



Análisis de pendientes reforzadas

Entrada de datos

Proyecto

Fecha : 21.10.2011

Configuración

Estándar - Factor de seguridad

Materiales y estándares

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

Coefficientes EN 1992-1-1 : Estándar

Análisis de muro

Calculo de la presión activa de la tierra : Coulomb

Cálculo de la presión pasiva de la tierra : Caquot-Kerisel

Análisis sísmico : Mononobe-Okabe

Forma de la cuña de la tierra : Calcular oblicuo

Excentricidad permitida : 0,333

Estabilidad interna : Estándar- superficie de deslizamiento recta

Metodología de verificación : Factores de seguridad (ASD)

| Factores de seguridad | | |
|--|--------------|----------|
| Situación de diseño permanente | | |
| Frente al vuelco : | $SF_o =$ | 1,50 [-] |
| Para resistencia al deslizamiento : | $SF_s =$ | 1,50 [-] |
| Para capacidad portante : | $SF_b =$ | 1,50 [-] |
| Para deslizamiento a lo largo del geo-refuerzo : | $SF_{sr} =$ | 1,50 [-] |
| Para fuerza de geo-refuerzo : | $SF_{st} =$ | 1,50 [-] |
| Para resistencia al arrancamiento del geo-refuerzo : | $SF_{po} =$ | 1,50 [-] |
| Factor de seguridad para resistencia de conexiones : | $SF_{con} =$ | 1,50 [-] |

Análisis de estabilidad

Metodología de verificación : Factores de seguridad (ASD)

| Factores de seguridad | | |
|--------------------------------|----------|----------|
| Situación de diseño permanente | | |
| Factor de seguridad : | $SF_s =$ | 1,50 [-] |

Geometría de la estructura

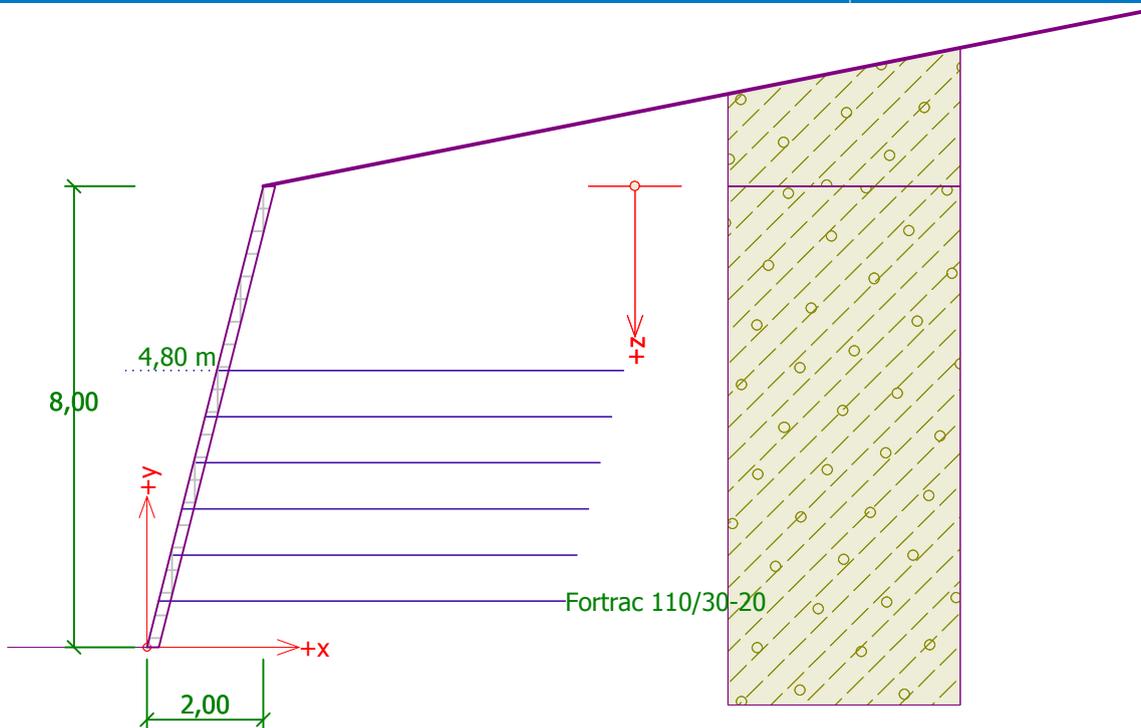
Altura del terraplén $h_n = 8,00$ m

Ancho del terraplén $l_n = 2,00$ m

Espesor $t_c = 0,20$ m

Nombre : Geometría

Etapa - análisis : 1 - 0



Material

Material de cobertura

Peso unitario $\gamma = 23,00 \text{ kN/m}^3$
Resistencia de corte $R_s = 0,00 \text{ kPa}$

Tipos de refuerzos

| Número | Nombre | Tipo de refuerzo | Tipo de línea | Refuerzo de resistencia | | Coeficiente | |
|--------|-------------------|-------------------|---------------|-------------------------|--------------------|-------------|----------|
| | | | | $T_{ult}[\text{kN/m}]$ | $R_t[\text{kN/m}]$ | $C_{ds}[-]$ | $C_i[-]$ |
| 1 | Fortrac 110/30-20 | Fortrac 110/30-20 | ————— | 110,00 | 29,79 | 0,60 | 0,70 |

Detalles de refuerzos

1. Fortrac 110/30-20

Caract.de resistencia a corto plazo $T_{ult} = 110,00 \text{ kN/m}$
Diseño de resistencia a largo plazo $R_t = 29,79 \text{ kN/m}$
Coef. global de modelo incierto $FS_{UNC} = 1,50$

Cálculo de factores de reducción

Tiempo de vida : 120 años

Arrastre del factor de red $RF_{CR} = 1,83$

Química : pH 4.0-9.0

Durabilidad del factor red. $RF_D = 1,14$

Tamaño parcial : $D_{90} \leq 40 \text{ mm}$

Daños de instalación de factor de reducción $RF_{ID} = 1,18$

Refuerzo

| Número | Número de refuerzos | Tipo de refuerzo | Separación entre refuerzos $h_r[\text{m}]$ | Altura del primer refuerzo $h[\text{m}]$ | Geometría de refuerzos |
|--------|---------------------|-------------------|--|--|--------------------------------|
| 1 | 6 | Fortrac 110/30-20 | 0,80 | 0,80 | Longitud idéntica de refuerzos |



Detalles de refuerzo

Refuerzo N° 1

Tipo de refuerzo: Fortrac 110/30-20

Número de refuerzo 6

Geometría de refuerzo : Longitud idéntica de refuerzos

Longitud de refuerzo : 7,00 m

| Refuerzo N° | Origen l_1 [m] | Fin l_2 [m] | Altura desde la parte inferior h [m] | Longitud l [m] |
|-------------|------------------|---------------|--|------------------|
| 1 | -1,80 | 5,20 | 0,80 | 7,00 |
| 2 | -1,60 | 5,40 | 1,60 | 7,00 |
| 3 | -1,40 | 5,60 | 2,40 | 7,00 |
| 4 | -1,20 | 5,80 | 3,20 | 7,00 |
| 5 | -1,00 | 6,00 | 4,00 | 7,00 |
| 6 | -0,80 | 6,20 | 4,80 | 7,00 |

Datos del suelo

Soil No. 1

Peso unitario : $\gamma = 19,00 \text{ kN/m}^3$

Ángulo de fricción interna : $\varphi_{ef} = 29,00^\circ$

Cohesión de suelo : $c_{ef} = 8,00 \text{ kPa}$

Ángulo de fricción estructura-suelo : $\delta = 10,00^\circ$

Peso unitario de suelo saturado : $\gamma_{sat} = 19,00 \text{ kN/m}^3$

Perfil geológico y suelos asignados

| Número | Capa [m] | Suelo asignado | Trama |
|--------|----------|----------------|-------|
| 1 | - | Soil No. 1 | |

Perfil de terreno

Detrás de la construcción el terreno tiene pendiente 1 : 5,00 (el ángulo de la pendiente es $11,31^\circ$).

Influencia del agua

El nivel freático no es considerado!

Resistencia en la cara frontal de la estructura

No se considera la resistencia en la cara frontal de la estructura.

Configuraciones de la etapa de construcción

Situación de diseño : permanente

Verificación N° 1

Fuerzas que actúan sobre la construcción

| Nombre | F_{hor} [kN/m] | Pto.Apl. z [m] | F_{vert} [kN/m] | Pto.Apl. x [m] | Diseño Coeficiente |
|--------------------|------------------|------------------|-------------------|------------------|--------------------|
| Fuerza de gravedad | 0,00 | -4,23 | 1112,72 | 4,52 | 1,000 |
| Presión activa | 151,45 | -2,50 | 60,28 | 7,31 | 1,000 |

Verificación del muro completo

Verificación de la estabilidad de vuelco

Momento estabilizador $M_{res} = 5470,98 \text{ kNm/m}$

Momento de vuelco $M_{Ovr} = 378,34 \text{ kNm/m}$



Factor de seguridad = 14,46 > 1,50

Muro para vuelco ES ACEPTABLE

Verificación del deslizamiento

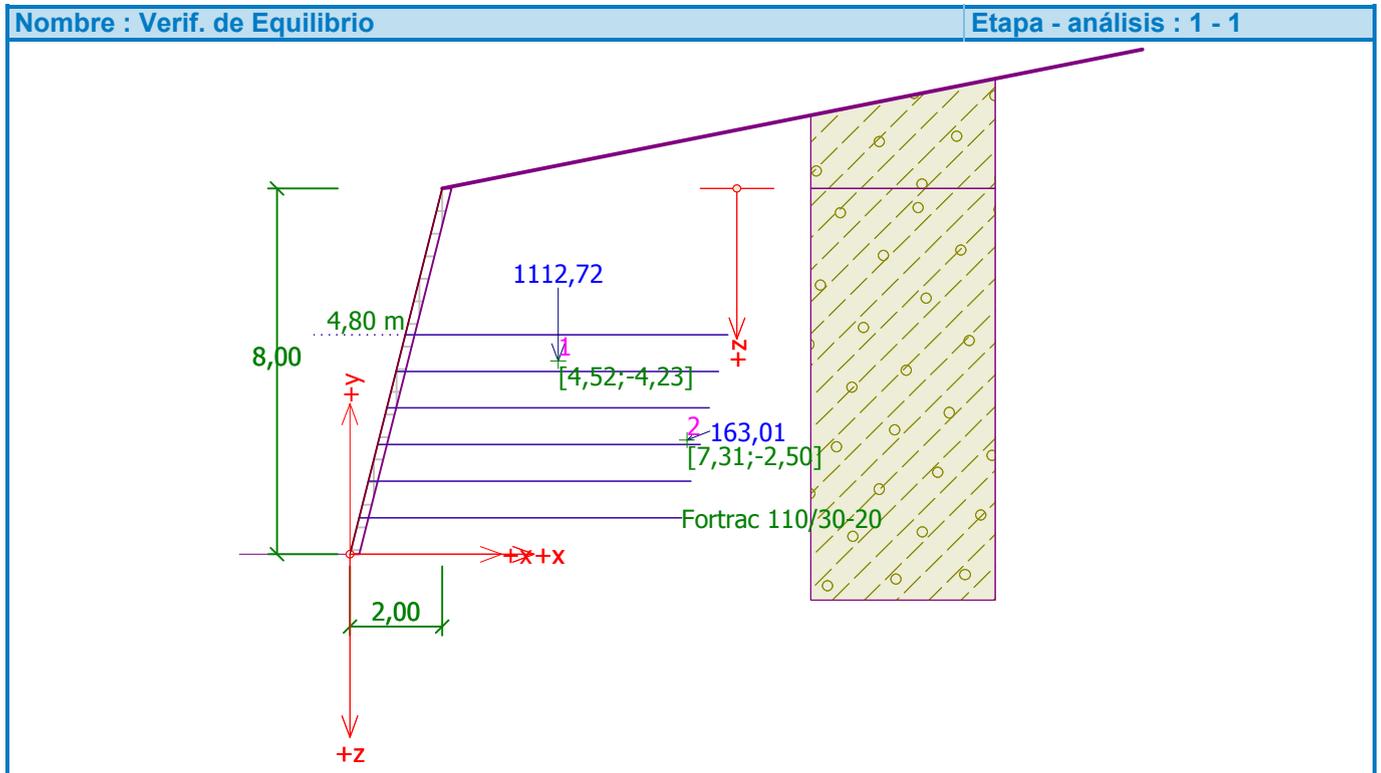
Fuerza horizontal resistente $H_{res} = 706,21$ kN/m

Fuerza horizontal activa $H_{act} = 151,45$ kN/m

Factor de seguridad = 4,66 > 1,50

Muro para deslizamiento ES ACEPTABLE

Verificación completa - MURO ES ACEPTABLE



Capacidad portante del terreno de cimentación

Carga de diseño actuando en el centro del fondo de la zapata

| Número | Momento [kNm/m] | Fuerza Normal [kN/m] | Resistencia al corte [kN/m] | Excentricidad [-] | Tensión [kPa] |
|--------|-----------------|----------------------|-----------------------------|-------------------|---------------|
| 1 | -987,15 | 1173,00 | 151,45 | 0,000 | 167,57 |

Carga de servicio actuando en el centro del fondo de la zapata

| Número | Momento [kNm/m] | Fuerza Normal [kN/m] | Resistencia al corte [kN/m] |
|--------|-----------------|----------------------|-----------------------------|
| 1 | -987,15 | 1173,00 | 151,45 |

Verificación de la capacidad portante del terreno de cimentación

Verificación de excentricidad

Máx. excentricidad de fuerza normal $e = 0,000$

Máxima excentricidad permitida $e_{alw} = 0,333$

Excentricidad de la fuerza normal ES ACEPTABLE

Verificación de la capacidad portante del fondo de la zapata

Max. tensión en el fondo de la zapata $\sigma = 167,57$ kPa

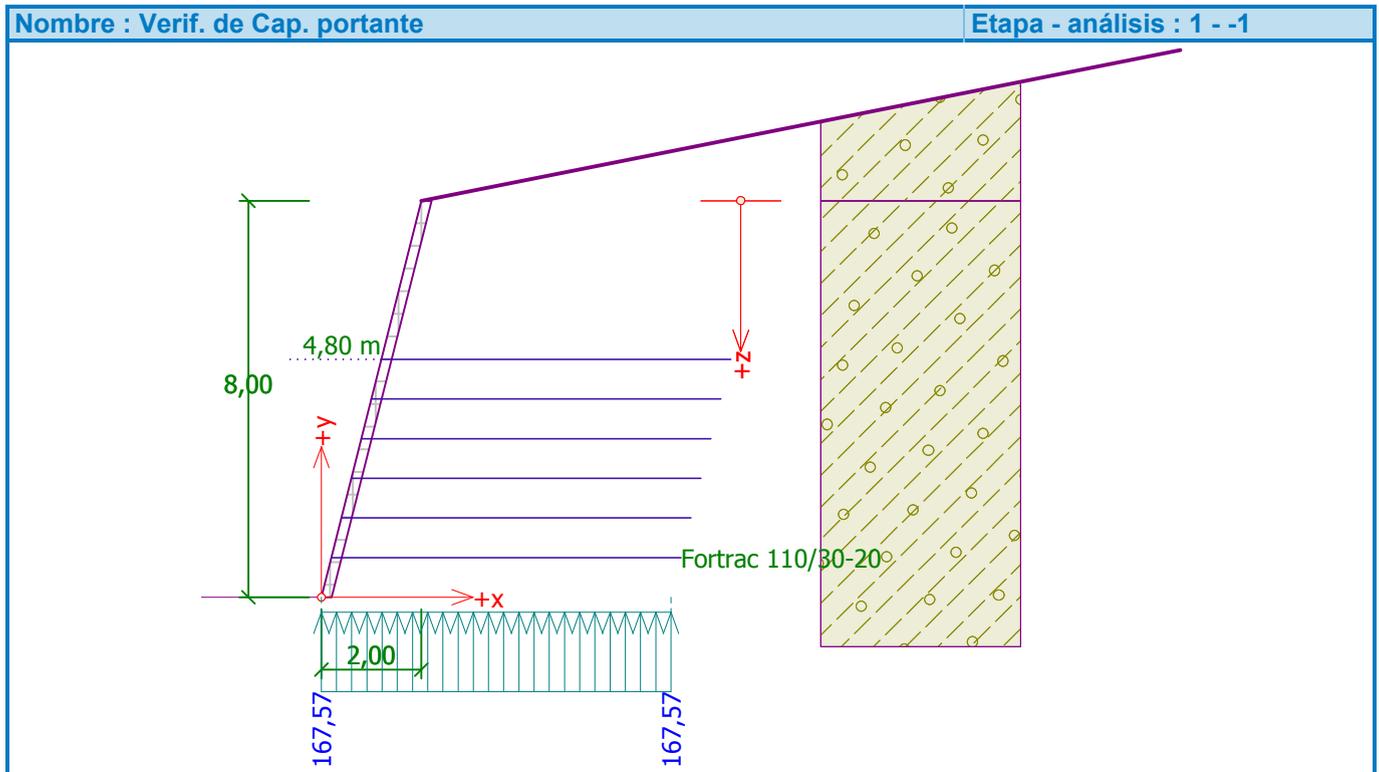
Capacidad portante del terreno de cimentación $R_d = 300,00$ kPa



Factor de seguridad = 1,79 > 1,50

Capacidad portante del terreno de cimentación ES ACEPTABLE

Estabilidad global - Cap. portante del terreno de cimentación ES ACEPTABLE



Verificación del desliz del geofuerzo N° 1

Fuerzas que actúan sobre la construcción (verificación del refuerzo más utilizado)

| Nombre | F _{hor} [kN/m] | Pto.Apl. z [m] | F _{vert} [kN/m] | Pto.Apl. x [m] | Diseño Coeficiente |
|--------------------|----------------------------|-------------------|-----------------------------|-------------------|-----------------------|
| Presión activa | 126,61 | -2,04 | 51,29 | 7,52 | 1,000 |
| Fuerza de gravedad | 0,00 | -3,98 | 1055,12 | 4,60 | 1,000 |
| Refuerzo | -0,06 | -0,80 | 0,00 | 7,20 | 1,000 |
| Refuerzo | -0,11 | -1,60 | 0,00 | 7,40 | 1,000 |
| Refuerzo | -0,14 | -2,40 | 0,00 | 7,60 | 1,000 |
| Refuerzo | -0,16 | -3,20 | 0,00 | 7,80 | 1,000 |
| Refuerzo | -0,18 | -4,00 | 0,00 | 8,00 | 1,000 |

Controlar el deslizamiento a lo largo del geo-refuerzo con utilización máxima (Refuerzo N°: 1)

Inclinación de superficie de deslizamiento = 76,00 °
 Fuerza total normal actuando en el refuerzo = 1106,41 kN/m
 Coeficiente de reducción de deslizamiento a lo largo del geotextil = 0,60
 Muro de resistencia = 0,00 kN/m
 Capacidad portante total de refuerzos = 0,65 kN/m
 Resistencia a lo largo del geo-refuerzo = 367,98 kN/m

Comprobar si hay deslizamiento:

Fuerzas de resistencia horizontal H_{res} = 368,62 kN/m

Fuerza horizontal activa H_{act} = 126,61 kN/m

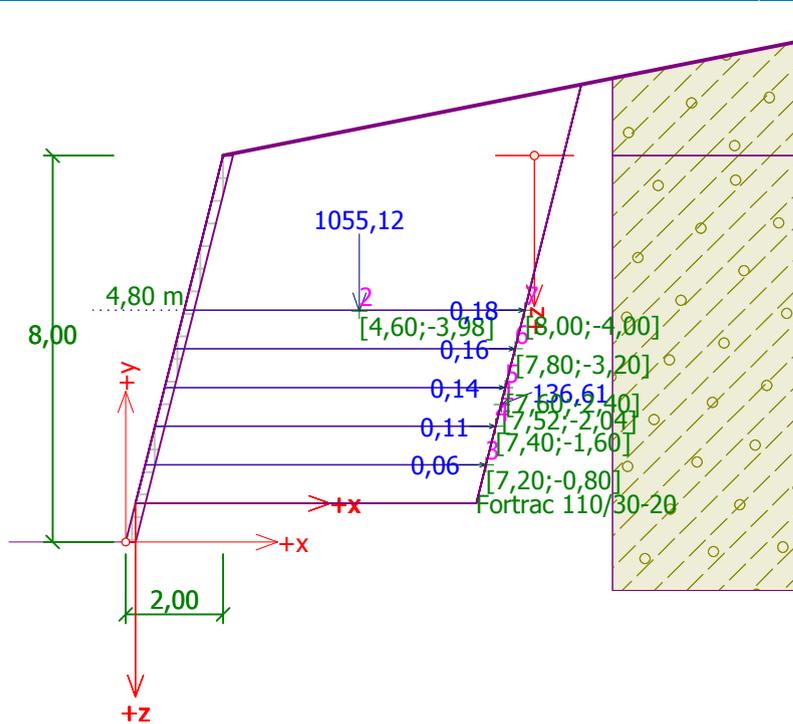
Factor de seguridad = 2,91 > 1,50

Deslizamiento a lo largo de un geotextil ES ACEPTABLE



Nombre : Desliz. en georefuerzo

Etapa - análisis : 1 - 1



Cálculo de estabilidad interna N° 1

Control de capacidad portante de geo-refuerzo N°: 1

Control de resistencia a la tracción

Fuerza tensora $R_t = 29,79$ kN/m

Fuerza de Geo-refuerzo $F_x = 32,95$ kN/m

Factor de seguridad = 0,90 < 1,50

Geo-refuerzo para resistencia a la tensión NO ES ACEPTABLE

Control de la resistencia al arrancamiento

Resistencia al arrancamiento $T_p = 739,45$ kN/m

Fuerza de Geo-refuerzo $F_x = 32,95$ kN/m

Factor de seguridad = 22,44 > 1,50

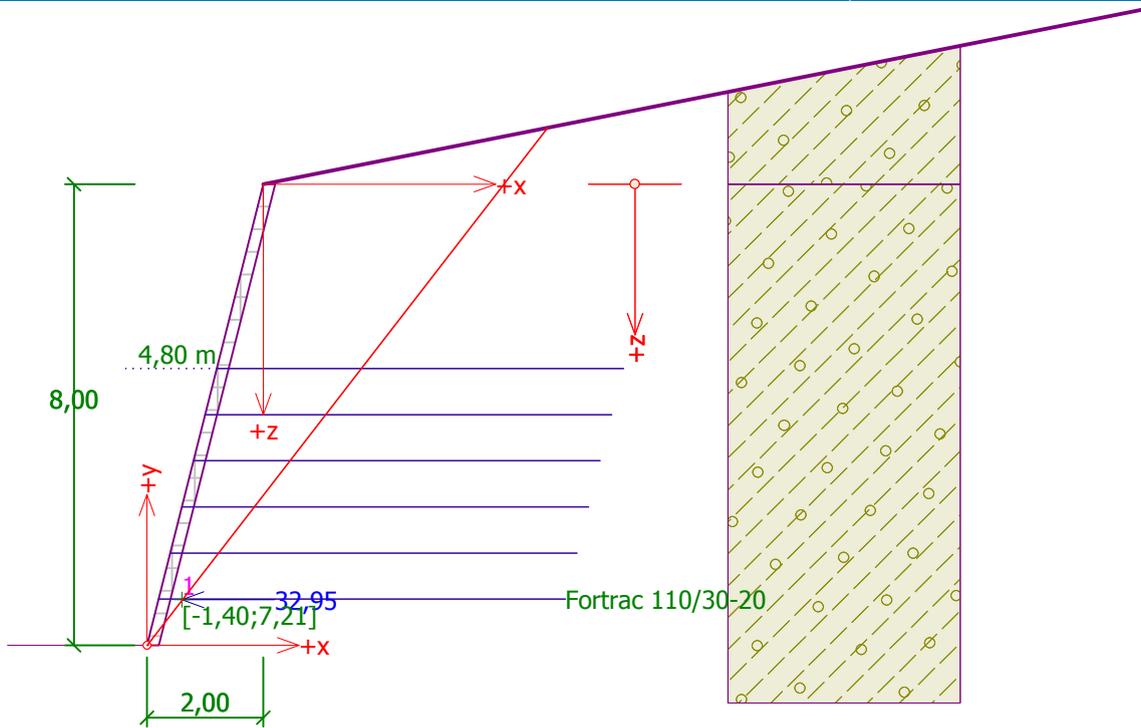
Geo-refuerzo para resistencia al arrancamiento ES ACEPTABLE

Verificación total - geo-refuerzo NO ES ACEPTABLE



Nombre : Verificación Est. Interna

Etapa - análisis : 1 - 1



Análisis de estabilidad global N° 1

Datos de la superficie de deslizamiento

(superficie de deslizamiento luego de la optimización)

Centro S = (-2,36;-5,23) m

Radio r = 13,99 m

Ángulo $\alpha_1 = -18,97^\circ$

$\alpha_2 = 77,75^\circ$

Verificación de estabilidad de taludes (Spencer)

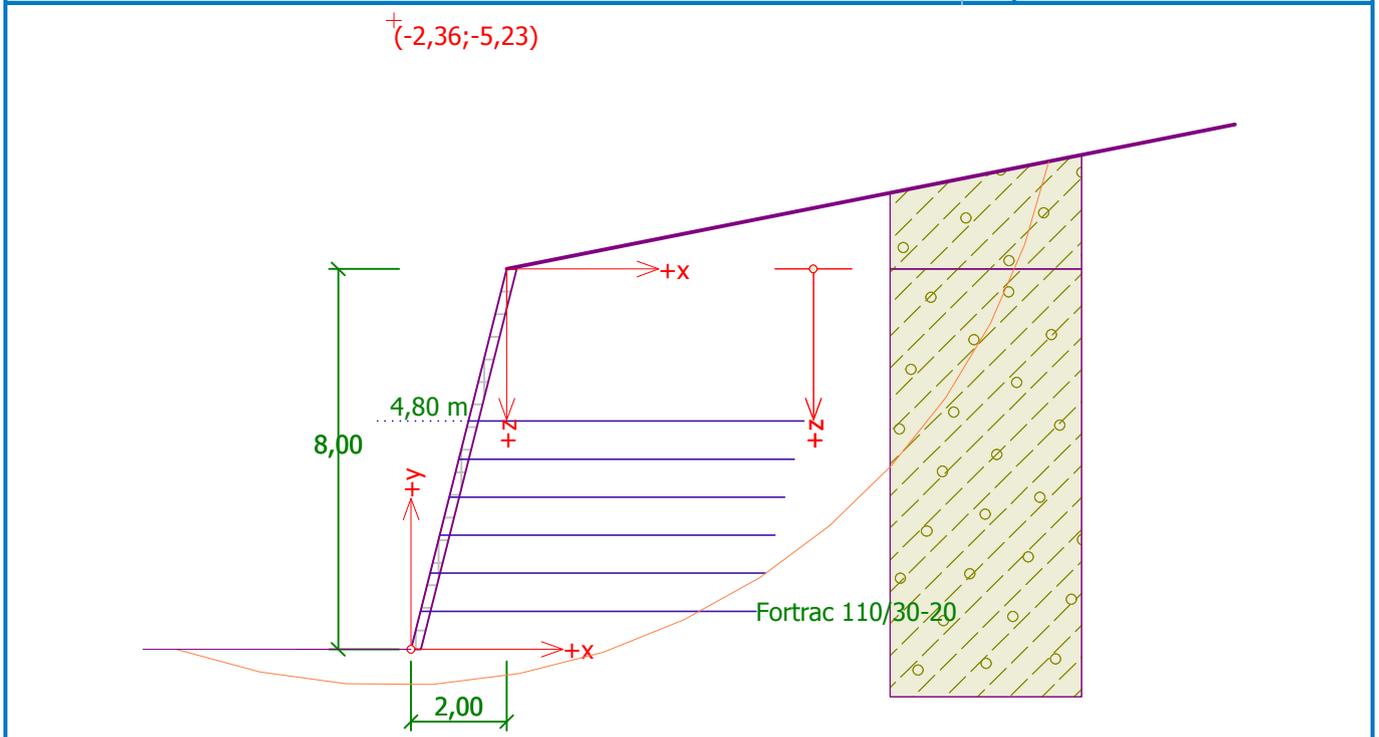
FS = 1,53 > 1,50

Estabilidad de taludes ES ACEPTABLE



Nombre : Verificación Est. Global

Etapa - análisis : 1 - 1



Análisis de estabilidad de taludes

Entrada de datos

Proyecto

Configuración

Estándar - Factor de seguridad

Análisis de estabilidad

Análisis sísmico : Estándar

Metodología de verificación : Factores de seguridad (ASD)

Factores de seguridad

Situación de diseño permanente

Factor de seguridad : $SF_s = 1,50$ [-]

Interfaz

| Número | Ubicación de la Interfaz | Coordenadas de puntos de interfaz [m] | | | | | |
|--------|--------------------------|---------------------------------------|-------|-------|-------|------|-------|
| | | x | z | x | z | x | z |
| 1 | | -34,67 | -8,00 | -2,00 | -8,00 | 0,00 | 0,00 |
| | | 24,00 | 4,80 | 38,67 | 4,80 | | |
| 2 | | 0,00 | 0,00 | 0,19 | -0,05 | | |
| | | | | | | | |
| 3 | | -2,00 | -8,00 | -1,81 | -8,05 | 0,19 | -0,05 |
| | | 38,67 | -0,05 | | | | |



Parámetros de suelo - Estado de tensión efectiva

| Número | Nombre | Trama | φ_{ef} [°] | c_{ef} [kPa] | γ [kN/m ³] |
|--------|------------|-------|-----------------------|-------------------|----------------------------------|
| 1 | Soil No. 1 | | 29,00 | 8,00 | 19,00 |

Parámetros de suelo - subpresión

| Número | Nombre | Trama | γ_{sat} [kN/m ³] | γ_s [kN/m ³] | n [-] |
|--------|------------|-------|--|------------------------------------|----------|
| 1 | Soil No. 1 | | 19,00 | | |

Datos del suelo

Soil No. 1

Peso unitario : $\gamma = 19,00 \text{ kN/m}^3$
 Estado de tensión : efectivo
 Ángulo de fricción interna : $\varphi_{ef} = 29,00^\circ$
 Cohesión de suelo : $c_{ef} = 8,00 \text{ kPa}$
 Peso unitario de suelo saturado : $\gamma_{sat} = 19,00 \text{ kN/m}^3$

Cuerpos rígidos

| Número | Nombre | Patrón | γ [kN/m ³] |
|--------|-----------------------|--------|----------------------------------|
| 1 | Recubrimiento | | 23,00 |
| 2 | Material de cobertura | | 23,00 |

Asignación y superficies

| Número | Posición de superficie | Coordenadas de puntos de superficie [m] | | | | Asignado suelo |
|--------|------------------------|---|--------|--------|--------|-------------------|
| | | x | z | x | z | |
| 1 | | 38,67 | -0,05 | 38,67 | 4,80 | Soil No. 1 |
| | | 24,00 | 4,80 | 0,00 | 0,00 | |
| | | 0,19 | -0,05 | | | |
| 2 | | -1,81 | -8,05 | 0,19 | -0,05 | Recubrimiento |
| | | 0,00 | 0,00 | -2,00 | -8,00 | |
| 3 | | 0,19 | -0,05 | -1,81 | -8,05 | Soil No. 1 |
| | | -2,00 | -8,00 | -34,67 | -8,00 | |
| | | -34,67 | -13,05 | 38,67 | -13,05 | |
| | | 38,67 | -0,05 | | | |



Refuerzos

| Número | Punto a la izquierda | | Punto a la derecha | | Longitud L [m] | Resistencia R_t [kN/m] | Resistencia al arrancamiento | Fin de refuerzo |
|--------|----------------------|-------|--------------------|-------|-------------------|-----------------------------|----------------------------------|--------------------|
| | x [m] | z [m] | x [m] | z [m] | | | | |
| 1 | -0,80 | -3,20 | 6,20 | -3,20 | 7,00 | 29,79 | $T_p = 67,40$ kN/m ² | Fijo |
| 2 | -1,00 | -4,00 | 6,00 | -4,00 | 7,00 | 29,79 | $T_p = 84,25$ kN/m ² | Fijo |
| 3 | -1,20 | -4,80 | 5,80 | -4,80 | 7,00 | 29,79 | $T_p = 101,11$ kN/m ² | Fijo |
| 4 | -1,40 | -5,60 | 5,60 | -5,60 | 7,00 | 29,79 | $T_p = 117,96$ kN/m ² | Fijo |
| 5 | -1,60 | -6,40 | 5,40 | -6,40 | 7,00 | 29,79 | $T_p = 134,81$ kN/m ² | Fijo |
| 6 | -1,80 | -7,20 | 5,20 | -7,20 | 7,00 | 29,79 | $T_p = 151,66$ kN/m ² | Fijo |

Agua

Tipo de agua : Sin presencia de agua

Grieta de tracción

No se ha introducido la grieta de tracción.

Sismo

Sismo no incluido.

Configuraciones de la etapa de construcción

Situación de diseño : permanente

Resultados (Etapa de construcción 1)

Análisis 1

Superficie de deslizamiento circular

| Datos de la superficie de deslizamiento | | | | | |
|--|-----|-----------|-----------|--------------|------------|
| Centro : | x = | -2,40 [m] | Ángulos : | $\alpha_1 =$ | -18,88 [°] |
| | z = | 5,36 [m] | | $\alpha_2 =$ | 77,38 [°] |
| Radio : | R = | 14,12 [m] | | | |
| La superficie de deslizamiento después de la optimización. | | | | | |

Fuerzas sobre el refuerzo

| Refuerzo | Fuerza [kN/m] |
|----------|---------------|
| 1 | 0,00 |
| 2 | 0,00 |
| 3 | 0,00 |
| 4 | 0,00 |
| 5 | 0,00 |
| 6 | 29,79 |

Verificación de estabilidad de taludes (Spencer)

Factor de seguridad = 1,53 > 1,50

Estabilidad del talud ACEPTABLE