismo, se debe trabajar con un coeficiente sísmico más real que la aceleración sísmica de cálculo.

COLEGIO OF. ING. TÉC. MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

Según diversas fuentes de información (Eurocódigo 8, Part 5, 1998; USACE, 1989; British Standard B.S: 8066, 1995; FHWA, 1997: R.O.M. 0.5-05), **recomiendan** adoptar un coeficiente sísmico horizontal igual al 50% de la aceleración de cálculo (CS_H = 50% a_c). De la misma manera, el coeficiente sísmico vertical suele fijarse en el 50% del horizontal (CS_V = 50% CS_H).

A partir de la aceleración sísmica de cálculo obtenemos tanto el coeficiente sísmico horizontal como vertical, que resultan ser, siguiendo las recomendaciones de diferentes normas:

CS_H = 50% a_c **CS_H = 0,023 g**

CS_V = 50% CS_H **CS_V = 0,0115 g**

Aunque no es obligatorio, se utilizarán estos coeficientes de sismicidad en los cálculos de estabilidad de las escombreras, puesto que:

- ac = 0,046g ≤ 0,06 (RD 975)

Por otro lado, estos coeficientes de sismicidad calculados son mayores que los producidos por las ondas símicas de las voladuras de desmonte que se realizan y por tanto se aplicarán en los análisis de estabilidad. Según se explica en el apartado siguiente

4.4.2.3. Influencia de las ondas sísmicas generadas por voladuras

Según indica el RD 975, en los complejos mineros en los que las instalaciones de residuos se encuentren próximas a explotaciones en actividad que realicen voladuras para el arranque de rocas o minerales, se estudiará la influencia de las ondas sísmicas generadas por dichas voladuras.

COLEGIO OF. ING. TÉC. MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

A efectos de los cálculos de estabilidad, la intensidad de las vibraciones se expresará en aceleración de partícula según la dirección horizontal.

Independientemente del origen de las ondas sísmicas, el estudio sismorresistente de la instalación de residuos mineros solamente se llevará a cabo si la aceleración sísmica de cálculo es superior a 0,06 g, siendo g la aceleración de la gravedad.

En nuestro caso, la aceleración sísmica de cálculo es inferior a 0,06 g, por lo que no resultaría necesario tenerla en cuenta.

Aunque se indica tener en cuenta solo la componente horizontal, se tiene en cuenta también la vertical.

Aunque inicialmente, prevalecieron criterios basados en la amplitud y la aceleración, quizás derivados del estudio de la resistencia de estructuras frente a terremotos. En la actualidad prevalecen los criterios basados en la velocidad de vibración que representan mejor la generación de daños superficiales.

Se realiza un análisis de las vibraciones producidas por las voladuras teniendo en cuenta los siguientes parámetros:

- **V (mm/s) o PPV (mm/s):** es el mayor valor de velocidad registrado entre las tres componentes espaciales (longitudinal, vertical y transversal).
    - Corresponde al valor pico de la velocidad de vibración en su mayor componente, es el nivel máximo de vibraciones.

- **Q (kg):** Carga máxima instantánea o carga operante de la voladura.

- **D (m):** Distancia entre el punto de la voladura y el punto de medición o estudio.

COLEGIO OF. ING. TÉC. MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

En el Proyecto de voladura tipo la carga máxima instantánea que se realiza en el desmonte es:

- Q (kg) voladuras a cielo abierto: 44,44 kg

La distancia mínima considerada desde el punto de la voladura de desmonte hasta la zona de influencia de la escombrera es de 140 m.

El objetivo es determinar la velocidad de vibración pico en un punto determinado que produce una voladura con la cargas máxima instantánea definida.

Es decir, definir la velocidad de vibración máxima que recibe una estructura emplazada en un punto fijo, para la máxima carga operante y la mínima distancia de disparo de la voladura.

Se recurre a modelos predictivos empíricos que relacionen los parámetros anteriormente indicados.

Una forma general de expresar la ley de transmisividad o ley de amortiguación viene dada por la ecuación que expresa la relación matemática entre la velocidad de vibración máxima V o PPV (mm/s), la carga operante Q (kg) y la distancia entre la voladura y el punto de registro D (m):

- Ley cuadrática la norma UNE 22.381.93 "Control de Vibraciones producidas por Voladuras":
  - $V = K\,(D/\sqrt{Q})^{\beta}$

Donde β es un número negativo

O la misma ley, escrita de otro modo y en mayor uso:

COLEGIO OF. ING. TÉC. MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

$$PPV = K\left(\frac{D}{Q^{1/2}}\right)^{-\beta}$$

Estos modelos tienen la forma general:

$$PPV = K \cdot DR^{-\beta}$$

Siendo DR, la distancia reducida, que se aplica con cargas simétricas cilíndricas, como es nuestro caso.

- **DR:** Distancia reducida**,** es decir, la distancia normal entre la raíz cuadrada de la carga máxima instantánea.

$$DR=D/Q^{1/2}.$$

En la Tesis del 2019 **"***Utilización de la medida de vibraciones en voladuras para el conocimiento de los daños al macizo de roca ornamental*" (J. De Cospedal), viene la tabla siguiente:

COLEGIO OF. ING. TÉC. MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

tabla 3.2. Modelos empíricos específicos de predicción de vibraciones

Autores	Modelo
Nicholls et al (1971)	$PPV = 362 \cdot DR^{-1,63}$
Siskind et al (1980)	$PPV = 828 \cdot DR^{-1,32}$
Kahriman (2002)	$PPV = 191 \cdot DR^{-1,13}$
Kahriman (2004)	$PPV = 340 \cdot DR^{-1,79}$
Kahriman et al (2006)	$PPV = 561 \cdot DR^{-1,432}$
Kuzu (2008)	$PPV = 428{,}45 \cdot DR^{-1,7842}$
Ozer (2008)	$PPV = 257 \cdot DR^{-1,03}$ (areniscas) $PPV = 6309 \cdot DR^{-1,9}$ (esquistos) $PPV = 3019 \cdot DR^{-1,69}$ (calizas)
Ak et al (2009)	$PPV = 1367 \cdot DR^{-1,59}$
Mesec et al (2010)	$PPV = 508 \cdot DR^{-1,37}$
Hudaverdi (2012)	$PPV = 792{,}75 \cdot DR^{-1,719}$
Cardu et al (2015)	$PPV = 70{,}482 \cdot DR^{-0,882}$
Ongen et al (2018)	$PPV = 152{,}75 \cdot DR^{-1,16}$
Takahashi et al (2018)	$PPV = 0{,}6481 \cdot DR^{-2,119}$

Como el depósito de Termenón encaja en los esquistos y pizarras la ley de transmisividad más ajustada es la señalada en rojo.

Ley de transmisividad adoptada:

$$PPV = 6309 \cdot DR^{-1,9}$$

O, lo que es lo mismo:

$$\boldsymbol{V = 6309\ (D/\sqrt{Q})^{-1,9}}$$

COLEGIO OF. ING. TÉC. MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

Con esta ley de transmisividad y a partir de la carga máxima instantánea definida, se obtiene de un modo empírico la velocidad de vibración pico en mm/s (V o PPV), para la distancia (m).

VOLADURAS A CIELO ABIERTO

$$V = 6309\ (D/\sqrt{Q})^{-1,9}$$

$$V = K\ (D/\sqrt{Q})^{\beta}$$

$K = 6.309$

$\beta = -1,9$

Carga máxima instantánea	***Q***	44	kilogramos
Distancia Punto voladura - Punto de medición	***D***	140	metros
Velocidad pico de la particula	***V***	19,21	mm/s

La velocidad pico de la partícula en el peor de los casos es V=19,21 mms < 20 mm/s, para las estructuras más frágiles (TIPO III) y frecuencias F>75 Hz, tal y como es el caso de las pizarras e indica la norma *UNE 22.381.93 "Control de Vibraciones producidas por Voladuras":*

En términos de aplicación de los coeficientes sísmicos horizontal y vertical en el análisis de estabilidad, resultaría más bajos que los considerados y calculados en el apartado anterior.

4.4.3. Análisis de la capacidad portante del cimiento de las escombreras

Para el análisis de la estabilidad del cimiento de las escombreras de estériles se ha estudiado la capacidad portante del mismo. Las escombreras se proyectan sobre materiales de pizarra, alcanzando unas alturas máximas variables, entre el cimiento y la cabeza de la escombrera entre 21 y 72 metros sobre el terreno natural.

COLEGIO OF. ING. TÉC. MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

Para el análisis de las condiciones de cimentación se ha seguido el criterio de Hoek y Brown.

El criterio de Hoek-Brown supone que la relación entre las tensiones principales es de tipo parabólico y se expresa mediante la fórmula:

$$\sigma_1 = \sigma_3 + \sigma_c (m \sigma_3 / \sigma_c + s)^{1/2}$$

donde:

- m y s son los parámetros del criterio de rotura de Hoek-Brown.
- σ_c es la resistencia a compresión simple de la roca.

σ_1 y σ_3 son las tensiones efectivas máxima y mínima de rotura del macizo rocoso.

Para el cálculo de las condiciones de cimentación del depósito sobre el terreno se han tomado como datos de partida un valor correspondiente a las características del dominio de pizarras con varios grados de calidad. El terreno sobre el que se implantará la escombrera sea saneado antes de llevar a cabo la construcción de la escombrera.

- Resistencia a compresión simple menor de las pizarras (σ_c): 49 MPa.
- Parámetro m de la roca (m_o): 9
- Peso específico de la roca (γ): 27 KN/m^3
- Peso específico del material a almacenar: 19,3 KN/m^3.
- Profundidad de cimentación (H): 0 m.

Los datos necesarios para el cálculo de la capacidad portante del cimiento en cada escombrera, además de los indicados anteriormente son:

COLEGIO OF. ING. TÉC. MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

TABLA 4.14.- PARÁMETROS DE LAS ESCOMBRERAS			
Nombre	**Máxima altura escombrera a cimentación (m)**	**Área ocupación escombrera (m^2)**	**Volumen escombrera (m^3)**
ESCOMBRERA SUR	40	105.729	1.372.150
ESCOMBRERA LA MORTERA	72	251.717	8.102.640
ESCOMBRERA ENTREVALLES	37	210.307	3.001.254
ESCOMBRERA NORTE	27	70.927	885.796
ESCOMBRERA NORESTE 1	38	67.698	879.228
ESCOMBRERA NORESTE 2	33	77.670	634.001
ESCOMBRERA NAVE DE ELAB.	41	67.322	484.700

Los índices de calidad del macizo rocoso seleccionados han sido los de menor calidad de cada zona de cimentación, para estar del lado de la seguridad.

En los siguientes apartados se detalla los cálculos realizados en cada escombrera, donde se obtiene:

- Carga de hundimiento Q_h del macizo rocoso.
- Superficie de apoyo y tonelaje de la escombrera.
- Presión sobre el plano de cimentación
- Factor de seguridad.

4.4.3.1. Escombrera Sur

A partir de los datos iniciales, en esta escombrera, se han obtenido los parámetros m y s.

- m = 0,0846
- s = 0,000045

y los parámetros de cálculo β y ζ según las expresiones:

$$\beta = m \cdot \sigma_c / 8 = 0{,}5187$$

$$\zeta = 8 \cdot s / m^2 = 0{,}0507$$

COLEGIO OF. ING. TÉC., MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

Donde β y ζ son dos constantes básicas del material ligadas a la resistencia a compresión uniaxial y a la tracción triaxial.

Las cargas consideradas vendrán definidas por:

$$\sigma_1 = \gamma \cdot H = 757{,}07 \text{ KN/m}^2$$

$$\sigma_{o1}^* = (\sigma_1 / \beta) + \zeta = 1{,}5102 \text{ KN/m}^2$$

Donde σ_1 es el valor de la carga debida al peso del terreno y σ_{o1}^* es el valor de la carga normalizada.

La carga de hundimiento viene dada por la expresión:

$$Q_h = \beta * (N_\beta - \zeta),$$

Donde $N\beta$ es el coeficiente de carga, función de la carga normalizada y de la inclinación del terreno y tiene en este caso un valor de 14,20.

Según esto, la carga de hundimiento Q_h del macizo rocoso es de 7,34 MPa.

Teniendo en cuenta la superficie sobre la que se apoya el material, el tonelaje de material a almacenar, se obtiene una presión sobre el plano de cimentación, lo que supone un factor de seguridad de 29.

TABLA 4.15.- FACTOR DE SEGURIDAD DE LA CAPACIDAD PORTANTE DEL CIMIENTO DE LA ESOMBRERA SUR	
Superficie apoyo escombrera ***(m²)***	105.729
Volumen escombrera ***(m³)***	1.372.150
Densidad ***(t/m³)***	1,93
Peso o tonelaje escombrera ***(t)***	**2.648.249**
Presión sobre plano de cimentación ***(MPa)***	**0,25**
Carga de hundimiento Qh ***(MPa)***	7,34
FACTOR DE SEGURIDAD ***(FS)***	**29**

COLEGIO OF. ING. TÉC. MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

El valor obtenido del factor de seguridad garantiza la estabilidad futura de la estructura proyectada.

4.4.3.2. Escombrera La Mortera

A partir de los datos iniciales, en esta escombrera, se han obtenido los parámetros m y s.

- m = 0,1263
- s = 0,00011

y los parámetros de cálculo β y ζ según las expresiones:

$$\beta = m \cdot \sigma_c / 8 = 0,7738$$

$$\zeta = 8 \cdot s / m^2 = 0,0537$$

Donde β y ζ son dos constantes básicas del material ligadas a la resistencia a compresión uniaxial y a la tracción triaxial.

Las cargas consideradas vendrán definidas por:

$$\sigma_1 = \gamma \cdot H = 1362,73 \text{ KN/m}^2$$

$$\sigma_{o1}^* = (\sigma_1 / \beta) + \zeta = 1,8147 \text{ KN/m}^2$$

Donde σ_1 es el valor de la carga debida al peso del terreno y σ_{o1}^* es el valor de la carga normalizada.

La carga de hundimiento viene dada por la expresión:

$$Q_h = \beta * (N_\beta - \zeta),$$

Donde $N\beta$ es el coeficiente de carga, función de la carga normalizada y de la inclinación del terreno y tiene en este caso un valor de 14,14.

Según esto, la carga de hundimiento Q_h del macizo rocoso es de 10,90 MPa.

COLEGIO OF. ING. TÉC. MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

Teniendo en cuenta la superficie sobre la que se apoya el material, el tonelaje de material a almacenar, se obtiene una presión sobre el plano de cimentación, lo que supone un factor de seguridad de 18.

TABLA 4.16.- FACTOR DE SEGURIDAD DE LA CAPACIDAD PORTANTE DEL CIMIENTO DE LA ESOMBRERA LA MORTERA	
Superficie apoyo escombrera ***(m²)***	251.717
Volumen escombrera ***(m³)***	8.102.640
Densidad ***(t/m³)***	1,93
Peso o tonelaje escombrera ***(t)***	**15.638.096**
Presión sobre plano de cimentación ***(MPa)***	**0,62**
Carga de hundimiento Qh ***(MPa)***	10,90
FACTOR DE SEGURIDAD ***(FS)***	**18**

El valor obtenido del factor de seguridad garantiza la estabilidad futura de la estructura proyectada.

4.4.3.3. Escombrera Entrevalles

A partir de los datos iniciales, en esta escombrera, se han obtenido los parámetros m y s.

- m = 0,0846
- s = 0,00005

y los parámetros de cálculo β y ζ según las expresiones:

$$\beta = m \cdot \sigma_c / 8 = 0{,}5187$$

$$\zeta = 8 \cdot s / m^2 = 0{,}0507$$

Donde β y ζ son dos constantes básicas del material ligadas a la resistencia a compresión uniaxial y a la tracción triaxial.

Las cargas consideradas vendrán definidas por:

COLEGIO OF. ING. TÉC. MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

$$\sigma_1 = \gamma \cdot H = 700{,}29 \text{ KN/m}^2$$

$$\sigma_{o1}^* = (\sigma_1 / \beta) + \zeta = 1{,}4007 \text{ KN/m}^2$$

Donde σ_1 es el valor de la carga debida al peso del terreno y σ_{o1}^* es el valor de la carga normalizada.

La carga de hundimiento viene dada por la expresión:

$$Q_h = \beta * (N_\beta - \zeta),$$

Donde $N\beta$ es el coeficiente de carga, función de la carga normalizada y de la inclinación del terreno y tiene en este caso un valor de 14,19.

Según esto, la carga de hundimiento Q_h del macizo rocoso es de 7,33 MPa.

Teniendo en cuenta la superficie sobre la que se apoya el material, el tonelaje de material a almacenar, se obtiene una presión sobre el plano de cimentación, lo que supone un factor de seguridad de 19.

TABLA 4.17.- FACTOR DE SEGURIDAD DE LA CAPACIDAD PORTANTE DEL CIMIENTO DE LA ESCOMBRERA ENTREVALLES	
Superficie apoyo escombrera ***(m²)***	150.487
Volumen escombrera ***(m³)***	3.001.254
Densidad ***(t/m³)***	1,93
Peso o tonelaje escombrera ***(t)***	**5.792.420**
Presión sobre plano de cimentación ***(MPa)***	**0,38**
Carga de hundimiento Qh ***(MPa)***	7,33
FACTOR DE SEGURIDAD ***(FS)***	**19**

El valor obtenido del factor de seguridad garantiza la estabilidad futura de la estructura proyectada.

COLEGIO OF. ING. TÉC. MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

4.4.3.4. Escombrera Norte

A partir de los datos iniciales, en esta escombrera, se han obtenido los parámetros m y s.

- m = 0,3432
- s = 0,00091

y los parámetros de cálculo β y ζ según las expresiones:

$$\beta = m \cdot \sigma_c / 8 = 2{,}1035$$

$$\zeta = 8 \cdot s / m^2 = 0{,}0619$$

Donde β y ζ son dos constantes básicas del material ligadas a la resistencia a compresión uniaxial y a la tracción triaxial.

Las cargas consideradas vendrán definidas por:

$$\sigma_1 = \gamma \cdot H = 511{,}02 \text{ KN/m}^2$$

$$\sigma_{o1}^* = (\sigma_1 / \beta) + \zeta = 0{,}3049 \text{ KN/m}^2$$

Donde σ_1 es el valor de la carga debida al peso del terreno y σ_{o1}^* es el valor de la carga normalizada.

La carga de hundimiento viene dada por la expresión:

$$Q_h = \beta * (N_\beta - \zeta),$$

Donde Nβ es el coeficiente de carga, función de la carga normalizada y de la inclinación del terreno y tiene en este caso un valor de 9,96.

Según esto, la carga de hundimiento Q_h del macizo rocoso es de 20,82 MPa.

Teniendo en cuenta la superficie sobre la que se apoya el material, el tonelaje de material a almacenar, se obtiene una presión sobre el plano de cimentación, lo que supone un factor de seguridad de 86.

COLEGIO OF. ING. TÉC. MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

TABLA 4.18.- FACTOR DE SEGURIDAD DE LA CAPACIDAD PORTANTE DEL CIMIENTO DE LA ESOMBRERA NORTE	
Superficie apoyo escombrera ***(m²)***	70.927
Volumen escombrera ***(m³)***	885.796
Densidad ***(t/m³)***	1,93
Peso o tonelaje escombrera ***(t)***	**1.709.586**
Presión sobre plano de cimentación ***(MPa)***	**0,24**
Carga de hundimiento Qh ***(MPa)***	20,82
FACTOR DE SEGURIDAD ***(FS)***	**86**

El valor obtenido del factor de seguridad garantiza la estabilidad futura de la estructura proyectada.

4.4.3.5. Escombrera Noreste 1

A partir de los datos iniciales, en esta escombrera, se han obtenido los parámetros m y s.

- m = 0,0846
- s = 0,00005

y los parámetros de cálculo β y ζ según las expresiones:

$$\beta = m \cdot \sigma_c / 8 = 0,5187$$

$$\zeta = 8 \cdot s / m^2 = 0,0507$$

Donde β y ζ son dos constantes básicas del material ligadas a la resistencia a compresión uniaxial y a la tracción triaxial.

Las cargas consideradas vendrán definidas por:

$$\sigma_1 = \gamma \cdot H = 719,22 \text{ KN/m}^2$$

$$\sigma_{o1}^* = (\sigma_1 / \beta) + \zeta = 1,4372 \text{ KN/m}^2$$

COLEGIO OF. ING. TÉC. MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

Donde σ_1 es el valor de la carga debida al peso del terreno y σ_{o1}* es el valor de la carga normalizada.

La carga de hundimiento viene dada por la expresión:

$$Q_h = \beta * (N_\beta - \zeta),$$

Donde Nβ es el coeficiente de carga, función de la carga normalizada y de la inclinación del terreno y tiene en este caso un valor de 14,32.

Según esto, la carga de hundimiento Q_h del macizo rocoso es de 7,40 MPa.

Teniendo en cuenta la superficie sobre la que se apoya el material, el tonelaje de material a almacenar, se obtiene una presión sobre el plano de cimentación, lo que supone un factor de seguridad de 30.

TABLA 4.19.- FACTOR DE SEGURIDAD DE LA CAPACIDAD PORTANTE DEL CIMIENTO DE LA ESOMBRERA NORESTE 1	
Superficie apoyo escombrera ***(m²)***	67.698
Volumen escombrera ***(m³)***	879.228
Densidad ***(t/m³)***	1,93
Peso o tonelaje escombrera ***(t)***	**1.696.909**
Presión sobre plano de cimentación ***(MPa)***	**0,25**
Carga de hundimiento Qh ***(MPa)***	7,40
FACTOR DE SEGURIDAD ***(FS)***	**30**

El valor obtenido del factor de seguridad garantiza la estabilidad futura de la estructura proyectada.

4.4.3.6. Escombrera Noreste 2

A partir de los datos iniciales, en esta escombrera, se han obtenido los parámetros m y s.

COLEGIO OF. ING. TÉC. MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

- m = 0,0846
- s = 0,00005

y los parámetros de cálculo β y ζ según las expresiones:

$$\beta = m \cdot \sigma_c / 8 = 0{,}5187$$

$$\zeta = 8 \cdot s / m^2 = 0{,}0507$$

Donde β y ζ son dos constantes básicas del material ligadas a la resistencia a compresión uniaxial y a la tracción triaxial.

Las cargas consideradas vendrán definidas por:

$$\sigma_1 = \gamma \cdot H = 624{,}59 \text{ KN/m}^2$$

$$\sigma_{o1}^* = (\sigma_1 / \beta) + \zeta = 1{,}2548 \text{ KN/m}^2$$

Donde σ_1 es el valor de la carga debida al peso del terreno y σ_{o1}^* es el valor de la carga normalizada.

La carga de hundimiento viene dada por la expresión:

$$Q_h = \beta * (N_\beta - \zeta),$$

Donde $N\beta$ es el coeficiente de carga, función de la carga normalizada y de la inclinación del terreno y tiene en este caso un valor de 14,06.

Según esto, la carga de hundimiento Q_h del macizo rocoso es de 7,27 MPa.

Teniendo en cuenta la superficie sobre la que se apoya el material, el tonelaje de material a almacenar, se obtiene una presión sobre el plano de cimentación, lo que supone un factor de seguridad de 46.

COLEGIO OF. ING. TÉC. MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

TABLA 4.20.- FACTOR DE SEGURIDAD DE LA CAPACIDAD PORTANTE DEL CIMIENTO DE LA ESOMBRERA NORESTE 2	
Superficie apoyo escombrera ***(m²)***	77.670
Volumen escombrera ***(m³)***	634.001
Densidad ***(t/m³)***	1,93
Peso o tonelaje escombrera ***(t)***	**1.223.623**
Presión sobre plano de cimentación ***(MPa)***	**0,16**
Carga de hundimiento Qh ***(MPa)***	7,27
FACTOR DE SEGURIDAD ***(FS)***	**46**

El valor obtenido del factor de seguridad garantiza la estabilidad futura de la estructura proyectada.

4.4.3.7. Escombrera de la Nave de Elaboración.

A partir de los datos iniciales, en esta escombrera, se han obtenido los parámetros m y s.

- m = 0,0846
- s = 0,00005

y los parámetros de cálculo β y ζ según las expresiones:

$$\beta = m \cdot \sigma_c / 8 = 0,5187$$

$$\zeta = 8 \cdot s / m^2 = 0,0507$$

Donde β y ζ son dos constantes básicas del material ligadas a la resistencia a compresión uniaxial y a la tracción triaxial.

Las cargas consideradas vendrán definidas por:

$$\sigma_1 = \gamma \cdot H = 776,00 \text{ KN/m}^2$$

$$\sigma_{o1}^* = (\sigma_1 / \beta) + \zeta = 1,5467 \text{ KN/m}^2$$

COLEGIO OF. ING. TÉC. MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

Donde σ_1 es el valor de la carga debida al peso del terreno y σ_{o1}* es el valor de la carga normalizada.

La carga de hundimiento viene dada por la expresión:

$$Q_h = \beta * (N_\beta - \zeta),$$

Donde Nβ es el coeficiente de carga, función de la carga normalizada y de la inclinación del terreno y tiene en este caso un valor de 14,31.

Según esto, la carga de hundimiento Q_h del macizo rocoso es de 7,40 MPa.

Teniendo en cuenta la superficie sobre la que se apoya el material, el tonelaje de material a almacenar, se obtiene una presión sobre el plano de cimentación, lo que supone un factor de seguridad de 61.

TABLA 4.21.- FACTOR DE SEGURIDAD DE LA CAPACIDAD PORTANTE DEL CIMIENTO DE LA ESOMBRERA DE LA NAVE DE ELBAORACIÓN	
Superficie apoyo escombrera ***(m²)***	77.310
Volumen escombrera ***(m³)***	484.700
Densidad ***(t/m³)***	1,93
Peso o tonelaje escombrera ***(t)***	**935.471**
Presión sobre plano de cimentación ***(MPa)***	**0,12**
Carga de hundimiento Qh ***(MPa)***	7,40
FACTOR DE SEGURIDAD ***(FS)***	**61**

El valor obtenido del factor de seguridad garantiza la estabilidad futura de la estructura proyectada.

COLEGIO OF. ING. TÉC. MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

4.4.4. Análisis de estabilidad por perfiles

Una vez establecidos el modelo geotécnico y los parámetros geomecánicos de los materiales involucrados, se han analizado la estabilidad de la geometría de las escombreras en su máximo desarrollo, para determinar el factor de seguridad de la estructura.

Este análisis de la estabilidad se ha realizado considerando la geometría final de cada escombrera y para el cálculo de la estabilidad se ha utilizado el software *SLIDE®* de *Rocscience*.

El análisis consiste en un estudio de estabilidad de los taludes de la escombrera en su máximo desarrollo viable, determinando el factor de seguridad a lo largo de un perfil longitudinal, que representa la geometría más desfavorable de la estructura.

La aplicación determina el círculo de rotura más desfavorable con su correspondiente factor de seguridad, que será el factor de seguridad mínimo de la estructura.

Este análisis se ha realizado mediante el método de análisis Bishop y Janbu simplificados, ampliamente aceptados y considerados idóneos para el tipo de fallo estructural que se pretende analizar (fallo por deslizamiento mediante rotura circular).

Los parámetros geomecánicos utilizados en los cálculos son los correspondientes al macizo rocoso descritos en el apartado 4.4.1.

Los análisis realizados en el perfil de cálculo se han realizado para tres escenarios:

- (1) Escenario 1: En condiciones drenadas (Situación más favorable)
- (2) Escenario 2: En condiciones sin drenar, (Situación intermedia)

COLEGIO OF. ING. TÉC. MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

- (3) Escenario 3; En condiciones sin drenar y sismicidad, (Situación más desfavorable)

Las salidas graficas obtenidas en los análisis que dan factores de seguridad que dan lugar a situaciones más desfavorables.

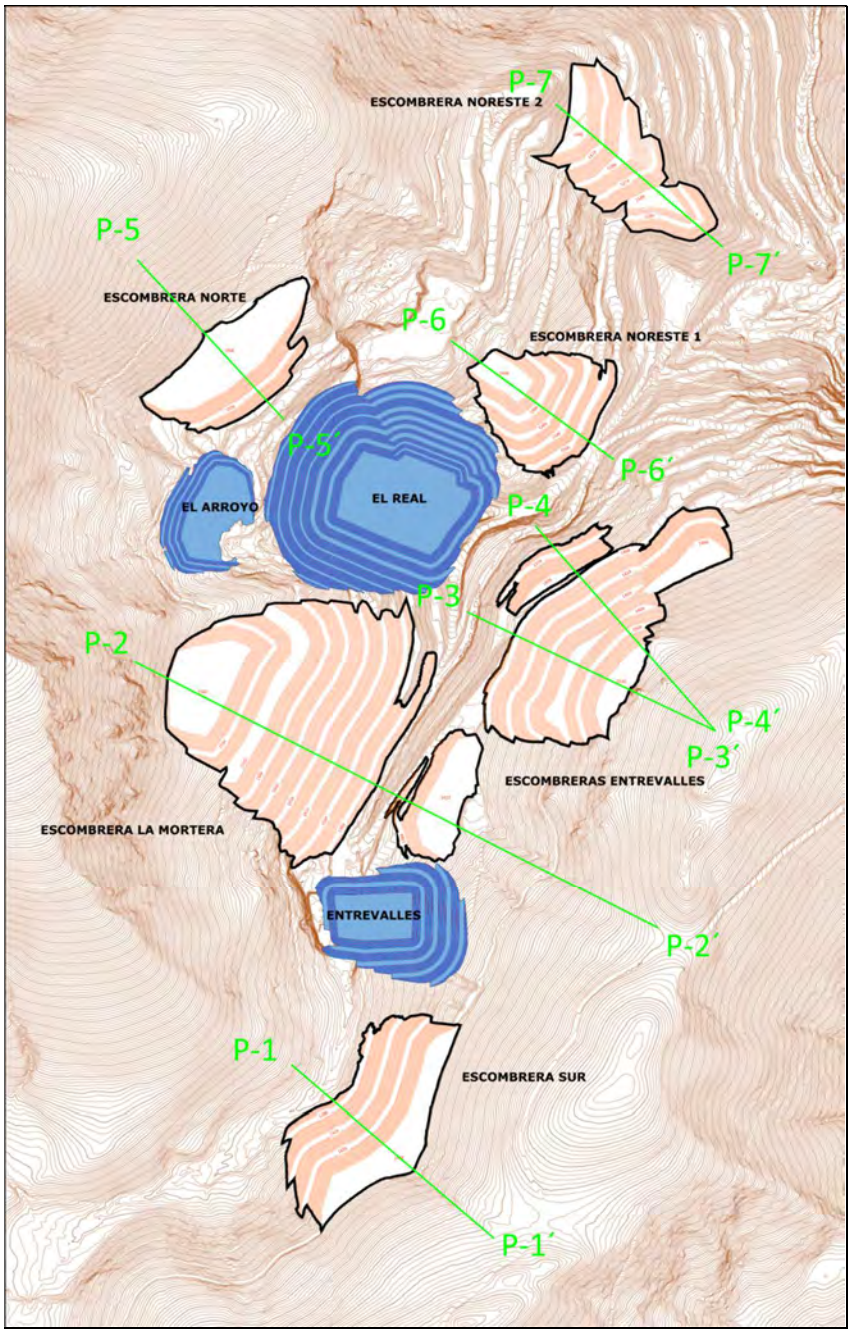


Figura 4.25.- Perfiles de cálculo del análisis de estabilidad en las escombreras de la mina

COLEGIO OF. ING. TÉC. MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

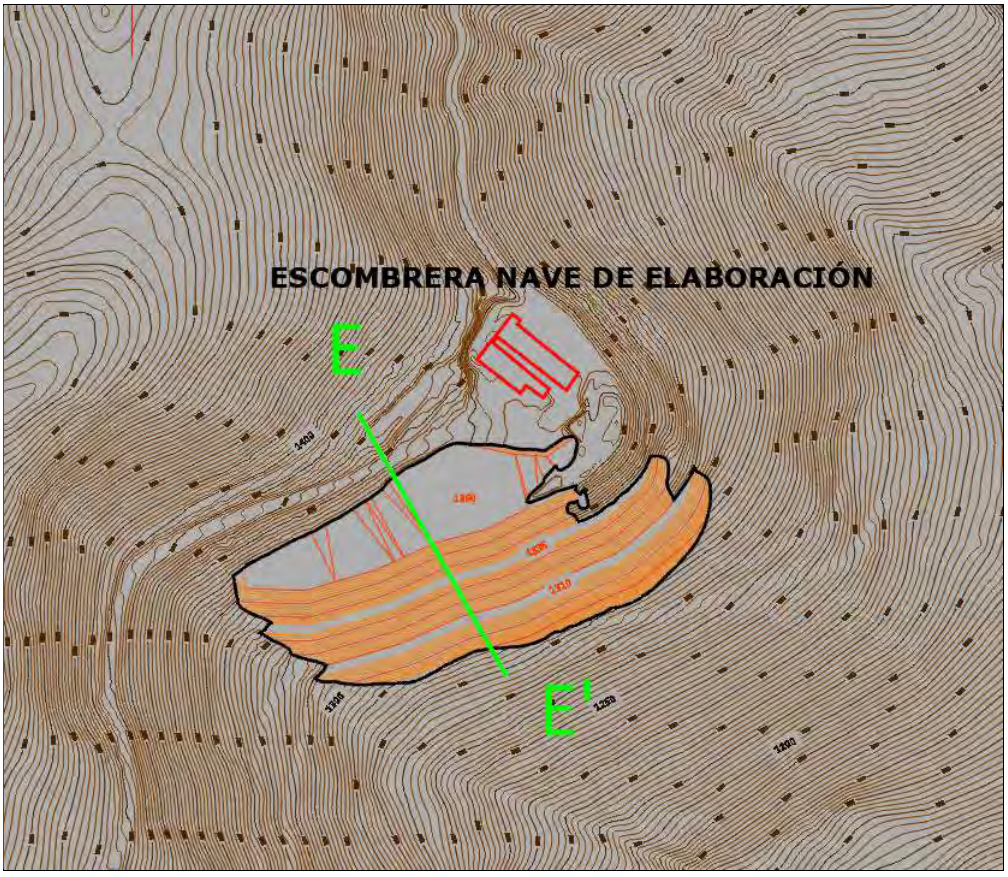


Figura 4.26.- Perfil de cálculo en la escombrera junto a la nave de elaboración

4.4.4.1. Factor de seguridad requerido

De cara a definir el factor de seguridad (FS) admisible para determinar la validez de los diseños proyectados se ha recurrido al "Manual de diseño y construcción de escombreras y residuos mineros. ITGE. 1986", en los que se indican los coeficientes de seguridad mínimos requeridos en el diseño de este tipo de estructuras, con las siguientes consideraciones:

- Aunque se puede adoptar el CASO I, de "Implantaciones sin riesgo para personas, instalaciones o servicios", de cara a la seguridad, se considera uno más restricitivo, el CASO II, para "Implantaciones con riesgo moderado". En caso de deslizamiento puede tener efecto sobre:

COLEGIO OF. ING. TÉC. MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

- Personal de paso puntual.
- Río Benuza.

Por tanto, se adopta los siguientes factores de seguridad (FS) más restrictivos, para una altura de las escombreras H > 30 m:

- **FS: 1,45**, en Escenario 1: En condiciones drenadas (Situación más favorable)
- **FS: 1,30**, Escenario 2: En condiciones sin drenar, (Situación intermedia)
- **FS: 1,15**, en Escenario 3; En condiciones sin drenar y sismicidad, (Situación más desfavorable)

COEFICIENTES DE SEGURIDAD MINIMOS REQUERIDOS EN EL PROYECTO DE ESCOMBRERAS

CASO I

Implantaciones sin riesgo para personas, instalaciones o servicios.

	F_1	F_2
H ≤ 15 m o V ≤ 25.000 m³ ó H > 15 m en escombreras en manto	Pueden constituirse con el ángulo de vertido de los escombros (F = 1)	
15 < H ≤ 30 m, talud conformado para	1,20	1,10
H > 30 m, talud conformado para	1,30	1,20

CASO II

Implantaciones con riesgo moderado.

	F_1	F_2	F_3
H ≤ 15 m o V ≤ 25.000 m³ o H > 15 m, en escombreras en manto	1,20	1,15	1,00
15 < H ≤ 30 m	1,35	1,25	1,10
H > 30 m	1,45	1,30	1,15

CASO III

Implantaciones con riesgo elevado.
Se proscriben las escombreras en manto sin elementos de contención o desviación al pie.

	F_1	F_2	F_3
H ≤ 20 m	1,40	1,20	1,10
H ≥ 20 m	1,60	1,40	1,20

NOTAS

— Esta tabla corresponde a escombreras realizadas de acuerdo con estas recomendaciones, relativamente homogéneas y en las que los finos cohesivos o de lavadero no influyen de manera apreciable en la estabilidad.
— Los coeficientes de seguridad corresponden a las situaciones siguientes:
F_1: Escombreras normales, sin efectos de aguas freáticas y en cuya estabilidad no interviene el cimiento.
F_2: Escombreras sometidas a filtración, agua en grietas o fisuras y riesgo de deslizamiento por la cimentación.
F_3: Situaciones excepcionales de inundación, riesgo sísmico, etc.
— Los valores de F indicados son para escombreras exentas o en laderas con inclinaciones hasta el 8 por 100. En el caso de vaguadas encajadas (ancho máx. = altura) puede admitirse una reducción del 10 por 100, llegando al 3 por 100 para vaguadas con ancho máx. = 2,5 veces la altura.
En laderas de inclinación superior al 8 por 100 los coeficientes F se incrementan en los valores siguientes:
Caso I: $\Delta F = 0{,}10$.
Caso II: $\Delta F = \sqrt{0{,}03\,(\alpha - 0{,}08)}$
Caso III: $\Delta F = \sqrt{0{,}07\,(\alpha - 0{,}08)}$
siendo α la inclinación de la ladera en tanto por 1, con $\alpha \leq \phi$.

Figura 4.27.- Coeficientes de seguridad mínimos requeridos en el proyecto de escombreras. (I.T.G.E 1986)

COLEGIO OF. ING. TÉC. MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
Habilitación Profesional
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

4.4.4.2. Escombrera Sur

Para el análisis de estabilidad de la escombrera sur de estériles de mina, se realiza el análisis en el perfil más desfavorable y en la situación de máximo desarrollo o situación final:

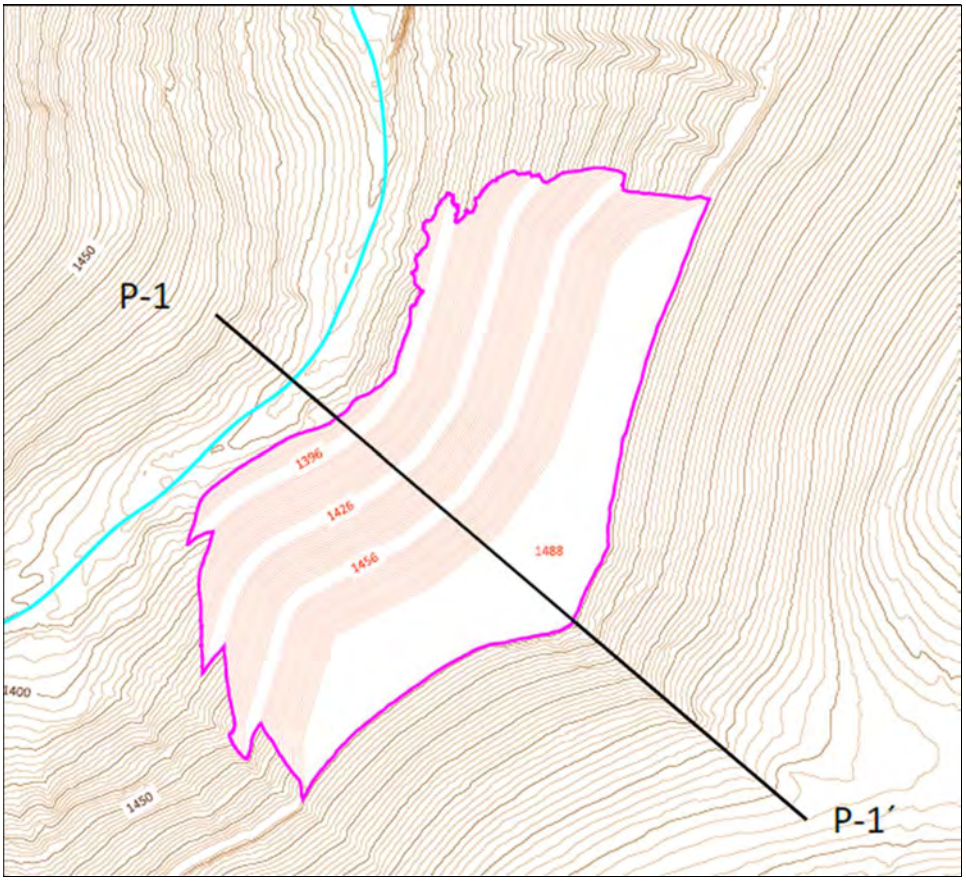


Figura 4.28.- Situación en planta del perfil máximo de cálculo de la escombrera sur

COLEGIO OF. ING. TÉC. MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

4.4.4.2.1. Perfil máximo en condiciones normales (drenada)

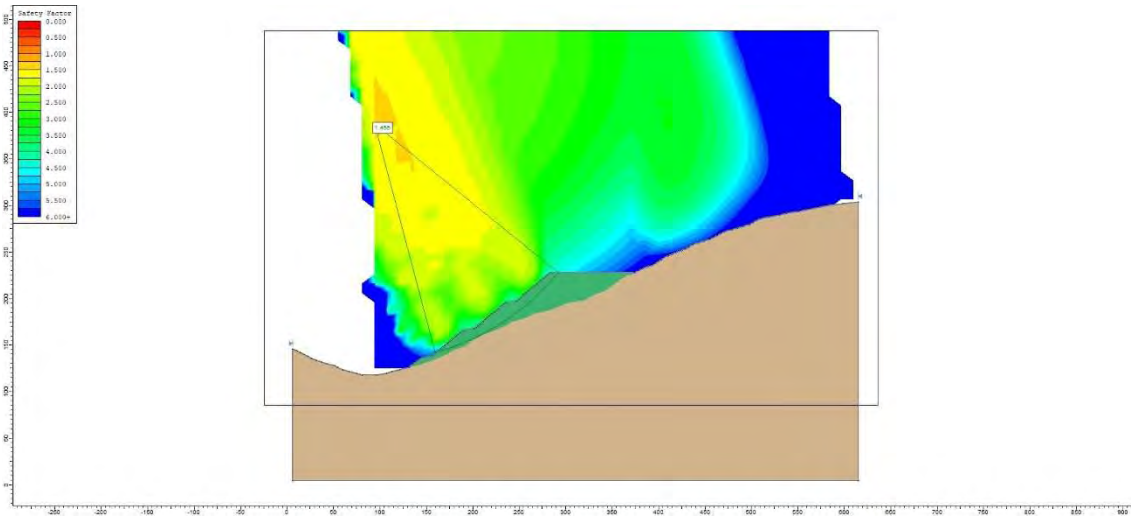


Figura 4.29. - Análisis de estabilidad en situación final en perfil P-1 FS = 1,455

4.4.4.2.2. Perfil máximo en condiciones accidentales (sin drenar)

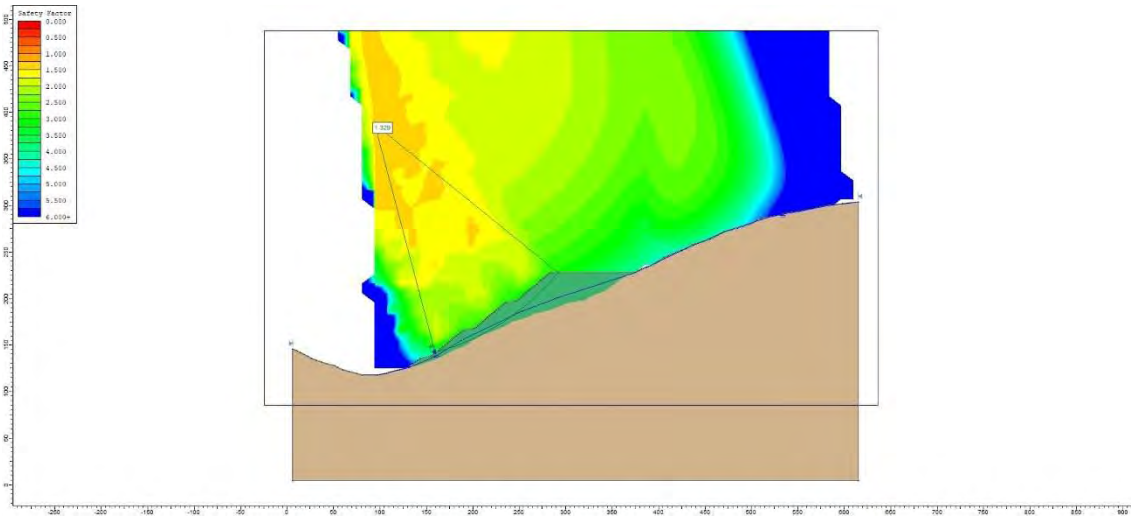


Figura 4.30. - Análisis de estabilidad en situación final en perfil P-1 FS = 1,329

4.4.4.2.3. Perfil máximo en condiciones extremas (sin drenar y con sismicidad)

COLEGIO OF. ING. TÉC. MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

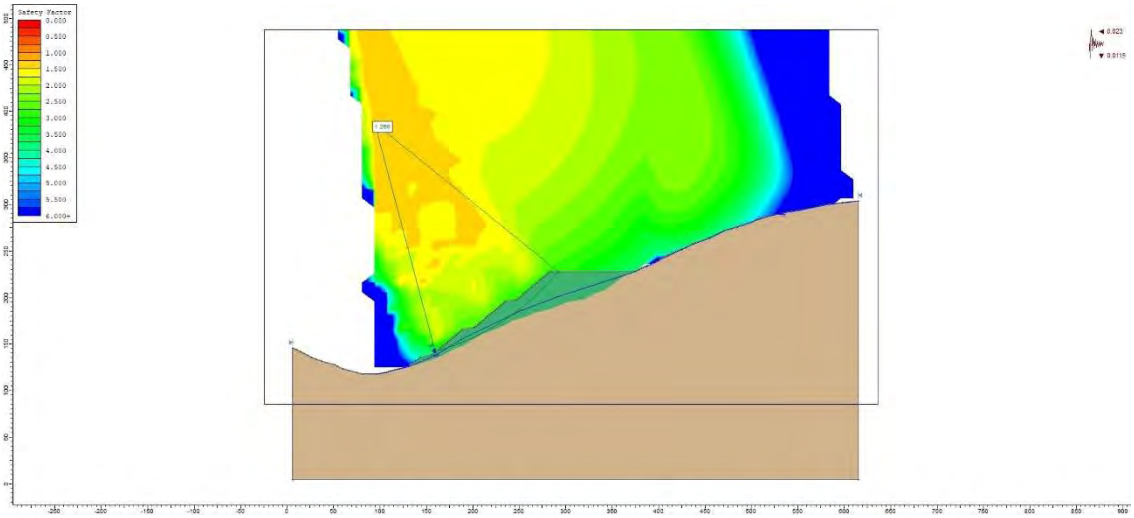


Figura 4.31. - Análisis de estabilidad en situación final en perfil P-1 FS = 1,268

4.4.4.3. Escombrera La Mortera

Para el análisis de estabilidad de la escombrera La Mortera de estériles de mina, se realiza el análisis en el perfil más desfavorable y en la situación de máximo desarrollo o situación final:

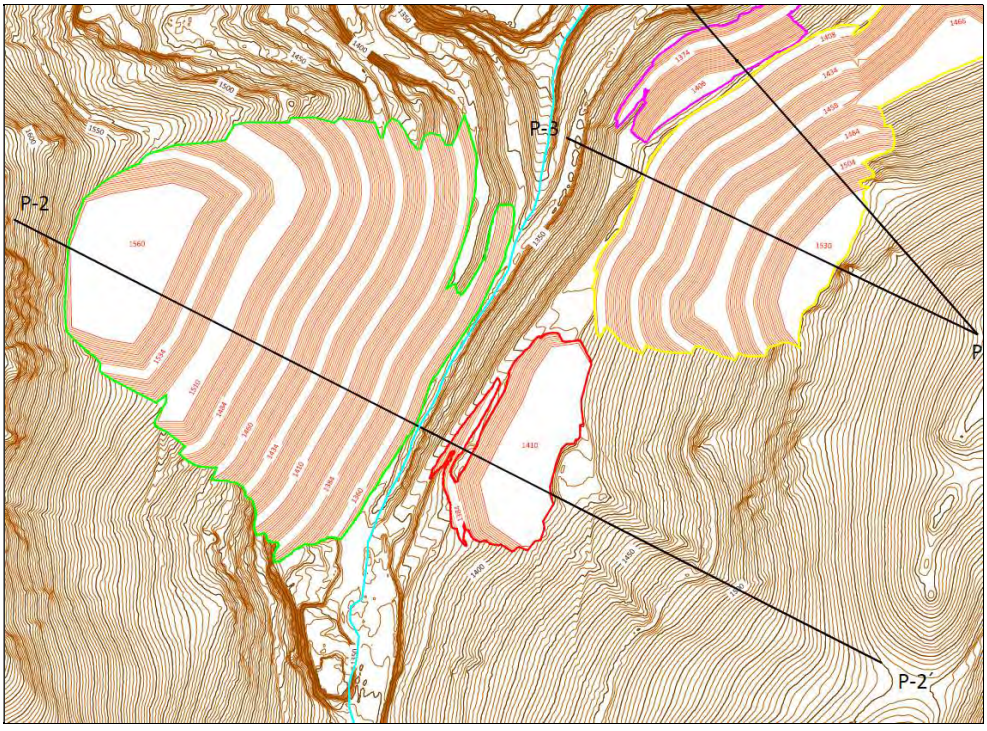


Figura 4.32.- Situación en planta del perfil máximo de cálculo de la escombrera La Mortera

COLEGIO OF. ING. TÉC., MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

4.4.4.3.1. Perfil máximo en condiciones normales (drenada)

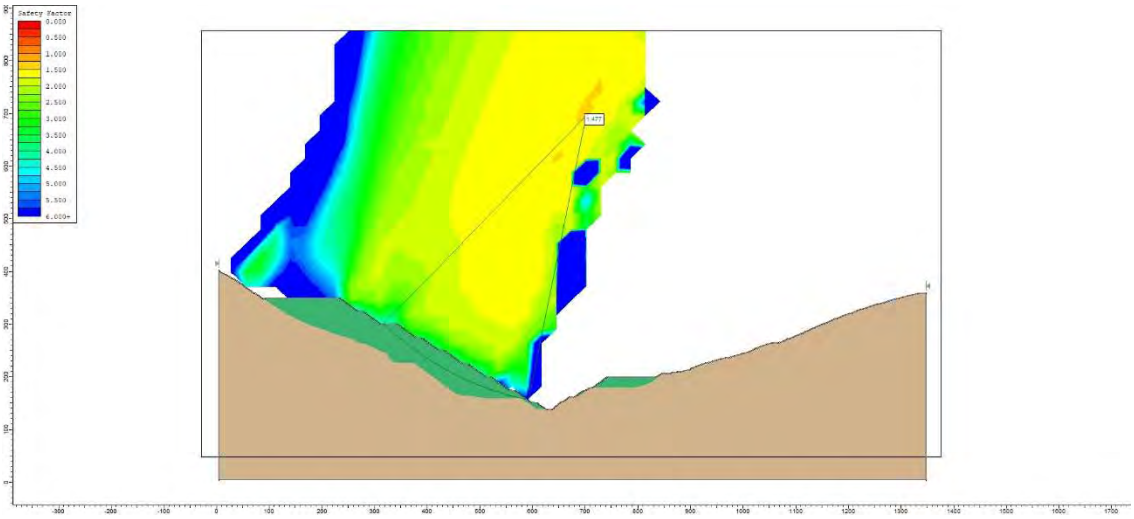


Figura 4.33. - Análisis de estabilidad en situación final en perfil P-2 FS = 1,477

4.4.4.3.2. Perfil máximo en condiciones accidentales (sin drenar)

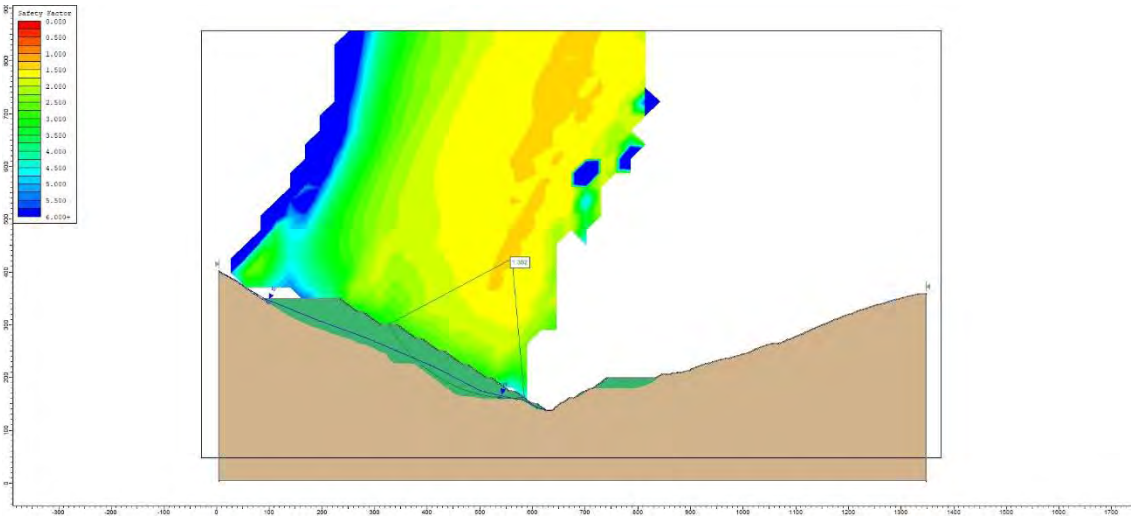


Figura 4.34. - Análisis de estabilidad en situación final en perfil P-2 FS = 1,392

COLEGIO OF. ING. TÉC. MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

4.4.4.3.3. Perfil máximo en condiciones extremas (sin drenar y con sismicidad)

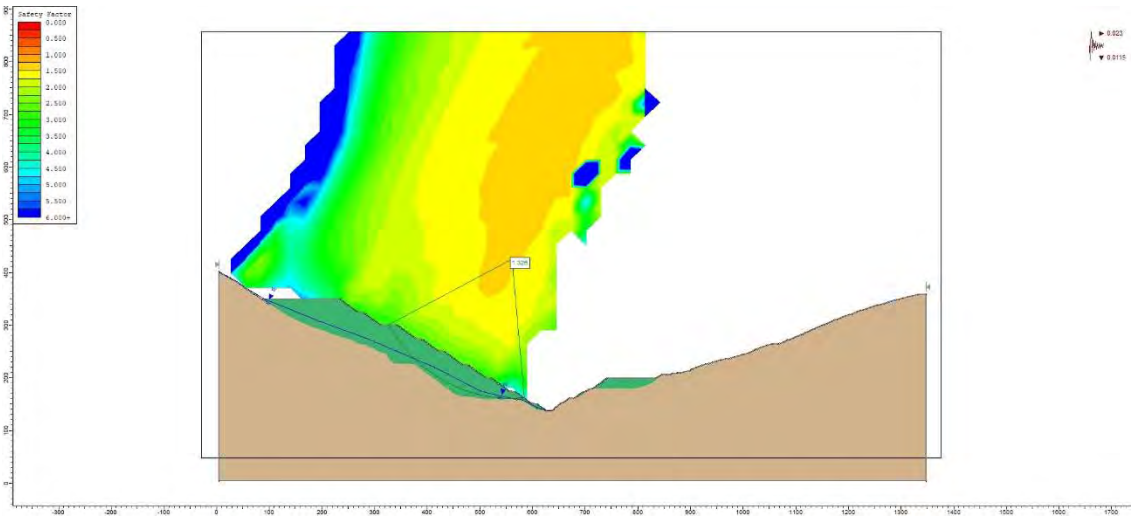


Figura 4.35. - Análisis de estabilidad en situación final en perfil P-2 FS = 1,326

4.4.4.4. Escombrera Entrevalles

Para el análisis de estabilidad de la escombrera Entrevalles de estériles de mina, se realiza el análisis en dos perfiles más desfavorable y en la situación de máximo desarrollo o situación final:

COLEGIO OF. ING. TÉC. MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

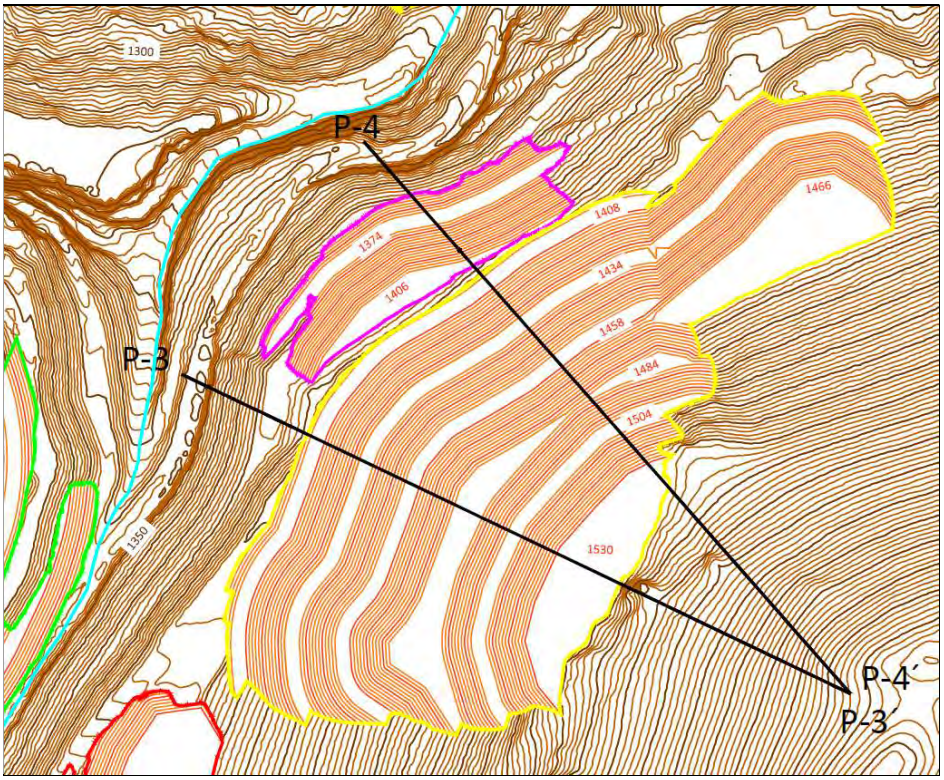


Figura 4.36.- Situación en planta de los perfiles máximos de cálculo de la escombrera Entrevalles

4.4.4.4.1. Perfil máximo en condiciones normales (drenada)

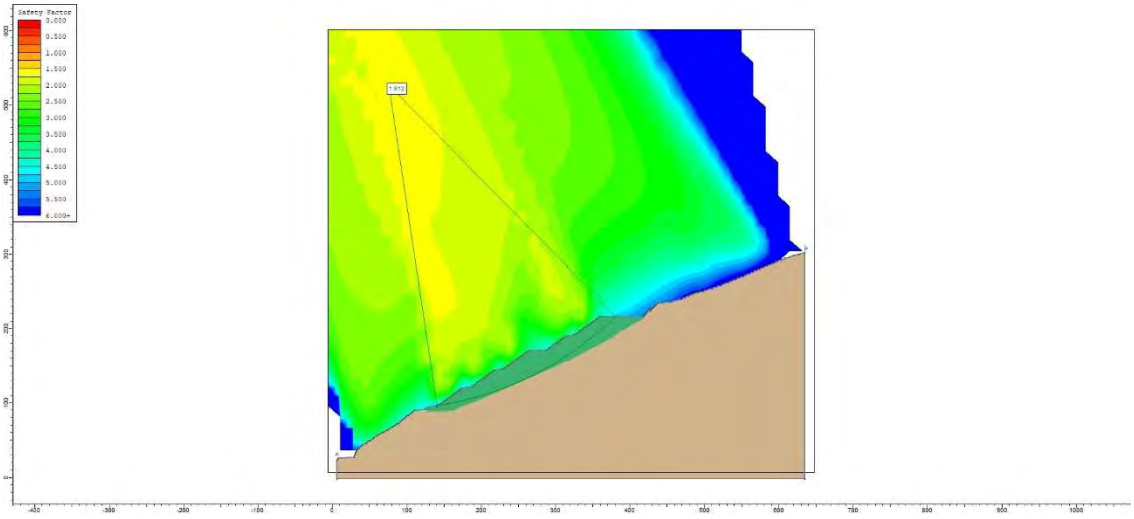


Figura 4.37. - Análisis de estabilidad en situación final en perfil P-3 FS = 1,612

COLEGIO OF. ING. TÉC. MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

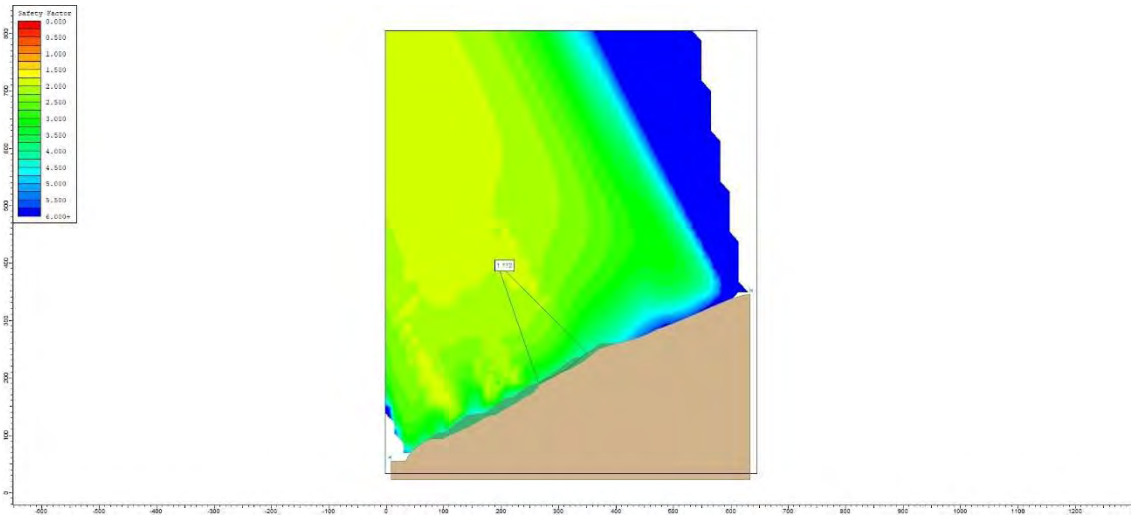


Figura 4.38. - Análisis de estabilidad en situación final en perfil P-4 FS = 1,772

4.4.4.4.2. Perfil máximo en condiciones accidentales (sin drenar)

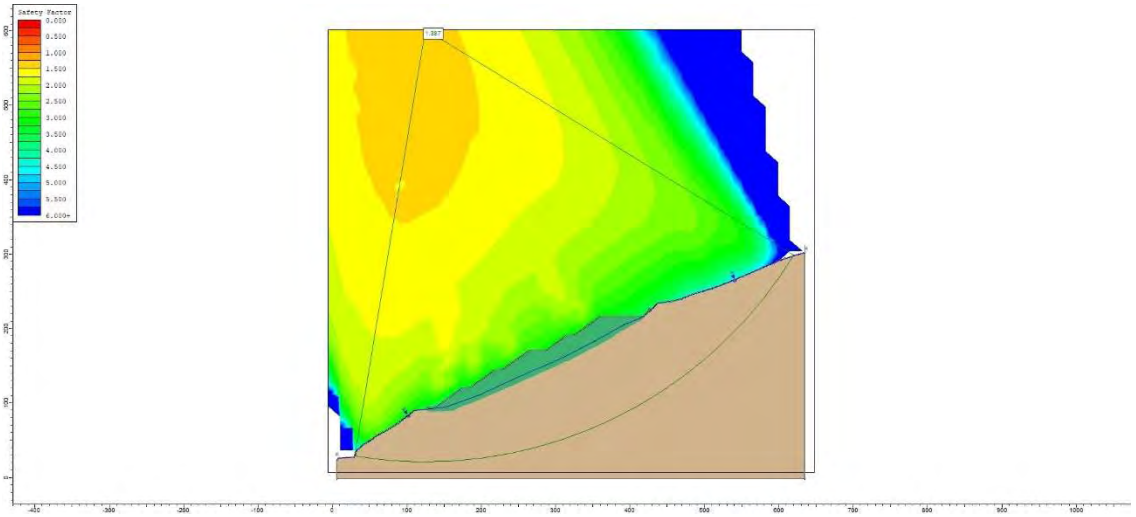


Figura 4.39. - Análisis de estabilidad en situación final en perfil P-3 FS = 1,387

COLEGIO OF. ING. TÉC. MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

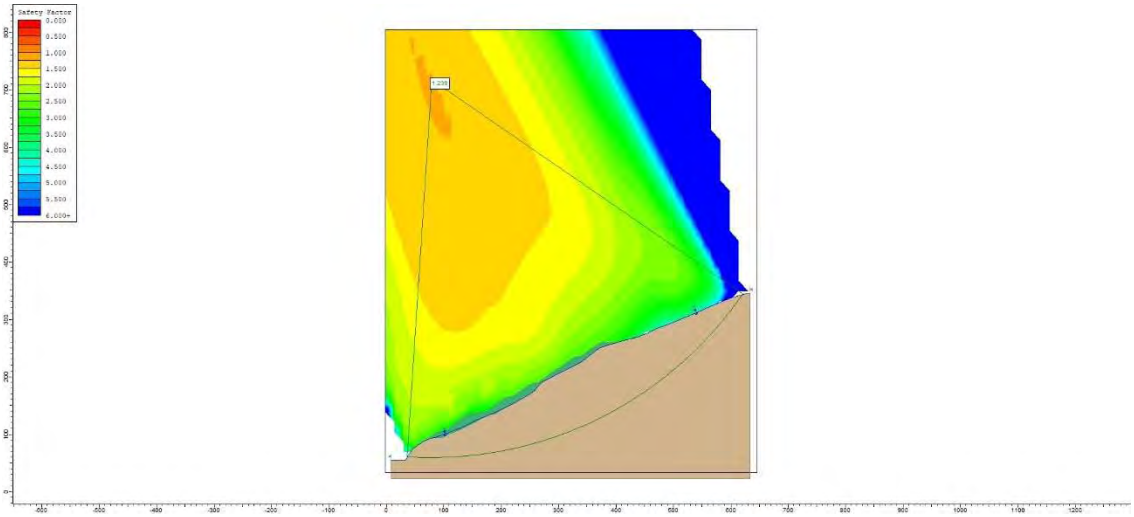


Figura 4.40. - Análisis de estabilidad en situación final en perfil P-4 FS = 1,239

4.4.4.4.3. Perfil máximo en condiciones extremas (sin drenar y con sismicidad)

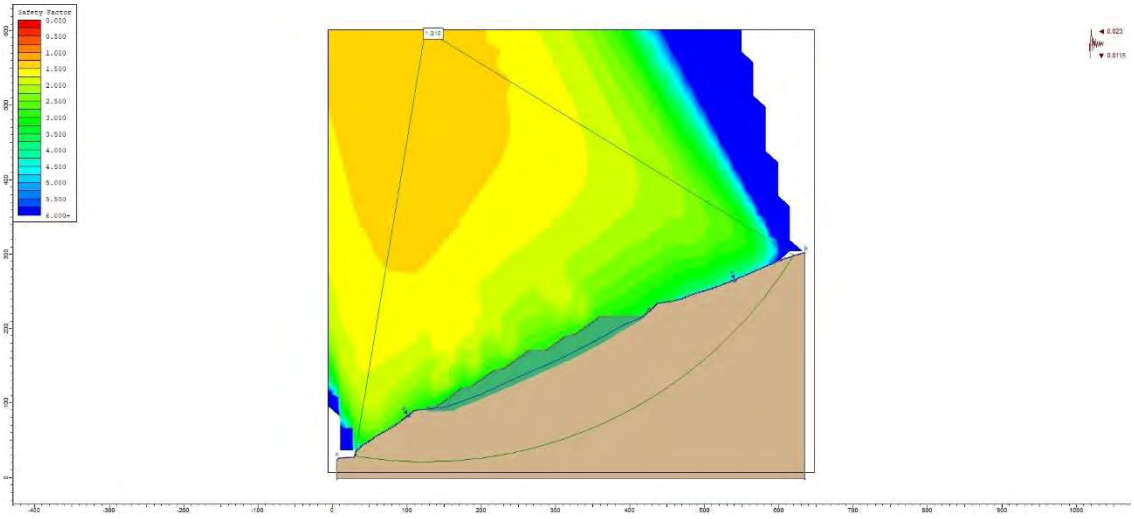


Figura 4.41. - Análisis de estabilidad en situación final en perfil P-3 FS = 1,310

COLEGIO OF. ING. TÉC. MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

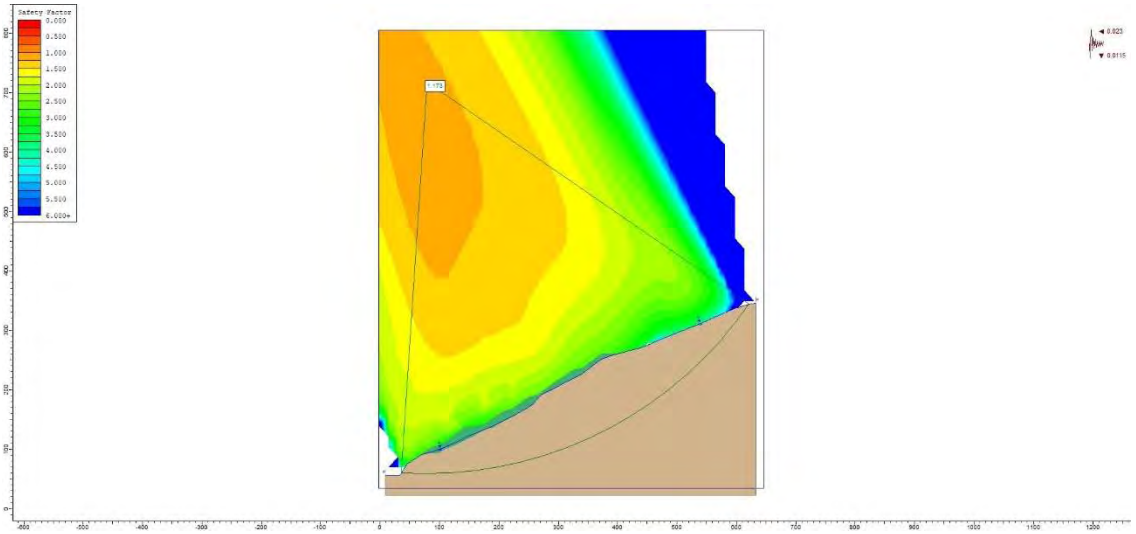


Figura 4.42. - Análisis de estabilidad en situación final en perfil P-4 FS = 1,173

4.4.4.5. Escombrera Norte

Para el análisis de estabilidad de la escombrera Norte de estériles de mina, se realiza el análisis en el perfil más desfavorable y en la situación de máximo desarrollo o situación final:

COLEGIO OF. ING. TÉC. MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

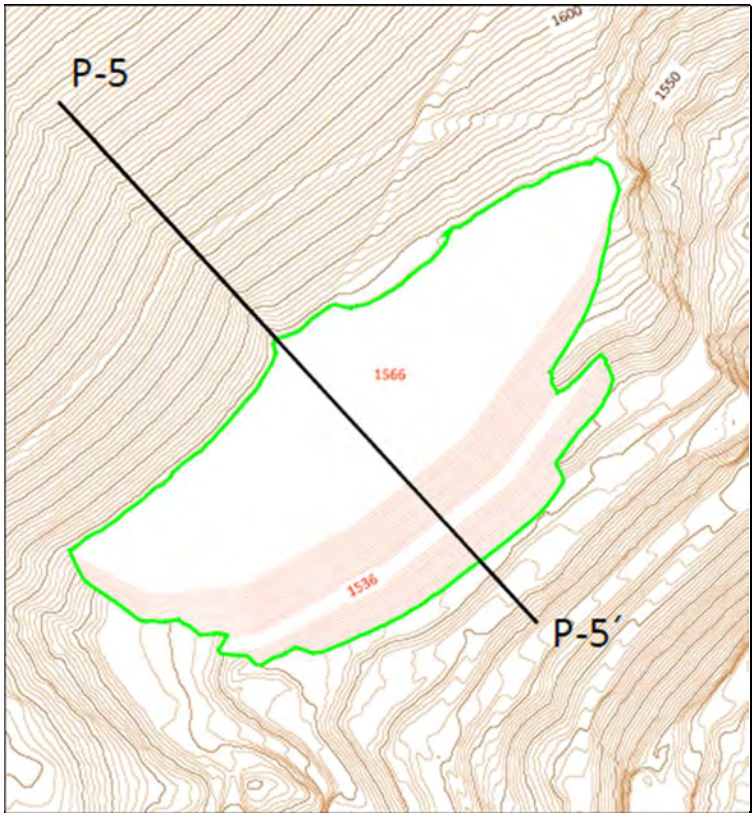


Figura 4.43.- Situación en planta del perfil máximo de cálculo de la escombrera Norte

4.4.4.5.1. Perfil máximo en condiciones normales (drenada)

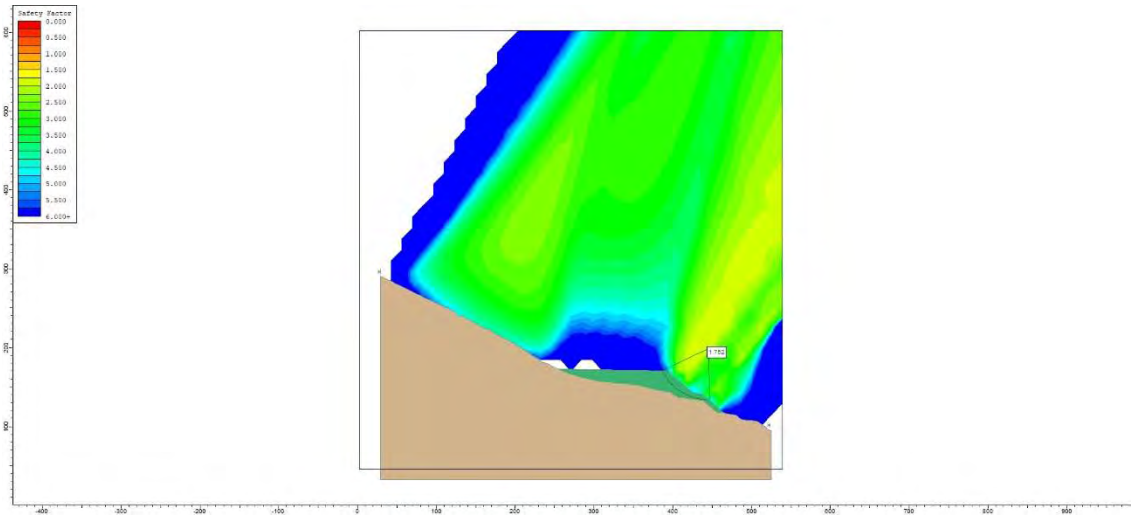


Figura 4.44. - Análisis de estabilidad en situación final en perfil P-5 FS = 1,752

COLEGIO OF. ING. TÉC. MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

4.4.4.5.2. Perfil máximo en condiciones accidentales (sin drenar)

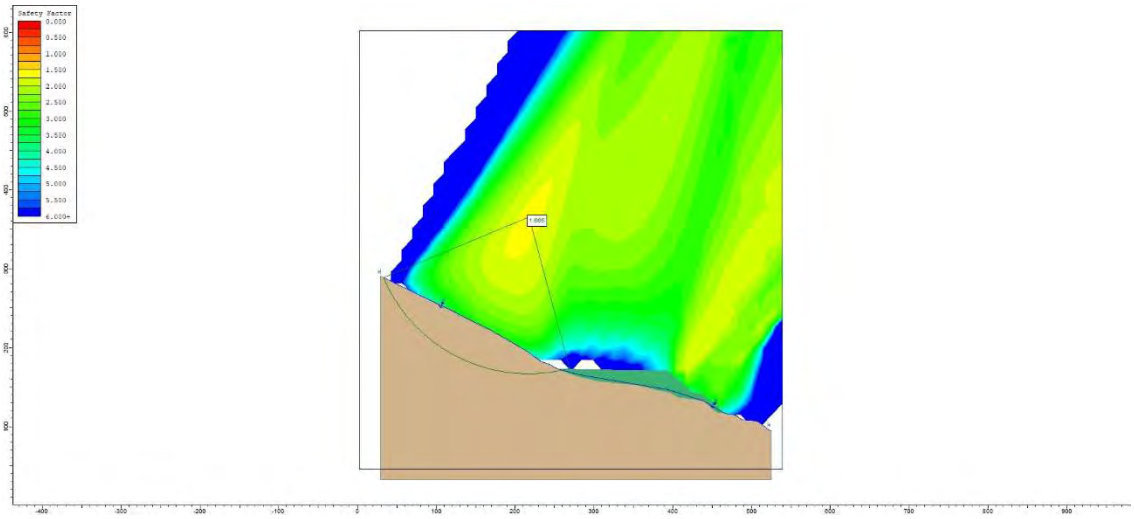


Figura 4.45. - Análisis de estabilidad en situación final en perfil P-5 FS = 1,665

4.4.4.5.3. Perfil máximo en condiciones extremas (sin drenar y con sismicidad)

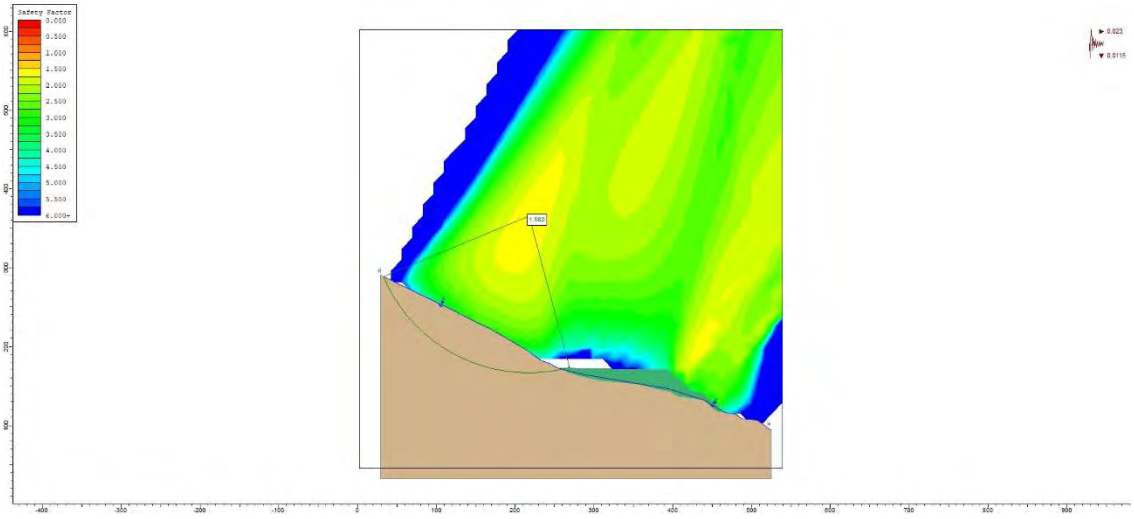


Figura 4.46. - Análisis de estabilidad en situación final en perfil P-5 FS = 1,582

COLEGIO OF. ING. TÉC. MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

4.4.4.6. Escombrera Noreste 1

Para el análisis de estabilidad de la escombrera Noreste 1 de estériles de mina, se realiza el análisis en el perfil más desfavorable y en la situación de máximo desarrollo o situación final:

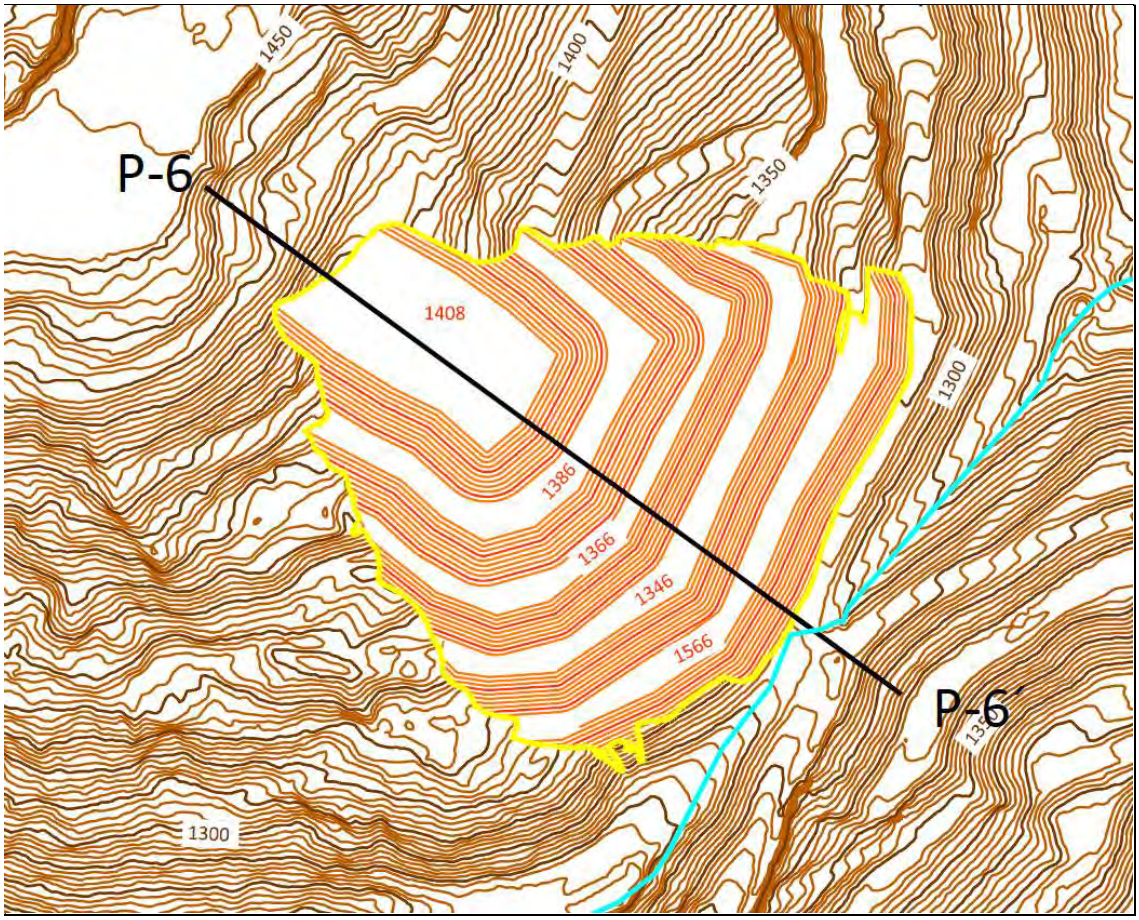


Figura 4.47.- Situación en planta del perfil máximo de cálculo de la escombrera Noreste 1

COLEGIO OF. ING. TÉC. MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

4.4.4.6.1. Perfil máximo en condiciones normales (drenada)

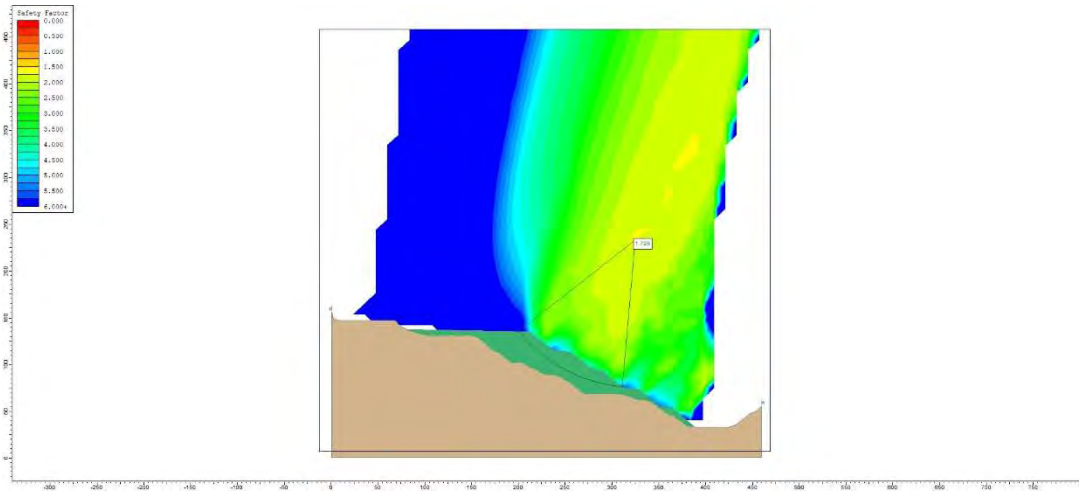


Figura 4.48. - Análisis de estabilidad en situación final en perfil P-6 FS = 1,725

4.4.4.6.2. Perfil máximo en condiciones accidentales (sin drenar)

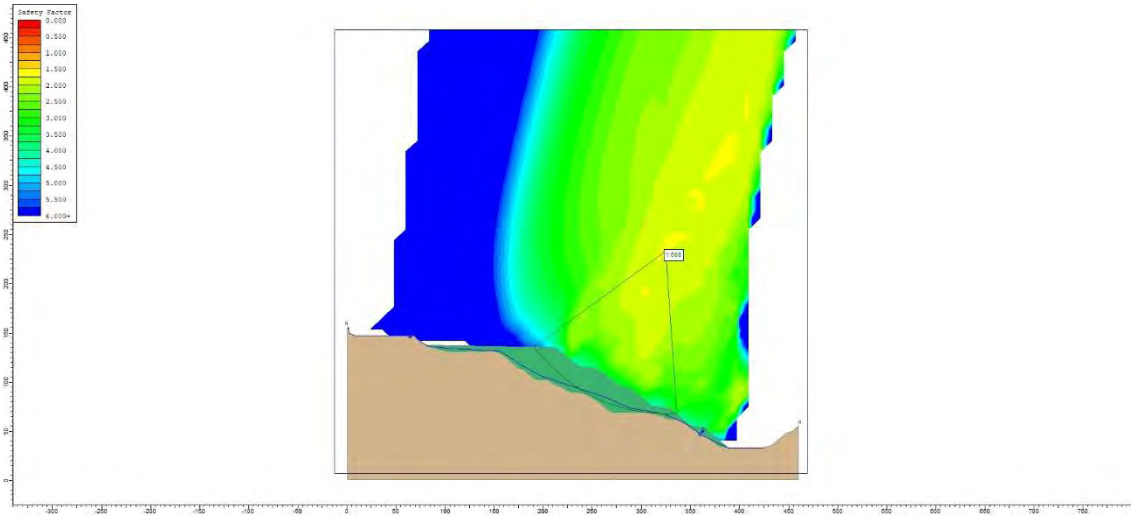


Figura 4.49. - Análisis de estabilidad en situación final en perfil P-6 FS = 1,688

COLEGIO OF. ING. TÉC. MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

4.4.4.6.3. Perfil máximo en condiciones extremas (sin drenar y con sismicidad)

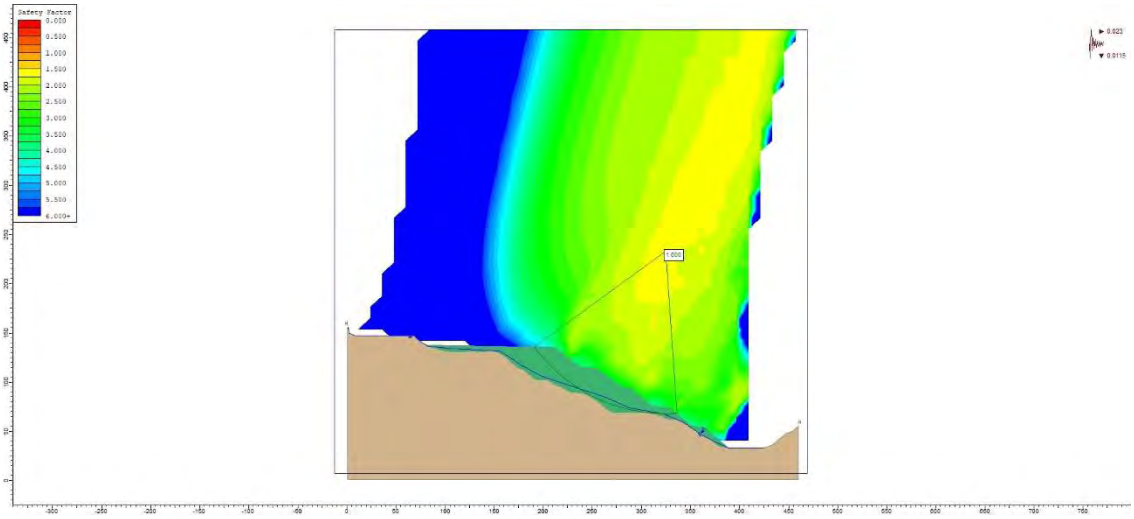


Figura 4.50. - Análisis de estabilidad en situación final en perfil P-6 FS = 1,600

4.4.4.7. Escombrera Noreste 2

Para el análisis de estabilidad de la escombrera Noreste 2 de estériles de mina, se realiza el análisis en el perfil más desfavorable y en la situación de máximo desarrollo o situación final:

COLEGIO OF. ING. TÉC. MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

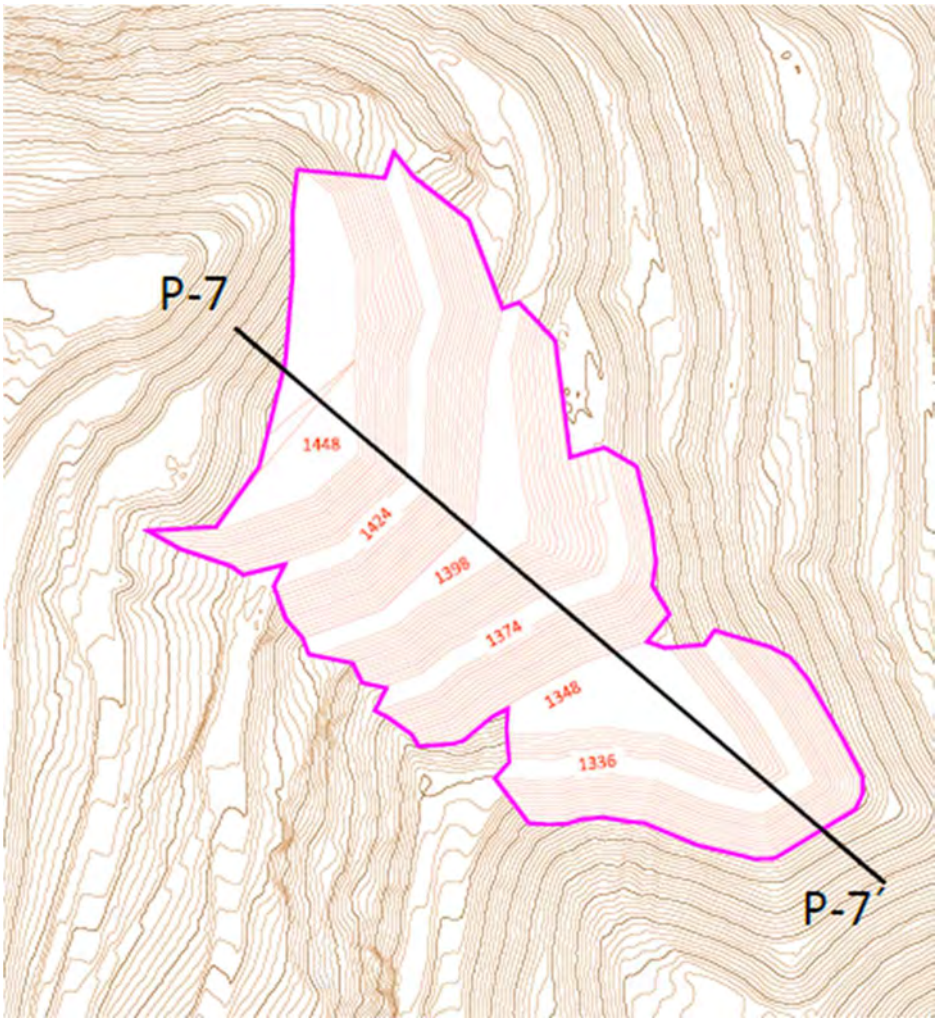


Figura 4.51.- Situación en planta del perfil máximo de cálculo de la escombrera Noreste 2

COLEGIO OF. ING. TÉC. MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

4.4.4.7.1. Perfil máximo en condiciones normales (drenada)

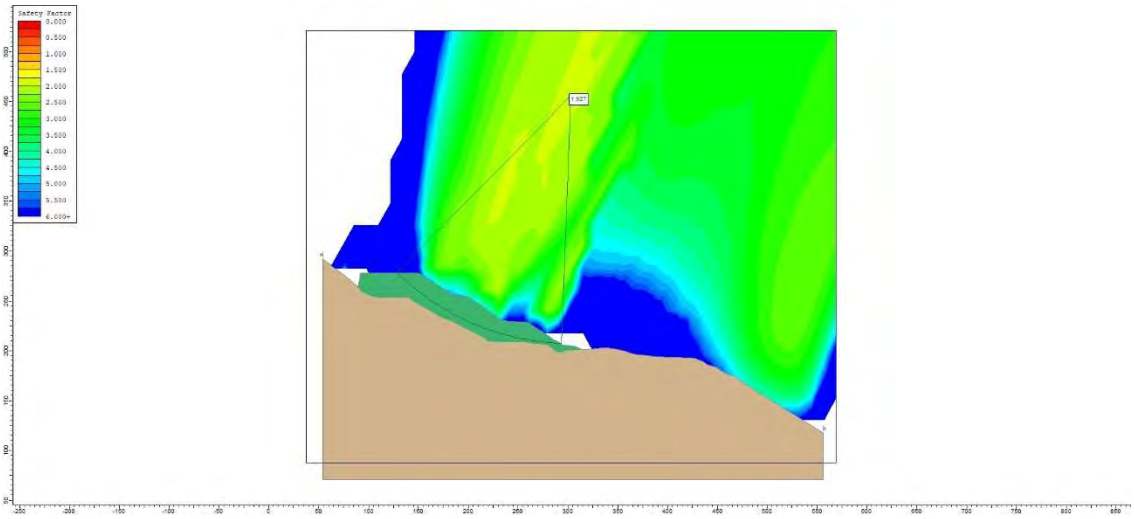


Figura 4.52. - Análisis de estabilidad en situación final en perfil P-7 FS = 1,927

4.4.4.7.2. Perfil máximo en condiciones accidentales (sin drenar)

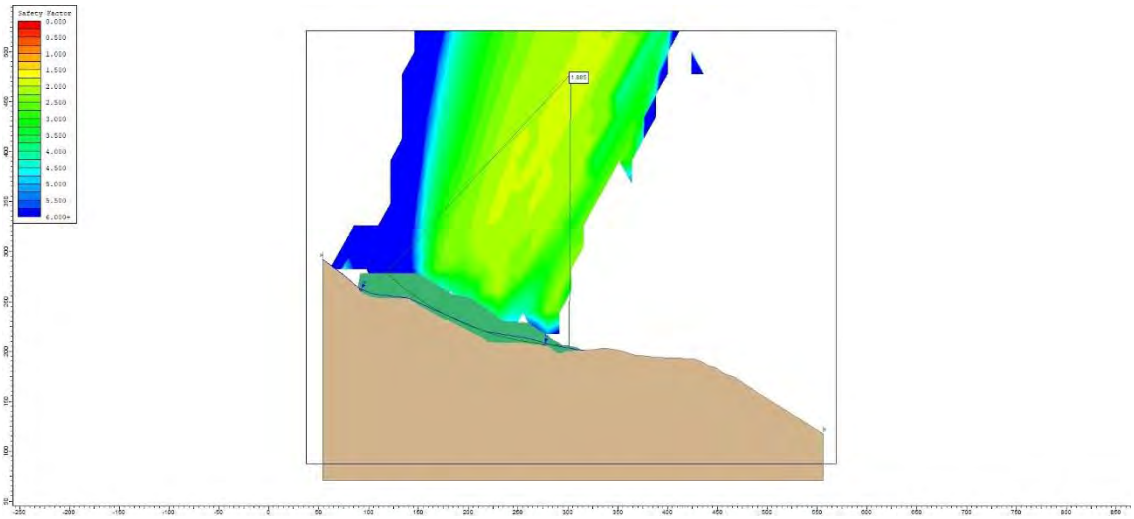


Figura 4.53. - Análisis de estabilidad en situación final en perfil P-7 FS = 1,885

COLEGIO OF. ING. TÉC. MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

4.4.4.7.3. Perfil máximo en condiciones extremas (sin drenar y con sismicidad)

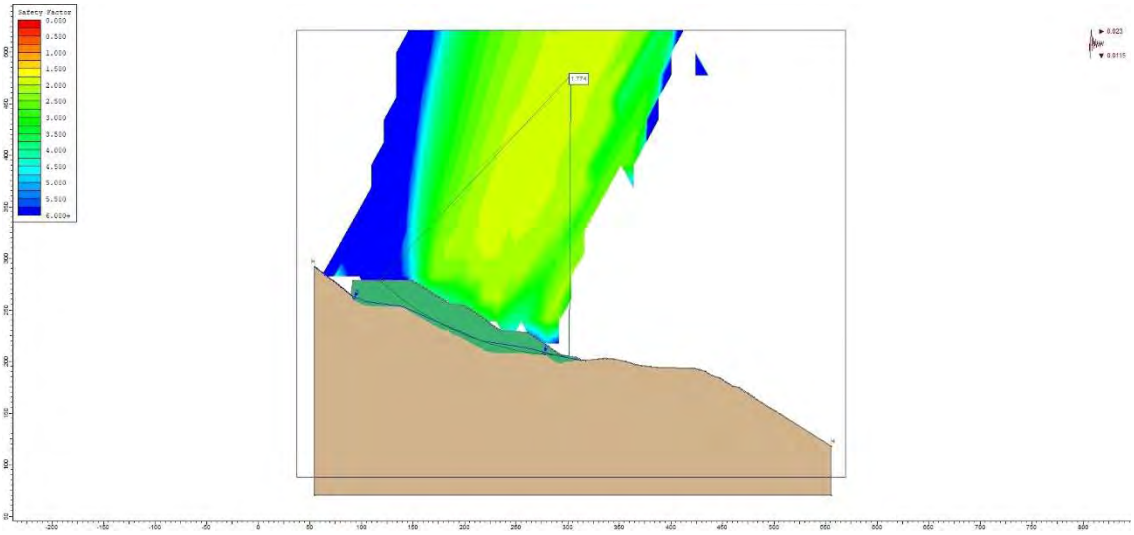


Figura 4.54. - Análisis de estabilidad en situación final en perfil P-7 FS = 1,774

4.4.4.8. Escombrera de la Nave de Elaboración.

Para el análisis de estabilidad de la escombrera de la Nave de Elaboración de estériles de planta, se realiza el análisis en el perfil más desfavorable y en la situación de máximo desarrollo o situación final:

COLEGIO OF. ING. TÉC. MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

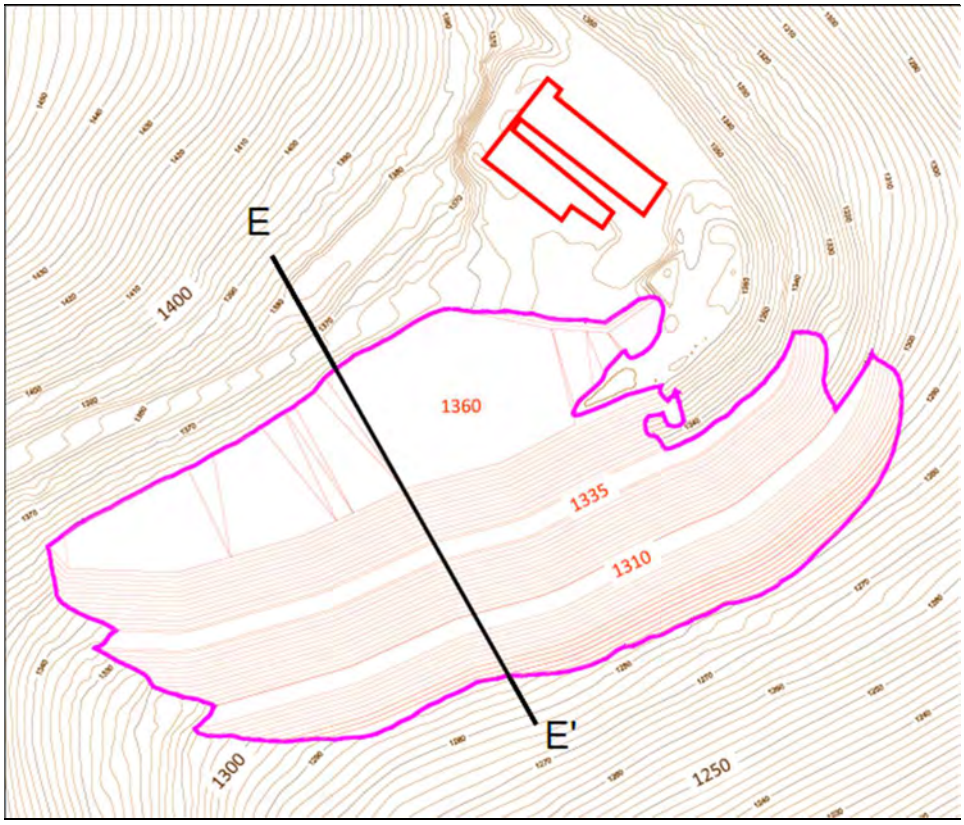


Figura 4.55.- Situación en planta del perfil máximo de cálculo de la escombrera de la Nave de Elaboración

4.4.4.8.1. Perfil máximo en condiciones normales (drenada)

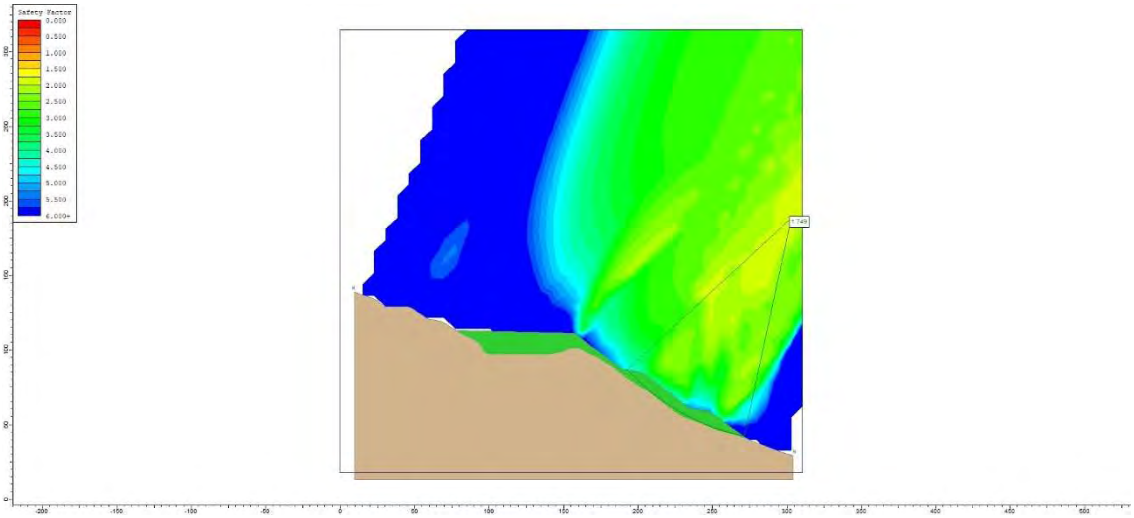


Figura 4.56. - Análisis de estabilidad en situación final en perfil P-E
FS = 1,749

COLEGIO OF. ING. TÉC. MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

4.4.4.8.2. Perfil máximo en condiciones accidentales (sin drenar)

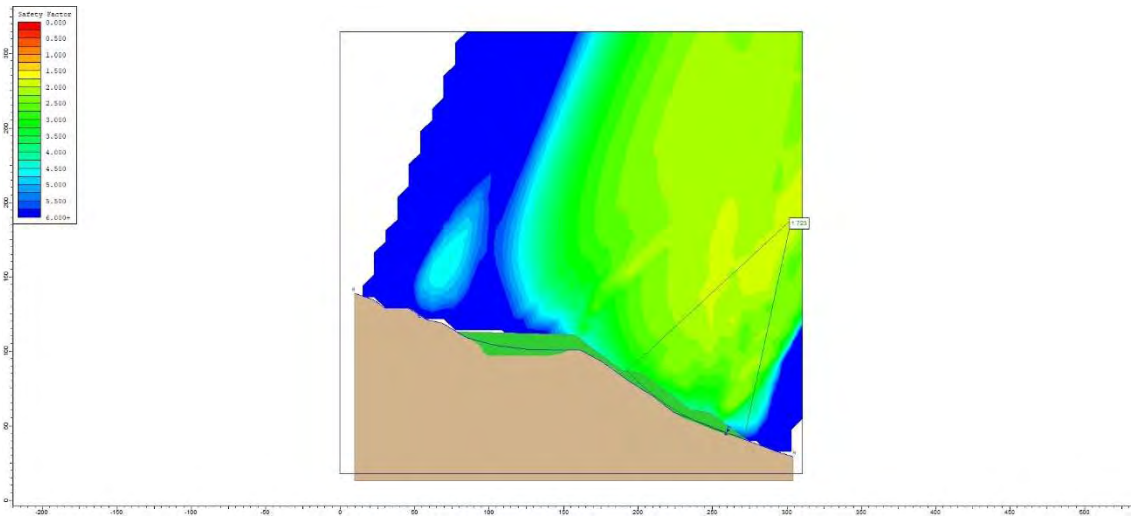


Figura 4.57. - Análisis de estabilidad en situación final en perfil P-E FS = 1,723

4.4.4.8.3. Perfil máximo en condiciones extremas (sin drenar y con sismicidad)

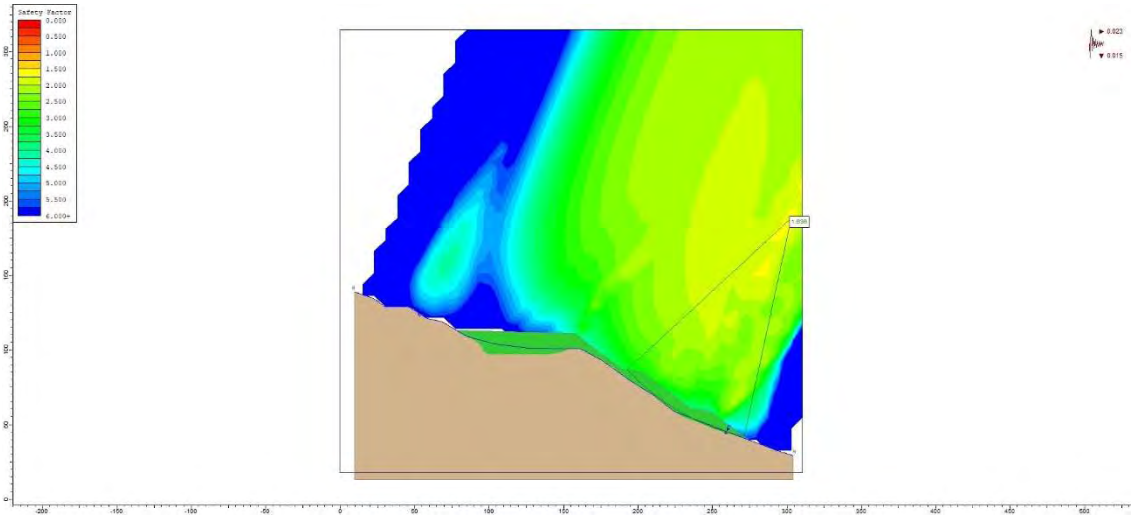


Figura 4.58. - Análisis de estabilidad en situación final en perfil P-E FS = 1,636

COLEGIO OF. ING. TÉC. MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

4.4.4.9. Relleno en corta Entrevalles

Con el objetivo de restituir el río Benuza a su morfología original, se realiza un relleno del hueco de explotación Entrevalles con los estériles de la mina.

Aunque el relleno de huecos de explotación no se consideran instalaciones de residuos mineros según el *Real Decreto 975/2009, de 12 de junio, sobre gestión de los residuos de las industrias extractivas y de protección y rehabilitación del espacio afectado por las actividades mineras*, se ha calculado su estabilidad, obteniéndose los siguientes resultados:

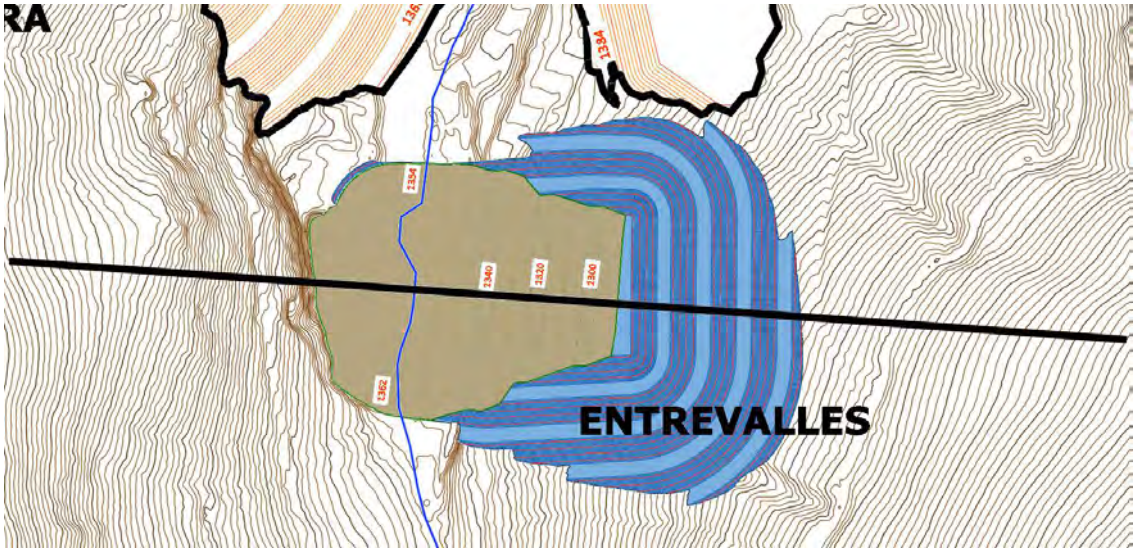


Figura 4.59. – Perfil de cálculo del perfil del relleno

Los factores de seguridad obtenidos son mayores que los requeridos, las salidas gráficas obtenidas en los análisis son:

COLEGIO OF. ING. TÉC. MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

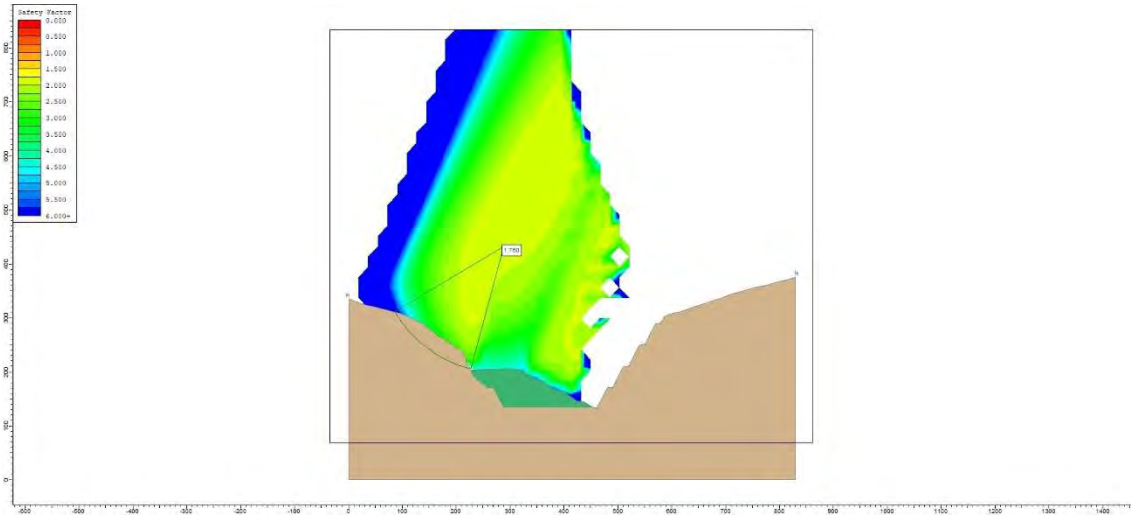


Figura 4.60. - Análisis de estabilidad en situación final en perfil del relleno en corta Entrevalles en condiciones drenadas. FS = 1,750

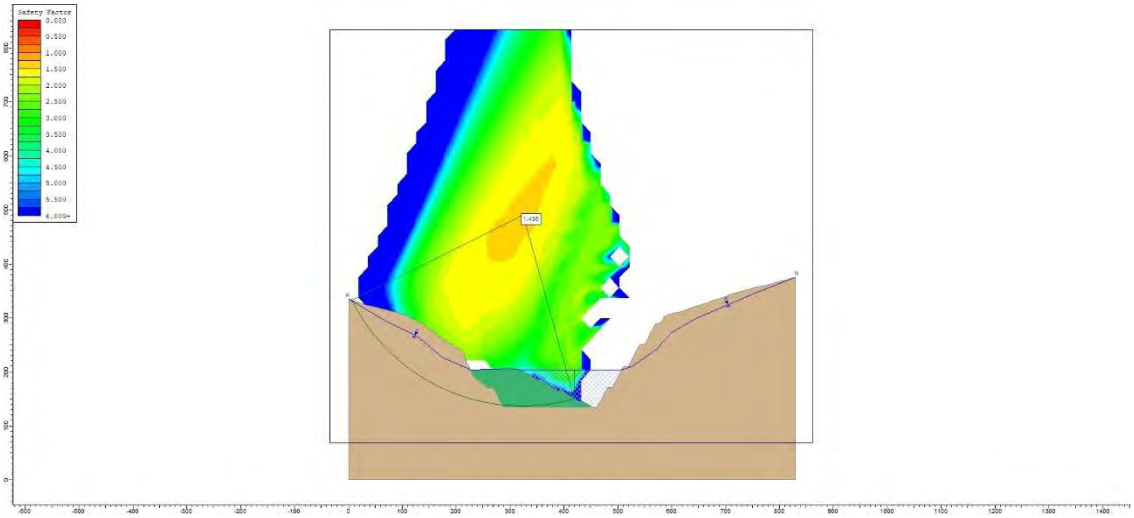


Figura 4.61. - Análisis de estabilidad en situación final en perfil del relleno en corta Entrevalles en condiciones sin drenar. FS = 1,436

COLEGIO OF. ING. TÉC. MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

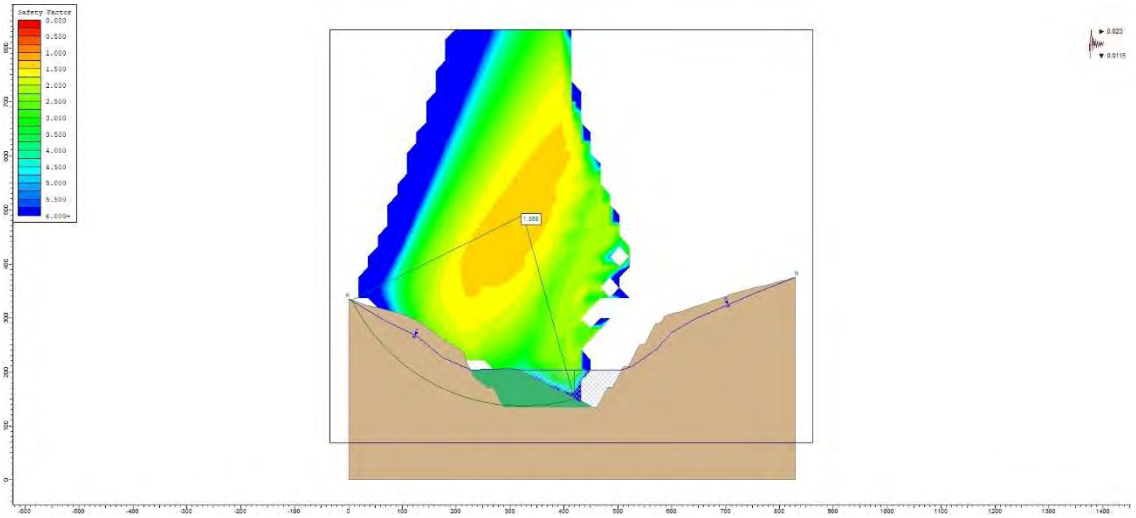


Figura 4.62. - Análisis de estabilidad en situación final en perfil del relleno en corta Entrevalles en condiciones sin drenar y sisimicidad. FS = 1,358

4.4.5. Conclusiones del análisis de estabilidad por perfiles

Los mínimos factores de seguridad obtenidos, para cada uno de los escenarios en los análisis de estabilidad son:

TABLA 4.22.- MÍNIMOS FACTORES DE SEGURIDAD OBTENIDOS EN EL ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DE LAS ESCOMBRERAS

Nombre	Perfil	Escenario 1 Condiciones drenadas (Normales)	Escenario 2 Condiciones sin drenar (Accidentales)	Escenario 3 Sin drenar +Sismicidad (Extremas)
FS requerido		***1,45***	***1,30***	***1,15***
ESCOMBRERA SUR	P-1	*1,455*	*1329*	*1,268*
ESCOMBRERA ENTREVALLES A	P-2	*1,477*	*1,392*	*1,326*
ESCOMBRERA LA MORTERA	P-2	*1,477*	*1,392*	*1,326*
ESCOMBRERA ENTREVALLES B	P-3	*1,612*	*1,387*	*1,310*
ESCOMBRERA ENTREVALLES C	P-4	*1,772*	*1,329*	*1,173*
ESCOMBRERA NORTE	P-5	*1,752*	*1,665*	*1,582*
ESCOMBRERA NORESTE 1	P-6	*1,725*	*1,688*	*1,600*
ESCOMBRERA NORESTE 2	P-7	*1,927*	*1,885*	*1,774*
ESCOMBRERA NAVE DE ELABORACION	P-E	*1,749*	*1,723*	*1,636*

COLEGIO OF. ING. TÉC. MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

Por tanto, todos los mínimos factores de seguridad obtenidos en los análisis en cada escenario son mayores que los requeridos y las escombreras son **estables**.

El mínimo factor de seguridad obtenido ha sido de FS = 1,173 teniendo en cuenta la presencia de agua y el factor sísmico, encontrándose por encima del factor mínimo FS>1,15

Dentro de los aspectos de control de la explotación se debe realizar un seguimiento continuado de las labores de avance de la formación de las escombreras, de modo que puedan estudiarse modificaciones locales de la geometría final del talud, cambios en la dirección de los bancos e intercalación de alguna berma de mayor anchura, para incrementar su estabilidad si fuera necesario.

COLEGIO OF. ING. TÉC. MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

COLEGIO OF. ING. TÉC. MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

5. AFECCIONES AL MEDIO AMBIENTE Y A LA SALUD HUMANA

Al tratarse de un residuo sólido e inerte no se prevén ni se han detectado afecciones significativas al medio ambiente ni a la salud humana en este tipo de instalaciones. Las únicas afecciones que pueden aparecer son las derivadas del almacenamiento de estériles de diversa granulometría como son las afecciones a la atmósfera y a las aguas estudiadas en el apartado de la Identificación de impactos del Estudio de Impacto Ambiental.

Los finos que van entre el escombro producen una emisión inmediata en el momento de ser volcados en la escombrera y una inmisión derivada de la erosión del viento sobre las superficies expuestas.

Los principales efectos que puede ocasionar el polvo son:

a) Sobre la salud humana: El polvo en suspensión puede afectar a la salud de las personas debido a sus características físicas (tamaño pequeño de las partículas) pudiendo causar molestias o problemas de salud ya que estas partículas en suspensión pueden pasar por la nariz y garganta y entrar hasta los pulmones, siendo los trabajadores de la cantera los que más acusarán la existencia de polvo ya que son los que se verán más expuestos.

b) Sobre la vegetación: Las partículas sólidas en suspensión se depositan sobre las plantas formando una película que disminuye el paso de rayos solares y entorpece la actividad fotosintética. Además, se pueden obturar las estomas con lo que se dificultarían los procesos de transpiración o respiración. Pueden también depositarse sobre los órganos reproductores dificultando la producción de polen y el proceso de polinización.

COLEGIO OF. ING. TÉC. MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

c) Sobre la fauna: Podríamos hablar básicamente de dos efectos:
   a. Sobre los organismos de respiración pulmonar: ya que la inspiración de una cantidad de partículas en suspensión superiores a lo habitual provoca irritaciones alveolares y dificultades respiratorias en general.
   b. Sobre anfibios y reptiles: Algunos de estos organismos presentan glándulas epidérmicas muy importantes para su vida, especialmente por ser sistemas defensivos. La funcionalidad de estos órganos puede verse alterada por el depósito de polvo. Además, los anfibios deben mantener la piel húmeda para transpirar. El polvo puede resecarla y dificultar esta actividad.

d) Sobre las aguas superficiales: la principal afección es el polvo que se deposita sobre el terreno y puede ser arrastrado hacía los arroyos y ríos existentes en la zona por las escorrentías superficiales en los momentos inmediatamente posteriores a una precipitación atmosférica. Estas escorrentías pueden, asimismo, discurrir sobre superficies desprovistas de vegetación por causa de las labores mineras agravando aún más si cabe la contaminación de estas aguas. En ambos casos las aguas superficiales pueden enturbiarse por arrastre de partículas sólidas en suspensión propagándose por toda la red hidrográfica de la zona. Este fenómeno ocurrirá sobre todo en las zonas de pendientes topográficas acusadas y durante precipitaciones torrenciales.

COLEGIO OF. ING. TÉC. MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

6. SEGUIMIENTO Y CONTROL DE INSTALACIONES DE RESIDUOS MINEROS

Las instalaciones de residuos mineros deberán estar sujetas a un plan de control y seguimiento periódico, tal y como se indica en el artículo 32 del Real Decreto 975/2009, de nombre *Seguimiento e inspecciones periódicas de una instalación de residuos mineros.*

Estos seguimientos serán recopilados en un Libro de registro, en el que también se incluirá cualquier tipo de suceso o actividad relacionado con la gestión de las IRM y de los propios residuos que los conforman. Este libro estará a disposición de la autoridad competente para que pueda realizar los controles / inspecciones pertinentes.

La principal finalidad de estos procedimientos de control y seguimiento es poder garantizar unos niveles de seguridad adecuados en estas instalaciones. En ellos quedarán definidos tanto los lugares de inspección, como sus frecuencias, los parámetros a revisar, etc.

Estos procedimientos serán llevados a cabo por personal suficientemente capacitado para realizar el control, los cuales tendrán asignadas, desde el comienzo de los trabajos, una serie de funciones y responsabilidades.

Los procedimientos de control planteados se pueden diferenciar en dos tipos:

- Seguimiento y control estructural y geotécnico
- Seguimiento y control ambiental, estrechamente ligado con el Plan de Vigilancia Ambiental, presentado en el Estudio de Impacto Ambiental.

Con lo anterior se garantiza que durante la construcción de las IRM se controlará que se ejecutan de la manera proyectada mediante un seguimiento continuo que garantice que las labores de recrecimiento se

COLEGIO OF. ING. TÉC. MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

realizan según indica el proyecto, de forma visual y mediante las mediciones topográficas descritas a continuación, y que cumplen las normas de seguridad minera. También queda garantizado el control de las potenciales afecciones a medio ambiente.

Cuando vayan a comenzar los trabajos se desarrollará un protocolo de actuación en caso de detectar desviaciones respecto al proyecto, inestabilidades, caída de residuos fuera de las instalaciones de residuos mineros, derrame accidental de lixiviados o impactos ambientales no previstos. En este plan se definirán los niveles de alarma y los procedimientos a seguir en caso de ser necesario.

6.1. SEGUIMIENTO Y CONTROL ESTRUCTURAL

Dentro de este apartado se va a describir el plan de control y seguimiento de las escombreras generada durante la vida de la explotación. Estas escombreras albergan los estériles de mina clasificados como inertes.

Para ello, será necesario llevar a cabo un plan de seguimiento y control de la estabilidad de estas escombreras, que comenzará durante su fase de construcción y proseguirá, algo más espaciado en el tiempo, una vez se encuentre el proyecto en marcha. Para este seguimiento será necesario realizar una serie de inspecciones (visuales y técnicas) con el fin de llevar un control, tanto de su crecimiento como de su comportamiento geotécnico, asegurando así la estabilidad de la infraestructura y su buena conservación.

La estabilidad geotécnica de las escombreras está asegurada, como muestran los cálculos presentados en el estudio de geotecnia del Proyecto de Explotación, pero aun así es necesario llevar a cabo una serie de comprobaciones in situ, con el fin de evitar y corregir posibles procesos de erosión hídrica o de pérdida de suelo.

COLEGIO OF. ING. TÉC. MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

6.1.1. Auscultación de las escombreras

Se ha diseñado una red de control basada en la implantación de hitos topográficos, inclinómetros y piezómetros de cuerda vibrante mediante los cuales se podrá realizar un seguimiento de cualquier comportamiento anómalo que, hipotéticamente, pueda llegar a generarse en esta instalación de residuos.

El número total de hitos topográficos a colocar sobre las escombreras será de 38. Estos hitos se irán colocando de forma progresiva, según vaya avanzando la construcción de las escombreras. La medición de hitos será, inicialmente y durante la fase de construcción, de carácter mensual y comenzará con la medición de una serie de puntos que irá creciendo hasta que las escombreras alcancen su situación final. A partir de ese momento, el control se realizará con un carácter semestral.

Este control se podrá realizar a través del vuelo de un dron que realice una lectura de los hitos. Durante los trabajos de construcción, se tendrá especial cuidado en el momento que se trabaje cerca de los puntos de la red, ya que estos se podrían ver afectados por los mismos.

Para el control de datos, se realizará una recopilación de las coordenadas de cada uno de los puntos de control. Esta información quedará registrada, pudiendo realizarse un análisis periódico del comportamiento de las instalaciones de residuos, que considere tanto los desplazamientos absolutos como los relativos (si existieran, con respecto a la última medición). Esto permitirá actuar de manera temprana en el caso de que se observara cualquier tipo de desviación que pueda afectar a la seguridad de la explotación (medidas preventivas que eviten necesitar medidas correctivas).

COLEGIO OF. ING. TÉC. MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

Este control a través de hitos se complementará mediante la instalación de un sistema de inclinómetros, a través de los cuales se podrán determinar posibles desplazamientos angulares de la escombrera.

Se prevé la instalación de un total de 13 inclinómetros en las escombreras mediante perforación, de 100 mm de diámetro aproximadamente, una vez que el emplazamiento ha sido rehabilitado con carácter definitivo.

Las mediciones se efectuarán, inicialmente, con periodicidad mensual, considerando tanto los desplazamientos absolutos (con respecto a origen) como los relativos (con respecto a la última medición).

Toda esta información será de importancia para el análisis general de las posibles deformaciones que se produzcan en las escombreras, pudiendo prever posibles comportamientos anómalos y corregir.

Por último, cabe destacar la colocación de un total de 10 piezómetros de cuerda vibrante, con el fin de poder controlar la presión intersticial en puntos definidos del interior de las escombreras. Esta información, al igual que las anteriores, será registrada de manera periódica (inicialmente mensual) e incluida en los informes de seguimiento de las IRM.
En la tabla siguiente se indican los elementos de control que se instalarán en cada una de las escombreras:

TABLA 6.1.- PUNTOS DE CONTROL DE CADA UNA DE LAS ESCOMBRERAS

Instalación de residuos mineros	Hitos	Inclinómetros	Piezómetros de cuerda vibrante
ESCOMBRERA SUR	5	2	1
ESCOMBRERA LA MORTERA	9	2	2
ESCOMBRERA ENTREVALLES	9	3	3
ESCOMBRERA NORTE	3	1	1
ESCOMBRERA NORESTE 1	4	2	1
ESCOMBRERA NORESTE 2	5	1	1
ESCOMBRERA NAVE ELABORACIÓN	3	2	1
TOTAL	**38**	**13**	**10**

COLEGIO OF. ING. TÉC. MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

6.1.2. Registros visuales en los taludes de las escombreras

Además de la lectura de este tipo de datos (hitos), se proponen también una serie de inspecciones visuales que sirvan como complemento a este control y seguimiento estructural de estas IRM.

Estas inspecciones visuales directas serán un elemento esencial de vigilancia durante la fase operación del proyecto, y tendrán una periodicidad semanal. El personal que se encargue de su realización estará debidamente formado para dicho fin y será instruido para detectar cualquier indicio de inestabilidades en las instalaciones.

Estas actividades de inspección consistirán principalmente en la revisión de los siguientes elementos:

- Identificación de posibles grietas superficiales en taludes.
- Presencia de abombamiento, concavidades o sobrependientes en los taludes.
- Deslizamientos o deformaciones en la zona basal
- Pequeños desprendimientos o derrumbamientos

En caso de que durante estas inspecciones se detecte algún tipo de anomalía, se le comunicará inmediatamente a la dirección facultativa, con el fin de buscar y aplicar las medidas más adecuadas.

6.1.3. Registro del sistema de drenajes de las escombreras

Existirá una red de cunetas entorno al perímetro de cada una de las escombreras que recoja el agua de escorrentía de las mismas (aguas de contacto).

COLEGIO OF. ING. TÉC. MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

El plan de seguimiento y control de esta red de drenaje supone poder garantizar una correcta calidad de las aguas, lo cual implica incidir en las siguientes actuaciones de control sobre el estado, mantenimiento y funcionamiento del sistema de drenaje y las conducciones relacionadas con el mismo (transporte a balsas, etc.)

La inspección comenzará con una serie de inspecciones visuales, encaminadas a verificar la ausencia de desperfectos en el sistema. Para ello se realizará un control de:

- El estado de las cunetas de drenaje (limpieza periódica, caudal, control de la erosión)
- El estado de las tuberías y conducciones (limpieza, sobrepresiones, control de colmatación, etc.)

La persona encargada de estas inspecciones deberá disponer de la formación y de los conocimientos suficientes para poder detectar cualquier afección / incidente en la red de drenaje.

Además de las inspecciones visuales será necesaria la realización de los siguientes controles:

- Control del funcionamiento de los sistemas de bombeo (mantenimiento de bombas, medida de caudales, etc.)
- Control pluviométrico y datos meteorológicos (prevención)
- Control hidroquímico: será necesario llevar a cabo controles periódicos de las aguas drenadas.

Finalmente, todos los datos de estas inspecciones serán recogidos en un informe, el cual será definido en el siguiente apartado.

COLEGIO OF. ING. TÉC. MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

6.1.4. Informes

Con carácter mensual se realizará un informe en el que se irá recogiendo toda la información registrada durante las inspecciones de control, visuales y mediante los medios de auscultación de estas instalaciones de residuos mineros. Al final del año, se realizará un informe anual, en el que será integrada y analizada toda esta información.
El informe contendrá, como mínimo, la siguiente información:

- Registro de los valores obtenidos mediante lectura de hitos
- Registro de las inspecciones visuales llevadas a cabo (estado de taludes, detección de grietas, cárcavas, estado de cunetas y tuberías, limpieza de cunetas, etc.)
- Registro de los resultados de las analíticas realizadas sobre las muestras de aguas en las arquetas de control (superficiales y subterráneas).

Todos estos registros serán acompañados con unas conclusiones y, si fueran necesarias, propuestas de mejora en la gestión global de las escombreras.

Estos registros e informes estarán a disposición de la administración competente, siempre que sea necesario.

6.2. SEGUIMIENTO Y CONTROL AMBIENTAL

Los detalles de Control y Seguimiento Ambiental son parte integral del Plan de Vigilancia Ambiental, que se desarrolla en el Estudio de Impacto Ambiental presentado junto al proyecto de explotación. Dicho capítulo será el documento de referencia en lo que se refiere al seguimiento ambiental de estas instalaciones de residuos mineros, junto al proyecto general.

COLEGIO OF. ING. TÉC. MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

7. ANTEPROYECTO DE CIERRE Y CLAUSURA DE LAS INSTALACIONES DE RESIDUOS MINEROS

De acuerdo con lo requerido en el artículo 33 del RD 975/2009, en el que se desarrollan los requerimientos respecto al cierre y clausura de las instalaciones de residuos mineros, se incluyen en el presente apartado las medidas necesarias para la rehabilitación del terreno, en las que se incluirán todos los aspectos técnicos que se prevean de utilidad para dicho cierre. Cabe destacar que las medidas que aquí se incluyen vienen detalladas en el Plan de Restauración.

El terreno sobre los que se apoyan las escombreras está formado por pizarras con laminaciones, no aptas para su aprovechamiento comercial, estando la zona previamente desprovista de la cobertera vegetal para asegurar una base competente.

Los estériles ubicados en las escombreras consisten en los estériles de mina, de planta (únicamente en la escombrera junto a la nave de elaboración) y los lodos de las balsas de decantación, todos ellos inertes.

Las labores son similares en todas las instalaciones de residuos mineros del proyecto y consisten en:

7.1. ACONDICIONAMIENTO DE LAS BERMAS FINALES

Antes del extendido de la tierra vegetal se procederá a un ripado y escarificado de las bermas finales para favorecer la penetración de las raíces previniendo la laminación en capas y mejorando la infiltración y el movimiento del agua.

Con estos trabajos conseguiremos:

COLEGIO OF. ING. TÉC. MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

- Garantizar el perfecto asentamiento de la tierra vegetal.
- Un establecimiento estable de la cubierta vegetal.

7.2. EXTENDIDO DE TIERRA VEGETAL

Sobre los taludes y bermas se extenderá una capa de tierra vegetal, con maquinaria que ocasione una mínima compactación. Para proporcionar un buen contacto entre las sucesivas capas de material superficial se escarificará la superficie antes de cubrirla. Esto previene la laminación en capas, mejora la infiltración y el movimiento del agua, evita el deslizamiento de la tierra extendida y facilita la penetración de las raíces.

El espesor de la cubierta no deberá ser inferior a 20 cm. Se pretende, por lo tanto, generar un suelo capaz de cubrir la superficie afectada en planta por las IRM de 851.370 m^2.

Por lo tanto, será necesario aportar del orden de 180.000 m^3 de tierra vegetal que será aportada de la almacenada en la fase de apertura y comprada a proveedores externos.

7.3. ENMIENDAS Y MEJORAS EDÁFICAS

Una vez realizado el extendido de la tierra se procederá a mejorar la calidad del suelo mediante una fertilización inorgánica (abonado de fondo). El abonado de fondo se realizará en el mismo momento de llevar a cabo la revegetación y consistirá en un complejo NPK 11-22-10 de liberación controlada en un periodo de 8 a 9 meses, con una dosificación de 300 kg/Ha. La composición química de este fertilizante inorgánico es la siguiente: 11% de nitrógeno, 22 % de P_2O_5 soluble y nitrato amónico neutro y K_2 soluble 10%.

COLEGIO OF. ING. TÉC. MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

7.4. REVEGETACIÓN

La revegetación, en principio, se realizará en una fase consistente en la implantación de un estrato herbáceo y arbustivo de implantación rápida de características similares a las de la zona.

El estrato herbáceo es de vital importancia en la revegetación, ya que será el soporte de la siguiente fase, y de su éxito dependerá el de las otras especies que posteriormente se incorporen. El material arbustivo adquiere una gran importancia en la revegetación ya que es la fase que nos va a definir la situación de futuro. En nuestro caso optamos por seleccionar las siguientes especies y variedades:

- *Cytisus scoparius*: 20%
- *Erica arborea*: 20%
- *Erica australis*: 20%
- *Genista sp.*: 10%
- *Festuca sp.*: 10%
- *Cardus carpetanus*: 10%
- *Lavandula stoechas*: 10%

Se utilizará como técnicas de implantación la siembra manual es superficies llanas y la hidrosiembra sobre taludes, que es un método específico de la siembra a voleo y está especialmente indicada para sembrar terrenos poco consolidados y espacios inaccesibles a la maquinaria convencional.

Esta técnica consiste en la proyección sobre el terreno de una mezcla de semillas (herbáceas y arbustivas), acondicionador de suelos, retenedor de humedad, fertilizantes y aditivos; utilizándose como vehículo en la proyección el agua.

La máquina para llevar a cabo la hidrosiembra se denomina hidrosembradora, formada por un depósito de 4.000 litros, un motor, bomba

COLEGIO OF. ING. TÉC. MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

de presión y cañón de salida, con posibilidad de conectar una manguera flexible. El sistema de proyección dispone de boquillas que permiten regular su alcance.

Materiales a utilizar en la hidrosiembra:

Agua. - Elemento clave en la hidrosiembra, ésta debe tener una calidad normal pero exento de elementos abrasivos, necesitándose 9.000-10.000 litros/Ha.

Material vegetal. - Compuesto fundamentalmente por las semillas herbáceas y arbustivas anteriormente reseñadas en el apartado de selección de especies vegetales.

Material nutriente. - Formado por un abonado de fondo. Se aplica en el mismo momento de realizar la hidrosiembra con una formulación del tipo 6-20-10.

Material estabilizador. - Se utilizará principalmente un acondicionador de suelos y un retenedor de humedad.

El acondicionador de suelos se presentará en forma de solución acuosa de un polímero sintético de base acrílica, que tiene como característica el formar una película de moderada higrospicidad y flexibilidad, que llamamos "floculación".

Se forma una estructura estable de tierra (un reticulado capilar) que une las partículas de tierra por medio de una unión física y química. Este reticulado favorece la ventilación y la humedad del terreno, promueve el crecimiento de las plantas estabilizando y uniendo la tierra y haciéndola más compacta y porosa.

El retenedor de humedad está formado a base de un copolímero acrílico y sales ácidas acrílicas, muy absorbente, especialmente indicado para uso en agricultura, jardinería y reforestación, mejorando la capacidad de retención de agua en el suelo.

COLEGIO OF. ING. TÉC. MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

Su utilización es importante para el implante de plantas o árboles, tanto si hay abundancia como si hay escasez de agua; también se utiliza depositándolo en las raíces de los árboles, y en plantaciones normales en terrenos secos.

7.5. RESTAURACIÓN DE LOS CANALES DE GUARDA Y CUNETAS PERIMETRALES

En la fase final de restauración se procederá al tapado de los canales de guarda y las cunetas perimetrales. Para ello se rellenarán de estéril proveniente de la explotación, se extenderá una capa de tierra vegetal de 25 cm de espesor, abonado de fondo con la misma composición que el de las escombreras, seguido de una revegetación por medio de siembra manual con la misma composición de semillas utilizadas anteriormente.

La red de drenaje hasta completar la restauración de cada una de las escombreras para mantener la segregación de las aguas naturales de contacto o no contacto con las zonas en restauración, funcionando del mismo modo y con los mismos recursos que durante la operación. Durante la fase de clausura se conformará la morfología final del terreno. Sólo una vez se haya finalizado esta configuración y se haya revegetado la totalidad de la superficie de la escombrera, se podrá proceder al desmantelamiento de la red de drenaje que rodea a esta zona.

De este modo, se garantiza que, durante el desmantelamiento y acondicionamiento de las superficies de asentamiento de estas instalaciones, se mantendrá el máximo control y capacidad de actuación específica según se requiera.

COLEGIO OF. ING. TÉC. MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

8. MANTENIMIENTO Y CONTROL POST-CLAUSURA

Tal y como establece el artículo 35 del RD 975/2009, *la entidad explotadora será responsable del mantenimiento, control y medidas correctoras en la fase posterior al cierre y clausura durante el tiempo que exija la autoridad competente*. Para las instalaciones de residuos mineros no incluidas en la categoría A, donde se engloban las escombreras, este plazo no será nunca inferior a 5 años.

El mantenimiento y control se realiza en la fase post-clausura en cada una de las escombreras.

Las escombreras habrán quedado debidamente restauradas una vez finalizada la fase de cierre y clausura. Su mantenimiento se prevé sencillo, puesto que los residuos contenidos en las escombreras son inertes.

La configuración final de la restauración morfológica de cada una de las escombreras permitirá que las aguas que caigan sobre su superficie en forma de precipitación se dirijan hacia las zonas preferentes de drenaje existentes de forma previa a la explotación.

Los controles durante la fase post-clausura relacionados con las afecciones al medio ambiente son los detallados en el Plan de Vigilancia Ambiental. Se espera que sean algo más espaciados en el tiempo que durante la operación, ya que se habrá podido asegurar, ajustar y/o mejorar durante los años de proyecto el buen funcionamiento de los sistemas de seguridad con los que la explotación ha sido concebida.

Asimismo, se realizarán una serie de controles destinados a verificar la estabilidad de la nueva morfología generada, para lo que se realizarán una serie de inspecciones visuales para verificar la correcta estabilidad de las escombreras y la no producción de desprendimientos de materiales sueltos

COLEGIO OF. ING. TÉC. MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

o de cárcavas. Además, se deberá verificar el correcto flujo de las aguas de escorrentía desde las zonas previstas de evacuación conectando con la topografía del terreno circundante y continuar su curso natural.

Los resultados de todos estos controles serán recogidos semestralmente en un informe que será archivado, con todas sus evidencias, en un libro de control o registro, el cual quedará disponible para la autoridad competente. Este libro de registro se completará con una serie de controles post-clausura, no relacionados con la instalación de residuos mineros, si no con el proyecto en general, que se realizarán en la zona de afección del proyecto.

COLEGIO OF. ING. TÉC. MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

9. REUTILIZACIÓN O ELIMINACIÓN DE LOS RESIDUOS MINEROS DEPOSITADOS EN LAS IRM

En primer lugar, cabe destacar que el proyecto está diseñado con el fin de minimizar las IRM necesarias favoreciendo la reutilización de los residuos en aras de una economía verde-circular.

Los residuos generados al comienzo y durante la explotación llevada a cabo en el proyecto de explotación van a ser utilizados, de alguna forma, para la restauración de la zona de implantación del proyecto. En la explotación se generan un total de 17,10 Mm^3 (volumen esponjado y compactado) de residuos mineros contando los estériles de mina y los estériles de planta. La totalidad de los residuos generados son utilizados de alguna manera para labores de restauración.

Las escombreras están diseñadas sobre terrenos actualmente alterados y su propio diseño servirá para poder restaurar estas zonas. Con una morfología adecuada para la correcta evacuación de las aguas de escorrentía, su integración en el entorno y su correcta revegetación, estas escombreras son debidamente restauradas al finalizar su vida útil. Las labores de restauración vienen detalladas en el anteproyecto de cierre y clausura incluido como capítulo 7 del presente documento.

COLEGIO OF. ING. TÉC. MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

10. PRESUPUESTO

En este capítulo quedan recogidos los costes debidos a la construcción, control y seguimiento y control post-clausura de las instalaciones de residuos mineros del Proyecto de ampliación de Termenón (para un mínimo de 5 años).

La parte relativa a la restauración de dichas instalaciones de residuos mineros queda contemplada y desglosada por zonas en el presupuesto del Plan de Restauración, por lo que se considera que, con el fin de no duplicar costes, no se recogerá en este presupuesto.

Por otro lado, los costes asociados a la deposición de los residuos en cada una de las IRM se incluye en el Proyecto de Explotación puesto que son labores asociadas a las mismas por lo que no se incluyen en el presente presupuesto.

Por último, los costes derivados del control ambiental están incluidos en el PVA del proyecto por lo que, una vez más, no se recogen en el presente documento.

A continuación, se desglosan los precios que se han tenido en cuenta para la realización del presupuesto de las IRM.

COLEGIO OF. ING. TÉC. MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

10.1. PRECIOS UNITARIOS

1		**INFRAESTRUCTURA DE CONTROL Y SEGUIMIENTO**			
1.1	ud	de suministro e instalación de hitos topográficos por parejas, incluyendo instalación			
			103	1	103,00
					103,00
1.2	ud	de instalación de piezómetro en escombrera, caja de lectura, suministro de cable y cimentación del dique			
			2.575,00	1	2.575,00
					2.575,00
1.3	ud	suministro e instalación de inclinómetros, incluyendo instalación			
			3.193,00	1	3.193,00
					3.193,00
2		**CONTROL Y SEGUIMIENTO POST CLAUSURA**			
2.1	día	de técnico topográfico			
			450	1	**450**
2.2	día	de técnico ambiental			
			450	1	**450**
2.3	ud	de análisis de aguas			
			550	1	**550**
2.4	ud	de realización de informes semestrales			
			600	1	**600**
2.5	P.A.	de materiales diversos de apoyo al seguimiento post clausura			
			2.000,00	1	**2000**

10.2. CONTROL Y SEGUIMIENTO

CAPÍTULO 1. CONTROL Y SEGUIMIENTO					
Nº	**Ud.**	**Descripción**	**Nº Uds.**	**€/Unidad**	**Total**
1		**Hitos topográficos**			
	ud	de suministro e instalación de hitos topográficos por parejas, incluyendo instalación	38	103	3.914,00
2		**Piezómetros de cuerda vibrante**			
	ud	de instalación de piezómetro en escombrera, caja de lectura, suministro de cable y cimentación del dique	10	2.575,00	25.750,00
3		**Inclinómetros**			
	ud	suministro e instalación de inclinómetros, incluyendo instalación	13	3.193,00	41.509,00
				TOTAL	**71.173,00**

COLEGIO OF ING. DE MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
Habilitación Profesional
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

10.3. CONTROL Y SEGUIMIENTO POST-CLAUSURA

CAPÍTULO 2. CONTROL Y SEGUIMIENTO POST CLAUSURA					
Nº	**Ud.**	**Descripción**	**Nº Uds.**	**€/Unidad**	**Total**
1		**Coste de personal**			
	día	de técnico topográfico	60	450	27.000,00
	día	de técnico ambiental	60	450	27.000,00
2		**Coste de las analíticas control de aguas**			
	ud	de análisis de aguas	100	550	55.000,00
3		**Informes**			
	ud	de realización de informes semestrales	10	600	6.000,00
4		**Otros**			
	P.A.	de materiales diversos de apoyo al seguimiento post clausura	2	2.000,00	4.000,00
				TOTAL	**119.000,00**

10.4. RESUMEN DEL PRESUPUESTO

El presupuesto para la realización de controles geotécnicos en las IRM y a la realización del control y seguimiento durante la fase de post-clausura, asciende a un total de ciento noventa mil ciento setenta y tres euros (190.173,00€).

CAPÍTULO 1. CONTROL Y SEGUIMIENTO	71.173,00
CAPÍTULO 2. CONTROL Y SEGUIMIENTO POST CLAUSURA	119.000,00
TOTAL	**190.173,00**

Benuza, septiembre de 2024

Fdo: **Juan Ignacio Villoria Ordóñez**

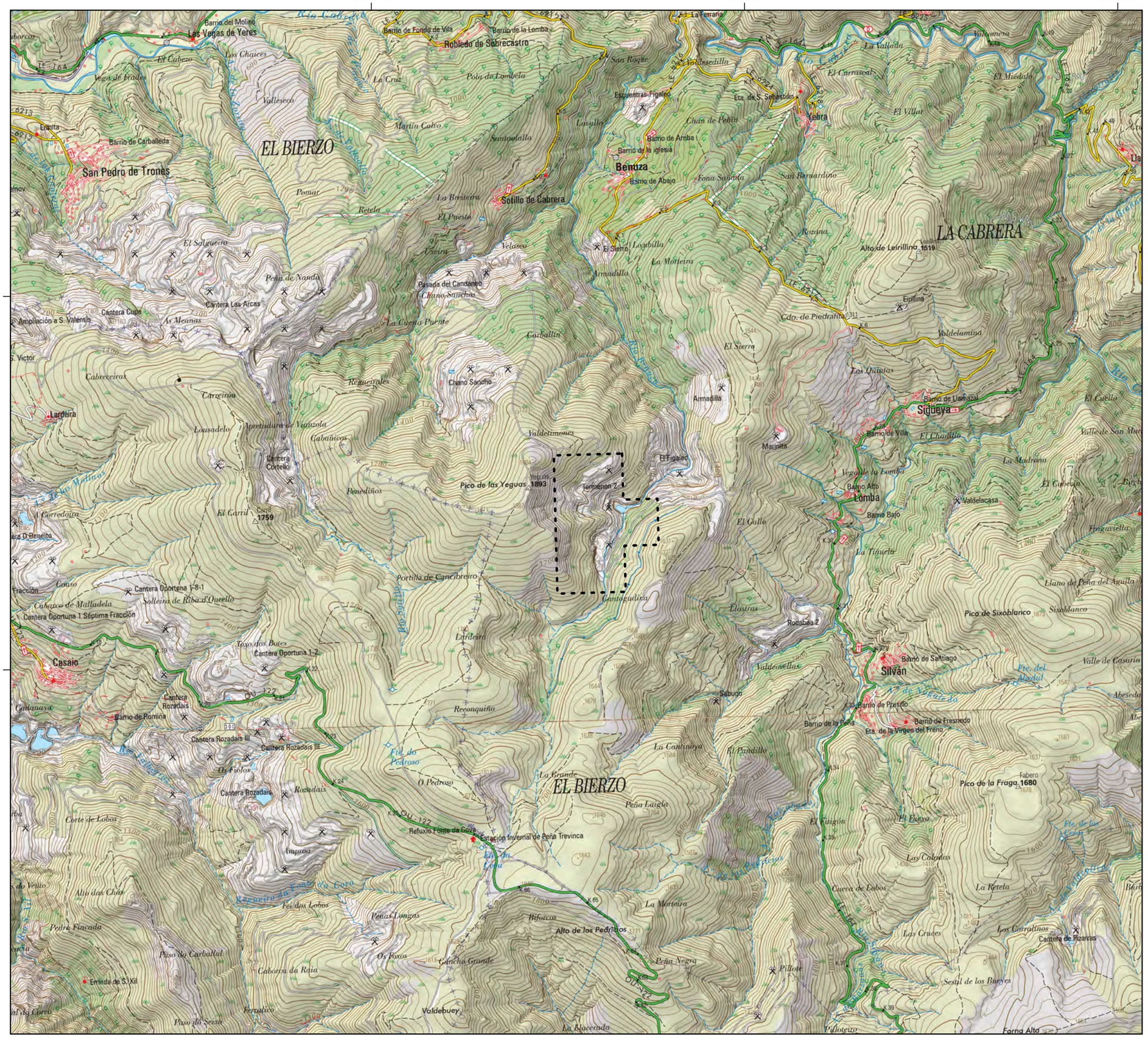
Ingeniero Técnico de Minas

Colegiado 1.998

COLEGIO OF. ING. TEC. MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

685000 690000 695000

4695000 4690000


EL BIERZO
LA CABRERA
EL BIERZO
Las Vegas de Yeres
Robledo de Sobrecastro
San Pedro de Trones
Benuza
Sotillo de Cabrera
Yebra
Sigüeya
Silván
Casaio
Pico de las Yeguas 1893
Termenon 2
Pico de Sixoblanco
Pico de la Fraga 1680
Alto de los Pedrizos
Reconquiño
Valdebuey
Cantera Oportuna 1 Séptima Fracción
Cantera Oportuna 1-8-1
Cantera Oportuna 1-2
Cantera Rozadais III
Cantera Rozadais
Cantera Las Arcas
Cantera Cupe
Cantera Cortello
Refuxio Fonte da Goya
Estación Invernal de Peña Trevinca
Ermida de S.XII
Barrio de Carballeda
Barrio de Romina
Barrio de Arriba
Barrio de Abajo
Barrio de la Iglesia
Barrio de Llamazal
Barrio de Villa
Barrio Alto
Barrio Bajo
Barrio de Santiago
Barrio de Prasillo
Barrio de Fresnedo
Barrio de la Peña
Eta. de la Virgen del Freno
Eta. de S. Sebastián
Alto de Leirillino 1519
Pico de Sixoblanco
Llano de Peña del Aguila
Valle de Casarín
Valdelamina
Valdelacasa
Cantera de Pizarras
Sesil de los Bueyes
Forna Alta
Pillotero
Rocabea 2
Sabugo
Valdecuellas
Portilla de Cancibreiro
Cantogudina
Peña Negra
Peña Laigla
Peña de Nando
Pomar
Retela
Velasco
Loudilla
La Morteira
Armadilla
Chano Sancho
Pasada del Candanedo
Chano Sanchos
La Cuesta Puente
Caballín
Cabreceiras
Carceirón
Lardeira
Lousadelo
Aprentulares de Vianzola
Gabañicos
Penediños
Valdelimones
El Figaledo
Armadilla
Marinita
El Sierra
Los Quintas
Cdo. de Piedrafita
Epifinia
Rozana
San Bernardino
Fona Sanada
El Miedalo
El Villar
El Carrascal
La Vallada
Valdesedilla
Chan de Peñín
Escuentras-Figaleo
San Roque
La Cruz
Pola de Lombela
Valleseco
Martín Calvo
Santocotalla
La Breiteira
El Puesto
Xeira
Os Frolos
Rozadais
Corte de Lobos
Ampron
Alto dos Chãos
Pena Trevinca
Fonfaraón
Fonfaraón
Fonfaraón

687.250 687.500 687.750 688.000 688.250 688.500 688.750 689.000 689.250 689.500 689.750 699.000

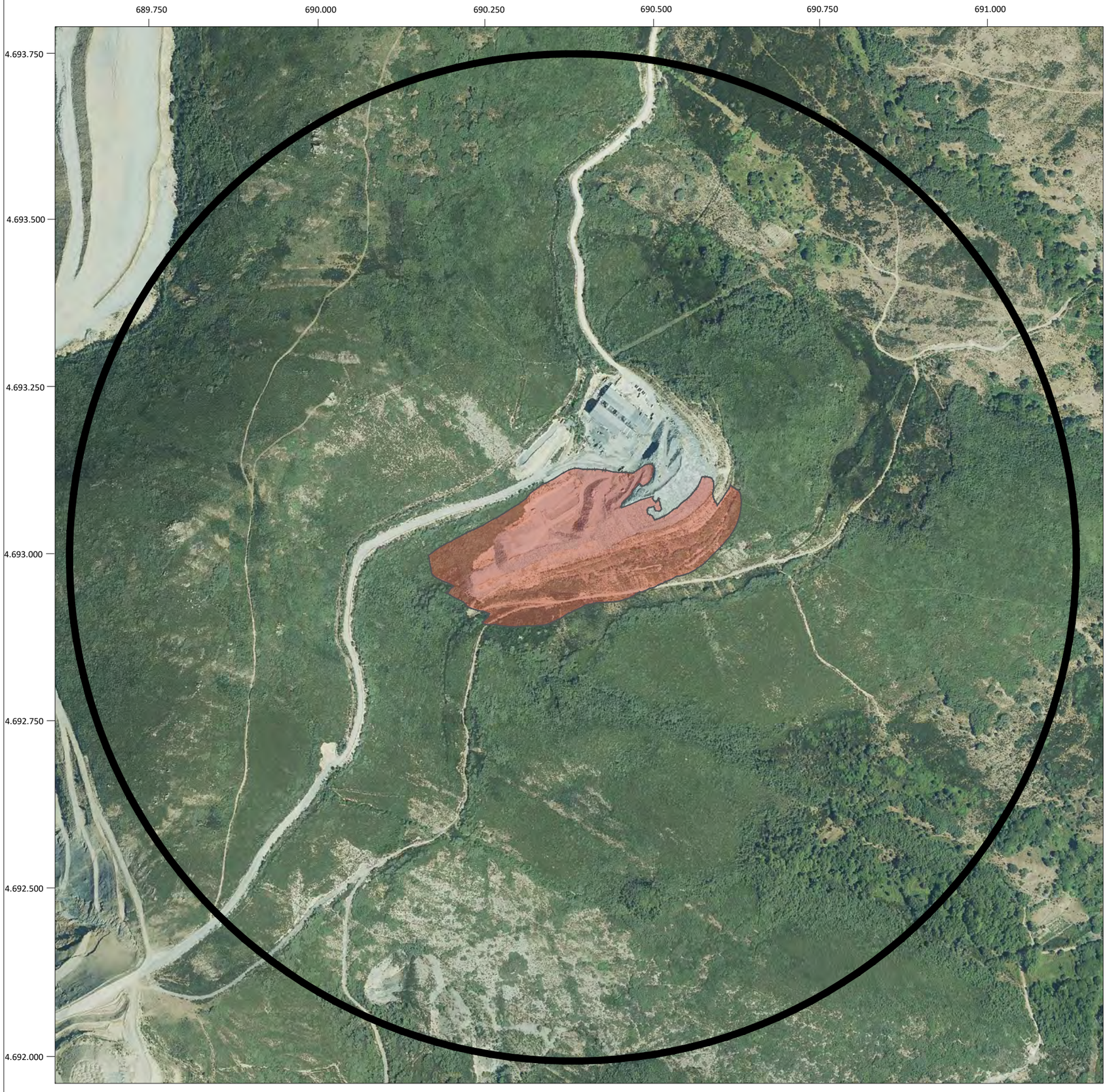
4.694.000 4.693.750 4.693.500 4.693.250 4.693.000 4.692.750 4.692.500 4.692.250 4.692.000 4.691.750 4.691.500 4.691.250 4.691.000 4.690.750 4.690.500 4.690.250 4.690.000 4.689.750

COLEGIO OF. ING. TÉC. MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEON (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNNDSD]

LEYENDA

- Perímetro afectado
- Instalaciones de residuos mineros
- Huecos de explotación

VOLTAR 2011 S.L.	TÍTULO DEL PROYECTO: PROYECTO CONSTRUCTIVO DE LAS IRM DE LA AMPLIACIÓN DEL PROYECTO DE EXPLOTACIÓN DE LA CONCESIÓN DE PIZARRA "TERMENÓN II" Nº 14.815, TÉRMINO MUNICIPAL DE BENUZA (LEÓN)		
CRS ingeniería	TÍTULO DEL PLANO: PERÍMETRO AFECTADO DE LAS ESCOMBRERAS DE ESTÉRILES DE MINA		
	FECHA: Agosto 2024	ESCALA: 1:8.000	Nº: 02A
E24043AMS02A	REVISIÓN:	REALIZADO: CRS, S.L.	REVISADO:



Leyenda

Perímetro afectado

Instalaciones de residuos mineros

COLEGIO OF. ING. TÉC. MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEON (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

VOLTAR 2011 S.L.	TÍTULO DEL PROYECTO: PROYECTO CONSTRUCTIVO DE LAS IRM DE LA AMPLIACIÓN DEL PROYECTO DE EXPLOTACIÓN DE LA CONCESIÓN DE PIZARRA "TERMENÓN II" Nº 14.815, TÉRMINO MUNICIPAL DE BENUZA (LEÓN)		
CRS ingeniería	TÍTULO DEL PLANO: PERÍMETRO AFECTADO DE LA ESCOMBRERA DE LA NAVE DE ELABORACIÓN		
	FECHA: Agosto 2024	ESCALA: 1:6.000	Nº: 02B
E24043AMS02B	REVISIÓN:	REALIZADO: CRS, S.L.	REVISADO:

687.250 687.500 687.750 688.000 688.250 688.500 688.750 689.000 689.250

4.693.250 4.693.000 4.692.750 4.692.500 4.692.250 4.692.000 4.691.750 4.691.500 4.691.250 4.691.000 4.690.750 4.690.500

LEYENDA

ZONA DE INFLUENCIA

HUECOS DE EXPLOTACIÓN

VOLTAR 2011 S.L.	TÍTULO DEL PROYECTO: PROYECTO CONSTRUCTIVO DE LAS IRM DE LA AMPLIACIÓN DEL PROYECTO DE EXPLOTACIÓN DE LA CONCESIÓN DE PIZARRA "TERMENÓN II" Nº 14.815, TÉRMINO MUNICIPAL DE BENUZA (LEÓN)		
CRS ingeniería	TÍTULO DEL PLANO: ZONA DE INFLUENCIA		
	FECHA: Agosto 2024	ESCALA: 1:6.000	Nº: 03A
E24043AMS03A	REVISIÓN:	REALIZADO: CRS, S.L.	REVISADO:

COLEGIO OF. ING. TÉC. MINAS Y GRADOS. MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

690.250

690.250

690.250

4.693.250

4.693.000

4.692.750

1360

1335

1310

LEYENDA

Nave de elaboración

Zona de influencia

COLEGIO OF. ING. TÉC. MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEON (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

VOLTAR 2011 S.L.	TÍTULO DEL PROYECTO: PROYECTO CONSTRUCTIVO DE LAS IRM DE LA AMPLIACIÓN DEL PROYECTO DE EXPLOTACIÓN DE LA CONCESIÓN DE PIZARRA "TERMENÓN II" Nº 14.815, TÉRMINO MUNICIPAL DE BENUZA (LEÓN)		
CRS Ingeniería	TÍTULO DEL PLANO: ZONA DE INFLUENCIA DE LA ESCOMBRERA DE LA NAVE DE ELABOARACIÓN		
	FECHA: Agosto 2024	ESCALA: 1:3.000	Nº: 03B
E24043AMS03B	REVISIÓN:	REALIZADO: CRS, S.L.	REVISADO:

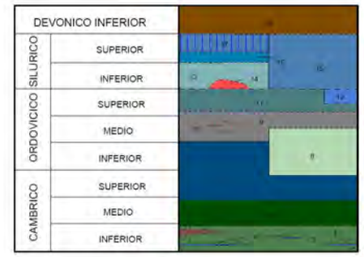
686000 688000 690000

4694000 4692000 4690000

Leyenda

Perímetro CE "Termenón II"





29 Conos de deyección
28 Depósitos aluviales
27 Coluviones
26 Derrubios de ladera
25 Depósitos fluvio-glaciares
24 Depósitos aluvio-coluviales
23 Terraza antigua
22 Terraza moderna
21 Conglomerados polimícticos con matriz ferruginosa
20 Conglomerados y arcillas
19 Arenas, arcillas y margas
18 Calizas y esquistos
17 Esquistos de cloritoide con nivelillos cuarcíticos
16 Cuarcitas azules
15 Esquistos y cuarcitas
14 Brecha ferruginosa
13 Pizarras y ampelitas con Graptolites
12 Dolomías y calizas
11 Pizarras y areniscas
10 Pizarras negras y areniscas
9 Pizarras negras
8 Cuarcitas y pizarras
7 Esquistos azulados
6 Mármoles de caliza y dolomías
5 Conglomerados y microconglomerados cuarcíticos
4 Mármoles de caliza y dolomías
3 Esquistos y pizarras con nivelillos cuarcíticos
2 Diabasas silúricas
1 Diabasas cambro-ordovícicas

0 500 1.000 m

COLEGIO OF. ING. TÉC. MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEON (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

VOLTAR 2011 S.L.	PROYECTO CONSTRUCTIVO DE LAS IRM DE LA AMPLIACIÓN DEL PROYECTO DE EXPLOTACIÓN DE LA CONCESIÓN DE PIZARRA "TERMENÓN II" Nº 14.815, TÉRMINO MUNICIPAL DE BENUZA (LEÓN)		
CRS ingeniería	TÍTULO DEL PLANO: PLANO GEOLÓGICO		
	FECHA: Agosto 2024	ESCALA: 1:20.000	Nº: 04
CÓDIGO: E24043AMS04	REVISIÓN:	REALIZADO: CRS, S.L.	REVISADO:

ETRS 89 (HUSO 29)

687.500 687.750 688.000 688.250 688.500 688.750 689.000 689.250

4.693.000 4.692.750 4.692.500 4.692.250 4.692.000 4.691.750 4.691.500 4.691.250 4.691.000 4.690.750 4.690.500

ESCOMBRERA NORESTE 2

1448 1424 1398 1374 1348 1336

ESCOMBRERA NORESTE 1

1408 1386 1366 1346 1566

ESCOMBRERA NORTE

1566 1536

EL ARROYO

EL REAL

1466 1408 1374 1434 1406 1458 1484 1504 1530

1560 1534 1510 1484 1460 1434 1410 1384 1360 1338

ESCOMBRERAS ENTREVALLES

1410

ESCOMBRERA LA MORTERA

ENTREVALLES

ESCOMBRERA SUR

1396 1426 1456 1488

COLEGIO OF. ING. TÉC. MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNNSD]

VOLTAR 2011 S.L.	TÍTULO DEL PROYECTO: PROYECTO CONSTRUCTIVO DE LAS IRM DE LA AMPLIACIÓN DEL PROYECTO DE EXPLOTACIÓN DE LA CONCESIÓN DE PIZARRA "TERMENÓN II" Nº 14.815, TÉRMINO MUNICIPAL DE BENUZA (LEÓN)		
CRS ingeniería	TÍTULO DEL PLANO: SITUACIÓN GENERAL DE LAS ESCOMBRERAS DE ESTÉRILES DE MINA		
	FECHA: Agosto 2024	ESCALA: 1:6.000	Nº: 05A
E24043AMS05A	REVISIÓN:	REALIZADO: CRS, S.L.	REVISADO:

ESCOMBRERA NAVE DE ELABORACIÓN

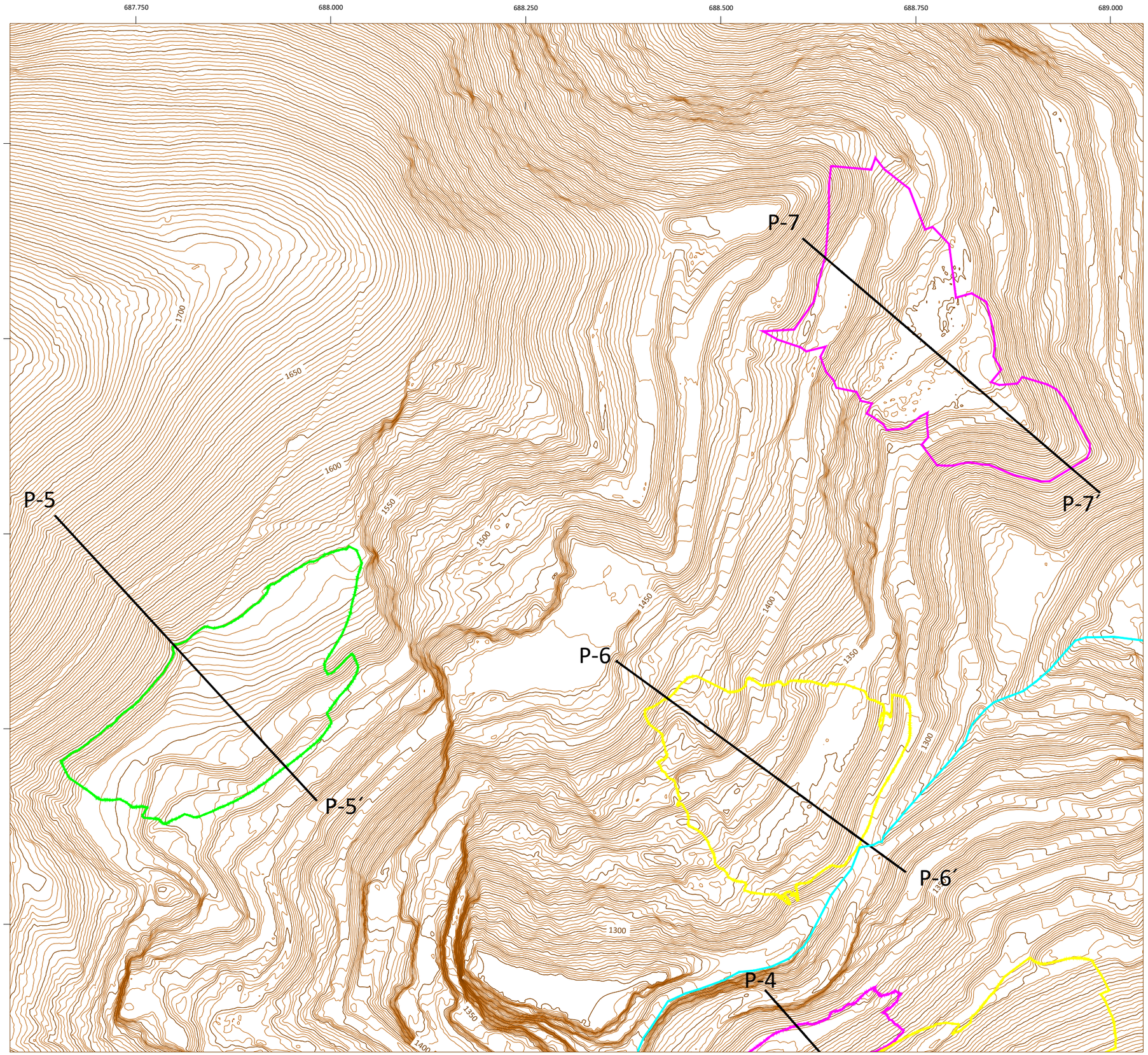
690.250 690.500 690.750

4.693.000 4.692.750

1400 1360 1335 1310 1300 1250

VOLTAR 2011 S.L.	TÍTULO DEL PROYECTO PROYECTO CONSTRUCTIVO DE LAS IRM DE LA AMPLIACIÓN DEL PROYECTO DE EXPLOTACIÓN DE LA CONCESIÓN DE PIZARRA "TERMENÓN II" Nº 14.815, TÉRMINO MUNICIPAL DE BENUZA (LEÓN)
CRS ingeniería	TÍTULO DEL PLANO SITUACIÓN GENERAL DE LA ESCOMBRERA DE LA NAVE DE ELABORACIÓN
	FECHA: Agosto 2024 · ESCALA: 1:2.000 · Nº: 05B
E24043AMS05B	REVISIÓN · REALIZADO: CRS, S.L. · REVISADO

COLEGIO OF. ING. TÉC. MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEON (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

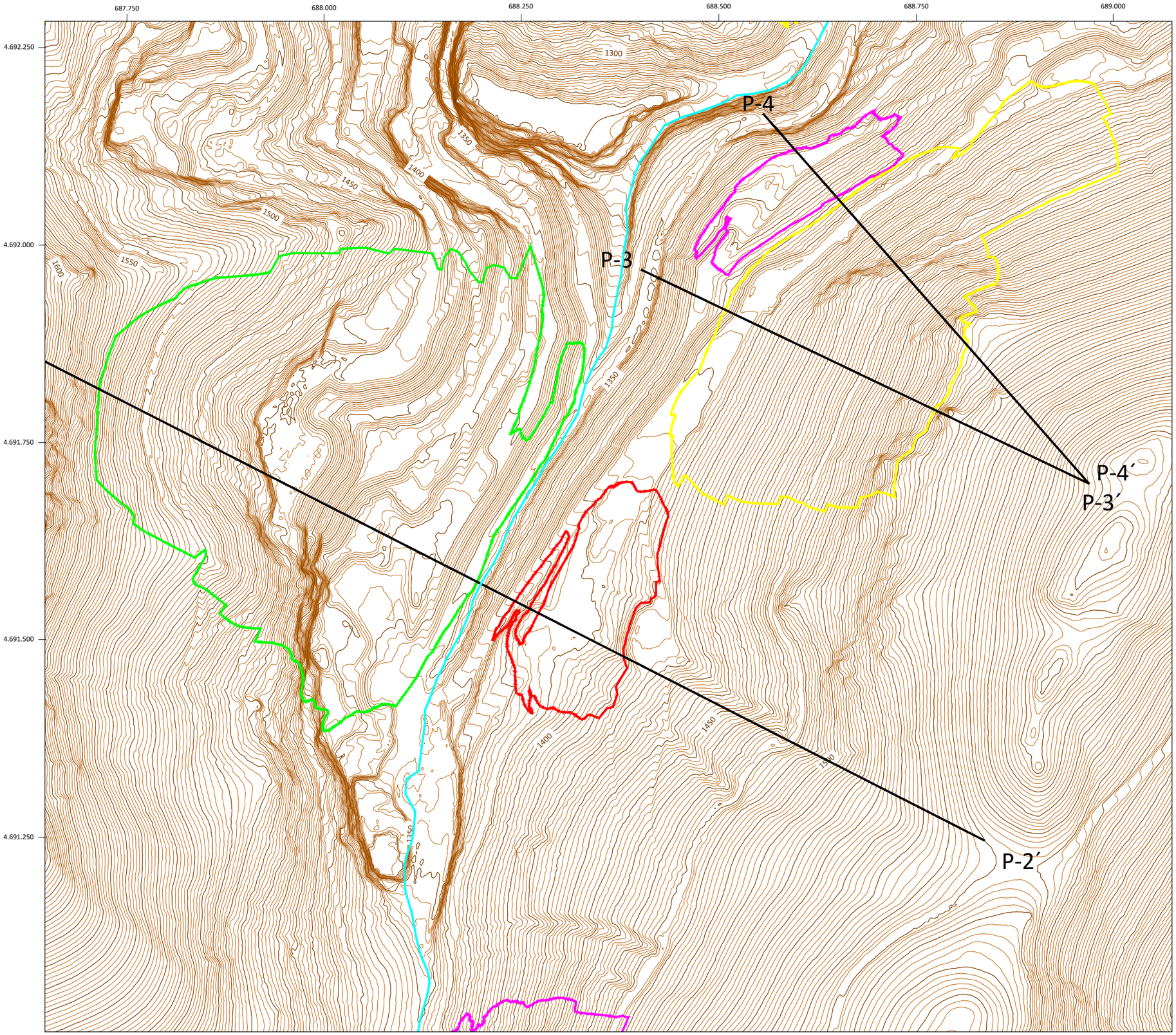


LEYENDA

- Escombrera Norte
- Escombrera Noreste 1
- Escombrera Noreste 2
- Río Benuza
- Perfiles

COLEGIO OF. ING. TÉC. MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEON (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

VOLTAR 2011 S.L.	TÍTULO DEL PROYECTO PROYECTO CONSTRUCTIVO DE LAS IRM DE LA AMPLIACIÓN DEL PROYECTO DE EXPLOTACIÓN DE LA CONCESIÓN DE PIZARRA "TERMENÓN II" Nº 14.815, TÉRMINO MUNICIPAL DE BENUZA (LEÓN)		
CRS Ingeniería	TÍTULO DEL PLANO ESCOMBRERAS NORTE, NORESTE 1 Y NORESTE 2. SITUACIÓN INICIAL		
	FECHA Agosto 2024	ESCALA 1:5.000	Nº 6A
CÓDIGO E24043AMS6A	REVISIÓN	REALIZADO CRS S.L.	REVISADO

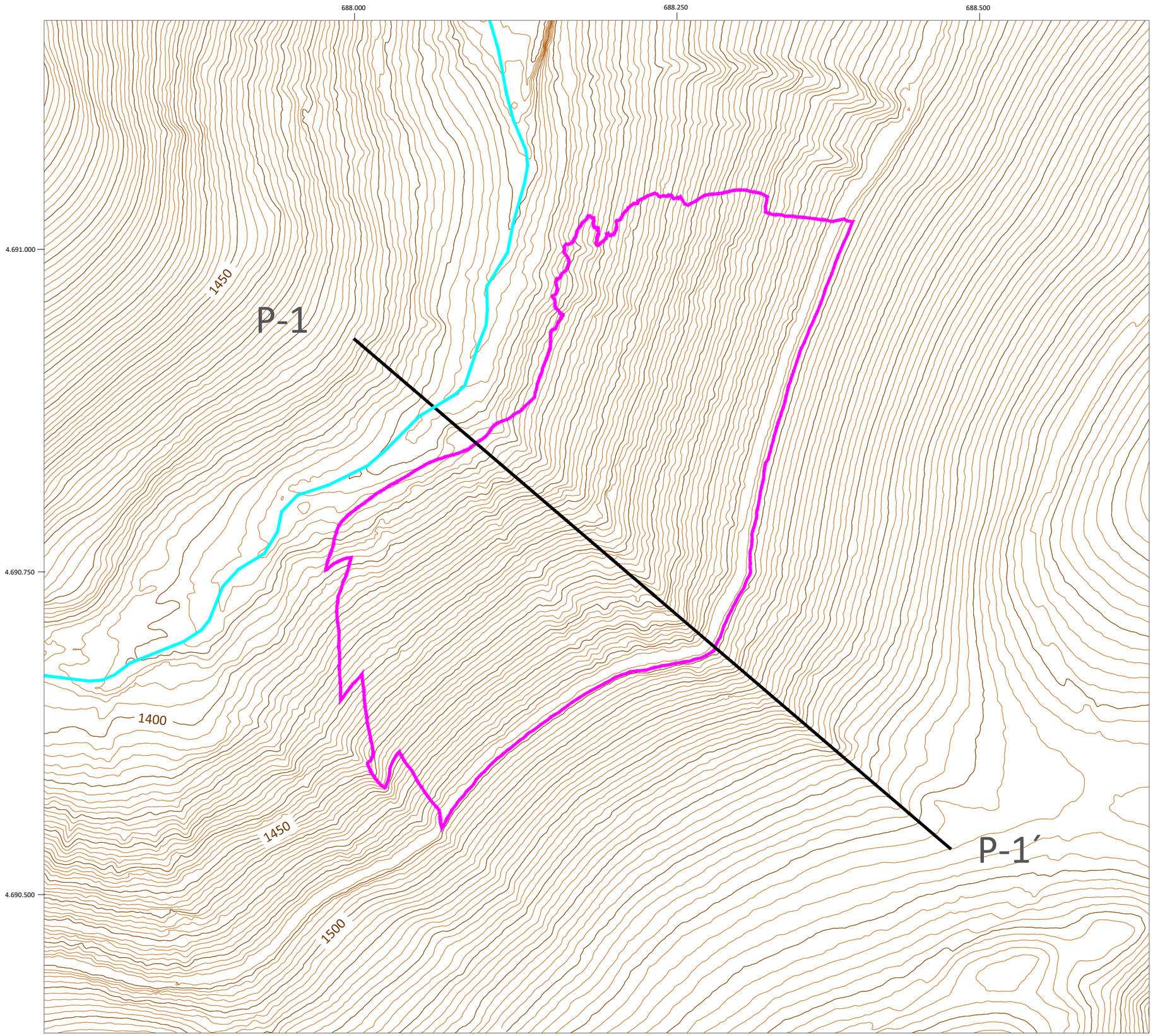


LEYENDA

- Escombrera la Mortera
- Escombrera Entrevalles C
- Escombrera Entrevalles B
- Escombrera Entrevalles A
- Río Benuza
- Perfiles

COLEGIO OF. ING. TÉC. MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEON (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

VOLTAR 2011 S.L.	TÍTULO DEL PROYECTO PROYECTO CONSTRUCTIVO DE LAS IRM DE LA AMPLIACIÓN DEL PROYECTO DE EXPLOTACIÓN DE LA CONCESIÓN DE PIZARRA "TERMENÓN II" Nº 14.815, TÉRMINO MUNICIPAL DE BENUZA (LEÓN)		
CRS ingeniería	TÍTULO DEL PLANO ESCOMBRERAS LA MORTERA Y ENTREVALLES. SITUACIÓN INICIAL		
	FECHA Agosto 2024	ESCALA 1:5.000	Nº 6B
CÓDIGO E24043AMS6B	REVISIÓN	REALIZADO CRS S.L.	REVISADO



LEYENDA

- Escombrera Sur
- Río Benuza
- Perfiles

COLEGIO OF. ING. TÉC. MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEON (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

VOLTAR 2011 S.L.	TÍTULO DEL PROYECTO: PROYECTO CONSTRUCTIVO DE LAS IRM DE LA AMPLIACIÓN DEL PROYECTO DE EXPLOTACIÓN DE LA CONCESIÓN DE PIZARRA "TERMENÓN II" Nº 14.815, TÉRMINO MUNICIPAL DE BENUZA (LEÓN)		
CRS ingeniería	TÍTULO DEL PLANO: ESCOMBRERA SUR. SITUACIÓN INICIAL		
	FECHA: Agosto 2024	ESCALA: 1:3.000	Nº: 6C
CÓDIGO: E24043AMS6C	REVISIÓN:	REALIZADO: CRS S.L.	REVISADO:

690.250

690.500

4.693.250

4693.000

E

E'

1400

1350

1300

1250

1200

LEYENDA

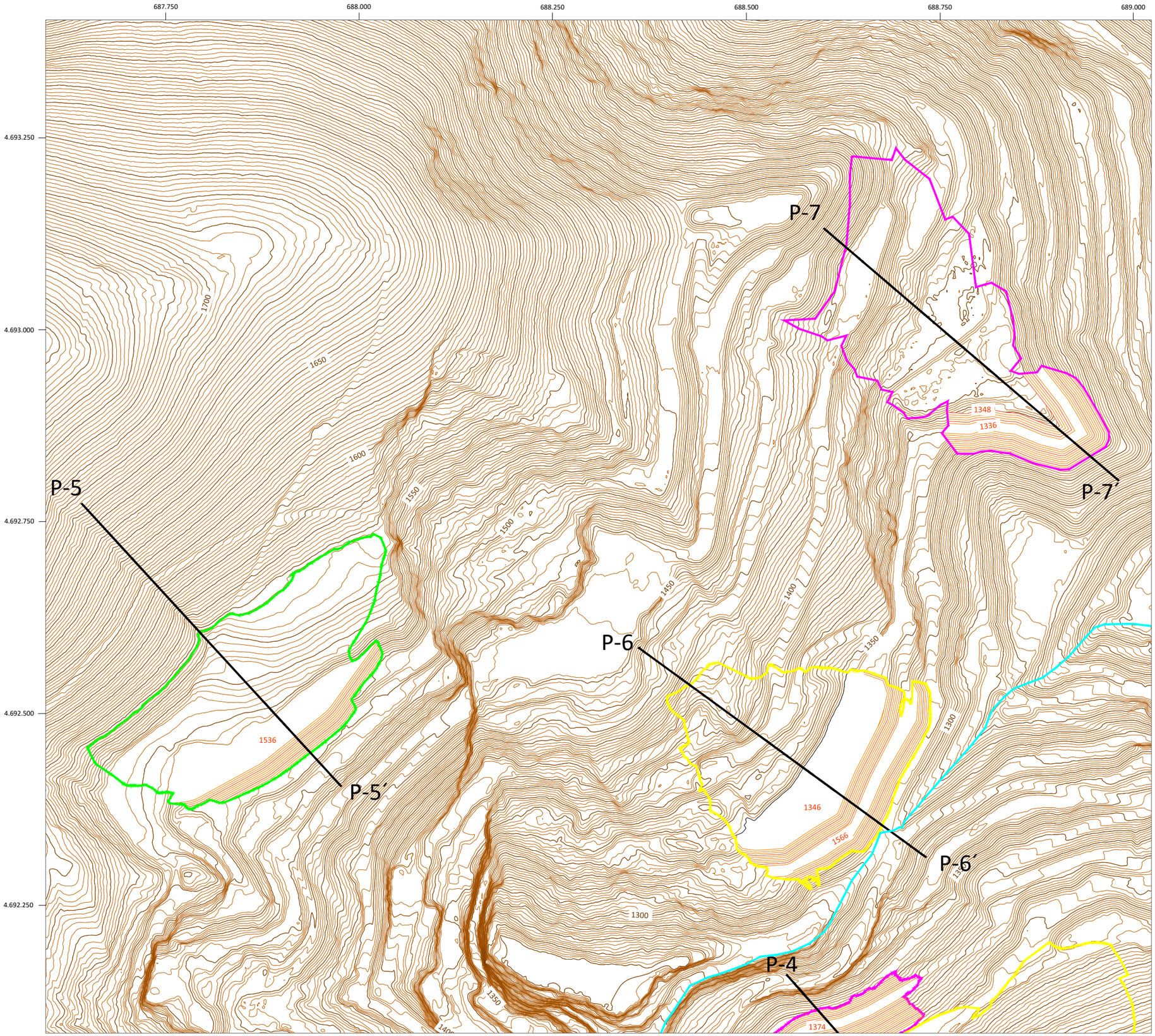
Escombrera Nave de elaboración

Nave de elaboración

Perfiles

COLEGIO OF. ING. TÉC. MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEON (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

VOLTAR 2011 S.L.	TÍTULO DEL PROYECTO PROYECTO CONSTRUCTIVO DE LAS IRM DE LA AMPLIACIÓN DEL PROYECTO DE EXPLOTACIÓN DE LA CONCESIÓN DE PIZARRA "TERMENÓN II" Nº 14.815, TÉRMINO MUNICIPAL DE BENUZA (LEÓN)		
CRS Ingeniería	TÍTULO DEL PLANO ESCOMBRERA NAVE DE ELABORACIÓN. SITUACIÓN INICIAL		
	FECHA Agosto 2024	ESCALA 1:2.000	Nº 6D
CÓDIGO E24043AMS6D	REVISIÓN	REALIZADO CRS S.L.	REVISADO

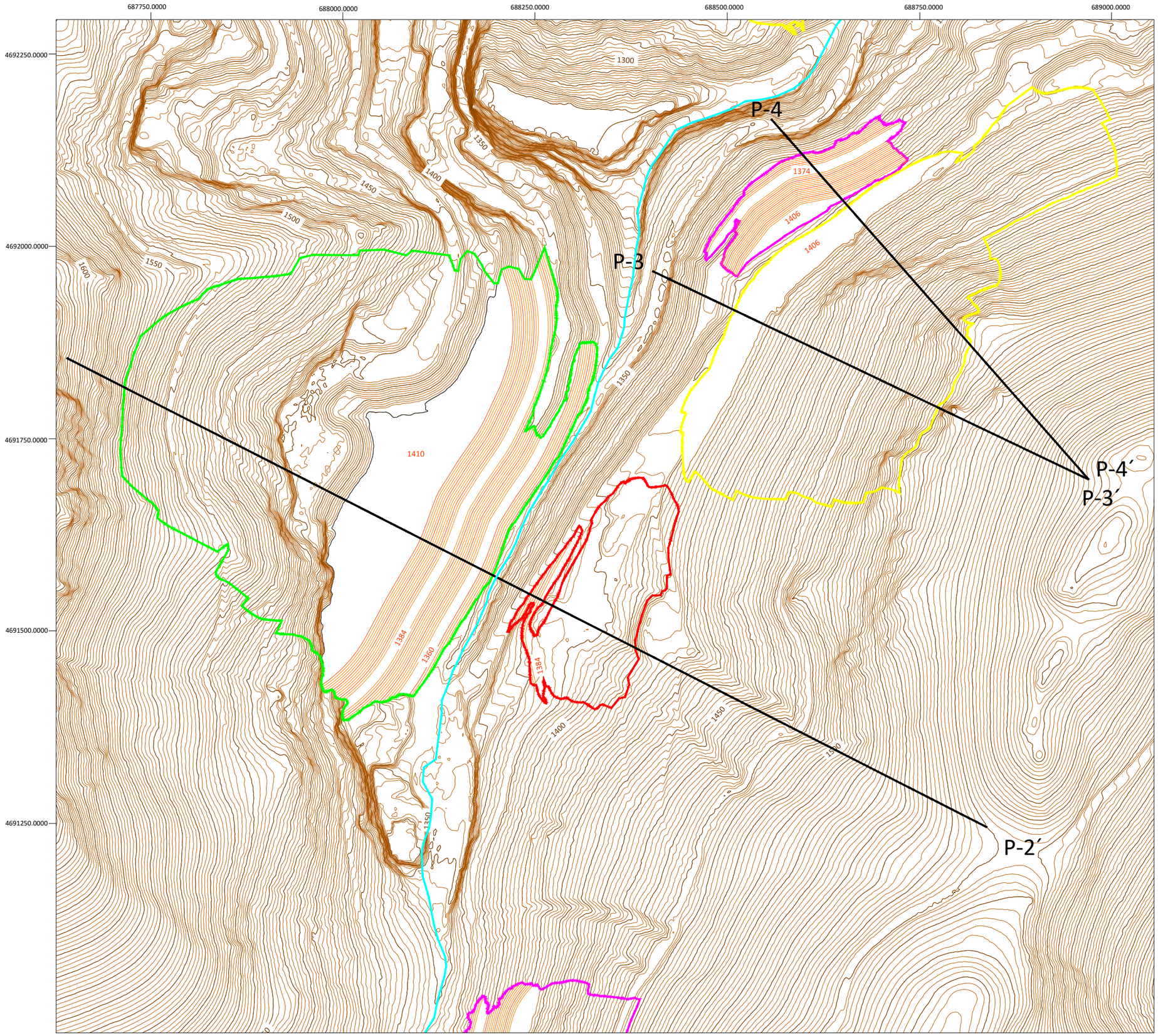


LEYENDA

- Escombrera Norte
- Escombrera Noreste 1
- Escombrera Noreste 2
- Río Benuza
- Perfiles

COLEGIO OF. ING. TÉC. MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEON (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

VOLTAR 2011 S.L.	TÍTULO DEL PROYECTO PROYECTO CONSTRUCTIVO DE LAS IRM DE LA AMPLIACIÓN DEL PROYECTO DE EXPLOTACIÓN DE LA CONCESIÓN DE PIZARRA "TERMENÓN II" Nº 14.815, TÉRMINO MUNICIPAL DE BENUZA (LEÓN)		
CRS ingeniería	TÍTULO DEL PLANO ESCOMBRERAS NORTE, NORESTE 1 Y NORESTE 2. FASE 1		
	FECHA Agosto 2024	ESCALA 1:5.000	Nº 7A
CÓDIGO E24043AMS7A	REVISIÓN	REALIZADO CRS S.L.	REVISADO

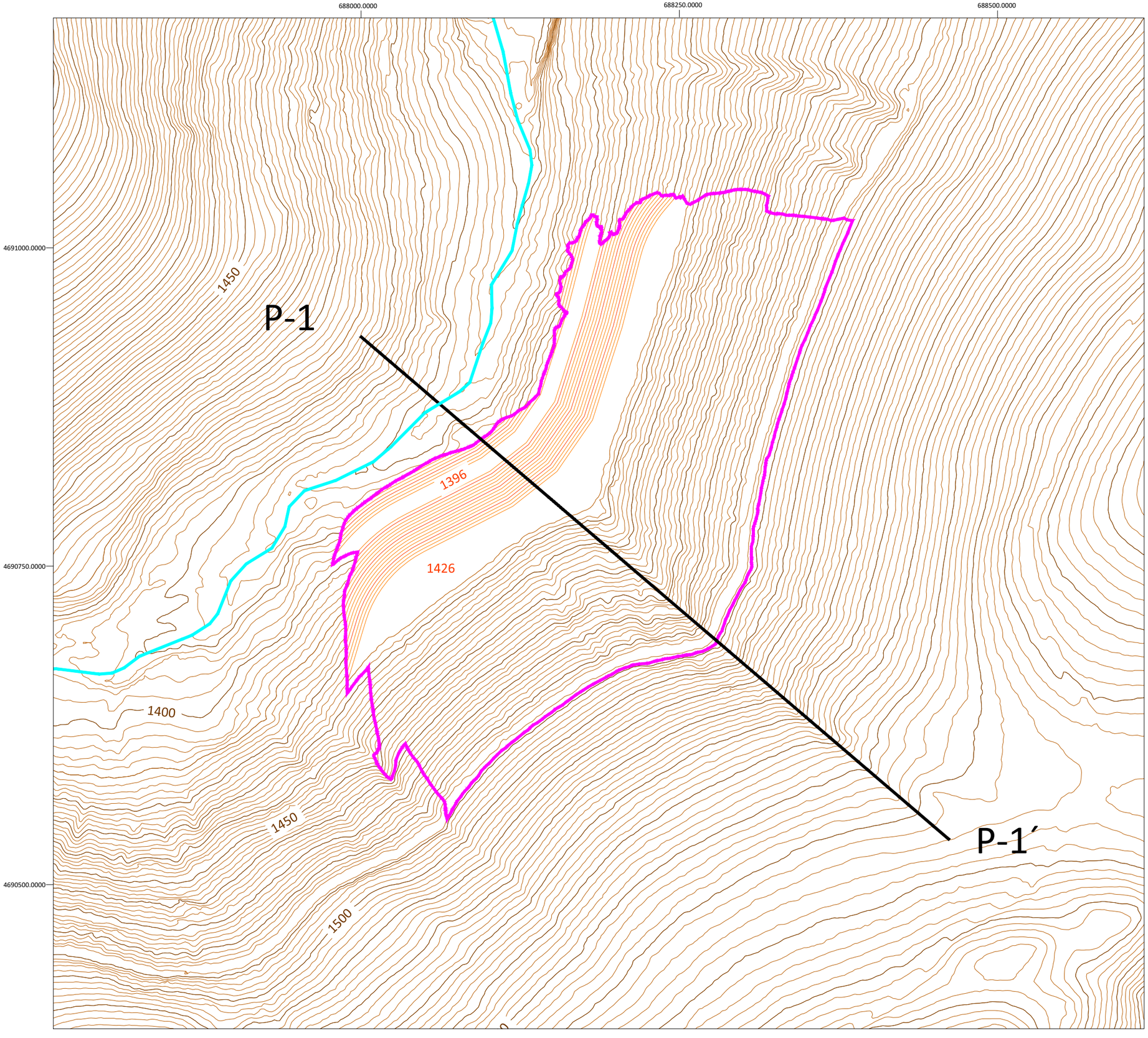


LEYENDA

- Escombrera la Mortera
- Escombrera Entrevalles C
- Escombrera Entrevalles B
- Escombrera Entrevalles A
- Río Benuza
- Perfiles

COLEGIO OF. ING. TÉC. MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEON (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

VOLTAR 2011 S.L.	TÍTULO DEL PROYECTO PROYECTO CONSTRUCTIVO DE LAS IRM DE LA AMPLIACIÓN DEL PROYECTO DE EXPLOTACIÓN DE LA CONCESIÓN DE PIZARRA "TERMENÓN II" Nº 14.815, TÉRMINO MUNICIPAL DE BENUZA (LEÓN)		
CRS ingeniería	TÍTULO DEL PLANO ESCOMBRERAS LA MORTERA Y ENTREVALLES. FASE 1		
	FECHA Agosto 2024	ESCALA 1:5.000	Nº 7B
CÓDIGO E24043AMS7B	REVISIÓN	REALIZADO CRS S.L.	REVISADO

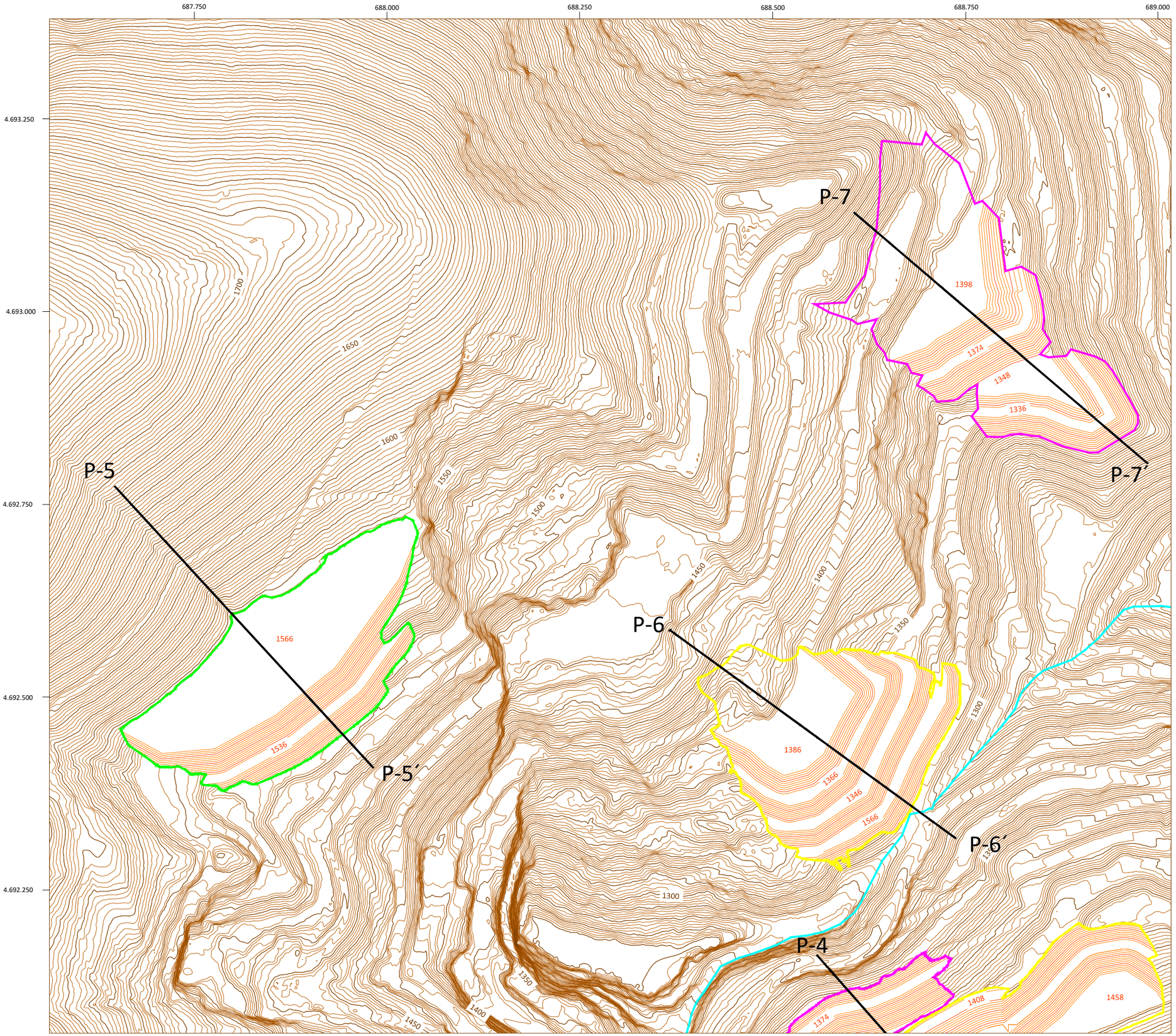


LEYENDA

- Escombrera Sur
- Río Benuza
- Perfiles

COLEGIO OF. ING. TÉC. MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEON (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

VOLTAR 2011 S.L.	TÍTULO DEL PROYECTO: PROYECTO CONSTRUCTIVO DE LAS IRM DE LA AMPLIACIÓN DEL PROYECTO DE EXPLOTACIÓN DE LA CONCESIÓN DE PIZARRA "TERMENÓN II" Nº 14.815, TÉRMINO MUNICIPAL DE BENUZA (LEÓN)		
CRS Ingeniería	TÍTULO DEL PLANO: ESCOMBRERA SUR. FASE 1		
	FECHA: Agosto 2024	ESCALA: 1:3.000	Nº: 7C
CÓDIGO: E24043AMS7C	REVISIÓN:	REALIZADO: CRS S.L.	REVISADO:

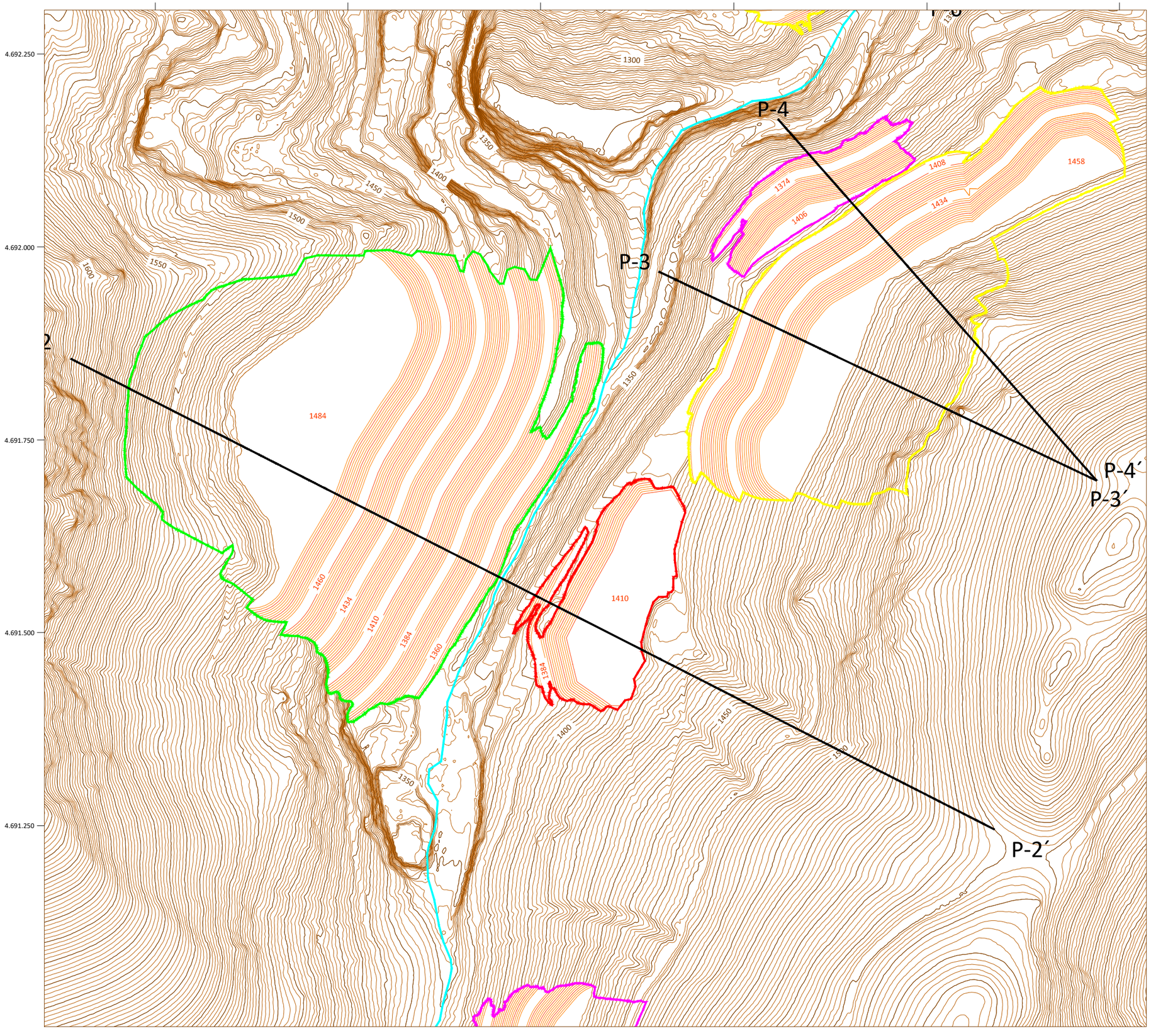


LEYENDA

- Escombrera Norte
- Escombrera Noreste 1
- Escombrera Noreste 2
- Río Benuza
- Perfiles

COLEGIO OF. ING. TÉC. MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEON (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coiminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

VOLTAR 2011 S.L.	TÍTULO DEL PROYECTO PROYECTO CONSTRUCTIVO DE LAS IRM DE LA AMPLIACIÓN DEL PROYECTO DE EXPLOTACIÓN DE LA CONCESIÓN DE PIZARRA "TERMENÓN II" Nº 14.815, TÉRMINO MUNICIPAL DE BENUZA (LEÓN)		
CRS Ingeniería	TÍTULO DEL PLANO ESCOMBRERAS NORTE, NORESTE 1 Y NORESTE 2. FASE 2		
	FECHA Agosto 2024	ESCALA 1:5.000	Nº 8A
CÓDIGO E24043AMS8A	REVISIÓN	REALIZADO CRS S.L.	REVISADO

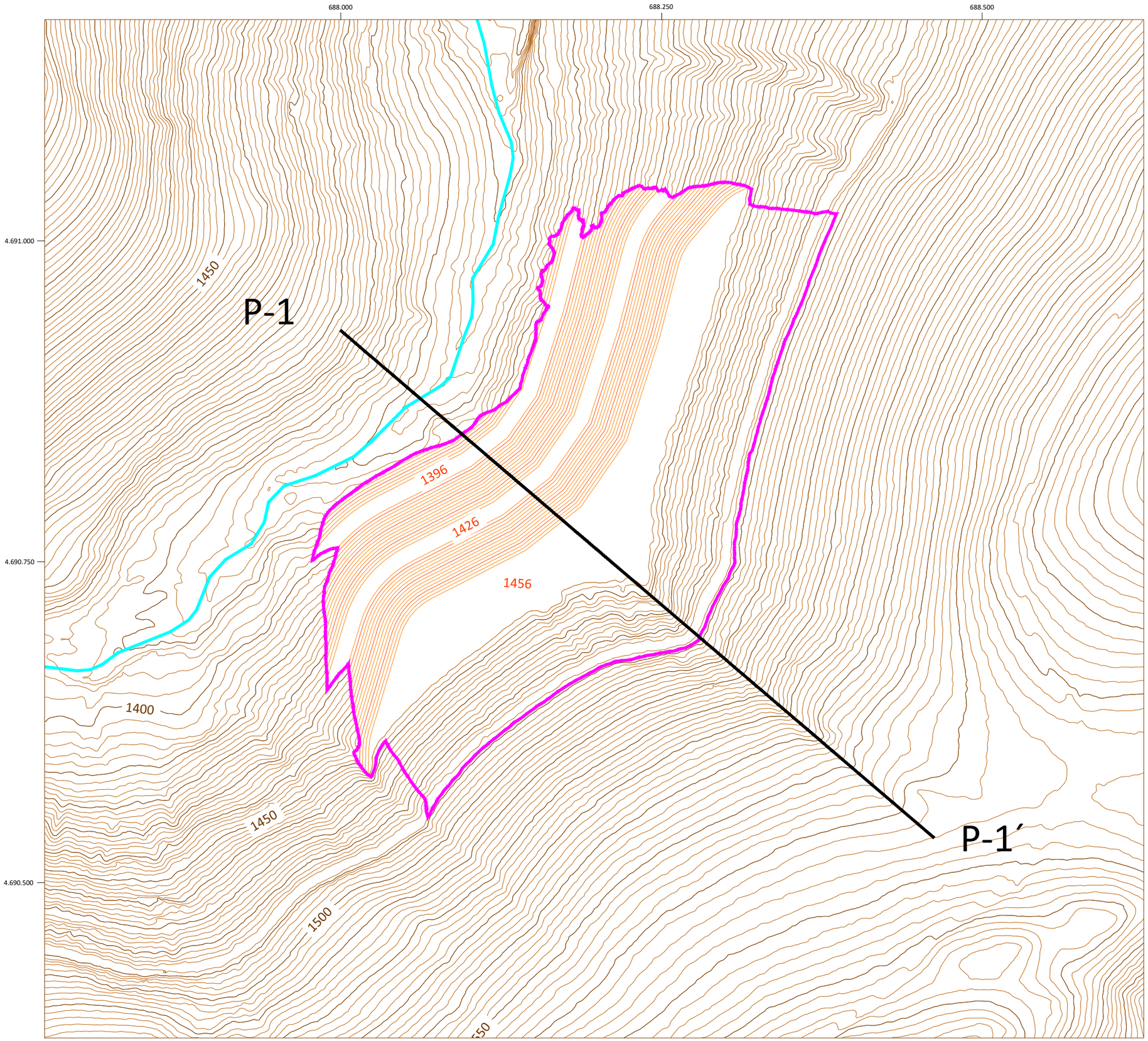


LEYENDA

- Escombrera la Mortera
- Escombrera Entrevalles C
- Escombrera Entrevalles B
- Escombrera Entrevalles A
- Río Benuza
- Perfiles

COLEGIO OF. ING. TÉC. MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEON (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNNOSD]

VOLTAR 2011 S.L.	TÍTULO DEL PROYECTO: PROYECTO CONSTRUCTIVO DE LAS IRM DE LA AMPLIACIÓN DEL PROYECTO DE EXPLOTACIÓN DE LA CONCESIÓN DE PIZARRA "TERMENÓN II" Nº 14.815, TÉRMINO MUNICIPAL DE BENUZA (LEÓN)		
CRS ingeniería	TÍTULO DEL PLANO: ESCOMBRERAS LA MORTERA Y ENTREVALLES. FASE 2		
	FECHA: Agosto 2024	ESCALA: 1:5.000	Nº: 8B
CÓDIGO: E24043AMS8B	REVISIÓN:	REALIZADO: CRS S.L.	REVISADO:

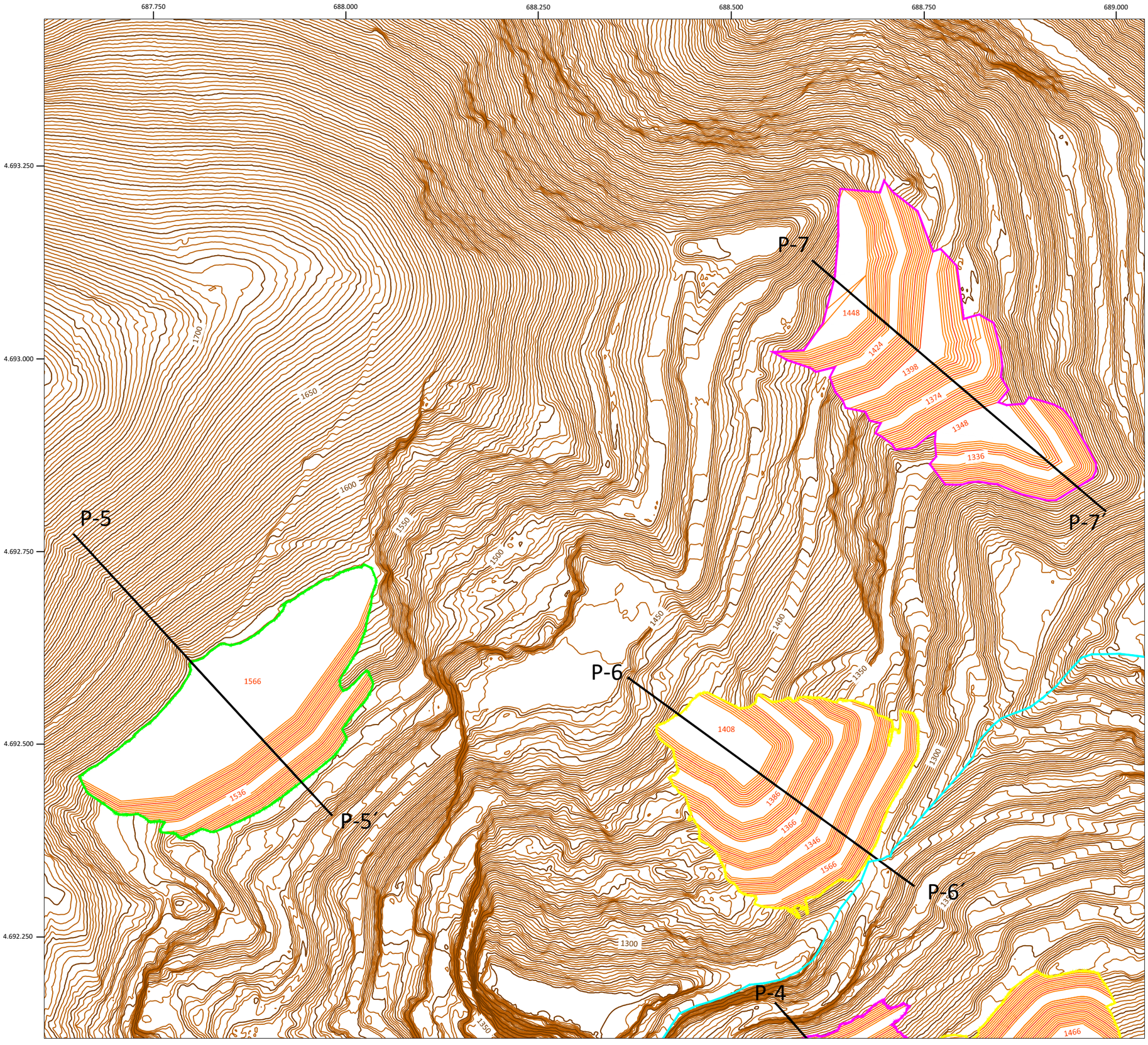


LEYENDA

- Escombrera Sur
- Río Benuza
- Perfiles

COLEGIO OF. ING. TÉC. MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEON (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

VOLTAR 2011 S.L.	TÍTULO DEL PROYECTO: PROYECTO CONSTRUCTIVO DE LAS IRM DE LA AMPLIACIÓN DEL PROYECTO DE EXPLOTACIÓN DE LA CONCESIÓN DE PIZARRA "TERMENÓN II" Nº 14.815, TÉRMINO MUNICIPAL DE BENUZA (LEÓN)		
CRS ingeniería	TÍTULO DEL PLANO: ESCOMBRERA SUR. FASE 2		
	FECHA: Agosto 2024	ESCALA: 1:3.000	Nº: 8C
CÓDIGO: E24043AMS8C	REVISIÓN:	REALIZADO: CRS S.L.	REVISADO:



LEYENDA

- Escombrera Norte
- Escombrera Noreste 1
- Escombrera Noreste 2
- Río Benuza
- Perfiles

COLEGIO OF. ING. TÉC. MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEÓN (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

VOLTAR 2011 S.L.	TÍTULO DEL PROYECTO: PROYECTO CONSTRUCTIVO DE LAS IRM DE LA AMPLIACIÓN DEL PROYECTO DE EXPLOTACIÓN DE LA CONCESIÓN DE PIZARRA "TERMENÓN II" Nº 14.815, TÉRMINO MUNICIPAL DE BENUZA (LEÓN)		
CRS ingeniería	TÍTULO DEL PLANO: ESCOMBRERAS NORTE, NORESTE 1 Y NORESTE 2. SITUACIÓN FINAL		
	FECHA: Agosto 2024	ESCALA: 1:5.000	Nº: 9A
CÓDIGO: E24043AMS9A	REVISIÓN:	REALIZADO: CRS S.L.	REVISADO:

687.750 688.000 688.250 688.500 688.750 689.000

4.692.250 4.692.000 4.691.750 4.691.500 4.691.250

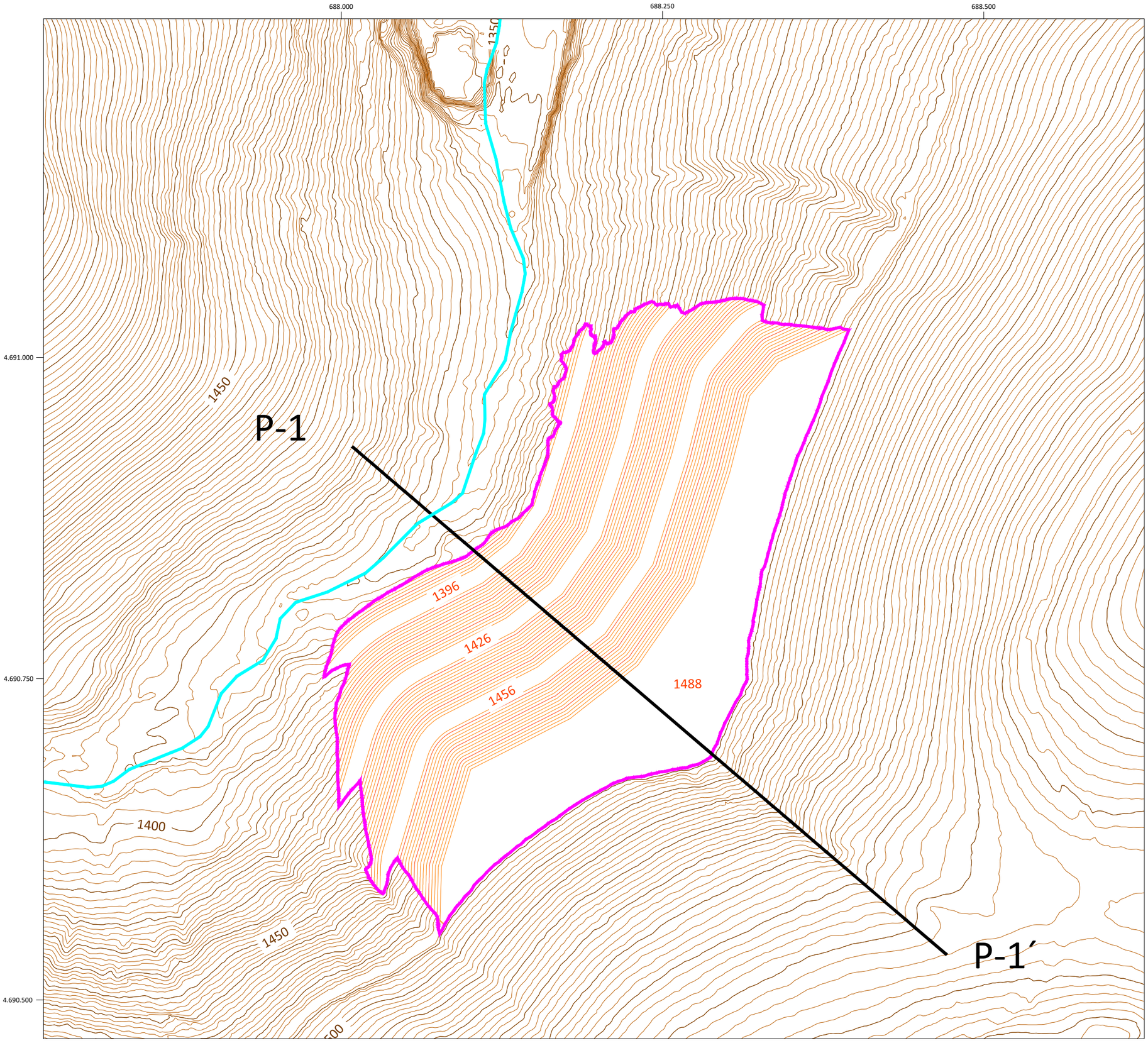
P-5´ P-6´ P-4 P-3 P-2 P-4´ P-3´ P-2´

LEYENDA

- Escombrera la Mortera
- Escombrera Entrevalles C
- Escombrera Entrevalles B
- Escombrera Entrevalles A
- Río Benuza
- Perfiles

COLEGIO OF. ING. TÉC. MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEON (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

VOLTAR 2011 S.L.	TÍTULO DEL PROYECTO: PROYECTO CONSTRUCTIVO DE LAS IRM DE LA AMPLIACIÓN DEL PROYECTO DE EXPLOTACIÓN DE LA CONCESIÓN DE PIZARRA "TERMENÓN II" Nº 14.815, TÉRMINO MUNICIPAL DE BENUZA (LEÓN)		
CRS Ingeniería	TÍTULO DEL PLANO: ESCOMBRERAS LA MORTERA Y ENTREVALLES. SITUACIÓN FINAL		
	FECHA: Agosto 2024	ESCALA: 1:5.000	Nº: 9B
CÓDIGO: E24043AMS9B	REVISIÓN:	REALIZADO: CRS S.L.	REVISADO:



LEYENDA

- Escombrera Sur
- Río Benuza
- Perfiles

COLEGIO OF. ING. TÉC. MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEON (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

VOLTAR 2011 S.L.	TÍTULO DEL PROYECTO: PROYECTO CONSTRUCTIVO DE LAS IRM DE LA AMPLIACIÓN DEL PROYECTO DE EXPLOTACIÓN DE LA CONCESIÓN DE PIZARRA "TERMENÓN II" Nº 14.815, TÉRMINO MUNICIPAL DE BENUZA (LEÓN)		
CRS Ingeniería	TÍTULO DEL PLANO: ESCOMBRERA SUR. SITUACIÓN FINAL		
	FECHA: Agosto 2024	ESCALA: 1:3.000	Nº: 9C
CÓDIGO: E24043AMS9C	REVISIÓN:	REALIZADO: CRS S.L.	REVISADO:

690.250

690.500

4.693.250

4.693.000

E

E'

1400

1360

1335

1310

1300

1250

LEYENDA

Escombrera Nave de elaboración

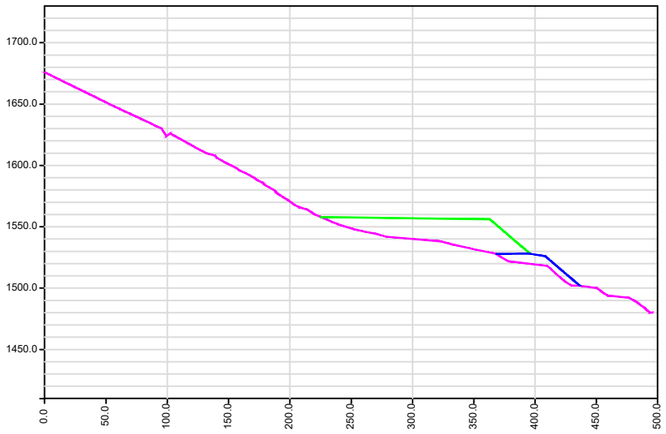
Nave de elaboración

Perfiles

COLEGIO OF. ING. TÉC. MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEON (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

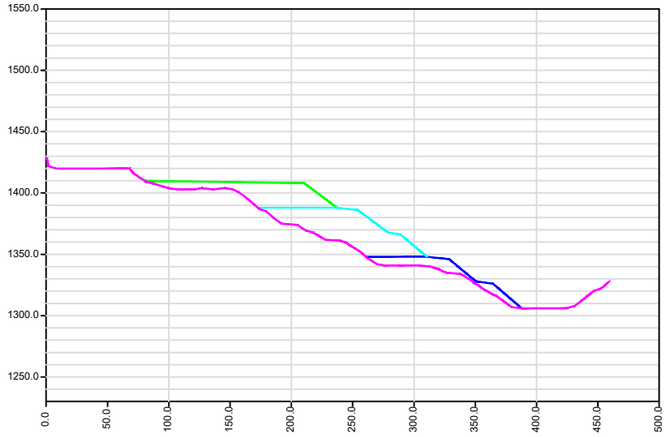
VOLTAR 2011 S.L.	TÍTULO DEL PROYECTO: PROYECTO CONSTRUCTIVO DE LAS IRM DE LA AMPLIACIÓN DEL PROYECTO DE EXPLOTACIÓN DE LA CONCESIÓN DE PIZARRA "TERMENÓN II" Nº 14.815, TÉRMINO MUNICIPAL DE BENUZA (LEÓN)		
CRS Ingeniería	TÍTULO DEL PLANO: ESCOMBRERA NAVE DE ELABORACIÓN. SITUACIÓN FINAL		
	FECHA: Agosto 2024	ESCALA: 1:2.000	Nº: 9D
CÓDIGO: E24043AMS9D	REVISIÓN:	REALIZADO: CRS S.L.	REVISADO:

P-5 PERFIL P-5 P-5´



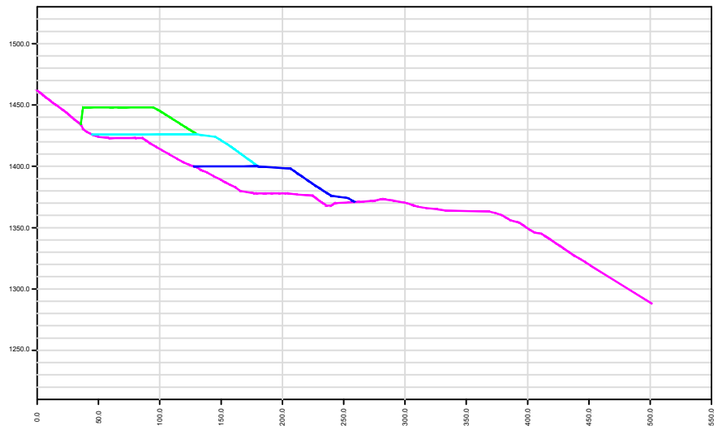
ESCOMBRERA NORTE

P-6 PERFIL P-6 P-6´



ESCOMBRERA NORESTE 1

P-7 PERFIL P-7 P-7´



ESCOMBRERA NORESTE 2

Leyenda

- Fase Final
- Fase 2
- Fase 1
- Situación Inicial

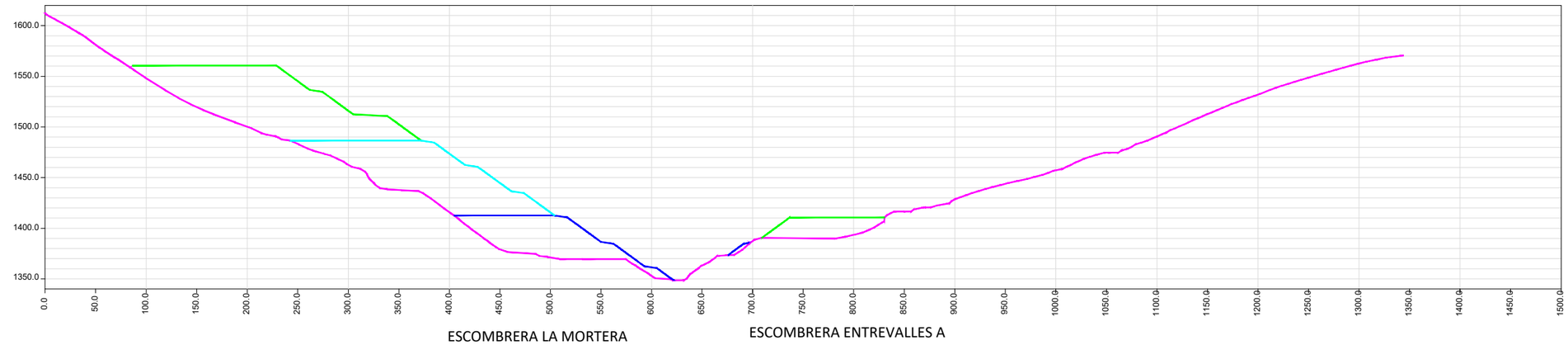
COLEGIO OF. ING. TÉC. MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEON (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación colminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

VOLTAR 2011 S.L.	TÍTULO DEL PROYECTO PROYECTO CONSTRUCTIVO DE LAS IRM DE LA AMPLIACIÓN DEL PROYECTO DE EXPLOTACIÓN DE LA CONCESIÓN DE PIZARRA "TERMENÓN II" Nº 14.815, TÉRMINO MUNICIPAL DE BENUZA (LEÓN)		
CRS Ingeniería	TÍTULO DEL PLANO FASES DE LAS IRM. PERFILES. ESCOMBRERAS NORTE, NORESTE 1 Y NORESTE 2		
	FECHA Agosto 2024	ESCALA 1:5.000	Nº 10A
CÓDIGO E24043AMS10A	REVISIÓN	REALIZADO CRS S.L.	REVISADO

P-2

PERFIL P-2

P-2´



ESCOMBRERA LA MORTERA

ESCOMBRERA ENTREVALLES A

P-3

PERFIL P-3

P-3´

ESCOMBRERA ENTREVALLES B

P-4

PERFIL P-4

P-4´

ESCOMBRERA ENTREVALLES C

ESCOMBRERA ENTREVALLES B

Leyenda

- Fase Final
- Fase 2
- Fase 1
- Situación Inicial

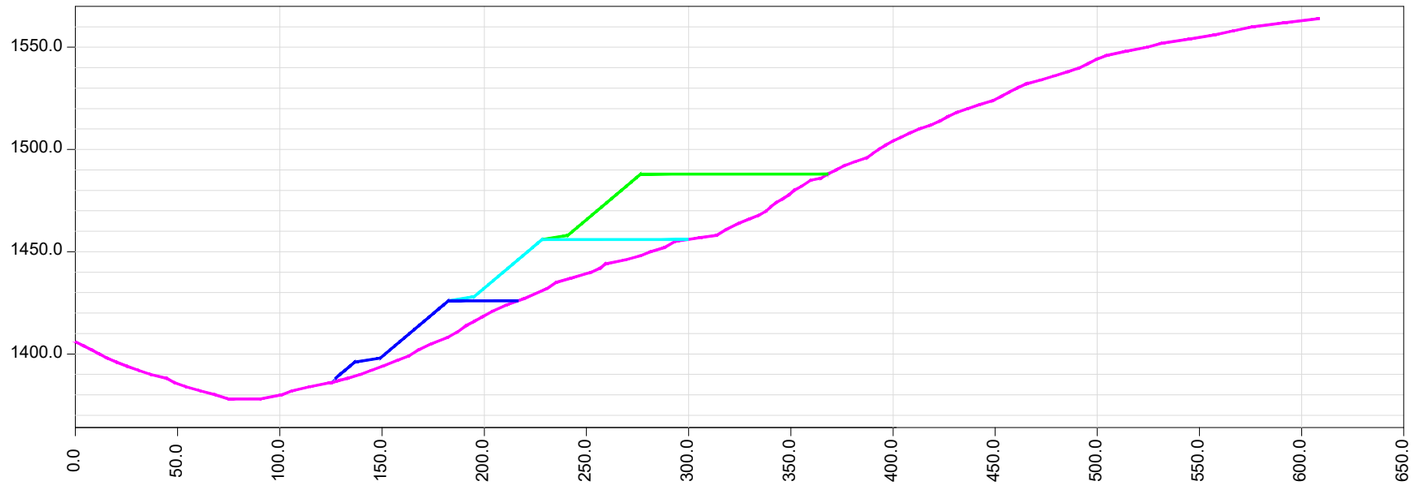
COLEGIO OF. ING. TÉC. MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEON (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

VOLTAR 2011 S.L.	TÍTULO DEL PROYECTO: PROYECTO CONSTRUCTIVO DE LAS IRM DE LA AMPLIACIÓN DEL PROYECTO DE EXPLOTACIÓN DE LA CONCESIÓN DE PIZARRA "TERMENÓN II" Nº 14.815, TÉRMINO MUNICIPAL DE BENUZA (LEÓN)		
CRS ingeniería	TÍTULO DEL PLANO: FASES DE LAS IRM. PERFILES. ESCOMBRERAS LA MORTERA Y ENTREVALLES		
	FECHA: Agosto 2024	ESCALA: 1:5.000	Nº: 10B
CÓDIGO: E24043AMS10B	REVISIÓN:	REALIZADO: CRS S.L.	REVISADO:

P-1

PERFIL P-1

P-1´



ESCOMBRERA SUR

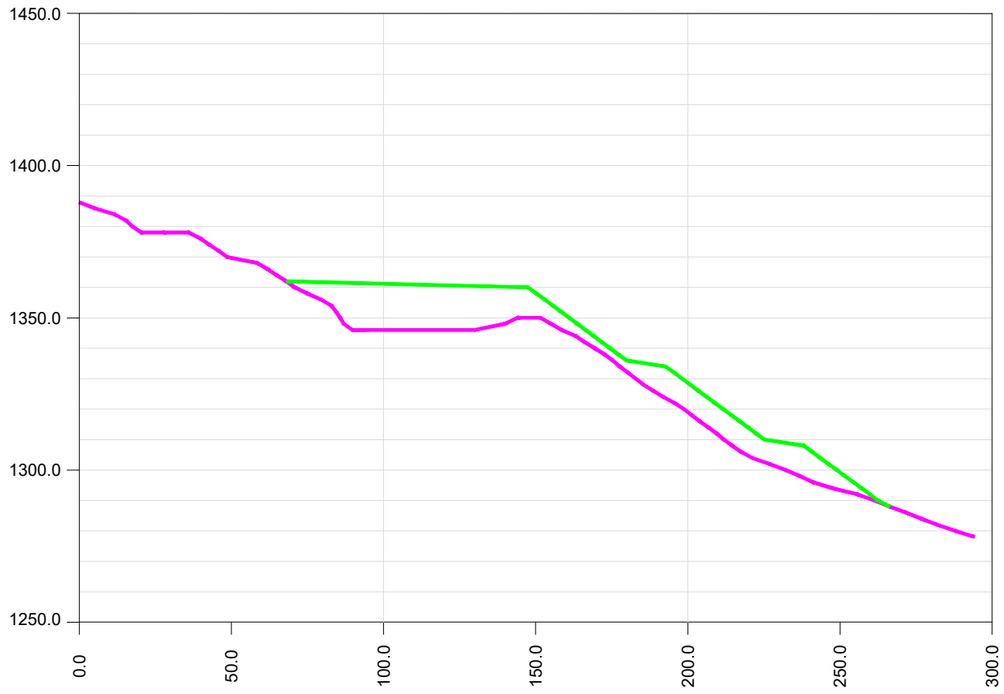
Leyenda

- Fase Final
- Fase 2
- Fase 1
- Situación Inicial

COLEGIO OF. ING. TÉC. MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEON (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

VOLTAR 2011 S.L.	TÍTULO DEL PROYECTO: PROYECTO CONSTRUCTIVO DE LAS IRM DE LA AMPLIACIÓN DEL PROYECTO DE EXPLOTACIÓN DE LA CONCESIÓN DE PIZARRA "TERMENÓN II" Nº 14.815, TÉRMINO MUNICIPAL DE BENUZA (LEÓN)		
CRS Ingeniería	TÍTULO DEL PLANO: FASES DE LAS IRM. PERFILES. ESCOMBRERA SUR.		
	FECHA: Agosto 2024	ESCALA: 1:3.000	Nº: 10C
CÓDIGO: E24043AMS10C	REVISIÓN:	REALIZADO: CRS S.L.	REVISADO:

E PERFIL E E´



ESCOMBRERA NAVE DE ELABORACIÓN

Leyenda

Fase Final

Situación Inicial

COLEGIO OF. ING. TÉC. MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEON (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

VOLTAR 2011 S.L.	TÍTULO DEL PROYECTO: PROYECTO CONSTRUCTIVO DE LAS IRM DE LA AMPLIACIÓN DEL PROYECTO DE EXPLOTACIÓN DE LA CONCESIÓN DE PIZARRA "TERMENÓN II" Nº 14.815, TÉRMINO MUNICIPAL DE BENUZA (LEÓN)		
CRS Ingeniería	TÍTULO DEL PLANO: FASES DE LAS IRM. PERFILES. ESCOMBRERA NAVE DE ELABORACIÓN		
	FECHA: Agosto 2024	ESCALA: 1:2.000	Nº: 10D
CÓDIGO: E24043AMS10D	REVISIÓN:	REALIZADO: CRS S.L.	REVISADO:

685000 686000 687000 688000 689000 690000 691000 692000

4693000 4692000 4691000 4690000 4689000 4688000 4687000

Leyenda

- CE "Termenón II"
- Red hidrográfica
- Escombreras
- Huecos mineros

Subcuencas

S1 S10 S11 S12 S13 S14 S15 S16 S17 S18 S19 S2 S20 S21 S22 S23 S24 S3 S4 S5 S6 S7 S8 S9 S25 S26

0 500 1.000 1.500 m

COLEGIO OF. ING. TÉC. MINAS Y GRADOS MINAS Y ENERGÍA CASTILLA Y LEON (NORTE) Y CANTABRIA
Habilitación Profesional
Col. nº 01998 JUAN IGNACIO VILLORIA ORDOÑEZ
4/10 2024
VISADO : LV130/2024
Validación coitminasleon.e-gestion.es [FV8NDGFSUQYNN0SD]

VOLTAR 2011 S.L.	PROYECTO CONSTRUCTIVO DE LAS IRM DE LA AMPLIACIÓN DEL PROYECTO DE EXPLOTACIÓN DE LA CONCESIÓN DE PIZARRA "TERMENÓN II" Nº 14.815, TÉRMINO MUNICIPAL DE BENUZA (LEÓN)
CRS ingeniería	TÍTULO DEL PLANO: Subcuencas del proyecto
	FECHA: Agosto 2024 · ESCALA: 1:25.000 · Nº: 11A
CÓDIGO: E24043AMS11A	REVISIÓN: · REALIZADO: CRS, S.L. · REVISADO:

ETRS 89 (HUSO 29)