

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL**



**DISEÑO DE ESTABILIDAD DE MUROS CON ANCLAJES
POSTENSADOS EN EL CONGLOMERADO TÍPICO DE LA
CIUDAD DE LIMA**

INFORME DE SUFICIENCIA

Para optar por el Título Profesional de:

INGENIERO CIVIL

JOSUÉ SANTA CRUZ QUIROZ

LIMA - PERU

2014

Gracias a Dios que siempre ha estado presente en mis logros y alegrías, regalándome personas que me apoyaron, como son mis padres y esposa. Les doy las gracias a ellos también por ayudarme con los más significativos detalles para seguir avanzando en mi carrera profesional...

ÍNDICE

	N° pág
RESUMEN	3
LISTA DE TABLAS	4
LISTA DE FIGURAS	5
LISTA DE SÍMBOLOS Y SIGLAS	6
INTRODUCCIÓN	8
CAPÍTULO I: ANTECEDENTES	10
1.1 MARCO HISTÓRICO	10
1.2 CONTEXTO ACTUAL	10
1.3 FRICCIÓN UNITARIA (q_s)	11
1.4 ESTUDIOS REALIZADOS EN EL CONGLOMERADO DE LIMA	12
CAPÍTULO II: ELEMENTOS UTILIZADOS	14
2.1 BIT DE PERFORACIÓN	14
2.2 DESCRIPCIÓN DEL ANCLAJE	15
2.3 PARTES DE UN ANCLAJE	16
2.3.1. ZONA LIBRE	16
2.3.2. ZONA DE ANCLAJE O BULBO	17
2.3.3. PLACA DE APOYO O CABEZA	17
CAPÍTULO III: METODOLOGÍA DE ANÁLISIS	19
3.1 EMPUJES DEL SUELO	19
3.1.1. MÉTODOS TRADICIONALES PARA EMPUJES EN MUROS DE CONTENCIÓN RÍGIDOS	19
3.1.2. DISTRIBUCIÓN DE EMPUJES EN MUROS ANCLADOS	20
3.2 SOBRECARGAS DE COLINDANTES	26
3.3 MÉTODO DE JAMBU	26
CAPÍTULO IV: DISEÑO DE ANCLAJES POSTENSADOS	28
4.1 CANTIDAD DE CABLES	28
4.2 LONGITUD DE BULBO	28
4.3 LONGITUD LIBRE	29
CAPÍTULO V: CASOS PRÁCTICOS	30
5.1 EDIFICIO MULTIFAMILIAR PEZET	30
5.2 EDIFICIO MULTIFAMILIAR ALCANFORES	31
5.3 ESTABILIDAD DE MUROS ANCLADOS A DISTINTAS SOBRECARGAS	32
CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	35
6.1 CONCLUSIONES	35

	N° pág
6.2 RECOMENDACIONES	36
BIBLIOGRAFÍA	37
ANEXOS	

RESUMEN

El presente Informe de Suficiencia es en base a la experiencia recolectada por el bachiller en sus primeros años después de egresar de la facultad de ingeniería civil en la UNI. Él ha venido trabajando de forma continua en la especialidad de geotecnia, pasando desde una empresa consultora de minería, durante 3 años; a una empresa especialista en cimentaciones especiales, durante el último año y medio.

Actualmente en nuestro medio es frecuente realizar diseños de estabilidad únicamente con softwares que hacen uso de métodos de equilibrio límite, ya sea porque la norma no exige un mayor rigor en el diseño de los mismos y por la falta de presupuesto para invertir en ensayos triaxiales CD, consolidación o corte directo in situ, para realizar los estudios de mecánica de suelos. Tales softwares hacen uso de métodos de equilibrio límite como Jambu, Spencer, Bishop entre otros. De forma particular en este informe, el análisis de estabilidad de taludes verticales en la grava de Lima se realizará con el método Jambu, para los estados estáticos, pseudo estáticos y una primera etapa en construcción.

El conglomerado típico de la ciudad de Lima ha sido estudiado por distintos autores, y sumado a la experiencia en la ejecución de taludes verticales con anclajes postensados se ha considerado un ángulo de fricción interna igual a 38° , cohesión aparente de 20kN , peso específico de 20kN/m^3 y fricción unitaria $q_s = 500\text{kN/m}^2$. Estos parámetros pueden ser utilizados con suma confiabilidad y son aun relativamente conservadores.

LISTA DE TABLAS

	N° pág
Tabla 1.1 Estudios realizados en el conglomerado típico de la ciudad de Lima	12
Tabla 2.1 Amplificación del diámetro de perforación según el tipo de suelo	14
Tabla 2.2. Características físico mecánicas de los cables de tensado	15
Tabla 3.1. Consideraciones para sobrecargas colindantes	26

LISTA DE FIGURAS

	N° pág
Figura 1.1. Banco de la Nación que cuenta con 5 niveles de sótanos sostenidos por calzaduras	10
Figura 2.1. Partes de un anclaje	16
Figura 2.2. Zona libre	16
Figura 2.3. Sección de la zona de anclaje o bulbo	17
Figura 2.4. Placa de apoyo y cabeza de sostenimiento para tensado	18
Figura 3.1. Estado de equilibrio plástico representados por los círculos de Mohr	20
Figura 3.2. Diagrama de presiones propuesto por Tersagui y Peck para arenas	21
Figura 3.3. Redistribución de empujes para una línea de anclaje. FHWA 1999	22
Figura 3.4. Redistribución de empujes para varias líneas de anclaje. FHWA 1999	23
Figura 3.5. Redistribución de empujes para una línea de anclaje. EAB, 2008	24
Figura 3.6. Redistribución de empujes para dos líneas de anclajes. EAB, 2008	25
Figura 3.7. Redistribución de empujes para tres o más líneas de anclajes. EAB, 2008	25
Figura 3.8. Diagrama de fuerzas actuantes en el método de Jambu	27
Figura 4.1. Análisis de estabilidad de un talud mediante anclajes postensados	29

LISTA DE SÍMBOLOS Y DE SIGLAS

q_s	: Fricción unitaria en kN/m^2
m	: Metros
cm	: Centímetros
mm	: Milímetros
N_{SPT}	: Número de golpes del ensayo SPT
Z	: Profundidad en metros desde la superficie
C	: Cohesión en kN
φ	: Ángulo de fricción, en grados sexagesimales ($^\circ$)
γ	: Gravedad específica en t/m^3
$R_{i,d}$: Resistencia de diseño característica del anclaje
$R_{i,k}$: Resistencia de servicio característica del anclaje
γ_M	: Factor parcial de reducción de la carga resistente
$F_{w,d}$: Fuerza de diseño solicitada y factorada del anclaje
$F_{w,k}$: Fuerza de servicio solicitada para el anclaje
γ_G	: Factor parcial de amplificación de la fuerza solicitada
l_v	: Longitud de bulbo
l_f	: Longitud libre
l_o	: Longitud total del anclaje
σ_1	: Esfuerzo vertical, desestabilizador
σ_3	: Esfuerzo horizontal, constante
H	: Altura, en metros
h_k	: Distancia vertical desde el primer anclaje hasta el borde superior del talud
T	: Tensión necesaria de un anclaje simulado en los diagramas de empujes simplificados
R	: Reacción en la base para diagrama de empujes simplificados para muros pantalla
K_A	: Factor de empuje activo
$e_{n0,k}$: Espacio característico en la parte superior del diagrama de empujes simplificados propuesto por la EAB

- $e_{hu,k}$: Espacio característico en la parte inferior del diagrama de empujes simplificados propuesto por la EAB
- $e_{h,k}$: Espacio característico homogéneo a lo largo del diagrama de empujes simplificados propuesto por la EAB
- f_0 : Factor De Forma, Necesario Para El Método Jambu
- FS : Factor de seguridad
- K_h : Relación de la aceleración horizontal y la gravedad
- K_v : Relación de la aceleración vertical y la gravedad
- W_i : Peso de la dovela. En caso de sismo se le adiciona la influencia del coeficiente vertical K_v
- $K_h * W_i$: Fuerza de inercia horizontal para el caso de sismo
- N_i : Fuerza normal en la superficie de deslizamiento
- T_i : Fuerza de corte en la superficie de deslizamiento
- E_i : Fuerzas ejercidas por cuerpos vecinos a la izquierda
- E_{i+1} : Fuerzas ejercidas por cuerpos vecinos a la derecha
- F_{xi}, F_{yi} : Otras fuerzas horizontales y verticales actuando en la dovela
- M_{li} : Momento de las fuerzas F_{xi}, F_{yi} rotando alrededor de M , el cual es el centro de la superficie de fondo de la dovela
- γ_G : Factor parcial de mayoración según DIN1054:2010
- γ_P : Factor parcial de mayoración según DIN1054:2010.
- $q_{st,k}$: Fricción unitaria que puede activar la interfaz suelo-bulbo en kN/m².
- D : Diámetro de la perforación mayorado según el tipo de suelo

INTRODUCCIÓN

Actualmente, es frecuente en la ciudad de Lima que los edificios de oficinas y multifamiliares vean rentable la construcción de sótanos para estacionamientos, cisternas y otros fines. Esta práctica ha venido desarrollándose desde la década de los 90's y es actualmente el método más utilizado para excavaciones mayores a 2 sótanos, principalmente por la rapidez en su ejecución y la ganancia de espacio.

Pese a que el método de sostenimiento de muros con anclajes postensados es más caro que el ya conocido método de calzaduras, ha venido desplazando a este último debido a que a mayores profundidades el método de calzaduras resulta inseguro, teniendo en su historial, varios accidentes, y algunos fatales, en la ejecución de los mismos. Además el método de calzaduras era temido por los vecinos colindantes a la obras pues para realizarlas era necesario excavar por debajo de la cimentación vecina, no así los muros anclados los cuales hacen el sostenimiento desde el borde de la cimentación vecina, minorizando el temor en los colindantes. Finalmente para los inversionistas les resulta más rentable profundizar en la excavación de forma segura y ganar así más espacio para los fines que vean convenientes.

Los distritos de Miraflores, San Isidro, San Boja, Lince, Jesús María, Santiago de Surco, Surquillo, Breña, Pueblo Libre, Barranco y Magdalena del Mar yacen sobre el lecho del río Rimac. Este tipo de suelo compuesto por una grava con clasificación SUCS GP en una matriz arenosa con finos tiene unas características geotécnicas muy convenientes y apropiadas para que el método de muros anclados sea utilizado con bastante éxito en la obras de construcción. Su alto grado de fricción interna, cohesión aparente y fricción unitaria (q_s) nos lleva a ejecutar anclajes profundos con altas cargas y longitudes de bulbo moderadas y lograr así sostener pesadas sobrecargas de edificio colindantes y llegar aún a grandes profundidades, actualmente con este método las obras más profundas en la ciudad de Lima proponen realizar a futuro 10 a 11 niveles de sótanos, lo cual equivale de 30 a 37m debajo del nivel de terreno en superficie.

Es así que el propósito de este informe es dar a conocer lo conveniente que es el método de muros anclados en nuestra ciudad de Lima, estimando parámetros de fricción interna del conglomerado típico de esta ciudad para el diseño de muros anclados, dar a conocer un procedimiento de diseño para la estabilidad de taludes con anclajes postensados y corroborar las conclusiones con proyectos realizados en base lo mencionado líneas arriba.

CAPÍTULO I: ANTECEDENTES

1.1 MARCO HISTÓRICO

Los Muros Anclados se vienen realizando desde los años 1997 y 1998 pero con altos costos. Sin embargo, actualmente el costo de los muros anclados ha venido disminuyendo haciéndose más común la demanda de dicha tecnología para realizar la partida de sostenimiento de los taludes verticales en las obras modernas con sótanos profundos de nuestra capital.

1.2 CONTEXTO ACTUAL

Actualmente una partida muy importante en las construcciones modernas de edificio de oficinas y multifamiliares son los sótanos, y las tecnologías para sostener los empujes laterales de los taludes verticales han venido desarrollándose técnica y tecnológicamente.

La calzadura, ha sido una técnica muy utilizada que trabaja en virtud al alto grado del ángulo de fricción y cohesión aparente del suelo gravoso de lima que proporciona las condiciones suficientes para la excavación por debajo de las estructuras vecinas en paños realizados de forma alternada. Entre las más representativas obras de calzaduras tenemos al local de la SUNAT en la avenida Benavides, el Hotel Marriot y el local del Banco de la Nación en la esquina de las avenidas Javier Prado y Arequipa que cuentan con 5 sótanos.



Figura 1.1. Banco de la Nación que cuenta con 5 niveles de sótanos sostenidos por calzaduras

Así mismo,

Las principales ventajas de los muros anclados respecto de las calzaduras son las siguientes:

1.- Por el lado de la seguridad: Los Muros Anclados son un proceso geotécnico, que mantiene la ejecución intercalada de los paños pero reduciendo el espesor de muro, ganando área techada en los sótanos y conservando una buena calidad que ofrece seguridad y buen diseño.

2.- Por el lado económico, hace diez años atrás un Muro Anclado costaba hasta tres veces más que una calzadura, sin embargo hoy es más económico. Los Muros Anclados no son provisionales sino que conforman parte de la superestructura como muros perimetrales. Y finalmente los muros anclados pueden alcanzar grandes profundidades jamás alcanzadas por calzaduras, ejemplo Lima Central Tower de hasta 32,00m de profundidad. Actualmente se encuentran en etapa de diseño proyectos tales como Cuartel San Martín de hasta 35,60m o Torre Custer de hasta 36,20m.

1.3 FRICCIÓN UNITARIA (q_s)

La fricción unitaria (q_s) es un valor que nos permite medir el rozamiento entre el suelo y un elemento a tracción. En el tema de anclajes postensados, conocer el valor de q_s es elemental para poder diseñar la longitud de bulbo necesaria que vaya a resistir la fuerza de tensado.

Haciendo uso de la correlación propuesta por Michel Bustamante (1986) en "Un método para el cálculo de los anclajes y micropilotes inyectados", donde según los valores de SPT podemos hallar el q_s para suelos granulares y suelos cohesivos, ver Anexo 1. Es así que asumiendo un valor de $N_{SPT}=100$ golpes podemos trabajar con un $q_s=500\text{kN/m}^2$. En la corta experiencia del autor, asumir un $N_{SPT}=100$ golpes en la grava de Lima es bastante conservador, queda al interés del lector hacer un apropiado ensayo de PullOut¹.

¹ Ensayo de PullOut o de arrancamiento en el caso de anclajes postensados, consiste en perforar una serie de anclajes con características definidas y tensorlos hasta llegar a su carga límite, y encontrar así el parámetro de fricción unitaria que es intrínseco del suelo.

1.4 ESTUDIOS REALIZADOS EN EL CONGLOMERADO DE LIMA

El conglomerado de Lima ha sido ampliamente estudiado por distintos autores. A continuación presentamos una tabla resumen de algunos estudios In-Situ de especialistas reconocidos en nuestro medio, sobre el conglomerado típico de la ciudad de Lima.

Tabla 1.1 Estudios realizados en el conglomerado típico de Ciudad de Lima²

Ubicación	Tipo de estudio	Parámetros				Autor
		Z (m)	C (kN)	φ (°)	γ (t/m ³)	
Hospital del empleado	Cimentación zapata cuadrada en Lima metropolitana Corte directo In-Situ	8,0	40	36	-	Ing. Genaro Humala Aybar
Banco de la vivienda		10,0	40	40	-	
Ministerio de Educación		6,2	40	36	-	
Terreno de la Beneficencia Pública		9,0	60	37	2,20	
Taludes en Barranco	Tercio inferior	-	40	35	2,00	Dr. Jorge Alva Hurtado (1981)
Costa Verde Acantilados Punta-Chorrillos	Estabilidad de Taludes	-	60	39	2,20	Ing. Garcla (1984)
Costa Verde	Zapata cuadrada según Tersaghi-Peck y Vesic	2,0	40	$25 \leq \varphi \leq 40$	2,20	Ing. Alberto José Martínez Vargas
Varios lugares de Lima	Recopilación de datos sobre estabilidad de taludes en Lima	-	$40 \leq C \leq 80$	$36 \leq \varphi \leq 42$	$1,8 \leq \gamma \leq 2,2$	Ing. Msc. Arnaldo Carrillo Gil
Campus de UNMS	Intercambio vial	4,3	15	34	-	Tesis FIC-UNI 1996
Malecón de la Marina - Miraflores	Taludes Costa Verde	-	55	38,9	-	CISMID UNI-FIC

Los estudios anteriormente mencionados hacen referencia a los parámetros de fricción interna tales como ángulo de fricción y cohesión aparente. El ángulo de fricción es importante para cálculos de cimentación, mientras que para la estabilidad de taludes el parámetro más importante es la cohesión aparente que básicamente es el entrapamiento de las partículas granulares y gravas, las cuales aumentan la resistencia al corte a medida que aumentan las presiones de confinamiento a mayores profundidades. En un talud abierto, esta cohesión

² Ing. Alberto José Martínez Vargas, "Conglomerado de Lima Metropolitana en Cimentaciones", Agosto 2007

aparente se pierde a medida que el terreno en estado pasivo comienza a deslizarse sobre su superficie de falla, pudiendo llegar hasta ser nula.

En conclusión, dados los ensayos realizados por diferentes autores vemos que los parámetros internos de la grava de Lima promedia $\varphi=38^\circ$ y $C=40\text{kN}$. Sin embargo en el desarrollo del presente informe daremos una conclusión y recomendaciones acerca de los parámetros finales, lo cual estará acorde a la seguridad y confiabilidad de nuestros diseños.

CAPÍTULO II: ELEMENTOS UTILIZADOS

El sistema de perforación de un anclaje es por rotopercusión. Este es un sistema de perforación que utiliza el aire comprimido para accionar el martillo o herramienta de perforación al mismo tiempo que crea una circulación y transporte del detritus hacia el exterior de la perforación. Simultáneamente a la percusión se imprime al varillaje un movimiento rotativo por medio del cabezal de la máquina de perforación también conocido como bit de perforación.

2.1 BIT DE PERFORACIÓN

El Bit de perforación es un elemento compuesto por aleaciones de carbono y tungsteno, tiene diferentes diámetros los cuales son más anchos que los torones del anclaje. Podemos encontrar distintos tipos de Bit con variados diámetros, y a su vez estos con el uso se van desgastando y perdiendo su diámetro original. Los bits más comerciales para anclajes son el ODEX90, ODEX115 y Tricono, siendo sus diámetros 90mm, 115mm y 170mm. Cabe resaltar que dependiendo del tipo de suelo, el diámetro de la perforación aumenta, es decir no es lo mismo perforar en un material arcilloso donde el desmoronamiento por vibración es menor que el desmoronamiento en un suelo arenoso, y mucho menor que en un suelo gravoso. Por tal motivo sea cual sea el diámetro del bit de perforación, se recomienda la amplificación del diámetro del bit de perforación según la siguiente tabla.

Tabla 2.1 Amplificación del diámetro de perforación según el tipo de suelo

Suelo	Arcilloso	Arenoso	Gravoso
Amplificación del diámetro	25 mm	50 mm	75 mm

En la práctica cada diseñador amplifica el diámetro de perforación según su experiencia y criterio.

2.2 DESCRIPCIÓN DEL ANCLAJE

Los anclajes están compuestos por un conjunto de cables de alta resistencia y baja relajación. Según la cámara de construcción de Chile, estos cables de cumplir los siguientes parámetros:

Tabla 2.2. Características físico mecánicas de los cables de tensado

TIPO DE CABLE	13 mm (0.5")		15 mm (0.6")	
	Euronorma 138 79 o BS 5896: 1980 Super	ASTM A 416-85 Grado 270	Euronorma 138 79 o BS 5896: 1980 Super	ASTM A 416-85 Grado 270
Diámetro nominal (mm)	12.9	12.7	15.7	15.2
Sección nominal (mm ²)	100	98.7	150	140
Peso por metro (kg/m)	0.785	0.775	1.18	1.10
Límite elástico (Mpa)	1580 ¹⁾	1670 ²⁾	1500 ¹⁾	1670 ²⁾
Resistencia a la tracción (Mpa)	1860	1860	1770	1860
Carga de rotura garantizada (kN)	186.0	183.7	265.0	260.7
Carga al 0,1% de deformación (kN)			235	221
Módulo de Elasticidad (Gpa)	Aprox. 195			
Relajación al cabo de 1000 h a 20°C y 0.7% de carga de rotura garantizada	max. 2.5			

1) Valor correspondiente a una deformación remanente del 0.1%

2) Valor correspondiente a un alargamiento efectivo del 1%

Los cables de tensado con el cual trabajaremos es 15mm caracterizado por la euronorma y norma alemana. Cuyo diámetro es de 0,6pulgadas y su resistencia característica es de 235kN, según la norma DIN 1054-1 la máxima fuerza de tensado a la que serán sometido estos anclajes será del 90% de su resistencia característica, es decir 210kN.

Así mismo la norma DIN 1054-2005 establece lo siguiente:

$$R_{i,d} = \frac{R_{i,k}}{\gamma_M} = \frac{235}{1.15} = 204,3kN$$

Esta carga deberá ser comparada con la carga de diseño de los anclajes:

$$F_{w,d} = F_{w,k} \cdot 1.35$$

Donde:

$R_{i,d}$: Resistencia de diseño característica del anclaje.

$R_{i,k}$: Resistencia de servicio característica del anclaje.

γ_M : Factor parcial de reducción de la carga resistente, igual a 1,15.

$F_{w,d}$: Fuerza de diseño solicitada y factorada del anclaje.

$F_{w,k}$: Fuerza de servicio solicitada para el anclaje.

γ_G : Factor parcial de amplificación de la fuerza solicitada, igual a 1,35 en estado estático y 1,10 en estado sísmico.

2.3 PARTES DE UN ANCLAJE.

El anclaje postensado está compuesto por un conjunto cables como lo que se describieron en el capítulo anterior, a este conjunto de cables se le conoce como torón. Dependiendo de la fuerza de tensado solicitada el torón estará compuesto por una cantidad específica de cables.

Para las etapas de perforación, inyección de la lechada y tensado tenemos determinadas partes del anclaje que cumplen una función específica, en la figura a continuación se muestran las principales partes de un anclaje:

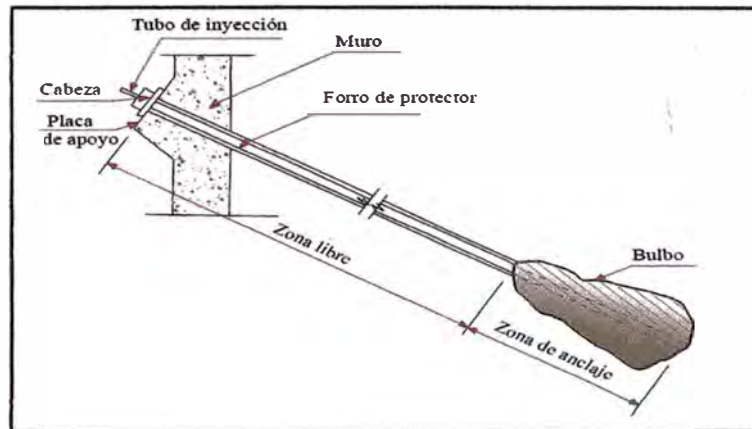


Figura 2.1. Partes de un anclaje

2.3.1 Zona libre.

La longitud libre, es el tramo del anclaje embebido y a la vez aislado del terreno circundante por medio de un forro protector. Tiene la función de permitir libremente la deformación axial de los tendones de acero para controlar la carga del anclaje.

Además, la longitud libre del anclaje sirve para garantizar que la zona de bulbo se encuentre a una distancia prudente de la superficie de falla, según el criterio del diseñador.

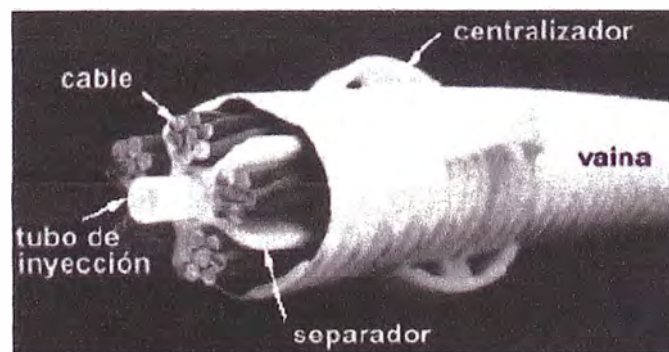


Figura 2.2. Zona libre

2.3.2 Zona de anclaje o bulbo.

Es el tramo del anclaje embebido en el terreno y adherido al mismo en donde se desarrolla y trasmite los esfuerzos de tracción por rozamiento. El bulbo es inyectado a una ligera presión y en algunos casos por simple gravedad con el fin de que se mezcle con el terreno a través de los intersticios.

El diámetro del bulbo depende básicamente del tipo de bit, o cabeza de perforación, y del tipo de terreno. Es decir, por el ejercicio mismo de la perforación, el material circundante al bit sufre alteraciones por vibración ya que el sistema de rotopercusión remueve el terreno circundante formándose así la zona que posteriormente será llenada con la inyección de la lechada de mortero formando el bulbo del anclaje.

En el capítulo 4 se mostrarán los detalles para el diseño del mismo.

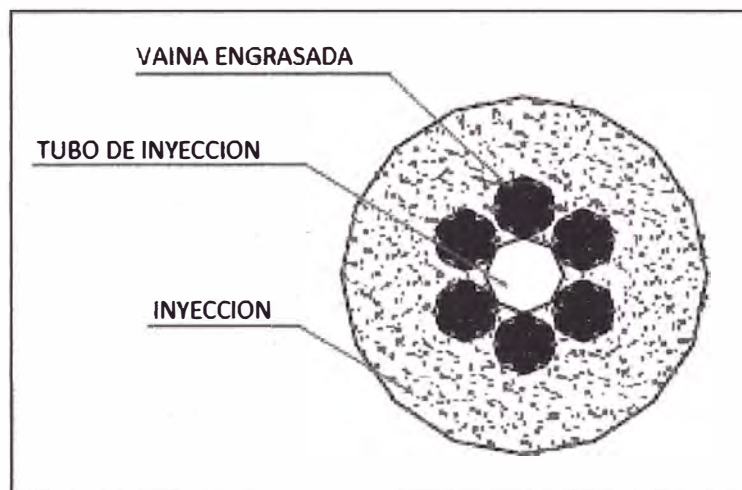


Figura 2.3. Sección de la zona de anclaje o bulbo

En la figura anterior se muestra la sección del anclaje en la zona de bulbo

2.3.3 Placa de apoyo o cabeza.

El sistema de apoyo del anclaje puede estar compuesto por una placa y cuñas macho hembra para cordones y cables. Los cables son tensados con gatos apoyados sobre un bloque de concreto armado o sobre el mismo muro.

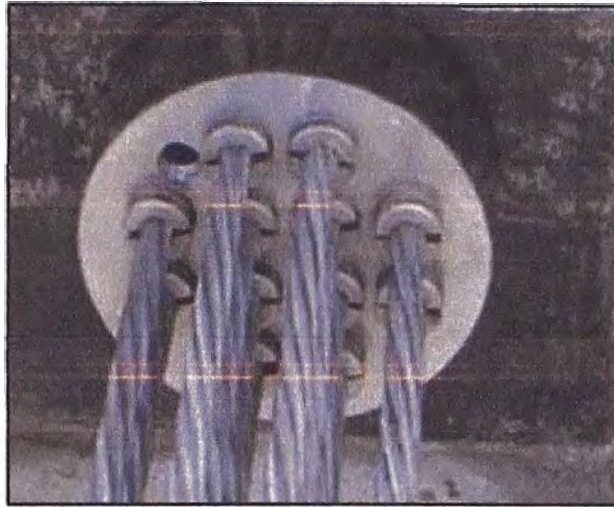


Figura 2.4. Placa de apoyo y cabeza de sostenimiento para tensado. Notar las cuñas en los cables

CAPÍTULO III: METODOLOGÍA DE ANÁLISIS

Es necesario establecer las bases para el diseño particular que el autor suele considerar de forma cotidiana en sus análisis de estabilidad de muros con anclajes postensados.

A continuación se presentan las consideraciones de empujes, sobrecargas y método de equilibrio límite utilizado.

3.1 EMPUJES DEL SUELO

Para considerar los empujes del suelo se debe recordar que los muros con anclaje postensado son estructuras de contención flexible, las cuales en contraposición con las estructuras rígidas soportan los empujes de tierra desarrollando esfuerzos de flexión considerables y debido a sus deformaciones modifican la configuración de los empujes del terreno.³

3.1.1 Métodos tradicionales para empujes en muros de contención rígidos

Los empujes de tierra son generalmente obtenidos mediante los métodos planteados por Coulomb en 1776 y Rankine en 1857.

La teoría de Coulomb plantea que aplicando el método de máximos y mínimos en el problema de los empujes de tierra se logra definir un comportamiento de rotura denominado "línea de rotura crítica" que se crea en la parte posterior del muro cuando se ha alcanzado la condición de equilibrio límite, la cual es obtenida después de haber estudiado varias superficies potenciales de falla. La teoría de Coulomb supone un sólido rígido que entra en movimiento después de haber superado la máxima resistencia cortante a lo largo de una superficie potencial de falla.⁴

Así mismo la teoría planteada por Rankine añade el concepto de plasticidad al estudio de empujes de suelo. Mediante la aplicación de la teoría de la resistencia de Coulomb, Rankine determinó los estados tensionales que se generan en el interior de una masa semi infinita de arena cuando esta se relaja o se comprime

³ Ortuño, L. (2005) "Empujes sobre Muros. Muros convencionales"

⁴ Jara, G. (2008) "Estudio de la aplicabilidad de materiales compuestos al diseño de estructuras de contención de tierras y su interacción con el terreno, para su empleo en obras de infraestructura viaria"

en el plano horizontal, con el propósito de definir las condiciones límites que puede desarrollar el material al momento de alcanzar el estado de rotura. Esta condición de rotura propuesta por Rankine implica que toda la masa se encuentra en estado de equilibrio plástico, es decir todos sus puntos se encuentran al borde de la falla.

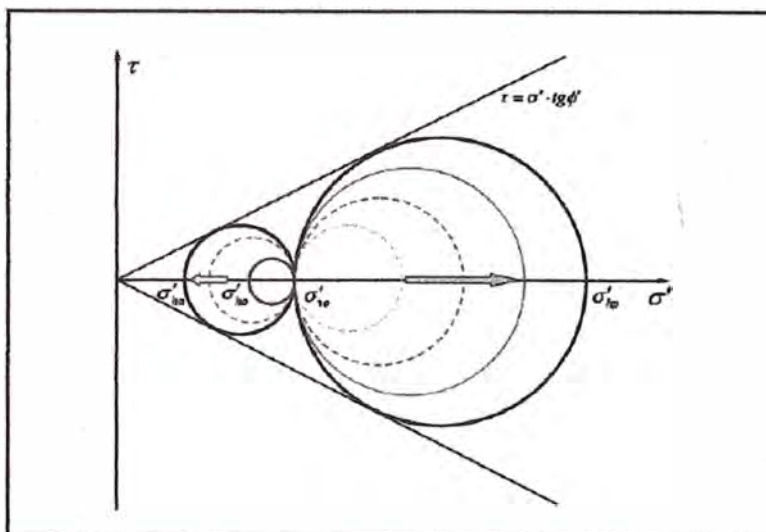


Figura 3.1. Estado de equilibrio plástico representados por los círculos de Mohr

En la figura anterior se presentan los estados de esfuerzos que producen la falla por relajación en el plano horizontal (σ_3), considerando que el esfuerzo vertical se mantiene constante (σ_1).

Cuando toda la masa de arena sufre un movimiento horizontal por relajación de sus partículas se produce el denominado estado activo. Y cuando toda la masa de arena sufre un movimiento horizontal de compresión de sus partículas se produce el denominado estado pasivo. Además cabe resaltar que un movimiento adicional de relajación o compresión de sus partículas no produce estado de esfuerzos superiores pues ya se ha alcanzado un estado de rotura de la masa de arena.

3.1.2 Distribución de Empujes en Muros Anclados

La distribución de empujes de suelo que se desarrollan en el muro anclado es más complicada que las tradicionales distribuciones de empujes propuestas por Rankine y Coulomb. Esta distribución de empujes depende de la magnitud y

distribución de las deformaciones laterales que se presentan en el muro. Además estas deformaciones laterales están sujetas a la rigidez del muro, la resistencia al corte del suelo, la separación vertical de los anclajes y las sobrecargas colindantes en la cresta del talud.

Para hallar la estabilidad de un talud que presenta una distribución de empujes con elementos flexibles se incluye el uso de empujes aparentes, cuñas deslizantes y cálculos basados en equilibrio límites que hacen referencia a lo propuesto por Rankine y Coulomb, como por ejemplo el método de Jambu el cual será visto en el ítem 3.3.

Tersaghi y Peck (1967) y Peck (1969) desarrollaron diagramas de presiones semi-empíricos. Donde la distribución para arenas es rectangular y la distribución para arcillas es trapezoidal.

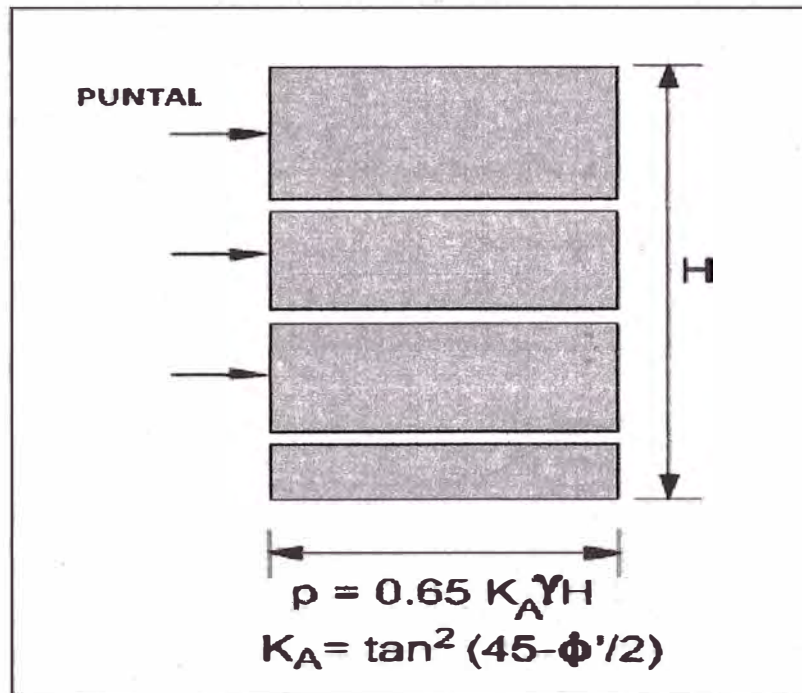


Figura 3.2. Diagrama de presiones propuesto por Tersagui y Peck para arenas

Los diagramas de Tersaghi y Peck resultan ser conservadores pero muy bien aplicados para muros anclados.

Cabe mencionar que la FHWA 1999 y la EAB 2008 ha desarrollado unos diagramas que simplifican la distribución de los empujes en muros pantalla, los

cuales algunos proyectistas lo aplican para sus diseños de muros anclados. Pero se incurre en un pequeño error debido a que estos diagramas simplificados incluyen una fuerza de reacción del empuje pasivo por debajo del nivel de fondo de cimentación del muro.

a) Diagrama aparente según FHWA 1999

Como ya lo mencionamos antes, este es un método aplicado generalmente para muros pantalla, pues supone una reacción por el empuje pasivo en la parte inferior del muro, logrando así una reducción en la última línea de anclaje.

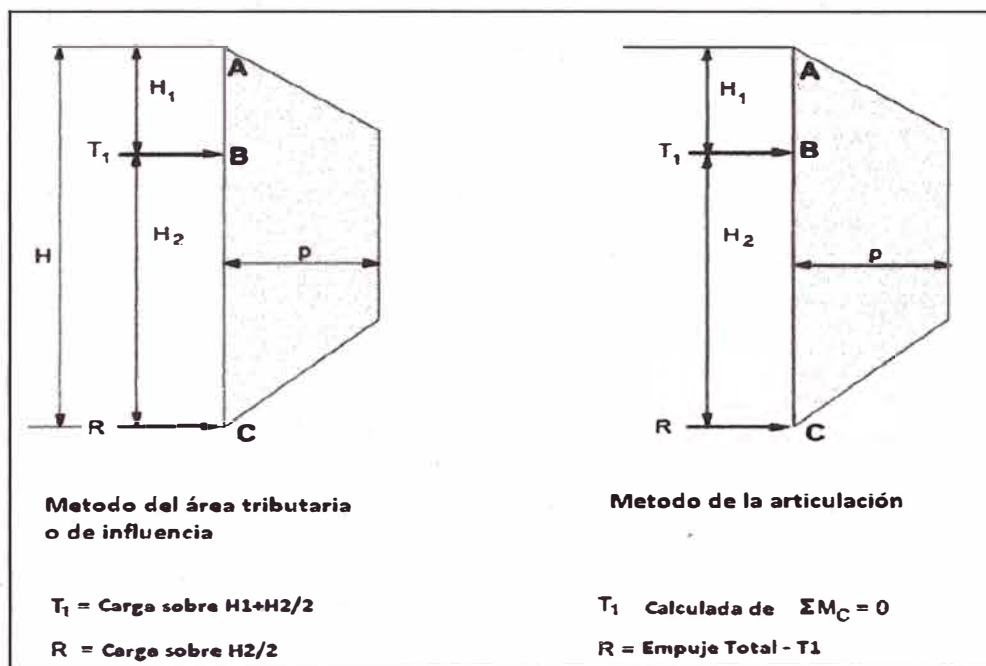


Figura 3.3. Redistribución de empujes para una línea de anclaje. FHWA 1999

Para hallar las reacciones de las líneas ancladas se puede hacer uso del método del área tributaria o el método de la articulación, los cuales se encuentran descritos en la figura 3.3.

Así mismo, en la figura 3.4 se muestra el diagrama aparente de presiones para varias líneas de anclaje, manteniendo una distribución trapezoidal. Estos métodos suponen una articulación en la base, haciendo cero el momento flector.

Una forma de minimizar la carga de reacción (R) es eliminando su área de influencia y ampliando la del último anclaje. De esta forma podemos acercarnos a lo estimado en los muros anclados.

Ambos métodos han proporcionado estimaciones razonables de las cargas de tensión de los anclajes sobre suelos competentes.

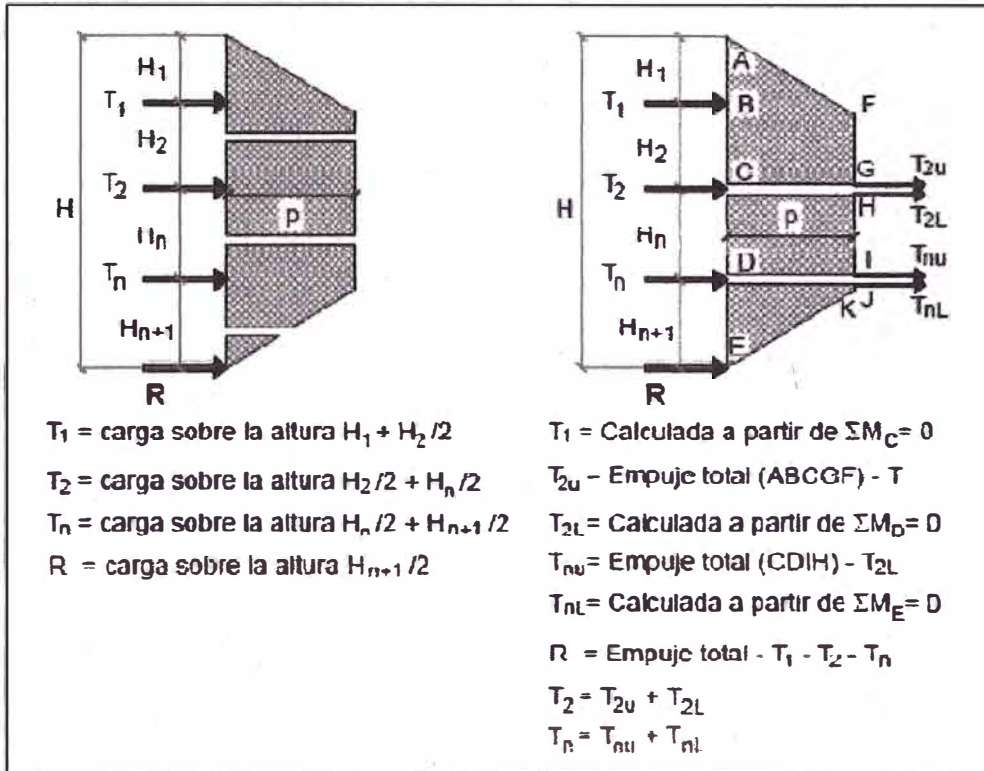


Figura 3.4. Redistribución de empujes para varias líneas de anclaje. FHWA 1999

b) Diagrama aparente según EAB 2008

Los diagramas de empujes propuestos por la EAB son reconocidos en las normas alemanas y europeas, bajo la cual están programados los softwares más utilizados en nuestro medio para el diseño de muros anclados. Esta norma también supone una distribución de empujes para un muro pantalla, y las consideraciones previas a tener en cuenta son las siguientes:

- Se toma en cuenta la teoría clásica del empuje de suelo, donde la distribución de presiones es directamente proporcional a la profundidad, tomando el valor de cero en la superficie.
- La redistribución de presiones del muro están en función de la rigidez del muro y la deflexión del pie del muro.

- El mayor valor de la ordenada se encuentra en la zona de redistribución y depende de la cantidad de anillos de anclaje que tiene el muro pantalla, para más detalle ver las figuras 3.3, 3.4 y 3.5.

La EAB propone una distribución de empujes simplificada según la cantidad de líneas de anclaje y la proporción de su altura.

En la figura 3.5 tenemos una sola línea de anclaje donde en a) el anclaje debe estar hasta a $0,1H$ del borde superior del Talud para que el diagrama sea rectangular. En b) el anclaje debe estar de $0,1H$ a $0,2H$ del borde del Talud y el diagrama será birectangular cumpliéndose la relación $e_{h_0,k}/e_{h_u,k}$ igual a 1,2. Finalmente en c) el anclaje debe estar de $0,2H$ a $0,3H$ del borde del Talud y en el diagrama birectangular deberá cumplirse que la relación $e_{h_0,k}/e_{h_u,k}$ igual a 1,5.

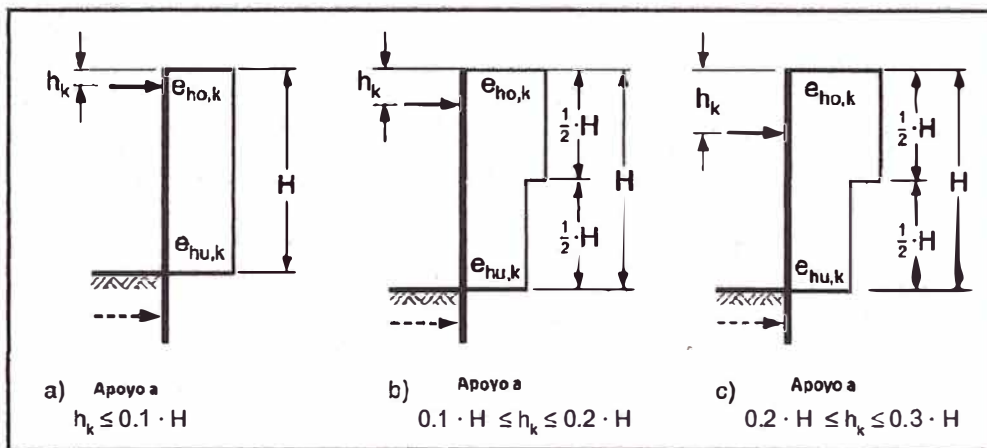


Figura 3.5. Redistribución de empujes para una línea de anclaje. EAB, 2008

En la figura 3.6 se muestran los casos en los que el muro es sostenido por 2 líneas de anclaje. En la figura a) el anclaje superior se encuentra al borde del talud y el segundo anclaje se encuentra por encima de la mitad del talud, y la distribución birectangular mantiene la relación $e_{h_0,k}/e_{h_u,k}$ igual a 1,5. En b) cuando el anclaje superior se encuentra cerca al borde del talud y el segundo se encuentra aproximadamente a la mitad del talud y la relación $e_{h_0,k}/e_{h_u,k}$ debe ser igual a 2,0. Finalmente, cuando el anclaje superior se encuentra muy abajo del borde del talud y el segundo anclaje se encuentra muy debajo de la mitad del talud, entonces se adoptará el diagrama trapezoidal mostrado en la figura 3.6 c).

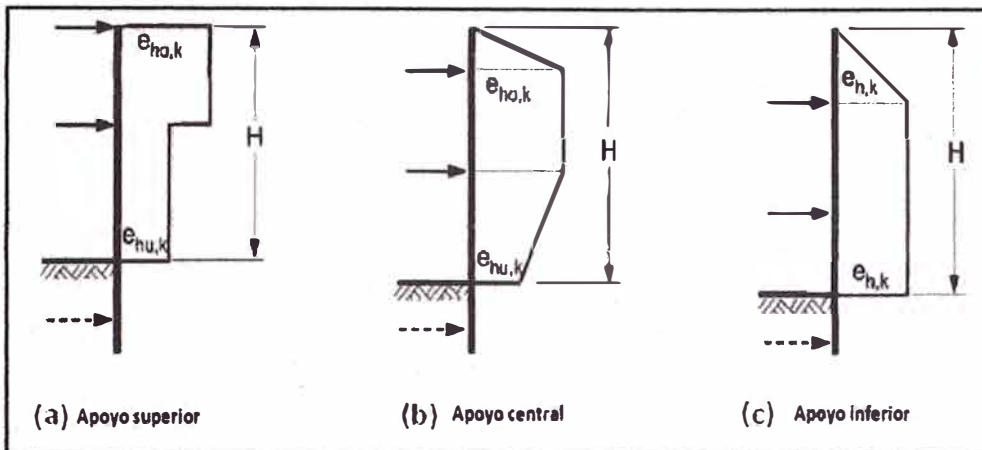


Figura 3.6. Redistribución de empujes para dos líneas de anclajes. EAB, 2008

Finalmente en la figura 3.7 se muestra la distribución de empujes para un muro sostenido por 3 o más líneas de anclajes, esta distribución puede considerarse como realista si cumple los siguientes requisitos, los puntos de quiebre del diagrama estén a la altura de los anclajes, la relación $e_{ho,k}/e_{hu,k}$ debe ser igual a 2,0, y la resultante del diagrama debe estar entre una altura 0,4H a 0,5H desde el borde del talud inferior.

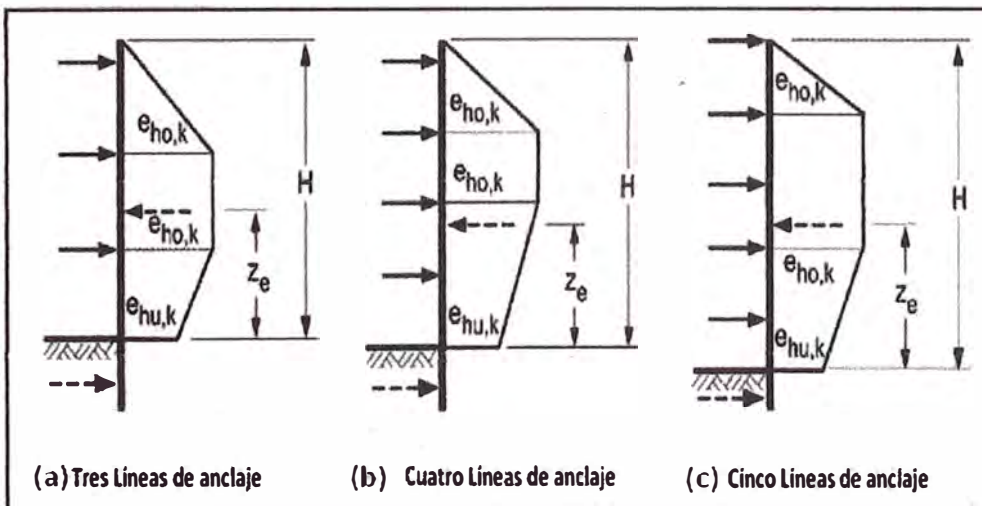


Figura 3.7. Redistribución de empujes para tres o más líneas de anclajes. EAB, 2008

Cualquiera de estos métodos deben ser usados con criterio sabiendo cual fue el fundamento con el cual han sido propuestos y cuál es su método de cálculo de las fuerzas de tensado.

3.2 SOBRECARGAS COLINDANTES

El presente subcapítulo hace referencia a las sobrecargas en la cresta del talud que se considerarán según la estructura colindante que se encuentre.

Mínimamente consideraremos una sobrecarga de 10kN/m^2 . Es decir para calles, avenidas, parques, terrenos baldíos, etc.

Y la sobrecarga será proporcional a la cantidad de pisos de la estructura colindante, teniendo un valor de 10 kN/m^2 por cada piso.

Tabla 3.1. Consideraciones para sobrecargas colindantes

Estructura	Sobrecarga (kN/m^2)
Calles, avenidas, parques	10
Estructura de 1 piso	10
Estructura de 2 pisos	20
Estructura de "n" pisos y "m" sótanos	$(n + m)*10$

3.3 MÉTODO DE JAMBU

El método de Jambu es un método de equilibrio límite en el que se comparan las fuerzas desestabilizadoras con las fuerzas resistentes que se desarrollan en las probables superficies de falla gracias a la resistencia cortante del suelo.

Está normalizado por un factor de seguridad, el cual es una relación cuantitativa entre las fuerzas resistentes y las fuerzas desestabilizadoras. Para el estado estático, consideramos un factor de seguridad de 1,4 y para el estado constructivo, consideramos un factor de seguridad de 1,3 según la norma DIN 1054-1.

Jambu traza una probable superficie de falla y al dividirla en dovelas, simplifica el problema, suponiendo que las fuerzas entre dovelas son horizontales. A su vez establece un factor de forma, f_0 , que depende de la curvatura de la superficie de falla. Cabe mencionar que el método de Jambu satisface el equilibrio de esfuerzos y de momentos a excepción de la última dovela superior

Las fuerzas actuantes en una dovela se muestran en la siguiente figura 3.8:

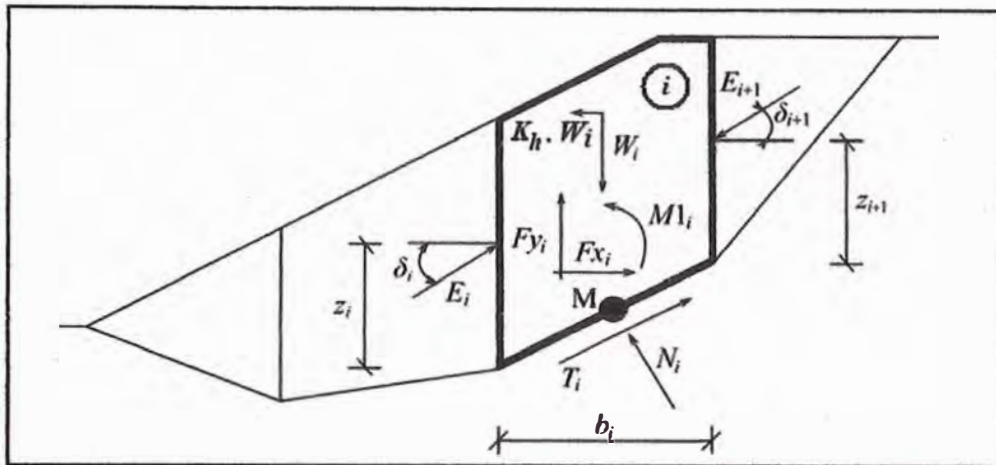


Figura 3.8. Diagrama de fuerzas actuantes en el método de Jambu

Dónde:

W_i : peso de la dovela. En caso de sismo se le adiciona la influencia del coeficiente vertical k_v

$K_h \cdot W_i$: Fuerza de inercia horizontal para el caso de sismo

N_i : Fuerza normal en la superficie de deslizamiento

T_i : Fuerza de corte en la superficie de deslizamiento

E_i : Fuerzas ejercidas por cuerpos vecinos a la izquierda

E_{i+1} : Fuerzas ejercidas por cuerpos vecinos a la derecha

F_{x_i} , F_{y_i} : Otras fuerzas horizontales y verticales actuando en la dovela

M_i : Momento de las fuerzas F_{x_i} , F_{y_i} rotando alrededor de M , el cual es el centro de la superficie de fondo de la dovela

CAPÍTULO IV: DISEÑO DE LOS ANCLAJES POSTENSADOS INYECTADOS

Después de hacer el análisis de equilibrio límite teniendo en cuenta el diagrama de empujes simplificado recomendado por la EAB y hallando las fuerzas de tensado necesarias en cada punto de anclaje según las condiciones de suelo y sobrecargas colindantes, se procede a diseñar el anclaje, el cual consta de 3 partes:

4.1 CANTIDAD DE CABLES

Para hallar la cantidad de cables es necesario mayorar la fuerza de tensado y dividir la misma entre la resistencia minorada del cable, tal como se muestra en la siguiente fórmula:

$$N.cables = \frac{F_{w,k} \cdot \gamma_G}{R_{i,k} / \gamma_M} = \frac{F_{w,d}}{R_{i,d}}$$

Dónde:

$R_{i,d}$: Resistencia de diseño característica del anclaje.

$R_{i,k}$: Resistencia de servicio característica del anclaje.

γ_M : Factor parcial de reducción de la carga resistente, igual a 1,15.

$F_{w,d}$: Fuerza de diseño solicitada y factorada del anclaje.

$F_{w,k}$: Fuerza de servicio solicitada para el anclaje.

γ_G : Factor parcial de amplificación de la fuerza solicitada, igual a 1,35 en estado estático y 1,10 en estado sísmico.

4.2 LONGITUD DE BULBO

La longitud de bulbo se obtiene mediante la siguiente expresión:

$$L_v = \frac{F_{w,d} \cdot \gamma_P}{q_{s1,k} \cdot \pi \cdot D} \geq L_{v\min}$$

Donde:

$F_{w,d}$ = Fuerza de diseño de los anclajes: $F_{w,d} = F_{w,k} \cdot \gamma_G$

γ_G = Factor parcial de mayoración según DIN1054:2010 es 1,15

γ_P = Factor parcial de mayoración según DIN1054:2010 es 1,40

$q_{s1,k}$ = Fricción unitaria que puede activar la interfaz suelo-bulbo en kN/m².

D = Diámetro de la perforación mayorado según el tipo de suelo, tabla 2.1

$L_{v\min}$ = Longitud de bulbo mínima, la cual puede definirse por la norma más conservadora PTI igual a 4,50m

Según nuestra aproximación de fricción unitaria hemos recomendado trabajar con un valor conservador de 500 kN/m²

4.3 LONGITUD LIBRE

La longitud libre estará definida según el análisis de estabilidad por equilibrio límite. Tomando un valor mínimo de 4,50m que permita la libre deformación de los tendones mientras se va tensando hasta alcanzar la carga de diseño.

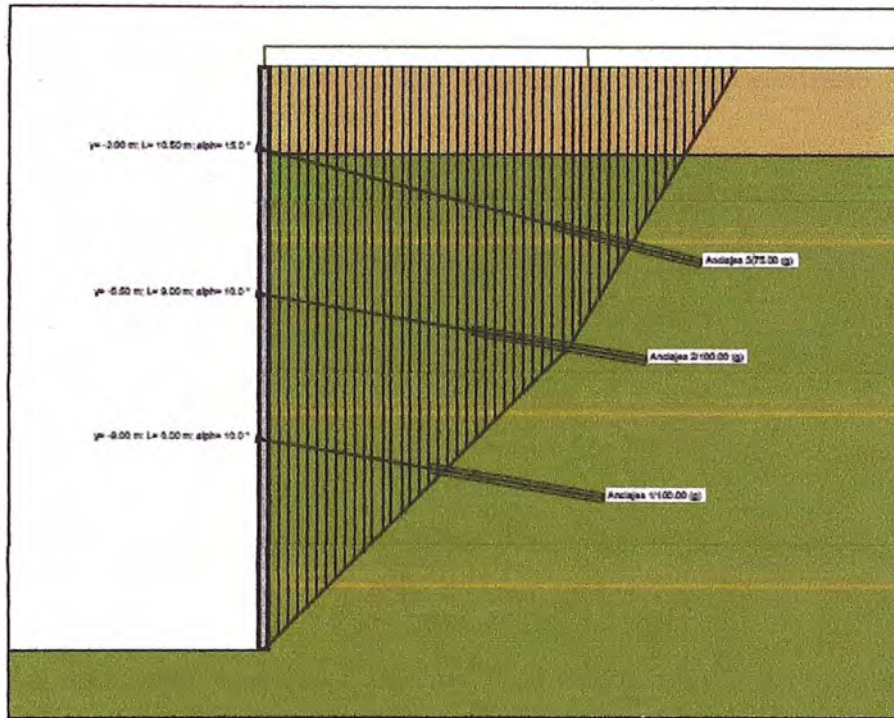


Figura 4.1. Análisis de estabilidad de un talud mediante anclajes postensados

La longitud libre queda definida en los análisis de estabilidad del talud cuando el factor de seguridad obtenido es aceptable. Según las recomendaciones alemanas, en la EAB y la norma DIN 1054, los valores mínimos son de 1,40 para una situación estática, 1,10 para una situación sísmica y 1,30 para una etapa intermedia o constructiva. Es decir, cuando las fuerzas de los anclajes y las longitudes satisfacen dichos valores mínimos, podemos dar como asegurada la estabilidad del muro anclado.

Es posible aumentar la longitud libre y esto nos dará mayores valores de factor de seguridad, estas recomendaciones están definidas por la PTI y la cámara chilena que son algunos de los documentos revisados para el presente informe.

CAPÍTULO V: CASOS PRÁCTICOS

A continuación presentamos en resumen algunos proyectos ejecutados en nuestra ciudad. Actualmente dichos proyectos se encuentran culminados y sus anclajes han sido destensados después del vaciado de las losas de entrepiso. Cabe mencionar que los anclajes no se dejan tensados para evitar accidentes en futuras obras colindantes al momento excavar en la zona circundante a los bulbos.

5.1 EDIFICIO MULTIFAMILIAR PEZET

El proyecto está ubicado en el distrito de Miraflores, de la ciudad de Lima se optó para sostener los muros de 4 sótanos con anclajes postensados.

Actualmente el edificio multifamiliar Pezet se encuentra construido al 100% sin presentar mayores deformaciones que se haya provocado en los proyectos vecinos.

El proyecto constó de 4 zonas de diseño:

Zona 1, tiene como profundidad máxima 14,55 metros y tiene como sobrecarga la avenida Pezet y será el paso de volquetes al borde del talud.

Zona 2, tiene como profundidad máxima 16,00 metros y tiene como sobrecarga el patio del colegio Belén y alejado 8,00m se encuentran salones de 2 pisos.

Zona 3, tiene como profundidad máxima 15,45 metros y tiene como sobrecarga una casa de 4 pisos.

Zona 4 tiene como profundidad máxima 18,05 metros y tiene como sobrecarga una casa de 4 pisos.

Otras consideraciones:

Los niveles de excavación son paralelos a los largo de todo el perímetro del proyecto.

Los anclajes tienen una separación vertical de 3,0m a 3,50m y una separación horizontal de 4,00m a 4,70m.

Principales resultados:

La máxima carga de servicio solicitada es de 108tn y la mínima es de 33tn.

La máxima longitud total del anclaje es de: 13,50m

La máxima longitud de bulbo del anclaje es de: 6,50m

Los resultados en detalle se encuentran en el anexo 3.1

5.2 EDIFICIO MULTIFAMILIAR ALCANFORES

El proyecto está ubicado en el distrito de Miraflores, de la ciudad de Lima se optó para sostener los muros de 2 sótanos con anclajes postensados.

Actualmente el edificio multifamiliar Alcanfores se encuentra construido al 100% sin presentar mayores deformaciones que se haya provocado en los proyectos vecinos.

El proyecto constó de 5 zonas de diseño:

Zona 1, tiene como profundidad máxima 7,55 metros y tiene como sobrecarga la calle Alcanfores.

Zona 2A, tiene como profundidad máxima 7,55 metros y tiene como sobrecarga una casa de 2 pisos.

Zona 2B, tiene como profundidad máxima 9,75 metros y tiene como sobrecarga una casa de 2 pisos.

Zona 3A, tiene como profundidad máxima 11,35 metros y tiene como sobrecarga una casa de 2 pisos.

Zona 3B, tiene como profundidad máxima 11,35 metros y tiene como sobrecarga una casa de 2 pisos.

Otras consideraciones:

Los niveles de excavación son paralelos a los largo de todo el perímetro del proyecto.

Los anclajes tienen una separación vertical de 3,0m a 3,50m y una separación horizontal de 3,45m a 3,70m.

Principales resultados:

La máxima carga de servicio solicitada es de 78tn y la mínima es de 47tn.

La máxima longitud total del anclaje es de: 10,00m

La máxima longitud de bulbo del anclaje es de: 4,10m

Los resultados en detalle se encuentran en el anexo 3.2

5.3 ESTABILIDAD DE MUROS ANCLADOS A DISTINTAS SOBRECARGAS

Recomendaciones dadas por PTI:

Para definir la longitud libre después de un análisis de estabilidad, PTI recomienda que el bulbo se encuentre alejado de la superficie potencial de falla a $H/5$, 1,50 ó cualquiera que se máxima.

Recomendaciones dadas por la Cámara Chilena:

Para definir la longitud libre después de un análisis de estabilidad, la cámara Chilena recomienda que el bulbo se encuentre alejado de la superficie potencial de falla a $H/5$, 1,50 ó cualquiera que se mínima.

A continuación presentamos el diseño de muros anclados para taludes de una altura de 13,50m con colindantes de distinta cantidad de pisos.

Se han tomado 3 tipos de consideraciones para dar como solución las cargas de tensado y las longitudes totales.

En el primer caso se ha considerado que el suelo granular tiene un ángulo de fricción igual a 38° y la cohesión aparente que presenta este mismo será considerada nula según la norma de cimentaciones. Además se ha considerado las recomendaciones dadas por el PTI para establecer la longitud libre.

En el segundo caso se ha considerado que el suelo granular tiene un ángulo de fricción igual a 38° y cohesión aparente de 40kN. Además se ha considerado las recomendaciones chilenas para establecer la longitud libre.

En el tercer caso se ha considerado que el suelo granular tiene un ángulo de fricción igual a 38° y cohesión aparente de 20kN. Además se ha considerado las recomendaciones dadas por el PTI para establecer la longitud libre

Comparación de los resultados:

	Caso 1								Long. Total Anclaje
	Lv	Lf	Lo	F.S.			Req. ⁵	Dist.	
				Est.	Cons.	Sis.			
Zona 1	7,20	7,80	15,0	1,42	1,45	1,21	2,30	2,66	42,00
	8,10	5,90	14,0				1,50	2,25	
	8,10	4,90	13,0				1,50	2,85	
Zona 2	7,90	9,10	17,0	1,45	1,30	1,25	2,30	3,96	48,00
	9,70	6,30	16,0				1,50	2,65	
	9,70	5,30	15,0				1,50	3,25	
Zona 3	11,20	7,80	19,0	1,72	1,29	1,48	2,30	2,66	54,00
	12,50	5,50	18,0				1,50	1,85	
	12,50	4,50	17,0				1,50	2,45	

	Caso 2								Long. Total Anclaje
	Lv	Lf	Lo	F.S.			Req. ⁶	Dist.	
				Est.	Cons.	Sis.			
Zona 1	5,40	6,70	12,10	1,62	2,09	1,33	1,50	1,56	31,80
	4,90	5,20	10,10				1,50	1,55	
	5,10	4,50	9,60				0,90	2,45	
Zona 2	6,50	6,70	13,20	1,63	1,83	1,38	1,50	1,56	36,20
	5,90	6,10	12,00				1,50	2,45	
	6,50	4,50	11,00				0,90	2,45	
Zona 3	9,00	6,70	15,70	1,58	1,57	1,39	1,50	1,56	42,70
	8,50	5,50	14,00				1,50	1,85	
	8,50	4,50	13,00				0,90	2,45	

	Caso 3								Long. Total Anclaje
	Lv	Lf	Lo	F.S.			Req. ⁷	Dist.	
				Est.	Cons.	Sis.			
Zona 1	6,30	7,50	13,80	1,51	1,80	1,27	2,30	2,36	36,80
	5,70	6,30	12,00				1,50	2,65	
	6,50	4,50	11,00				1,50	2,45	

⁵ Longitudes Requeridas según las recomendaciones del PTI.

⁶ Longitudes Requeridas según las recomendaciones de la cámara Chilena.

⁷ Longitudes Requeridas según las recomendaciones del PTI.

	Caso 3								Long. Total Anclaje
	Lv	Lf	Lo	F.S.			Req. ⁷	Dist.	
				Est.	Cons.	Sis.			
Zona 2	7,60	7,50	15,10	1,50	1,54	1,30	2,30	2,36	40,30
	6,90	6,10	13,00				1,50	2,45	
	7,70	4,50	12,20				1,50	2,45	
Zona 3	9,90	7,60	17,50	1,49	1,44	1,33	2,30	2,46	47,50
	8,90	6,10	15,00				1,50	2,45	
	10,50	4,50	15,00				1,50	2,45	

Para todos los casos se han obtenido factores de seguridad aceptables, 1,40 para una situación estática, 1,30 para una tapa intermedia o constructiva y 1,10 para una situación sísmica.

Se observa en el caso 1 que debido a la consideración de cohesión=0, las longitudes de los anclajes son bastante altas. Como ya se explicó en los capítulos anteriores, la cohesión en el conglomerado de Lima es una cohesión aparente producto del entrapamiento de las partículas, y considerarlo nulo es una consideración demasiado conservadora, por lo cual el siguiente caso se considera una cohesión=40kN.

Se observa en el caso 2 que debido a las consideraciones de cohesión=40kN (obtenido de los ensayos IN SITU) y por regirnos a las consideraciones de la Cámara Chilena, las longitudes de los anclajes son las más bajas. Esto nos lleva a obtener diseños económicamente más baratos y al mismo tiempo más riesgosos. Por lo cual se analiza un tercer caso.

Se observa en el caso 3 que debido a las consideraciones de cohesión=20kN, cohesión reducida pero no nula; y por regirnos a las consideraciones de la PTI, las longitudes de los anclajes son intermedias, relativamente aceptables. En dicho diseño se ha minimizado el riesgo, y se han obtenido factores de seguridad aceptables.

Los resultados en Detalle se encuentran en los anexos 3.3

CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 CONCLUSIONES

- Los muros anclados se han constituido en partida casi indispensable en la ciudad de Lima, en los proyectos de oficinas y multifamiliares que necesitan ganar espacio con sótanos.
- Para el suelo típico de la ciudad de Lima, es conservador asumir un valor de $N_{SPT}=100$ golpes, con lo cual, según la correlación propuesta por Michel Bustamante (1986), obtendríamos un valor de $q_s=500\text{kN/m}^2$.
- Dados los ensayos realizados por diferentes ingenieros investigadores, el autor propuso los siguientes parámetros de fricción interna para los análisis de estabilidad de taludes: $\varphi=38^\circ$ y $C=40\text{kN}$. Sin embargo, debido a las corridas de estabilidad del capítulo V se concluye que parámetros conservadores que nos dan longitudes de anclaje aceptables son: $\varphi=38^\circ$ y $C=20\text{kN}$.
- El diseño de los anclajes postensados se diseñan con carga límite de fluencia. La carga de fluencia está limitada al 0,1% de deformación.
- La estabilidad de muros en el conglomerado típico de la ciudad de Lima es regularmente con anclajes temporales, debido a que estos mismos son destensados después del vaciado de las losas de entrepiso.
- Los cálculos de reacciones de un muro anclado debido a los empujes activos y pasivos son relativamente engorrosos, por lo cual los diagramas de empujes simplificados nos ayudan a obtener las fuerzas de tensado con una aproximación que se encuentra en el lado conservador de diseño.
- La sobrecarga será proporcional a la cantidad de pisos de la estructura colindante, teniendo un valor de 10 kN/m^2 por cada piso. Además la sobrecarga mínima será de 10kN/m^2 aplicada en la cresta del talud.
- Según la fórmula:

$$N_{\text{cables}} = \frac{F_{w,k} * \gamma_G}{R_{i,k} / \gamma_M} = \frac{F_{w,d}}{R_{i,d}}$$

Después de aplicar los factores de reducción y mayoración, cada torón soporta 151,3kN. Es decir, si la fuerza de tensado que necesita un anclaje en particular es de 800kN, se necesitará un anclaje con $(800/151,3=5,28)$ 6 torones.

- Las recomendaciones de PTI son más conservadoras que las recomendaciones de la cámara Chilena. Las recomendaciones del PTI considera mayor metraje para la longitud libre con la finalidad de alejar la zona de bulbo de la superficie potencial de falla.

6.2 RECOMENDACIONES

- Se recomienda hallar el valor de fricción unitaria con un respectivo ensayo de PullOut.
- Se recomienda aplicar la tabla 2.1 para la amplificación del diámetro de perforación, y calcular la longitud de bulbo con dicho valor.
- Se recomienda trabajar cables normados, por ejemplo la euronorma.
- A pesar que la longitud de bulbo dependen numéricamente de la fuerza de tensado, el diámetro de la perforación y la fricción unitaria, se recomienda para la grava de Lima una longitud de bulbo mínima de 4,50m.
- Las recomendaciones del PTI son más conservadoras para definir las longitudes totales de los anclajes. Por lo cual el autor recomienda hacer los diseños conforme al PTI ofreciendo así un sistema de anclajes más seguro frente a una eventual accidente producto de algún vicio oculto, evento sísmico durante la etapa constructiva, etc.
- Se recomienda utilizar los diagramas rectangulares los cuales aumentan la fuerza de reacción en los últimos anclajes en donde los diagramas convencionales de forma trapezoidal disminuyen la fuerza de tensado para el último anclaje, debido a que están propuestos para muros pantalla.
- Se recomienda el uso del método de equilibrio límite conocido como Jambu para los análisis de estabilidad del talud.

BIBLIOGRAFÍA

- “EAB - Empfehlungen des Arbeitskreises Baugruben (Recomendaciones para trabajos en Excavaciones)”, Sociedad alemana de suelos, cuarta edición 2006.
- “DIN 1054:2010: Subsoil - Verification of the safety of earthworks and foundations”.
- “DIN 4125:1990: Ground Anchorages, Design, Construcción and Testing”
- “PTI 1995: Recommendations for prestressed rock and soil anchors”
- NORIEGA, G. (comp) “Recomendaciones de diseño y prácticas de construcción de la Cámara de Construcción Chilena”, Grupo Técnico de Anclajes, Santiago de Chile, Octubre 2001.
- “ASTM 2487-00: Standard Practice for Classification of Soils for Engineering Purposes (Unified Soil Classification System)”
- BUSTAMANTE M., “Capacité d’ancrage et comportement des tirants injectés scelles dans une argile plastique”, Tesis doctoral, Ecole Nationale de Ponts et Chaussees, París, 1980.
- JARA MORI, Gonzalo Andrés, “Estudio de la aplicabilidad de materiales compuestos al diseño de estructuras de contención de tierras y su interacción con el terreno, para su empleo en obras de infraestructura viaria” – Tesis Doctoral, Madrid, España, 2008.
- MARTINEZ VARGAS, Alberto José, “Conglomerado de Lima Metropolitana y las cimentaciones”, Lima, Perú, 2007.
- HUMALA. G., “Ensayo de Corte Directo in situ en Lima, memorias III”, CONEIC – Chiclayo, 1982.
- HURTADO. J., “Estudio de suelos en los Talud de la costa verde en Barranco”, Lima, Perú, 1981.
- CARRILLO. A., “Estabilidad y Resistencia del conglomerado de Lima Metropolitana”, Perú, 1979.
- MOZÓ. D., “Análisis y diseño de muros pantalla en suelos Arenosos”, 2012
- ALARCON. M., “Efecto de la variación de las propiedades geotécnicas del suelo en el diseño de un muro berlinés”, Concepción, Argentina, 2011.

ANEXOS

Anexo 1.1 Correlación de Bustamante N_{SPT} vs q_s

Anexo 2.1. Tabla de nomenclaturas SUCS

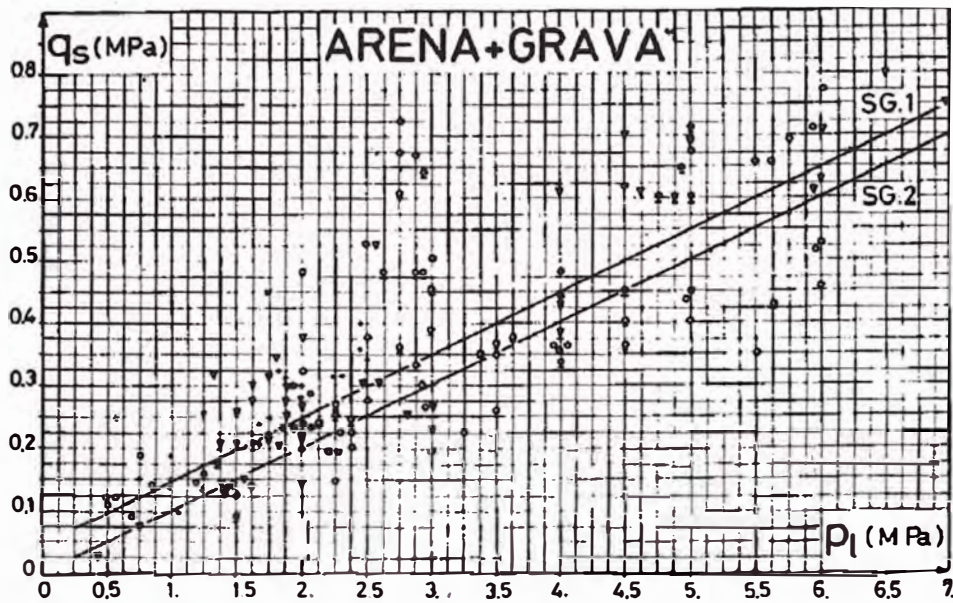
Anexo 2.2. Tablas para clasificación SUCS de suelos granulares

Anexo 3.1 Edificio Multifamiliar Pezet

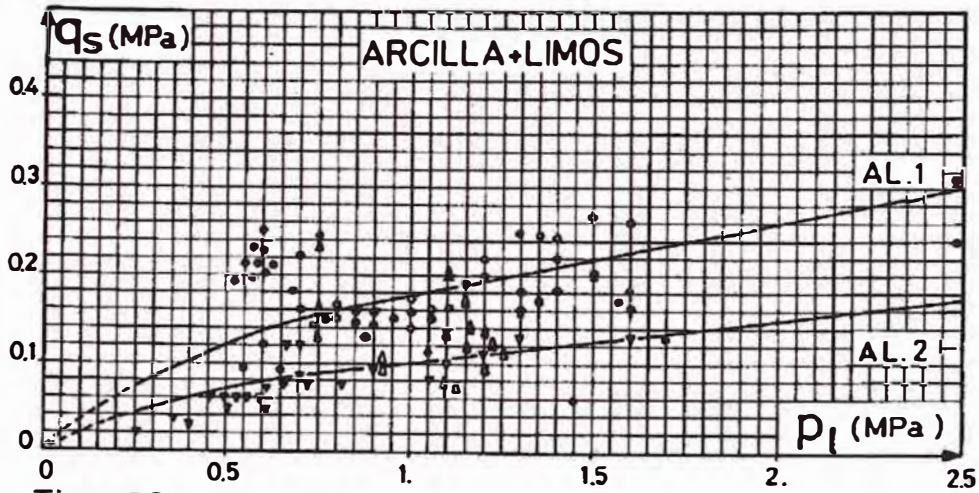
Anexo 3.2 Edificio Multifamiliar Alcanfores

Anexo 3.3 Salidas de cálculo de la estabilidad de muros a distintas sobrecargas

Anexo 1.1 Correlación de Bustamante NSPT vs qS



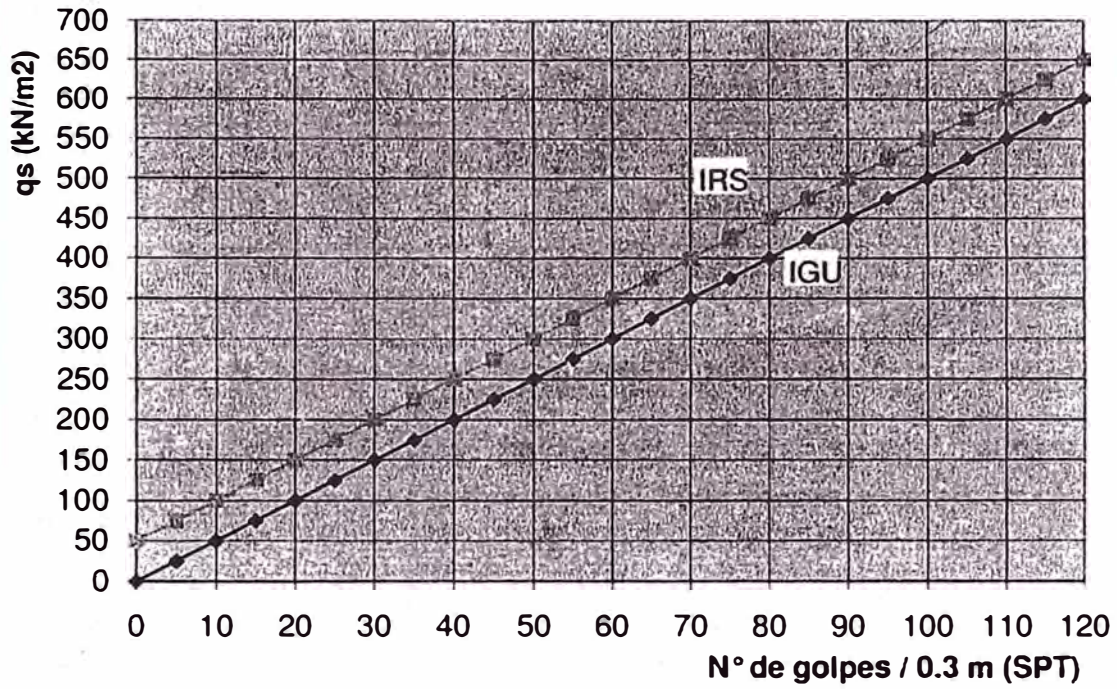
Tipo IRS: ● Bustamante et al. ○ Ostermayer et Scheele
 + Fujita et al. ■ Koreck
 Tipo IGU: ▼ Bustamante et al. ▽ Ostermayer



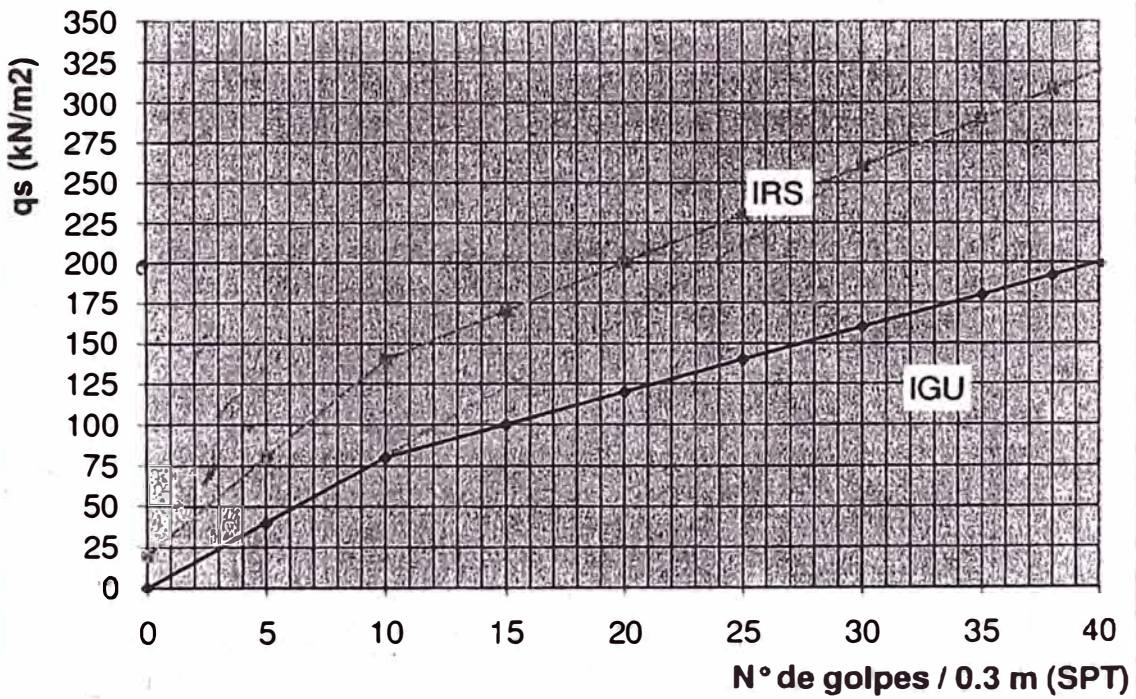
Tipo IRS: ● Bustamante et al. ○ Ostermayer
 Tipo IGU ▼ Bustamante et al. ▽ Ostermayer
 Δ Jones et Turner et Spencer

Figura 15. Abacos de BUSTAMANTE para la determinación de la resistencia unitaria por el fuste q_s en diversos suelos (IRS → 1, IGU → 2)

Correlación propuesta por Bustamante para la fricción unitaria en arenas y gravas.



Correlación propuesta por Bustamante para la fricción unitaria en arcillas y limos



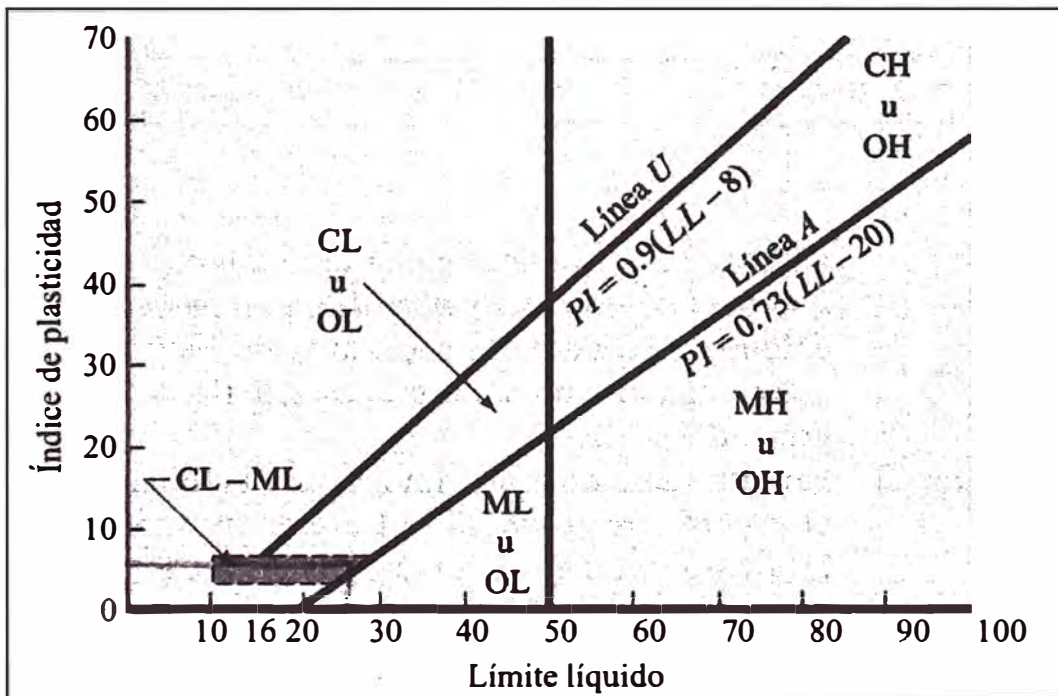
Anexo 2.1. Tabla de nomenclaturas SUCS

Símbolo de grupo		Nombre de grupo
GW	< 15% arena	Grava bien graduada
	≥ 15% arena	Grava bien graduada con arena
GP	< 15% arena	Grava mal graduada
	≥ 15% arena	Grava mal graduada con arena
GW-GM	< 15% arena	Grava bien graduada con limo
	≥ 15% arena	Grava bien graduada con limo y arena
GW-GC	< 15% arena	Grava bien graduada con arcilla (o arcilla limosa)
	≥ 15% arena	Grava bien graduada con arcilla y arena (o arcilla limosa y arena)
GP-GM	< 15% arena	Grava mal graduada con limo
	≥ 15% arena	Grava mal graduada con limo y arena
GP-GC	< 15% arena	Grava mal graduada con arcilla (o arcilla limosa)
	≥ 15% arena	Grava mal graduada con arcilla y arena (o arcilla limosa y arena)
GM	< 15% arena	Grava limosa
	≥ 15% arena	Grava limosa con arena
GC	< 15% arena	Grava arcillosa
	≥ 15% arena	Grava arcillosa con arena
GC-GM	< 15% arena	Grava limo-arcillosa
	≥ 15% arena	Grava limo-arcillosa con arena
SW	< 15% grava	Arena bien graduada
	≥ 15% grava	Arena bien graduada con grava
SP	< 15% grava	Arena mal graduada
	≥ 15% grava	Arena mal graduada con grava
SW-SM	< 15% grava	Arena bien graduada con limo
	≥ 15% grava	Arena bien graduada con limo y grava
SP-SC	< 15% grava	Arena bien graduada con arcilla (o arcilla limosa)
	≥ 15% grava	Arena bien graduada con arcilla y grava (o arcilla limosa y grava)
SP-SM	< 15% grava	Arena mal graduada con limo
	≥ 15% grava	Arena mal graduada con limo y grava
SP-SC	< 15% grava	Arena mal graduada con arcilla (o arcilla limosa)
	≥ 15% grava	Arena mal graduada con arcilla y grava (o arcilla limosa y grava)
SM	< 15% grava	Arena limosa
	≥ 15% grava	Arena limosa con grava
SC	< 15% grava	Arena arcillosa
	≥ 15% grava	Arena arcillosa con grava
SC-SM	< 15% grava	Arena limo-arcillosa
	≥ 15% grava	Arena limo-arcillosa con grava

Anexo 2.2. Tablas para clasificación SUCS de suelos granulares

Símbolo de grupo	Criterios
GW	Menos de 5% pasa la malla No. 200; $C_u = D_{60}/D_{10}$ mayor que o igual que 4; $C_c = (D_{30})^2 / (D_{10} \times D_{60})$ entre 1 y 3
GP	Menos de 5% pasa la malla No. 200; no cumple ambos criterios para GW
GM	Más de 12% pasa la malla No. 200; los límites de Atterberg se grafican debajo de la línea A (figura 2.12) o el índice de plasticidad menor que 4
GC	Más de 12% pasa la malla No. 200; los límites de Atterberg se grafican debajo de la línea A (figura 2.12); índice de plasticidad mayor que 7
GC-GM	Más de 12% pasa la malla No. 200; los límites de Atterberg caen en el área sombreada marcada CL-ML en la figura 2.12
GW-GM	El porcentaje que pasa la malla No. 200 está entre 5 y 12; cumple los criterios para GW y GM
GW-GC	El porcentaje que pasa la malla No. 200 está entre 5 y 12; cumple los criterios para GW y GC
GP-GM	El porcentaje que pasa la malla No. 200 está entre 5 y 12; cumple los criterios para GP y GM
GP-GC	El porcentaje que pasa la malla No. 200 está entre 5 y 12; cumple los criterios para GP y GC

Carta de plasticidad



Anexo 3.1 Edificio Multifamiliar Pezet

PROYECTO ANCLAJES POSTENSADOS TEMPORALES

Edificio Multifamiliar Pezet

MUROS ANCLADOS

PLANILLA STANDARD

LISTA DE ANCLAJES - Revisión del 24 de Agosto del 2012															
Sector	Línea	Cant. anc.	Tipo Anclaje	Anclaje Tipo	ah max m	Lv m	Lf m	Lo m	α_v °	Rigidez kN/m	Fw kN/m	Fw' kN	Fw' Ton	L anc. m	Lo tot m
ZONA 1 (NFC: -14,55)	1	3	IGU	TERRA 6 - 7	4.70	6.50	4.50	11.00	15	40,660	220.0	1034	103	12.00	33.00
Avenida Pezet	2	3	IGU	TERRA 6 - 5	4.70	3.80	6.20	10.00	10	29,043	160.0	752	75	11.00	30.00
Retro-excavadora y volquete	3	3	IGU	TERRA 6 - 6	4.70	4.30	5.40	9.70	10	34,851	180.0	846	85	10.70	29.10
ZONA 2 (NFC: -16,00)	1	3	IGU	TERRA 6 - 3	4.70	3.50	8.00	11.50	15	17,426	70.0	329	33	12.50	34.50
Patio de Colegio Belen	2	3	IGU	TERRA 6 - 7	4.70	5.20	6.30	11.50	10	40,660	215.0	1011	101	12.50	34.50
Salones de 2 pisos a 8.0m	3	3	IGU	TERRA 6 - 7	4.70	5.50	5.50	11.00	10	40,660	230.0	1081	108	12.00	33.00
	4	3	IGU	TERRA 6 - 7	4.70	5.50	4.50	10.00	10	40,660	230.0	1081	108	11.00	30.00
ZONA 3 (NFC: -15,45)	1	2	IGU	TERRA 6 - 4	4.50	3.70	6.30	10.00	15	24,267	130.0	585	59	11.00	20.00
Casa de 4 pisos	2	2	IGU	TERRA 6 - 5	4.50	4.00	6.00	10.00	10	30,333	174.0	783	78	11.00	20.00
	3	2	IGU	TERRA 6 - 6	5.40	4.30	5.20	9.50	10	30,333	155.0	837	84	10.50	19.00
	4	2	IGU	TERRA 6 - 7	4.00	5.10	4.50	9.60	10	47,775	250.0	1000	100	10.60	19.20
ZONA 4 (NFC: -18,05)	1	6	IGU	TERRA 6 - 4	4.50	3.70	9.80	13.50	15	24,267	130.0	585	59	14.50	81.00
Casa de 4 pisos	2	6	IGU	TERRA 6 - 7	4.50	5.30	7.20	12.50	10	42,467	230.0	1035	104	13.50	75.00
	3	7	IGU	TERRA 6 - 7	4.00	5.40	6.10	11.50	10	47,775	265.0	1060	106	12.50	80.50
	4	7	IGU	TERRA 6 - 7	4.00	5.50	5.00	10.50	10	47,775	270.0	1080	108	11.50	73.50
TOTAL ANCLAJES		55													612.30

NOTA:

El peso de acero calculado incluye un metro adicional para el tensado (medido desde la placa)

ah max= separación máxima entre anclajes (en horizontal) o distancia de influencia de anclajes

NA = cota de intersección del eje del anclaje con el eje del muro

L1 = longitud del anclaje desde el eje del muro o pila hasta el centro del bulbo

Lo = longitud del anclaje desde la placa hasta el fin del bulbo

Lf = longitud libre (placa hasta inicio bulbo)

Lv = longitud del bulbo

Lad= longitud entre el eje del muro o pila y la placa

L anc = longitud del anclaje incluyendo 1,00 m de suplemento para el tensado

av = angulo del eje del anclaje respecto de la horizontal

ah = angulo del plano vertical que contiene el anclaje con el plano vert. perpendicular al muro (VER PLANO DE PLANTA)

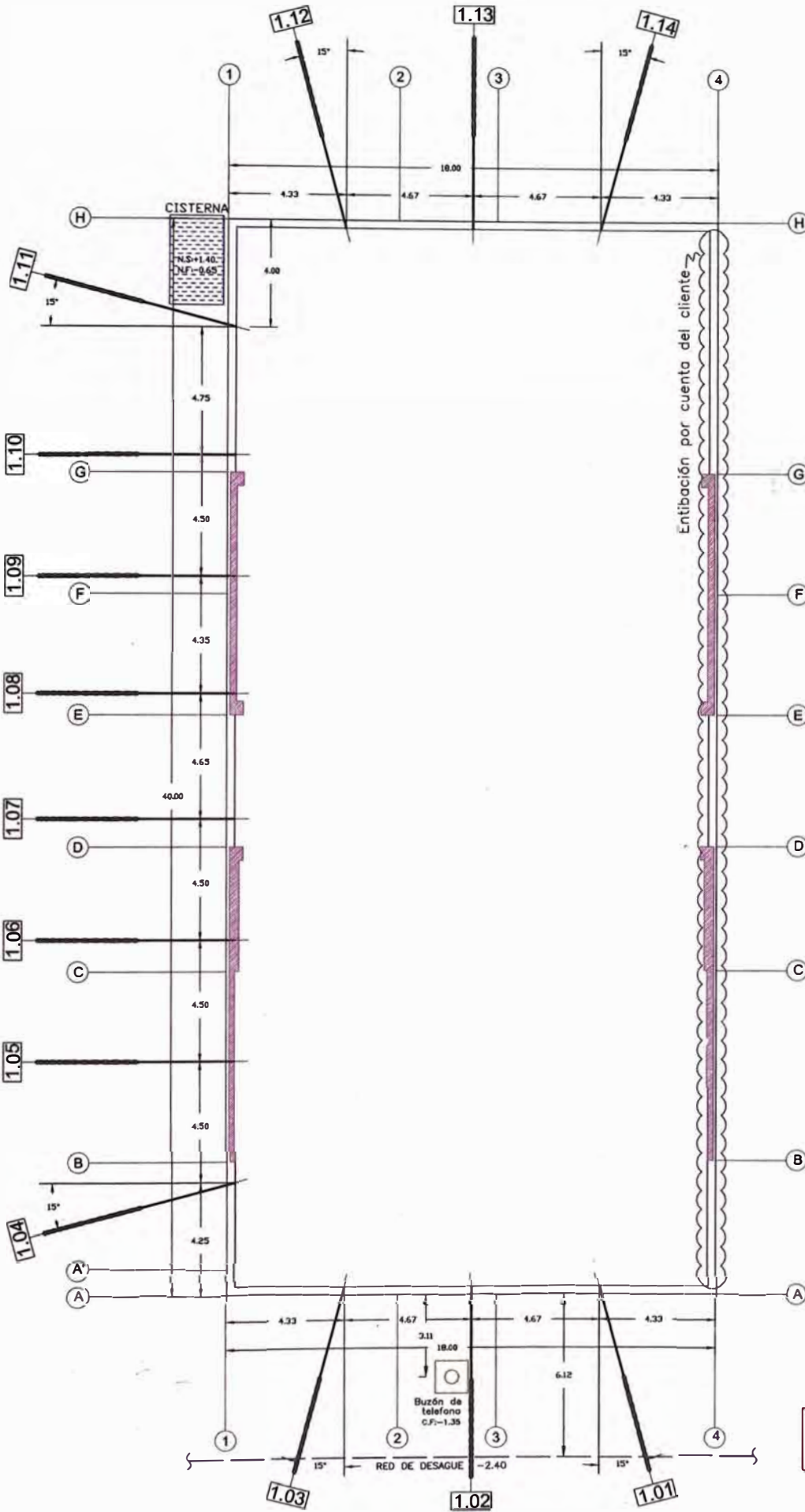
Fw = carga de servicio del anclaje por unidad de longitud del muro

Fw' = carga de servicio del anclaje

IGU= Injection Global Unique

COLEGIO BELEN DE 02 PISOS
SALONES DE 2 PISOS A 8.0m

VIVIENDA DE 04 PISOS



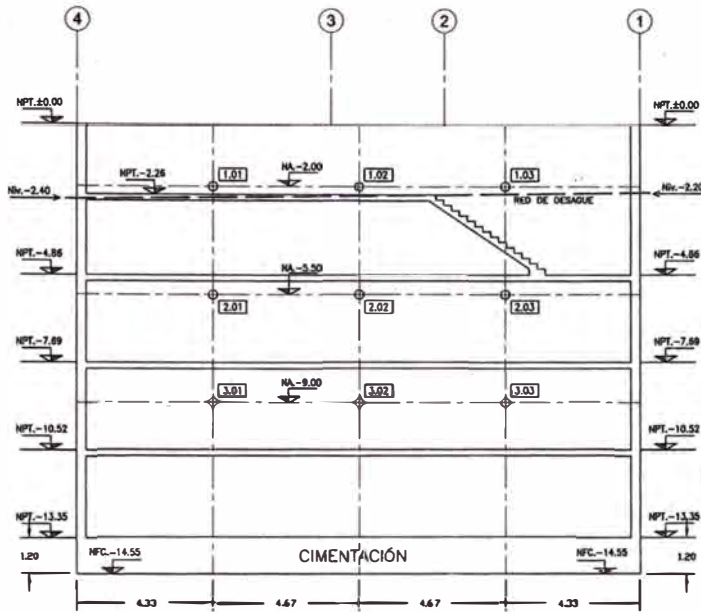
EDIFICIO CON 8 SOTANOS

BOSQUEJO

AVENIDA PEZET
RETRO-EXCAVADORA Y VOLQUETE

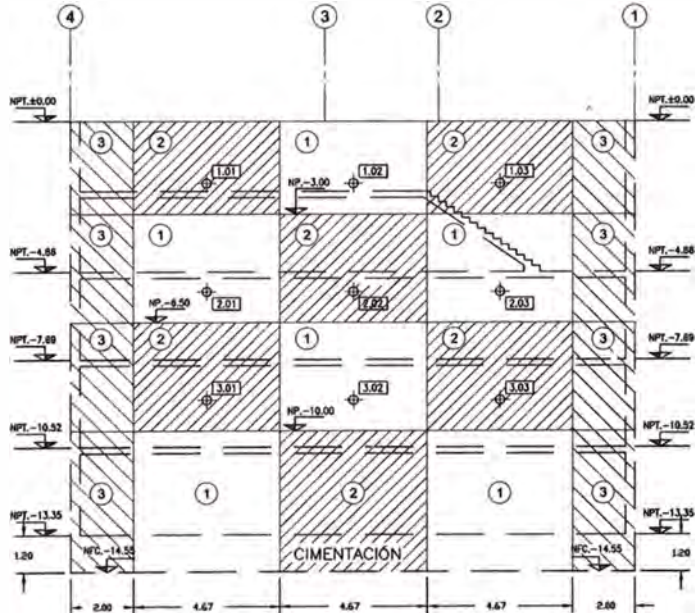
ELEVACIÓN EJE A

AVENIDA PEZET – RETROEXCAVADORA



ELEVACIÓN PANELEADO EJE A

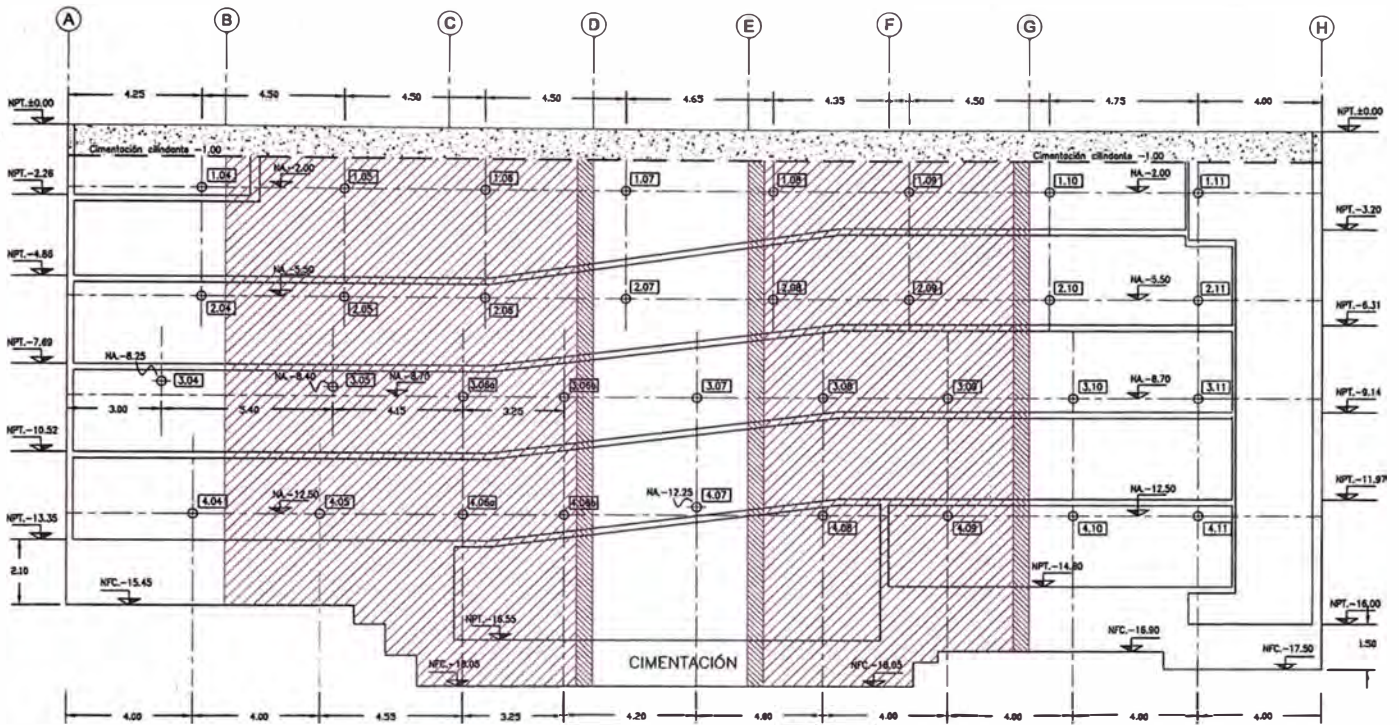
AVENIDA PEZET – RETROEXCAVADORA



BOSQUEJO

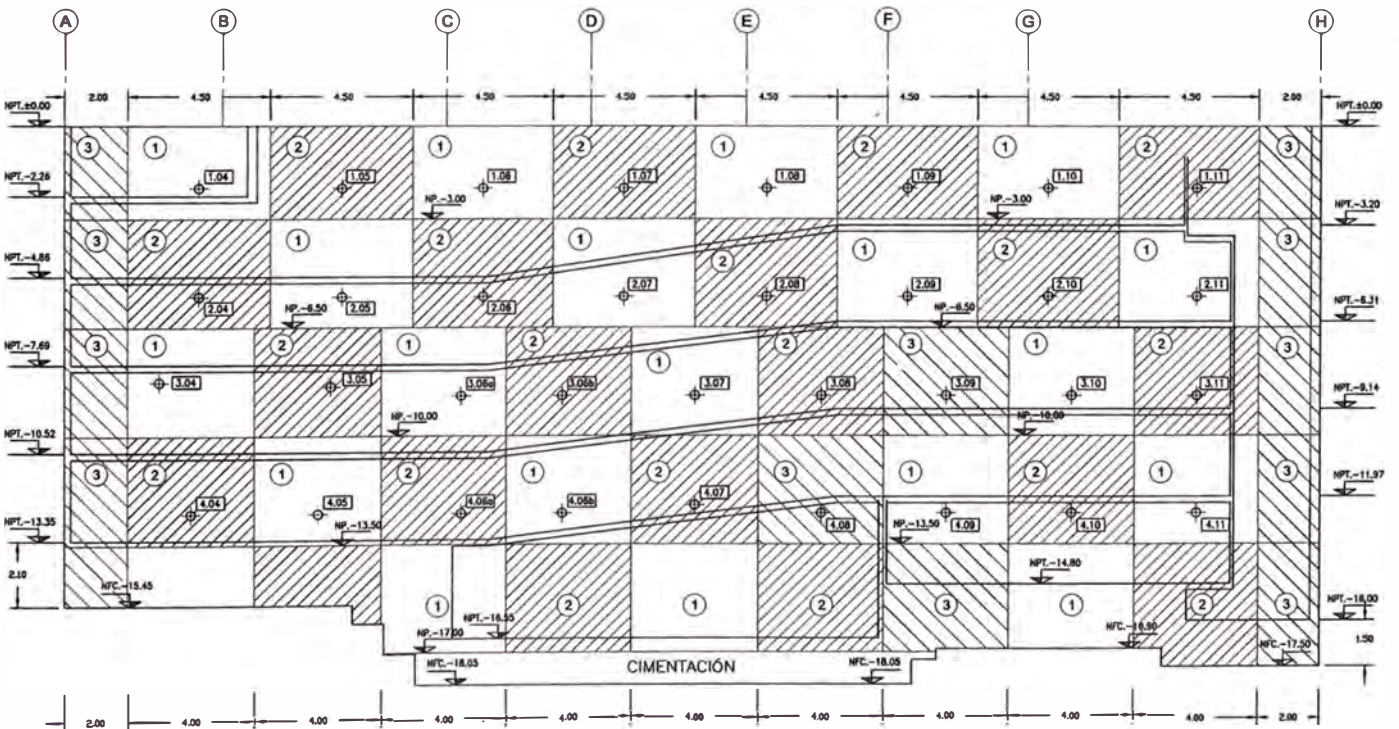
ELEVACIÓN EJE 1

VIVIENDA DE 04 PISOS



ELEVACIÓN PANELEADO EJE 1

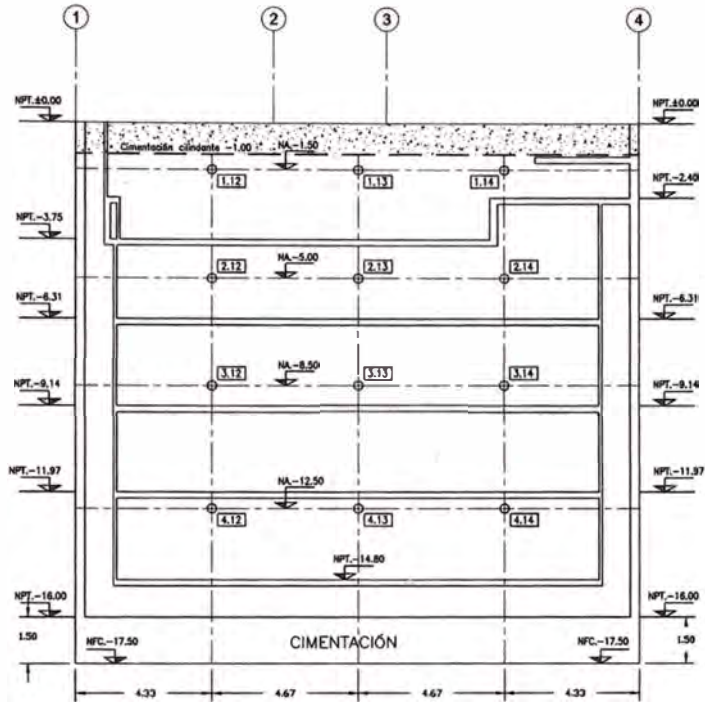
VIVIENDA DE 04 PISOS



BOSQUEJO

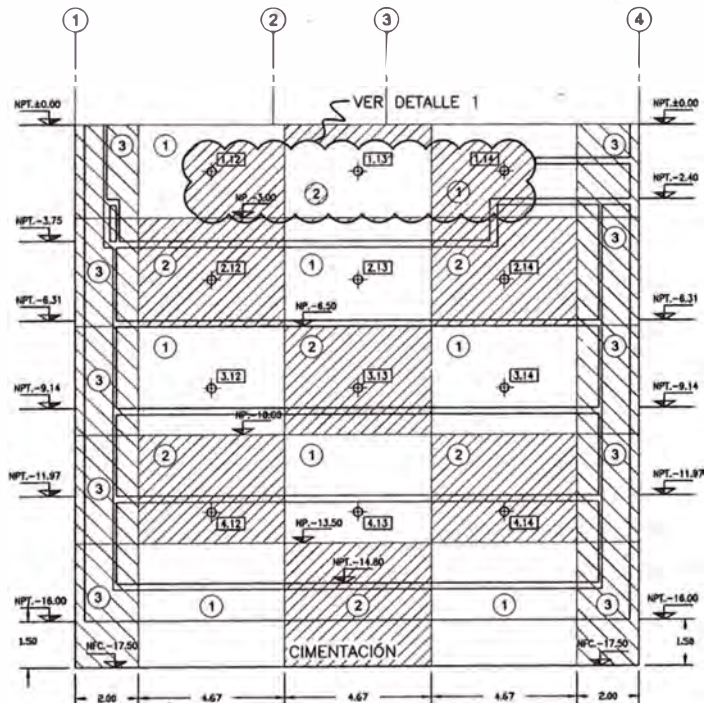
ELEVACIÓN EJE H

PATIO DE COLEGIO BELEN



ELEVACIÓN PANELADO EJE H

PATIO DE COLEGIO BELEN



BOSQUEJO

Anexo 3.2 Edificio Multifamiliar Alcanfores

PROYECTO ANCLAJES POSTENSADOS TEMPORALES

Edificio Multifamiliar Alcanfores

MUROS ANCLADOS

PLANILLA STANDARD

LISTA DE ANCLAJES - Revisión del 17 de Diciembre del 2012															
Sector	Línea	Cant. anc.	Tipo Anclaje	Anclaje Tipo	ah max m	Lv m	Lf m	Lo m	α_v °	Rigidez kN/m	Fw kN/m	Fw' kN	Fw' Ton	L anc. m	Lo tot m
ZONA 1 (NFC: -7,55)	1	2	IGU	TERRA 6 - 4	3.50	3.50	5.60	9.10	15	31,200	145.0	508	51	10.10	18.20
Calle Alcanfores															
ZONA 2A (NFC: -7,55)	1	9	IGU	TERRA 6 - 5	3.70	4.10	5.90	10.00	15	36,892	175.0	648	65	11.00	90.00
Casa de 2 pisos															
ZONA 2B (NFC: -9,75)	1	3	IGU	TERRA 6 - 5	3.70	4.10	5.90	10.00	15	36,892	175.0	648	65	11.00	30.00
Casa de 2 pisos	2	3	IGU	TERRA 6 - 4	3.70	3.50	5.50	9.00	10	29,514	150.0	555	56	10.00	27.00
ZONA 3A (NFC: -11,35)	1	9	IGU	TERRA 6 - 3	3.45	3.50	5.20	8.70	15	23,739	135.0	466	47	9.70	78.30
Casa de 2 pisos	2	9	IGU	TERRA 6 - 5	3.45	3.50	5.70	9.20	10	39,565	185.0	638	64	10.20	82.80
ZONA 3B (NFC: -11,35)	1	1	IGU	TERRA 6 - 3	3.45	3.50	5.20	8.70	15	23,739	135.0	466	47	9.70	8.70
Casa de 2 pisos	2	1	IGU	TERRA 6 - 5	3.45	4.00	5.20	9.20	10	39,565	225.0	776	78	10.20	9.20
TOTAL ANCLAJES		37													344.20

NOTA:

El peso de acero calculado incluye un metro adicional para el tensado (medido desde la placa)

ah max= separación máxima entre anclajes (en horizontal) o distancia de influencia de anclajes

NA = cota de intersección del eje del anclaje con el eje del muro

L1 = longitud del anclaje desde el eje del muro o pila hasta el centro del bulbo

Lo = longitud del anclaje desde la placa hasta el fin del bulbo

Lf = longitud libre (placa hasta inicio bulbo)

Lv = longitud del bulbo

Lad= longitud entre el eje del muro o pila y la placa

L anc = longitud del anclaje incluyendo 1,00 m de suplemento para el tensado

av = ángulo del eje del anclaje respecto de la horizontal

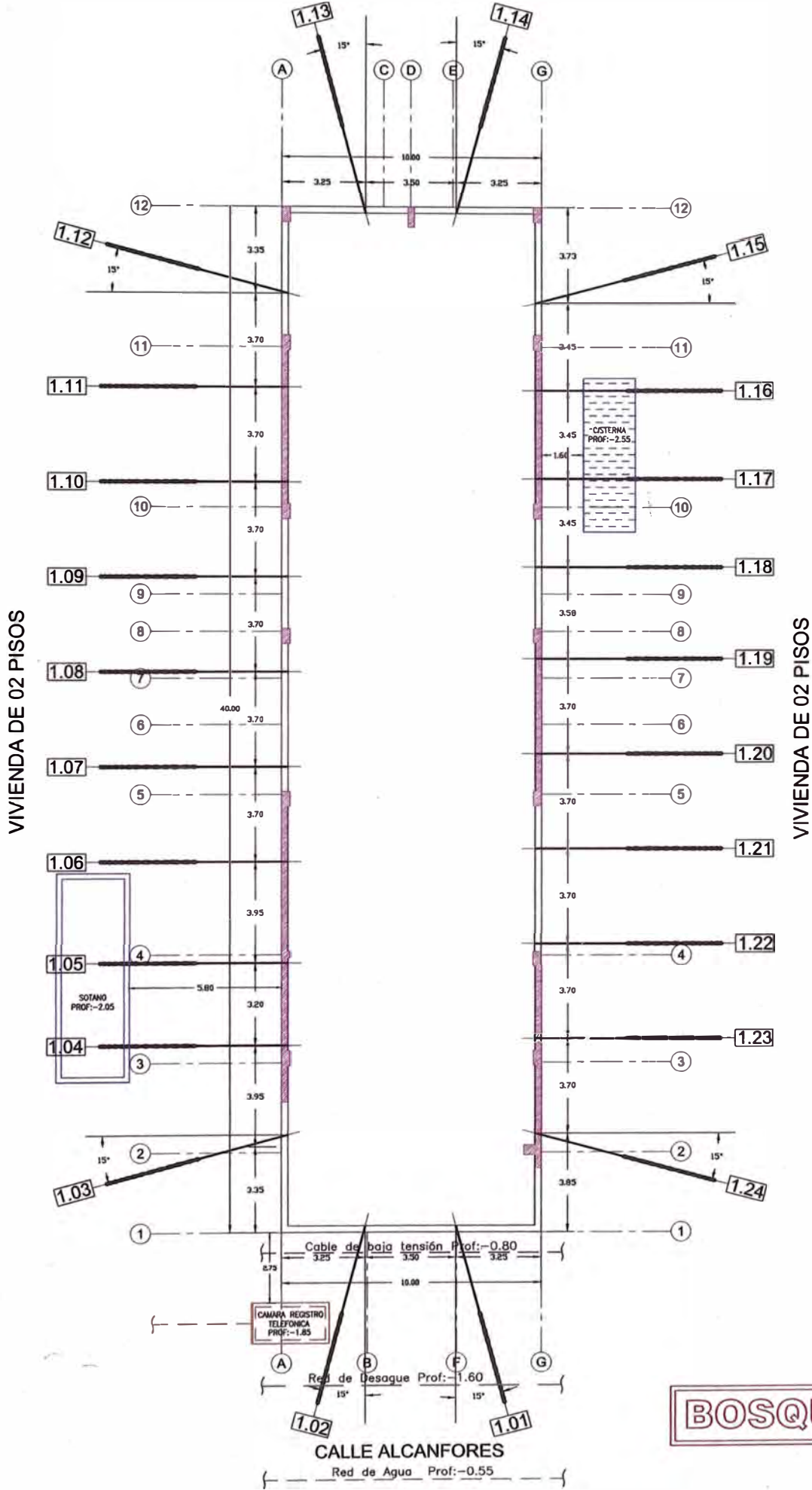
ah = ángulo del plano vertical que contiene el anclaje con el plano vert. perpendicular al muro (VER PLANO DE PLANTA)

Fw = carga de servicio del anclaje por unidad de longitud del muro

Fw' = carga de servicio del anclaje

IGU= Injection Global Unique

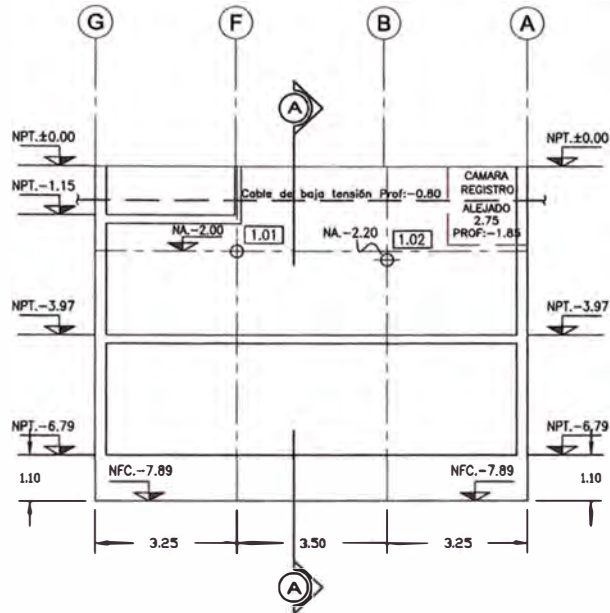
VIVIENDA DE 02 PISOS



BOSQUEJO

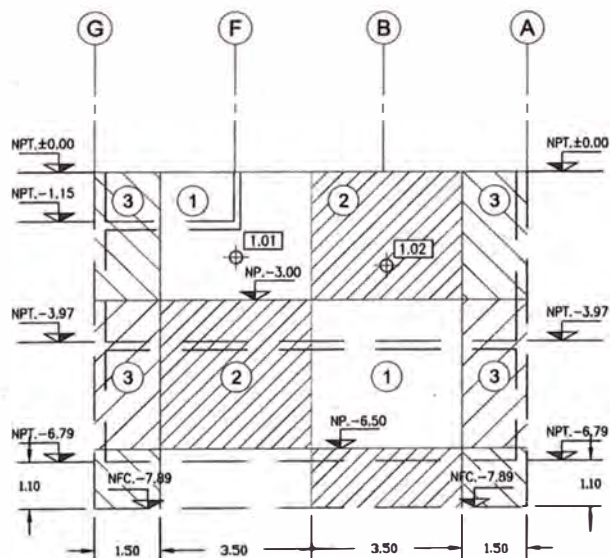
ELEVACIÓN EJE 1

CALLE ALCANFORES



ELEVACIÓN PANELADO EJE 1

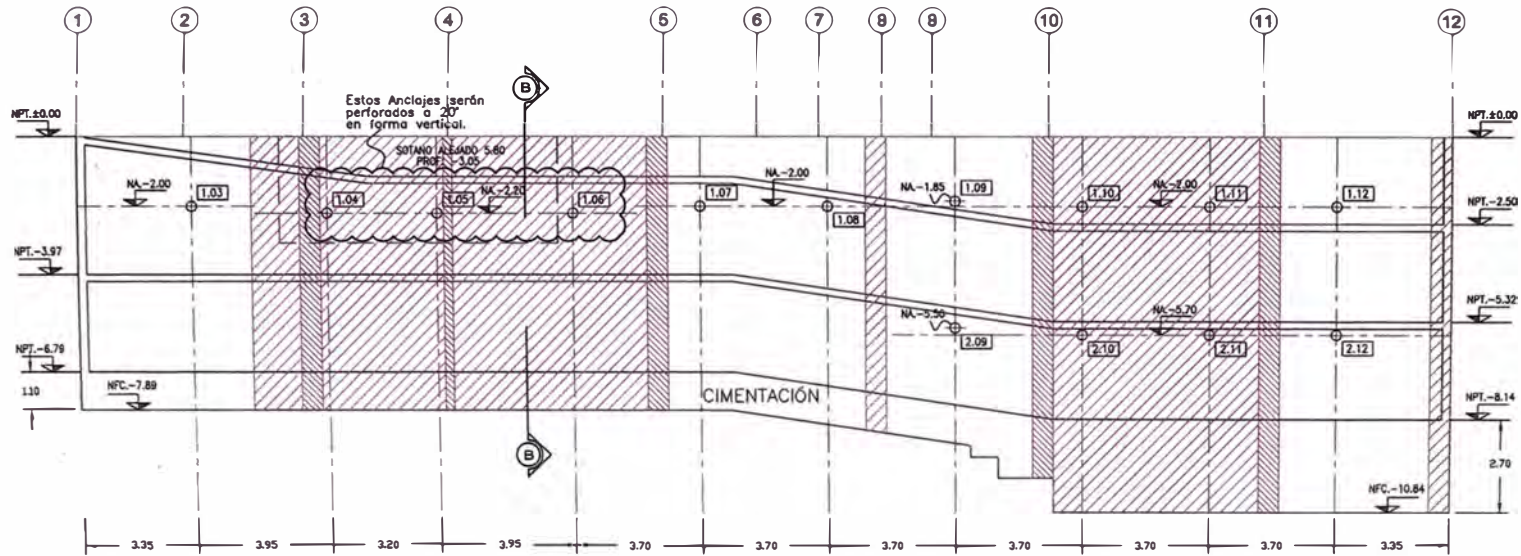
CALLE ALCANFORES



BOSQUEJO

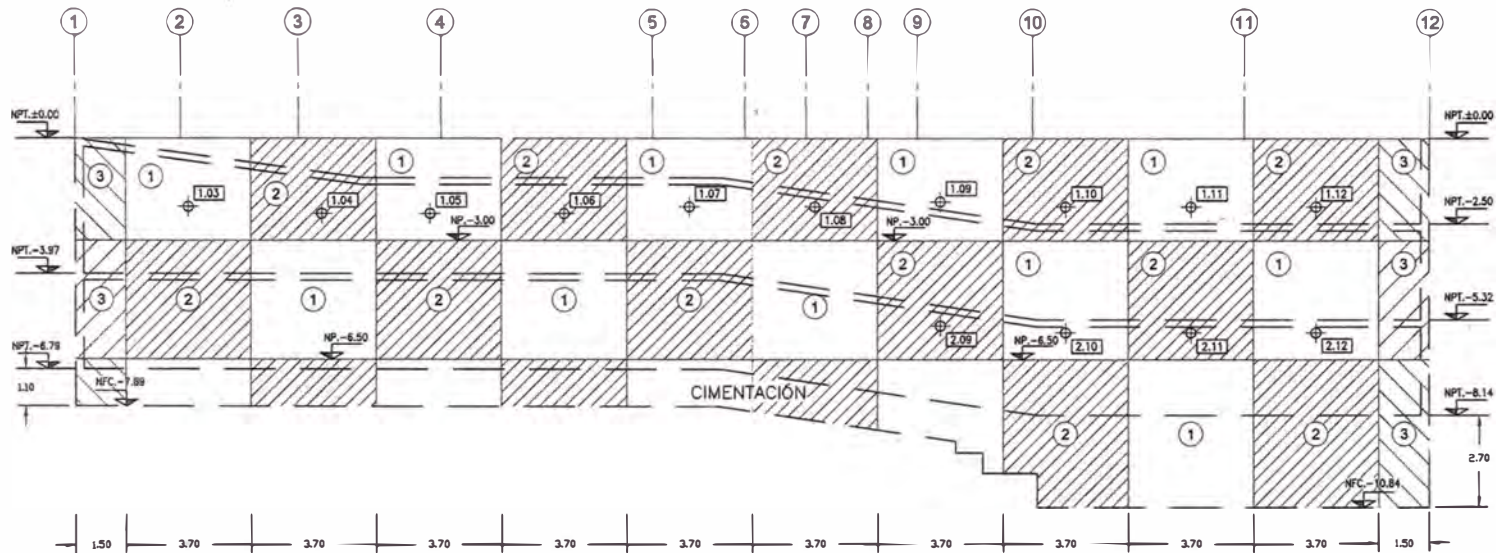
ELEVACION EJE A

VIVIENDA DE 02 PISOS



ELEVACIÓN PANELADO EJE A

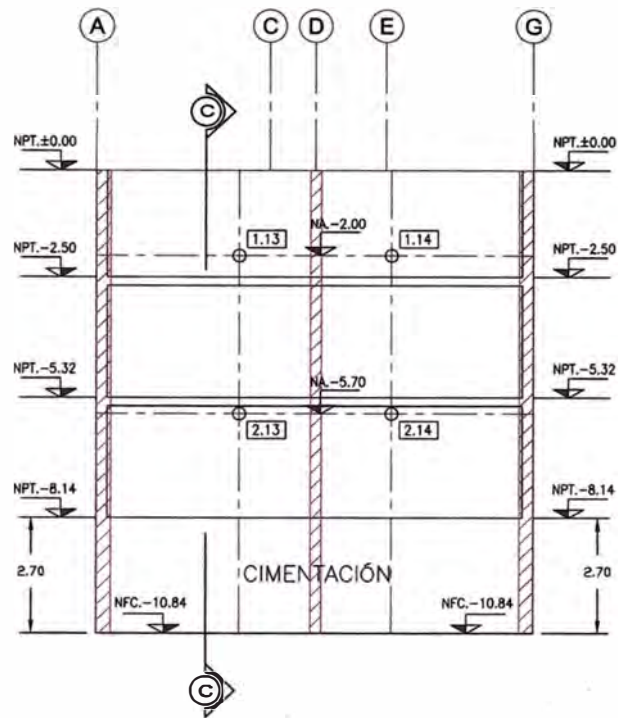
VIVIENDA DE 02 PISOS



BOSQUEJO

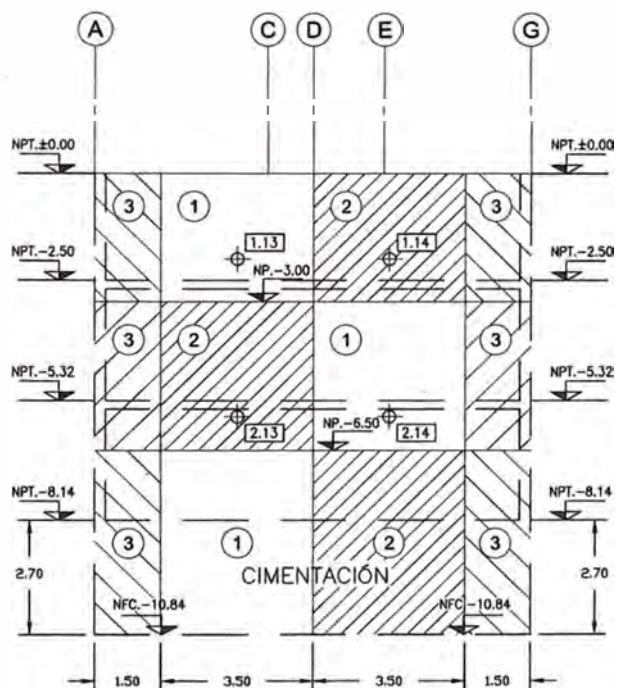
ELEVACIÓN EJE 12

VIVIENDA DE 02 PISOS



ELEVACIÓN PANELADO EJE 12

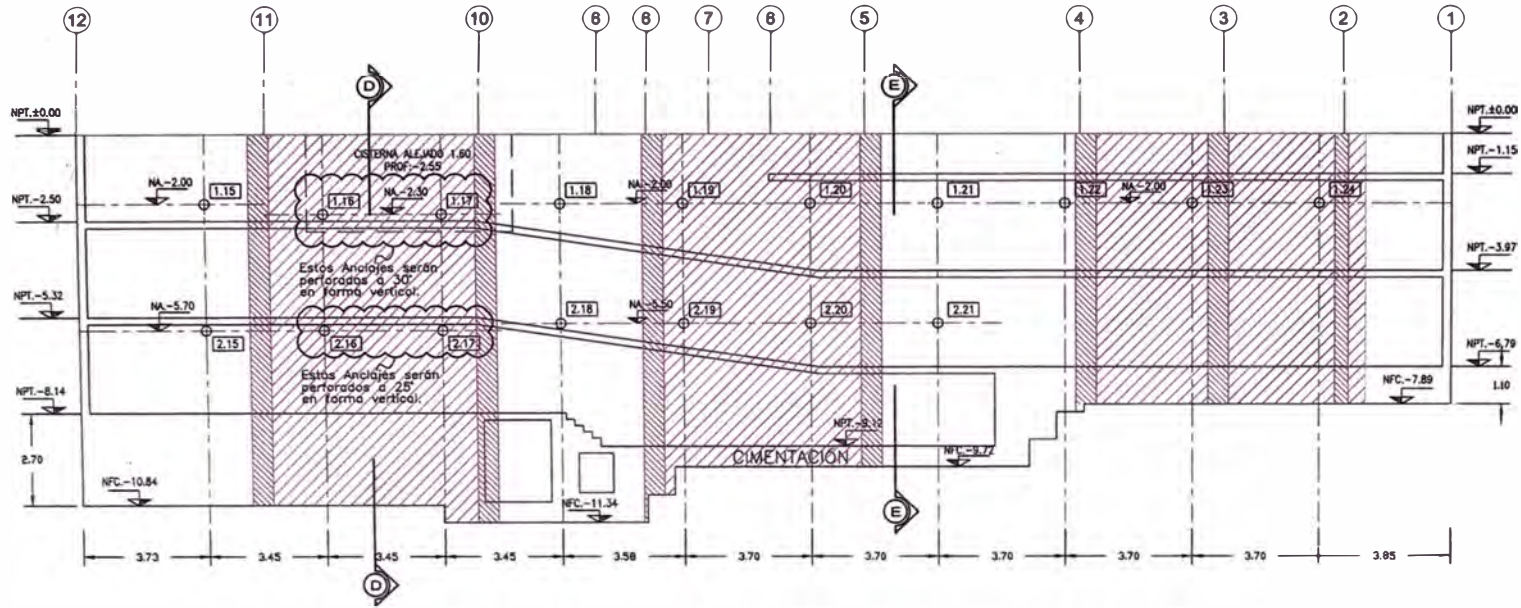
VIVIENDA DE 02 PISOS



BOSQUEJO

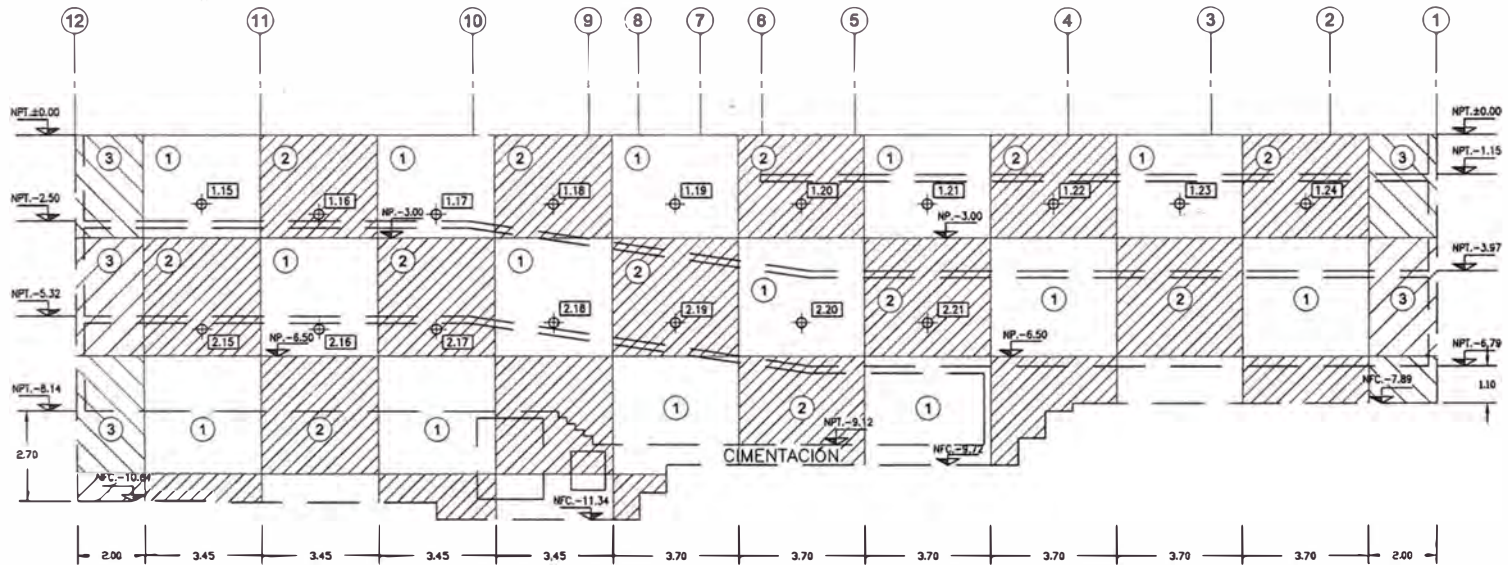
ELEVACION EJE G

VIVIENDA DE 02 PISOS



ELEVACION PANELADO EJE G

VIVIENDA DE 02 PISOS



BOSQUEJO

Anexo 3.3 Salidas de cálculo de la estabilidad de muros a distintas sobrecargas

PROYECTO ANCLAJES POSTENSADOS

CASO 1

MUROS ANCLADOS

Página

LISTA DE ANCLAJES				Recomendación Americana - PTI											Realizó: JSC
Sector	Numeración	Línea	Cant. anc.	Tipo Anclaje	Anclaje Tipo	ah max m	Lv m	Lf m	Lo m	αv °	Fw kN/m	Fw' kN	Fw' Ton	Lo tot m	
Zona 1 (NFC. -13,50m)		1	1	T-IGU	TERRA 6 - 6	5.00	7.20	7.80	15.00	15	160.0	800	80	15.00	
Colindante Avenida		2	1	T-IGU	TERRA 6 - 7	5.00	8.10	5.90	14.00	10	200.0	1000	100	14.00	
cohesion = 0		3	1	T-IGU	TERRA 6 - 7	5.00	8.10	4.90	13.00	10	200.0	1000	100	13.00	
Recomendaciones Americanas													<i>subtotal</i>	42.00	
Zona 2 (NFC. -13,50m)		1	1	T-IGU	TERRA 6 - 6	5.00	7.90	9.10	17.00	15	175.0	875	88	17.00	
Colindante Vivienda 3 pisos		2	1	T-IGU	TERRA 6 - 8	5.00	9.70	6.30	16.00	10	240.0	1200	120	16.00	
cohesion = 0		3	1	T-IGU	TERRA 6 - 8	5.00	9.70	5.30	15.00	10	240.0	1200	120	15.00	
Recomendaciones Americanas													<i>subtotal</i>	48.00	
Zona 3 (NFC. -13,50m)		1	1	T-IGU	TERRA 6 - 8	5.00	11.20	7.80	19.00	15	250.0	1250	125	19.00	
Colindante Edificio 7 pisos		2	1	T-IGU	TERRA 6 - 10	5.00	12.50	5.50	18.00	10	310.0	1550	155	18.00	
cohesion = 0		3	1	T-IGU	TERRA 6 - 10	5.00	12.50	4.50	17.00	10	310.0	1550	155	17.00	
Recomendaciones Americanas													<i>subtotal</i>	54.00	
TOTAL ANCLAJES			9											144.00	

NOTACION UTILIZADA:

ah max=	separación máxima entre anclajes (en horizontal) o distancia de influencia de anclajes
NA =	cota de intersección del eje del anclaje con el eje del muro
Lo =	longitud del anclaje desde la placa hasta el fin del bulbo
Lf =	longitud libre (placa hasta inicio bulbo)
Lv =	longitud del bulbo
L anc =	longitud del anclaje incluyendo 1,00 m adicional para el tensado
αv =	ángulo vertical del anclaje. Este ángulo es generalizado para los anclajes en una zona y puede variar en algunos anclajes debido a interferencias.
αh =	En ese caso, el ángulo indicado en planos es el que manda. ángulo horizontal del anclaje (VER PLANO DE PLANTA)
Fw' =	carga de servicio del anclaje

Proyecto Modelo

Proyecto N° :
Cod. 001 Revisión : A

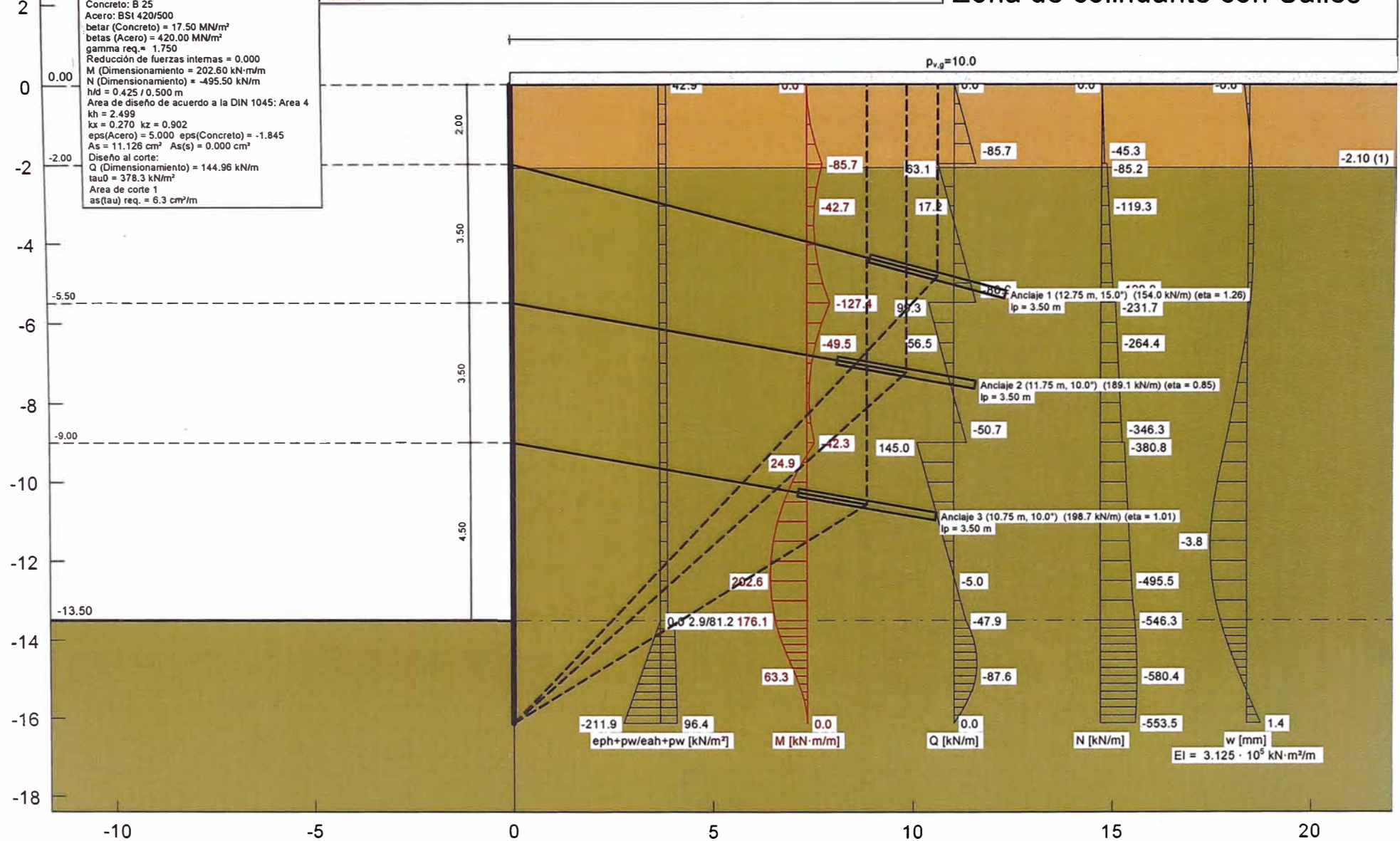
Tecnología :
MURO ANCLADO

Bach. Josue Santa Cruz

Valores de diseño:
Verificación Muro pantalla
E = 3000.00 kN/cm²
I = 1041666.67 cm⁴/m
Diseño según la DIN 1045 17.2.1, Párrafo (6)
Concreto: B 25
Acero: BSI 420/500
betar (Concreto) = 17.50 MN/m²
betas (Acero) = 420.00 MN/m²
gamma req. = 1.750
Reducción de fuerzas internas = 0.000
M (Dimensionamiento) = 202.60 kN·m/m
N (Dimensionamiento) = -495.50 kN/m
h/d = 0.425 / 0.500 m
Area de diseño de acuerdo a la DIN 1045: Area 4
kh = 2.499
kx = 0.270 kz = 0.902
eps(Acero) = 5.000 eps(Concreto) = -1.845
As = 11.126 cm² As(s) = 0.000 cm²
Diseño al corte:
Q (Dimensionamiento) = 144.96 kN/m
tau0 = 378.3 kN/m²
Area de corte 1
as(tau) req. = 6.3 cm²/m

Suelo	γ_k [kN/m ³]	γ'_k [kN/m ³]	ϕ_k [°]	$c(a)_k$ [kN/m ²]	$c(p)_k$ [kN/m ²]	δ/ϕ activo	δ/ϕ pasivo	k [m/s] izq.	k [m/s] Derecha	Descripción
0-2.00	19.0	9.0	20.0	0.0	0.0	0.666	-0.666	$1.0 \cdot 10^{-4}$	$1.0 \cdot 10^{-4}$	Relleno
2.00-13.50	20.0	10.0	38.0	0.0	0.0	0.666	-0.666	$1.0 \cdot 10^{-4}$	$1.0 \cdot 10^{-4}$	Grava suelta

Zona de colindante con Calles



Bach. Josue Santa Cruz

Tecnología :
MURO ANCLADO

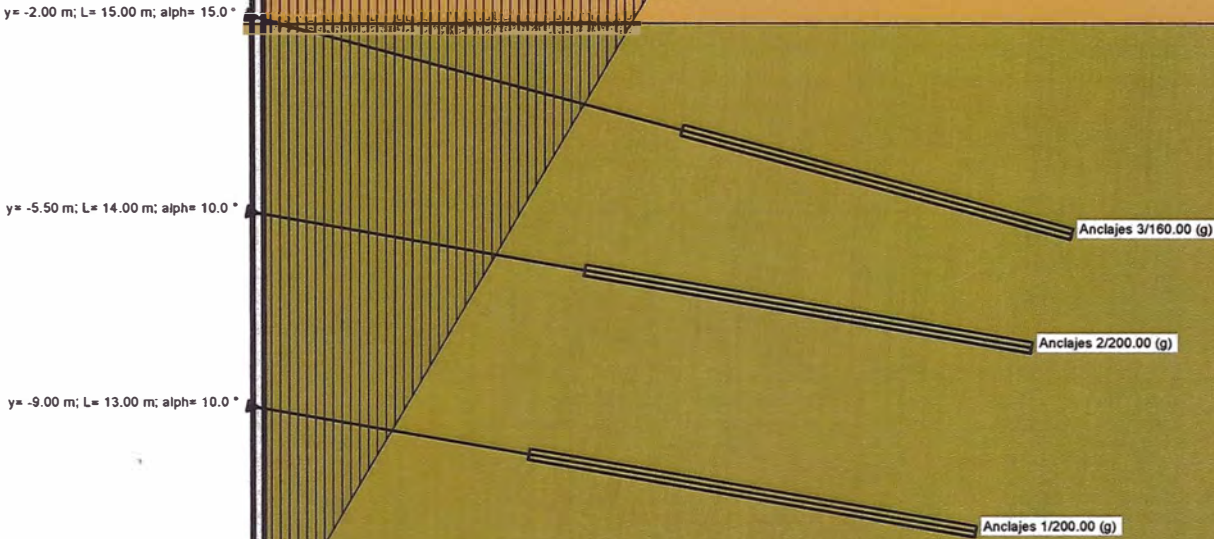
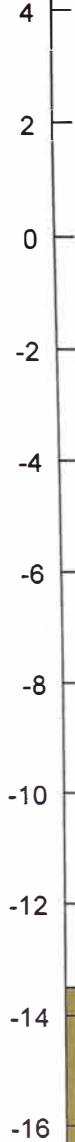
Zona de colindante con Calles

Suelo	ϕ [°]	C [kN/m ²]	γ [kN/m ³]	Denominación
	20.00	0.00	19.00	Relleno
	38.00	0.00	20.00	Grava suelta (pas)
	38.00	0.00	20.00	Grava suelta
	38.00	0.00	20.00	Grava suelta
	38.00	0.00	20.00	Grava suelta (pas)

Anclajes										
Nr.	Prof [m]	L [m]	ge- anclado	Kraft [kNm]	L(PP) [m]	E ₁ [kNm]	η [°]	CF No []	E ₁ [kNm]	cal E [kNm]
3	-2.00	15.00	ja	160.00	7.20	112.48	1.42	190	-	112.48
2	-5.50	14.00	ja	200.00	8.10	140.61	1.42	190	-	140.61
1	-9.00	13.00	ja	200.00	8.10	140.61	1.42	190	-	140.61

E₁ = Kraft aus Erdruck auf Ankerhaak
E₂ = Kraft aus Bruchzustand aus (außer η geben)
Eskal. nominal de referencia = 2.00 m

Factor de Seguridad
Cuerpo de falla No. 198: $\eta = 1.42$
Maßstabsfaktor Porenwasserdruck = 0.050
Archivo: C001 - Zona 1 - Estabco.boe



Anclajes 3/160.00 (g)

Anclajes 2/200.00 (g)

Anclajes 1/200.00 (g)

Proyecto Modelo

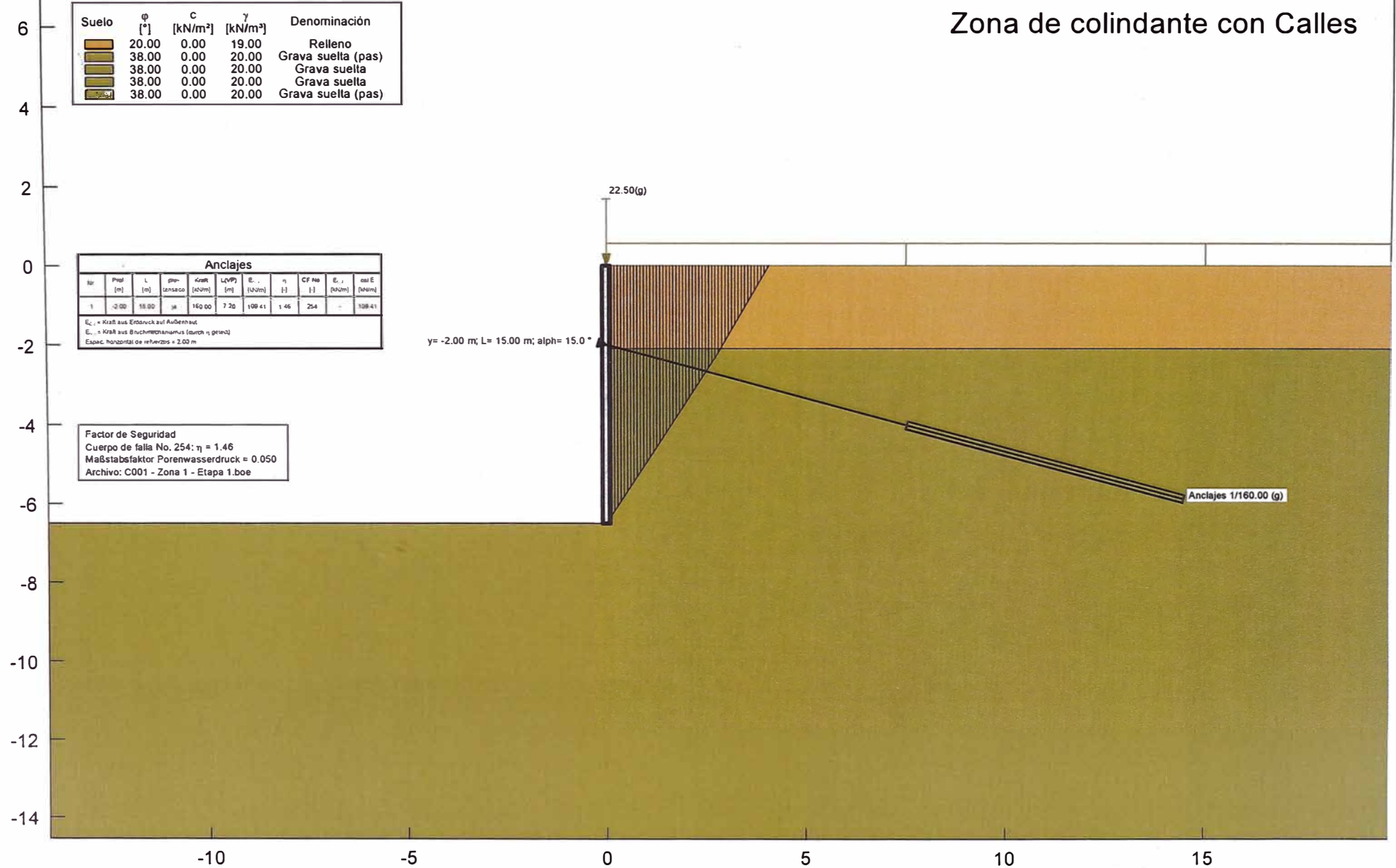
Bach. Josue Santa Cruz

Proyecto N°
Cod. 001

Revisión : A

Tecnología :
MURO ANCLADO

Zona de colindante con Calles



Proyecto Modelo

Bach. Josue Santa Cruz

Proyecto N° :
Cod. 001

Revisión : A

Tecnología :
MURO ANCLADO

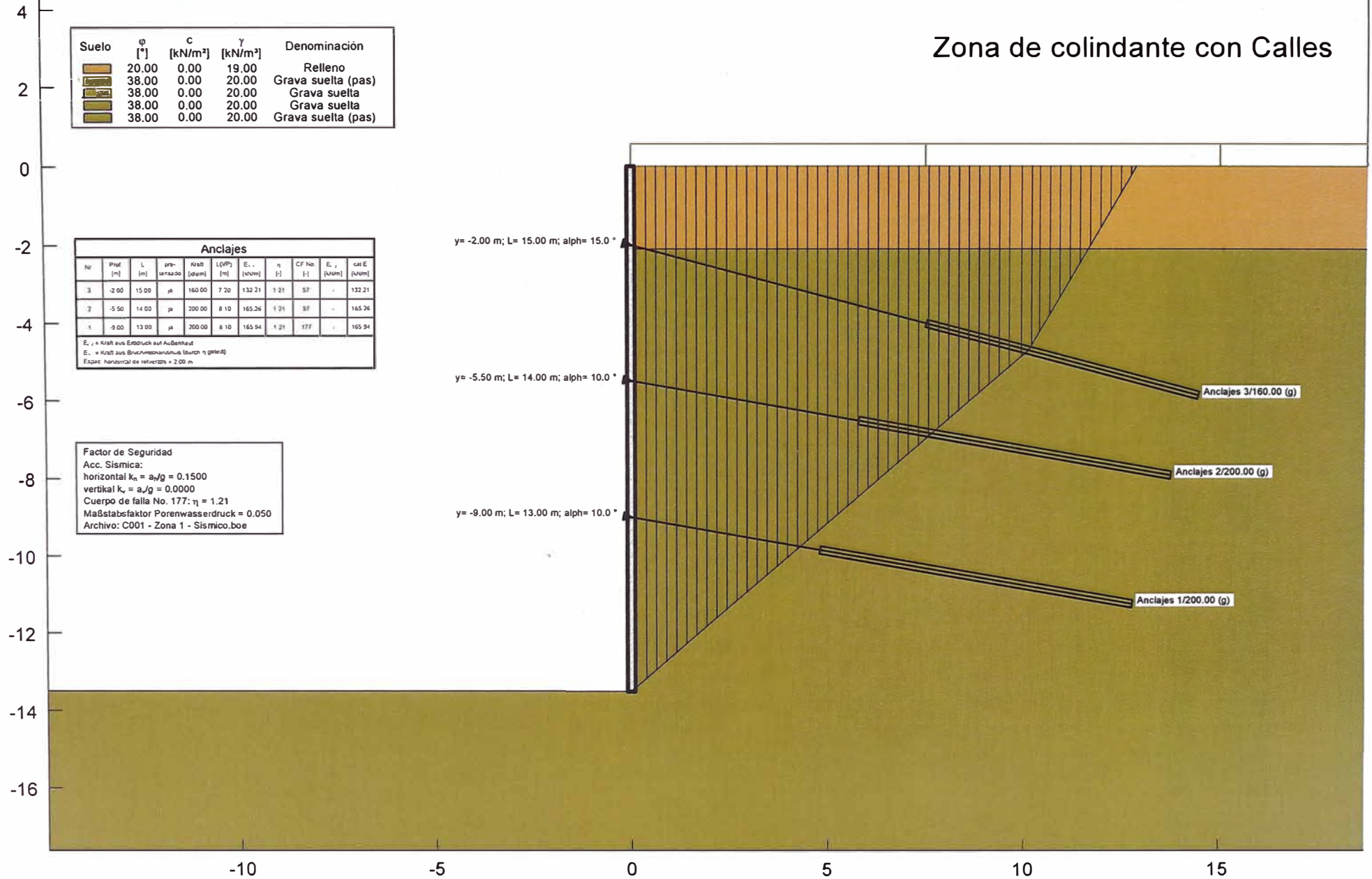
Zona de colindante con Calles

Suelo	ϕ [°]	C [kN/m ²]	γ [kN/m ³]	Denominación
	20.00	0.00	19.00	Relleno
	38.00	0.00	20.00	Grava suelta (pas)
	38.00	0.00	20.00	Grava suelta
	38.00	0.00	20.00	Grava suelta
	38.00	0.00	20.00	Grava suelta (pas)

Anclajes										
Nr	Prof [m]	L [m]	pre-terrazo	Kraft [kN]	L(Pr) [m]	E ₁ [kN/m]	η [-]	CF No. [-]	E ₁ [kN/m]	alt E [kN/m]
3	-2.00	15.00	ja	160.00	7.20	132.21	1.21	57	-	132.21
7	-5.50	14.00	ja	200.00	8.10	165.26	1.21	57	-	165.26
1	-9.00	13.00	ja	200.00	8.10	165.94	1.21	177	-	165.94

E₁ = Kraft aus Erddruck auf Außenhaut
E₁ = Kraft aus Bruchmechanik (durch η geteilt)
Espac: horizontal de refuerzo = 2.00 m.

Factor de Seguridad
Acc. Sísmica:
horizontal $k_h = a_h/g = 0.1500$
vertical $k_v = a_v/g = 0.0000$
Cuerpo de falla No. 177: $\eta = 1.21$
Maßstabfaktor Porenwasserdruck = 0.050
Archivo: C001 - Zona 1 - Sísmico.boe



Proyecto Modelo

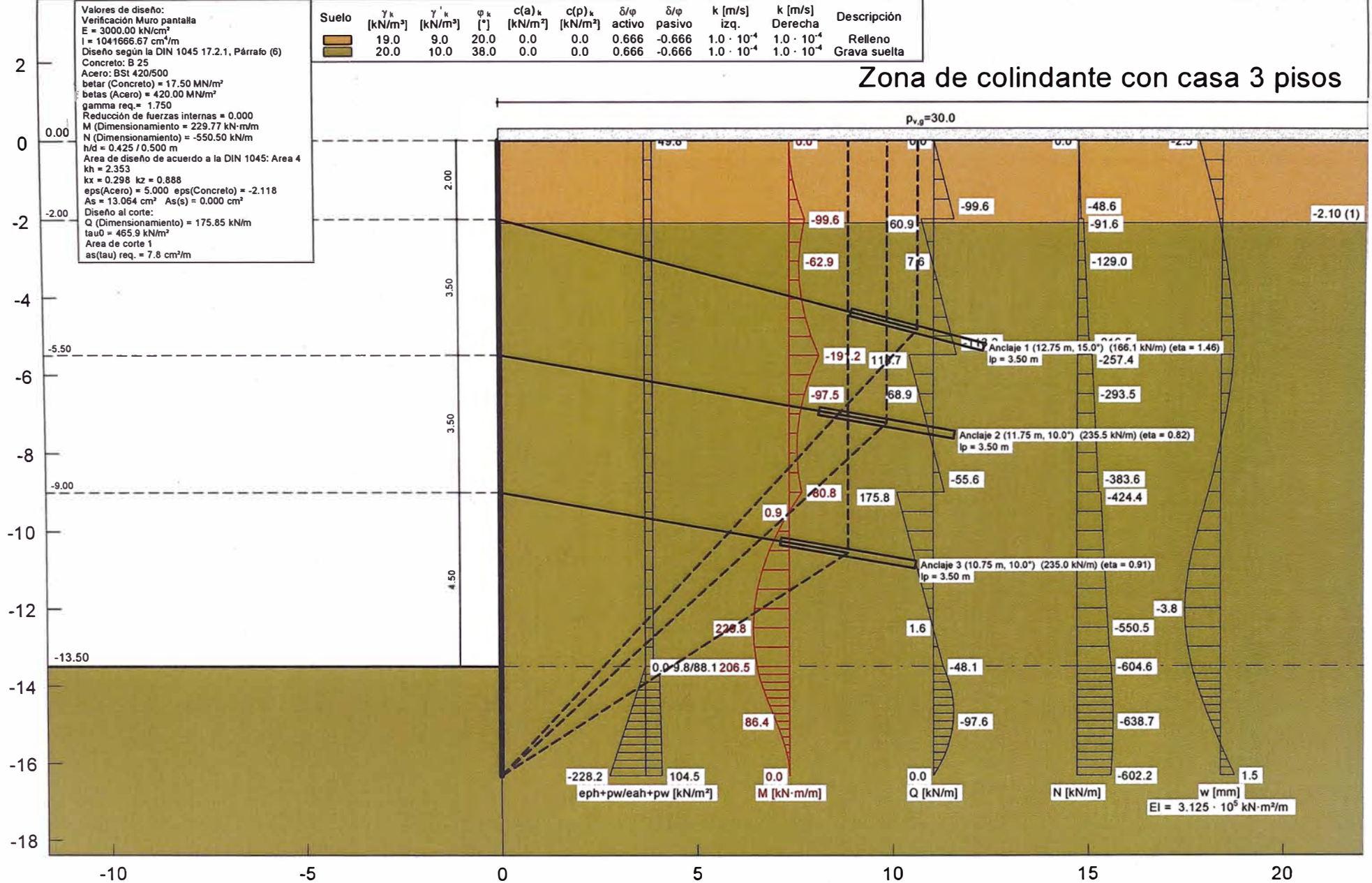
Cod. 001

Revisión : A

Bach. Josue Santa Cruz

Tecnología :

MURO ANCLADO



Proyecto Modelo

Proyecto N° :
Cod. 001 Revisión : A

Tecnología :
MURO ANCLADO

Bach. Josue Santa Cruz

4
2
0
-2
-4
-6
-8
-10
-12
-14
-16
-18

Suelo	ϕ [°]	c [kN/m ²]	γ [kN/m ³]	Denominación
	20.00	0.00	19.00	Relleno
	38.00	0.00	20.00	Grava suelta (pas)
	38.00	0.00	20.00	Grava suelta
	38.00	0.00	20.00	Grava suelta
	38.00	0.00	20.00	Grava suelta (pas)

Anclajes										
Nº	Prof. [m]	L [m]	pre-tensado	Kalt [kN/m]	L(VP) [m]	E _{ca} [kN/m]	η [-]	CF No [-]	E _{ca} [kN/m]	cal E [kN/m]
3	-2.00	17.00	ja	175.00	7.90	121.04	1.45	201	-	121.04
2	-5.50	16.00	ja	240.00	9.70	166.00	1.45	201	-	166.00
1	-9.00	15.00	ja	240.00	9.70	166.00	1.45	201	-	166.00

E_{ca} = Kraft aus Ermittlung auf Außenhaut
E_{ca} = Kraft aus Bruchmechanismus (einst. η gesamt)
Espac horizontal de refuerzos = 2.00 m

Factor de seguridad
Cuerpo de falla No. 201: $\eta = 1.45$
Maßstabfaktor Porenwasserdruck = 0.050
Archivo: C001 - Zona 2 - Estatico.boe

y = -2.00 m; L = 17.00 m; alph = 15.0 °

y = -5.50 m; L = 16.00 m; alph = 10.0 °

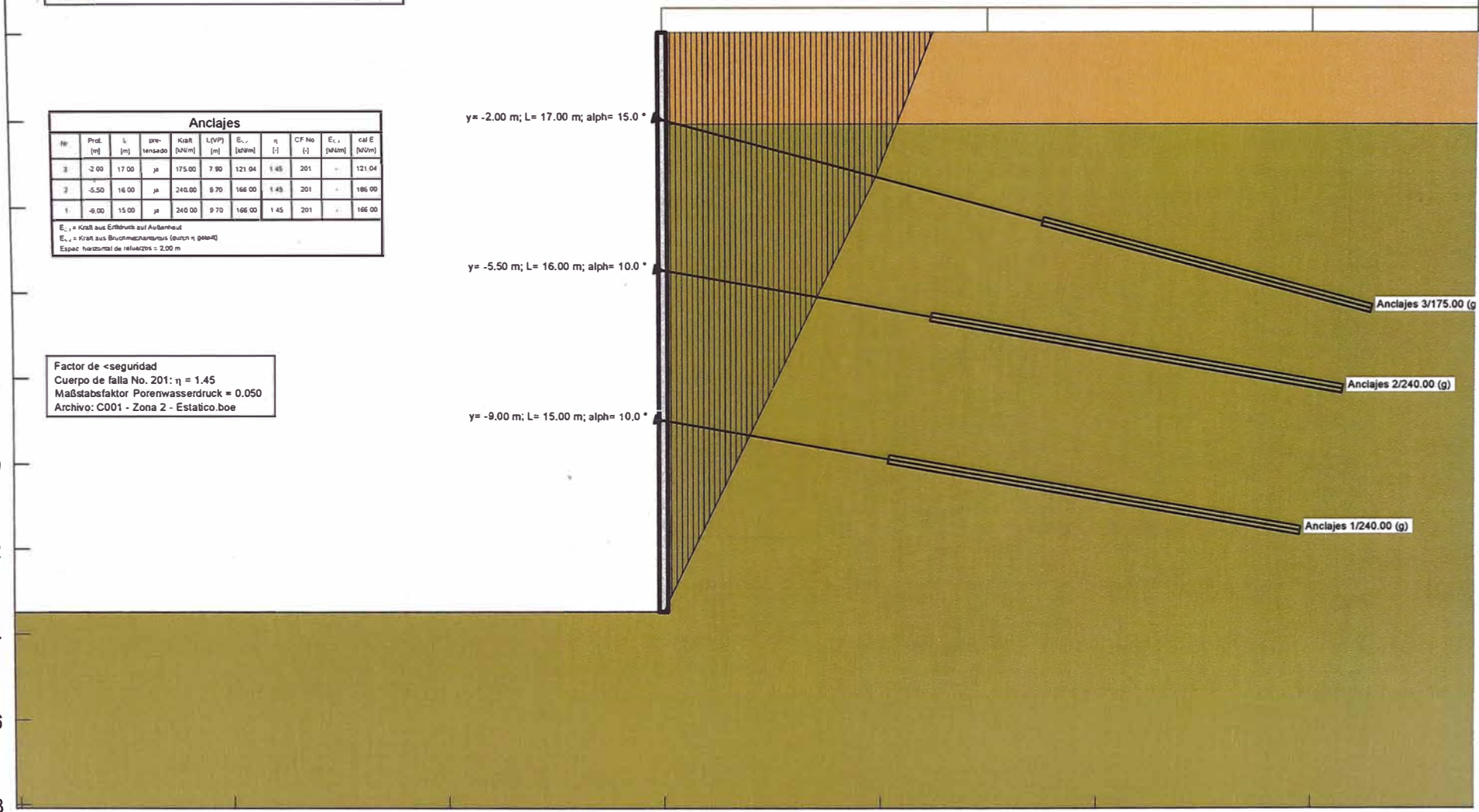
y = -9.00 m; L = 15.00 m; alph = 10.0 °

Anclajes 3/175.00 (g)

Anclajes 2/240.00 (g)

Anclajes 1/240.00 (g)

-15 -10 -5 0 5 10 15



Proyecto Modelo

Proyecto N° :
Cod. 001 Revisión : A

Bach. Josue Santa Cruz

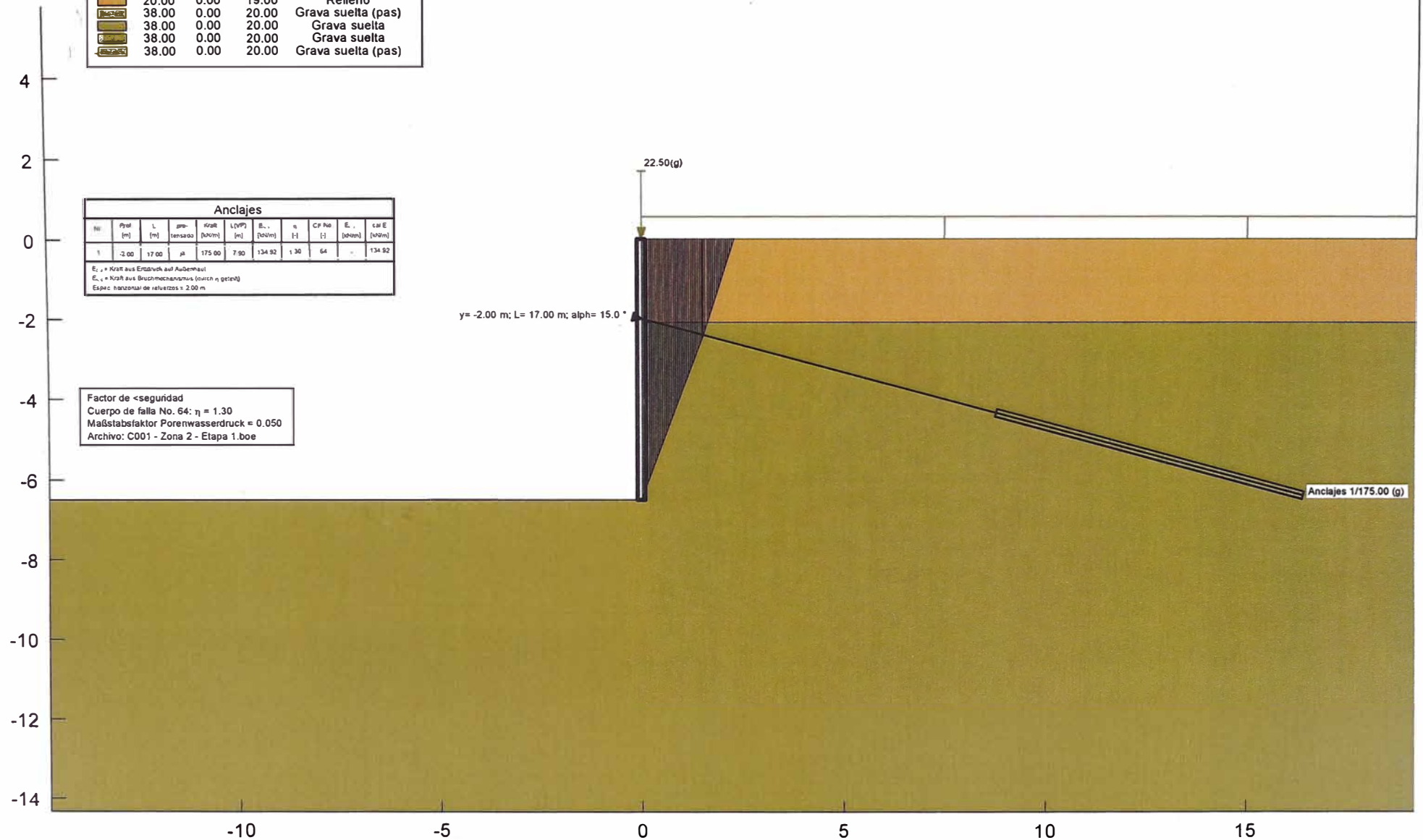
Tecnología :
MURO ANCLADO

Suelo	ϕ [°]	C [kN/m ²]	γ [kN/m ³]	Denominación
	20.00	0.00	19.00	Relleno
	38.00	0.00	20.00	Grava suelta (pas)
	38.00	0.00	20.00	Grava suelta
	38.00	0.00	20.00	Grava suelta
	38.00	0.00	20.00	Grava suelta (pas)

Anclajes										
Nº	Prof [m]	L [m]	gru- (tensor)	Kraft (kN/m)	L (VP) [m]	E ₁ [kN/m]	η	CP Ho [t]	E ₂ [kN/m]	ca E [kN/m]
1	-2.00	17.00	pa	175.00	7.90	134.92	1.30	64	-	134.92

E₁ = Kraft aus Erdbereich auf Außenwand
E₂ = Kraft aus Bruchmechanismus (eintrich in getrennt)
Espac horizontal de refuerzos = 2.00 m

Factor de <seguridad
Cuerpo de falla No. 64: $\eta = 1.30$
Maßstabsfaktor Porenwasserdruck = 0.050
Archivo: C001 - Zona 2 - Etapa 1.boe



Proyecto Modelo

Proyecto N° :
Cod. 001 Revisión : A

Bach. Josue Santa Cruz

Tecnología :
MURO ANCLADO

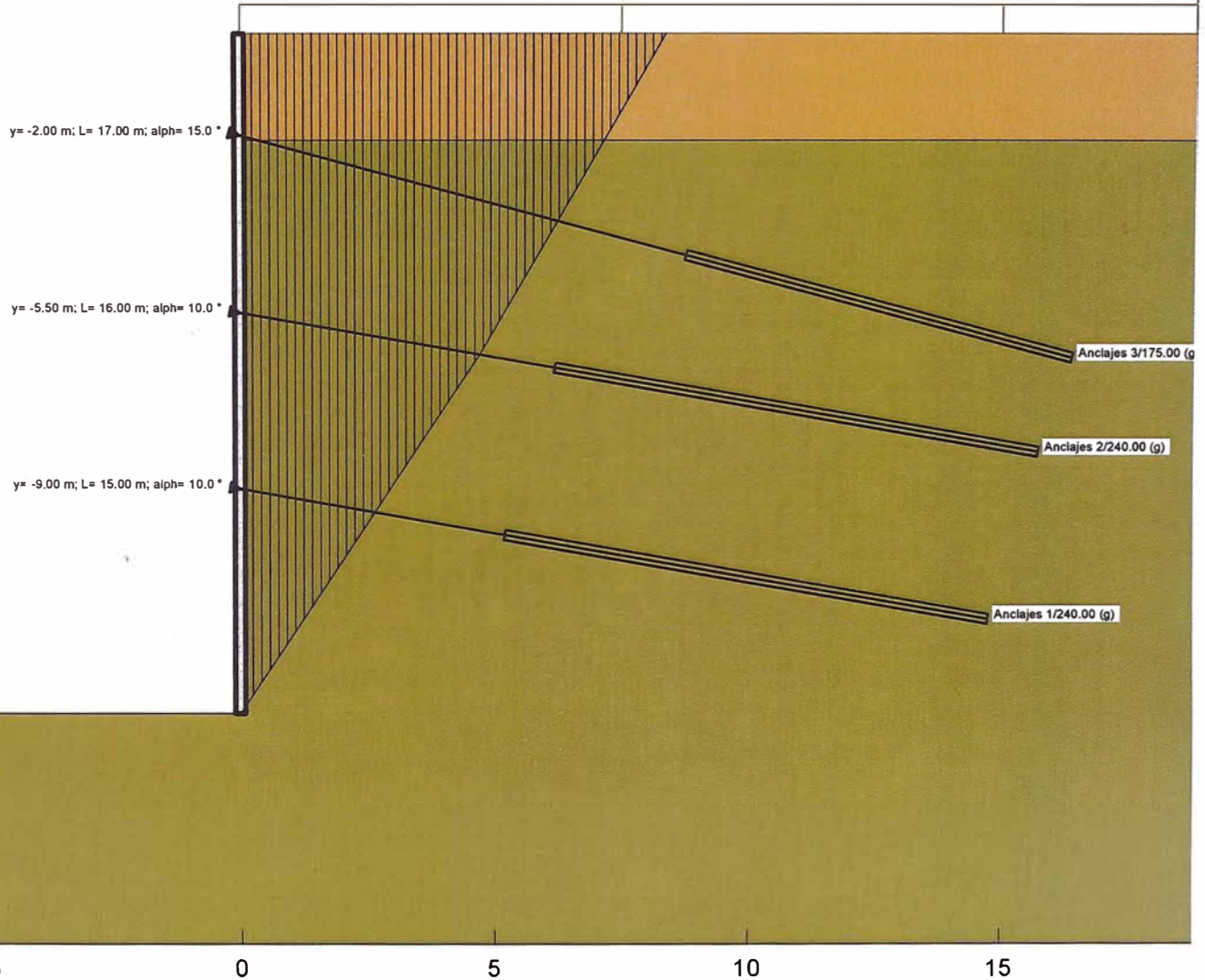
4
2
0
-2
-4
-6
-8
-10
-12
-14
-16
-18

Suelo	φ [°]	c [kN/m ²]	γ [kN/m ³]	Denominación
	20.00	0.00	19.00	Relleno
	38.00	0.00	20.00	Grava suelta (pas)
	38.00	0.00	20.00	Grava suelta
	38.00	0.00	20.00	Grava suelta
	38.00	0.00	20.00	Grava suelta (pas)

Anclajes											
Nr	Prof [m]	L [m]	pre-tensado	Kraft [kN/m]	L(VIP) [m]	E _v [kN/m]	η [-]	CF No [-]	E _v [kN/m]	cal E [kN/m]	
3	-2.00	17.00	ja	175.00	7.50	139.60	1.25	117	-	139.60	
2	-5.50	16.00	ja	240.00	9.70	191.45	1.25	117	-	191.45	
1	-9.00	15.00	ja	240.00	9.70	191.45	1.25	117	-	191.45	

E_v = Kraft aus Erdruck auf Außenwand
E_v = Kraft aus Bruchmechanismus (durch η geteilt)
Espac: horizontal de refuerzos = 2.00 m

Factor de <seguridad
Acc. Sismica:
horizontal $k_h = a_v/g = 0.1500$
vertical $k_v = a_v/g = 0.0000$
Cuerpo de falla No. 117: $\eta = 1.25$
Maßstabsfaktor Porenwasserdruck = 0.050
Archivo: C001 - Zona 2 - Sismico.boe



-15 -10 -5 0 5 10 15

Proyecto Modelo

Bach. Josue Santa Cruz

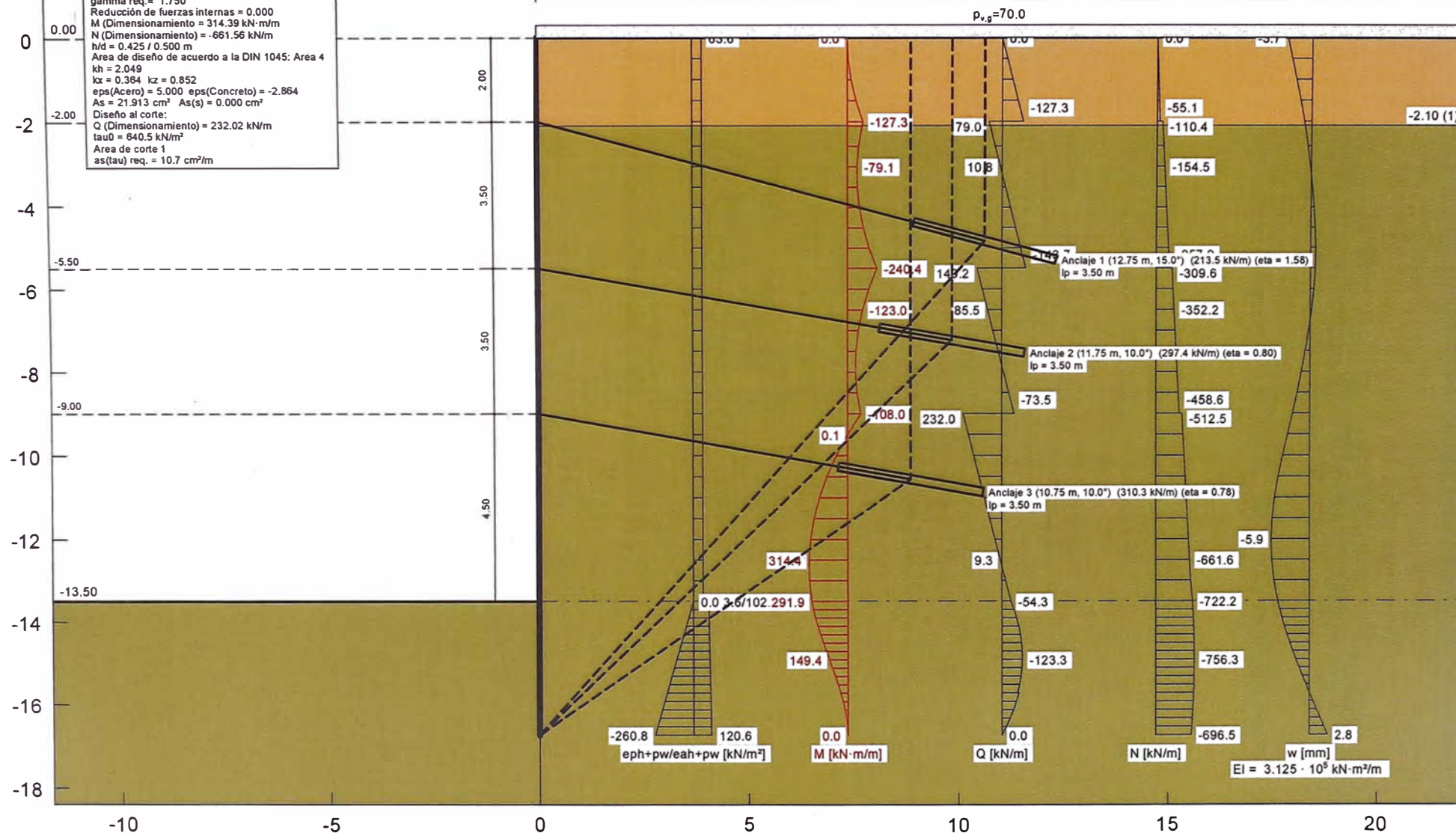
Proyecto N° :
Cod. 001 Revisión : A

Tecnología :
MURO ANCLADO

Valores de diseño:
Verificación Muro pantalla
E = 3000.00 kN/cm²
I = 1041666.67 cm⁴/m
Diseño según la DIN 1045 17.2.1. Párrafo (6)
Concreto: B 25
Acero: BSI 420/500
betar (Concreto) = 17.50 MN/m²
betas (Acero) = 420.00 MN/m²
gamma req. = 1.750
Reducción de fuerzas internas = 0.000
M (Dimensionamiento) = 314.39 kN·m/m
N (Dimensionamiento) = -661.56 kN/m
h/d = 0.425 / 0.500 m
Area de diseño de acuerdo a la DIN 1045: Area 4
kh = 2.049
kx = 0.364 kz = 0.852
eps(Acero) = 5.000 eps(Concreto) = -2.864
As = 21.913 cm² As(s) = 0.000 cm²
Diseño al corte:
Q (Dimensionamiento) = 232.02 kN/m
tau0 = 640.5 kN/m²
Area de corte 1
as(tau) req. = 10.7 cm²/m

Suelo	γ_k [kN/m ³]	γ'_k [kN/m ³]	ϕ_k [°]	$c(a)_k$ [kN/m ²]	$c(p)_k$ [kN/m ²]	δ/ϕ activo	δ/ϕ pasivo	k [m/s] izq.	k [m/s] Derecha	Descripción
	19.0	9.0	20.0	0.0	0.0	0.666	-0.666	$1.0 \cdot 10^{-4}$	$1.0 \cdot 10^{-4}$	Relleno
	20.0	10.0	38.0	0.0	0.0	0.666	-0.666	$1.0 \cdot 10^{-4}$	$1.0 \cdot 10^{-4}$	Grava suelta

Zona colindante con casa 7 pisos



Proyecto Modelo

Bach. Josue Santa Cruz

Proyecto N° :
Cod. 001

Revisión : A

Tecnología :
MURO ANCLADO

4
2
0
-2
-4
-6
-8
-10
-12
-14
-16
-18
-20

Suelo	ϕ [°]	c [kN/m ²]	γ [kN/m ³]	Denominación
	20.00	0.00	19.00	Relleno
	38.00	0.00	20.00	Grava suelta (pas)
	38.00	0.00	20.00	Grava suelta
	38.00	0.00	20.00	Grava suelta
	38.00	0.00	20.00	Grava suelta (pas)

Anclajes										
Nº	Prot. [m]	L [m]	pre- tensado	Kraft [kN/m]	L(VP) [m]	E _a [kN/m]	η	CF No. []	E _a [kN/m]	cal E [kN/m]
3	-2.00	19.00	ja	250.00	11.20	145.75	1.72	202	-	145.75
2	-5.50	18.00	ja	380.00	12.50	221.53	1.72	202	-	221.53
1	-9.00	17.00	ja	360.00	12.50	221.53	1.72	202	-	221.53

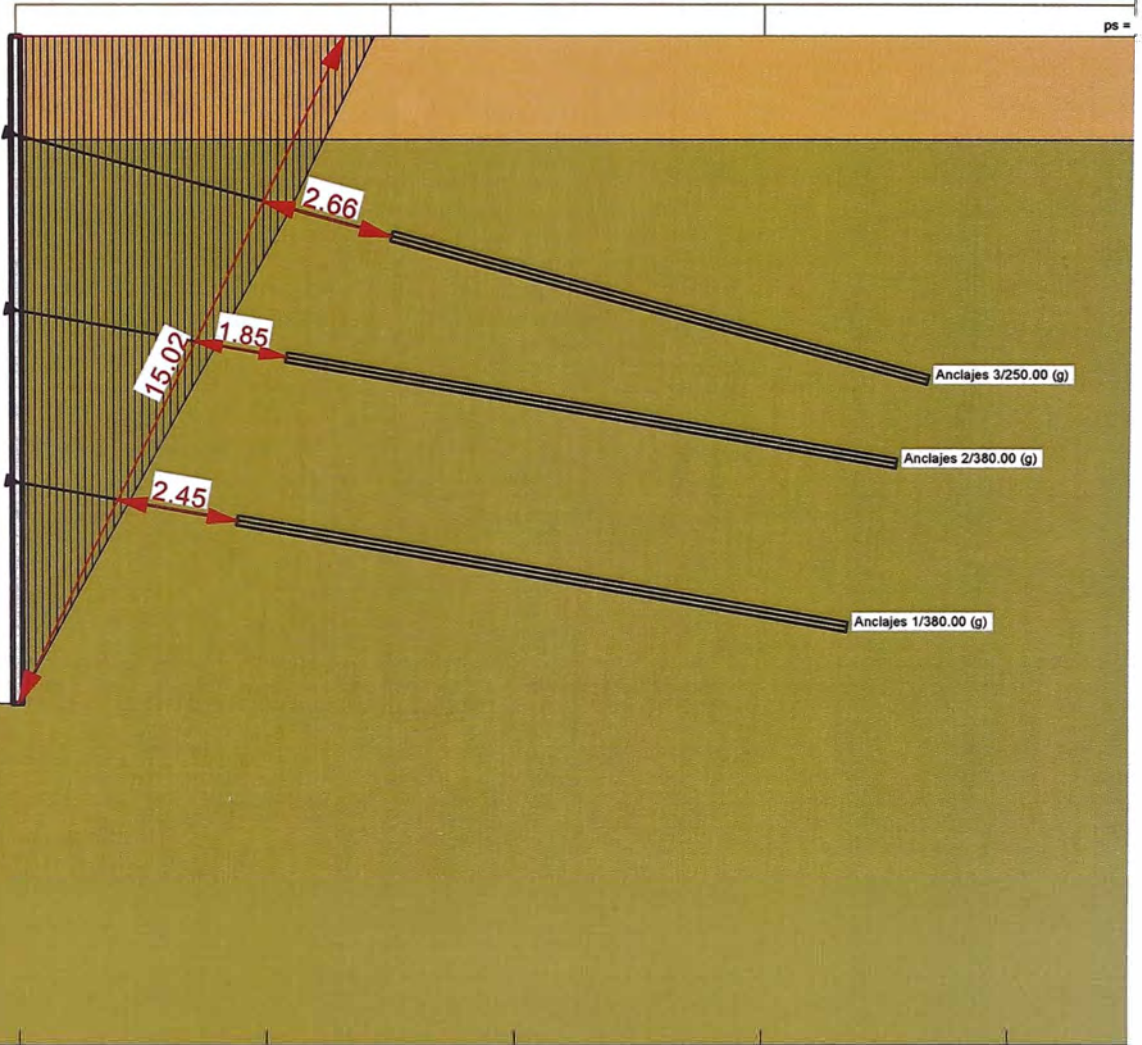
E_a = Kraft aus Erdruck auf Außenhaut
E_a = Kraft aus Bruchmechanismus (durch η geteilt)
Espac. horizontal de refuerzos = 2.00 m

Factor de Seguridad
Cuerpo de falla No. 202; $\eta = 1.72$
Maßstabsfaktor Porenwasserdruck = 0.050
Archivo: C001 - Zona 3 - Estatico.boe

y= -2.00 m; L= 19.00 m; alph= 15.0 °

y= -5.50 m; L= 18.00 m; alph= 10.0 °

y= -9.00 m; L= 17.00 m; alph= 10.0 °



-15 -10 -5 0 5 10 15 20

Proyecto Modelo

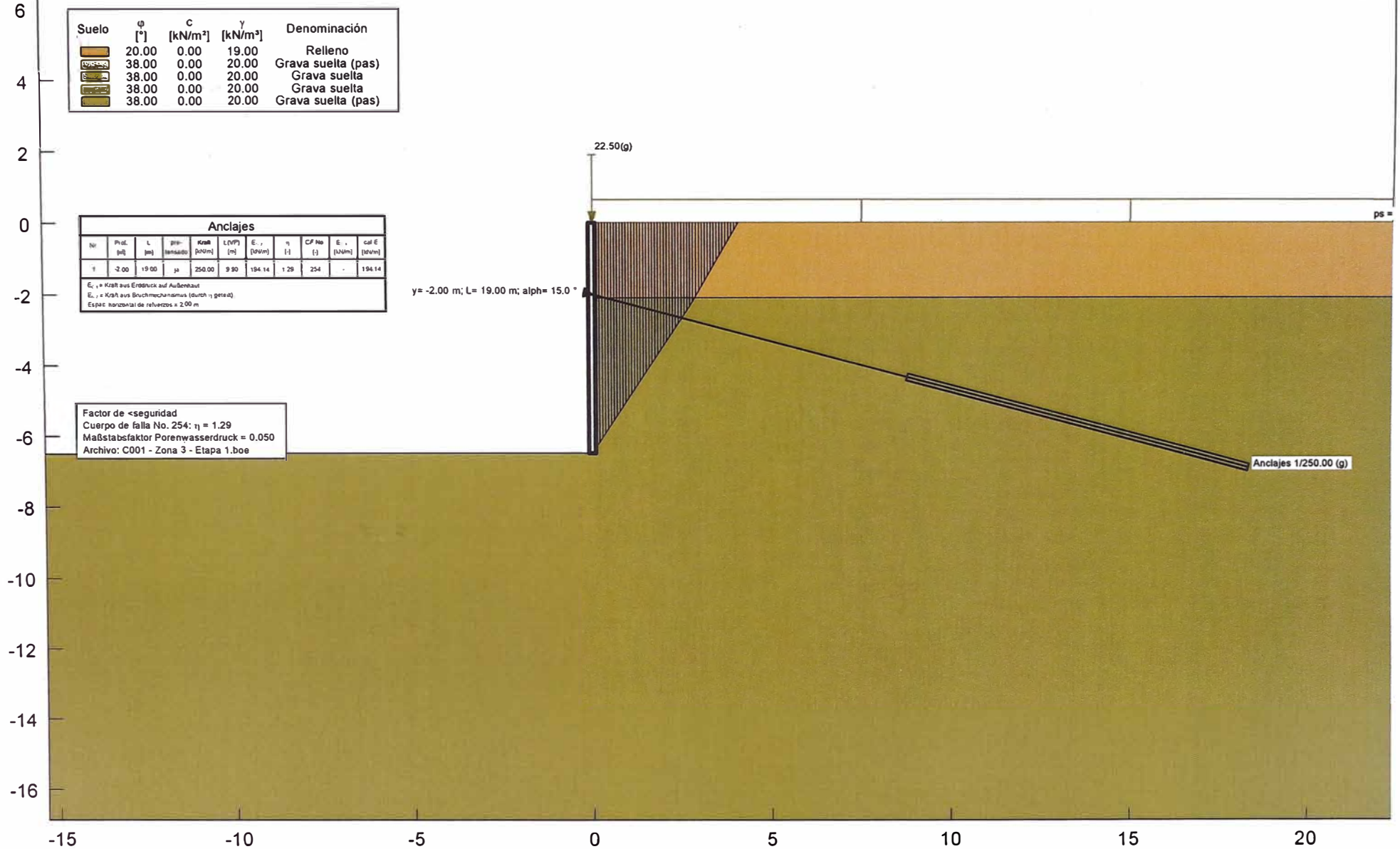
Bach. Josue Santa Cruz

Proyecto N° :
Cod. 001

Revisión : A

Tecnología :

MURO ANCLADO



Suelo	ϕ [°]	C [kN/m ²]	γ [kN/m ³]	Denominación
[Orange]	20.00	0.00	19.00	Relleno
[Green]	38.00	0.00	20.00	Grava suelta (pas)
[Green]	38.00	0.00	20.00	Grava suelta
[Green]	38.00	0.00	20.00	Grava suelta
[Green]	38.00	0.00	20.00	Grava suelta (pas)

Anclajes										
Nr	Prot. [m]	L [m]	gr- [m]	Kraft [kN/m]	L [m]	E ₁ [kN/m]	η [-]	CF No [-]	E ₂ [kN/m]	cal E [kN/m]
1	-2.00	19.00	19	250.00	9.90	194.14	1.29	254	-	194.14

E₁ = Kraft aus Erddruck auf Außenhaut
E₂ = Kraft aus Bruchmechanismus (durch η geteilt)
Espac. horizontal de refuerzos = 2.00 m

Factor de <seguridad
Cuerpo de falla No. 254: $\eta = 1.29$
Maßstabsfaktor Porenwasserdruck = 0.050
Archivo: C001 - Zona 3 - Etapa 1.boe

Proyecto Modelo

Bach. Josue Santa Cruz

Proyecto N° :
Cod. 001 Revisión : A

Tecnología :
MURO ANCLADO

4
2
0
-2
-4
-6
-8
-10
-12
-14
-16
-18
-20

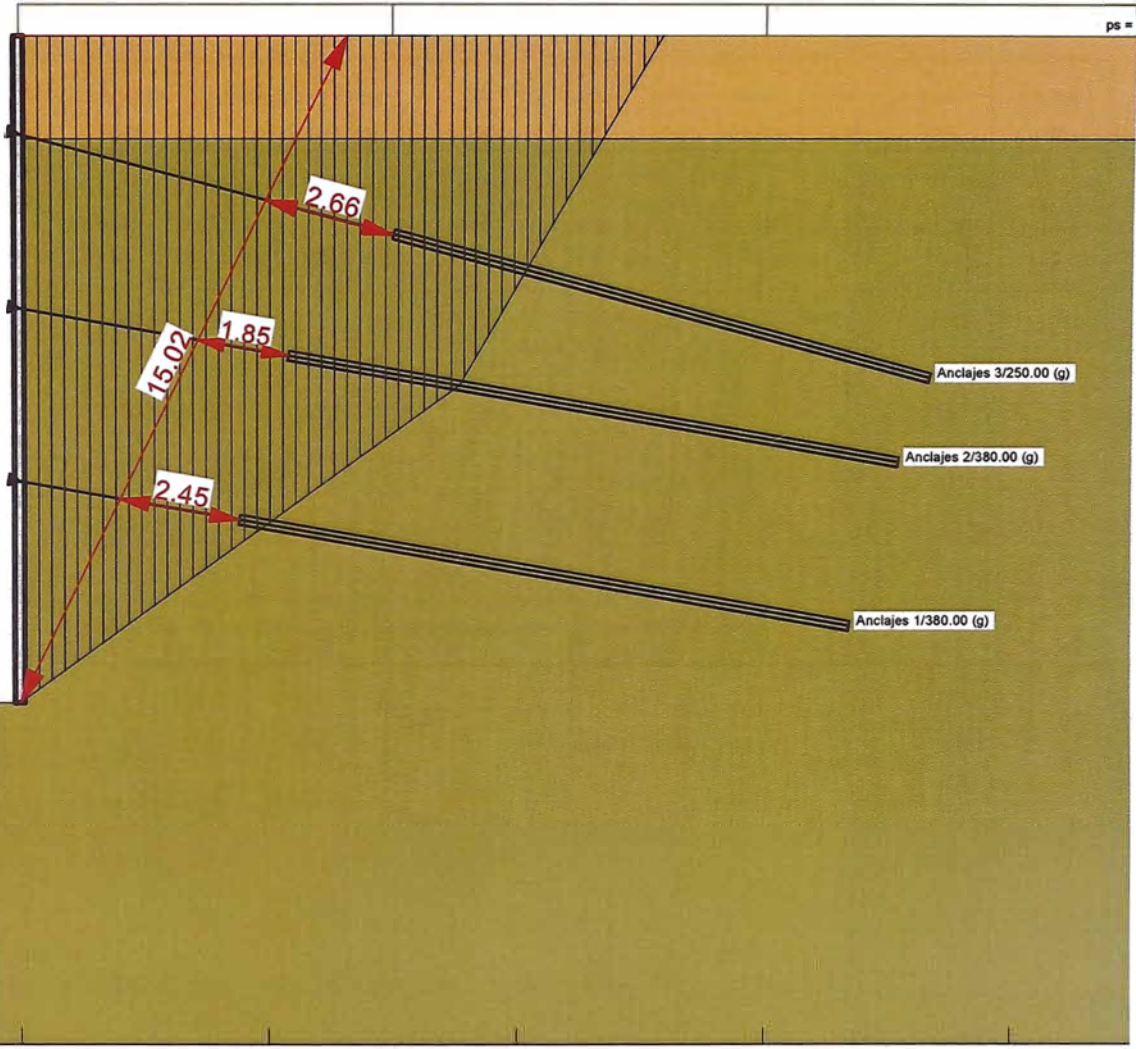
Suelo	ϕ [°]	c [kN/m ²]	γ [kN/m ³]	Denominación
	20.00	0.00	19.00	Relleno
	38.00	0.00	20.00	Grava suelta (pas)
	38.00	0.00	20.00	Grava suelta
	38.00	0.00	20.00	Grava suelta

Anclajes										
Nº	Prof. [m]	L [m]	pre-tensado	K _{ancl} [kN/m]	L _{VP} [m]	E _{..} [kN/m]	η	CF No	E _r [kN/m]	cat E
3	-2.00	18.00	ja	250.00	11.20	165.26	1.51	118	-	165.26
2	-5.50	18.00	ja	380.00	12.50	251.20	1.51	118	-	251.20
1	-9.00	17.00	ja	380.00	12.50	255.31	1.49	111	-	255.31

E_r = Kraft aus Erdboden auf Auflastung
E_{..} = Kraft aus Bruchmechanismus (durch η geteilt)
Espac. horizontal de refuerzos = 2.00 m

Factor de Seguridad
Acc. Sísmica:
horizontal $k_h = a_r/g = 0.1500$
vertical $k_v = a_v/g = 0.0000$
Cuerpo de falla No. 104: $\eta = 1.48$
Maßstabsfaktor Porenwasserdruck = 0.050
Archivo: C001 - Zona 3 - Sísmico.boe

y = -2.00 m; L = 19.00 m; $\alpha = 15.0^\circ$
y = -5.50 m; L = 18.00 m; $\alpha = 10.0^\circ$
y = -9.00 m; L = 17.00 m; $\alpha = 10.0^\circ$



-15 -10 -5 0 5 10 15 20

PROYECTO ANCLAJES POSTENSADOS

CASO 2

MUROS ANCLADOS

Página

LISTA DE ANCLAJES				Recomendación Cámara Chilena		Realizó: JSC								
Sector	Numeración	Línea	Cant. anc.	Tipo Anclaje	Anclaje Tipo	ah max m	Lv m	Lf m	Lo m	αv °	Fw kN/m	Fw' kN	Fw' Ton	Lo tot m
Zona 1 (NFC. -13,50m)		1	1	T-IGU	TERRA 6 - 4	5.00	5.40	6.70	12.10	15	120.0	600	60	12.10
Colindante Avenida		2	1	T-IGU	TERRA 6 - 4	5.00	4.90	5.20	10.10	10	120.0	600	60	10.10
cohesion = 40		3	1	T-IGU	TERRA 6 - 4	5.00	5.10	4.50	9.60	10	125.0	625	63	9.60
Recomendaciones Chilenas													subtotal	31.80
Zona 2 (NFC. -13,50m)		1	1	T-IGU	TERRA 6 - 5	5.00	6.50	6.70	13.20	15	145.0	725	73	13.20
Colindante Vivienda 3 pisos		2	1	T-IGU	TERRA 6 - 5	5.00	5.90	6.10	12.00	10	145.0	725	73	12.00
cohesion = 40		3	1	T-IGU	TERRA 6 - 6	5.00	6.50	4.50	11.00	10	160.0	800	80	11.00
Recomendaciones Chilenas													subtotal	36.20
Zona 3 (NFC. -13,50m)		1	1	T-IGU	TERRA 6 - 7	5.00	9.00	6.70	15.70	15	200.0	1000	100	15.70
Colindante Edificio 7 pisos		2	1	T-IGU	TERRA 6 - 7	5.00	8.50	5.50	14.00	10	210.0	1050	105	14.00
cohesion = 40		3	1	T-IGU	TERRA 6 - 7	5.00	8.50	4.50	13.00	10	210.0	1050	105	13.00
Recomendaciones chilenas													subtotal	42.70
TOTAL ANCLAJES			9											110.70

NOTACION UTILIZADA:

ah max=	separación máxima entre anclajes (en horizontal) o distancia de influencia de anclajes
NA =	cota de intersección del eje del anclaje con el eje del muro
Lo =	longitud del anclaje desde la placa hasta el fin del bulbo
Lf =	longitud libre (placa hasta inicio bulbo)
Lv =	longitud del bulbo
L anc =	longitud del anclaje incluyendo 1,00 m adicional para el tensado
αv =	ángulo vertical del anclaje. Este ángulo es generalizado para los anclajes en una zona y puede variar en algunos anclajes debido a interferencias.
αh =	En ese caso, el ángulo indicado en planos es el que manda. ángulo horizontal del anclaje (VER PLANO DE PLANTA)
Fw' =	carga de servicio del anclaje

Proyecto Modelo

Proyecto N° :
Cod. 002 Revisión : A

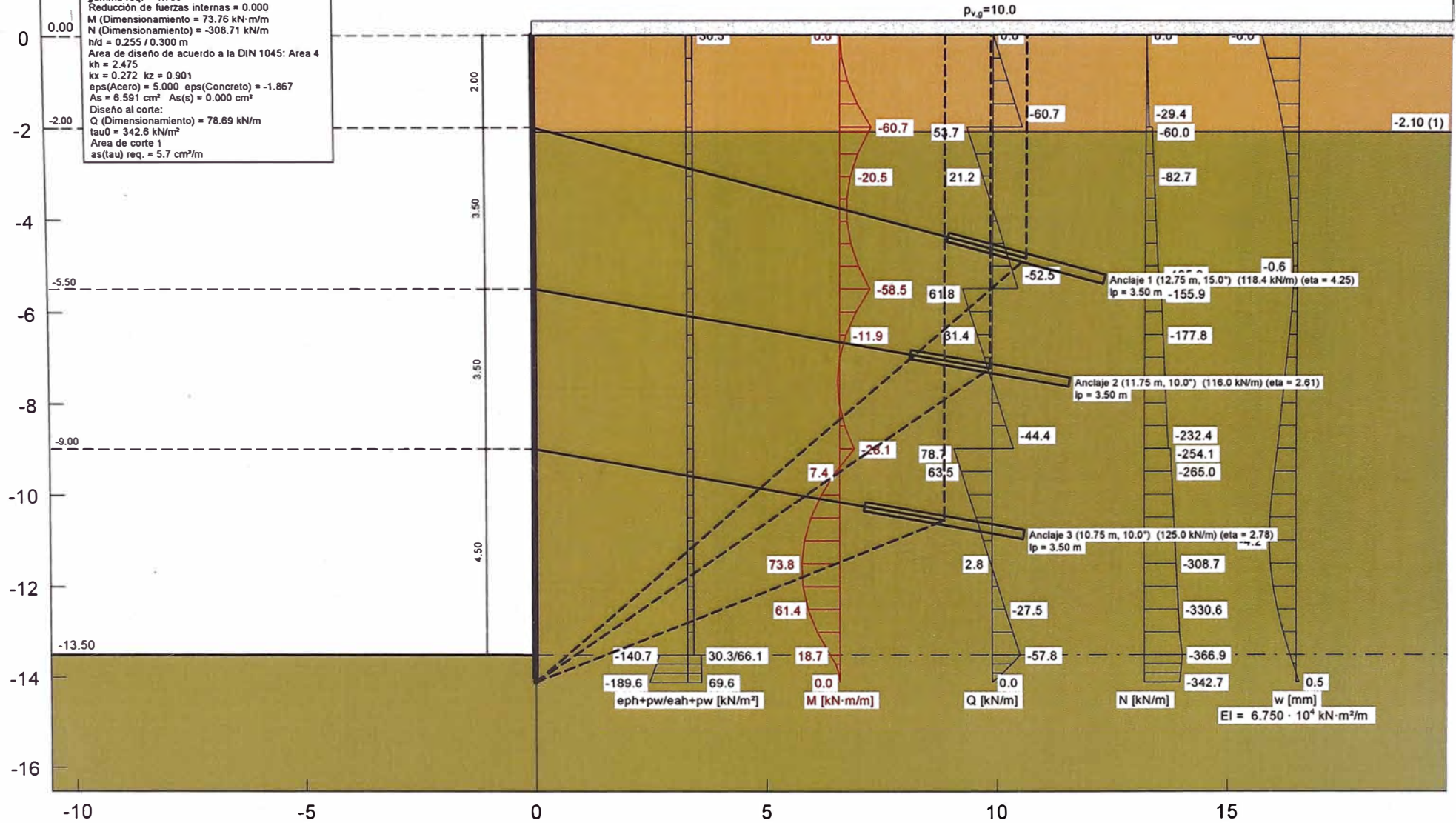
Tecnología :
MURO ANCLADO

Bach. Josue Santa Cruz

Valores de diseño:
Verificación Muro pantalla
E = 3000.00 kN/cm²
I = 225000.00 cm⁴/m
Diseño según la DIN 1045 17.2.1. Párrafo (6)
Concreto: B 25
Acero: BSt 420/500
betar (Concreto) = 17.50 MN/m²
betas (Acero) = 420.00 MN/m²
gamma req. = 1.750
Reducción de fuerzas internas = 0.000
M (Dimensionamiento) = 73.76 kN·m/m
N (Dimensionamiento) = -308.71 kN/m
h/d = 0.255 / 0.300 m
Area de diseño de acuerdo a la DIN 1045: Area 4
kh = 2.475
kx = 0.272 kz = 0.901
eps(Acero) = 5.000 eps(Concreto) = -1.867
As = 6.591 cm² As(s) = 0.000 cm²
Diseño al corte:
Q (Dimensionamiento) = 78.69 kN/m
tau0 = 342.6 kN/m²
Area de corte 1
as(tau) req. = 5.7 cm²/m

Suelo	γ_k [kN/m ³]	γ'_k [kN/m ³]	ϕ_k [°]	$c(a)_k$ [kN/m ²]	$c(p)_k$ [kN/m ²]	δ/ϕ activo	δ/ϕ pasivo	k [m/s] izq.	k [m/s] Derecha	Descripción
0-2.00	19.0	9.0	20.0	5.0	5.0	0.666	-0.666	$1.0 \cdot 10^{-4}$	$1.0 \cdot 10^{-4}$	Relleno
2.00-13.50	20.0	10.0	38.0	40.0	40.0	0.666	-0.666	$1.0 \cdot 10^{-4}$	$1.0 \cdot 10^{-4}$	Grava suelta

Zona de colindante con Calles



Proyecto Modelo

Proyecto N° :
Cod. 002

Revisión : A

Bach. Josue Santa Cruz

Tecnología :
MURO ANCLADO

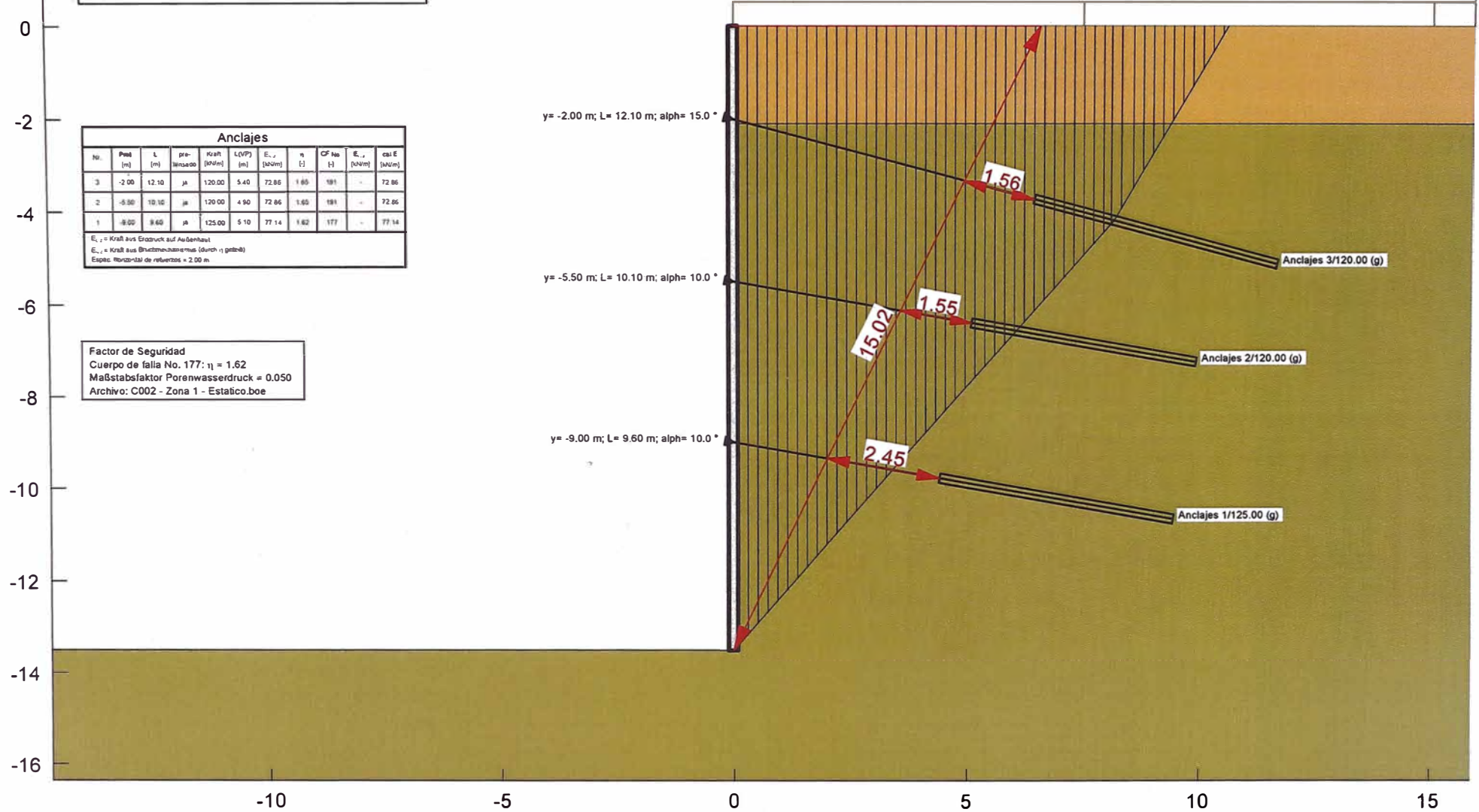
Zona de colindante con Calles

Suelo	ϕ [°]	C [kN/m ²]	γ [kN/m ³]	Denominación
	20.00	5.00	19.00	Relleno
	38.00	40.00	20.00	Grava suelta (pas)
	38.00	40.00	20.00	Grava suelta
	38.00	40.00	20.00	Grava suelta
	38.00	40.00	20.00	Grava suelta (pas)

Anclajes											
Nr.	Post [m]	L [m]	pre-tensado	Kraft [kN/m]	L(VP) [m]	E _v [kN/m]	n	CF No	H	E _v [kN/m]	ca E [kN/m]
3	-2.00	12.10	ja	120.00	5.40	72.86	1.65	181	-	72.86	-
2	-5.50	10.10	ja	120.00	4.90	72.86	1.65	181	-	72.86	-
1	-9.00	9.60	ja	125.00	5.10	77.14	1.62	177	-	77.14	-

E_v = Kraft aus Erddruck auf Außenhaut
E_v = Kraft aus Bruchmechanismus (durch 1 geteilt)
Espéc. horizontal de refuerzo = 2.00 m

Factor de Seguridad
Cuerpo de falla No. 177: $\eta_1 = 1.62$
Maßstabsfaktor Porenwasserdruck = 0.050
Archivo: C002 - Zona 1 - Estático.boe



Proyecto Modelo

Proyecto N° :
Cod. 002

Revisión : A

Bach. Josue Santa Cruz

Tecnología :
MURO ANCLADO

Zona de colindante con Calles

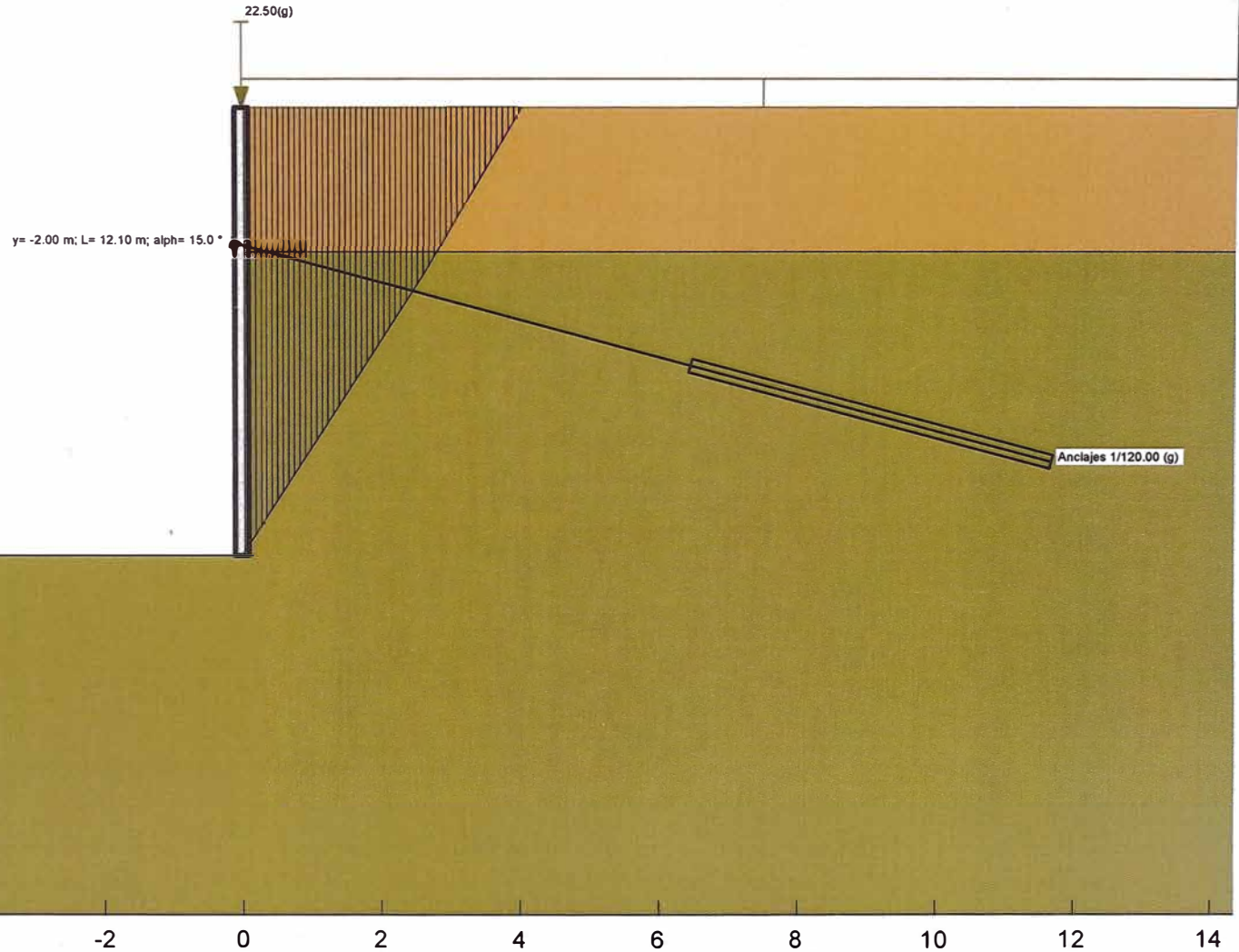
4
2
0
-2
-4
-6
-8
-10
-10 -8 -6 -4 -2 0 2 4 6 8 10 12 14

Suelo	ϕ [°]	C [kN/m ²]	γ [kN/m ³]	Denominación
	20.00	5.00	19.00	Relleno
	38.00	40.00	20.00	Grava suelta (pas)
	38.00	40.00	20.00	Grava suelta
	38.00	40.00	20.00	Grava suelta
	38.00	40.00	20.00	Grava suelta (pas)

Anclajes										
Nº	Prof [m]	L [m]	pre-tensado	Kraft [kN/m]	L _q (m)	E_{s1} [kN/m ²]	η [%]	CF Max [%]	E_{s2} [kN/m ²]	cal E [kN/m]
1	-2.00	12.10	si	120.00	9.40	97.94	2.09	156	-	57.94

E_{s1} = Kraft aus Erddruck auf Außenhaut
 E_{s2} = Kraft aus Bruchmechanismus (durch η geteilt)
 Exterc. horizontal de referencia = 2.00 m

Factor de Seguridad
 Cuerpo de falla No. 156: $\eta = 2.09$
 Maßstabsfaktor Porenwasserdruck = 0.050
 Archivo: C002 - Zona 1 - Etapa 1.boe



Proyecto Modelo

Bach. Josue Santa Cruz

Proyecto N° :
Cod. 002 Revisión : A

Tecnología :
MURO ANCLADO

Zona de colindante con Calles

Suelo	ϕ [°]	c [kN/m ²]	γ [kN/m ³]	Denominación
	20.00	5.00	19.00	Relleno
	38.00	40.00	20.00	Grava suelta (pas)
	38.00	40.00	20.00	Grava suelta
	38.00	40.00	20.00	Grava suelta
	38.00	40.00	20.00	Grava suelta (pas)

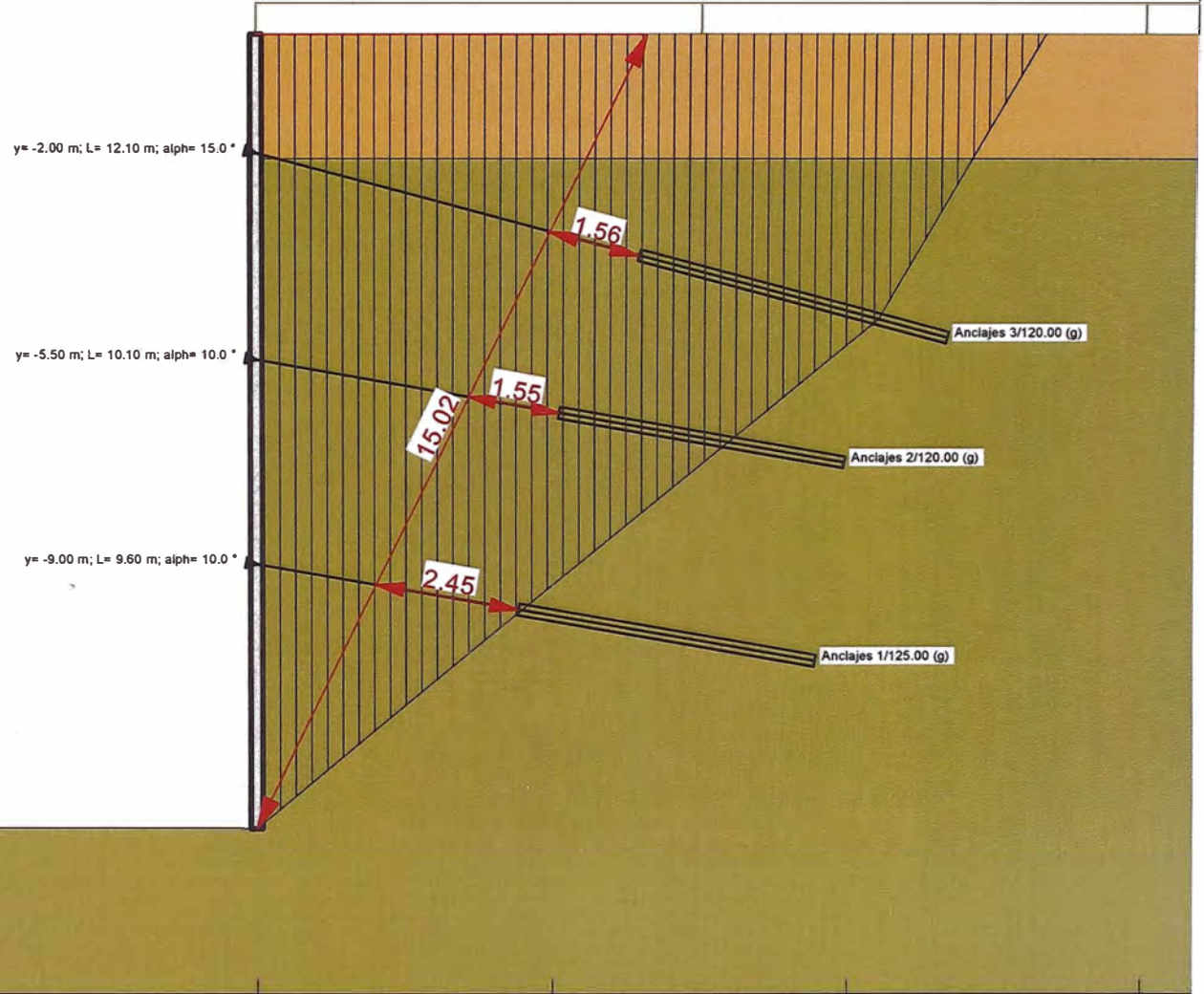
Anciajes										
Nº	Prof [m]	L [m]	pre- tensionado	Kraft [kN/m]	L(VP) [m]	E _s [kN/m]	η []	CF No []	E _s [kN/m]	cat E [kN/m]
3	-2.00	12.10	ja	120.00	5.40	85.22	1.41	191	-	85.22
3	-5.50	10.10	ja	120.00	4.90	86.30	1.38	184	-	86.30
1	-9.00	9.60	ja	125.00	5.10	93.95	1.33	170	-	93.95

E_s = Kraft aus Erdmassen auf Außenheit
E_s = Kraft aus Bruchmechanismus (durch η geteilt)
Espac. horizontal de refuerzos = 2.00 m

Factor de Seguridad
Acc. Sísmica:
horizontal $k_h = a_h/g = 0.1500$
vertical $k_v = a_v/g = 0.0000$
Cuerpo de falla No. 163: $\eta = 1.33$
Maßstabsfaktor Porenwasserdruck = 0.050
Archivo: C002 - Zona 1 - Sísmico.boe

2
0
-2
-4
-6
-8
-10
-12
-14
-16

-10 -5 0 5 10 15



Proyecto Modelo

Cod. 002

Revisión : A

Bach. Josue Santa Cruz

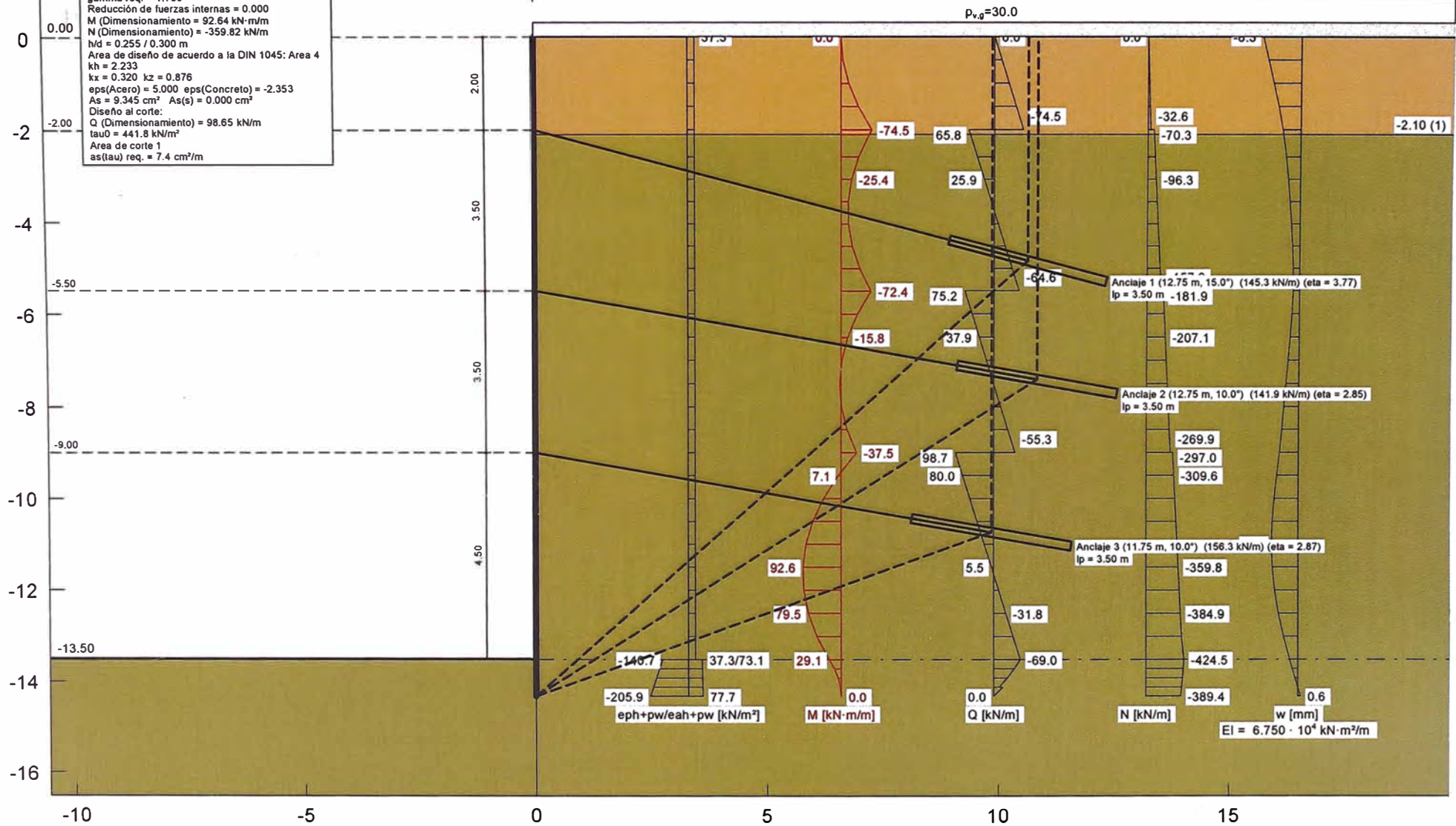
Tecnología :

MURO ANCLADO

Valores de diseño:
 Verificación Muro pantalla
 $E = 30000.00 \text{ kN/cm}^2$
 $I = 225000.00 \text{ cm}^4/\text{m}$
 Diseño según la DIN 1045 17.2.1, Párrafo (6)
 Concreto: B 25
 Acero: BSt 420/500
 $f_{ctk}(\text{Concreto}) = 17.50 \text{ MN/m}^2$
 $f_{ctk}(\text{Acero}) = 420.00 \text{ MN/m}^2$
 $\gamma_{req} = 1.750$
 Reducción de fuerzas internas = 0.000
 M (Dimensionamiento) = 92.64 kN·m/m
 N (Dimensionamiento) = -359.82 kN/m
 $h/d = 0.255 / 0.300 \text{ m}$
 Área de diseño de acuerdo a la DIN 1045: Área 4
 $k_h = 2.233$
 $k_x = 0.320$ $k_z = 0.876$
 $\epsilon_{ps}(\text{Acero}) = 5.000$ $\epsilon_{ps}(\text{Concreto}) = -2.353$
 $A_s = 9.345 \text{ cm}^2$ $A_s(s) = 0.000 \text{ cm}^2$
 Diseño al corte:
 Q (Dimensionamiento) = 98.65 kN/m
 $\tau_{au0} = 441.8 \text{ kN/m}^2$
 Área de corte 1
 $a_s(\tau_{au}) \text{ req.} = 7.4 \text{ cm}^2/\text{m}$

Suelo	γ_k [kN/m ³]	γ'_k [kN/m ³]	φ_k [°]	$c(a)_k$ [kN/m ²]	$c(p)_k$ [kN/m ²]	δ/φ activo	δ/φ pasivo	k [m/s] izq.	k [m/s] Derecha	Descripción
1	19.0	9.0	20.0	5.0	5.0	0.666	-0.666	$1.0 \cdot 10^{-4}$	$1.0 \cdot 10^{-4}$	Relleno
2	20.0	10.0	38.0	40.0	40.0	0.666	-0.666	$1.0 \cdot 10^{-4}$	$1.0 \cdot 10^{-4}$	Grava suelta

Zona de colindante con casa 3 pisos



Proyecto Modelo

Proyecto N° :
Cod. 002 Revisión : A

Bach. Josue Santa Cruz

Tecnología :
MURO ANCLADO

Suelo	ϕ [°]	c [kN/m ²]	γ [kN/m ³]	Denominación
	20.00	5.00	19.00	Relleno
	38.00	40.00	20.00	Grava suelta (pas)
	38.00	40.00	20.00	Grava suelta
	38.00	40.00	20.00	Grava suelta
	38.00	40.00	20.00	Grava suelta (pas)

2

-4

-6

-8

-10

-12

-14

-16

Anclajes										
Nº	Prof [m]	L [m]	pre-tensado	K _{stab} [kN/m]	L _(VPT) [m]	E _{1,1} [kN/m ²]	n [-]	CF No [-]	E _{1,2} [kN/m ²]	car E [kN/m ²]
3	-2.00	13.20	ja	145.00	6.50	88.98	1.63	109	-	88.98
2	-5.50	12.00	ja	145.00	5.90	88.98	1.63	109	-	88.98
1	-9.00	11.00	ja	160.00	6.50	98.18	1.63	109	-	98.18

E_{1,1} = Kraft aus Erdruck auf Außenwand
E_{1,2} = Kraft aus Bruchmechanismus (durch η geteilt)
Espac. horizontal de refuerzo = 2.00 m

Factor de Seguridad
Cuerpo de falla No. 109: $\eta = 1.63$
Maßstabsfaktor Porenwasserdruck = 0.050
Archivo: C002 - Zona 2 - Estático.boe

y = -2.00 m; L = 13.20 m; $\alpha = 15.0^\circ$

y = -5.50 m; L = 12.00 m; $\alpha = 10.0^\circ$

y = -9.00 m; L = 11.00 m; $\alpha = 10.0^\circ$

Anclajes 3/145.00 (g)

Anclajes 2/145.00 (g)

Anclajes 1/160.00 (g)

-10

-5

0

5

10

15

Proyecto Modelo

Proyecto N° :
Cod. 002 Revisión : A

Bach. Josue Santa Cruz

Tecnología :
MURO ANCLADO

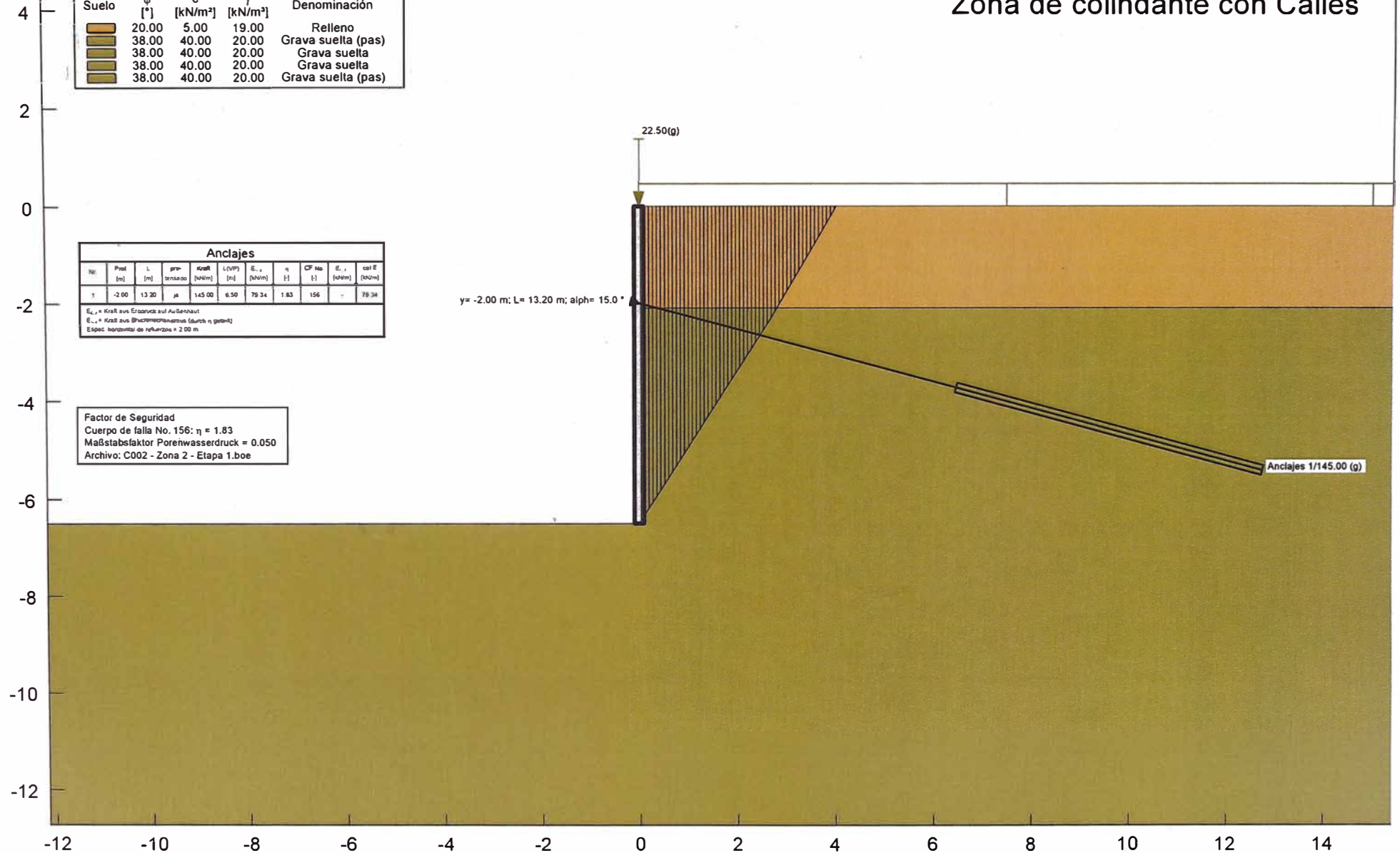
Zona de colindante con Calles

Suelo	φ [°]	C [kN/m ²]	γ [kN/m ³]	Denominación
	20.00	5.00	19.00	Relleno
	38.00	40.00	20.00	Grava suelta (pas)
	38.00	40.00	20.00	Grava suelta
	38.00	40.00	20.00	Grava suelta
	38.00	40.00	20.00	Grava suelta (pas)

Anclajes										
Nº	Prof [m]	L [m]	pre-tensionado	Kraft [kN/m]	L(NPP) [m]	E _s [kN/m ²]	η [-]	CF No [-]	E _s [kN/m]	cat E [kN/m]
1	-2.00	13.20	ja	145.00	6.50	79.34	1.83	156	-	79.34

E_s = Kraft aus Erdbeben auf Außenhaut
E_s = Kraft aus Bruchmechanismus (durch η geteilt)
Etapas horizontales de refuerzos = 2.00 m

Factor de Seguridad
Cuerpo de falla No. 156: $\eta = 1.83$
Maßstabsfaktor Porenwasserdruck = 0.050
Archivo: C002 - Zona 2 - Etapa 1.boe



Proyecto Modelo

Bach. Josue Santa Cruz

Proyecto N° :
Cod. 002 Revisión : A

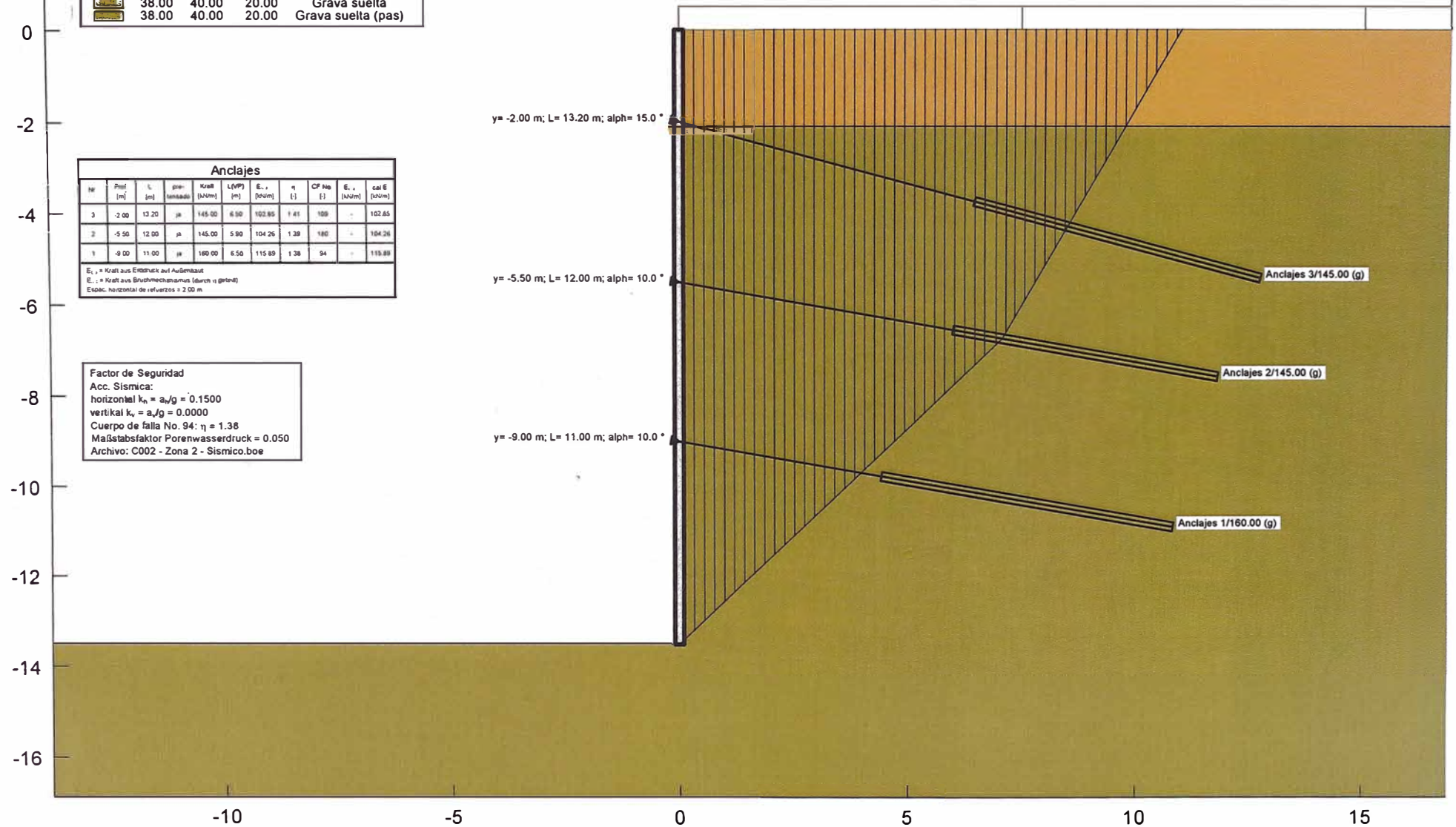
Tecnología :
MURO ANCLADO

Suelo	ϕ [°]	c [kN/m ²]	γ [kN/m ³]	Denominación
	20.00	5.00	19.00	Relleno
	38.00	40.00	20.00	Grava suelta (pas)
	38.00	40.00	20.00	Grava suelta
	38.00	40.00	20.00	Grava suelta

Anclajes										
#	Prof. [m]	L [m]	gpr. [mm]	K _{ancl} [kN/m]	L _{VP} [m]	E ₁ [kN/m]	η [-]	CF No [-]	E ₂ [kN/m]	cal E [kN/m]
3	-2.00	13.20	ja	145.00	8.90	102.95	1.41	100	-	102.85
2	-5.50	12.00	ja	145.00	5.90	104.26	1.38	100	-	104.26
1	-9.00	11.00	ja	160.00	6.50	115.89	1.38	94	-	115.89

E₁ : Kraft aus Erdruck auf Außenbau
E₂ : Kraft aus Bruchmechanismus (durch η gpr_{ancl})
Espac. horizontal de refuerzos = 2.00 m

Factor de Seguridad
Acc. Sismica:
horizontal $k_h = a_h/g = 0.1500$
vertical $k_v = a_v/g = 0.0000$
Cuerpo de falla No. 94: $\eta = 1.38$
Maßstabfaktor Porenwasserdruck = 0.050
Archivo: C002 - Zona 2 - Sismico.boe



Proyecto Modelo

Proyecto N° :
Cod. 002 Revisión : A

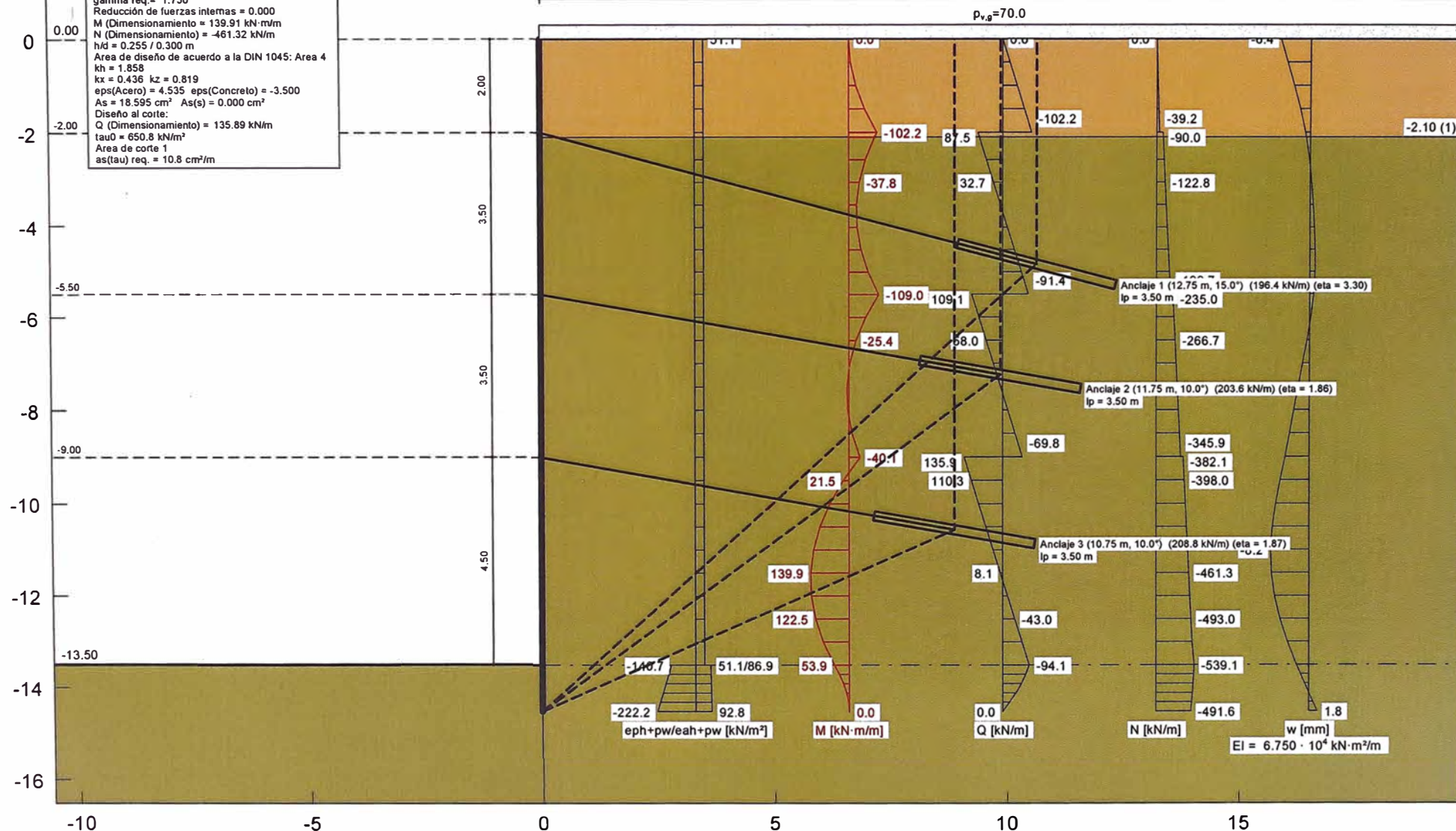
Bach. Josue Santa Cruz

Tecnología :
MURO ANCLADO

Valores de diseño:
Verificación Muro pantalla
E = 3000.00 kN/cm²
I = 225000.00 cm⁴/m
Diseño según la DIN 1045 17.2.1. Párrafo (6)
Concreto: B 25
Acero: BSt 420/500
betar (Concreto) = 17.50 MN/m²
betas (Acero) = 420.00 MN/m²
gamma req. = 1.750
Reducción de fuerzas internas = 0.000
M (Dimensionamiento) = 139.91 kN·m/m
N (Dimensionamiento) = -461.32 kN/m
h/d = 0.255 / 0.300 m
Area de diseño de acuerdo a la DIN 1045: Area 4
kh = 1.858
kx = 0.436 kz = 0.819
eps(Acero) = 4,535 eps(Concreto) = -3.500
As = 18.595 cm² As(s) = 0.000 cm²
Diseño al corte:
Q (Dimensionamiento) = 135.89 kN/m
tau0 = 650.8 kN/m²
Area de corte 1
as(tau) req. = 10.8 cm²/m

Suelo	γ_k [kN/m ³]	γ'_k [kN/m ³]	φ_k [°]	$c(a)_k$ [kN/m ²]	$c(p)_k$ [kN/m ²]	δ/φ activo	δ/φ pasivo	k [m/s] izq.	k [m/s] Derecha	Descripción
Grava suelta	19.0	9.0	20.0	5.0	5.0	0.666	-0.666	$1.0 \cdot 10^{-4}$	$1.0 \cdot 10^{-4}$	Relleno
Grava suelta	20.0	10.0	38.0	40.0	40.0	0.666	-0.666	$1.0 \cdot 10^{-4}$	$1.0 \cdot 10^{-4}$	Grava suelta

Zona colindante con casa 7 pisos



Proyecto Modelo

Bach. Josue Santa Cruz

Proyecto N° :
Cod. 002 Revisión : A

Tecnología :
MURO ANCLADO

Suelo	ϕ [°]	C [kN/m ²]	γ [kN/m ³]	Denominación
	20.00	5.00	19.00	Relleno
	38.00	40.00	20.00	Grava suelta (pas)
	38.00	40.00	20.00	Grava suelta
	38.00	40.00	20.00	Grava suelta
	38.00	40.00	20.00 </tr	

Anclajes										
Nr.	Prof. [m]	L [m]	pre- tensionado	Kraft [kN]	L(VVP) [m]	$E_{c,1}$ [kN/m ²]	η	CF No. []	$E_{c,2}$ [kN/m ²]	cal E [kN/m ²]
3	-2.00	15.70	ja	200.00	8.00	126.54	1.58	57	-	126.54
2	-5.50	14.00	ja	210.00	8.50	132.87	1.58	57	-	132.87
1	-9.00	13.00	ja	210.00	8.50	132.87	1.58	57	-	132.87

$E_{c,1}$ = Kraft aus Erddruck auf Außenbauteil
 $E_{c,2}$ = Kraft aus Bruchzustand auslastet (durch η geteilt)
Espace horizontal de referencia = 2.00 m

Factor de Seguridad
Cuerpo de falla No. 57: $\eta = 1.58$
Maßstabsfaktor Porenwasserdruck = 0.050
Archivo: C002 - Zona 3 - Estatico.boe

2
0
-2
-4
-6
-8
-10
-12
-14
-16
-18

y = -2.00 m; L = 15.70 m; alph = 15.0 °

y = -5.50 m; L = 14.00 m; alph = 10.0 °

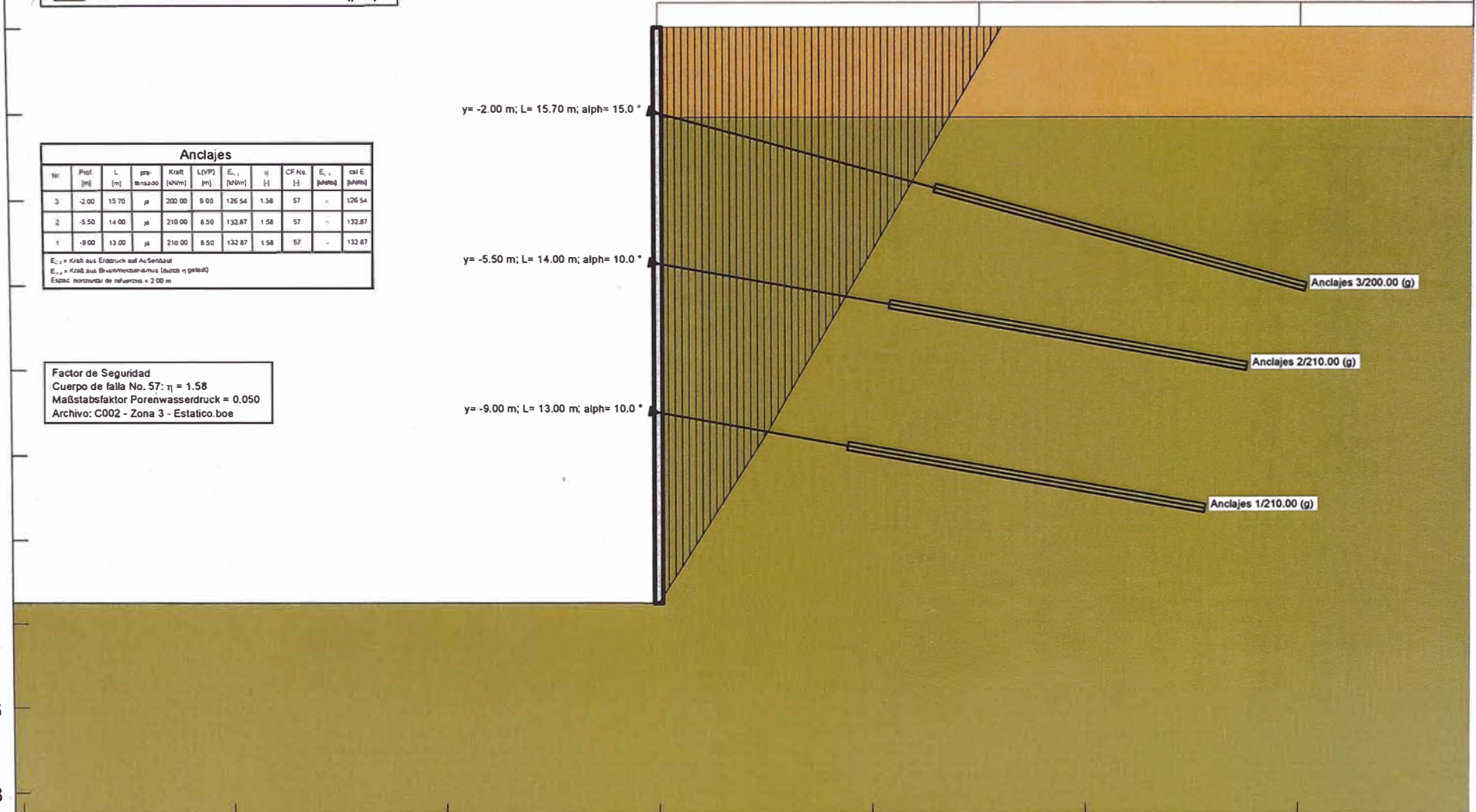
y = -9.00 m; L = 13.00 m; alph = 10.0 °

Anclajes 3/200.00 (g)

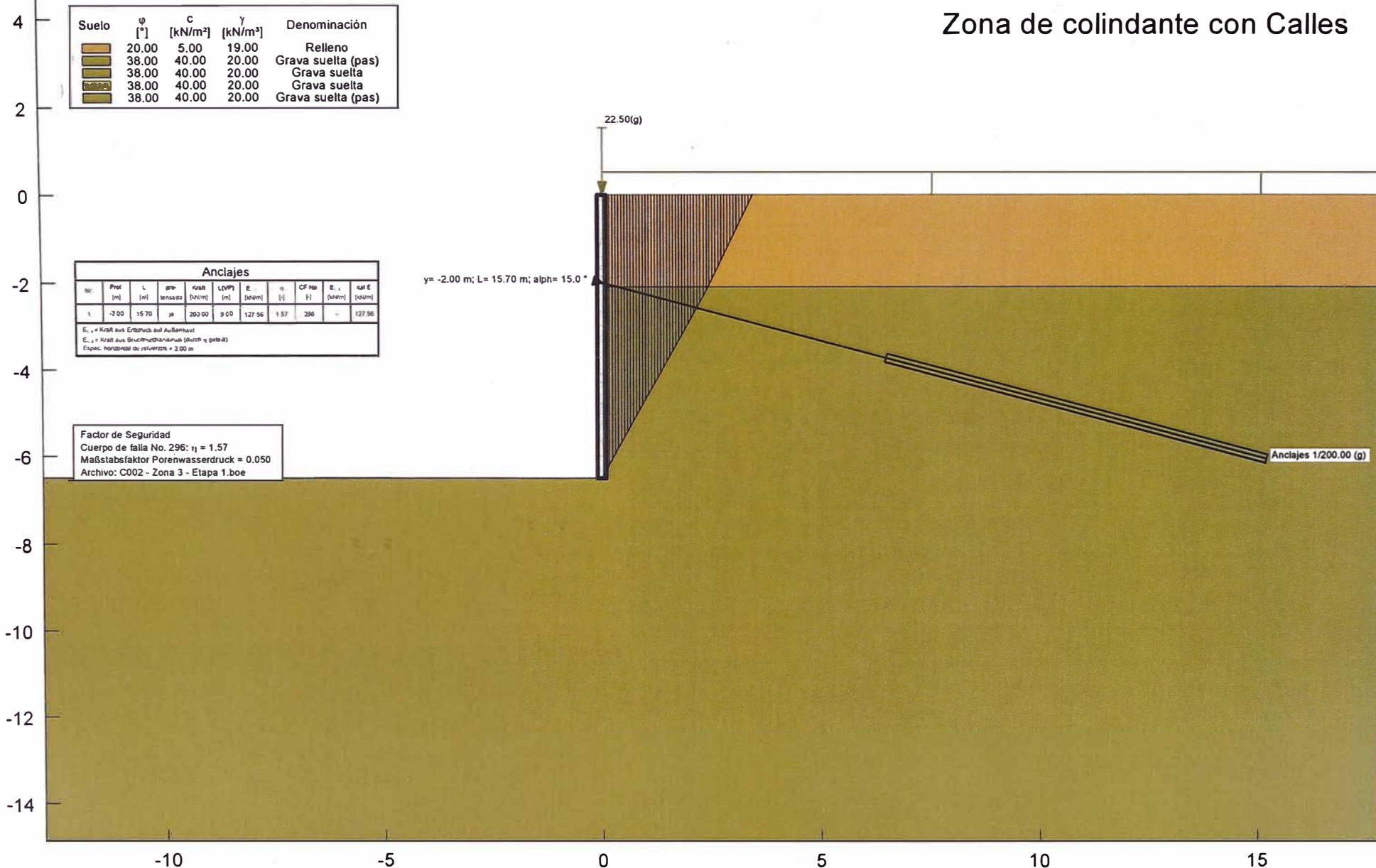
Anclajes 2/210.00 (g)

Anclajes 1/210.00 (g)

-15 -10 -5 0 5 10 15



Zona de colindante con Calles



Proyecto Modelo

Proyecto N°
Cod. 002

Revisión : A

Bach. Josue Santa Cruz

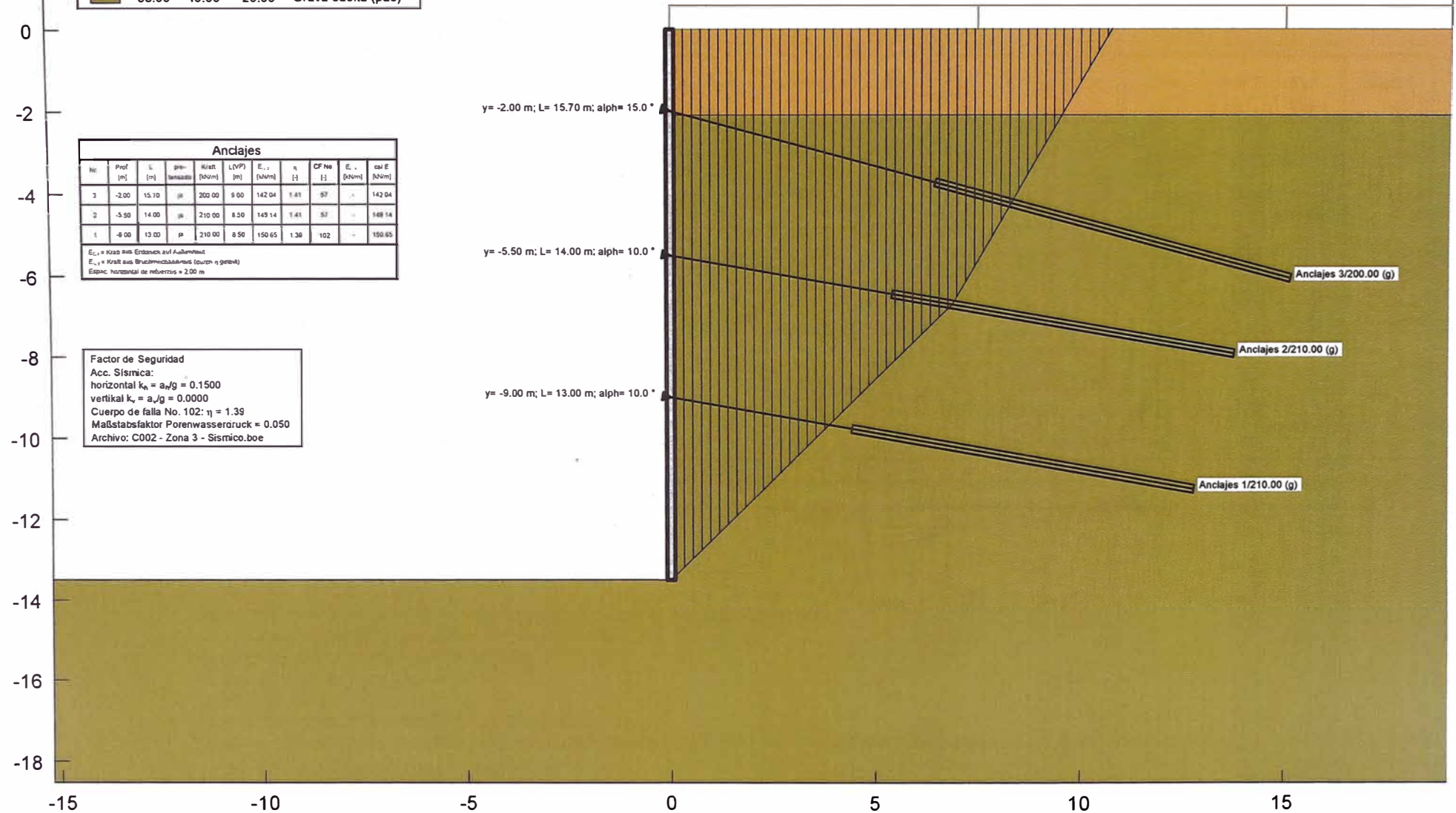
Tecnología :
MURO ANCLADO

Suelo	ϕ [°]	c [kN/m ²]	γ [kN/m ³]	Denominación
	20.00	5.00	19.00	Relleno
	38.00	40.00	20.00	Grava suelta (pas)
	38.00	40.00	20.00	Grava suelta
	38.00	40.00	20.00	Grava suelta
	38.00	40.00	20.00 <td>Grava suelta (pas)</td>	Grava suelta (pas)

Anclajes											
Nr.	Prof. [m]	L [m]	pre- tenesado	K/alt [kN/m]	L(VP) [m]	E ₁ [kNm]	η [-]	CF No [-]	E ₁ [kNm]	cal E [kNm]	
3	-2.00	15.70	pe	202.00	9.00	142.04	1.41	57	-	142.04	
2	-5.50	14.00	pe	210.00	8.50	143.14	1.41	57	-	143.14	
1	-9.00	13.00	pe	210.00	8.50	150.65	1.36	102	-	150.65	

E₁ = Krab aus Erdsdruck auf Außenwand
E₁ = Kraft aus Bruchmechanik (durch η geteilt)
Espac. horizontal de refuerzo = 2.00 m

Factor de Seguridad
Acc. Sísmica:
horizontal $k_h = a_h/g = 0.1500$
vertical $k_v = a_v/g = 0.0000$
Cuerpo de falla No. 102: $\eta = 1.39$
Maßstabsfaktor Porenwasserdruck = 0.050
Archivo: C002 - Zona 3 - Sísmico.boe



PROYECTO ANCLAJES POSTENSADOS

CASO 3

MUROS ANCLADOS

Página

LISTA DE ANCLAJES				Recomendación Americana - PTI											Realizó: JSC
Sector	Numeración	Línea	Cant. anc.	Tipo Anclaje	Anclaje Tipo	ah max m	Lv m	Lf m	Lo m	αv °	Fw kN/m	Fw' kN	Fw' Ton	Lo tot m	
Zona 1 (NFC. -13,50m)		1	1	T-IGU	TERRA 6 - 5	5.00	6.30	7.50	13.80	15	140.0	700	70	13.80	
Colindante Avenida		2	1	T-IGU	TERRA 6 - 5	5.00	5.70	6.30	12.00	10	140.0	700	70	12.00	
cohesion = 20		3	1	T-IGU	TERRA 6 - 6	5.00	6.50	4.50	11.00	10	160.0	800	80	11.00	
Recomendaciones Americanas													subtotal	36.80	
Zona 2 (NFC. -13,50m)		1	1	T-IGU	TERRA 6 - 6	5.00	7.60	7.50	15.10	15	170.0	850	85	15.10	
Colindante Vivienda 3 pisos		2	1	T-IGU	TERRA 6 - 6	5.00	6.90	6.10	13.00	10	170.0	850	85	13.00	
cohesion = 20		3	1	T-IGU	TERRA 6 - 7	5.00	7.70	4.50	12.20	10	190.0	950	95	12.20	
Recomendaciones Americanas													subtotal	40.30	
Zona 3 (NFC. -13,50m)		1	1	T-IGU	TERRA 6 - 8	5.00	9.90	7.60	17.50	15	220.0	1100	110	17.50	
Colindante Edificio 7 pisos		2	1	T-IGU	TERRA 6 - 8	5.00	8.90	6.10	15.00	10	220.0	1100	110	15.00	
cohesion = 20		3	1	T-IGU	TERRA 6 - 9	5.00	10.50	4.50	15.00	10	260.0	1300	130	15.00	
Recomendaciones Americanas													subtotal	47.50	
TOTAL ANCLAJES			9											124.60	

NOTACION UTILIZADA:

ah max=	separación máxima entre anclajes (en horizontal) o distancia de influencia de anclajes
NA =	cota de intersección del eje del anclaje con el eje del muro
Lo =	longitud del anclaje desde la placa hasta el fin del bulbo
Lf =	longitud libre (placa hasta inicio bulbo)
Lv =	longitud del bulbo
L anc =	longitud del anclaje incluyendo 1,00 m adicional para el tensado
αv =	ángulo vertical del anclaje. Este ángulo es generalizado para los anclajes en una zona y puede variar en algunos anclajes debido a interferencias.
αh =	En ese caso, el ángulo indicado en planos es el que manda. ángulo horizontal del anclaje (VER PLANO DE PLANTA)
Fw' =	carga de servicio del anclaje

Proyecto Modelo

Proyecto N° :
Cod. 003 Revisión : A

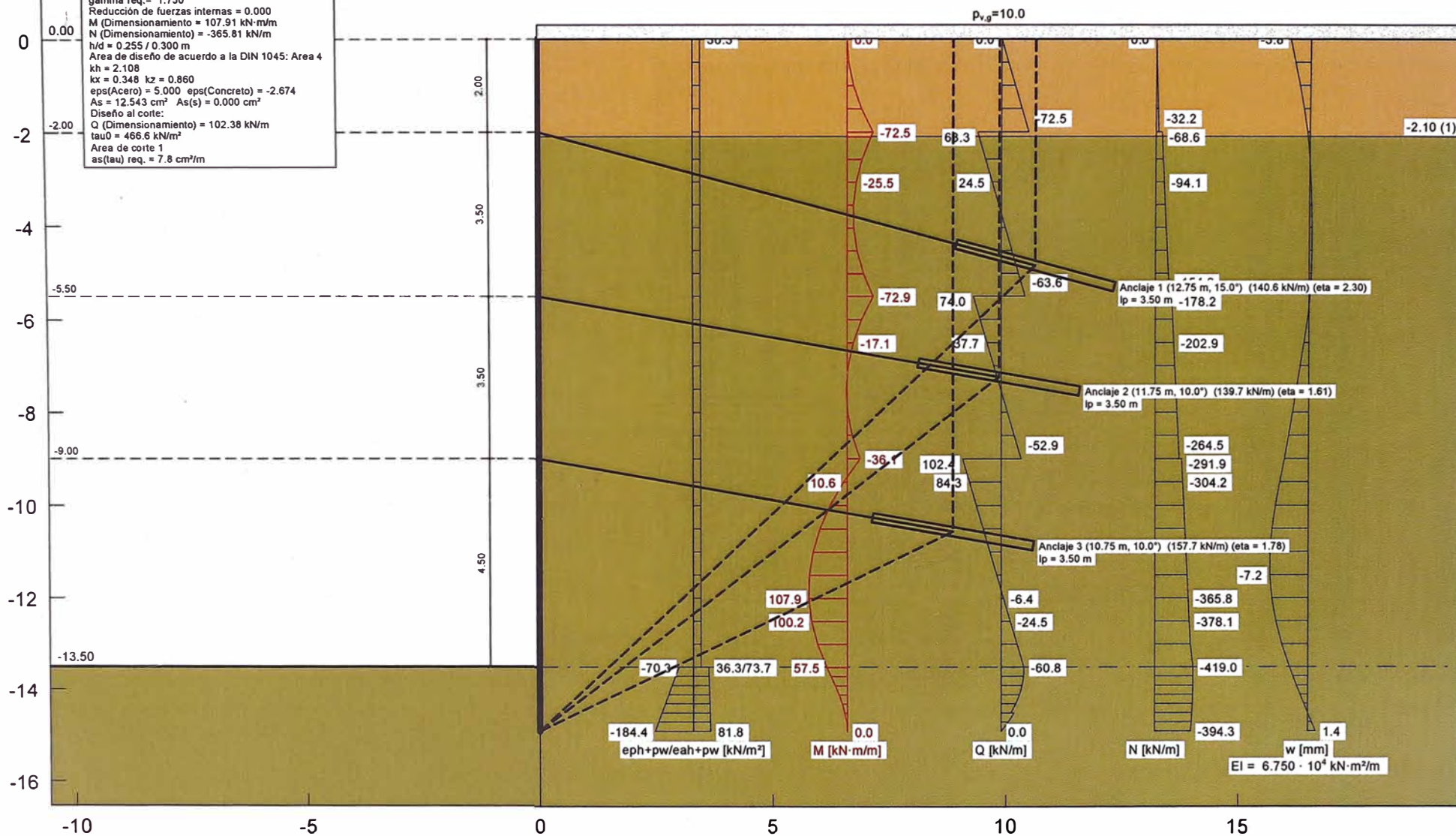
Bach. Josue Santa Cruz

Tecnología :
MURO ANCLADO

Valores de diseño:
Verificación Muro pantalla
E = 3000.00 kN/cm²
I = 225000.00 cm⁴/m
Diseño según la DIN 1045 17.2.1, Párrafo (6)
Concreto: B 25
Acero: BSt 420/500
betar (Concreto) = 17.50 MN/m²
betas (Acero) = 420.00 MN/m²
gamma req. = 1.750
Reducción de fuerzas internas = 0.000
M (Dimensionamiento) = 107.91 kN·m/m
N (Dimensionamiento) = -365.81 kN/m
h/d = 0.255 / 0.300 m
Area de diseño de acuerdo a la DIN 1045: Area 4
kh = 2.108
kx = 0.348 kz = 0.860
eps(Acero) = 5.000 eps(Concreto) = -2.674
As = 12.543 cm² As(s) = 0.000 cm²
Diseño al corte:
Q (Dimensionamiento) = 102.38 kN/m
tau0 = 466.6 kN/m²
Area de corte 1
as(tau) req. = 7.8 cm²/m

Suelo	γ_k [kN/m ³]	γ'_k [kN/m ³]	φ_k [°]	$c(a)_k$ [kN/m ²]	$c(p)_k$ [kN/m ²]	δ/φ activo	δ/φ pasivo	k [m/s] izq.	k [m/s] Derecha	Descripción
	19.0	9.0	20.0	5.0	5.0	0.666	-0.666	$1.0 \cdot 10^{-4}$	$1.0 \cdot 10^{-4}$	Relleno
	20.0	10.0	38.0	20.0	20.0	0.666	-0.666	$1.0 \cdot 10^{-4}$	$1.0 \cdot 10^{-4}$	Grava suelta

Zona de colindante con Calles



Proyecto Modelo

Proyecto N° :
Cod. 003 Revisión : A
Tecnología :
MURO ANCLADO

Bach. Josue Santa Cruz

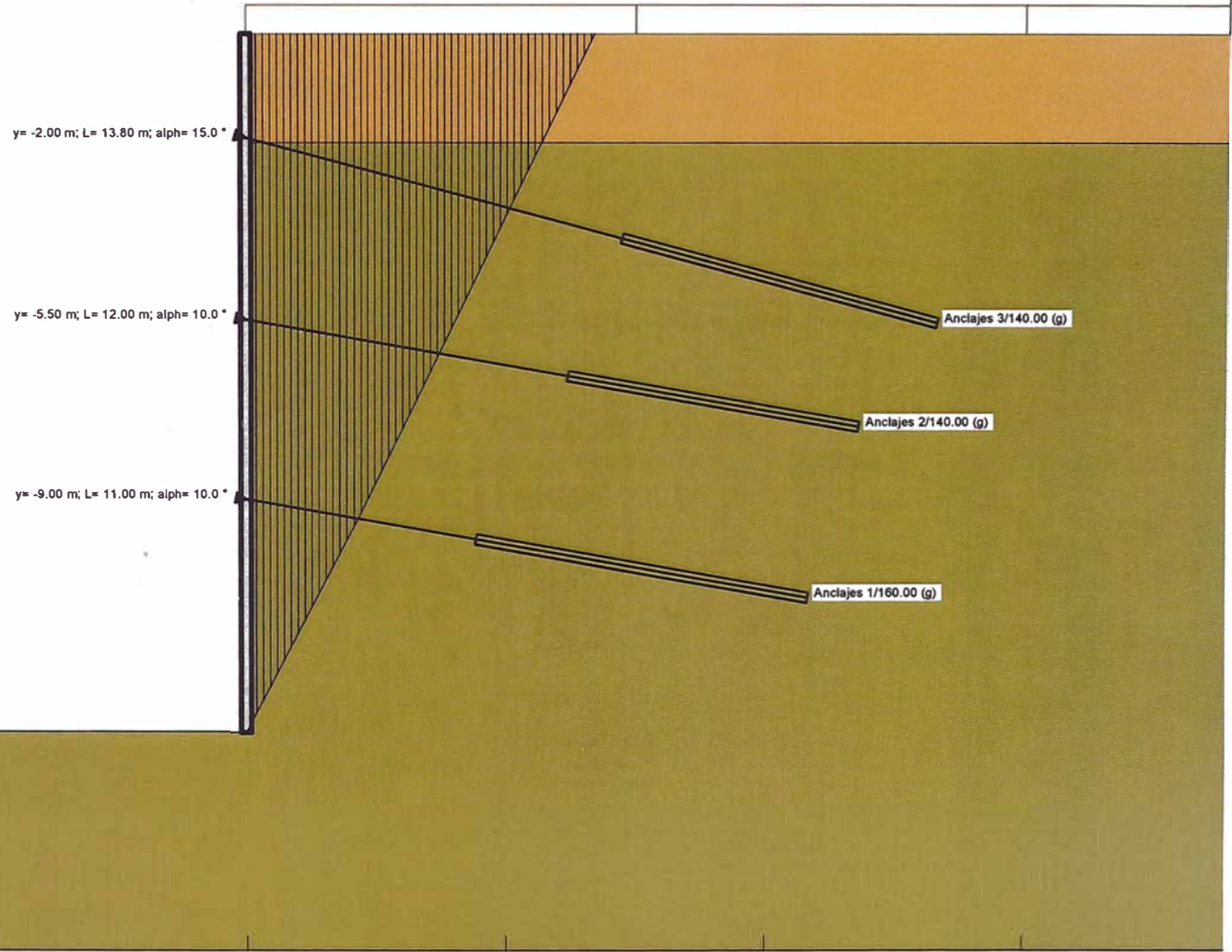
Zona de colindante con Calles

Suelo	ϕ [°]	C [kN/m ²]	γ [kN/m ³]	Denominación
	20.00	5.00	19.00	Relleno
	38.00	20.00	20.00	Grava suelta (pas)
	38.00	20.00	20.00	Grava suelta
	38.00	20.00	20.00	Grava suelta
	38.00	20.00	20.00	Grava suelta (pas)

Anclajes										
Nº	Prof [m]	L [m]	pre-tensoado	Kkraft [kN/m]	L(VP) [m]	E _s [N/mm ²]	η [%]	CF No [t]	E _s [N/mm ²]	cat E [N/mm ²]
3	-2.00	13.80	ja	140.00	6.30	92.75	1.51	57	-	92.75
2	-5.50	12.00	ja	140.00	5.70	92.75	1.51	57	-	92.75
1	-9.00	11.00	ja	160.00	6.50	106.00	1.51	57	-	106.00

E_{s1} = Kraft aus Erdruck auf Außenhaut
E_{s2} = Kraft aus Bruchmechanismus (durch η geteilt)
Espec. horizontal de refuerzo = 2.00 m

Factor de Seguridad
Cuerpo de falla No. 57: $\eta = 1.51$
Maßstabsfaktor Porendruck = 0.050
Archivo: C003 - Zona 1 - Estatico.boe



Proyecto Modelo

Proyecto N° Cod. 003 Revisión : A

Bach. Josue Santa Cruz

Tecnología : MURO ANCLADO

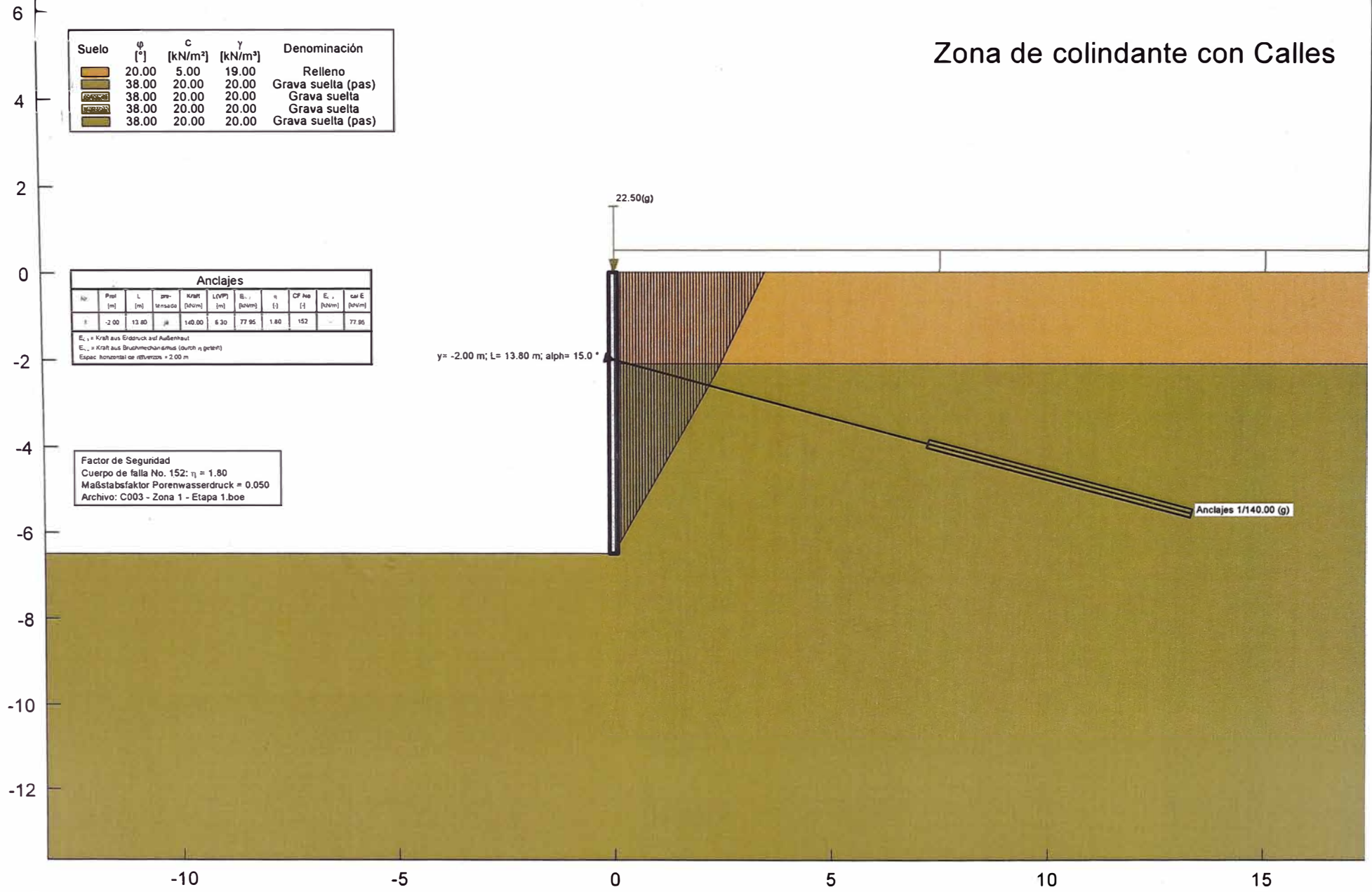
Zona de colindante con Calles

Suelo	ϕ [°]	c [kN/m ²]	γ [kN/m ³]	Denominación
[Color]	20.00	5.00	19.00	Relleno
[Color]	38.00	20.00	20.00	Grava suelta (pas)
[Color]	38.00	20.00	20.00	Grava suelta
[Color]	38.00	20.00	20.00	Grava suelta
[Color]	38.00	20.00	20.00	Grava suelta (pas)

Anclajes										
No.	Prof [m]	L [m]	gr- tenso	Kraft [kN/m]	L(NPP) [m]	E ₁ [kN/m]	η	CF No [I]	E ₂ [kN/m]	sal E [kN/m]
1	-2.00	13.80	JK	140.00	6.30	77.95	1.80	152	-	77.95

E₁ = Kraft aus Erdruck auf Außenhaut
 E₂ = Kraft aus Bruchmechanismus (durch η geteilt)
 Espac: horizontal or vertikals = 2.00 m

Factor de Seguridad
 Cuerpo de falla No. 152: $\eta = 1.80$
 Maßstabfaktor Porenwasserdruck = 0.050
 Archivo: C003 - Zona 1 - Etapa 1.boe



y = -2.00 m; L = 13.80 m; $\alpha = 15.0^\circ$

Anclajes 1/140.00 (g)

Proyecto Modelo

Proyecto N° :
Cod. 003

Revisión : A

Bach. Josue Santa Cruz

Tecnología :
MURO ANCLADO

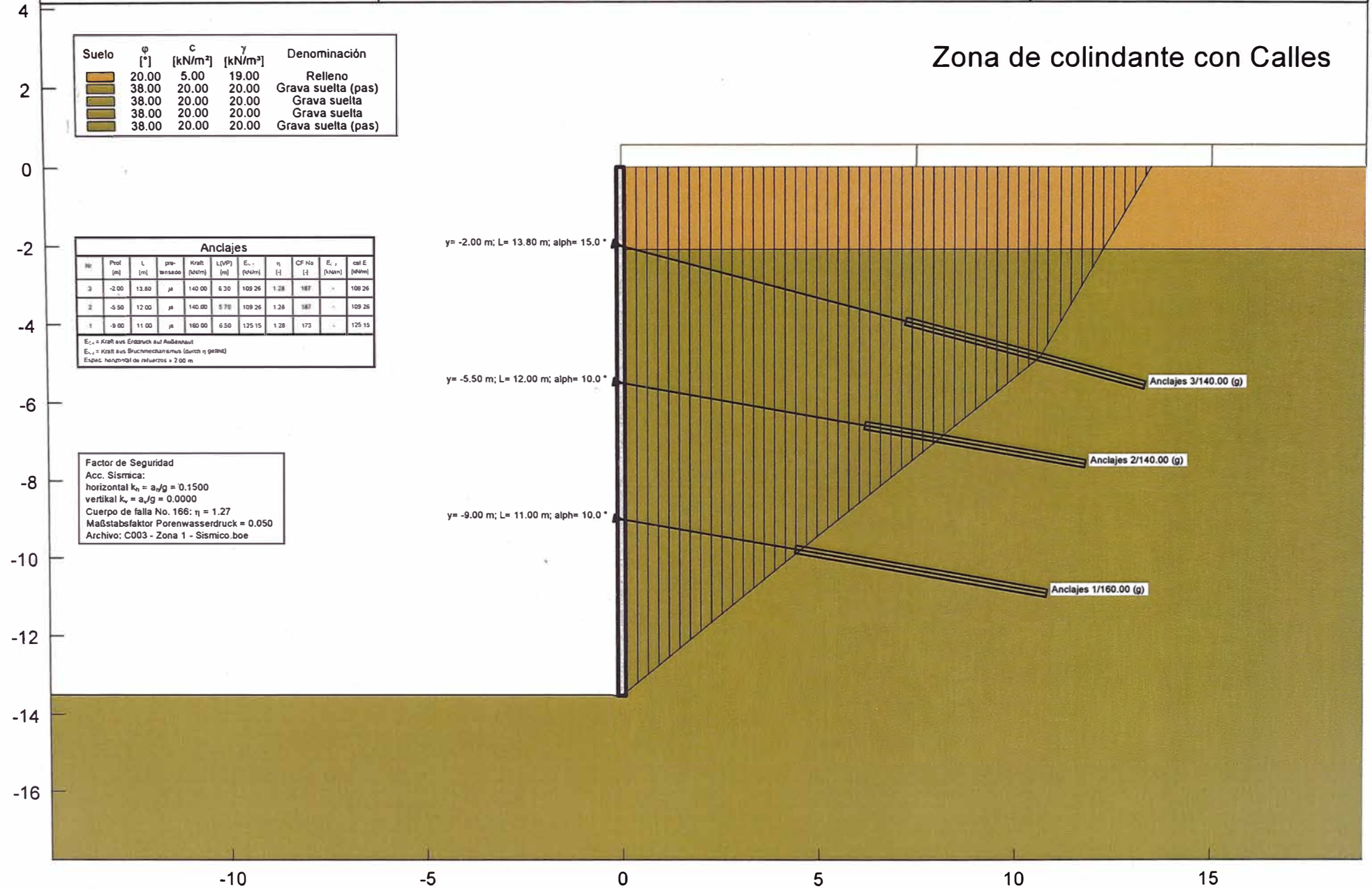
Zona de colindante con Calles

Suelo	ϕ [°]	c [kN/m ²]	γ [kN/m ³]	Denominación
	20.00	5.00	19.00	Relleno
	38.00	20.00	20.00	Grava suelta (pas)
	38.00	20.00	20.00	Grava suelta
	38.00	20.00	20.00	Grava suelta
	38.00	20.00	20.00	Grava suelta (pas)

Anclajes										
Nº	Prof (m)	L (m)	pre-tensionado	Kraft (kN/m)	L(VP) (m)	E _v (kN/m)	η	CF No	E _v (kN/m)	cat E (kN/m)
3	-2.00	13.80	si	140.00	6.30	109.26	1.28	187	-	109.26
2	-5.50	12.00	si	140.00	5.78	109.26	1.28	187	-	109.26
1	-9.00	11.00	si	160.00	6.50	125.15	1.28	173	-	125.15

E_v = Kraft aus Erddruck auf Außenhaut
E_v = Kraft aus Bruchmechanismus (durch η geteilt)
E_{cat} = horizontal de rebrazos a 2.00 m

Factor de Seguridad
Acc. Sísmica:
horizontal $k_h = a/g = 0.1500$
vertical $k_v = a/g = 0.0000$
Cuerpo de falla No. 166: $\eta = 1.27$
Maßstabsfaktor Porenwasserdruck = 0.050
Archivo: C003 - Zona 1 - Sísmico.boe



Proyecto Modelo

Cod. 003

Revisión : A

Bach. Josue Santa Cruz

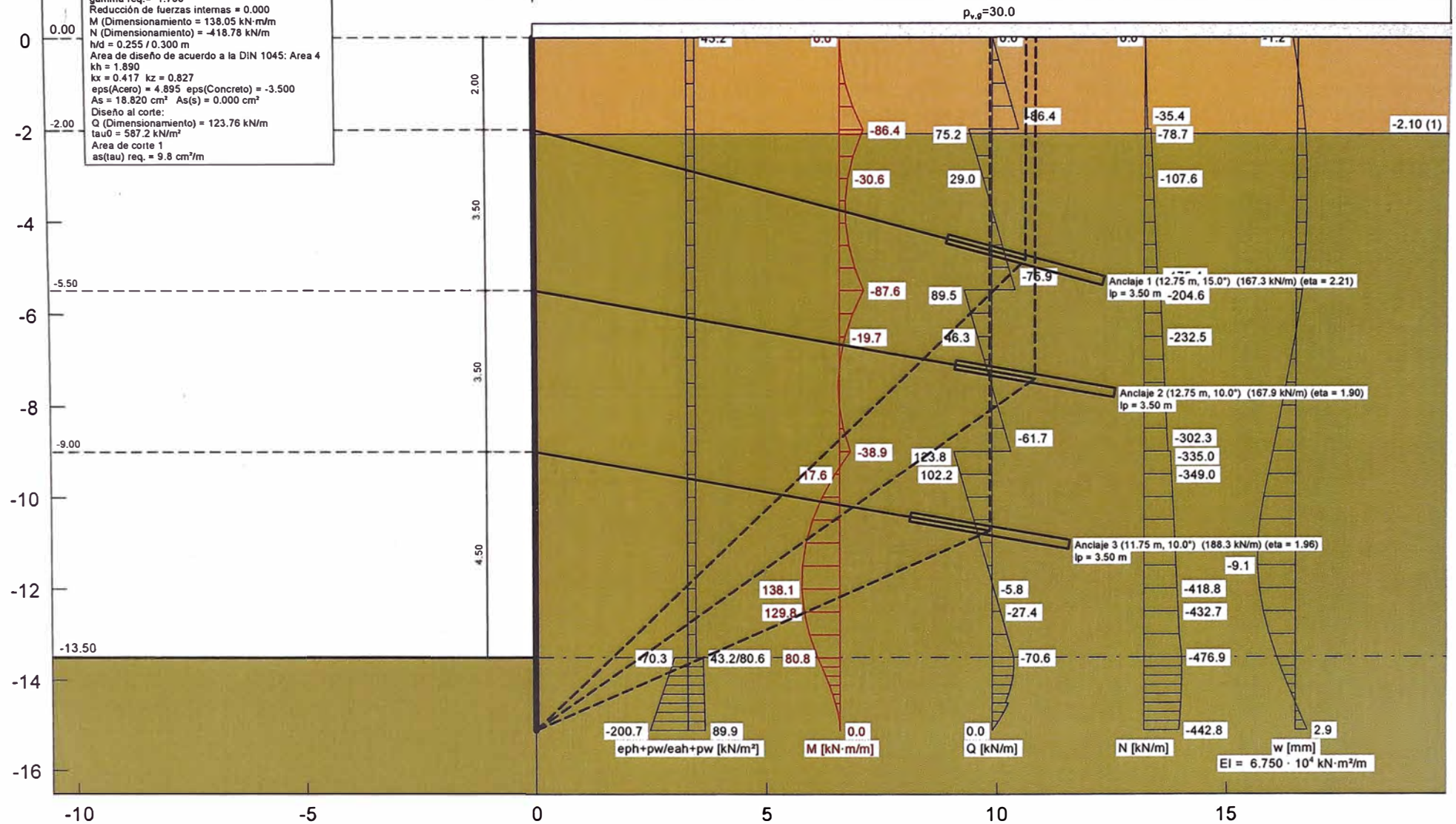
Tecnología :

MURO ANCLADO

Valores de diseño:
 Verificación Muro pantalla
 $E = 30000.00 \text{ kN/cm}^2$
 $I = 225000.00 \text{ cm}^4/\text{m}$
 Diseño según la DIN 1045 17.2.1, Párrafo (6)
 Concreto: B 25
 Acero: BSt 420/500
 betar (Concreto) = 17.50 MN/m^2
 betas (Acero) = 420.00 MN/m^2
 $\gamma_{\text{req}} = 1.750$
 Reducción de fuerzas internas = 0.000
 M (Dimensionamiento) = $138.05 \text{ kN}\cdot\text{m/m}$
 N (Dimensionamiento) = -418.78 kN/m
 $h/d = 0.255 / 0.300 \text{ m}$
 Área de diseño de acuerdo a la DIN 1045: Área 4
 $k_h = 1.890$
 $k_x = 0.417 \quad k_z = 0.827$
 $\text{eps}(\text{Acero}) = 4.895 \text{ eps}(\text{Concreto}) = -3.500$
 $A_s = 18.820 \text{ cm}^2 \quad A_s(s) = 0.000 \text{ cm}^2$
 Diseño al corte:
 Q (Dimensionamiento) = 123.76 kN/m
 $\tau_{\text{au}0} = 587.2 \text{ kN/m}^2$
 Área de corte 1
 $a_s(\tau_{\text{au}}) \text{ req.} = 9.8 \text{ cm}^2/\text{m}$

Suelo	γ_k [kN/m ³]	γ'_k [kN/m ³]	φ_k [°]	$c(a)_k$ [kN/m ²]	$c(p)_k$ [kN/m ²]	δ/φ activo	δ/φ pasivo	k [m/s] izq.	k [m/s] Derecha	Descripción
1	19.0	9.0	20.0	5.0	5.0	0.666	-0.666	$1.0 \cdot 10^{-4}$	$1.0 \cdot 10^{-4}$	Relleno
2	20.0	10.0	38.0	20.0	20.0	0.666	-0.666	$1.0 \cdot 10^{-4}$	$1.0 \cdot 10^{-4}$	Grava suelta

Zona de colindante con casa 3 pisos



Proyecto Modelo

Proyecto N°
Cod. 003 Revisión : A

Bach. Josue Santa Cruz

Tecnología :
MURO ANCLADO

Suelo	φ [°]	c [kN/m ²]	γ [kN/m ³]	Denominación
	20.00	5.00	19.00	Relleno
	38.00	20.00	20.00	Grava suelta (pas)
	38.00	20.00	20.00	Grava suelta
	38.00	20.00	20.00	Grava suelta
	38.00	20.00	20.00	Grava suelta (pas)

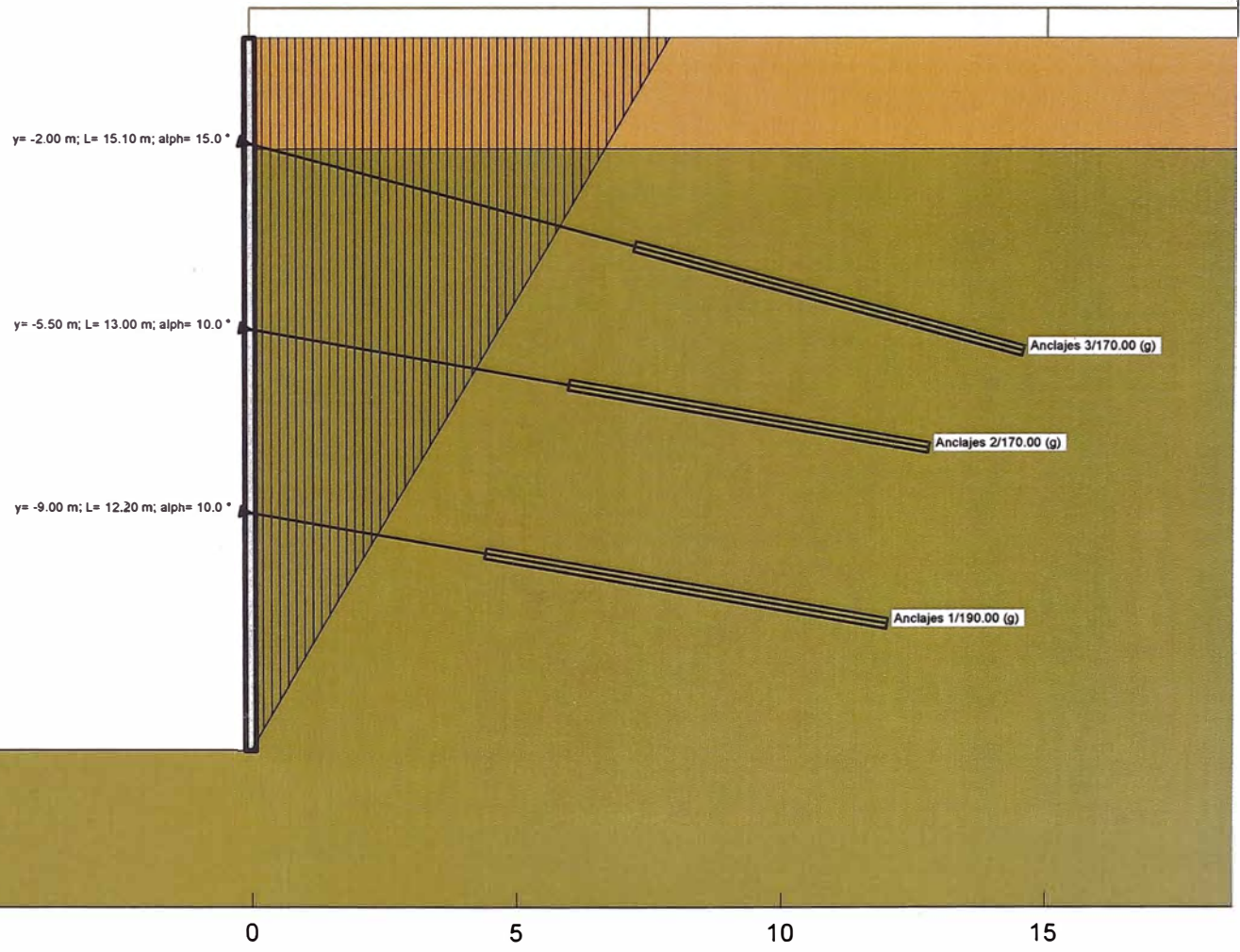
Zona de colindante con casa 3 pisos

4
2
0
-2
-4
-6
-8
-10
-12
-14
-16

Anclajes										
No.	Prof [m]	L [m]	pre-terrazo	K _{ra} [kN/m]	LVP [m]	E _s [N/mm ²]	η [-]	CF No [-]	E _s [N/mm ²]	cal E [kN/m]
1	-2.00	15.10	ja	170.00	7.60	113.30	1.50	198	-	113.30
2	-5.50	13.00	ja	170.00	6.80	113.30	1.50	198	-	113.30
3	-9.00	12.20	ja	180.00	7.70	126.63	1.50	198	-	126.63

E_s = Kraft aus Erdströmte auf Ankerhaut
E_s = Kraft aus Bruchmechanismus (durch η geteilt)
Espac. horizontal de refuerzos = 2.00 m

Factor de Seguridad
Cuerpo de falla No. 198: $\eta = 1.50$
Maßstabfaktor Porenwasserdruck = 0.050
Archivo: C003 - Zona 2 - Estático.boe



-15 -10 -5 0 5 10 15

Proyecto Modelo

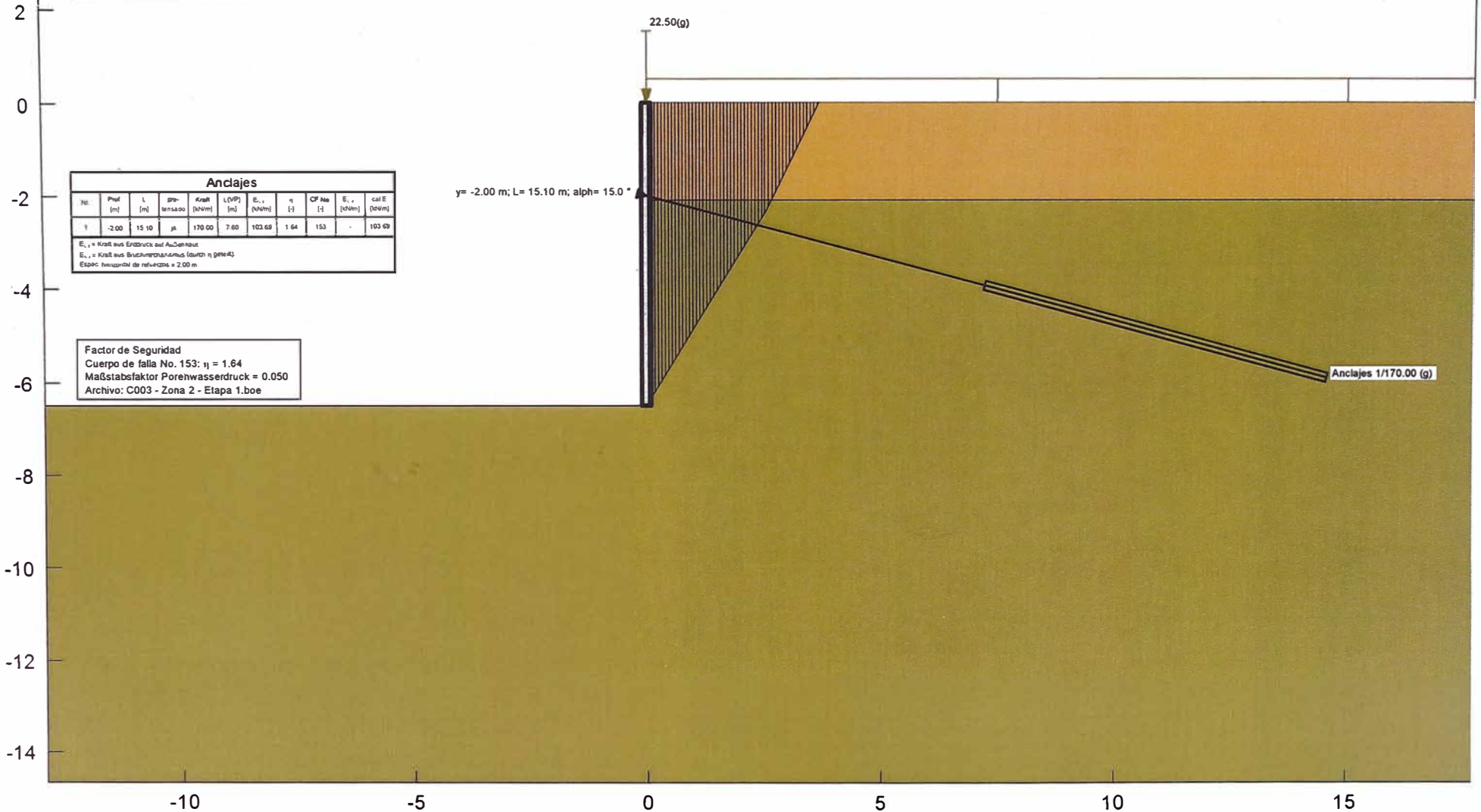
Proyecto N°
Cod. 003 Revisión : A

Bach. Josue Santa Cruz

Tecnología :
MURO ANCLADO

Suelo	ϕ [°]	C [kN/m ²]	γ [kN/m ³]	Denominación
	20.00	5.00	19.00	Relleno
	38.00	20.00	20.00	Grava suelta (pas)
	38.00	20.00	20.00	Grava suelta
	38.00	20.00	20.00	Grava suelta
	38.00	20.00	20.00	Grava suelta (pas)

Zona de colindante con casa 3 pisos



Anclajes										
Nº	Prof [m]	L [m]	gr- anclado	Clase (kN/m)	L (MP) [m]	E _s (kN/m)	n [t]	CF No [t]	E _s (kN/m)	cal E (kN/m)
1	-2.00	15.10	ja	170.00	7.60	103.69	1.64	153	-	103.69

E_s = Kraft aus Erdwiderstand auf Ankeranker
E_s = Kraft aus Bruchwiderstandswiderstand (außen o innen)
Espace horizontal de refuerzo = 2.00 m

Factor de Seguridad
Cuerpo de falla No. 153: $n_1 = 1.64$
Maßstabsfaktor Porenwasserdruck = 0.050
Archivo: C003 - Zona 2 - Etapa 1.boe

Proyecto Modelo

Bach. Josue Santa Cruz

Proyecto N° :
Cod. 003

Revisión : A

Tecnología :
MURO ANCLADO

Suelo	ψ [°]	C [kN/m ²]	γ [kN/m ³]	Denominación
	20.00	5.00	19.00	Relleno
	38.00	20.00	20.00	Grava suelta (pas)
	38.00	20.00	20.00	Grava suelta
	38.00	20.00	20.00	Grava suelta
	38.00	20.00	20.00	Grava suelta (pas)

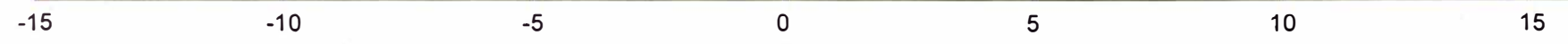
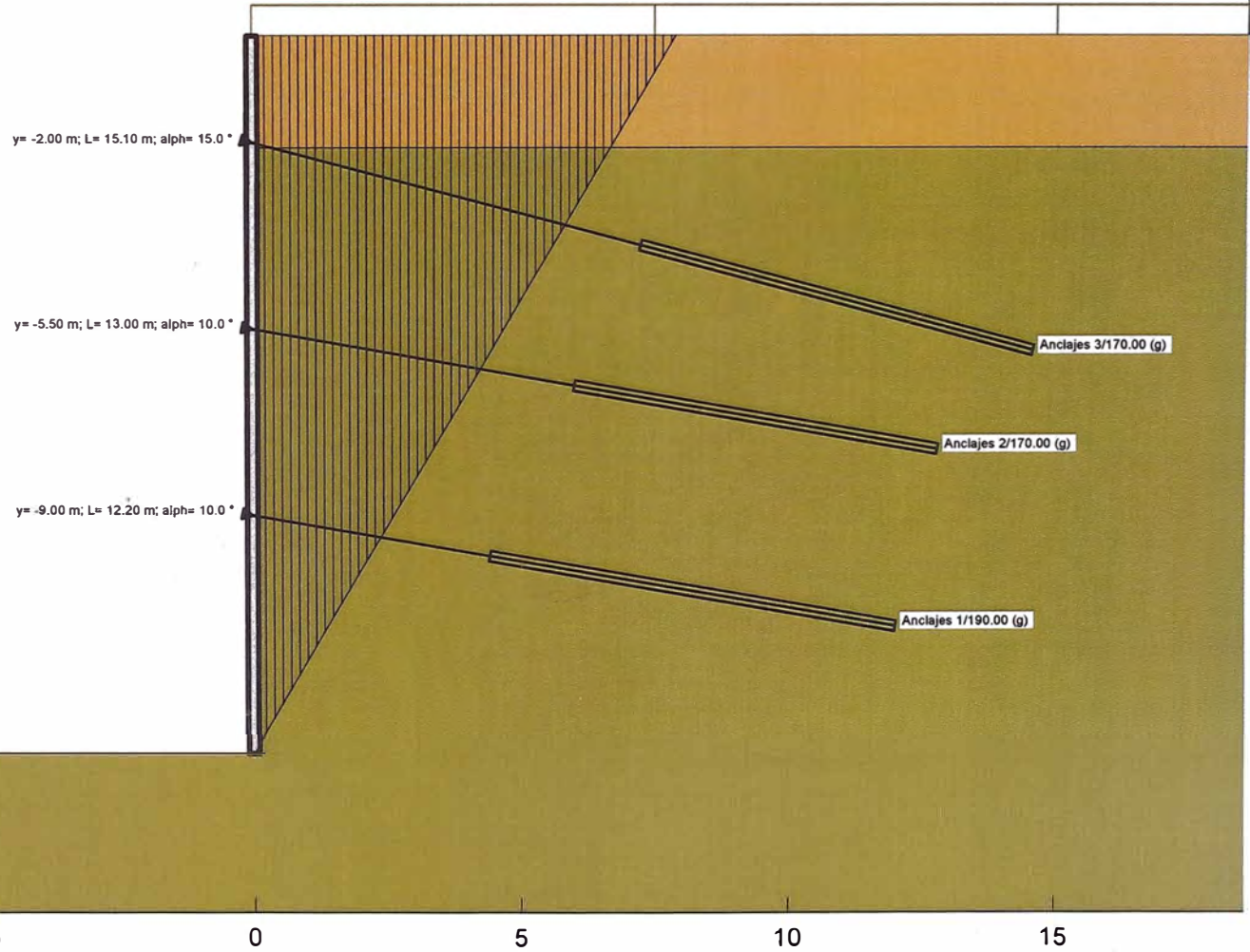
Zona de colindante con casa 3 pisos



Anclajes										
Nr.	Prof [m]	L [m]	pre-tensado	Kraft [kN]	LVP [m]	E ₁ [N/mm ²]	η [%]	CF No [1]	E ₂ [N/mm ²]	del E [kN/m]
3	-2.00	15.10	ja	170.00	7.60	130.41	1.30	198	-	130.41
2	-5.50	13.00	ja	170.00	6.90	130.41	1.30	198	-	130.41
1	-9.00	12.20	ja	190.00	7.70	145.75	1.30	198	-	145.75

E₁ = Kraft aus Erdruck auf Außenhaut
E₂ = Kraft aus Bruchmechanik (durch η geteilt)
Espac. horizontal de refuerzo = 2.00 m

Factor de Seguridad
Acc. Sismica:
horizontal $k_h = a_h/g = 0.1500$
vertical $k_v = a_v/g = 0.0000$
Cuerpo de falla No. 198: $\eta_1 = 1.30$
Maßstabsfaktor Porenwasserdruck = 0.050
Archivo: C003 - Zona 2 - Sismico.boe



Proyecto Modelo

Proyecto N° :
Cod. 003 Revisión : A

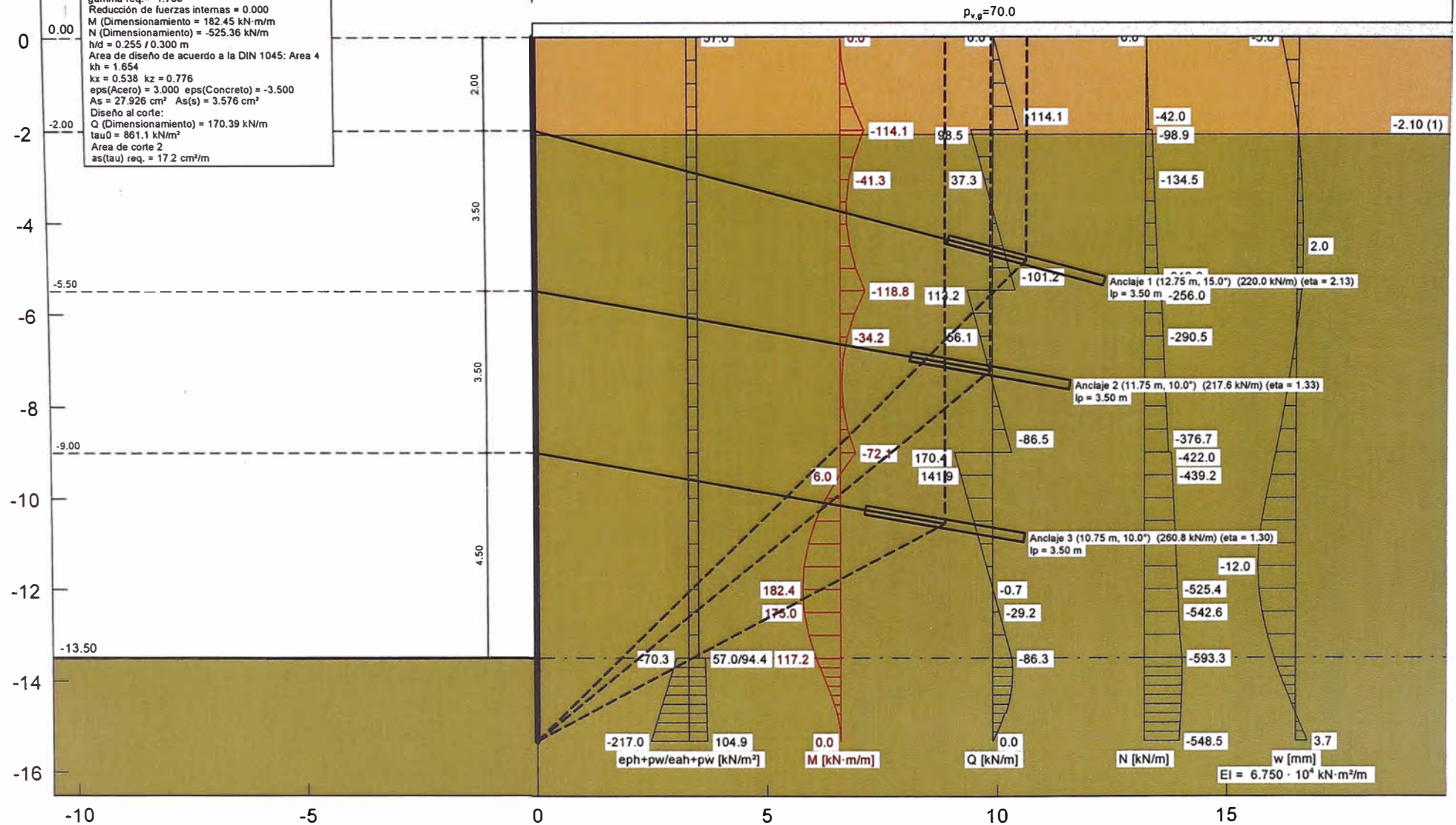
Bach. Josue Santa Cruz

Tecnología :
MURO ANCLADO

Valores de diseño:
Verificación Muro pantalla
E = 3000.00 kN/cm²
I = 225000.00 cm⁴/m
Diseño según la DIN 1045 17.2.1, Párrafo (6)
Concreto: B 25
Acero: BSt 420/500
betar (Concreto) = 17.50 MN/m²
betas (Acero) = 420.00 MN/m²
gamma req. = 1.750
Reducción de fuerzas internas = 0.000
M (Dimensionamiento) = 182.45 kN·m/m
N (Dimensionamiento) = -525.36 kN/m
h/d = 0.255 / 0.300 m
Área de diseño de acuerdo a la DIN 1045: Área 4
kh = 1.654
kx = 0.538 kz = 0.776
eps(Acero) = 3.000 eps(Concreto) = -3.500
As = 27.926 cm² As(s) = 3.576 cm²
Diseño al corte:
Q (Dimensionamiento) = 170.39 kN/m
tau0 = 861.1 kN/m²
Área de corte 2
as(tau) req. = 17.2 cm²/m

Suelo	γ_k [kN/m ³]	γ'_k [kN/m ³]	φ_k [°]	$c(a)_k$ [kN/m ²]	$c(p)_k$ [kN/m ²]	δ/φ activo	δ/φ pasivo	k [m/s] izq.	k [m/s] Derecha	Descripción
1	19.0	9.0	20.0	5.0	5.0	0.666	-0.666	$1.0 \cdot 10^{-4}$	$1.0 \cdot 10^{-4}$	Relleno
2	20.0	10.0	38.0	20.0	20.0	0.666	-0.666	$1.0 \cdot 10^{-4}$	$1.0 \cdot 10^{-4}$	Grava suelta

Zona colindante con casa 7 pisos



Proyecto Modelo

Bach. Josue Santa Cruz

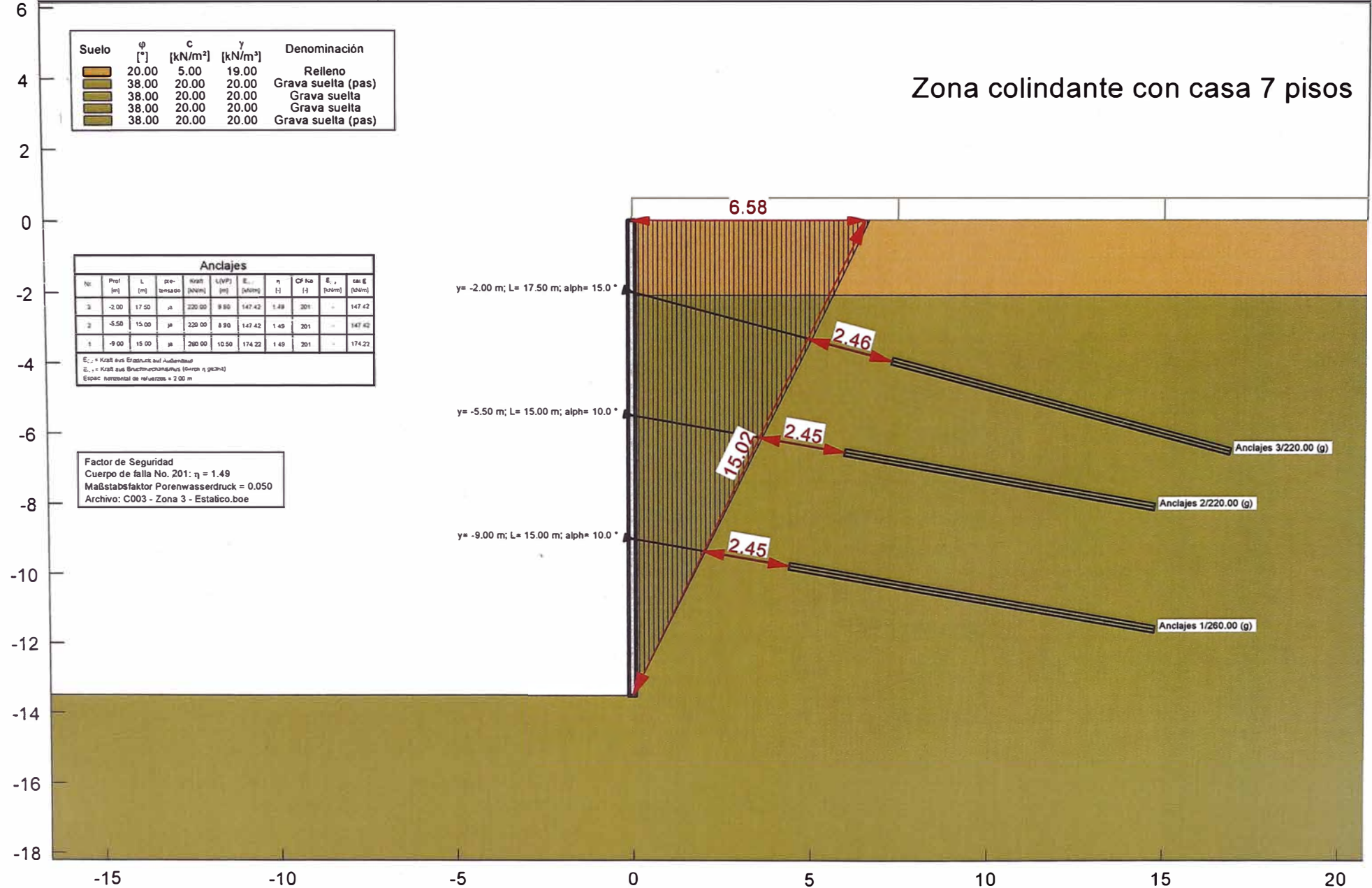
Zona colindante con casa 7 pisos

Suelo	ϕ [°]	c [kN/m ²]	γ [kN/m ³]	Denominación
	20.00	5.00	19.00	Relleno
	38.00	20.00	20.00	Grava suelta (pas)
	38.00	20.00	20.00	Grava suelta
	38.00	20.00	20.00	Grava suelta
	38.00	20.00	20.00	Grava suelta (pas)

Anclajes										
No.	Prof. [m]	L [m]	pre- tensado	h(NM)	L(VF) [m]	E ₁ [kNm/m]	n	CF No	E ₂ [kNm/m]	cas E [kNm/m]
3	-2.00	17.50	ja	220.00	9.90	147.42	1.49	201	-	147.42
2	-5.50	15.00	ja	220.00	8.90	147.42	1.49	201	-	147.42
1	-9.00	15.00	ja	260.00	10.50	174.22	1.49	201	-	174.22

E₁ = Kraft aus Erdsdruck auf Aulandseite
 E₂ = Kraft aus Bruchmechanismus (Vorzeichen positiv)
 Espac: horizontal de refuerzos = 2.00 m

Factor de Seguridad
 Cuerpo de falla No. 201: $\eta = 1.49$
 Maßstabfaktor Porenwasserdruck = 0.050
 Archivo: C003 - Zona 3 - Estático.boe

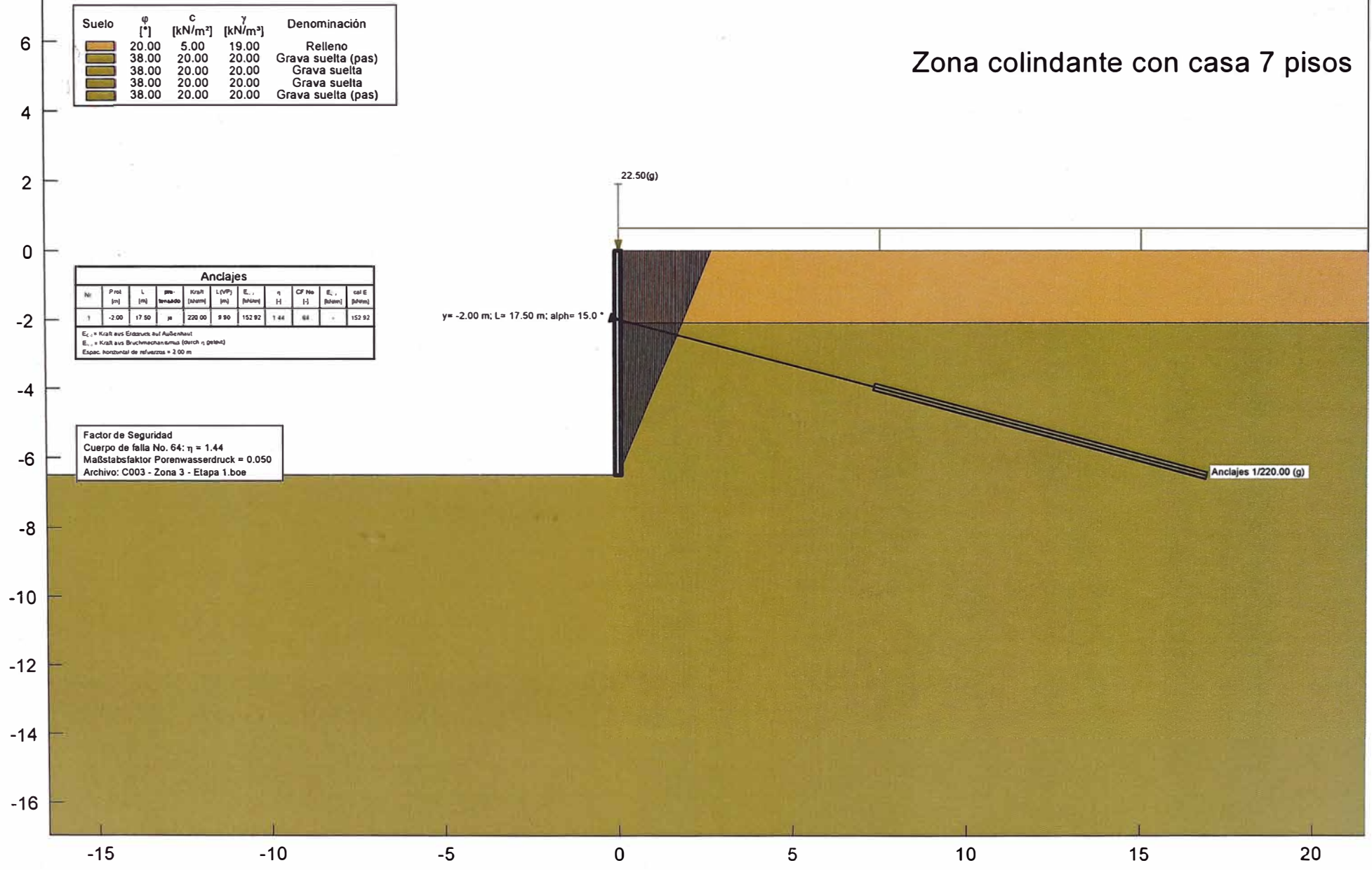


Proyecto Modelo

Proyecto N° :
Cód. 003 Revisión : A

Bach. Josue Santa Cruz

Tecnología :
MURO ANCLADO



Suelo	ϕ [°]	c [kN/m ²]	γ [kN/m ³]	Denominación
	20.00	5.00	19.00	Relleno
	38.00	20.00	20.00	Grava suelta (pas)
	38.00	20.00	20.00	Grava suelta
	38.00	20.00	20.00	Grava suelta
	38.00	20.00	20.00	Grava suelta (pas)

Zona colindante con casa 7 pisos

Anclajes											
Ni	Prof [m]	L [m]	grs. tenazado	GrA/R [kN/m]	L(VPP) [m]	E ₁ [kN/m]	η	CF No	E ₂ [kN/m]	cal E [kN/m]	
1	-2.00	17.50	ps	220.00	9.90	152.92	1.44	68	-	152.92	

E₁ = Kraft aus Erdbeben auf Außenhaut
E₂ = Kraft aus Bruchmechanismus (durch η geteilt)
Espac. horizontal de refuerzos = 2.00 m

Factor de Seguridad
Cuerpo de falla No. 64: $\eta = 1.44$
Maßstabfaktor Porenwasserdruck = 0.050
Archivo: C003 - Zona 3 - Etapa 1.boe

y = -2.00 m; L = 17.50 m; alpha = 15.0 °

Anclajes 1/220.00 (g)

Proyecto Modelo

Proyecto N° : Cod. 003	Revisión : A
Tecnología : MURO ANCLADO	

Bach. Josue Santa Cruz

Zona colindante con casa 7 pisos

6
4
2
0
-2
-4
-6
-8
-10
-12
-14
-16
-18

Suelo	ϕ [°]	c [kN/m ²]	γ [kN/m ³]	Denominación
	20.00	5.00	19.00	Relleno
	38.00	20.00	20.00	Grava suelta (pas)
	38.00	20.00	20.00	Grava suelta
	38.00	20.00	20.00 <td>Grava suelta</td>	Grava suelta
	38.00	20.00	20.00	Grava suelta (pas)

Anclajes										
Nº	Prof. [m]	L [m]	pre-tensado	Kraft [kN/m]	L(VP) [m]	E ₁ [kN/m]	η [-]	CF No. [-]	E ₂ [kN/m]	cat E [kN/m]
3	-2.00	17.50	ja	220.00	8.90	165.40	1.33	118	-	165.40
2	-5.50	15.00	ja	220.00	8.90	165.40	1.33	118	-	165.40
1	-9.00	15.00	ja	260.00	10.50	195.47	1.33	118	-	195.47

E₁ = Kraft aus Erddruck auf Außenhaut
E₂ = Kraft aus Bruchmechanismus (durch η geteilt)
Espac. horizontal de refuerzos = 2.00 m

Factor de Seguridad
Acc. Sismica:
horizontal $k_h = a_h/g = 0.1500$
vertical $k_v = a_v/g = 0.0000$
Cuerpo de falla No. 118: $\eta = 1.33$
Maßstabsfaktor Porenwasserdruck = 0.050
Archivo: C003 - Zona 3 - Sismico.boe

-15 -10 -5 0 5 10 15 20

