INFORME GEOTÉCNICO CENTRO NÁUTICO TOPOCORO MUNICIPIO DE BETULIA DEPARTAMENTO DE SANTANDER



Ing. Javier Caballero Esteban
Tarjeta Profesional 68202150761 Santander

FEBRERO DE 2026

TABLA DE CONTENIDO

1 INTRODUCCIÓN 9
2 OBJETIVOS Y ALCANCES 10
2.1 OBJETIVO GENERAL 10
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS 10
3 CARACTERÍSTICAS GENERALES 11
3.1 LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO 11
3.2 NORMATIVIDAD 12
4 TRABAJOS DE CAMPO 13
4.1 SONDEOS GEOTÉCNICOS Y SÍSMICAS 13
5 CARACTERÍSTICAS DEL SUBSUELO 15
5.1 RESULTADOS DE LOS SONDEOS 15
5.2 NIVEL FREÁTICO 19
5.3 ENSAYOS DE LABORATORIO 19
5.3.1 Ensayos de clasificación 20
5.3.2 Ensayos de corte directo 21
5.3.3 Ensayos de compresión simple 21
5.4 RESULTADOS ENSAYOS DE REFRACCIÓN SÍSMICA 22
5.4.1 Resultados sísmica LRS01 22
5.4.2 Resultados sísmica LRS02 25
5.4.3 Resultados sísmica LRS03 28
6 ANÁLISIS GEOTÉCNICO 31
6.1 CORRECCIÓN DEL ENSAYO DE PENETRACIÓN ESTÁNDAR (SPT) 31
6.2 PROPIEDADES DE LOS SUELOS 32
6.2.1 Metodología para estimación de parámetros 32
6.2.2 Selección de parámetros de diseño 37
6.3 PROPIEDADES DEL RELLENO SELECCIONADO 41
6.4 PARÁMETROS GEOTÉCNICOS DE LOS MATERIALES IDENTIFICADOS 43
7 PARÁMETROS SÍSMICOS 44
7.1 DEFINICIÓN DEL TIPO DE PERFIL DEL SUELO 44
7.2 EFECTOS LOCALES 44

7.3 PARAMETROS PARA ANÁLISIS SEUDO ESTATICO DE TALUDES ... 46
8 DISEÑO GEOTÉCNICO DE MUROS DE CONTENCIÓN ANCLADOS ... 47
8.1 PRESIÓN DE TIERRAS PARA DISEÑO DE ANCLAJES PRETENSIONADOS ... 47
8.2 DISEÑO DE LOS ANCLAJES PRETENSIONADOS ... 50
8.2.1 Longitud libre ... 50
8.2.2 Mayoración de las cargas actuantes ... 51
8.2.3 Comprobación de la tensión admisible del acero del tirante (rotura del tirante a tracción). ... 51
8.2.4 Comprobación del deslizamiento del tirante dentro del bulbo. ... 52
8.2.5 Comprobación de la seguridad frente al arrancamiento del bulbo (deslizamiento bulbo-terreno) ... 52
8.3 ANÁLISIS DE ESTABILIDAD ... 54
8.3.1 Conclusiones de los análisis de estabilidad ... 60
9 DISEÑO GEOTÉCNICO DE LOS MUROS DE CONTENCIÓN SOBRE PILOTES ... 61
9.1 DISEÑO DE LOS PILOTES PARA ESTABILIZACIÓN ... 61
9.1.1 Longitud mínima de pilotes ... 62
9.1.2 Capacidad de carga lateral de los pilotes ... 67
9.1.3 Separación de los pilotes ... 73
9.2 ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DE MURO CON PILOTES ... 74
10 DISEÑO GEOTÉCNICO DE LA CIMENTACIÓN ... 79
10.1 ESTADOS LIMITES DE FALLA ANTE CARGA VERTICAL ... 79
10.2 EFICIENCIA DE GRUPOS DE PILOTES ... 81
10.3 CÁLCULO DE ASENTAMIENTOS ... 82
10.4 COEFICIENTE DE REACCIÓN DEL SUELO O MÓDULO DE BALASTO 84
11 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES ... 85
11.1 RECOMENDACIÓN PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LOS MUROS ANCLADOS ... 85
11.2 RECOMENDACIONES PARA LA CIMENTACIÓN DE LOS MUROS SOBRE PILOTES ... 88
11.2.1 Capacidad portante cimentación superficial ... 91
11.2.2 Coeficiente de presión de tierras ... 92

11.3 PROCEDIMIENTO PARA LA EXCAVACIÓN MANUAL DE LAS PILAS Y/O CAISSON 92
11.4 MANEJO DE EXCAVACIONES 94
11.5 RECOMENDACIONES GENERALES 95
11.6 LIMITACIONES 96
12 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICA 97
ANEXO 1. REGISTRO DE PERFORACIÓN CLUB NÁUTICO TOPOCORO 99
ANEXO 2. ENSAYOS DE LABORATORIOS CLUB NÁUTICO TOPOCORO 100
ANEXO 3. CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA CLUB NÁUTICO TOPOCORO 101
ANEXO 4. MEMORIA DE CÁLCULO DE ANCLAJES CLUB NÁUTICO TOPOCORO 102
ANEXO 5. ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DE MUROS ANCLADOS Y EN VOLADIZO CLUB NÁUTICO TOPOCORO 103
ANEXO 6. ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DE MUROS CON PILOTES CLUB NÁUTICO TOPOCORO 104
ANEXO 7. MEMORIA DE CÁLCULO DE CAPACIDAD DE PILOTES MURO PARQUEADEROS CLUB NÁUTICO TOPOCORO 105
ANEXO 8. MEMORIA DE CALCULO DE CAPACIDAD DE PILOTES MURO PTAR CLUB NÁUTICO TOPOCORO 106
ANEXO 9. MEMORIA DE CALCULO DE CAPACIDAD DE PILOTES MURO VÍA INTERNA Y PLATAFORMA CLUB NÁUTICO 107
ANEXO 10. MEMORIA DE CALCULO DE CAPACIDAD DE PILOTES PARA ESTRUCTURAS DEL CLUB NÁUTICO 108
ANEXO 11. PLANO DE LOCALIZACIÓN DE OBRAS DE CONTENCIÓN PARA ESTRUCTURAS DEL CLUB NÁUTICO 109
ANEXO 12. PLANO DE LOCALIZACIÓN DE EXPLORACIÓN DE CAMPO PARA ESTRUCTURAS DEL CLUB NÁUTICO 110

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Localización general del proyecto 11
Figura 2. Localización general del área en estudio en el Municipio de Betulia Santander..... 12
Figura 3. Modelo final del subsuelo aplicando método de Tomografía sísmica de refracción mediante inversión por mínimos cuadrados. 23
Figura 4. Modelo de velocidad de onda S MASW1D..... 24
Figura 5. Modelo final del subsuelo aplicando método de Tomografía sísmica de refracción mediante inversión por mínimos cuadrados. 26
Figura 6. Modelo de velocidad de onda S MASW1D..... 27
Figura 7. Modelo final del subsuelo aplicando método de Tomografía sísmica de refracción mediante inversión por mínimos cuadrados. 29
Figura 8. Modelo de velocidad de onda S MASW1D..... 30
Figura 9. Presiones sobre pantalla anclada de muro vía principal. 48
Figura 10. Presiones sobre pantalla anclada de muro plataforma marina..... 49
Figura 11. Presiones sobre pantalla anclada de muro PTAR. 50
Figura 12. Nomenclatura de los muros anclados y lineamientos para longitud empotrada de los anclajes. CCP14. 51
Figura 13. Análisis estático perfil 1 Muro PTAR y Muro Vía Principal. 55
Figura 14. Análisis dinámico perfil 1 Muro PTAR y Muro Vía Principal. 56
Figura 15. Análisis estático perfil 2 Muro vía Interna, Plazoleta y Muro Vía Principal. 56
Figura 16. Análisis dinámico perfil 2 Muro vía Interna, Plazoleta y Muro Vía Principal..... 57
Figura 17. Análisis estático perfil 3 Muro vía Interna, Plazoleta y Muro Vía Principal. 57
Figura 18. Análisis dinámico perfil 3 Muro vía Interna, Plazoleta y Muro Vía Principal..... 58
Figura 19. Análisis estático perfil 4 Muro Plataforma Marina. 58
Figura 20. Análisis dinámico perfil 4 Muro Plataforma Marina. 59
Figura 21. Análisis estático perfil 5 Muro Parqueadero. 59
Figura 22. Análisis dinámico perfil 5 Muro Parqueadero. 60
Figura 23. Esquema cuña de falla. (a) vista superior de la falla considerando el efecto arco. (b) vista lateral de la cuña de falla. 62
Figura 24. Interacción entre tensiones de arcos contiguos. 62
Figura 25. Presiones totales sector muro PTAR..... 64
Figura 26. Presiones totales sector muro Vía Interna y Plazoleta. 65
Figura 27. Presiones totales sector muro Parqueadero. 66
Figura 28. Módulo de reacción horizontal pilotes sector muro PTAR. 68
Figura 29. Módulo de reacción horizontal pilotes sector muro Vía Interna y Plazoleta..... 69
Figura 30. Módulo de reacción horizontal pilotes sector muro Parqueadero. 70

Figura 31. Fuerzas internas de pilotes sector muro PTAR. 71
Figura 32. Fuerzas internas de pilotes sector muro Vía Interna y Plazoleta. 72
Figura 33. Fuerzas internas de pilotes sector muro Parqueadero. 73
Figura 34. Análisis estático perfil 1 Muro PTAR y Muro Vía Principal con pilotes. 75
Figura 35. Análisis dinámico perfil 1 Muro PTAR y Muro Vía Principal con pilotes. 75
Figura 36. Análisis estático perfil 2 Muro vía Interna, Plazoleta y Muro Vía Principal con pilotes. 76
Figura 37. Análisis dinámico perfil 2 Muro vía Interna, Plazoleta y Muro Vía Principal con pilotes. 76
Figura 38. Análisis estático perfil 3 Muro vía Interna, Plazoleta y Muro Vía Principal con pilotes. 77
Figura 39. Análisis dinámico perfil 3 Muro vía Interna, Plazoleta y Muro Vía Principal con pilotes. 77
Figura 40. Análisis estático perfil 5 Muro Parqueadero con pilotes. 78
Figura 41. Análisis dinámico perfil 5 Muro Parqueadero con pilotes. 78

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Localización de sondeos. 13
Tabla 2. Localización líneas de refracción sísmica. 13
Tabla 3. Registro de ensayos SPT del sondeo 1. 15
Tabla 4. Registro de ensayos SPT del sondeo 2. 15
Tabla 5. Registro de ensayos SPT del sondeo 3. 16
Tabla 6. Registro de ensayos SPT del sondeo 4. 16
Tabla 7. Registro de ensayos SPT del sondeo 5. 17
Tabla 8. Registro de ensayos SPT del sondeo 6. 18
Tabla 9. Registro de ensayos SPT del sondeo 7. 18
Tabla 10. Registro de ensayos SPT del sondeo 8. 19
Tabla 11. Resumen de los ensayos de laboratorio realizados. 19
Tabla 12. Resumen de los ensayos de clasificación. 20
Tabla 13. Resumen de los ensayos de corte directo. 21
Tabla 14. Resumen de los ensayos de compresión simple. 21
Tabla 15. Parámetros obtenidos en los ensayos de Ondas Superficiales MASW1D. 25
Tabla 16. Parámetros obtenidos en los ensayos de Ondas Superficiales MASW1D. 27
Tabla 17. Parámetros obtenidos en los ensayos de Ondas Superficiales MASW1D. 30
Tabla 18. Factores de corrección Ncorr. 32
Tabla 19. Correlaciones entre N1 obtenido de SPT y φeq. 33
Tabla 20. Correlaciones entre N45 (caso Colombia) obtenido de SPT y φeq. 33

Tabla 21. Relación entre el valor de N del ensayo de penetración estándar (SPT) y la consistencia del suelo 33
Tabla 22. Correlación entre valoración de la compacidad relativa y el número de golpes del ensayo de penetración estándar 34
Tabla 23. Módulo de elasticidad a partir de correlaciones con el número de golpes (N) del SPT..... 35
Tabla 24. Correlaciones entre Vs y N 36
Tabla 25. Propiedades geotécnicas tenida en cuenta. 37
Tabla 26. Parámetros a partir de las correlaciones..... 39
Tabla 27. Ensayos de laboratorio. 40
Tabla 28. Parámetros geotécnicos de diseño. 40
Tabla 29. Módulo elástico equivalente Es de varios suelos basados en el valor N(SPT). 42
Tabla 30. Propiedades los suelos para rellenos de los terraplenes. 43
Tabla 31. Parámetros geotécnicos de diseño...... 43
Tabla 32. Clasificación de los perfiles de suelo. 44
Tabla 33. Valores del coeficiente Fa, para la zona de periodos cortos del espectro. 45
Tabla 34. Valores del coeficiente Fv, para la zona de períodos intermedios del espectro..... 45
Tabla 35. Tensionamiento requerido para pantalla anclada de muro vía principal. 49
Tabla 36. Tensionamiento requerido para pantalla anclada de muro plataforma marina. 49
Tabla 37. Tensionamiento requerido para pantalla anclada de muro PTAR..... 50
Tabla 38. Esfuerzos de adherencia unitario ultimo asumido para anclajes en suelos no cohesivos. Tabla 11.9.4.2-2 del CCP14. 53
Tabla 39. Factores de resistencia para muros de contención permanentes. Tabla 11.5.7-1 del CCP14.. 53
Tabla 40. Valores típicos del módulo nh para suelos granulares..... 67
Tabla 41. Capacidad de carga máxima por NSR-10 para pilote de 1.20 metros de diámetro. 81
Tabla 42. Eficiencia del grupo de pilotes. 82
Tabla 43. Capacidad de Carga a Compresión y a Tracción. Para pilotes de 1.20 metros de diámetro y 10.0 metros de profundidad para el muro de la PTAR..... 88
Tabla 44. Capacidad de Carga a Compresión y a Tracción. Para pilotes de 1.20 metros de diámetro y 18.0 metros de profundidad para el muro de la Plazoleta. . 88
Tabla 45. Capacidad de Carga a Compresión y a Tracción. Para pilotes de 1.20 metros de diámetro y 18.0 metros de profundidad para el muro de la Vía Interna.88
Tabla 46. Capacidad de Carga a Compresión y a Tracción. Para pilotes de 1.20 metros de diámetro y 20.0 metros de profundidad para el muro del Parqueadero. 88

Tabla 47. Capacidad de Carga a Compresión y a Tracción. Para pilotes de 1.20 metros de diámetro y 14.0 metros de profundidad para las estructuras proyectadas. 89
Tabla 48. Módulo de reacción horizontal. Para pilotes de 1.20 metros de diámetro y 10.0 metros de profundidad para el muro de la PTAR. 89
Tabla 49. Módulo de reacción horizontal. Para pilotes de 1.20 metros de diámetro y 18.0 metros de profundidad para el muro de la Vía Interna y Plazoleta. 89
Tabla 50. Módulo de reacción horizontal. Para pilotes de 1.20 metros de diámetro y 20.0 metros de profundidad para el muro del Parqueadero. 90
Tabla 51. Módulo de reacción horizontal. Para pilotes de 1.20 metros de diámetro y 14.0 metros de profundidad para las estructuras proyectadas. 91

1 INTRODUCCIÓN

A continuación, se presenta el estudio geotécnico, estabilidad de taludes y diseño geotécnico de las obras requeridas para el "CENTRO NÁUTICO TOPOCORO MUNICIPIO DE BETULIA DEPARTAMENTO DE SANTANDER", con el cual se busca el mejoramiento social, cultural comercial y turístico de la zona.

Este documento contiene el análisis de la exploración de campo realizada, para posteriormente definir los parámetros de los materiales identificados y de esta forma realizar la evaluación de estabilidad y de ser necesario el diseño de las alternativas para la conformación del Centro Náutico.

Una vez implantado el proyecto, se escogen las secciones para los análisis teniendo en cuenta la geología, geomorfología y geotecnia.

2 OBJETIVOS Y ALCANCES

2.1 OBJETIVO GENERAL

Realizar el estudio geotécnico, estabilidad de taludes y diseño geotécnico de las obras necesarias para la conformación del Centro Náutico Topocoro en el departamento de Santander; mediante las investigaciones de campo y pruebas de laboratorio, para verificar las condiciones geotécnicas de los suelos con el fin de establecer las recomendaciones y obras requeridas para la conformación e implantación del proyecto.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Presentar los resultados obtenidos en la exploración de campo y ensayos de laboratorio.
- Realizar la caracterización geotécnica del subsuelo a partir de la descripción geológica y de los análisis de laboratorio.
- Determinar el perfil estratigráfico del terreno y las propiedades geotécnicas de los materiales de este.
- Seleccionar las secciones donde se requiera la construcción de obras geotécnicas para la conformación e implantación del proyecto.
- Realizar los análisis de estabilidad de los taludes.
- Definir las obras de contención más apropiadas para garantizar los factores de seguridad establecidos en la NSR – 10 y así establecer las recomendaciones para la conformación e implantación del proyecto.

3 CARACTERÍSTICAS GENERALES

3.1 LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO

El estudio se realiza para la conformación y construcción del proyecto: “CENTRO NÁUTICO TOPOCORO EN EL DEPARTAMENTO DE SANTANDER”, contiguo al embalse de Topocoro, considerando. El área en estudio se encuentra localizada en zona rural del municipio de Betulia departamento de Santander. Betulia es un municipio del departamento de Santander, está ubicado en el centro occidente del departamento, a unos 90 km de la capital, Bucaramanga, o a 2 horas aproximadamente por carretera.

Figura 1. Localización general del proyecto



Figura 2. Localización general del área en estudio en el Municipio de Betulia Santander



3.2 NORMATIVIDAD

- Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente (NSR-10)
- Norma Colombiana de Diseño de Puentes LRFD - CCP 14.
- American Society for Testing and Materials. ASTM.
- Normas del American Institute of Steel Construction, AISC-ASD.
- Manual de drenaje de Invias
- Instituto Nacional de Vías INVIAS. Especificaciones generales de construcción de carreteras 2022.

4 TRABAJOS DE CAMPO

La exploración de campo consiste en la ejecución de sondeos mecánicos con recuperaciones de muestras para ensayos de laboratorio, para determinar las propiedades de los suelos a intervenir y ensayos de refracción sísmica.

En total se realizaron siete (7) sondeos mecánicos a una profundidad entre 4.0 metros y 20.0 metros, tres (3) ensayos de refracción sísmica y en los anexos adjuntos se presentan los resultados de la exploración de campo y los resultados de los ensayos de laboratorios por sondeo realizado.

4.1 SONDEOS GEOTÉCNICOS Y SÍSMICAS

A continuación, se detalla la localización de la exploración de campo con recuperación de muestra semialterada mediante ensayo de penetración estándar (SPT).

Tabla 1. Localización de sondeos.

SONDEO	EQUIPO	PROFUNDIDAD (m)
1	PERCUSIÓN	4.0
2	PERCUSIÓN	4.0
3	PERCUSIÓN	4.0
4	ROTACIÓN	15.0
5	ROTACIÓN	10.0
6	ROTACIÓN	10.0
7	ROTACIÓN	20.0
8	ROTACIÓN	20.0

A continuación, se detalla la localización de las líneas de refracción sísmica.

Tabla 2. Localización líneas de refracción sísmica.

Línea	Longitud	Coordenadas CTM12		∆G	T	F	∆T	Fuente	Orientación
		Punto Inicial	Punto Final						
LRS01	120 m	4959239,435 O 2331997,824 N	4959271,720 O 2332069,920 N	5 m	1 s	5 Hz	0.5 ms	Martillo 16 lb	NE - SW
LRS02	120 m	4959197,041 O 2332005,120 N	4959216,272 O 2331924,116 N	5 m	1 s	5 Hz	0.5 ms	Martillo 16 lb	NW - SE

LRS03	120 m	4959172,450 O 2332066,442 N	4959204,872 O 2332140,652 N	5 m	1 s	5 Hz	0.5 ms	Martillo 16 lb	NE - SW

5 CARACTERÍSTICAS DEL SUBSUELO

5.1 RESULTADOS DE LOS SONDEOS

Durante la ejecución de los sondeos se adelantó el ensayo de penetración estándar (SPT) con el fin de correlacionarlo con parámetros físicos y mecánicos, recuperando muestras alteradas con el tubo de cuchara partida (Split Spoon).

Tabla 3. Registro de ensayos SPT del sondeo 1.

Profundidad (m)			Ensayo SPT			Ncampo
			6"	12"	18"	
0.00	-	0.50	2	3	3	6
0.50	-	1.00	4	5	5	10
1.00	-	1.50	6	7	6	13
1.50	-	2.00	8	9	9	18
2.00	-	2.50	10	14	15	29
2.50	-	3.00	16	20	45	65
3.00	-	3.50	30	27	31	58
3.50	-	4.00	33	42	45	87
			RECHAZO			

Tabla 4. Registro de ensayos SPT del sondeo 2.

Profundidad (m)			Ensayo SPT			Ncampo
			6"	12"	18"	
0.00	-	0.50	1	3	2	5
0.50	-	1.00	4	6	8	14
1.00	-	1.50	7	7	7	14
1.50	-	2.00	8	9	10	19
2.00	-	2.50	9	9	13	22
2.50	-	3.00	16	19	27	46
3.00	-	3.50	24	21	27	48
3.50	-	4.00	25	36	42	78
			RECHAZO			

Tabla 5. Registro de ensayos SPT del sondeo 3.

Profundidad (m)			Ensayo SPT			Ncampo
			6"	12"	18"	
0.00	-	0.50	6	5	7	12
0.50	-	1.00	7	9	11	20
1.00	-	1.50	10	13	13	26
1.50	-	2.00	15	11	11	22
2.00	-	2.50	17	35	13	48
2.50	-	3.00	15	20	28	48
3.00	-	3.50	30	30	32	62
3.50	-	4.00	24	24	41	65
			RECHAZO			

Tabla 6. Registro de ensayos SPT del sondeo 4.

Profundidad (m)			Ensayo SPT			N Campo
			6"	12"	18"	
0.00	-	0.50	8	13	17	30
0.50	-	1.00	16	16	18	34
1.00	-	1.50	18	18	21	39
1.50	-	2.00	17	18	15	33
2.00	-	2.50	23	21	19	40
2.50	-	3.00	20	22	33	55
6.00	-	6.50	28	41	52	93
9.50	-	10.00	26	39	48	87
			RECHAZO			

La profundidad alcanzada en el sondeo 4 es de 15.0 metros, sin embargo, en la anterior tabla se reporta hasta 10.0 metros, teniendo en cuenta que de 10.0 metros a 15.0 metros no se hicieron ensayos SPT, sino que avanzo mediante rotación.

Tabla 7. Registro de ensayos SPT del sondeo 5.

Profundidad (m)			Ensayo SPT			Ncampo
			6"	12"	18"	
0.00	-	0.50	22	15	12	27
0.50	-	1.00	11	9	12	21
1.00	-	1.50	16	21	29	50
1.50	-	2.00	15	22	23	45
2.00	-	2.50	31	31	33	64
2.50	-	3.00	46	41	47	88
3.00	-	5.00	25	34	56	90
5.00	-	7.50	31	42	63	105
			RECHAZO			

La profundidad alcanzada en el sondeo 5 es de 10.0 metros, sin embargo, en la anterior tabla se reporta hasta 7.5 metros, teniendo en cuenta que de 7.5 metros a 10.0 metros no se hicieron ensayos SPT, sino que avanzo mediante rotación.

Tabla 8. Registro de ensayos SPT del sondeo 6.

Profundidad (m)			Ensayo SPT			Ncampo
			6"	12"	18"	
0.00	-	0.50	6	10	8	18
0.50	-	1.00	9	10	13	23
1.00	-	1.50	18	23	32	55
1.50	-	4.50	20	24	29	53
4.50	-	5.00	33	49	61	110
			RECHAZO			

La profundidad alcanzada en el sondeo 6 es de 10.0 metros, sin embargo, en la anterior tabla se reporta hasta 5.0 metros, teniendo en cuenta que de 5.0 metros a 10.0 metros no se hicieron ensayos SPT, sino que avanzo mediante rotación.

Tabla 9. Registro de ensayos SPT del sondeo 7.

Profundidad (m)			Ensayo SPT			Ncampo
			6"	12"	18"	
0.00	-	0.50	13	13	7	20
0.50	-	1.00	13	13	16	29
1.00	-	1.50	25	30	39	69
1.50	-	7.50	27	40	53	93
7.50	-	11.50	29	37	58	95
11.50	-	15.50	32	46	64	110
			RECHAZO			

La profundidad alcanzada en el sondeo 7 es de 20.0 metros, sin embargo, en la anterior tabla se reporta hasta 15.5 metros, teniendo en cuenta que de 15.5 metros a 20.0 metros no se hicieron ensayos SPT, sino que avanzo mediante rotación, de igual forma las profundidades intermedias que no se reportan.

Tabla 10. Registro de ensayos SPT del sondeo 8.

Profundidad (m)			Ensayo SPT			Ncampo
			6"	12"	18"	
0.00	-	0.50	3	7	6	13
0.50	-	1.00	11	18	16	34
1.00	-	1.50	25	27	39	66
1.50	-	4.50	27	37	64	101
4.50	-	7.50	31	46	57	103
7.50	-	10.50	29	39	58	97
10.50	-	15.50	28	43	59	102
15.50	-	18.00	33	48	61	109
			RECHAZO			

La profundidad alcanzada en el sondeo 8 es de 20.0 metros, sin embargo, en la anterior tabla se reporta hasta 18.0 metros, teniendo en cuenta que de 18.0 metros a 20.0 metros no se hicieron ensayos SPT, sino que avanzo mediante rotación, de igual forma las profundidades intermedias que no se reportan.

Los registros de perforación se encuentran en el Anexo 1. Registro de Perforación Club Náutico Topocoro.

5.2 NIVEL FREÁTICO

No se identificó nivel freático, en ninguna de las perforaciones realizadas.

5.3 ENSAYOS DE LABORATORIO

Se seleccionaron muestras representativas de los sondeos y se sometieron a pruebas de laboratorio de clasificación y resistencia. El programa de ensayos se dirigió a la caracterización física de las unidades de suelo.
En la siguiente tabla se presenta el resumen de cantidades de ensayos de laboratorio realizados:

Tabla 11. Resumen de los ensayos de laboratorio realizados.

Ensayo	Norma	No. De ensayos
Análisis granulométrico por tamizado	ASTM D 422-63 – AASHTO T88 – I.N.V.E.	24

Determinación de humedad	ASTM D 2216 – I.N.V.E. 122	24
Determinación de los límites de consistencia	ASTM D 4318 – AASHTO T89-90 –	24
Clasificación de suelos	ASTM D 2487	24
Ensayo de corte directo	ASTM D 3080 – AASHTO T236	7

5.3.1 Ensayos de clasificación

A continuación, se presenta un resumen de los ensayos de laboratorio de clasificación, en donde se pueden observar las siguientes características del suelo.

W= humedad
% Finos = pasantes del tamiz ASTM 200
L.L. = Límite Líquido
L.P. = Límite Plástico
I.P. = Índice Plástico
S.U.C.S. = Sistema Unificado de Clasificación de Suelos

Tabla 12. Resumen de los ensayos de clasificación.

Sondeo	Profundidad (m)	Humedad	% Finos	% Arenas	% Gravas	L.L.	L.P.	I.P.	SUCS	AASTHO
1	1.5	14.41	51.5	45.6	2.8	24.0	20.3	3.7	ML	A – 4
1	3.0	13.86	73.6	22.6	3.8	23.8	18.2	5.6	CL – ML	A – 4
1	4.0	13.12	66.6	30.0	3.4	24.2	18.2	6.0	CL – ML	A – 4
2	1.5	15.24	61.6	36.3	2.1	23.8	21.0	2.8	ML	A – 4
2	3.0	14.11	50.6	45.7	3.7	27.1	22.2	4.9	ML	A – 4
2	4.0	15.44	50.5	46.6	2.9	30.1	23.3	6.9	ML	A – 4
3	1.5	13.45	64.5	33.8	1.7	30.9	23.8	7.1	ML	A – 4
3	3.0	14.01	72.6	24.3	3.1	22.2	18.0	4.2	CL – ML	A – 4
3	4.0	14.72	65.1	34.1	0.8	24.0	20.3	3.7	ML	A – 4
5	1.5	12.59	66.0	31.2	2.8	22.6	19.7	2.9	ML	A – 4
5	3.0	13.69	71.9	25.1	3.0	24.2	18.8	5.4	CL – ML	A – 4
5	5.0	14.20	61.7	37.1	1.2	31.3	27.0	4.4	ML	A – 4
5	7.5	12.78	60.6	36.5	2.9	30.8	23.0	7.8	ML	A – 4

Sondeo	Profundidad (m)	Humedad	% Finos	% Arenas	% Gravas	L.L.	L.P.	I.P.	SUCS	AASTHO
6	1.5	13.40	50.1	48.4	1.5	22.7	19.9	2.8	ML	A – 4
6	5.0	14.33	55.8	42.2	2.0	19.6	18.0	1.5	ML	A – 4
7	1.5	15.25	64.9	32.0	3.1	23.6	22.5	1.1	ML	A – 4
7	7.5	13.65	76.0	22.0	1.9	24.6	21.9	2.7	ML	A – 4
7	15.5	14.85	50.6	47.9	1.5	23.6	19.6	3.9	ML	A – 4
8	1.5	12.18	64.3	33.7	1.9	20.6	19.8	0.8	ML	A – 4
8	4.5	14.17	52.6	45.3	2.1	22.9	19.2	3.7	ML	A – 4
8	7.5	14.88	54.3	42.7	3.0	20.5	18.0	2.5	ML	A – 4
8	10.5	14.85	61.5	36.7	1.7	21.9	18.0	3.9	ML	A – 4
8	15.5	12.48	59.7	37.3	2.9	33.3	28.2	5.1	ML	A – 4
8	18.0	14.10	67.1	30.7	2.2	23.6	20.0	3.6	ML	A – 4

5.3.2 Ensayos de corte directo

Se realizaron diferentes apiques con el fin de tomar muestras in situ y realizarles ensayos de corte directo:

Tabla 13. Resumen de los ensayos de corte directo.

Apique	Angulo de Fricción (°)	Cohesión (Kpa)
1	24.00	14.34
2	23.20	16.62
3	25.40	17.71
4	26.00	13.77
5	26.30	14.90
6	22.60	12.53
7	29.80	16.99

5.3.3 Ensayos de compresión simple

Se realizaron ensayos de compresión simple a diferentes muestras obtenidas en los sondeos.

Tabla 14. Resumen de los ensayos de compresión simple.

Sondeo	Profundidad (m)	Cu (kPa)	Modulo (kPa)
1	1.5	68.75	4837.13

Sondeo	Profundidad (m)	Cu (kPa)	Modulo (kPa)
1	4.0	28.15	1045.87
2	4.5	28.40	5981.05
3	3.0	55.87	5515.31
3	4.0	58.05	3641.86
5	1.5	75.29	3309.19
5	3.0	72.61	7966.56
6	1.5	45.87	1348.19
7	1.5	87.77	6005.56
8	7.5	32.02	1540.79

Los resultados de los ensayos de laboratorio se tendrán en cuenta para la caracterización geotécnica de los materiales identificados en el área de estudio, ver en el Anexo 2. Ensayos de Laboratorios Club Náutico Topocoro.

5.4 RESULTADOS ENSAYOS DE REFRACCIÓN SÍSMICA

La distribución del tendido geofísico definido en la zona de estudio y el desarrollo de la ejecución de la toma de datos en campo es visualizada de manera general en el siguiente registro fotográfico tomado por el equipo de exploración.

5.4.1 Resultados sísmica LRS01

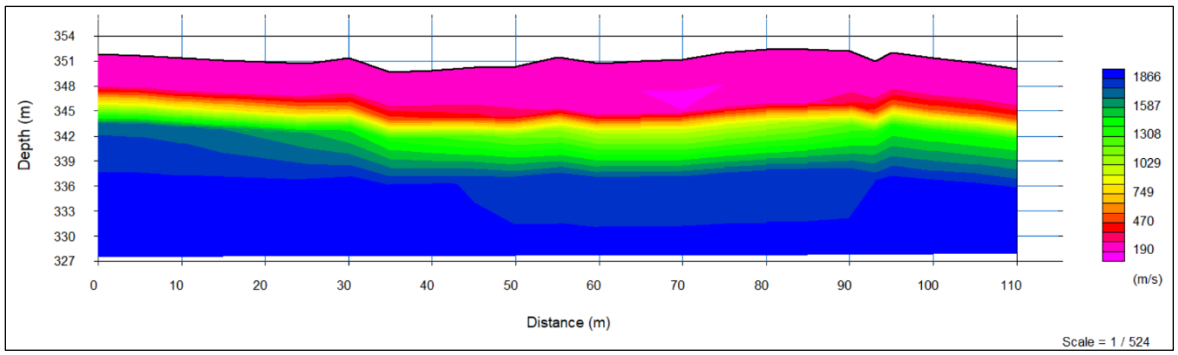
Fotografía 1. Punto adquisición de dato LRS01



Realizando la aplicación del método de tomografía de refracción sísmica considerando el modelo inicial y manteniendo firmas sísmicas coherentes en el

aumento de velocidad a profundidad, el modelo final permite la mejora en la visualización de los materiales en profundidad con una estimación de velocidades de onda P para las capas identificadas, existiendo la redefinición del modelo con la identificación de nuevos contrastes de onda siendo una secuencia que consta de: C1: velocidades menores a los 190 m/s, C2: abarca un rango de velocidades entre los 190 - 1587 m/s y C3 con velocidades en el rango de 1587 – 1866 m/s. El procesamiento de los datos permite estimar los espesores de las capas definidas siendo en el orden de más joven a antiguo: C1 = 3.5 - 5 m, C2 = 4 - 6 m y C3: 9 - 17 m, identificando una geometría de capas con contactos concordantes y de leve sinuosidad. La distribución de las capas en la sección se visualiza homogénea horizontalmente, con geometrías tipo de ambientes sedimentarios con la identificación de un posible contacto entre litologías de baja competencia como deposito coluvial o suelo residual hacia rocas con alto grado de meteorización en transición según modelos típicos de evolución del perfil de suelo, dada la geología regional del sitio se esperan rocas de la Formación La Luna del tipo lutitas, atribuidas a las velocidades más altas en la LRS actual con valores estimados en capas de resistencias geomecánicas bajas a medias. Las capas más antiguas de la secuencia estratigráfica presentan un gradiente de aumento de velocidad en un tramo muy cercano, relacionándose a procesos de meteorización de menor grado en una variación de condiciones de conservación de la unidad geológica del sitio.

Figura 3. Modelo final del subsuelo aplicando método de Tomografía sísmica de refracción mediante inversión por mínimos cuadrados.

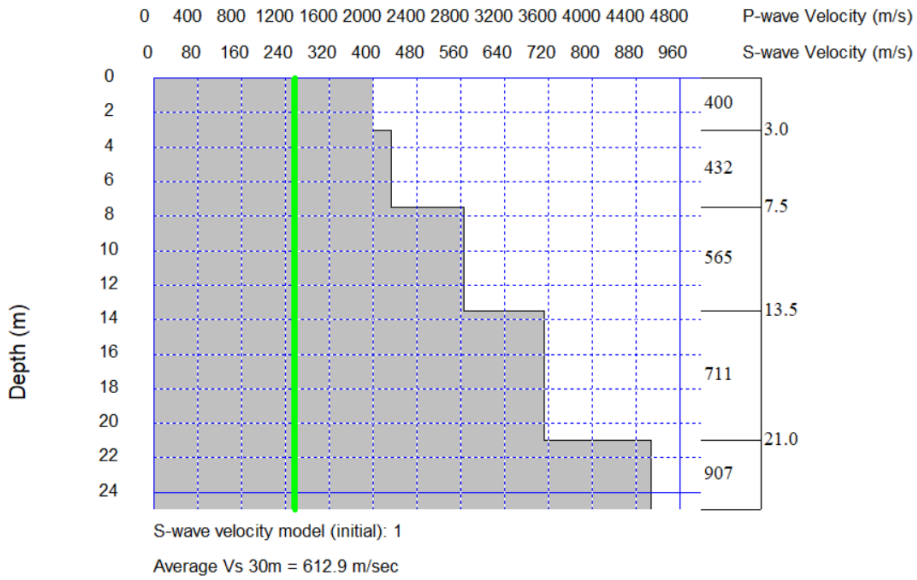


La interpretación de los resultados derivados de la técnica MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves) en configuración unidimensional (MASW1D) para la línea sísmica ***LS1*** permitió caracterizar con un grado de resolución suficiente para la definición de un perfil dinámico del subsuelo hasta una profundidad aproximada de **25m**. A partir del procesamiento espectral de la curva de dispersión y su correspondiente inversión, se obtuvo un modelo de velocidades de onda de corte (Vs) en profundidad, reflejando las variaciones de rigidez dinámica asociadas con los distintos estratos.

Los resultados muestran que el subsuelo presenta un comportamiento mecánico notablemente más rígido a partir de los 13,5 m, donde se registra un incremento en la velocidad de la onda de corte de ***711,58 m/s***. Este incremento es sostenido hasta alcanzar un valor de ***907,61 m/s*** en la parte más profunda del perfil analizado, con un leve aumento hacia materiales más compactos.

El valor promedio de la velocidad Vs estimado en todo el perfil sísmico fue de ***612.9 m/s***. En el marco normativo colombiano, específicamente según la tabla A.2.4-1 de la **Norma Sismo Resistente Colombiana NSR-10**, este valor ubica el sitio de estudio dentro de la clasificación de **perfil tipo C**, correspondiente a **suelos muy densos o roca blanda**, bajo el criterio de velocidad de onda de corte media principalmente para los primeros **25 metros** de profundidad.

Figura 4. Modelo de velocidad de onda S MASW1D



Desde el punto de vista geotécnico, el perfil obtenido mediante MASW permite establecer una zonificación vertical del subsuelo basada en la variabilidad de rigidez dinámica, igualmente se realiza la estimación de parámetros ingenieriles adicionales como el módulo de corte (G), el módulo de elasticidad (E) y el módulo volumétrico (K), mediante relaciones elásticas convencionales, integrando así la caracterización sísmica con modelos mecánicos de comportamiento del suelo.

Manteniendo la distribución de la actual Línea Sísmica, se realiza el procesamiento de los datos recolectados en la etapa de adquisición de datos, con además el cálculo de parámetros geomecánicos asociados según las finitas variaciones de las respuestas pico en la estratigrafía del sitio, por lo que a continuación se adjunta la tabla resumen de parámetros geomecánicos asociados al medio físico evaluado.

Tabla 15. Parámetros obtenidos en los ensayos de Ondas Superficiales MASW1D.

Depth (m)	*S-wave velocity (m/s)*	*P-wave velocity (m/s)*	*Density (Kg/m3)*	*N*	*Poisson's ratio*	*Shear modulus G (MPa)*	*Young's modulus (MPa)*	*Bulk modulus (MPa)*
0,0	400,80	1734,89	1861,81	91,684	0,472	299089221,004	880,404	5204,997
3,0	432,92	1770,54	1872,80	117,196	0,468	351002938,601	1030,689	5402,885
7,5	565,52	1917,73	1917,44	274,454	0,452	613231210,556	1781,287	6234,116
13,5	711,58	2079,86	1965,31	570,454	0,434	995132307,587	2853,471	7174,689
21,0	907,61	2297,45	2027,41	1.238,127	0,408	1670093379,343	4701,435	8474,408
48,0	1.041,87	2446,48	2068,52	1.921,213	0,389	2245370165,509	6238,669	9386,775

5.4.2 Resultados sísmica LRS02

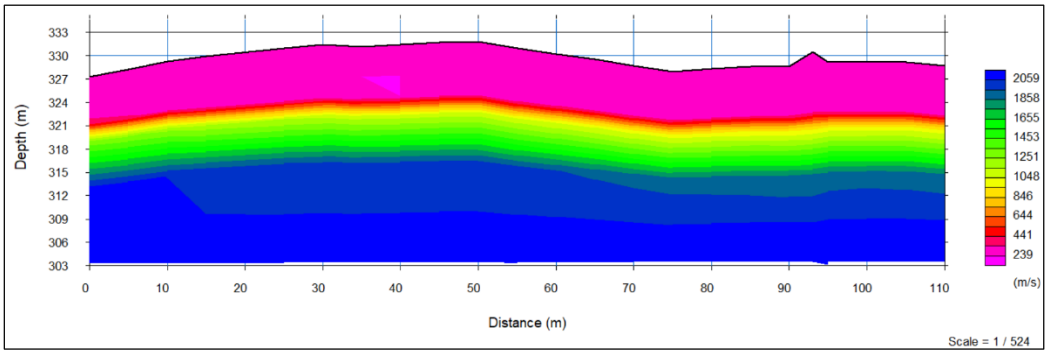
Fotografía 2. Localización consola y punto de impacto en la LRS02.



Realizando la aplicación del método de tomografía de refracción sísmica considerando el modelo inicial y manteniendo firmas sísmicas coherentes en el aumento de velocidad a profundidad, el modelo final permite la mejora en la visualización de los materiales en profundidad con una estimación de velocidades de onda P para las capas identificadas, existiendo la redefinición del modelo con la identificación de nuevos contrastes de onda siendo una secuencia que consta de: C1: velocidades menores a los 239 m/s, C2: abarca un rango de velocidades entre los 239 - 1655 m/s y C3 con velocidades en el rango de 1655 – 2059 m/s. El procesamiento de los datos permite estimar los espesores de las capas definidas siendo en el orden de más joven a antiguo: C1 = 6 m, C2 = 6.5 m y C3: 12 - 10 m,

identificando una geometría de capas con contactos concordantes y de leve sinuosidad. La distribución de las capas en la sección se visualiza homogénea horizontalmente, con geometrías tipo de ambientes sedimentarios con la identificación de un posible contacto entre litologías de baja competencia como deposito coluvial o suelo residual hacia rocas con alto grado de meteorización en transición según modelos típicos de evolución del perfil de suelo, dada la geología regional del sitio se esperan rocas de la Formación La Luna del tipo lutitas, atribuidas a las velocidades más altas en la LRS actual. Las capas más antiguas de la secuencia estratigráfica presentan un gradiente de aumento de velocidad en un tramo muy cercano, relacionándose a procesos de meteorización de menor grado en una variación de condiciones de conservación de la unidad geológica del sitio.

Figura 5. Modelo final del subsuelo aplicando método de Tomografía sísmica de refracción mediante inversión por mínimos cuadrados.



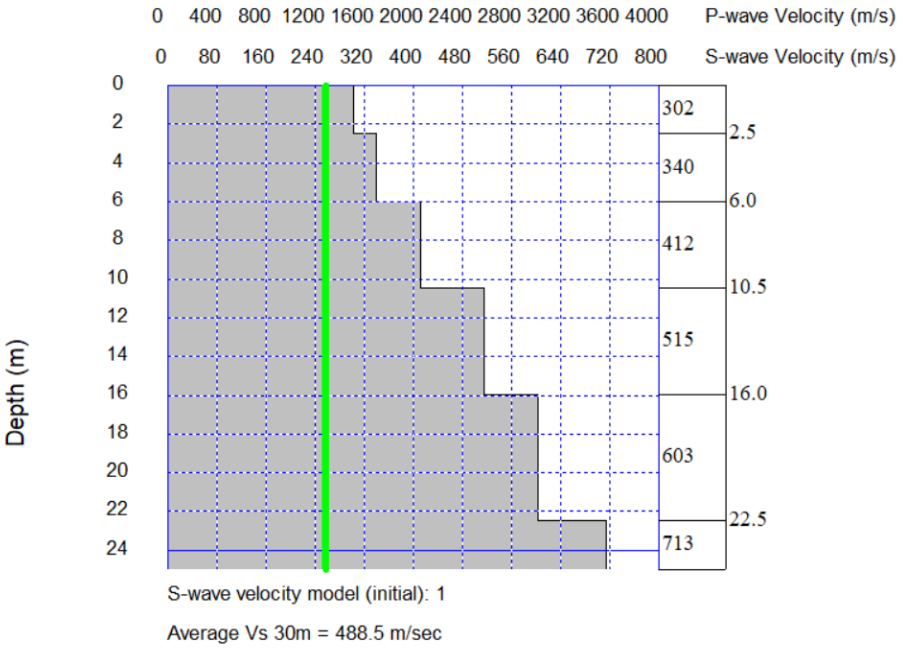
La interpretación de los resultados derivados de la técnica MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves) en configuración unidimensional (MASW1D) para la línea sísmica ***LS2*** permitió caracterizar con un grado de resolución suficiente para la definición de un perfil dinámico del subsuelo hasta una profundidad aproximada de **25m**. A partir del procesamiento espectral de la curva de dispersión y su correspondiente inversión, se obtuvo un modelo de velocidades de onda de corte (Vs) en profundidad, reflejando las variaciones de rigidez dinámica asociadas con los distintos estratos.

Los resultados muestran que el subsuelo presenta un comportamiento mecánico notablemente más rígido a partir de los **16 m**, donde se registra un incremento en la velocidad de la onda de corte hasta ***603,35 m/s***. Este incremento es sostenido hasta alcanzar un valor de ***713,70 m/s*** en la parte más profunda del perfil analizado, con un leve aumento hacia materiales más compactos.

El valor promedio de la velocidad Vs estimado en todo el perfil sísmico fue de ***488.5 m/s***. En el marco normativo colombiano, específicamente según la tabla A.2.4-1 de la **Norma Sismo Resistente Colombiana NSR-10**, este valor ubica el sitio de estudio dentro de la clasificación de **perfil tipo C**, correspondiente a **suelos muy**

densos o roca blanda, bajo el criterio de velocidad de onda de corte media principalmente para los primeros **25 metros** de profundidad.

Figura 6. Modelo de velocidad de onda S MASW1D



Desde el punto de vista geotécnico, el perfil obtenido mediante MASW permite establecer una zonificación vertical del subsuelo basada en la variabilidad de rigidez dinámica, igualmente se realiza la estimación de parámetros ingenieriles adicionales como el módulo de corte (G), el módulo de elasticidad (E) y el módulo volumétrico (K), mediante relaciones elásticas convencionales, integrando así la caracterización sísmica con modelos mecánicos de comportamiento del suelo.

Manteniendo la distribución de la actual Línea Sísmica, se realiza el procesamiento de los datos recolectados en la etapa de adquisición de datos, con además el cálculo de parámetros geomecánicos asociados según las finitas variaciones de las respuestas pico en la estratigrafía del sitio, por lo que a continuación se adjunta la tabla resumen de parámetros geomecánicos asociados al medio físico evaluado.

Tabla 16. Parámetros obtenidos en los ensayos de Ondas Superficiales MASW1D.

Depth (m)	*S-wave velocity (m/s)*	*P-wave velocity (m/s)*	*Density (Kg/m3)*	*N*	*Poisson's ratio*	*Shear modulus G (MPa)*	*Young's modulus (MPa)*	*Bulk modulus (MPa)*
0,0	302,70	1625,99	1827,86	37,497	0,482	167476394,903	496,417	4609,274
2,5	340,54	1668,00	1841,03	54,567	0,478	213498599,790	631,210	4837,477

Depth (m)	*S-wave velocity (m/s)*	*P-wave velocity (m/s)*	*Density (Kg/m3)*	*N*	*Poisson's ratio*	*Shear modulus G (MPa)*	*Young's modulus (MPa)*	*Bulk modulus (MPa)*
6,0	412,01	1747,33	1865,65	100,102	0,471	316703975,289	931,467	5273,901
10,5	515,32	1862,00	1900,67	204,117	0,459	504723742,210	1472,307	5916,740
16,0	603,35	1959,72	1929,97	337,302	0,448	702569874,291	2034,141	6475,278
22,5	713,70	2082,21	1965,99	575,884	0,433	1001418814,610	2870,941	7188,522
45,0	867,95	2253,42	2015,04	1.073,887	0,413	1517990496,491	4289,541	8208,189

5.4.3 Resultados sísmica LRS03

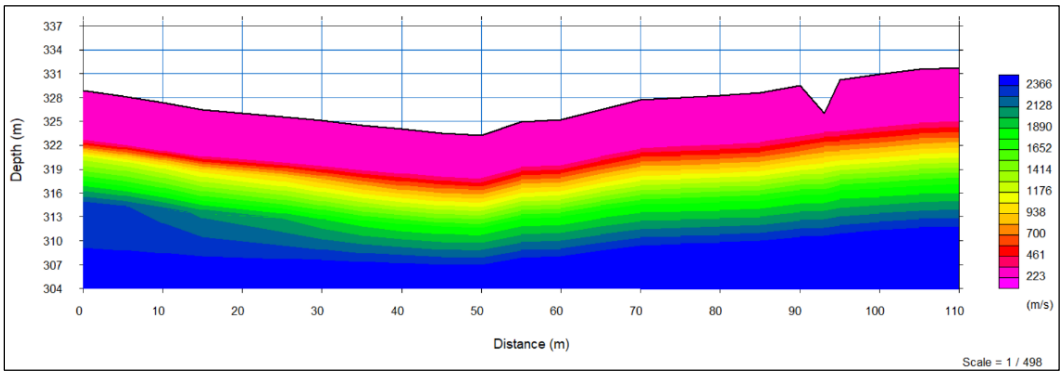
Fotografía 3. Localización consola y punto de impacto en la LRS03.



Realizando la aplicación del método de tomografía de refracción sísmica considerando el modelo inicial y manteniendo firmas sísmicas coherentes en el aumento de velocidad a profundidad, el modelo final permite la mejora en la visualización de los materiales en profundidad con una estimación de velocidades de onda P para las capas identificadas, existiendo la redefinición del modelo con la identificación de nuevos contrastes de onda siendo una secuencia que consta de: C1: velocidades menores a los 223 m/s, C2: abarca un rango de velocidades entre los 223 - 1890 m/s y C3 con velocidades en el rango de 1890 – 2367 m/s. El procesamiento de los datos permite estimar los espesores de las capas definidas siendo en el orden de más joven a antiguo: C1 = 6.5 m, C2 = 6 - 10 m y C3: 6 - 12 m, identificando una geometría de capas con contactos concordantes y de baja sinuosidad con leve concavidad hacia el centro. La distribución de las capas en la sección se visualiza homogénea horizontalmente, con geometrías tipo de ambientes sedimentarios con la identificación de un posible contacto entre litologías de baja

competencia como deposito coluvial o suelo residual hacia rocas con alto grado de meteorización en transición según modelos típicos de evolución del perfil de suelo, dada la geología regional del sitio se esperan rocas de la Formación La Luna del tipo lutitas, atribuidas a las velocidades más altas en la LRS actual. Las capas más antiguas de la secuencia estratigráfica presentan un gradiente de aumento de velocidad en un tramo muy cercano, relacionándose a procesos de meteorización de menor grado en una variación de condiciones de conservación de la unidad geológica del sitio.

Figura 7. Modelo final del subsuelo aplicando método de Tomografía sísmica de refracción mediante inversión por mínimos cuadrados.

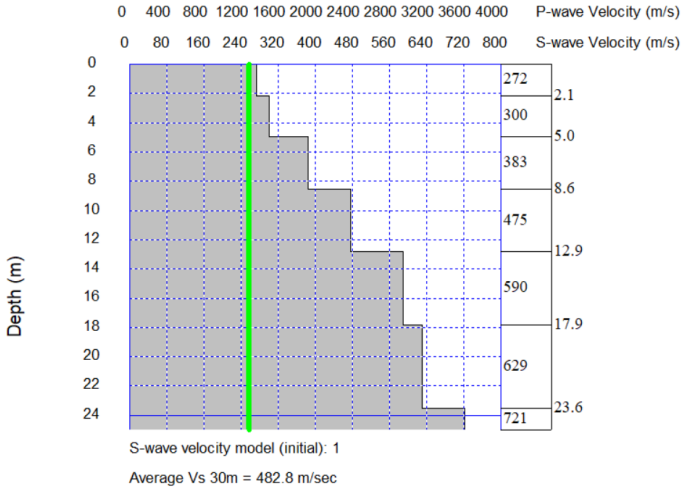


La interpretación de los resultados derivados de la técnica MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves) en configuración unidimensional (MASW1D) para la línea sísmica ***LS3*** permitió caracterizar con un grado de resolución suficiente para la definición de un perfil dinámico del subsuelo hasta una profundidad aproximada de **25m**. A partir del procesamiento espectral de la curva de dispersión y su correspondiente inversión, se obtuvo un modelo de velocidades de onda de corte (Vs) en profundidad, reflejando las variaciones de rigidez dinámica asociadas con los distintos estratos.

Los resultados muestran que el subsuelo presenta un comportamiento mecánico notablemente más rígido a partir de los 12,9 m, donde se registra un incremento en la velocidad de la onda de corte hasta ***590,05 m/s***. Este incremento es sostenido hasta alcanzar un valor de ***721,61 m/s*** en la parte más profunda del perfil analizado, con un leve aumento hacia materiales más compactos.

El valor promedio de la velocidad Vs estimado en todo el perfil sísmico fue de ***482,8 m/s***. En el marco normativo colombiano, específicamente según la tabla A.2.4-1 de la **Norma Sismo Resistente Colombiana NSR-10**, este valor ubica el sitio de estudio dentro de la clasificación de **perfil tipo C**, correspondiente a **suelos muy densos o roca blanda**, bajo el criterio de velocidad de onda de corte media principalmente para los primeros **25 metros** de profundidad.

Figura 8. Modelo de velocidad de onda S MASW1D



Desde el punto de vista geotécnico, el perfil obtenido mediante MASW permite establecer una zonificación vertical del subsuelo basada en la variabilidad de rigidez dinámica, igualmente se realiza la estimación de parámetros ingenieriles adicionales como el **módulo de corte (G)**, el **módulo de elasticidad (E)** y el **módulo volumétrico (K)**, mediante relaciones elásticas convencionales, integrando así la caracterización sísmica con modelos mecánicos de comportamiento del suelo

Manteniendo la distribución de la actual Línea Sísmica, se realiza el procesamiento de los datos recolectados en la etapa de adquisición de datos, con además el cálculo de parámetros geomecánicos asociados según las finitas variaciones de las respuestas pico en la estratigrafía del sitio, por lo que a continuación se adjunta la tabla resumen de parámetros geomecánicos asociados al medio físico evaluado.

Tabla 17. Parámetros obtenidos en los ensayos de Ondas Superficiales MASW1D.

Depth (m)	*S-wave velocity (m/s)*	*P-wave velocity (m/s)*	*Density (Kg/m3)*	*N*	*Poisson's ratio*	*Shear modulus G (MPa)*	*Young's modulus (MPa)*	*Bulk modulus (MPa)*
0,0	272,78	1592,78	1817,38	26,918	0,485	135225220,236	401,590	4430,302
2,1	300,73	1623,81	1827,17	36,728	0,482	165250067,802	489,881	4597,496
5,0	383,57	1715,76	1855,89	79,708	0,474	273047849,560	804,779	5099,378
8,6	475,35	1817,64	1887,20	157,839	0,463	426423426,844	1247,965	5666,371
12,9	590,05	1944,96	1925,57	314,193	0,449	670413389,620	1943,283	6390,301
17,9	629,98	1989,28	1938,73	387,040	0,444	769434962,542	2222,535	6646,092
23,6	721,61	2090,99	1968,54	596,449	0,432	1025058656,101	2936,589	7240,166
42,9	796,46	2174,07	1992,50	816,728	0,422	1263938282,080	3595,888	7732,456

6 ANÁLISIS GEOTÉCNICO

Con base en los resultados de la etapa de exploración del subsuelo, en los ensayos de laboratorio y de la definición de cada uno de los perfiles estratigráficos, fue posible establecer el análisis geotécnico que permite evaluar las alternativas de cimentación de las estructuras proyectadas.

Para este análisis se realizó primero la corrección del ensayo SPT, seguido de la definición de los parámetros geomecánicos de cada uno de los estratos identificados, de la caracterización sísmica del área en estudio y por último de la definición del tipo de cimentación y capacidad portante analizada.

6.1 CORRECCIÓN DEL ENSAYO DE PENETRACIÓN ESTÁNDAR (SPT)

La obtención de los parámetros geotécnicos se hará con base en los ensayos de laboratorio realizados, correlaciones con base en el ensayo SPT y/o retro cálculo. En N45 de campo será corregido por energía y confinamiento y con base en este se podrá hacer una aproximación del ángulo de fricción, módulo de elasticidad, velocidades de onda y otros parámetros. Para el caso del ángulo de fricción se realizarán algunas pruebas de corte directo donde los materiales lo permitan, para corroborar valores.

La forma para corregir y normalizar el N45 es la siguiente y para esto se incluirán memorias de cálculo en el informe final.

Bowles (1986) propone:

$$\boldsymbol{N\,corr = Ncampo * Cn * Ce * Cr * Cs * CB}$$

$$Ce\ (n1) = Factor\ por\ pérdida\ de\ energía\ del\ marillo.$$
$$Cr\ (n2) = Factor\ por\ longitud\ de\ la\ varilla$$
$$Cs\ (n3) = Factor\ por\ revestimiento\ interno\ del\ toma\ muestras$$
$$CB\ (n4) = Factor\ por\ diámetro\ de\ perforación$$
$$Cn\ (n5) = Factor\ de\ corrección\ por\ confinamiento\ efectivo.$$

Tabla 18. Factores de corrección Ncorr.

FACTOR	EQUIPO VARIABLE	TÉRMINO	CORRECCIÓN
Relación de energía.	Martillo donut Martillo de seguridad Martillo automático	$C_E=E_R/60$	0,5 a 1,0 0,7 a 1,2 0,8 a 1,5
Diámetro del sondeo.	65 a 115 mm 150 mm 200 mm	C_B	1,00 1,05 1,15
Método de muestreo	Muestreo estándar Muestreo no estándar.	C_S	1,00 1,1 a 1,3
Longitud de varillas	3 a 4 m 4 a 6 m 6 a 10 m 10 a >30 m	C_R	0,75 0,85 0,95 1,00

6.2 PROPIEDADES DE LOS SUELOS

A partir de la identificación de los estratos con características geotécnicas similares se procede a la evaluación de los parámetros geotécnicos mínimos para la evaluación de la capacidad de soporte de la cimentación de las estructuras proyectadas. A continuación, se describe la metodología empleada para definir los parámetros geotécnicos:

6.2.1 Metodología para estimación de parámetros

Inicialmente para la determinación de los parámetros de resistencia se tendrán en cuenta los ensayos de laboratorio realizados a cada estrato, así como el uso de la información obtenida de los ensayos de campo como el SPT y los métodos geofísicos con el fin de obtener algunos de los parámetros importantes de resistencia y deformabilidad de los materiales encontrados. Para esto, se recurrirá a correlaciones e interpretaciones ampliamente usadas, partiendo de los resultados y parámetros obtenidos en trabajos realizados en la zona de interés. Esto con el fin de seguir el principio de redundancia en geotecnia a fin de obtener resultados con un mayor grado de confiabilidad.

Para el caso del SPT, se presentarán los registros del ensayo, en donde se aprecia la variación del valor de N de campo con la profundidad, importante para mejorar la definición del perfil estratigráfico.

La obtención de los parámetros de resistencia al corte teniendo en cuenta el ensayo mencionado anteriormente se realizará mediante la normalización o no, de los

valores de N de campo, dependiendo de las correlaciones seleccionadas. Lo anterior con el fin de obtener la envolvente de falla para la determinación de la cohesión (c) y el ángulo de fricción interna equivalente (φeq) para los distintos materiales identificados.

Parámetros asociados a deformabilidad se obtienen mediante correlaciones locales y ampliamente usadas teniendo en cuenta las características particulares de los suelos de la zona a partir de los N de campo y los resultados de la exploración geofísica.

Se resalta que los resultados son validados teniendo en cuenta los ensayos de laboratorio y la experiencia tanto de los profesionales como lo obtenido de proyectos anteriores en la zona de interés. Algunas de las correlaciones empleadas se presentan a continuación.

a. Correlación entre número de golpes por pie del ensayo de penetración estándar (N1) y φeq

Tabla 19. Correlaciones entre N1 obtenido de SPT y φeq

Autor	$\emptyset'_{eq}$
Kishida	$15 + (20\ N1_{72})^{0,5}$

b. Correlación entre número de golpes por pie del ensayo de penetración estándar para el caso de Colombia (N45) y φeq

Tabla 20. Correlaciones entre N45 (caso Colombia) obtenido de SPT y φeq

Autor	$\emptyset'_{eq}$
Kishida	$15 + (12{,}5\ N1_{45})^{0,5}$

c. Consistencia del suelo:

En el caso de suelo finogranulares, el valor promedio del número de golpes obtenido en cada perforación permite caracterizar la resistencia genérica del suelo encontrado en los niveles definidos a través del parámetro de la consistencia del suelo:

Tabla 21. Relación entre el valor de N del ensayo de penetración estándar (SPT) y la consistencia del suelo

Valor de N del ensayo SPT	Consistencia del suelo
$N < 2$	Muy blanda
$2 \leq N \leq 4$	Blanda

Valor de N del ensayo SPT	Consistencia del suelo
$4 \leq N \leq 8$	Medianamente firme
$8 \leq N \leq 15$	Firme
$15 \leq N \leq 30$	Muy firme
$N > 30$	Dura

Fuente: Tomado de Terzaghi y Peck (1948)

Tabla 22. Correlación entre valoración de la compacidad relativa y el número de golpes del ensayo de penetración estándar

Arenas (Bastante Segura)	
Numero de golpes por 30 cm, N	**Compacidad relativa**
$0 - 4$	Muy suelta
$4 - 10$	Suelta
$10 - 30$	Media
$30 - 50$	Compacta
Más de 50	Muy compacta

Fuente: Tomado de Ingeniería de Cimentaciones –Ralph B. Peck, 2008

d. Poisson (v) y Modulo de elasticidad (E)

Métodos geofísicos se emplearán tanto para mejorar la estimación de la distribución del perfil estratigráfico como para obtener parámetros asociados a la deformabilidad de los materiales mediante el análisis de ondas superficiales y de cuerpo. Se tiene en cuenta que el ensayo se realiza a bajas deformaciones por lo tanto los resultados serán correlacionados mediante expresiones y criterios ampliamente usados y verificados en la literatura, también se tienen en cuenta experiencias anteriores, dependiendo de las características de cada uno de los materiales.

La expresión utilizada para determinar la relación entre las velocidades de onde de compresión y de corte con la relación de Poisson (v) se presenta a continuación.

$$\nu = \frac{{V_p}^2 - 2 * {V_s}^2}{2 * \left({V_p}^2 - {V_s}^2\right)}$$

Una vez determinado v, se procede a estimar el módulo de cortante máximo (Gmax) para determinar el módulo de elasticidad a bajas deformaciones (dinámico) y posteriormente de acuerdo con recomendaciones de expertos y de acuerdo con la experiencia tomar el 11% de este para hallar el módulo de elasticidad en condición estática.

$$G_{max} = \rho * {V_s}^2,$$

$$E_{din} = 2 * G_{max} * (1 + \nu),$$

Donde:
Edin= Modulo de elasticidad dinámico
Gmax= Modulo de cortante
ρ= Densidad del material
V_s= Velocidad de onda de corte
v= relación de Poisson
y

$$E_{est} = 0.11 * E_{din}$$

E_{est}= Modulo de elasticidad estático
Adicionalmente, siguiendo el principio de redundancia en geotecnia, se estima el módulo de elasticidad a partir de las correlaciones presentadas en el CCP-14, las cuales relacionan el número de golpes del SPT con este parámetro.

Tabla 23. Módulo de elasticidad a partir de correlaciones con el número de golpes (N) del SPT.

Tipo de suelo	**Rango típico de los valores del módulo de Young, E_s (MPa)**	**Relación de Poisson, ν (adim)**
Arcilla:		
Banda sensible	2.4 -15	0.4-0.5 (sin drenaje)
Medio rígida a rígida	15-50	
Muy rígida	50-100	
Loess	15-60	0.1-0.3
Limo	2-20	0.3-0.35
Arena fina:		
Suelta	7.5-10	0.25
Medio densa	10-20	
Densa	20-25	
Arena:		
Suelta	10-25	0.20-0.36
Medio densa	25-50	
Densa	50-75	0.30-0.40
Grava:		
Suelta	25-75	0.20-0.35
Medio densa	75-100	
Densa	100-200	0.30-0.40
E_s *estimado* a partir del número de golpes del *SPT*		
Tipo de suelo		E_s (MPa)
Limos, limos arenosos, mezclas ligeramente cohesivas		$0.4N1_{60}$
Arenas limpias,finas a medias y arenas ligeramente limosas		$0.7N1_{60}$
Arenas gruesas y arenas con poca grava		$1.0N1_{60}$
Gravas arenosas y gravas		$1.1N1_{60}$
E_s *estimado a partir de* q_c (resistencia a la penetración estática de la punta del cono)		
Suelos arenosos		$4q_c$

Fuente: Tomado de la tabla C10.4.6.3-1 del Código Colombiano de Construcción de Puentes (CCP14).

e. Relación N y Vs

El procedimiento llevado a cabo para determinar la velocidad de onda de corte Vs a partir de los ensayos de exploración indirecta se basa en las correlaciones presentadas en el trabajo de Kirar, Maheshwari y Muley (2016), en el cual expone las correlaciones propuestas por distintos autores para tres tipos de materiales (arenas, arcillas y todos los suelos).

A continuación, se presentan las correlaciones entre la velocidad de onda de corte Vs con el número de golpes N del SPT. Los valores utilizados de número de golpes N para determinar la velocidad de onda de corte Vs, son valores sin corrección.

Tabla 24. Correlaciones entre Vs y N

Author(s)	V_s (m/s)		
	All soils	Sands	Clays
Hanumantharao and Ramana [5]	$V_s = 82.6N^{0.430}$	$V_s = 79.0N^{0.434}$	–
Maheshwari et al. [6]	–	$V_s = 95N^{0.300}$	–
Ohba and Toriumi [7]	$V_s = 84N^{0.310}$	–	–
Imai [8]	$V_s = 91N^{0.340}$	$V_s = 80.6N^{0.331}$	$V_s = 80.2N^{0.292}$
Ohta and Goto [9]	$V_s = 85.35N^{0.348}$	$V_s = 88.0N^{0.340}$	–
Jafari et al. [10]	$V_s = 121.0N^{0.270}$	$V_s = 80.0N^{0.330}$	$V_s = 100.0N^{0.330}$
Seed and Idriss [11]	$V_s = 61N^{0.500}$	–	–
Lee [12]	–	$V_s = 57.4N^{0.490}$	$V_s = 114.4N^{0.310}$
Sykora and Stokoe [22]	–	$V_s = 100.5N^{0.290}$	–
Okamoto et al. [23]	–	$V_s = 125.0N^{0.300}$	–
Pitilakis et al. [24]	–	$V_s = 162.0N^{0.170}$	$V_s = 165.7N^{0.190}$
Athanasopoulos [25]	$V_s = 107.6N^{0.360}$	–	–
Raptakis et al. [26]	–	$V_s = 123.4N^{0.290}$	$V_s = 184.2N^{0.170}$
Hasancebi and Ulusay [27]	$V_s = 90N^{0.309}$	$V_s = 90.8N^{0.319}$	V_s =z97.9$N^{0.269}$
Uma Maheswari et al. [28]	$V_s = 95.64N^{0.301}$	$V_s = 100.53N^{0.265}$	$V_s = 89.31N^{0.358}$
Esfehanizadeh et al. [29]	–	$V_s = 107.2N^{0.34}$	–
Fatehnia et al. [30]	–	$V_s = 77.1N^{0.355}$	$V_s = 77.1N^{0.355}$

Fuente: Correlation Between Shear Wave Velocity (Vs) and SPT Resistance (N) for Roorkee Region (2016).

Para la determinación de los parámetros de resistencia se tendrán en cuenta los ensayos de laboratorio realizados a cada estrato, así como al uso de correlaciones de la información obtenida de los ensayos de campo como el SPT y los métodos geofísicos.

Con los resultados del SPT, se hizo uso de correlaciones ampliamente usadas para determinar los parámetros de resistencia al corte, trazando la envolvente de falla descrita en el trabajo de González (1999). Con los ángulos de fricción equivalentes, determinados mediante la correlación de Kishida, la cual, se ajusta bastante bien al promedio de las correlaciones evaluadas y ha mostrado arrojar datos confiables.

Con los ángulos de fricción equivalente y el esfuerzo vertical efectivo (σ') en cada profundidad donde se realizó el ensayo SPT, se calcula el esfuerzo cortante (τ) y mediante la regresión τ vs σ' para cada tipo de material y se obtienen c' y tanØ'.

Adicionalmente con los resultados de los ensayos de geofísica se realiza las correlaciones presentadas en el trabajo de Kirar, Maheshwari y Murley (2016) descrito en el subcapítulo anterior, las cuales relacionan la velocidad de onda de corte Vs con el número de golpes N del SPT y a partir de esto realizar el procedimiento de González (1999) para determinar el ángulo de fricción y cohesión.

6.2.2 Selección de parámetros de diseño

Los parámetros geomecánicos son de gran importancia para el análisis y evaluación del comportamiento esfuerzo deformación de las distintas estructuras proyectadas. Estos se determinan mediante ensayos de campo y laboratorio destinados específicamente a determinar cada una de estas propiedades o haciendo uso de correlaciones con ensayos de campo (provenientes de exploración directa e indirecta) ampliamente usadas en Colombia y alrededor del mundo, sustentadas con investigaciones desarrolladas por numerosos autores sobre distintos tipos de suelos.
En la siguiente tabla se presentan algunos de los parámetros o propiedades del suelo que se requieren para el análisis, así como aquellas necesarias en las correlaciones que se usan para determinar las anteriores y que pueden relacionarse con la evaluación de condiciones especiales como es el caso de la ocurrencia de fenómenos de expansión, colapso y licuación.

Tabla 25. Propiedades geotécnicas tenida en cuenta.

Parámetro	Símbolo	Unidad de medida	Observación
Profundidad	Z	m	Determinado de exploración directa e indirecta, así como de interpretación geológica y de ensayos de campo.
Nivel freático	NF	m	Determinado de exploración directa e indirecta.
Espesor	Hi	m	Determinado en la exploración de campo
Peso unitario	γ	kN/m3	Determinado mediante ensayos de laboratorio, contrastado con literatura e información existente.
Peso unitario del agua	γw	kN/m3	Se asume un valor de 9,81.
Humedad natural	w	%	Determinado mediante ensayos de laboratorio.
Límite líquido	LL	(%)	Determinado mediante ensayos de laboratorio.

Parámetro	Símbolo	Unidad de medida	Observación
Límite plástico	LP	(%)	Determinado mediante ensayos de laboratorio.
Índice de plasticidad	IP	(%)	Determinado mediante ensayos de laboratorio.
Gravedad específica	Gs		Determinada mediante ensayos de laboratorio.
Número de golpes del ensayo de campo	N		Tomado de SPT ejecutados en la exploración.
Velocidad de onda de corte	Vs	m/s	Determinado mediante la exploración indirecta mediante el método MASW.
Velocidad de onda de compresión	Vp	m/s	Determinado mediante la exploración indirecta mediante el método refracción sísmica.
Cohesión en condición drenada	c'	kPa	Determinada mediante ensayos de corte directo u otro, o mediante correlaciones con parámetros obtenidos mediante ensayos de campo.
Ángulo de fricción interna en condición drenada	φ'	°	Determinada mediante ensayos de corte directo u otro, o mediante correlaciones con parámetros obtenidos mediante ensayos de campo.
Cohesión en condición no drenada	Su	kPa	Determinada mediante ensayos de compresión inconfinada, o mediante correlaciones con parámetros obtenidos mediante ensayos de campo.
Módulo de elasticidad	E	kPa o MPa	Determinado mediante correlaciones con ensayos de exploración directa e indirecta.
Relación de Poisson	v		Determinado mediante correlaciones con ensayos de exploración directa e indirecta.

Para determinar los parámetros de resistencia se realizó estadística de los datos obtenidos para todos los resultados de los ensayos de campo y de laboratorio de los diferentes sondeos y línea sísmica. Adicionalmente, se verificó con la metodología que considera los valores de resistencia del suelo en los diferentes estratos para máximos y mínimos de cohesión y ángulo de fricción usando la regla de las 3 sigmas.

Este criterio propuesto por Dai y Wang (1992) proporciona una herramienta para estimar la variabilidad de los parámetros de diseño mediante el criterio de las tres desviaciones estándar 3σ este criterio considera que el 99.73 % de todos los valores de un parámetro que tiene distribución normal cae en un rango de tres desviaciones estándar promedio o media, por lo tanto si HCV= Valor más alto concebible del parámetro y LCV= Valor más bajo concebible del parámetro siendo estos valores aproximadamente tres desviaciones por encima o por debajo del valor promedio. La regla de las 3σ se usa para determinar los valores de la desviación estándar, pero primero se debe calcular el valor de HCV y LCV Según la siguiente ecuación:

$$\sigma = \frac{HCV - LCV}{6}$$

En esta regla se usa una distribución normal simple como base para estimar que el rango de las tres desviaciones estándar cubre virtualmente la población de datos entera, sin embargo, es lo mismo para otras distribuciones (Harr 1987), se deduce que la regla no está restringida a una sola distribución de la variable.

Basados en análisis estadísticos, Christian and Baecher (2001), modifican la regla 3σ, y recomiendan que para una mejor estimación de la desviación estándar la diferencia entre HCV y LCV debería dividirse en 4 y no en 6, de esta manera se tiene la ecuación.

$$\sigma = \frac{HCV - LCV}{4}$$

Para determinar los parámetros geotécnicos se revisan los valores obtenidos por los análisis estadísticos, así como los resultados de realizar el método basado en la regla 3σ, de tal forma que los valores de diseño de acuerdo con el criterio de esta consultoría se eligen los menores entre las dos metodologías.

De acuerdo con lo mencionado anteriormente se obtienen los siguientes parámetros para cada uno de los estratos identificados a partir de las correlaciones realizadas a los resultados obtenidos en la exploración de campo.

Tabla 26. Parámetros a partir de las correlaciones.

Material	Peso Unitario (Ton/m3)	Angulo de Fricción (°)	Cohesión Drenada (kPa)	Módulo de Elasticidad (kPa)
Coluvión	1.80	22.0	3.0	21274.0
Residual	1.80	32.0	23.0	29050.0
Roca	2.20	29.0	56.0	396404

Para determinar los parámetros de diseño también se tienen en cuenta los resultados de los ensayos de corte directo y ensayos de compresión simple realizados. Para el presente estudio se realizaron siete (7) ensayos de corte directo y siete (7) ensayos de compresión simple en el depósito coluvial y tres (3) ensayos de compresión simple en el suelo residual.

Tabla 27. Ensayos de laboratorio.

Sondeo o Apique	Tipo de suelo	Angulo de Fricción (°)	Cohesión Drenada (kPa)	Cohesión No Drenada (kPa)	Módulo de Elasticidad (kPa)
Apique 1	Coluvión	24.00	14.34		
Apique 2	Coluvión	23.20	16.62		
Apique 3	Coluvión	25.40	17.71		
Apique 4	Coluvión	26.00	13.77		
Apique 5	Coluvión	26.30	14.90		
Apique 6	Coluvión	22.60	12.53		
Apique 7	Coluvión	29.80	16.99		
Sondeo 1	Coluvión			68.75	4837.13
Sondeo 1	Coluvión			28.15	1045.87
Sondeo 2	Residual			28.40	5981.05
Sondeo 3	Coluvión			55.87	5515.31
Sondeo 3	Residual			58.05	3641.86
Sondeo 5	Coluvión			75.29	3309.19
Sondeo 5	Coluvión			72.61	7966.56
Sondeo 6	Coluvión			45.87	1348.19
Sondeo 7	Coluvión			87.77	6005.56
Sondeo 8	Residual			32.02	1540.79

De los anteriores resultados de laboratorio se obtiene un dato promedio por estrato. Después de obtener el resultado por correlación y el resultado por ensayos de laboratorio se promedian esos datos y se tienen los parámetros de diseño que se muestran a continuación:

$$Parámetros\ de\ diseño = \frac{Parámetros\ por\ correlación + Parámetros\ por\ laboratorio}{2}$$

Tabla 28. Parámetros geotécnicos de diseño.

Material	Peso Unitario (Ton/m3)	Angulo de Fricción (°)	Cohesión Drenada (kPa)	Módulo de Elasticidad (kPa)
Coluvión	1.80	23.0	9.0	6413
Residual	1.80	32.0	23.0	10054
Roca	2.20	29.0	56.0	396404

De acuerdo con lo mencionado anteriormente se escogen los siguientes parámetros para cada uno de los estratos identificados en la exploración de campo, los valores

y análisis utilizados, se pueden encontrar en el Anexo 3. Caracterización Geotécnica Club Náutico Topocoro.

6.3 PROPIEDADES DEL RELLENO SELECCIONADO

Teniendo en cuenta que para la construcción se requiere de la implementación de rellenos, se recomienda utilizar los materiales de la especificación INVIAS 220 – 22.

En la especificación se establece que los terraplenes se constituyen en cuatro partes:

- Corona (capa subrasante): parte superior del terraplén en la cual se apoya la estructura de pavimento. Debe tener un espesor de cincuenta centímetros (50 cm), salvo cuando los documentos del proyecto indiquen un espesor diferente.
- Cimiento: parte inferior del terraplén en contacto con la superficie de apoyo. Debe tener un espesor mínimo de un metro (1 m) salvo cuando los documentos del proyecto indiquen un espesor diferente.
- Núcleo: parte del relleno tipo terraplén comprendida entre el cimiento y la corona.
- Espaldón: parte exterior del relleno tipo terraplén que, ocasionalmente constituye o forma parte de los taludes de este. El material del espaldón debe envolver lateralmente el núcleo protegiéndolo de los agentes externos. No forman parte del espaldón los revestimientos sin misión estructural entre los cuales se consideran plantaciones, cubierta de tierra vegetal, protecciones antierosión, etc

En la corona se deben utilizar suelos adecuados o seleccionados siempre que su capacidad de soporte cumpla los requisitos técnicos del proyecto y su índice CBR, correspondiente a las condiciones de compactación de puesta en obra, sea como mínimo de cinco (CBR ≥ 5), según la norma INV E-148.

En el cimiento se deben utilizar suelos tolerables, adecuados o seleccionados siempre que las condiciones de drenaje o estanqueidad lo permitan, que las características del terreno de apoyo sean adecuadas para su puesta en obra y siempre que el índice CBR, correspondiente a las condiciones de compactación de puesta en obra, sea igual o superior a tres (CBR ≥ 3), según la norma INV E-148.

En el núcleo se deben utilizar suelos tolerables, adecuados o seleccionados, siempre que su índice CBR, correspondiente a las condiciones de compactación de puesta en obra, sea igual o superior a tres (CBR ≥ 3), según la norma INV E-148.

En los espaldones se deben utilizar materiales que satisfagan las condiciones que defina el proyecto, en cuanto a impermeabilidad, resistencia, peso estabilizador y protección frente a la erosión. No se deben usar en estas zonas suelos marginales expansivos o colapsables, según lo definido en el numeral 220.2.4 de este artículo.

Cuando en el núcleo exista material expansivo o colapsable o con contenido de sulfatos solubles, según la norma INV E-158, mayor del dos por ciento (2 %), los espaldones deben evitar la infiltración de agua hacia el núcleo bien por la naturaleza y la compactación del material o mediante la adopción de medidas complementarias.

De acuerdo con lo anterior el material recomendado para el relleno son los suelos adecuados con un CBR mínimo entre 3% y 5% y un porcentaje de contenido de finos no mayor a 35%.

A partir de lo anterior y teniendo en cuenta la relación entre el índice CBR y el valor N del ensayo SPT propuesta por el doctor Hernández del pozo de la Universidad de Granada, España, se presenta a continuación el valor de N SPT dependiendo del índice de CBR mínimo para el material seleccionado.

$$Ind.C.B.R. = 0.0739\ N_{(S.P.T.)} + 2.386$$

CBR= 3 entonces N=9
CBR= 5 entonces N=35

El valor de ángulo de fricción para el suelo recomendado se obtiene a partir de la siguiente correlación con el valor N del ensayo SPT.

$$\text{Peck}\ \emptyset_{Equ} = 28{,}5 + 0{,}25 * N1_{60}$$

Con base en la anterior correlación se presenta el valor de ángulo de fricción para el relleno recomendado varía entre 31 ° y 37°.

Adicionalmente a partir del valor N SPT calculado se estima el módulo de elasticidad recomendado por la AASHTO en 1996.

Tabla 29. Módulo elástico equivalente Es de varios suelos basados en el valor N(SPT).

Tipo de suelo	Módulo elástico equivalente E_s (kPa)
Limos, arenas limosas, mezclas ligeramente cohesivas	400 $(N_1)_{60}$
Arena limpia fina a mediana y mezcla de limo y arena	700 $(N_1)_{60}$
Arena cuarzosa y arena con gravas pequeñas	1,000 $(N_1)_{60}$
Arena gravosa	1,200 $(N_1)_{60}$

Fuente: (AASHTO, 1996).

Para el relleno se propone la correlación 700 (N1)60 por lo que el módulo de elasticidad varía entre 6300 Kpa a 24500 Kpa.

A continuación, se presenta el resumen de las propiedades del relleno proyectado, de acuerdo con la especificación INVIAS 220-22.

Tabla 30. Propiedades los suelos para rellenos de los terraplenes.

Peso unitario (KN/m^3)	Angulo de fricción (°)	Cohesión (KPa)	Módulo de Elasticidad (KPa)
18.0 – 20.0	30° - 37°	5.0	6300 - 24500

Fuente: Propia

6.4 PARÁMETROS GEOTÉCNICOS DE LOS MATERIALES IDENTIFICADOS

A partir de la exploración de campo, ensayos de laboratorio y las metodologías descritas en los capítulos anteriores se definieron los parámetros geotécnicos de cada uno de los tipos de materiales identificados.

Tabla 31. Parámetros geotécnicos de diseño.

Material	Peso Unitario (Ton/m3)	Angulo de Fricción (°)	Cohesión Drenada (kPa)	Módulo de Elasticidad (MPa)
Coluvión	18.0	23.0	9.0	6.41
Residual	18.0	32.0	23.0	10.05
Roca	22.0	29.0	56.0	396.40
Relleno Seleccionado	20.0	32.0	5.0	15.40

Fuente: Propia.

7 PARÁMETROS SÍSMICOS

Con base en el Título A, del Código de Construcción Sismo Resistente (NSR-10), se puede establecer que el municipio de Betulia se encuentra en una zona de amenaza sísmica Intermedia. A continuación, se presentan los parámetros básicos necesarios para el diseño sísmico de las estructuras:

- Coeficiente de aceleración horizontal pico efectiva: Aa = 0.20
- Coeficiente de velocidad horizontal pico efectiva vertical: Av = 0.20

7.1 DEFINICIÓN DEL TIPO DE PERFIL DEL SUELO

Según el artículo A.2.4.4 — DEFINICIÓN DEL TIPO DE PERFIL DE SUELO es C, debido a que en los sondeos realizados se encontró que el estrato tiene un valor promedio velocidad de onda cortante Vs, esta entre 360 m/s y 760 m/s.

Tabla 32. Clasificación de los perfiles de suelo.

Tipo de perfil	Descripción	Definición
A	Perfil de roca competente	$\bar{v}_s \geq 1500$ m/s
B	Perfil de roca de rigidez media	1500 m/s > $\bar{v}_s \geq 760$ m/s
C	Perfiles de suelos muy densos o roca blanda, que cumplan con el criterio de velocidad de la onda de cortante, o	760 m/s> $\bar{v}_s \geq 360$ m/s
	perfiles de suelos muy densos o roca blanda, que cumplan con cualquiera de los dos criterios	$\bar{N} \geq 50$, o $\bar{s}_u \geq 100$ kPa (≈1 kgf/cm²)
D	Perfiles de suelos rígidos que cumplan con el criterio de velocidad de la onda de cortante, o	360 m/s > $\bar{v}_s \geq 180$ m/s
	perfiles de suelos rígidos que cumplan cualquiera de las dos condiciones	50 > $\bar{N} \geq 15$, o 100 kPa (≈1 kgf/cm²) > $\bar{s}_u \geq 50$ kPa (≈0.5 kgf/cm²)
E	Perfil que cumpla el criterio de velocidad de la onda de cortante, o	180 m/s > $\bar{v}_s$
	perfil que contiene un espesor total H mayor de 3 m de arcillas blandas	IP > 20 w ≥ 40% 50 kPa (≈0.50 kgf/cm²) > $\bar{s}_u$
F	Los perfiles de suelo tipo F requieren una evaluación realizada explícitamente en el sitio por un ingeniero geotecnista de acuerdo con el procedimiento de A.2.10. Se contemplan las siguientes subclases: F_1 — Suelos susceptibles a la falla o colapso causado por la excitación sísmica, tales como: suelos licuables, arcillas sensitivas, suelos dispersivos o débilmente cementados, etc. F_2 — Turba y arcillas orgánicas y muy orgánicas (H > 3 m para turba o arcillas orgánicas y muy orgánicas). F_3 — Arcillas de muy alta plasticidad (H > 7.5 m con Índice de Plasticidad IP > 75) F_4 — Perfiles de gran espesor de arcillas de rigidez mediana a blanda (H > 36 m)	

Fuente: Reglamento Colombiano de Construcción Sismorresistente NSR-10.

7.2 EFECTOS LOCALES

Teniendo en cuenta el coeficiente de aceleración horizontal pico efectiva Aa y del tipo de perfil de suelo, se definen los coeficientes de aceleración para periodos

cortos e intermedios, de acuerdo con las tablas A.2.4-3 y A.2.4-4 (Valores del coeficiente Fa, para la zona de periodos cortos del espectro y valores del coeficiente Fv, para la zona de periodos intermedios del espectro) de la NSR-10.

Tabla 33. Valores del coeficiente Fa, para la zona de periodos cortos del espectro.

Tipo de Perfil	Intensidad de los movimientos sísmicos				
	$A_a \leq 0.1$	$A_a = 0.2$	$A_a = 0.3$	$A_a = 0.4$	$A_a \geq 0.5$
A	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
B	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
C	1.2	1.2	1.1	1.0	1.0
D	1.6	1.4	1.2	1.1	1.0
E	2.5	1.7	1.2	0.9	0.9
F	véase nota	véase nota	véase nota	Véase nota	véase nota

Nota: Para el perfil tipo F debe realizarse una investigación geotécnica particular para el lugar específico y debe llevarse a cabo un análisis de amplificación de onda de acuerdo con A.2.10.

Fuente: Reglamento Colombiano de Construcción Sismorresistente NSR-10.

Tabla 34. Valores del coeficiente Fv, para la zona de períodos intermedios del espectro.

Tipo de Perfil	Intensidad de los movimientos sísmicos				
	$A_v \leq 0.1$	$A_v = 0.2$	$A_v = 0.3$	$A_v = 0.4$	$A_v \geq 0.5$
A	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
B	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
C	1.7	1.6	1.5	1.4	1.3
D	2.4	2.0	1.8	1.6	1.5
E	3.5	3.2	2.8	2.4	2.4
F	véase nota	véase nota	véase nota	Véase nota	véase nota

Nota: Para el perfil tipo F debe realizarse una investigación geotécnica particular para el lugar específico y debe llevarse a cabo un análisis de amplificación de onda de acuerdo con A.2.10.

Fuente: Reglamento Colombiano de Construcción Sismorresistente NSR-10.

Teniendo en cuenta las anteriores tablas, el tipo de perfil del suelo y el coeficiente de aceleración horizontal pico efectiva se presenta a continuación los valores de del coeficiente Fa, para la zona de periodos cortos del espectro y valores del coeficiente Fv, para la zona de periodos intermedios del espectro:

- Coeficiente de aceleración – periodos cortos: Fa = 1.2
- Coeficiente de aceleración – periodos intermedios: Fv = 1.6

7.3 PARAMETROS PARA ANÁLISIS SEUDO ESTATICO DE TALUDES

Para la realización de análisis seudo estático de taludes se evaluará la aceleración horizontal de acuerdo con criterio de la norma NSR 2010.

> **H.5.2.5 — SISMO DE DISEÑO** — Para efectos del análisis y diseño de taludes, se debe emplear la aceleración máxima del terreno, a_{max} obtenida bien sea de un espectro (aceleración del espectro de diseño para periodo cero) o por medio de análisis de amplificación de onda unidimensionales o bidimensionales, correspondiente a los movimientos sísmicos definidos en el Capítulo A.2, particularmente en los numerales A.2.1, A.2.2, A.2.3, A.2.4 Y A.2.5. En caso de que el sitio objeto de análisis haga parte de un estudio de microzonificación sísmica aprobado, se utilizará la aceleración máxima superficial del terreno establecida en el espectro de diseño respectivo en lugar de lo estipulado en la sección A.2. El coeficiente sísmico de diseño para análisis seudoestático de taludes KST tiene valor inferior o igual al de a_{max} y se admiten los siguientes valores mínimos de K_{ST}/a_{max}, dependiendo del tipo de material térreo (reforzado o no) y del tipo de análisis.

La aceleración máxima del terreno amax, está dada por la aceleración del espectro de diseño para periodo cero así,

$$a_{max} = A_a * F_a * I$$

Aa= coeficiente que representa la aceleración horizontal pico efectiva, para diseño.
Fa=coeficiente de amplificación que afecta la aceleración en la zona de períodos cortos, debida a los efectos de sitio, adimensional.
I= Coeficiente de importancia.

Para el municipio de Betulia, el valor de Aa corresponde a 0.20. De acuerdo con el tipo de perfil de suelo, basados en la clasificación de los perfiles de suelo NSR – 10, el tipo de perfil corresponde al C y se asumió un coeficiente de importancia de 1.10 (Grupo II, Estructuras de ocupación especial).

$$a_{max} = 0{,}20 * 1{,}20 * 1{,}10;\ a_{max} = 0{,}264$$

Para el análisis de estabilidad de taludes se toma como valor de carga sísmica obtenido con el criterio de la NSR – 10 que corresponde a 0.21g.

8 DISEÑO GEOTÉCNICO DE MUROS DE CONTENCIÓN ANCLADOS

De acuerdo con la implantación se requieren de tres muros de contención con anclajes pretensionados, debido a que para construirlos se requiere ir cortando y estabilizando.

8.1 PRESIÓN DE TIERRAS PARA DISEÑO DE ANCLAJES PRETENSIONADOS

Los diagramas de presiones de tierra se determinaron según las recomendaciones de NSR-10, para muros atirantados o apuntalados (H.6.4.6), en donde menciona que para estos casos en particular la presión de tierras aparente adopta una distribución de tipo trapezoidal. Se ha propuesto entonces el uso de diagramas aparentes de presión de tierras que equivalen a una envolvente de las diferentes presiones observadas en los muros o a las cargas individuales de los elementos de soporte. Para hacer un prediseño de estas estructuras se pueden evaluar las presiones con las siguientes expresiones:

(a) Suelos Granulares

$$p_h = 0.65 K_A \gamma_t H \qquad \text{(H.6.4-6)}$$

(b) Suelos Cohesivos

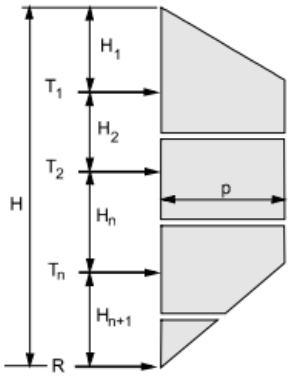
$$p_h = 0.2\ \gamma_t\ H \quad \text{para } s_u \geq 100 \text{ kPa (10.0 tonf/m}^2\text{)} \qquad \text{(H.6.4-7)}$$

$$p_h = 0.3\ \gamma_t\ H \quad \text{para 25 kPa (2.5 tonf/m}^2\text{)} < s_u < 100 \text{ kPa (10.0 tonf/m}^2\text{)} \qquad \text{(H.6.4-8)}$$

$$p_h = 0.4\ \gamma_t\ H \quad \text{para } s_u \leq 25 \text{ kPa (2.5 tonf/m}^2\text{)} \qquad \text{(H.6.4-9)}$$

Los valores de sobrecarga contemplados en las tablas de tensionamiento requerido para pantalla anclada corresponden a la sobrecarga mínima establecida en el titulo H.5.1.2 – Estados Limite de Falla de la NSR – 10, donde se indica: “La sobrecarga uniforme mínima a considerar en la vía pública y zonas libres próximas a excavaciones temporales será de 15 kPa (1.5 t/m²).”

A continuación, se presentan los diagramas de presiones de tierra para la condición de construcción para los tres tipos de excavaciones y el chequeo de las fuerzas requeridas en los anclajes para garantizar la estabilidad mediante el análisis de acuerdo con el área aferente por cada fila de anclaje.



Tributary area method

T_1 = Load over length $H_1 + H_2$ /2

T_2 = Load over length $H_2/2 + H_n$ /2

T_n = Load over length $H_n/2 + H_{n+1}/2$

R = Load over length H_{n+1} /2

Figura 9. Presiones sobre pantalla anclada de muro vía principal.

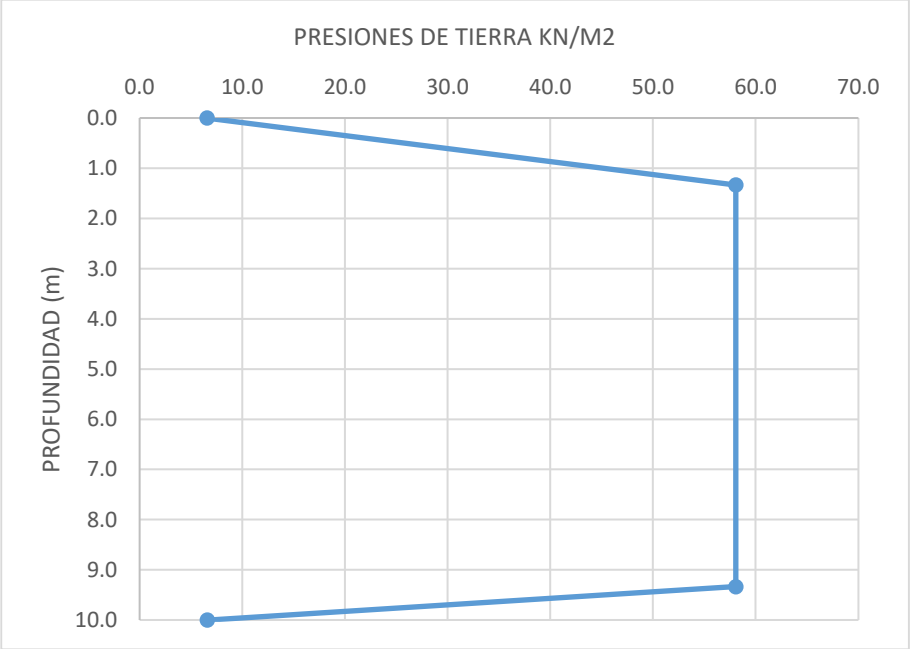


Tabla 35. Tensionamiento requerido para pantalla anclada de muro vía principal.

H (m)	Nivel (m)	Fuerzas Horizontal Actuante			Fuerza Inclinada	Anclaje Solicitado	Fila de Anclaje
		Tierra	Sobre carga	Fh(KN)/m	F(KN)/m	F (Ton)	NIVEL
2	2	133.0	21.5	154.44	160.00	32.00	1
2.5	4.5	128.7	16.5	145.20	150.00	30.00	2
2.5	7	115.8	14.9	130.68	135.00	27.00	3
2	9	85.8	13.2	99.00	102.00	20.00	4

Angulo Anclajes	**15.00**	°
Separacion horizontal	**2.00**	m

Figura 10. Presiones sobre pantalla anclada de muro plataforma marina.

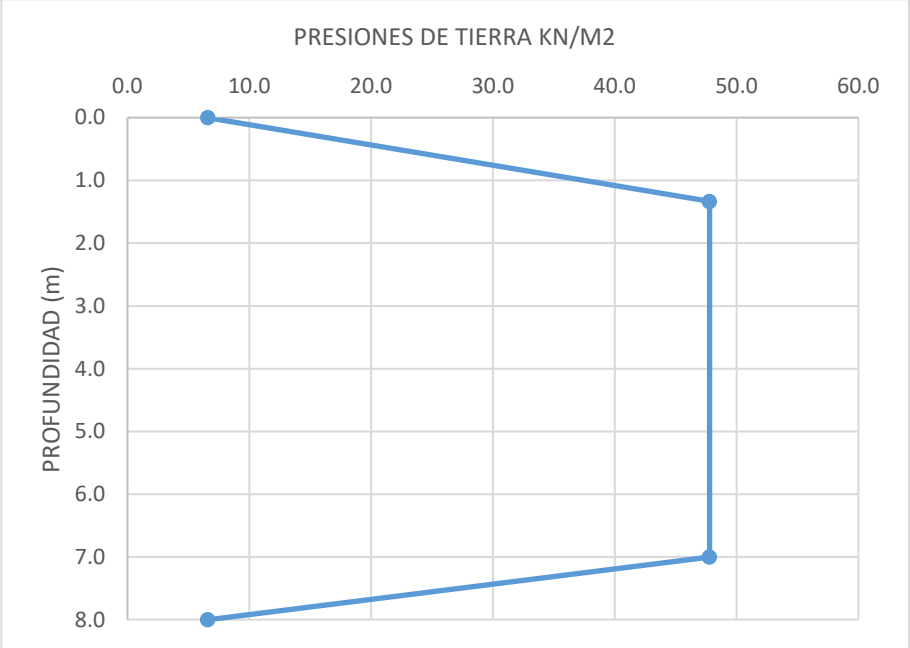


Tabla 36. Tensionamiento requerido para pantalla anclada de muro plataforma marina.

H (m)	Nivel (m)	Fuerzas Horizontal Actuante			Fuerza Inclinada	Anclaje Solicitado	Fila de Anclaje
		Tierra	Sobre carga	Fh(KN)/m	F(KN)/m	F (Ton)	NIVEL
2	2	106.4	21.5	127.84	132.00	33.00	1
2.5	4.5	92.7	14.9	107.51	111.00	28.00	2
2	6.5	82.4	16.5	98.87	102.00	26.00	3

Angulo Anclajes	**15.00**	°
Separacion horizontal	**2.50**	m

Figura 11. Presiones sobre pantalla anclada de muro PTAR.

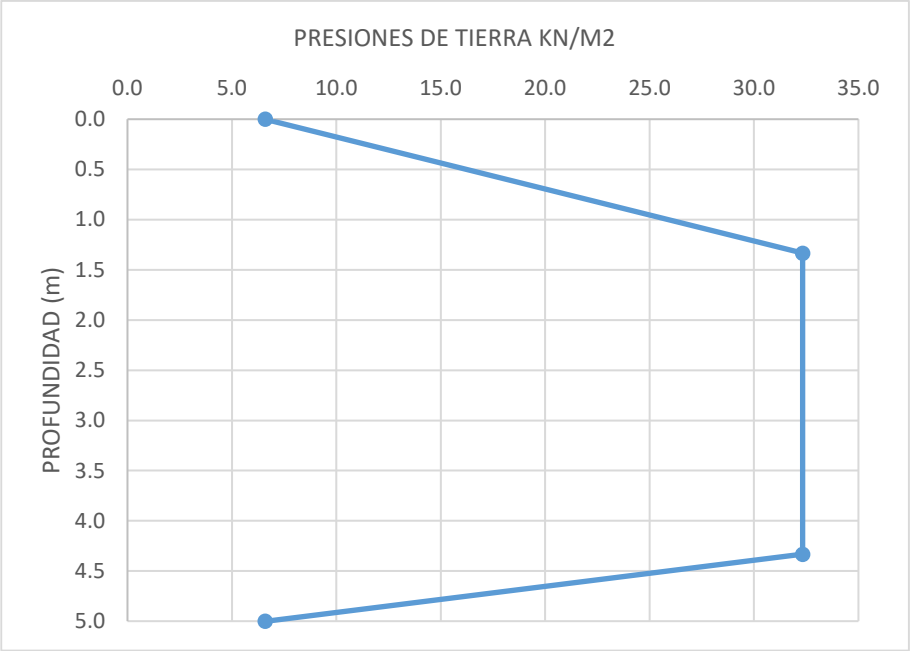


Tabla 37. Tensionamiento requerido para pantalla anclada de muro PTAR.

H (m)	Nivel (m)	Fuerzas Horizontal Actuante			Fuerza Inclinada	Anclaje Solicitado	Fila de Anclaje
		Tierra	Sobre carga	Fh(KN)/m	F(KN)/m	F (Ton)	NIVEL
2	2	60.1	19.8	79.86	83.00	25.00	1
2	4	42.9	13.2	56.10	58.00	17.00	2

Angulo Anclajes	**15.00**	°
Separacion horizontal	**3.00**	m

Para los tres muros predimensionados se requiere de anclajes de 30 toneladas en promedio con diferentes separaciones verticales y horizontales.

8.2 DISEÑO DE LOS ANCLAJES PRETENSIONADOS

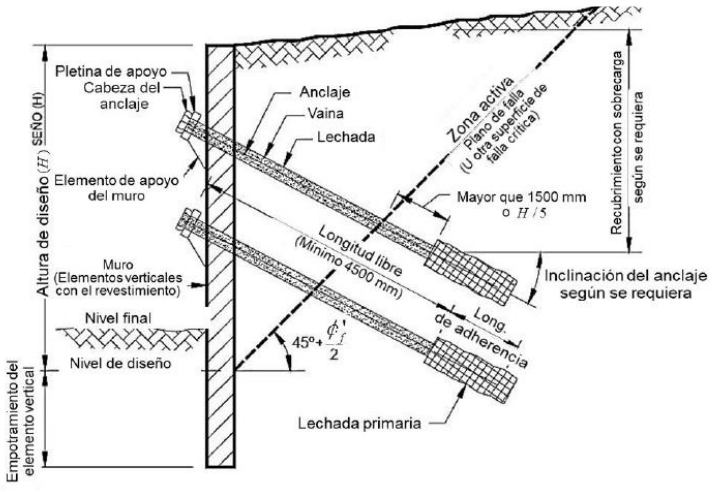
Para el diseño de los anclajes pretensionados se tendrán en cuenta la Norma Colombiana de Diseño de Puentes –LRFD-CCP14 y a la Guía para el diseño y la ejecución de anclajes al terreno en obras de carretera de España.

8.2.1 Longitud libre

La longitud libre mínima requerida entre la zona de adherencia y la zona activa detrás del muro se determina a partir de la siguiente figura en donde se muestra que la distancia entre la línea de falla y el bulbo debe ser la mayor o igual 1500mm

o H/5, la cual asegura que ninguna carga de la zona adherente se transfiera hacia la zona libre de carga por trasferencia a través de la columna de mortero en la zona libre de carga.

Figura 12. Nomenclatura de los muros anclados y lineamientos para longitud empotrada de los anclajes. CCP14.



8.2.2 Mayoración de las cargas actuantes

De acuerdo con la Guía para el diseño y la ejecución de anclajes al terreno en obras de carretera de España, las fuerzas por anclajes necesarias para estabilizar se deben mayorar para el dimensionamiento de los elementos teniendo en cuenta si son de tipo permanente o provisional.

TIPO DE ANCLAJE	F_1
Permanente	1,50
Provisional	1,20

8.2.3 Comprobación de la tensión admisible del acero del tirante (rotura del tirante a tracción).

De acuerdo con la Guía para el diseño y la ejecución de anclajes al terreno en obras de carretera de España, las fuerzas por anclajes necesarias para estabilizar se deben mayorar para el dimensionamiento de los elementos teniendo en cuenta si son de tipo permanente o provisional.

Para la comprobación de la tensión admisible del acero del torón se minorará la tensión admisible en el torón de forma que se cumplan simultáneamente las siguientes condiciones:

$$P_{Nd} / A_T \leq f_{pk} / 1{,}30$$
$$P_{Nd} / A_T \leq f_{yk} / 1{,}15$$

Siendo:
PNd = carga nominal mayorada de cada anclaje.
AT = sección del tirante.
fpk = límite de rotura del acero del torón.
fyk = límite elástico del acero del torón.

8.2.4 Comprobación del deslizamiento del tirante dentro del bulbo.

Para la comprobación de la seguridad frente al deslizamiento del tirante en la lechada, dentro del bulbo se minorará la adherencia límite entre el tirante y la lechada que lo rodea en el bulbo, por el coeficiente 1,2.

Se deberá verificar:

$$P_{Nd} / (L_b \cdot p_T) \leq \tau_{lim} / 1{,}2$$

Con:
τlim = 6,9 (fck/22,5)2/3
Siendo:
PNd = carga nominal mayorada de cada anclaje.
pT = perímetro nominal del tirante = 2√π·AT
AT = sección del tirante. Lb = longitud de cálculo del bulbo.
τlim = adherencia límite entre el tirante y la lechada expresada en MPa.
fck = resistencia característica (rotura a compresión a 28 días) de la lechada expresada en MPa.

De acuerdo con la especificación INVIAS 631-22 LECHADA PARA DUCTOS DE CONCRETO PREESFORZADO La resistencia a compresión de la pasta no será inferior a treinta megapascales (30 MPa) o trescientos kilogramos por centímetro cuadrado (300 kg/cm2), a los veintiocho (28) días.

8.2.5 Comprobación de la seguridad frente al arrancamiento del bulbo (deslizamiento bulbo-terreno).

Para la comprobación de la seguridad frente al arrancamiento del bulbo se minorará la adherencia límite del terreno que rodea al bulbo del anclaje para obtener la adherencia admisible aadm. Se comprobará:

$$Q_R = \phi Q_n = \phi \pi d \tau_a L_b \qquad (11.9.4.2\text{-}1)$$

donde:

ϕ = factor de resistencia para el arrancamiento de los anclajes (adim)
Q_n = resistencia nominal de los anclajes al arrancamiento (N)
d = diámetro del orificio para el anclaje (mm)
τ_n = esfuerzo nominal de adherencia del anclaje (MPa)
L_b = longitud de adherencia del anclaje (mm)

Los valores de la adherencia admisible aadm del bulbo se pueden deducir tanto de los ensayos de investigación como fundamentalmente de los ensayos de adecuación.

Tabla 38. Esfuerzos de adherencia unitario ultimo asumido para anclajes en suelos no cohesivos. Tabla 11.9.4.2-2 del CCP14.

Tipo de anclaje/suelo (presión de inyección de mortero)	Compacidad del suelo o resistencia ensayo SPT(1)	τ_n (MPa)
Anclajes inyectados a gravedad (< 0,35 MPa)		
Arena o mezclas de arena y grava	Medianamente densas a densas: 11-50	0,07 a 0,14
Anclajes inyectados a presión (0,35 MPa-2,8 MPa)		
Arena fina a media	Medianamente densa a densa: 11-50	0,08 a 0,38
Arena media a gruesa con grava	Medianamente densa: 11-30	0,11 a 0,67
	Densa a muy densa: 30-50+	0,25 a 0,95
Arenas limosas	-	0,17 a 0,40
Grava arenosa	Medianamente densa a densa: 11-40	0,21 a 1.4
	Densa a muy densa: 40-50+	0,28 a 1,4
Till glacial	Denso: 31-50	0,30 a 0,52

Tabla 39. Factores de resistencia para muros de contención permanentes. Tabla 11.5.7-1 del CCP14.

TIPO DE MURO Y CONDICIÓN		FACTOR DE RESISTENCIA
Muros en voladizo y muros anclados		
Resistencia axial a compresión de los elementos verticales		Aplica el Artículo 10.5
Resistencia de los elementos verticales a la compresión axial		0.75
Resistencia al arrancamiento de los anclajes (1)	• Suelos no cohesivos (granulares) • Suelos cohesivos • Roca	0.65 (1) 0.70 (1) 0.50 (1)
Resistencia al arrancamiento de los anclajes (2)	• Cuando se realizan pruebas de verificación	1.0 (2)
Resistencia a la tensión de los tendones de anclaje	• Acero dulce (por ejemplo barras ASTM A615)	0.90 (3)
	• Acero de alta resistencia (por ejemplo barras ASTM A722)	0.80 (3)
Capacidad a flexión de los elementos verticales		0.90

El dimensionamiento se puede observar en el ver Anexo. Memoria de Diseño Anclajes.

Se recomienda anclajes compuestos por tres (3) torones de 0,5 Pulgadas de diámetro tensados a una carga de 30 toneladas/anclaje y ángulo de inclinación de 15º.

8.3 ANÁLISIS DE ESTABILIDAD

Para el análisis estabilidad se utilizó el software para computador Slide V. 6.0 el cual utiliza la teoría de equilibrio límite para obtener los factores de seguridad al deslizamiento de los taludes.

Para evaluar las condiciones de estabilidad, se tuvieron en cuenta los siguientes escenarios:

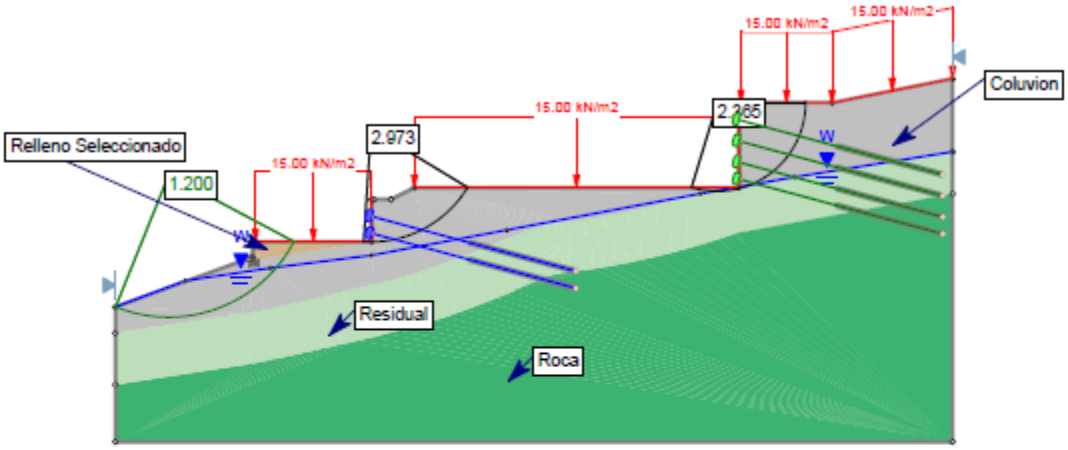
- Análisis de estabilidad, condición estática.
- Análisis de estabilidad, condición dinámica.

Así mismo es pertinente tener en cuenta los factores mínimos admisibles en condición estática y seudo-estática para un talud permanente:

Tabla H.6.9-1
Factores de seguridad indirectos mínimos

Condición	Construcción	Estático	Sismo	Seudo estático
Deslizamiento	1.60	1.60	Diseño	1.05
Volcamiento: el que resulte más crítico de				
Momento Resistente/ Momento Actuante	≥ 3.00	≥ 3.00	Diseño	≥ 2.00
Excentricidad en el sentido del momento (e/B)	≤ 1/6	≤ 1/6	Diseño	≤ 1/4
Capacidad portante	Iguales a los de la Tabla H.4.1			
Estabilidad Intrínseca materiales térreos (reforzados o no)	Iguales a los de la Tabla H.2.1			
Estabilidad Intrínseca materiales manufacturados	Según material (Concreto-Titulo C; Madera-Título G; etc.)			
Estabilidad general del sistema:				
Permanente o de Larga duración (> 6 meses)	1.20	1.50	Diseño	1.05
Temporal o de Corta duracion (< 6 meses)	1.20	1.30	50% de Diseño	1.00
Laderas adyacentes (Zona de influencia > 2.5H)	1.20	1.50	Diseño	1.05

Figura 13. Análisis estático perfil 1 Muro PTAR y Muro Vía Principal.

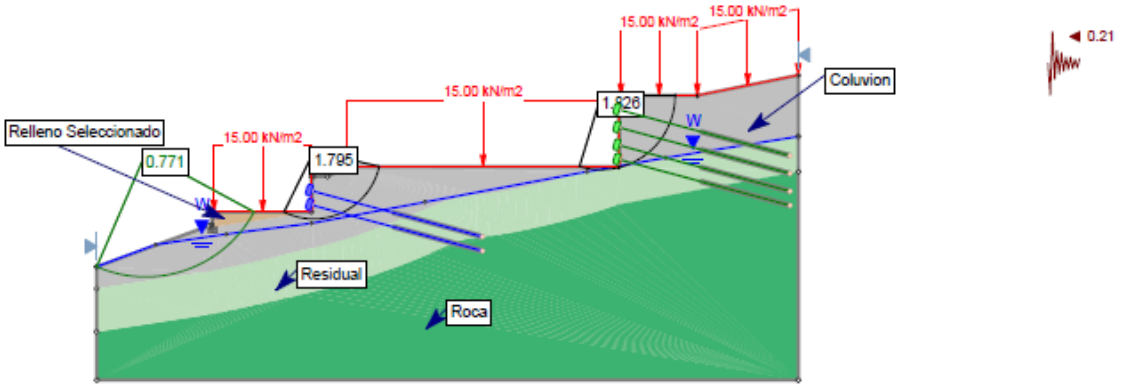


Material Name	Color	Unit Weight (kN/m3)	Strength Type	Cohesion (kPa)	Phi (deg)	Water Surface	Hu Type
Coluvion		18	Mohr-Coulomb	9	23	Water Surface	Constant
Residual		18	Mohr-Coulomb	23	32	Water Surface	Constant
Roca		22	Mohr-Coulomb	56	29	Water Surface	Constant
Relleno Seleccionado		20	Mohr-Coulomb	5	32	Water Surface	Constant

Support Name	Color	Type	Force Application	Out-Of-Plane Spacing (m)	Tensile Capacity (kN)	Bond Length (m)
Anclajes de 30 Ton Muro PTAR		Grouted Tieback	Active (Method A)	3	300	13
Anclajes de 30 Ton Muro Via Superior		Grouted Tieback	Active (Method A)	2	300	13

Fuente: Propia.

Figura 14. Análisis dinámico perfil 1 Muro PTAR y Muro Vía Principal.

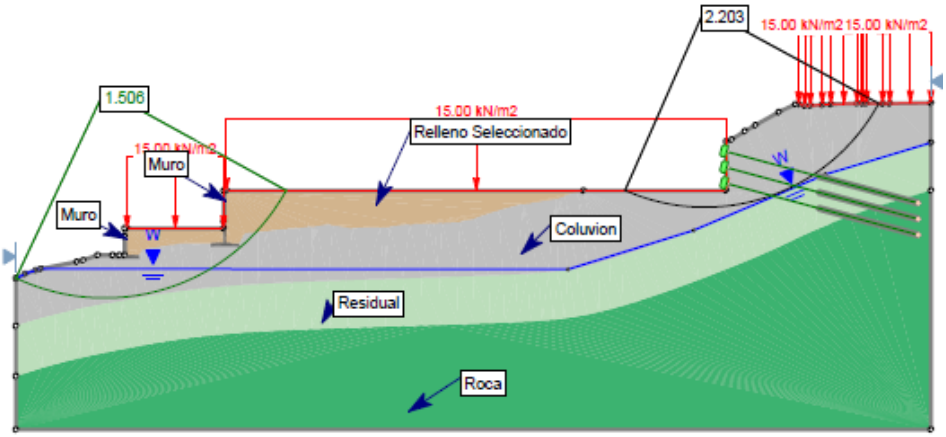


Material Name	Color	Unit Weight (kN/m3)	Strength Type	Cohesion (kPa)	Phi (deg)	Water Surface	Hu Type
Coluvion		18	Mohr-Coulomb	9	23	Water Surface	Constant
Residual		18	Mohr-Coulomb	23	32	Water Surface	Constant
Roca		22	Mohr-Coulomb	56	29	Water Surface	Constant
Relleno Seleccionado		20	Mohr-Coulomb	5	32	Water Surface	Constant

Support Name	Color	Type	Force Application	Out-Of-Plane Spacing (m)	Tensile Capacity (kN)	Bond Length (m)
Anclajes de 30 Ton Muro PTAR		Grouted Tieback	Active (Method A)	3	300	13
Anclajes de 30 Ton Muro Via Superior		Grouted Tieback	Active (Method A)	2	300	13

Fuente: Propia.

Figura 15. Análisis estático perfil 2 Muro vía Interna, Plazoleta y Muro Vía Principal.

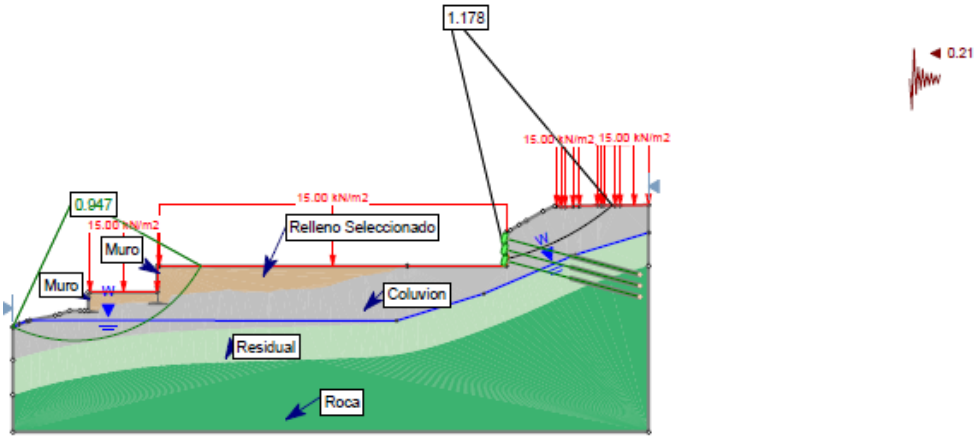


Material Name	Color	Unit Weight (kN/m3)	Strength Type	Cohesion (kPa)	Phi (deg)	Water Surface	Hu Type
Coluvion		18	Mohr-Coulomb	9	23	Water Surface	Constant
Residual		18	Mohr-Coulomb	23	32	Water Surface	Constant
Roca		22	Mohr-Coulomb	56	29	Water Surface	Constant
Relleno Seleccionado		20	Mohr-Coulomb	5	32	Water Surface	Constant

Support Name	Color	Type	Force Application	Out-Of-Plane Spacing (m)	Tensile Capacity (kN)	Bond Length (m)
Anclajes de 30 Ton Muro Via Superior		Grouted Tieback	Active (Method A)	2	300	13

Fuente: Propia.

Figura 16. Análisis dinámico perfil 2 Muro vía Interna, Plazoleta y Muro Vía Principal.

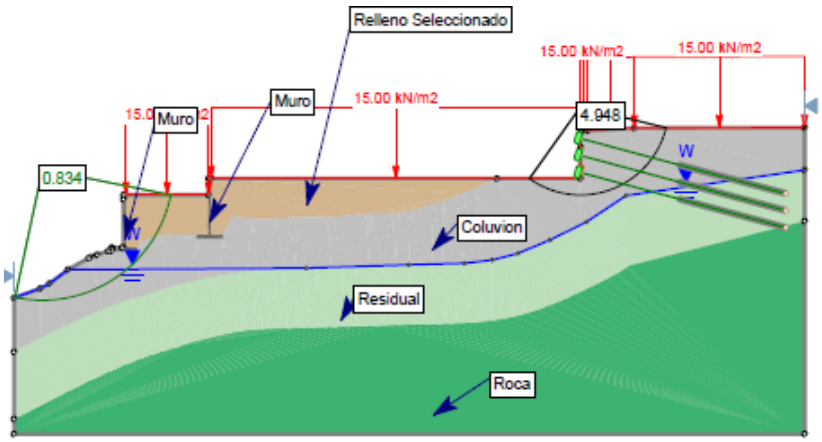


Material Name	Color	Unit Weight (kN/m3)	Strength Type	Cohesion (kPa)	Phi (deg)	Water Surface	Hu Type
Coluvion		18	Mohr-Coulomb	9	23	Water Surface	Constant
Residual		18	Mohr-Coulomb	23	32	Water Surface	Constant
Roca		22	Mohr-Coulomb	56	29	Water Surface	Constant
Relleno Seleccionado		20	Mohr-Coulomb	5	32	Water Surface	Constant

Support Name	Color	Type	Force Application	Out-Of-Plane Spacing (m)	Tensile Capacity (kN)	Bond Length (m)
Anclajes de 30 Ton Muro Via Superior		Grouted Tieback	Active (Method A)	2	300	13

Fuente: Propia.

Figura 17. Análisis estático perfil 3 Muro vía Interna, Plazoleta y Muro Vía Principal.

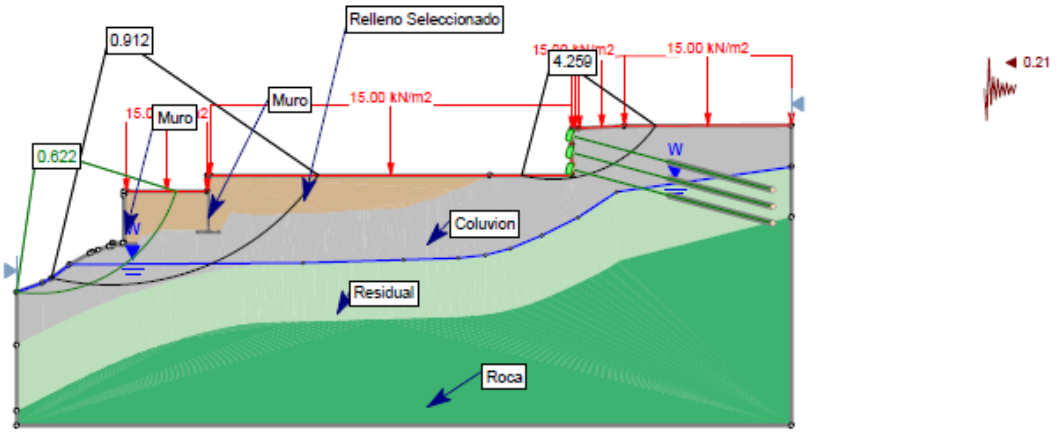


Material Name	Color	Unit Weight (kN/m3)	Strength Type	Cohesion (kPa)	Phi (deg)	Water Surface	Hu Type
Coluvion		18	Mohr-Coulomb	9	23	Water Surface	Constant
Residual		18	Mohr-Coulomb	23	32	Water Surface	Constant
Roca		22	Mohr-Coulomb	56	29	Water Surface	Constant
Relleno Seleccionado		20	Mohr-Coulomb	5	32	Water Surface	Constant

Support Name	Color	Type	Force Application	Out-Of-Plane Spacing (m)	Tensile Capacity (kN)	Bond Length (m)
Anclajes de 30 Ton Muro Via Superior		Grouted Tieback	Active (Method A)	2	300	13

Fuente: Propia.

Figura 18. Análisis dinámico perfil 3 Muro vía Interna, Plazoleta y Muro Vía Principal.

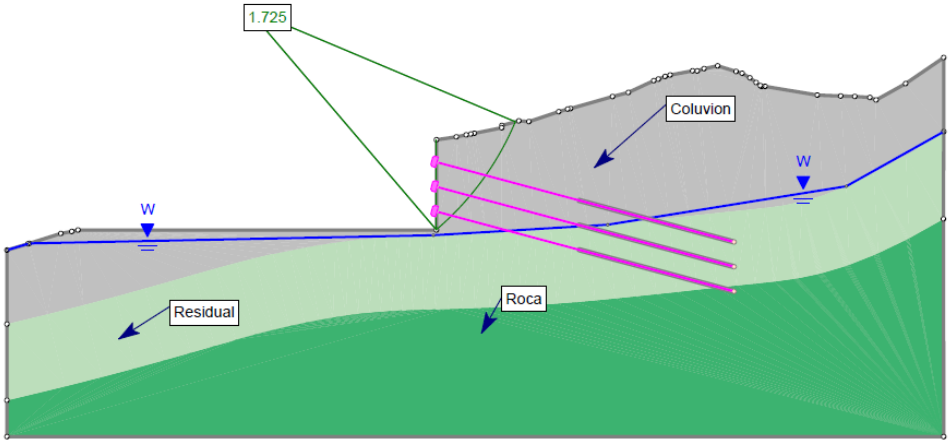


Material Name	Color	Unit Weight (kN/m3)	Strength Type	Cohesion (kPa)	Phi (deg)	Water Surface	Hu Type
Coluvion		18	Mohr-Coulomb	9	23	Water Surface	Constant
Residual		18	Mohr-Coulomb	23	32	Water Surface	Constant
Roca		22	Mohr-Coulomb	56	29	Water Surface	Constant
Relleno Seleccionado		20	Mohr-Coulomb	5	32	Water Surface	Constant

Support Name	Color	Type	Force Application	Out-Of-Plane Spacing (m)	Tensile Capacity (kN)	Bond Length (m)
Anclajes de 30 Ton Muro Via Superior		Grouted Tieback	Active (Method A)	2	300	13

Fuente: Propia.

Figura 19. Análisis estático perfil 4 Muro Plataforma Marina.

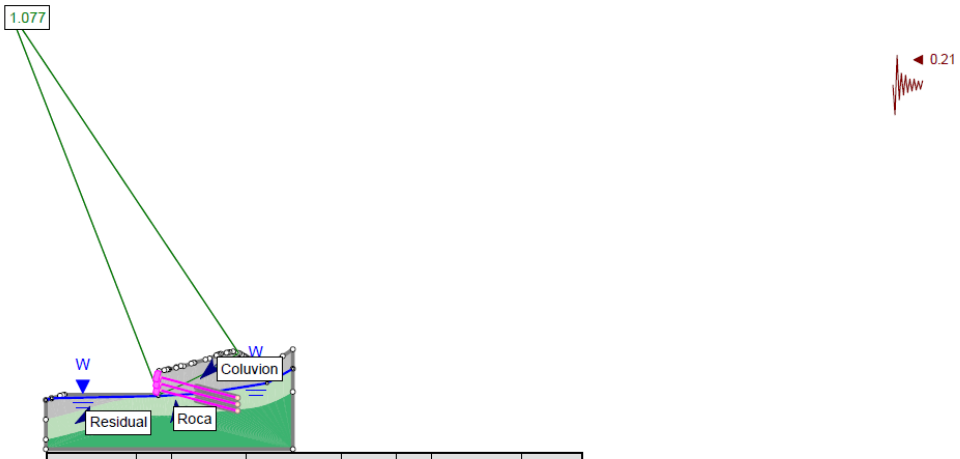


Material Name	Color	Unit Weight (kN/m3)	Strength Type	Cohesion (kPa)	Phi (deg)	Water Surface	Hu Type
Coluvion		18	Mohr-Coulomb	9	23	Water Surface	Constant
Residual		18	Mohr-Coulomb	23	32	Water Surface	Constant
Roca		22	Mohr-Coulomb	56	29	Water Surface	Constant

Support Name	Color	Type	Force Application	Out-Of-Plane Spacing (m)	Tensile Capacity (kN)	Bond Length (m)
Anclajes de 30 Ton Muro Plataforma Marina		Grouted Tieback	Active (Method A)	2.5	300	13

Fuente: Propia.

Figura 20. Análisis dinámico perfil 4 Muro Plataforma Marina.

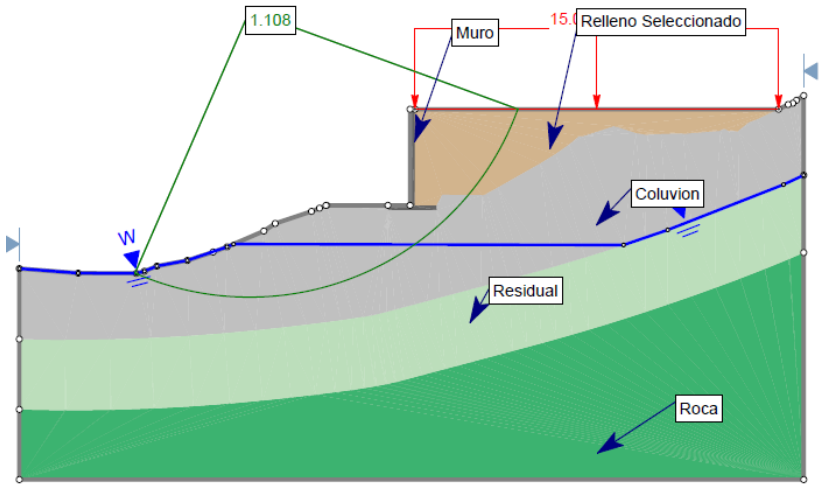


Material Name	Color	Unit Weight (kN/m3)	Strength Type	Cohesion (kPa)	Phi (deg)	Water Surface	Hu Type
Coluvion		18	Mohr-Coulomb	9	23	Water Surface	Constant
Residual		18	Mohr-Coulomb	23	32	Water Surface	Constant
Roca		22	Mohr-Coulomb	56	29	Water Surface	Constant

Support Name	Color	Type	Force Application	Out-Of-Plane Spacing (m)	Tensile Capacity (kN)	Bond Length (m)
Anclajes de 30 Ton Muro Plataforma Marina		Grouted Tieback	Active (Method A)	2.5	300	13

Fuente: Propia.

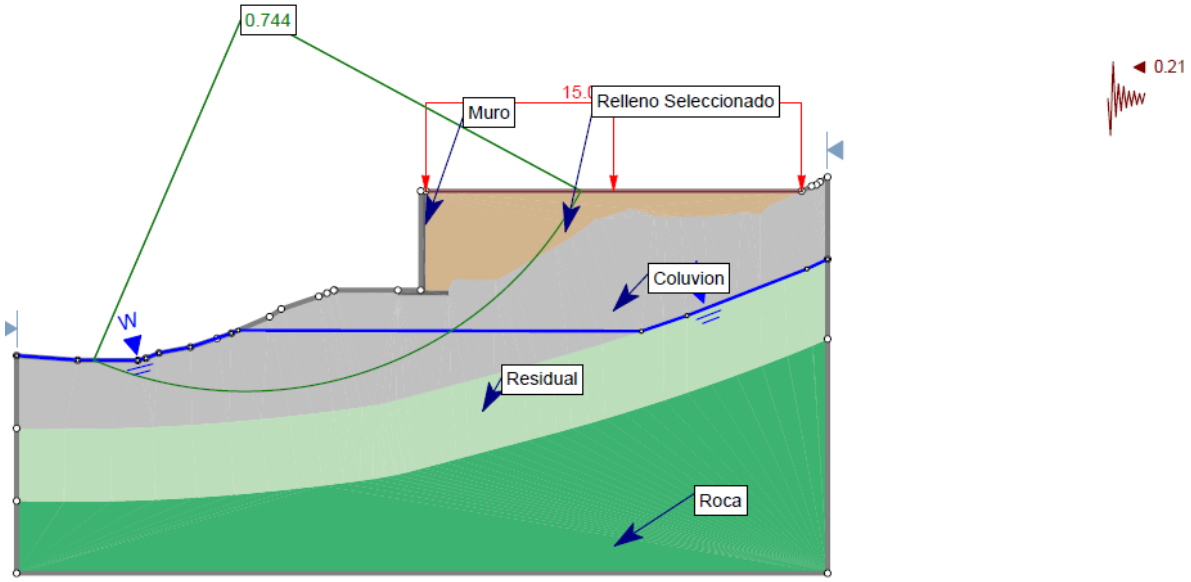
Figura 21. Análisis estático perfil 5 Muro Parqueadero.



Material Name	Color	Unit Weight (kN/m3)	Strength Type	Cohesion (kPa)	Phi (deg)	Water Surface	Hu Type
Coluvion		18	Mohr-Coulomb	9	23	Water Surface	Constant
Residual		18	Mohr-Coulomb	23	32	Water Surface	Constant
Roca		22	Mohr-Coulomb	56	29	Water Surface	Constant
Relleno Seleccionado		20	Mohr-Coulomb	5	32	Water Surface	Constant

Fuente: Propia.

Figura 22. Análisis dinámico perfil 5 Muro Parqueadero.



Material Name	Color	Unit Weight (kN/m3)	Strength Type	Cohesion (kPa)	Phi (deg)	Water Surface	Hu Type
Coluvion		18	Mohr-Coulomb	9	23	Water Surface	Constant
Residual		18	Mohr-Coulomb	23	32	Water Surface	Constant
Roca		22	Mohr-Coulomb	56	29	Water Surface	Constant
Relleno Seleccionado		20	Mohr-Coulomb	5	32	Water Surface	Constant

Fuente: Propia.

8.3.1 Conclusiones de los análisis de estabilidad

Los muros con anclajes pretensados cumplen con los factores de seguridad mínimos exigidos por la normativa vigente; sin embargo, los muros en voladizo con cimentación superficial no alcanzan dichos factores de seguridad. Por lo anterior, se requiere implementar una cimentación profunda que garantice el apoyo estructural por debajo de la superficie potencial de falla del talud que intercepta la zona inferior del muro.

9 DISEÑO GEOTÉCNICO DE LOS MUROS DE CONTENCIÓN SOBRE PILOTES

Con base en la exploración de campo realizada y teniendo en cuenta la implantación de la vía en la topografía se hace necesario la construcción de muros en concreto reforzado cimentado sobre pilotes.

Con el fin de establecer el dimensionamiento del muro se presenta a continuación las consideraciones de diseño contempladas.

9.1 DISEÑO DE LOS PILOTES PARA ESTABILIZACIÓN

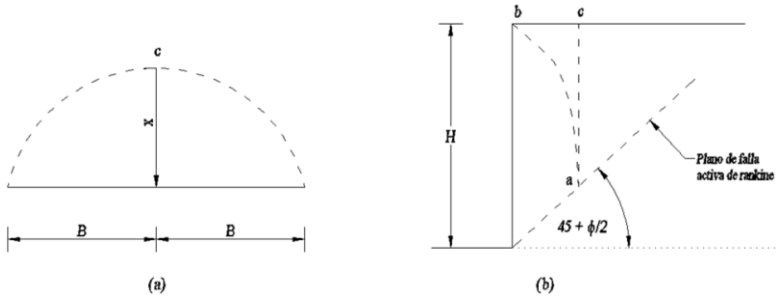
Wang y Cheng (1974) analizaron el efecto arco en pilotes para la estabilización de deslizamientos presentando las siguientes conclusiones:

- La presión máxima promedio del arco es igual a la presión de reposos del suelo.
- El efecto arco es más notorio para valores mayores de cohesión (c) y fricción (ø).
- Existe un espaciamiento critico a partir del cual el efecto arco desaparece al aumentar el espaciamiento.
- El efecto arco se produce tanto en taludes de arenas como de arcillas.

Además, la magnitud de efecto arco depende, entre otros, de los siguientes factores:

- La rugosidad de la superficie del pilote. A mayor rugosidad es mayor el efecto arco.
- La dilatancia del suelo. A mayor Angulo de dilatancia, se generan mayores presiones de efecto arco.
- La resistencia del suelo. A mayores valores de c y ø, mayor es el efecto arco.
- Una vez realizado el análisis del efecto arco, debemos identificar la cuña de falla, la cual no está influenciada por el efecto arco, y, por lo tanto, susceptible a desplazarse.

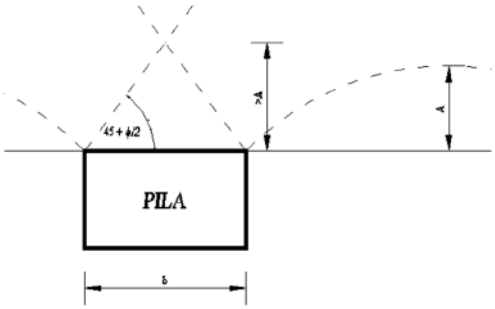
Figura 23. Esquema cuña de falla. (a) vista superior de la falla considerando el efecto arco. (b) vista lateral de la cuña de falla.



Fuente: Análisis teórico de la separación máxima entre pilas de socalzado considerando el efecto arco en suelos granulares" Rocha, Marcelo (2011).

La separación de las pilas de socalzado también depende del ancho o diámetro de las pilas, esto debido a que las tensiones generadas por arcos contiguos pueden interferir entre si dentro de sus respectivas aéreas de influencia.

Figura 24. Interacción entre tensiones de arcos contiguos.



Fuente: Análisis teórico de la separación máxima entre pilas de socalzado considerando el efecto arco en suelos granulares" Rocha, Marcelo (2011).

Como conclusión se tiene que para estabilizar el talud en el área los pilotes no deben estar separados más de cuatro (4.0) veces el diámetro entre ejes, sin embargo, esta separación se debe ajustar dependiendo de las solicitudes de fuerza requeridos.

9.1.1 Longitud mínima de pilotes

Para determinar la longitud mínima que se deben construir los pilotes se realizó un análisis de estabilidad.

Basándose en la teoría de los estados límite, el programa busca de forma iterativa un punto en la pared de pilotes para satisfacer la ecuación de equilibrio de momento en la forma:

$$Momento\ de\ Volteo = Momento\ Resistente$$

Una vez que se logra esto, el programa continúa determinando la ubicación del talón de la pared para la cual se cumple el equilibrio de las fuerzas de corte (cálculo de la profundidad del extremo fijo). La longitud total de la estructura analizada se encuentra de esta manera.
Cuando se aplica un enfoque basado en el factor de seguridad, el programa busca, de manera iterativa, un punto para obtener:

$$\frac{Momento\ Resistente}{Momento\ de\ Volteo} = FS$$

Para determinar las presiones de tierra se utilizó la teoría de Rankine, desarrollada en 1857, es la solución a un campo de tensiones que predice las presiones activas y pasivas del terreno. Esta solución supone que el suelo no está cohesionado, tiene una pared que está friccionando, la superficie suelo-pared es vertical, el plano de rotura en este caso sería planar y la fuerza resultante es paralela a la superficie libre del talud. Las ecuaciones de los coeficientes para presiones activas y pasivas aparecen a continuación. Observe que φ' es el ángulo de rozamiento del suelo y la inclinación del talud respecto a la horizontal es el ángulo β.

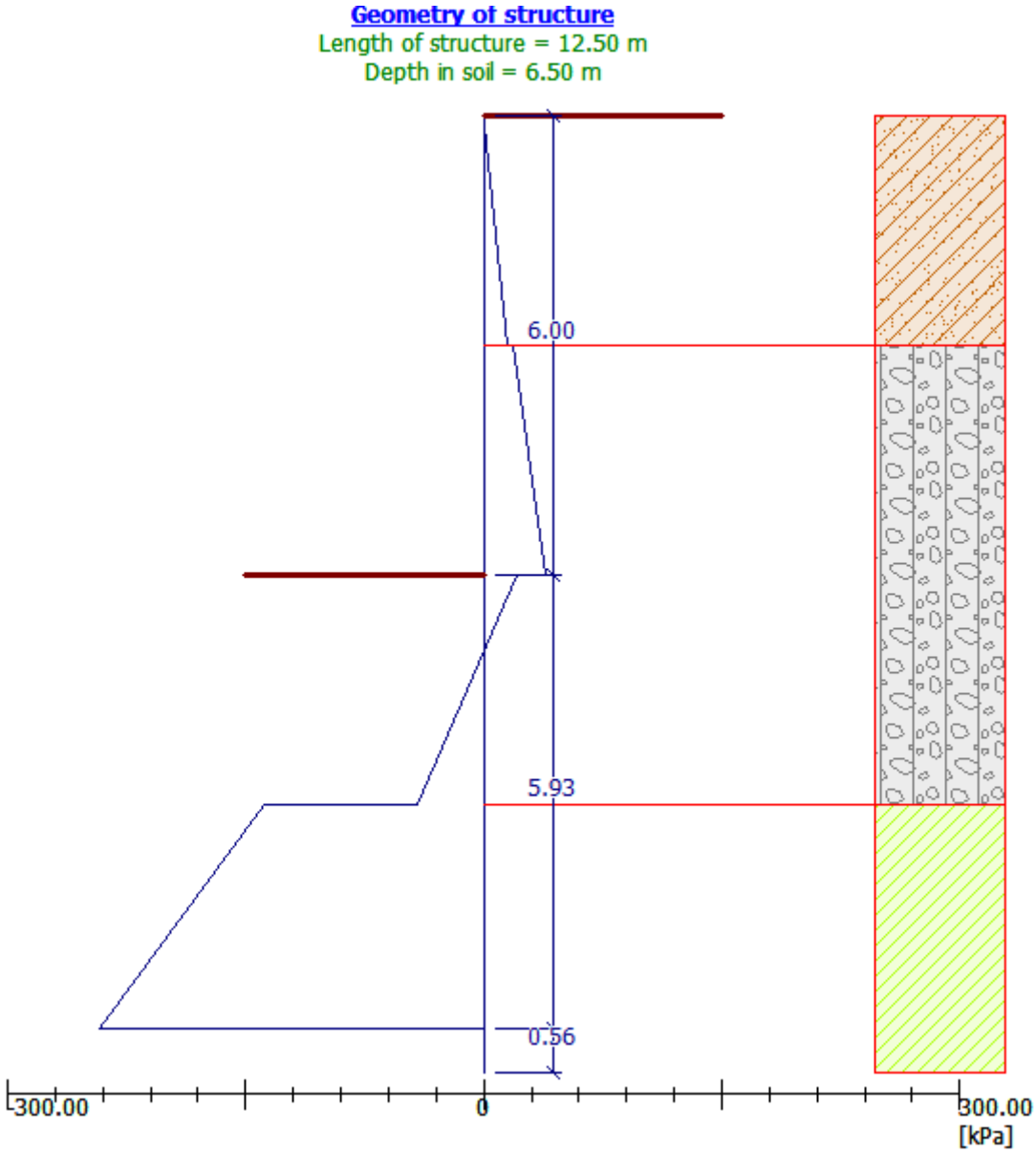
Para el caso en que β sea 0, las ecuaciones de arriba se simplifican como:

$$K_a = \tan^2\left(45 - \frac{\phi}{2}\right)$$

$$K_p = \tan^2\left(45 + \frac{\phi}{2}\right)$$

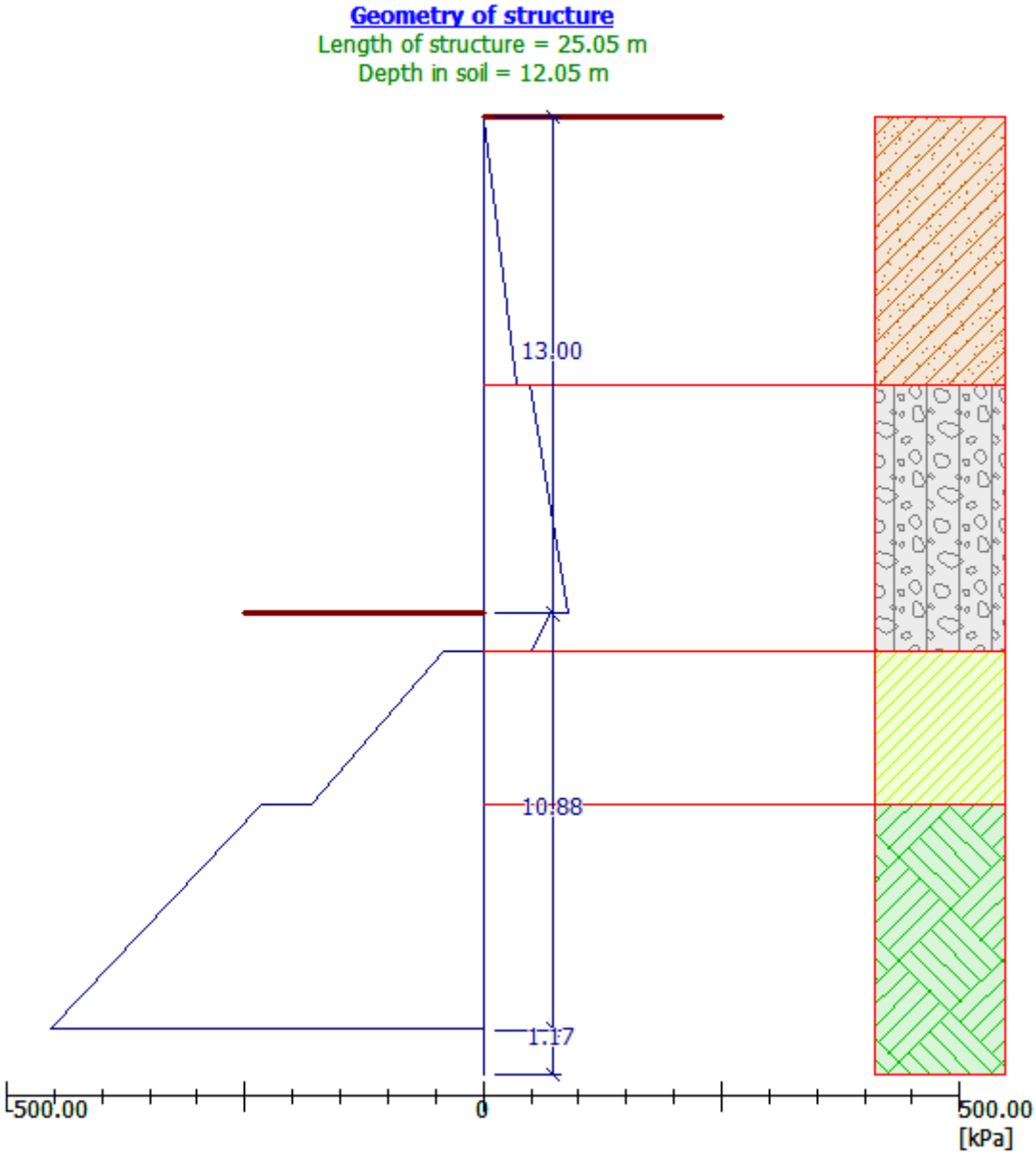
Se analizo teniendo en cuenta la profundidad de la falla de estabilidad de taludes que pasa por debajo del muro sin pilotes.

Figura 25. Presiones totales sector muro PTAR.



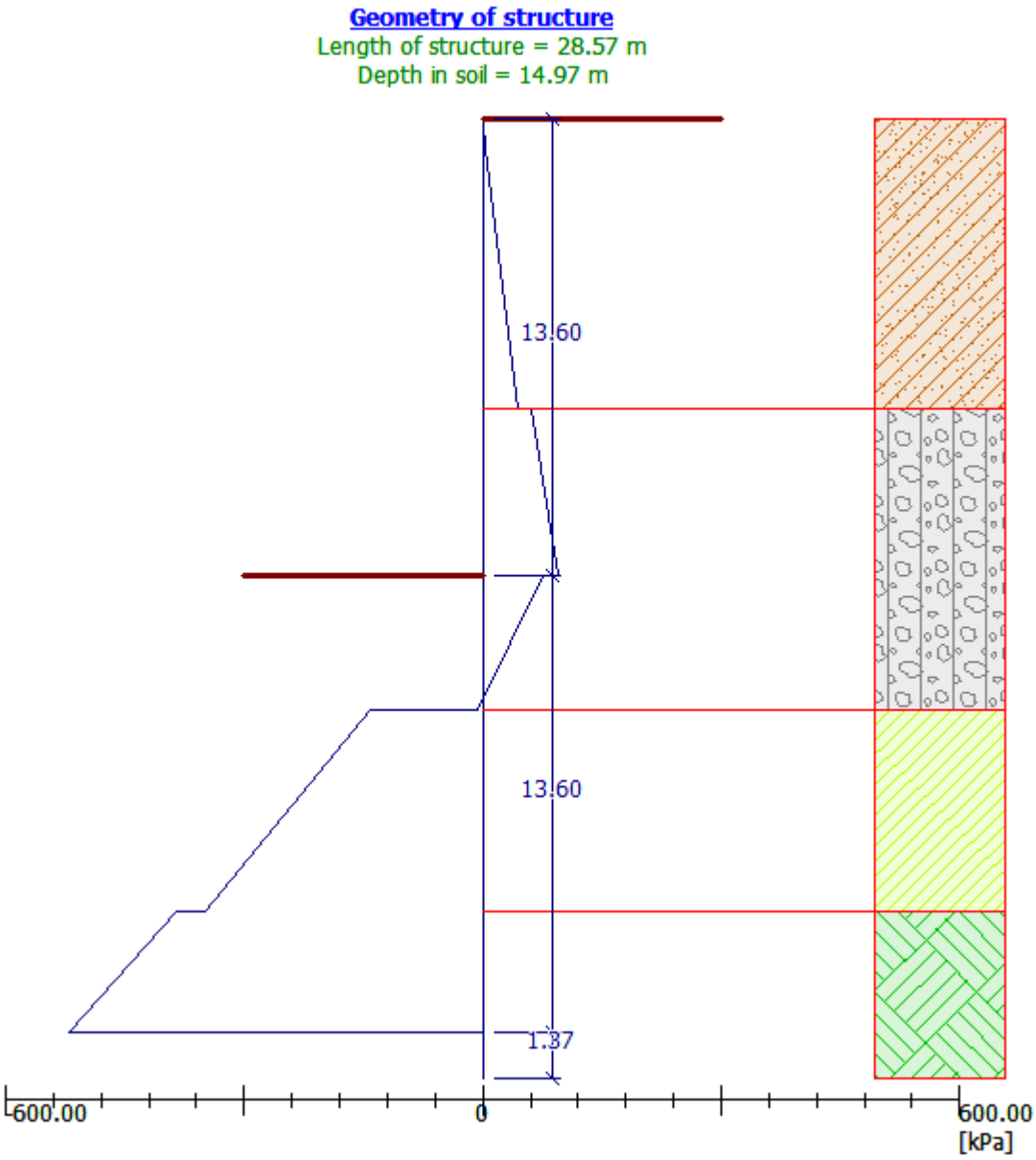
Para un muro de 3.0 metros de altura y una profundidad de falla de 3.0 metros por debajo del muro se requiere pilotes de mínimo 10.0 metros de profundidad.

Figura 26. Presiones totales sector muro Vía Interna y Plazoleta.



Para un muro de 7.0 metros de altura y una profundidad de falla de 6.0 metros por debajo del muro se requiere pilotes de mínimo 18.0 metros de profundidad.

Figura 27. Presiones totales sector muro Parqueadero.



Para un muro de 8.60 metros de altura y una profundidad de falla de 5.0 metros por debajo del muro se requiere pilotes de mínimo 20.0 metros de profundidad.

9.1.2 Capacidad de carga lateral de los pilotes

El pilote cargado horizontalmente se analiza utilizando el método propuesto por Winkler. Los parámetros del suelo a lo largo del pilote están representados por el módulo de reacción lateral del subsuelo, teniendo como premisa lo establecido en el apéndice A10.2 de la sección 10 del CCP-14, el cual establece que la resistencia ultima a carga lateral de un pilote se alcanza a deflexiones de máximo 3d/80 donde d, es el diámetro del pilote. Adicionalmente se tendrán en cuenta lo mencionado en la sección 11 del CCP-14 (C11.5.2), la cual establece que para que no ocurra daños en las estructuras los desplazamientos horizontales no deben ser mayores a 40 mm.

A partir de lo anterior, para pilotes de 1.20 metros de diámetro se limitará la carga lateral a un desplazamiento de máximo 40 mm.

El calculó el Kh para un estrato granular se calcula de acuerdo con la expresión de Matlock and Rees.

$$k_h = n_h . \frac{z}{d}$$

Donde=
nh es el Coeficiente de variación del módulo de balasto.
X es la profundidad del pilote analizado.

Tabla 40. Valores típicos del módulo nh para suelos granulares

CONSISTENCIA	SUELTA (N 4-10)	MEDIANAMENTE DENSA (N 11-30)	DENSA (N 31-50)
Arena seca o húmeda (mN/m^3)	2,2	6,6	17,6
Arena sumergida (mN/m^3)	1,3	4,4	10,7

Fuente: Manual de cimentaciones del INVIAS.

A continuación, se presenta el módulo de reacción horizontal para pilotes de 1.20 metros de diámetro para los diferentes muros.

Figura 28. Módulo de reacción horizontal pilotes sector muro PTAR.

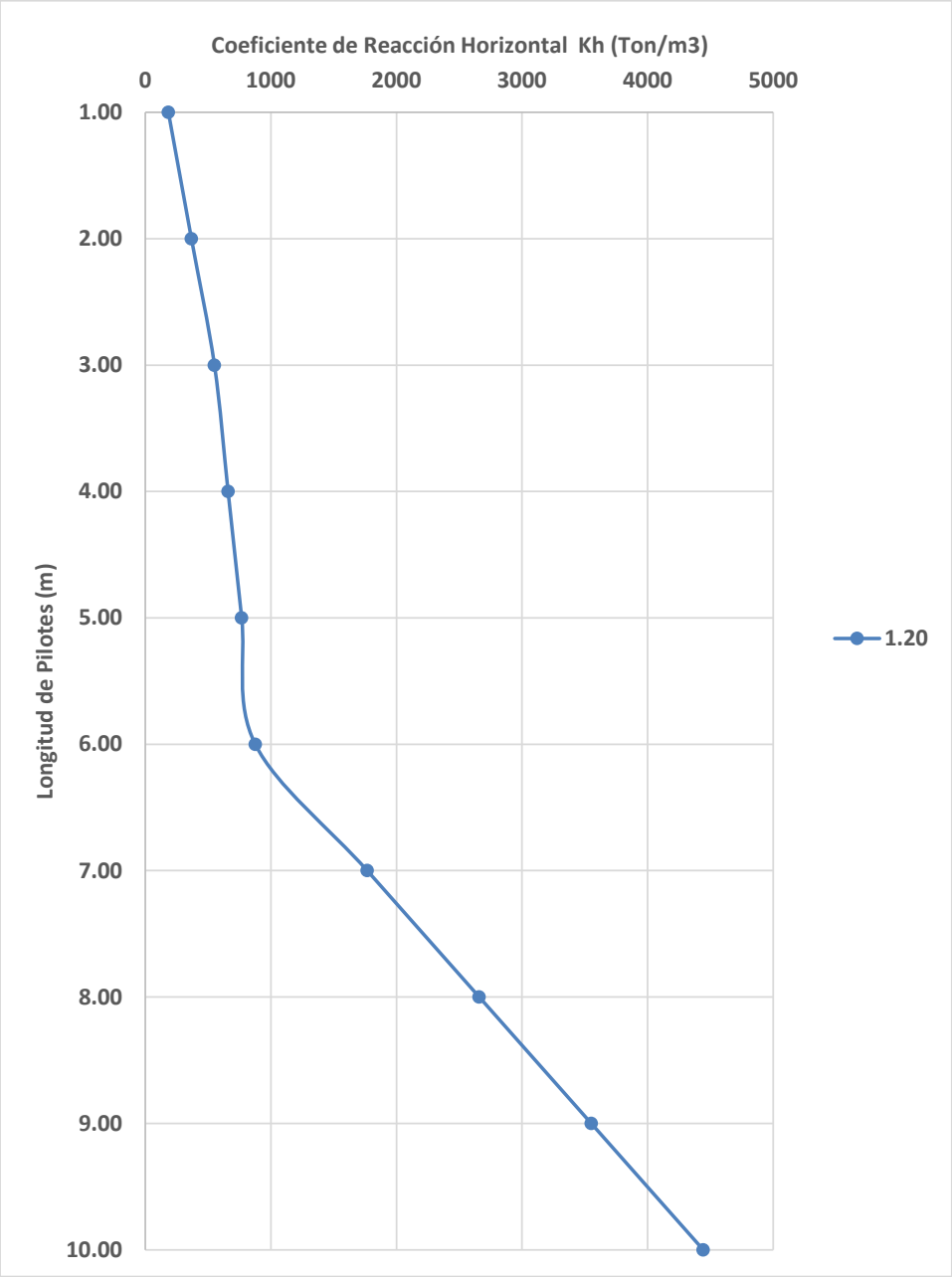


Figura 29. Módulo de reacción horizontal pilotes sector muro Vía Interna y Plazoleta.

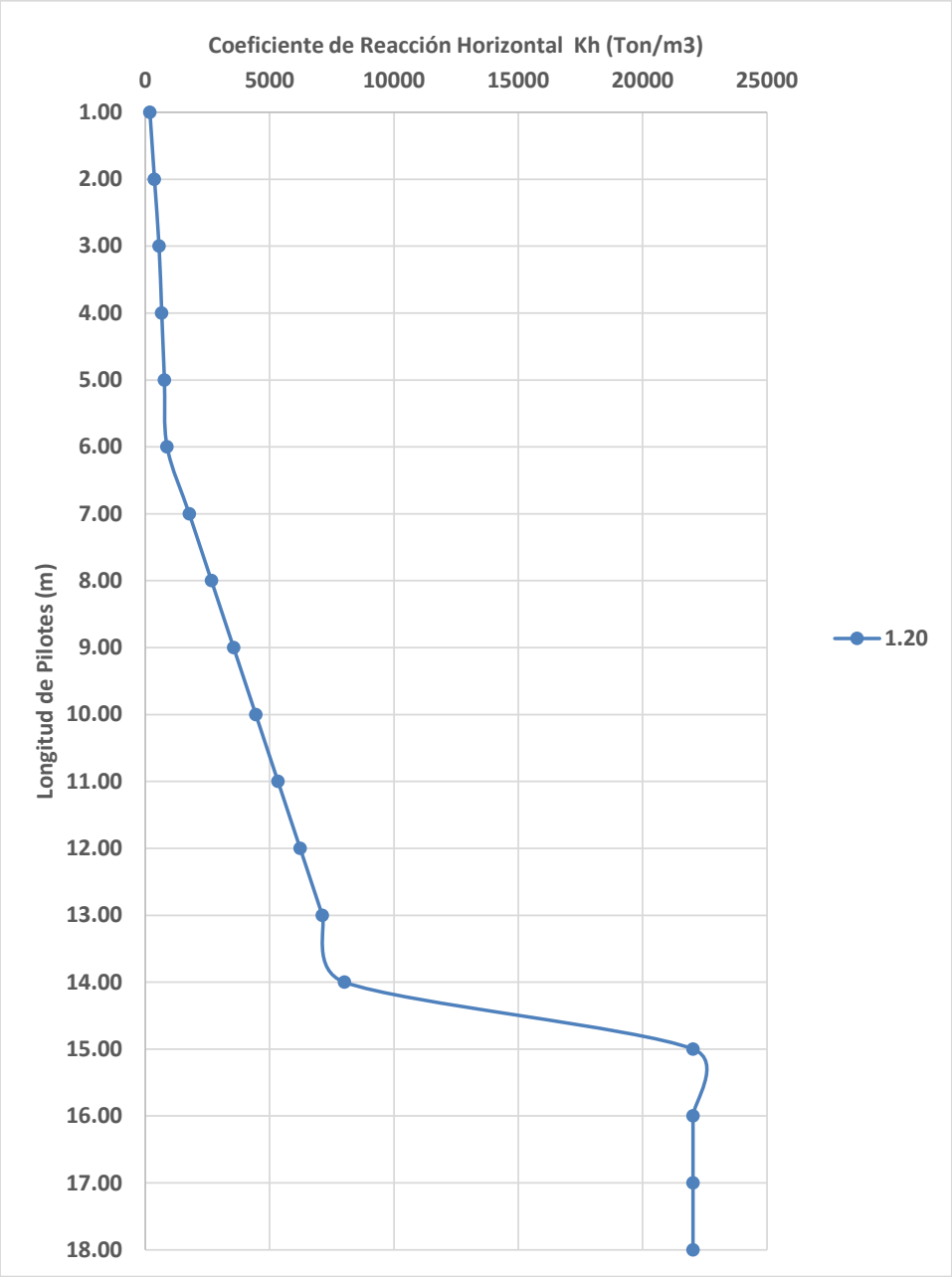
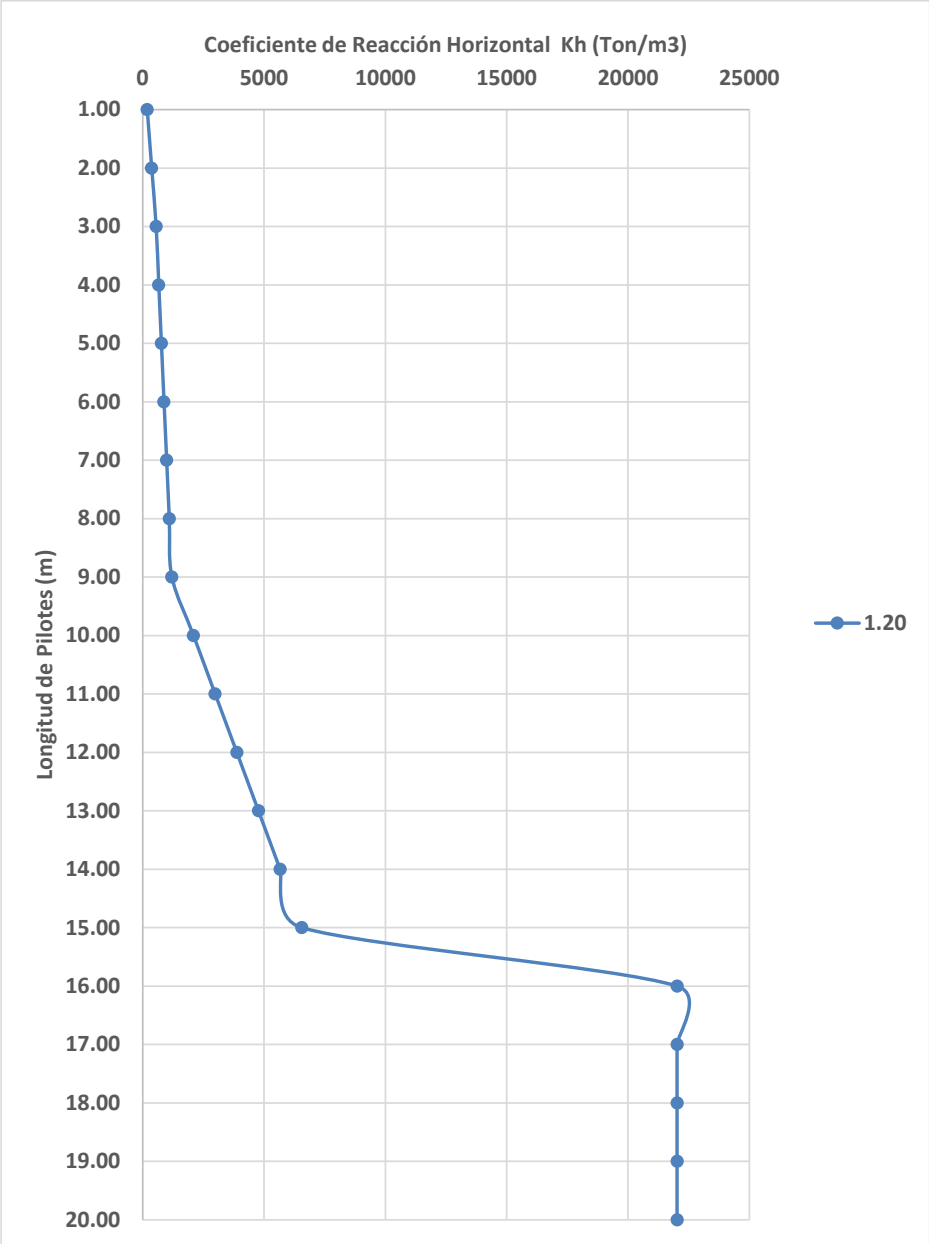


Figura 30. Módulo de reacción horizontal pilotes sector muro Parqueadero.



La respuesta de los pilotes frente a las cargas laterales se puede estimar mediante análisis P-Y (Barker et al, 1991). Cuando un grupo de pilotes está sujeto a cargas laterales los pilotes interactúan a través del suelo que los separa. Como resultado de esta interacción, los grupos de pilotes experimentan flechas mayores que los pilotes individuales solicitados por la misma carga lateral por pilote, y también son mayores los momentos flectores en los pilotes del grupo; factores que deben ser considerados en el diseño.

A partir de lo anterior y del análisis de las curvas p-y, se realiza la verificación para determinar la deflexión máxima, el cortante resistente y el momento máximo permitido.

El análisis se realiza asumiendo que la cabeza del pilote no permite rotación.

Figura 31. Fuerzas internas de pilotes sector muro PTAR.

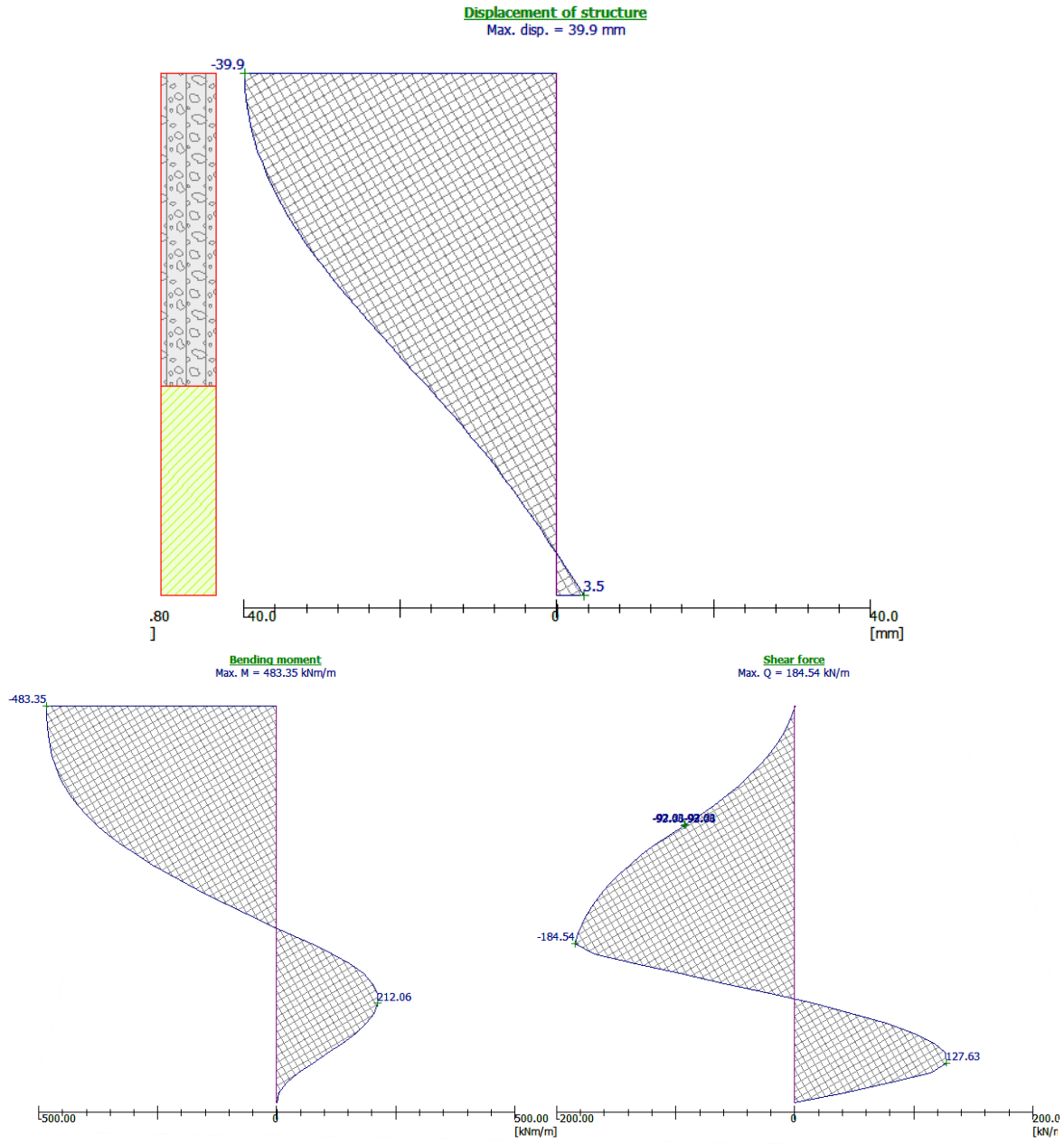


Figura 32. Fuerzas internas de pilotes sector muro Vía Interna y Plazoleta.

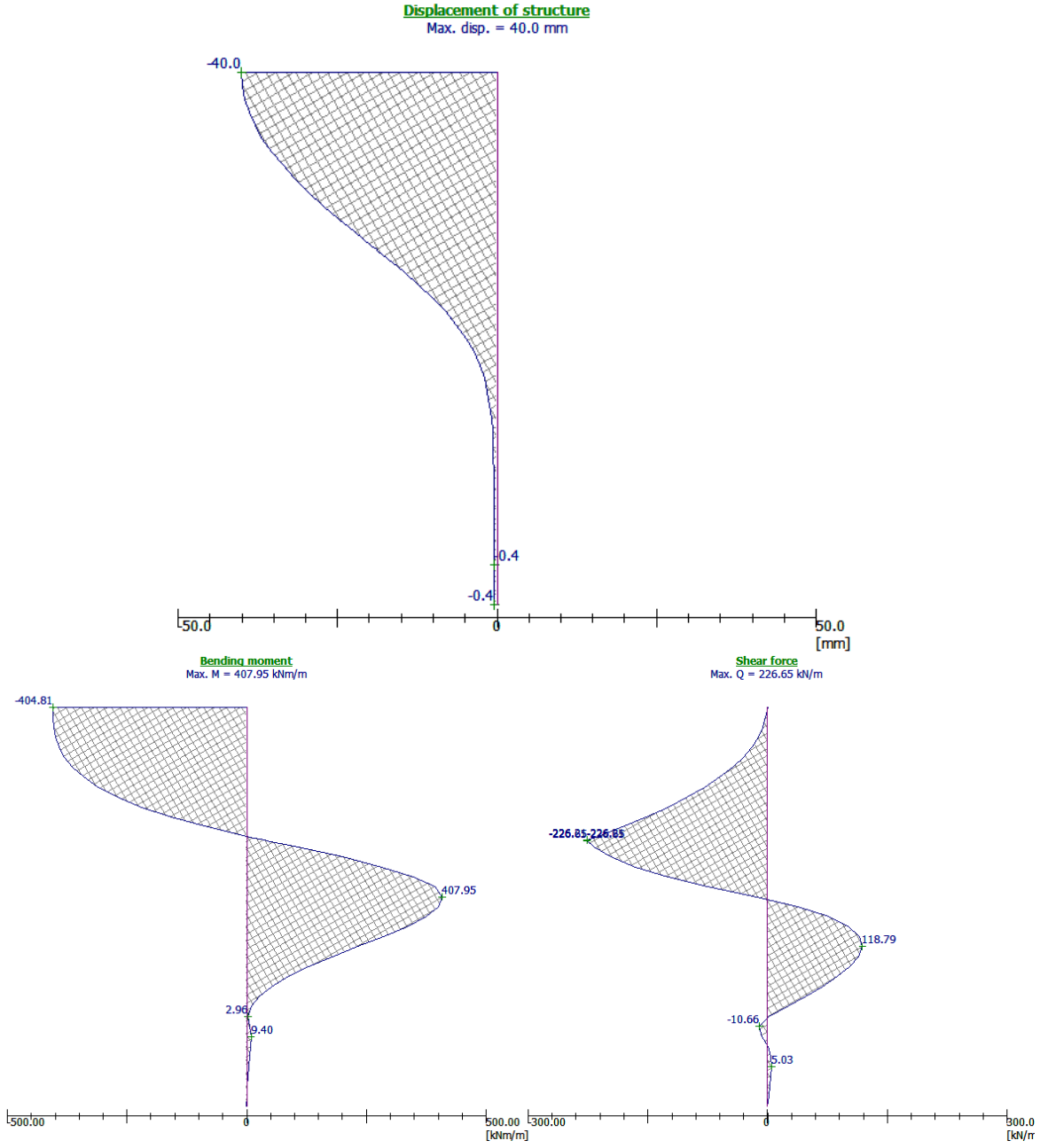
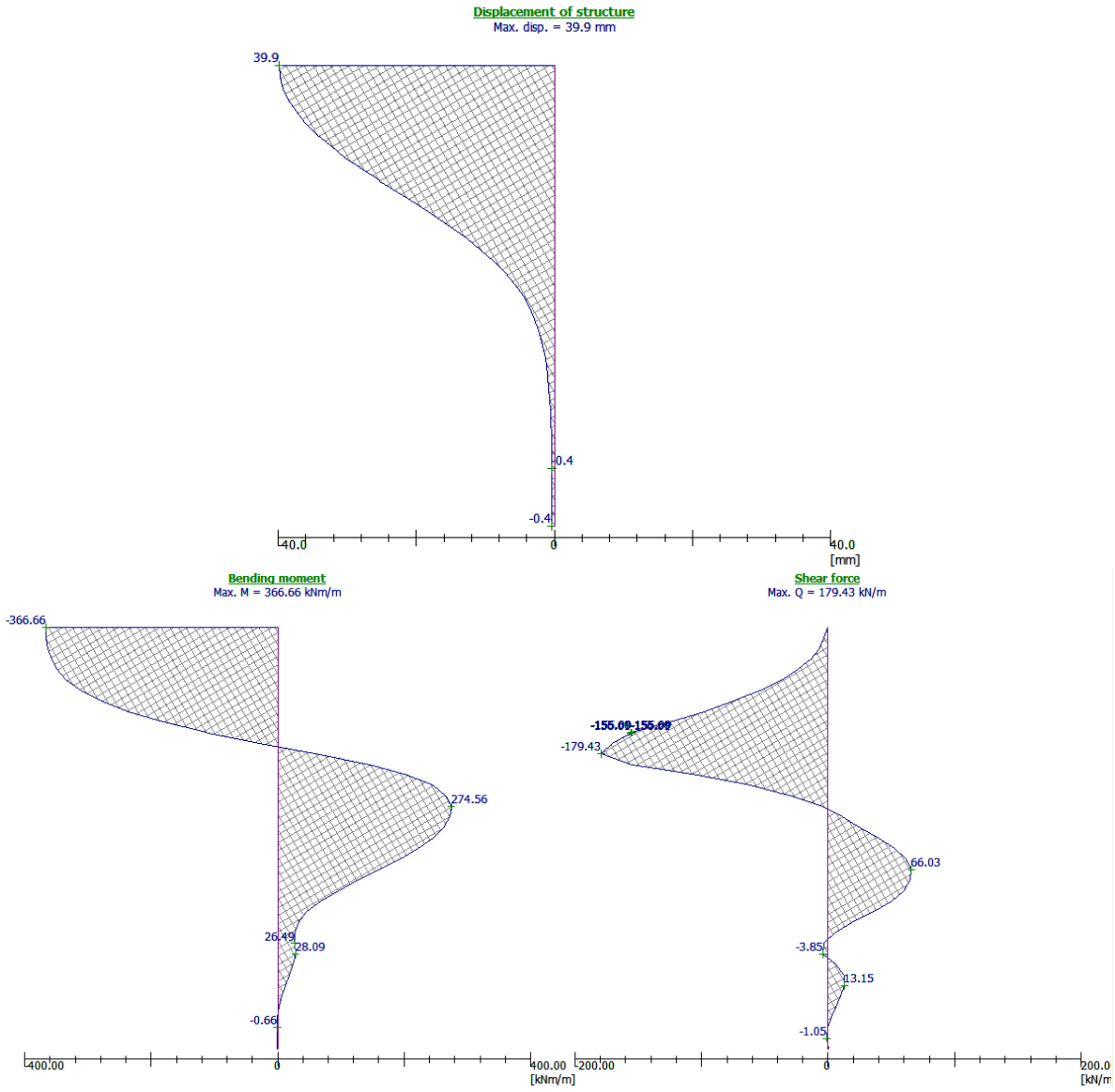


Figura 33. Fuerzas internas de pilotes sector muro Parqueadero.



9.1.3 Separación de los pilotes

Para definir la separación máxima de pilotes se tiene como primera premisa que esta no debe ser superior a 4.0 veces el diámetro entre ejes y a menos de 2.0 veces el diámetro, esto con el fin de optimizar el sistema. Si al realizar el análisis de fuerzas disponibles por pilote contra fuerza mínima estabilizadora se obtiene una separación de menos de 2.0 veces el diámetro, se recomienda mantener una separación de 3.0 veces el diámetro y complementar la obra mediante la implementación de anclajes pretensionados en la viga cabezal.

Teniendo en cuenta que el momento estructural máximo resistente para un pilote de 1.20 metros de diámetro con una cuantía del 1.0% no puede ser mayor a 2747 kNm y el cortante que resiste la sección estructural no puede ser mayor a 1033 kN, se determina la separación máxima para cada tipo de muro.

Para los pilotes del muro de la PTAR la separación no puede ser mayor a 4.80m entre ejes.

Para los pilotes del muro de la Vía Interna y la Plazoleta la separación no puede ser mayor a 4.50m entre ejes.

Para los pilotes del muro del Parqueadero la separación no puede ser mayor a 4.80m entre ejes.

Estas separaciones se deben verificar en los modelos de estabilidad.

9.2 ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DE MURO CON PILOTES

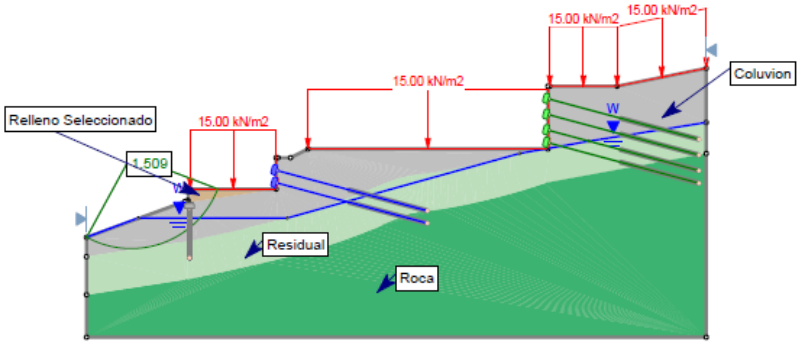
Para el análisis estabilidad se utilizó el software para computador Slide V. 6.0 el cual utiliza la teoría de equilibrio límite para obtener los factores de seguridad al deslizamiento de los taludes.

Para evaluar las condiciones de estabilidad, se tuvieron en cuenta los siguientes escenarios:

- Análisis de estabilidad, condición estática.
- Análisis de estabilidad, condición dinámica.

Así mismo es pertinente tener en cuenta los factores mínimos admisibles en condición estática y seudo-estática para un talud permanente:

Figura 34. Análisis estático perfil 1 Muro PTAR y Muro Vía Principal con pilotes.

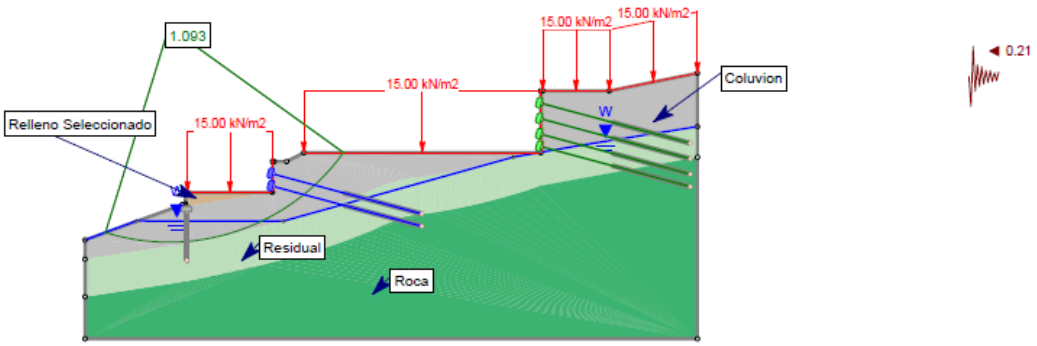


Material Name	Color	Unit Weight (kN/m3)	Strength Type	Cohesion (kPa)	Phi (deg)	Water Surface	Hu Type
Coluvion		18	Mohr-Coulomb	9	23	Water Surface	Constant
Residual		18	Mohr-Coulomb	23	32	Water Surface	Constant
Roca		22	Mohr-Coulomb	56	29	Water Surface	Constant
Relleno Seleccionado		20	Mohr-Coulomb	5	32	Water Surface	Constant

Support Name	Color	Type	Force Application	Out-Of-Plane Spacing (m)	Tensile Capacity (kN)	Bond Length (m)	Pile Shear Strength (kN)	Force Direction
Anclajes de 30 Ton Muro PTAR		Grouted Tieback	Active (Method A)	3	300	13		
Anclajes de 30 Ton Muro Vía Superior		Grouted Tieback	Active (Method A)	2	300	13		
Pilotes D=1.20 Muro PTAR		Micro Pile	Passive (Method B)	4.8			600	Perpendicular to pile

Fuente: Propia.

Figura 35. Análisis dinámico perfil 1 Muro PTAR y Muro Vía Principal con pilotes.

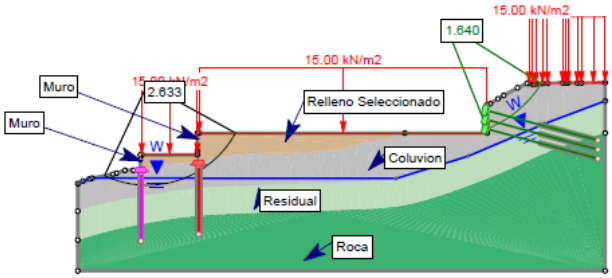


Material Name	Color	Unit Weight (kN/m3)	Strength Type	Cohesion (kPa)	Phi (deg)	Water Surface	Hu Type
Coluvion		18	Mohr-Coulomb	9	23	Water Surface	Constant
Residual		18	Mohr-Coulomb	23	32	Water Surface	Constant
Roca		22	Mohr-Coulomb	56	29	Water Surface	Constant
Relleno Seleccionado		20	Mohr-Coulomb	5	32	Water Surface	Constant

Support Name	Color	Type	Force Application	Out-Of-Plane Spacing (m)	Tensile Capacity (kN)	Bond Length (m)	Pile Shear Strength (kN)	Force Direction
Anclajes de 30 Ton Muro PTAR		Grouted Tieback	Active (Method A)	3	300	13		
Anclajes de 30 Ton Muro Vía Superior		Grouted Tieback	Active (Method A)	2	300	13		
Pilotes D=1.20 Muro PTAR		Micro Pile	Passive (Method B)	4.8			600	Perpendicular to pile

Fuente: Propia.

Figura 36. Análisis estático perfil 2 Muro vía Interna, Plazoleta y Muro Vía Principal con pilotes.

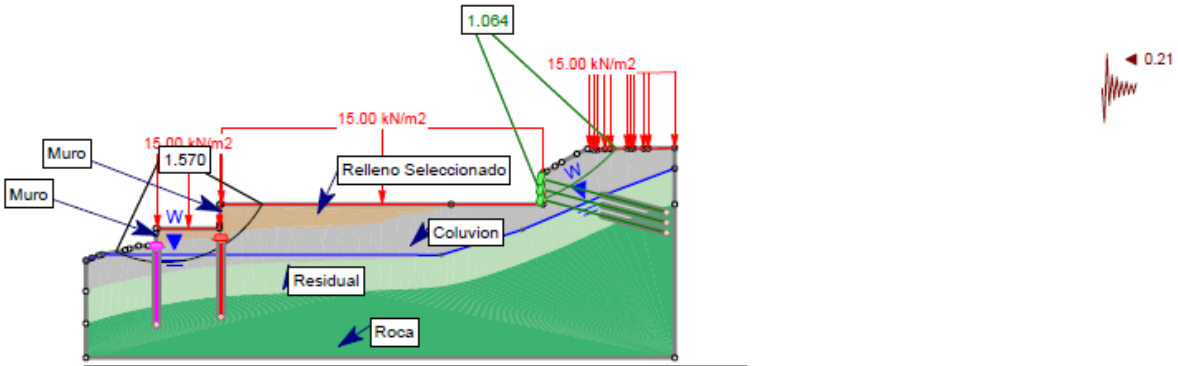


Material Name	Color	Unit Weight (kN/m3)	Strength Type	Cohesion (kPa)	Phi (deg)	Water Surface	Hu Type
Coluvion		18	Mohr-Coulomb	9	23	Water Surface	Constant
Residual		18	Mohr-Coulomb	23	32	Water Surface	Constant
Roca		22	Mohr-Coulomb	56	29	Water Surface	Constant
Relleno Seleccionado		20	Mohr-Coulomb	5	32	Water Surface	Constant

Support Name	Color	Type	Force Application	Out-Of-Plane Spacing (m)	Tensile Capacity (kN)	Bond Length (m)	Pile Shear Strength (kN)	Force Direction
Anclajes de 30 Ton Muro Via Superior		Grouted Tieback	Active (Method A)	2	300	13		
Pilotes D=1.20 Muro Via Interna		Micro Pile	Passive (Method B)	4.5			1019	Perpendicular to pile
Pilotes D=1.20 Muro Plazoleta		Micro Pile	Active (Method A)	4.5			1019	Perpendicular to pile

Fuente: Propia.

Figura 37. Análisis dinámico perfil 2 Muro vía Interna, Plazoleta y Muro Vía Principal con pilotes.

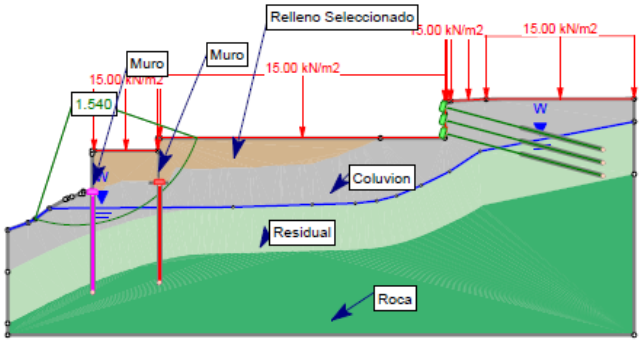


Material Name	Color	Unit Weight (kN/m3)	Strength Type	Cohesion (kPa)	Phi (deg)	Water Surface	Hu Type
Coluvion		18	Mohr-Coulomb	9	23	Water Surface	Constant
Residual		18	Mohr-Coulomb	23	32	Water Surface	Constant
Roca		22	Mohr-Coulomb	56	29	Water Surface	Constant
Relleno Seleccionado		20	Mohr-Coulomb	5	32	Water Surface	Constant

Support Name	Color	Type	Force Application	Out-Of-Plane Spacing (m)	Tensile Capacity (kN)	Bond Length (m)	Pile Shear Strength (kN)	Force Direction
Anclajes de 30 Ton Muro Via Superior		Grouted Tieback	Active (Method A)	2	300	13		
Pilotes D=1.20 Muro Via Interna		Micro Pile	Passive (Method B)	4.5			1019	Perpendicular to pile
Pilotes D=1.20 Muro Plazoleta		Micro Pile	Active (Method A)	4.5			1019	Perpendicular to pile

Fuente: Propia.

Figura 38. Análisis estático perfil 3 Muro vía Interna, Plazoleta y Muro Vía Principal con pilotes.

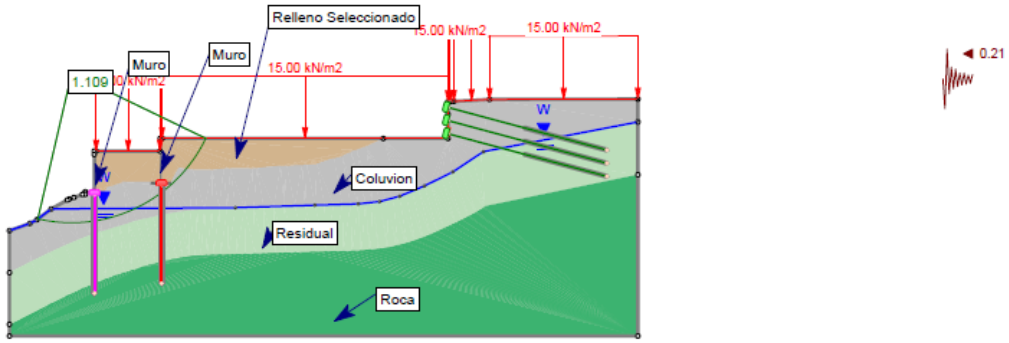


Material Name	Color	Unit Weight (kN/m3)	Strength Type	Cohesion (kPa)	Phi (deg)	Water Surface	Hu Type
Coluvion		18	Mohr-Coulomb	9	23	Water Surface	Constant
Residual		18	Mohr-Coulomb	23	32	Water Surface	Constant
Roca		22	Mohr-Coulomb	56	29	Water Surface	Constant
Relleno Seleccionado		20	Mohr-Coulomb	5	32	Water Surface	Constant

Support Name	Color	Type	Force Application	Out-Of-Plane Spacing (m)	Tensile Capacity (kN)	Bond Length (m)	Pile Shear Strength (kN)	Force Direction
Anclajes de 30 Ton Muro Vía Superior		Grouted Tieback	Active (Method A)	2	300	13		
Pilote D=1.20 Muro Vía Interna		Micro Pile	Passive (Method B)	4.5			1019	Perpendicular to pile
Pilote D=1.20 Muro Plazoleta		Micro Pile	Passive (Method B)	4.5			1019	Perpendicular to pile

Fuente: Propia.

Figura 39. Análisis dinámico perfil 3 Muro vía Interna, Plazoleta y Muro Vía Principal con pilotes.

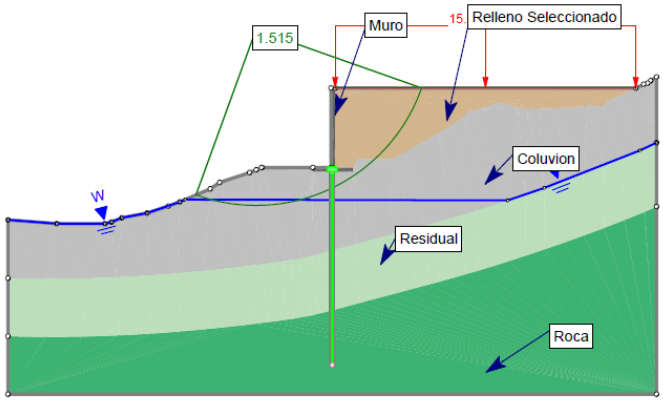


Material Name	Color	Unit Weight (kN/m3)	Strength Type	Cohesion (kPa)	Phi (deg)	Water Surface	Hu Type
Coluvion		18	Mohr-Coulomb	9	23	Water Surface	Constant
Residual		18	Mohr-Coulomb	23	32	Water Surface	Constant
Roca		22	Mohr-Coulomb	56	29	Water Surface	Constant
Relleno Seleccionado		20	Mohr-Coulomb	5	32	Water Surface	Constant

Support Name	Color	Type	Force Application	Out-Of-Plane Spacing (m)	Tensile Capacity (kN)	Bond Length (m)	Pile Shear Strength (kN)	Force Direction
Anclajes de 30 Ton Muro Vía Superior		Grouted Tieback	Active (Method A)	2	300	13		
Pilote D=1.20 Muro Vía Interna		Micro Pile	Passive (Method B)	4.5			1019	Perpendicular to pile
Pilote D=1.20 Muro Plazoleta		Micro Pile	Passive (Method B)	4.5			1019	Perpendicular to pile

Fuente: Propia.

Figura 40. Análisis estático perfil 5 Muro Parqueadero con pilotes.

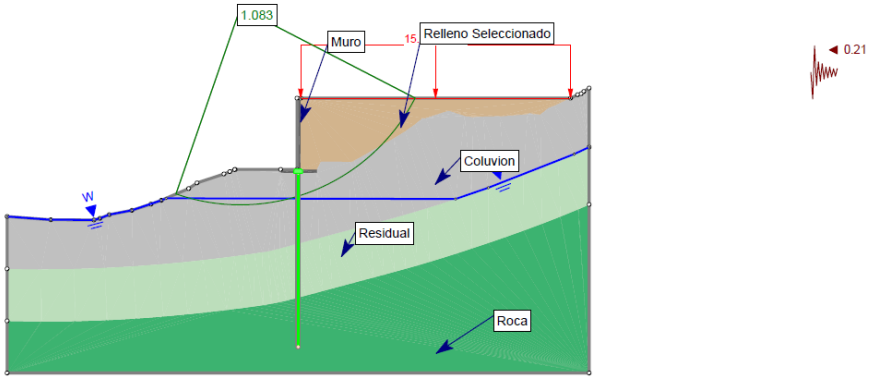


Material Name	Color	Unit Weight (kN/m3)	Strength Type	Cohesion (kPa)	Phi (deg)	Water Surface	Hu Type
Coluvion		18	Mohr-Coulomb	9	23	Water Surface	Constant
Residual		18	Mohr-Coulomb	23	32	Water Surface	Constant
Roca		22	Mohr-Coulomb	56	29	Water Surface	Constant
Relleno Seleccionado		20	Mohr-Coulomb	5	32	Water Surface	Constant

Support Name	Color	Type	Force Application	Out-Of-Plane Spacing (m)	Pile Shear Strength (kN)	Force Direction
Pilote D=1.20 Muro Parqueadero		Micro Pile	Passive (Method B)	3.6	861	Perpendicular to pile

Fuente: Propia.

Figura 41. Análisis dinámico perfil 5 Muro Parqueadero con pilotes.



Material Name	Color	Unit Weight (kN/m3)	Strength Type	Cohesion (kPa)	Phi (deg)	Water Surface	Hu Type
Coluvion		18	Mohr-Coulomb	9	23	Water Surface	Constant
Residual		18	Mohr-Coulomb	23	32	Water Surface	Constant
Roca		22	Mohr-Coulomb	56	29	Water Surface	Constant
Relleno Seleccionado		20	Mohr-Coulomb	5	32	Water Surface	Constant

Support Name	Color	Type	Force Application	Out-Of-Plane Spacing (m)	Pile Shear Strength (kN)	Force Direction
Pilote D=1.20 Muro Parqueadero		Micro Pile	Passive (Method B)	3.6	861	Perpendicular to pile

Fuente: Propia.

Se concluye que las obras de conformación proyectadas cumplen con el dimensionamiento calculado y determinado en los capítulos anteriores. Y que estas dimensiones corresponden a las definitivas.

10 DISEÑO GEOTÉCNICO DE LA CIMENTACIÓN

De acuerdo con las características del proyecto y a las caracterizaciones geotécnicas presentadas anteriormente, se presenta a continuación los análisis geotécnicos correspondientes para determinar la profundidad de cimentación, tipo de cimentación, capacidad admisible y recomendaciones generales para garantizar la estabilidad general de las construcciones proyectadas.

En el diseño la cimentación se consideran los estados límite de falla del suelo de soporte y de los elementos estructurales de la cimentación y los estados límites de servicio. De acuerdo con el numeral H.4.2.3 de la NSR-10, la capacidad admisible de diseño para la cimentación deberá ser el menor valor entre el esfuerzo límite de falla (Véase H.4.2.1, NSR-10), reducido por el factor de seguridad, y el que produzca asentamientos iguales a los máximos permitidos (Véase H.4.8, NSR-10).

10.1 ESTADOS LIMITES DE FALLA ANTE CARGA VERTICAL

El cálculo de la capacidad portante para condición de rotura se realizó considerando la resistencia del suelo y las recomendaciones de la Norma NSR-10.
La capacidad de carga de pilotes individuales para condiciones estáticas y cargas axiales de compresión se expresa según la ecuación.

$$Q_{ult} = Q_{pu} + Q_{su} - W$$

$$Q_{ult} = q_p A_p + A_s \sum_{i=1}^{n} q_{sui} - W$$

Donde:
Qult: Capacidad de carga de un pilote individual.
Qpu: Resistencia de punta del pilote.
Qsu: Resistencia de fricción (adherencia) del pilote.
qp: Resistencia unitaria de punta del pilote.
qsui: Resistencia unitaria de fricción del pilote i.
Ap: Área de la punta del pilote.
As: Área superficial o perimetral del fuste del pilote As =pΔL.
W: Peso del pilote.

a. Resistencia por fricción Qsu

En la siguiente ecuación se reescribe en la que se define la resistencia de fricción o adherencia Qsu, en el fuste del pilote.

$$Q_{su} = q_{sui} A \sum q_s p \Delta L_s$$

Donde:
pΔL: Área perimetral.
qs: Resistencia unitaria de fricción (adherencia) superficial a cualquier profundidad z.
p: Perímetro del pilote, para pilote cuadrado de longitud L, p=4L, para pilote circular de diámetro D, p=πD.
Δ: Longitud incremental del pilote sobre la cual p y qs se consideran constantes.
Para determinar resistencia unitaria de fricción del pilote qs, se utiliza la ecuación general la cual se particulariza para suelos cohesivos y para suelos granulares.
La fricción unitaria se puede determinar mediante la siguiente ecuación:

$$q_s = \sum (k \sigma'_v \tan \emptyset'_a)$$

Donde:
σv: Esfuerzo efectivo vertical a una profundidad z.
tan Øa: Ángulo de fricción entre el pilote y el suelo circundante (0,5 a 0,8).
k: Coeficiente de presión lateral.

b. Resistencia por punta Qpu

Para determinar la resistencia unitaria de punta del pilote Qp, se acepta la teoría de capacidad de carga y que se presenta a continuación:

$$R_b = \sigma_{efb} . N_q . A_b$$

Donde:
σv: Esfuerzo vertical efectivo en el suelo en la base del pilote.
Ab: Área transversal del pilote.
Nq: Factor de capacidad de carga.

c. Capacidad de carga admisible por estados límites de falla

La capacidad admisible total está dada por la capacidad por punta más la capacidad por fricción en suelo, menos el peso del pilote sobre un factor de seguridad de 3.0.

Adicionalmente se revisa que este valor sea menor a los valores de esfuerzos máximos admisibles sobre pilotes, de acuerdo la Norma Sismo Resistente Colombiana.

C.15.11.3 - ESFUERZOS AXIALES MAXIMOS - Los esfuerzos axiales máximos admisibles sobre el pilote, o sobre el fuste cuando se trate de pilotes acampanados en su base, son los siguientes:

(a) Esfuerzos de compresión causados por las cargas gravitacionales (no incluye efectos de hincado):

$$D + L \le 0.25 f'_c A_g \qquad \text{(C.15-2)}$$

$$1.4D + 1.7L \le 0.4 f'_c A_g \qquad \text{(C.15-3)}$$

(b) Esfuerzos de compresión causados por las cargas gravitacionales más los efectos sísmicos:

$$D + L + 0.7E \le 0.33 f'_c A_g \qquad \text{(C.15-4)}$$

$$1.05D + 1.28L + E \le 0.4 f'_c A_g \qquad \text{(C.15-5)}$$

(c) Esfuerzos de tracción causados por los efectos sísmicos, cuando hay levantamiento (en este caso el pilote debe armarse en toda su longitud, a menos que el estudio geotécnico defina una longitud menor):

$$-1.0D + E \le 0.9 f_y A_s \qquad \text{(C.15-6)}$$

Por lo anterior expuesto, las capacidades de carga admisible a compresión axial para pilotes, aplicables a los diseños finales de las cimentaciones, deben restringirse de acuerdo con la Normas Colombianas de Diseño y Construcción Sismo Resistente NSR -10.

Tabla 41. Capacidad de carga máxima por NSR-10 para pilote de 1.20 metros de diámetro.

Diámetro (m)	Área Transversal (m2)	Carga Máxima Axial 0,25*f'c*Ag (Ton)	
		21 MPa	28 MPa
1.20	1.13	594	792

A partir de lo anterior en los anexos se presentan las memorias de cálculo de los pilotes para los diferentes muros y estructuras proyectadas.

10.2 EFICIENCIA DE GRUPOS DE PILOTES

Teniendo en cuenta los espacios y las estructuras proyectadas es posible que la separación de pilotes o caissons sea menor a 5.0 veces el diámetro del pilote, razón por la cual es necesario establecer la eficiencia del grupo de pilotes, a continuación, se presenta el cálculo de la eficiencia.

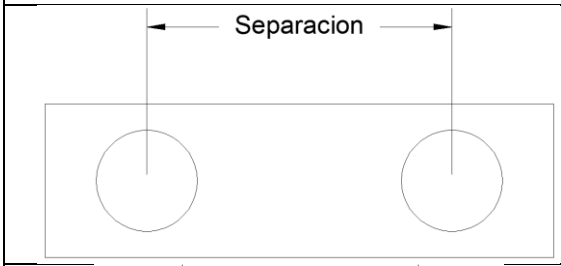
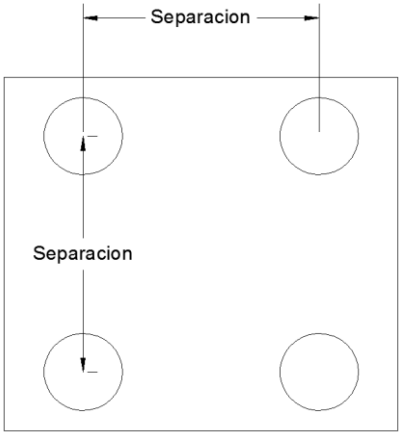
$$\eta_g = 1 - \psi \left[\frac{(n_x - 1)n_y + (n_y - 1)n_x}{90 n_x n_y} \right]$$

$$\psi = arctg \frac{d}{s}$$

Donde=

Ng - es la eficiencia del grupo de pilotes o caissons.
nx - número de pilotes o caissons en la dirección x.
ny - número de pilotes o caissons en la dirección y.
ψ - ángulo que tiene tangente, expresado en grados.
s - espaciamiento axial de pilotes o caissons.
d - diámetro de pilotes o caissons.

Tabla 42. Eficiencia del grupo de pilotes.

Configuración	Separación en función al Diámetro	
	2 veces el Diámetro	3 veces el Diámetro
	0.85	0.90
	0.70	0.80

Para separaciones menores a 3.0 veces el diámetro la eficiencia del grupo de pilotes varía entre 0.70 a 0.90. Para este diseño se tomó 0.80.

10.3 CÁLCULO DE ASENTAMIENTOS

El método semiempírico para calcular los asentamientos en pilotes o caissons individuales es el método propuesto por Vesic, el cual se ilustra mediante la ecuación.

$$S=S_s+S_{pp}+S_{ps}$$

Donde:
S: Asentamiento vertical total en la parte superior de un pilote o caisson.

Ss: Asentamiento debido a la deformación axial a lo largo del fuste del pilote o caisson.
Spp: Asentamiento en la base del pilote o caisson debido a la transferencia de carga en la punta del pilote o caisson.
Sps: Asentamiento en la base del pilote o caisson debido a la transferencia de carga a lo largo del pilote o caisson.
La deformación axial a lo largo del fuste del pilote o caisson está dada en la ecuación:

$$S_s=\left(Q_p+\alpha_s Q_s\right)\frac{L}{AE}$$

Donde:
Qp: Resistencia de punta del pilote o caisson para la carga de diseño para la cual está siendo calculado el asentamiento.
αs: Valor que depende de la distribución de la resistencia por fricción unitaria a lo largo del fuste.
Qs: Resistencia de fricción del pilote o caisson para la carga de diseño para la cual está siendo calculado el asentamiento.
L: Longitud del pilote o caisson.
A: Área de la sección transversal del pilote o caisson.
E: Módulo de elasticidad del material del pilote o caisson.

Según Vesic (1967), la magnitud de αs dependerá de la distribución de la resistencia por fricción superficial unitaria a lo largo del fuste, si la distribución de qs es uniforme o parabólica, entonces αs = 0.5, sin embargo, para una distribución triangular de qs, la magnitud de αs es aproximadamente de 0,67.

El asentamiento de un pilote o caisson ocasionado por la carga soportada en la punta del pilote o caisson puede ser expresado en forma similar a la de una fundación superficial.

$$S_{pp}=\frac{q_{wp}D}{E_s}(1-\mu_s{}^2)I_{wp}$$

Donde:
D= ancho o diámetro del pilote o caisson.
+q_wp= Carga puntual por unidad del área de la punta del pilote o caisson Q_p/A_p
μ_s= Coeficiente de poisson del suelo
I_wp= Factor de influencia (0.85)
El asentamiento de un pilote o caisson debido a la carga soportada por el mismo está dado por la siguiente ecuación:

$$S_{ps} = \frac{Q_{ws}D}{pLE_s}(1 - \mu_s{}^2)I_{ws}$$

Donde:
D= ancho o diámetro del pilote o caisson.
p= perímetro del pilote o caisson.
L= longitud embebida del pilote o caisson.
Es= Módulo de elasticidad del suelo.
μ_s= Coeficiente de poisson del suelo
I_ws= Factor de influencia, I_ws=2+0.35 √(L/D)

10.4 COEFICIENTE DE REACCIÓN DEL SUELO O MÓDULO DE BALASTO

El módulo de balasto es una magnitud asociada a la rigidez del terreno.
Se mide aplicando una carga vertical sobre una superficie y midiendo el asentamiento a partir de la carga aplicada.

$$K_b = \frac{F}{\delta * A}$$

Donde=
F es la fuerza vertical aplicada.
A el área de la superficie en contacto con el terreno donde se está aplicando la fuerza.
Δ es el asentamiento calculado a partir de la carga aplicada.

11 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

El análisis de las características geológicas y geotécnicas del área en estudio permitió determinar que se identifican suelos de características similares, permitiendo caracterizar los materiales para la definición de los parámetros geotécnicos y poder establecer un comportamiento similar para las diferentes obras proyectadas. El análisis determino que no existen limitaciones importantes que pueden afectar la estabilidad de las estructuras proyectadas, sin embargo, se hace necesario por la topografía e implantación de las estructuras contemplar cimientos profundos tipo pilote

Teniendo en cuenta los espesores de suelo identificados el perfil recomendado para diseño sísmico es C.

11.1 RECOMENDACIÓN PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LOS MUROS ANCLADOS

Se recomienda construir muros anclados en concreto reforzado anclado, con anclajes pretensionados de mínimo 30 Ton, ángulo de inclinación con respecto a la horizontal es de 15°, longitud de bulbo de 13.0 metros. Los anclajes están compuestos por tres (3) torones de 0.5” tensados a una carga de 30 toneladas/ancla.

- Excavar a una altura igual al nivel de la primera fila de anclajes más la altura de la máquina en banquetas de máximo la separación horizontal de los anclajes y la altura de operación de los equipos. En ningún momento debe haber una excavación para más de dos anclajes contiguos. Si se requiere se puede trabajar en varios frentes siempre y cuando se mantengan contrafuertes del suelo entre banquetas de 4.0 metros de ancho.

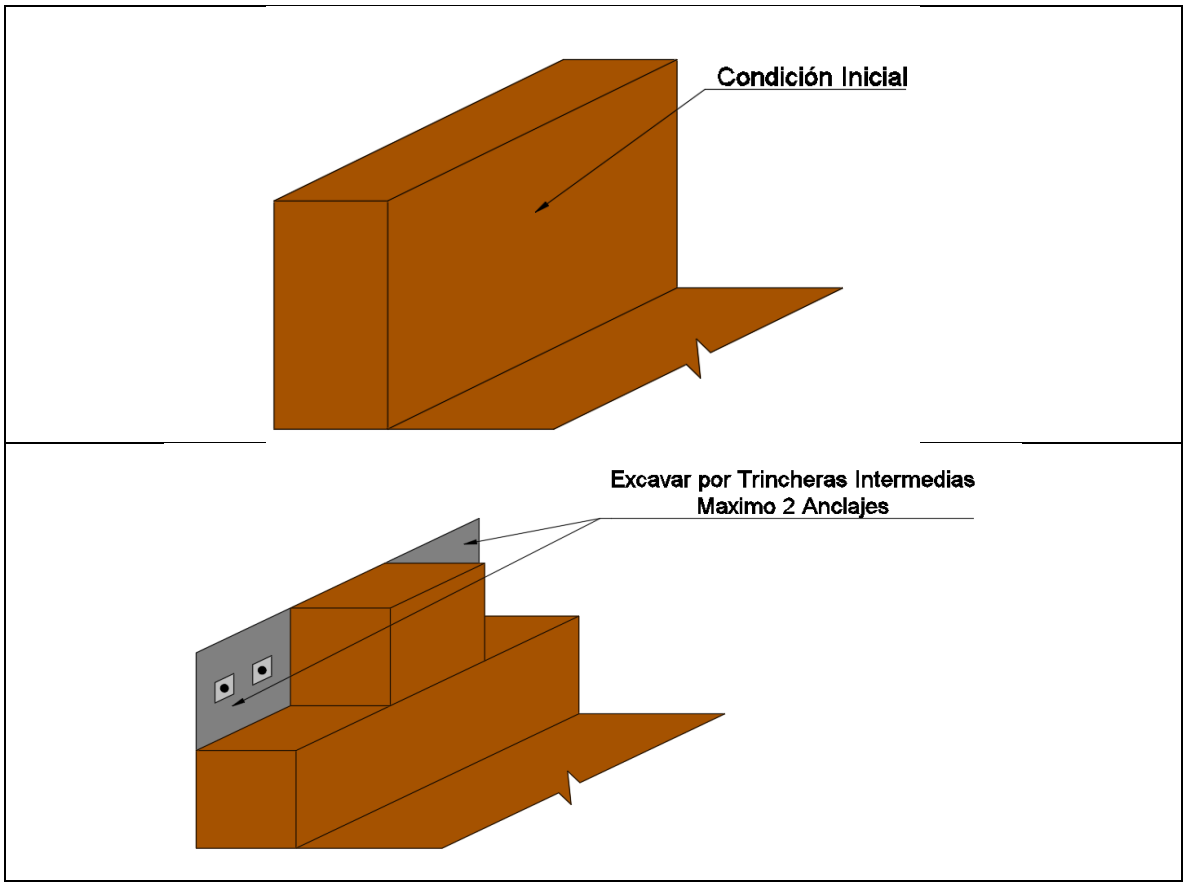
- Perforar para los anclajes en cada etapa.

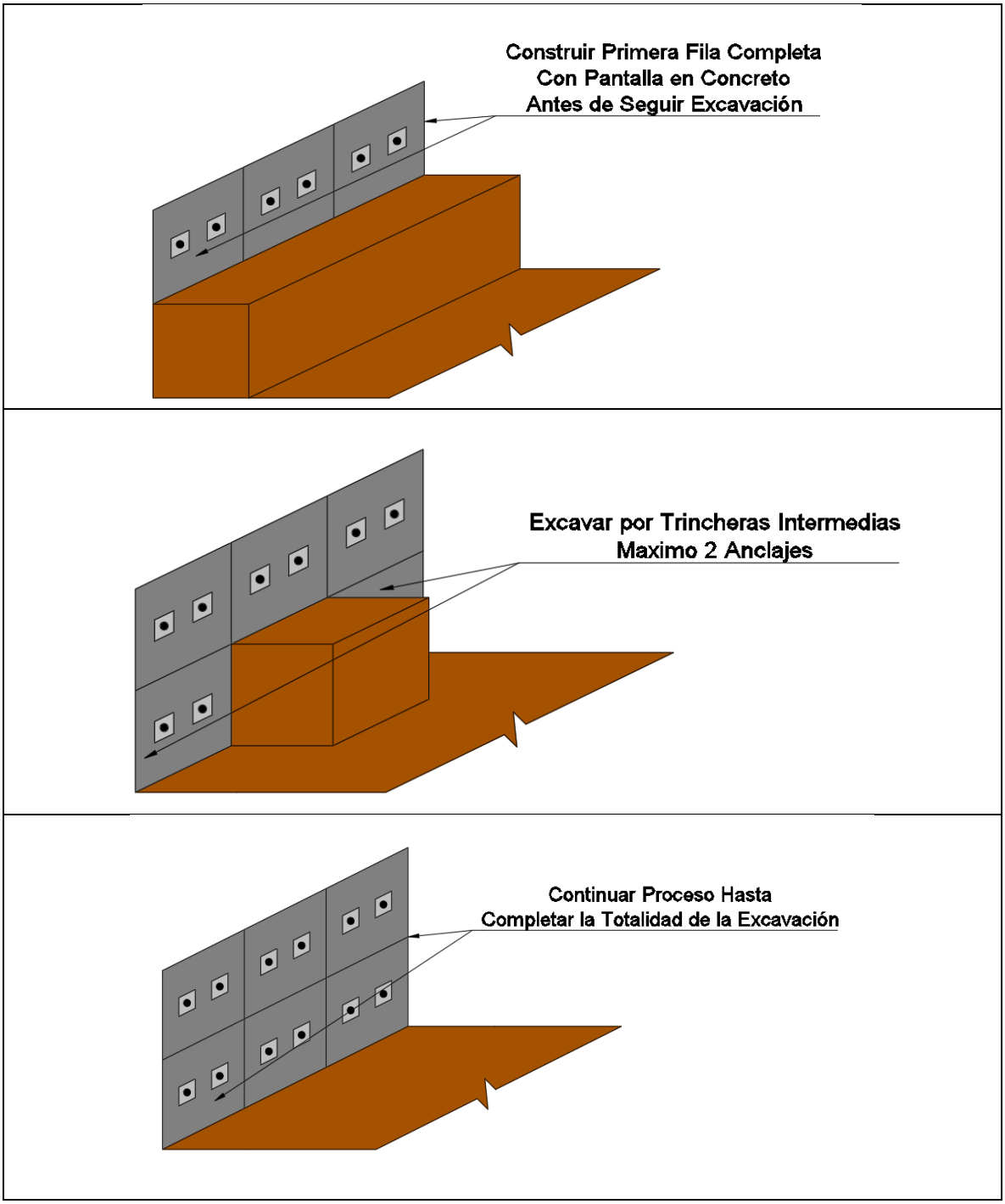
- Colocar los cables de acero e inyectar la lechada de cemento.

- Fundir la pantalla correspondiente a la etapa excavada dejando los respectivos traslapos para la continuación de las siguientes etapas.

- Tensionar los anclajes hasta el 50% de la carga de diseño. Una vez se termine la totalidad de las anclas para un mismo nivel se procede a tensionar las anclas hasta el 100% de la carga de diseño.

- Excavar hasta la profundidad correspondiente para instalar el siguiente nivel de anclajes.
- Construir la pantalla y los siguientes niveles de anclajes repitiendo los anteriores pasos.
- Construir la cimentación.




Construir Primera Fila Completa
Con Pantalla en Concreto
Antes de Seguir Excavación
Excavar por Trincheras Intermedias
Maximo 2 Anclajes
Continuar Proceso Hasta
Completar la Totalidad de la Excavación

11.2 RECOMENDACIONES PARA LA CIMENTACIÓN DE LOS MUROS SOBRE PILOTES

Con base en la exploración de campo realizada y teniendo en cuenta la implantación de la vía en la topografía se hace necesario la construcción de dos muros de contención cimentados sobre pilotes.

De acuerdo con las cargas de servicio y a las características del subsuelo encontradas en las exploraciones de campo como alternativa de cimentación, se recomienda cimentar por medio de pilotes prebarreados y/o pilas teniendo en cuenta las siguientes tablas, en donde se presenta la capacidad de carga para cada estado limite analizado y teniendo en cuenta la eficiencia de grupo de pilotes igual a 0.8.

A continuación, se presenta la capacidad de carga a compresión para los diferentes muros y estructuras afectados por la eficiencia por grupo de pilotes y la capacidad a tracción de los pilotes (Levan).

Tabla 43. Capacidad de Carga a Compresión y a Tracción. Para pilotes de 1.20 metros de diámetro y 10.0 metros de profundidad para el muro de la PTAR.

Inicio	Fin	Separación (m)	Compresión (Ton)	Tracción (Ton)	Kv (Ton/m3)	Asentamiento (mm)
0.00	10.00	4.8	126.0	36.0	5139	27.002

Tabla 44. Capacidad de Carga a Compresión y a Tracción. Para pilotes de 1.20 metros de diámetro y 18.0 metros de profundidad para el muro de la Plazoleta.

Inicio	Fin	Separación (m)	Compresión (Ton)	Tracción (Ton)	Kv (Ton/m3)	Asentamiento (mm)
0.00	18.00	4.5	253.0	67.0	33078	8.43

Tabla 45. Capacidad de Carga a Compresión y a Tracción. Para pilotes de 1.20 metros de diámetro y 18.0 metros de profundidad para el muro de la Vía Interna.

Inicio	Fin	Separación (m)	Compresión (Ton)	Tracción (Ton)	Kv (Ton/m3)	Asentamiento (mm)
0.00	18.00	3.6	253.0	67.0	33078	8.43

Tabla 46. Capacidad de Carga a Compresión y a Tracción. Para pilotes de 1.20 metros de diámetro y 20.0 metros de profundidad para el muro del Parqueadero.

Inicio	Fin	Separación (m)	Compresión (Ton)	Tracción (Ton)	Kv (Ton/m3)	Asentamiento (mm)
0.00	20.00	3.6	281.0	75.0	30206	10.26

Tabla 47. Capacidad de Carga a Compresión y a Tracción. Para pilotes de 1.20 metros de diámetro y 14.0 metros de profundidad para las estructuras proyectadas.

Inicio	Fin	Separación (m)	Compresión (Ton)	Tracción (Ton)	Kv (Ton/m3)	Asentamiento (mm)
0.00	14.00	Depende del Diseño estructural	151.0	50.0	5030	33.09

Adicionalmente se presenta los módulos de reacción horizontal para cada pilote:

Tabla 48. Módulo de reacción horizontal. Para pilotes de 1.20 metros de diámetro y 10.0 metros de profundidad para el muro de la PTAR.

Profundidad (m)		Diámetro de Pilote (m)
		1.20
		k_h
Inicio	Fin	(Ton/m^3)
0.00	1.00	183
1.00	2.00	367
2.00	3.00	550
3.00	4.00	658
4.00	5.00	767
5.00	6.00	875
6.00	7.00	1767
7.00	8.00	2658
8.00	9.00	3550
9.00	10.00	4442

Tabla 49. Módulo de reacción horizontal. Para pilotes de 1.20 metros de diámetro y 18.0 metros de profundidad para el muro de la Vía Interna y Plazoleta.

Profundidad (m)		Diámetro de Pilote (m)
		1.20
		k_h
Inicio	Fin	(Ton/m^3)
0.00	1.00	183
1.00	2.00	367
2.00	3.00	550
3.00	4.00	658
4.00	5.00	767

Profundidad (m)		Diámetro de Pilote (m)
		1.20
		k_h
5.00	6.00	875
6.00	7.00	1767
7.00	8.00	2658
8.00	9.00	3550
9.00	10.00	4442
10.00	11.00	5333
11.00	12.00	6225
12.00	13.00	7117
13.00	14.00	8008
14.00	15.00	22022
15.00	16.00	22022
16.00	17.00	22022
17.00	18.00	22022

Tabla 50. Módulo de reacción horizontal. Para pilotes de 1.20 metros de diámetro y 20.0 metros de profundidad para el muro del Parqueadero.

Profundidad (m)		Diámetro de Pilote (m)
		1.20
		k_h
Inicio	**Fin**	**(Ton/m³)**
0.00	1.00	183
1.00	2.00	367
2.00	3.00	550
3.00	4.00	658
4.00	5.00	767
5.00	6.00	875
6.00	7.00	983
7.00	8.00	1092
8.00	9.00	1200
9.00	10.00	2092
10.00	11.00	2983
11.00	12.00	3875
12.00	13.00	4767
13.00	14.00	5658
14.00	15.00	6550

Profundidad (m)		Diámetro de Pilote (m)
		1.20
		k_h
15.00	16.00	22022
16.00	17.00	22022
17.00	18.00	22022
18.00	19.00	22022
19.00	20.00	22022

Tabla 51. Módulo de reacción horizontal. Para pilotes de 1.20 metros de diámetro y 14.0 metros de profundidad para las estructuras proyectadas.

Profundidad (m)		Diámetro de Pilote (m)
		1.20
		k_h
Inicio	Fin	(Ton/m³)
0.00	1.00	183
1.00	2.00	367
2.00	3.00	550
3.00	4.00	733
4.00	5.00	917
5.00	6.00	1100
6.00	7.00	1283
7.00	8.00	1467
8.00	9.00	1575
9.00	10.00	1683
10.00	11.00	1792
11.00	12.00	2683
12.00	13.00	3575
13.00	14.00	4467

11.2.1 Capacidad portante cimentación superficial

Para el diseño a la profundidad de suelo superficial se recomienda una presión admisible de trabajo de hasta 4.6 Ton/m^2.

11.2.2 Coeficiente de presión de tierras

Para el diseño de los muros de contención se deben contemplar los siguientes coeficientes de presión de tierras recomendados:

Ka = (tan (45 - Ø/2))^2 Kp = (tan (45+ Ø/2))^2 K_0 = 1 – sen Ø

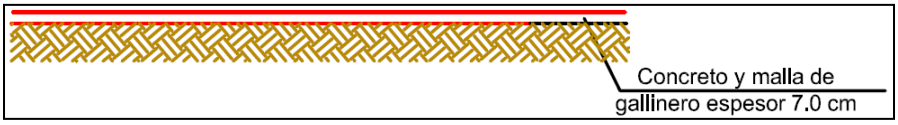
- Angulo de fricción: 32°
- Ka = 0.307
- Kp = 3.255
- K_0 = 0.470

11.3 PROCEDIMIENTO PARA LA EXCAVACIÓN MANUAL DE LAS PILAS Y/O CAISSON

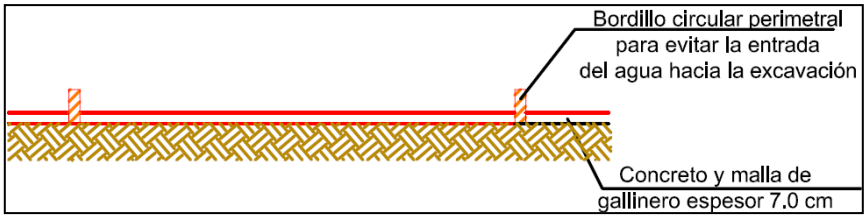
De acuerdo con las características de los suelos encontrados, las cargas proyectadas y los asentamientos teóricos esperados, se recomienda cimentar las estructuras apoyadas directamente sobre el suelo competente.

A continuación, se presenta un procedimiento para la construcción de las pilas:

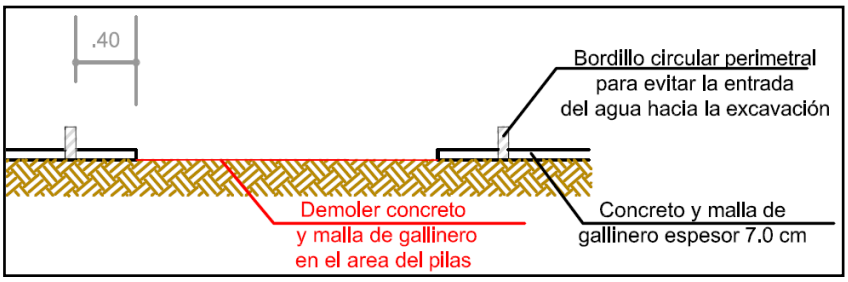
1. Realizar la excavación hasta el nivel localizado debajo de la cimentación.
2. Fundir la capa de concreto de 7.0 centímetros de espesor y la malla de gallinero para la conformación del piso de trabajo.



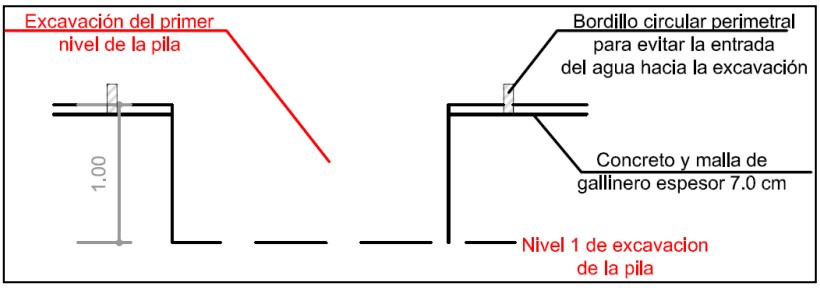
3. Construir los bordillos circulares perimetrales a las pilas proyectados para el manejo de aguas de escorrentía.



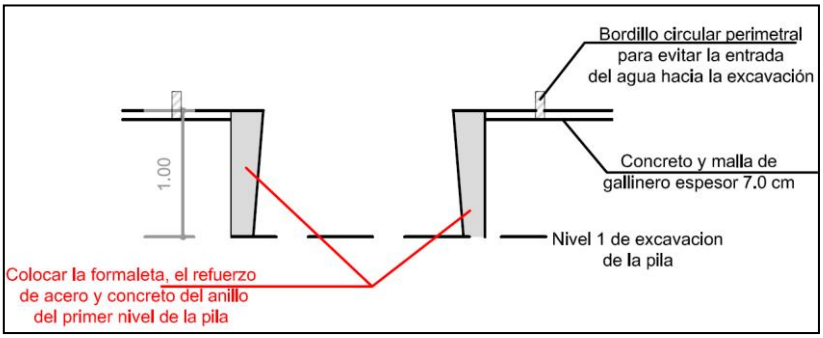
4. Demoler el concreto y malla de gallinero de la pila a excavar.



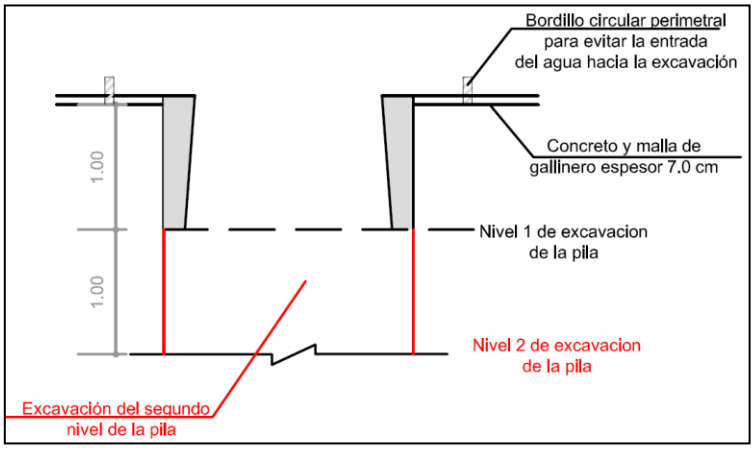
5. Realizar la excavación manual correspondiente al primer nivel de la pila.



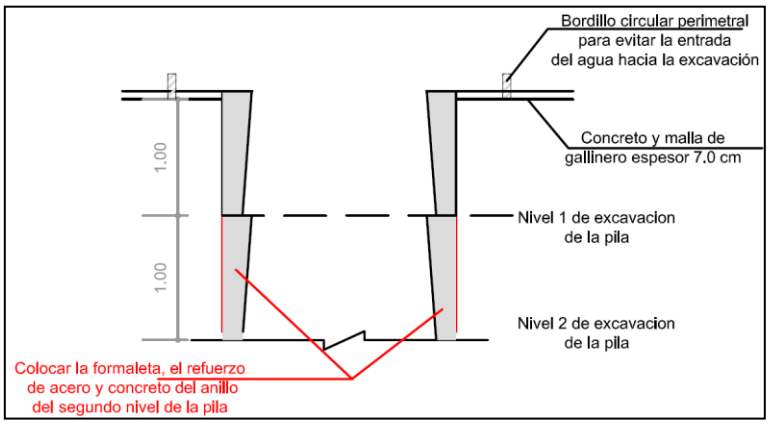
6. Colocar la formaleta, el refuerzo y concreto del anillo del primer nivel de la pila. La forma del anillo es en forma de cuña, como se indica en el esquema.



7. Realizar la excavación del segundo nivel de la pila.



8. Colocar la formaleta, el refuerzo y concreto del anillo del segundo nivel de la pila. La forma del anillo es en cuña, como se indica en el esquema.



9. Se repiten los pasos del 5 al 8 hasta llegar al nivel inferior de la pila, de acuerdo con el diseño.

11.4 MANEJO DE EXCAVACIONES

Se recomienda realizar las excavaciones para la construcción de las obras proyectadas mediante talud 0.50H:1.0V en todo el perímetro de la excavación siguiendo las siguientes recomendaciones:

- Realizar inicialmente la excavación por medio de taludes para garantizar la estabilidad de la excavación durante el proceso constructivo.

- Durante el proceso de excavación, se debe monitorear mediante control, topográfico, las coronas de los taludes de las excavaciones para detectar potenciales zonas susceptibles a derrumbes y tomar las medidas de protección necesarias.
- Se recomienda que, durante el proceso de construcción, se debe hacer un seguimiento por parte de una persona idónea, para verificar la presencia o continuidad de los rellenos y aprobar los horizontes adecuados de cimentación.

11.5 RECOMENDACIONES GENERALES

- Se recomienda construir las obras proyectadas en temporadas de verano, con el fin de evitar problemas de estabilidad al momento de realizar los cortes proyectados.
- Se recomienda suspender los trabajos en caso de presentarse lluvias, sin embargo, esto queda a criterio del personal de Seguridad y Salud en el Trabajo y de acuerdo con las especificaciones de calidad de cada una de las actividades que se encuentren ejecutando en el momento de presentarse lluvias.
- Se recomienda colocar un sistema de monitoreo permanente durante la construcción de las estructuras de estabilidad, para chequear cualquier tipo de desplazamiento.
- El óptimo comportamiento de las estructuras de estabilidad diseñadas depende del procedimiento constructivo y del seguimiento riguroso del mismo. Es muy importante que el diseñador realice el acompañamiento durante la construcción.
- No dejar las excavaciones expuestas a las infiltraciones de agua.
- La tolerancia máxima permitida de verticalidad de los cimientos profundos no debe exceder más del 2% de su longitud.
- De igual forma se evitará la exposición prolongada de las excavaciones, a intemperismos, para lo cual se recomienda programar las excavaciones de tal forma que transcurra el menor tiempo posible entre su ejecución y terminación.
- En ninguna circunstancia se debe cimentar las estructuras sobre relleno, la cimentación se debe profundizar y alcanzar el nivel de suelo competente.
- Durante la construcción de los cimientos se debe contar con la supervisión de un ingeniero geotecnista, de tal manera que verifique si los materiales de

cimentación en cada sector corresponden a los encontrados en el estudio geotécnico.

- Se deberá consultar con el Ingeniero Geotecnista, cualquier cambio que se realice al proyecto.
- Realizar mantenimiento y limpieza de los canales para prevenir obstrucciones y que estos se rebosen, generando focos de erosión.
- Control de resistencia de la lechada de cemento utilizada de acuerdo con especificación INVIAS.

11.6 LIMITACIONES

Las recomendaciones dadas en este informe corresponden al resultado de la evaluación de las muestras y condiciones del subsuelo obtenidas de acuerdo con la Ingeniería de suelos. Pueden existir condiciones del subsuelo no encontradas en las perforaciones realizadas, sin embargo, se considera que el alcance de los trabajos de campo es adecuado para definir los parámetros y características de los suelos en el área de proyecto. Si durante las etapas de diseño y construcción se encuentran condiciones del subsuelo diferentes a las descritas como típicas en este informe se dará aviso oportuno para complementar la información: conclusiones y recomendaciones.

12 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICA

- Álvaro J. González G., Estimativos de parámetros efectivos de resistencia con el spt, (1999).

- Análisis granulométrico de los agregados grueso y fino, INV E – 213 – 13.

- Asociación Colombiana de Ingeniería sísmica. Manual de construcción, evaluación y rehabilitación sismo resistente de viviendas en mampostería. Ministerio de vivienda, ciudad y territorio. Norma sismo resistente de 2010 NSR-10, (2010).

- Braja M., Das. Fundamentos de ingeniería geotécnica, (2001). 1a. Ed. México: International Thomson.

- Clasificación de suelos para propósitos de ingeniería (sistema unificado de clasificación de suelos, SUCS), ASTM D 2487 – 93.

- Determinación en el laboratorio del contenido de agua (humedad) de muestras de suelo, roca y mezclas de suelo – agregado, INV E – 122 – 13.

- Ensayo de corte directo en condición consolidada drenada (CD), INV E – 154 – 13.

- Hernández del Pozo, J. C., & Ocete Ruiz, I, Propuesta de correlación entre propiedades geotécnicas de materiales de edad triásica en las cordilleras béticas (andalucía, españa). Universidad de Granada.

- J. E. Bowles, Foundation Analysis and Design, (1988).

- Límite plástico e índice de plasticidad de los suelos, INV E – 126 – 13.

- Manual de diseño de cimentaciones superficiales y profundas para carreteras, INVIAS, (2012).

- Método de prueba estándar para la densidad del suelo en el lugar mediante el método del cilindro impulsor, ASTM D 2937-00.

- Meyerhof, Ecuación general de la capacidad de carga, (1993).
- Ministerio de Transporte, Guía de cimentaciones en obras de carretera. editorial del ministerio de transporte, (2019).
- Norma Colombiana de Diseño de Puentes – LRFD – CCP – 14, (2014).
- Reese, S., & O'Neill, M. Método para la identificación de suelos potencialmente expansivos, (1988).
- Terraplenes, Articulo 220 – 22, INVIAS.

ANEXO 1. REGISTRO DE PERFORACIÓN CLUB NÁUTICO TOPOCORO

INFORME GEOTECNICO CENTRO NAUTICO TOPOCORO MUNICIPIO DE GIRON DEPARTAMENTO DE SANTANDER

REGISTRO PARA PERFORACIÓN MECÁNICA

INGENIERÍA & SUELOS s.a.s.

Sondeo No.: 1
Localización (Abscisa):
Coordenadas
Latitud/Longitud 1266514.1998N/ 1078244.8364E
Cota (m):

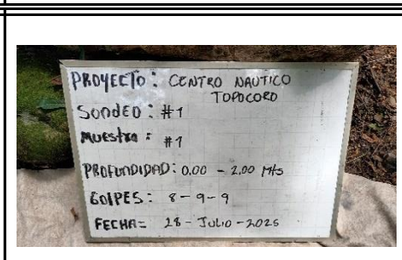
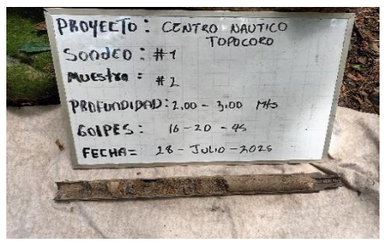
Fecha inicio perforación : - 4- Febrero - 2026
Subcontratista: Ingenieria y Suelos S.A.S.
Profundidad total (m): 4
Peso Martillo (lb): 140
Equipo utilizado: XY

Fecha fin perforación : 4 feb-26
Operario: Marlon Esparza

Hoja 1 **de** 2

Nivel Freático (m)

Día	Hora	Prof.	Día	Prof.	Día	Hora	Prof.

Prof. (m)	USCS	Muestra No.	Muestra Tipo	SPT (golpes)	Recobro (cm)		Descripción	Límites Atterberg w (%)	LL (%)	LP (%)	Gradación (%) G	A	F	ϕ (°)	COHESIÓN (Kg/m²)	qu (gr/cm2)	Registro fotográfico
0.00	ML	1	SS	2 3 3	6		Depósito coluvial antiguo, plásticos y con ausencia de estructuras diagenéticas compuesto por limo color gris										
				4 5 5	10												
1.50				6 7 6	13			14.4	24	20.3	2.8	45.6	51.5				
	CL-ML	2	SS	8 9 9	18		Depósito coluvial antiguo, plásticos y con ausencia de estructuras diagenéticas compuesto por limo arcillosos, color gris										
				10 14 15	29												
3.00				16 20 45	65			13.9	23.8	18.2	3.8	22.6	73.6				
	CL-ML	3	SS	30 27 31	58		suelo residual compuesto por limo arcilloso, color amarillo, presentan tonos entremezclado de ocre claro hacia gris blancuzco interpretado como transición de roca altamente meteorizada										
				33 42 45	87												
4.00								13.1	24.2	18.2	3.4	30	66.6	24.0	1434.3	0.5741	

Muestra: SS: Cuchara Partida SH: Shelby BLQ: Bloque NCL: Núcleo BLS: Bolsa

ROCA R. MUY FRACTURADA CONGLOMERAD

RELLENO RESIDUAL COLUVIAL

V.B SUPERVISOR DE CAMPO:

INFORME GEOTECNICO CENTRO NAUTICO TOPOCORO MUNICIPIO DE GIRON DEPARTAMENTO DE SANTANDER

REGISTRO PARA PERFORACIÓN MECÁNICA

INGENIERÍA & SUELOS s.a.s.

Sondeo No.:	1	**Fecha inicio perforación :**	- 4- febrero - 2026	**Fecha fin perforac**	4-feb-26
Localización (Abscisa):		**Subcontratista:**	Ingenieria y Suelos S.A.S.	**Operario:**	Marlon Esparza
Coordenadas		**Profundidad total (m):**	4		
Latitud/Longitud	1266514.1998N/ 1078244.8364E	**Peso Martillo (lb):**	140		
Cota (m):		**Equipo utilizado:**	XY		

Hoja 2 **de** 2

Nivel Freático (m)

Día	Hora	Prof.	Día	Día	Hora	Prof.

Prof. (m)	USCS	Muestra No.	Muestra Tipo	SPT (golpes)	Recobro (cm)		Descripción	Límites Atterberg w (%)	LL (%)	LP (%)	RQD %	Gradación (%) G	A	F	ϕ (°)	Densidad humeda (gr/cm	Registro fotográfico









Muestra: SS: Cuchara Partida SH: Shelby BLQ: Bloque NCL: Núcleo BLS: Bolsa

ROCA | R. MUY FRACTURADA | CONGLOMERADO

RELLENO | RESIDUAL | COLUVIAL

V.B
SUPERVISOR DE _____

INFORME GEOTECNICO CENTRO NAUTICO TOPOCORO MUNICIPIO DE GIRON DEPARTAMENTO DE SANTANDER

REGISTRO PARA PERFORACIÓN MECÁNICA

INGENIERÍA & SUELOS s.a.s.

Sondeo No.: 2
Localización (Abscisa):
Coordenadas
Latitud/Longitud 1266487.4811N/1078240.0704E
Cota (m):

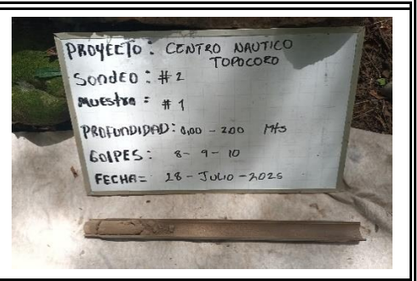
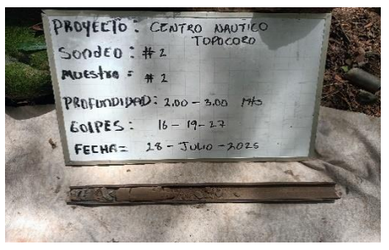
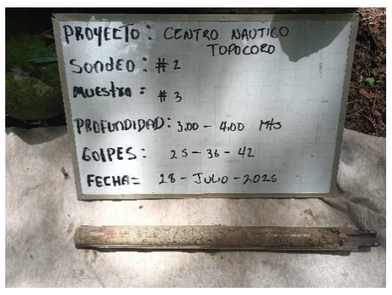
Fecha inicio perforación : - 4- febrero - 2026
Subcontratista: Ingenieria y Suelos S.A.S.
Profundidad total (m): 4
Peso Martillo (lb): 140
Equipo utilizado: XY

Fecha fin perforación : 4-feb-26
Operario: Marlon Esparza

Hoja 1 **de** 2

Nivel Freático (m)

Día	Hora	Prof.	Día	Prof.	Día	Hora	Prof.

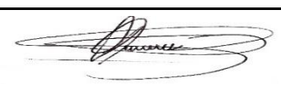
Prof. (m)	USCS	Muestra No.	Muestra Tipo	SPT (golpes)	Recobro (cm)		Descripción	Límites Atterberg w (%)	LL (%)	LP (%)	Gradación (%) G	A	F	ϕ (°)	COHESIÓN (Kg/m²)	qu (gr/cm2)	Registro fotográfico
0.00	CL-ML	1	SS	1 3 2	5		Depósito coluvial antiguo, materiales poco permeables, plásticos compuesto por limo arcilloso, presentan tonos entremezclados café a ocres con evidencias de aureolas de oxidación grisáceos	15.2	23.8	21	2.1	36.3	61.6				
				4 6 8	14												
1.50				7 7 7	14												
	ML	2	SS	8 9 10	19		Depósito coluvial antiguo compuesto por limo arcilloso,materiales poco permeables, plásticos y con ausencia de estructuras diagenéticas color café oscuro	14.1	27.1	22.2	3.7	45.7	50.6	23.2	1662.1		
				9 9 13	22												
3.00				16 19 27	46												
	CL-ML	3	SS	24 21 27	48		suelo residual compuesto por limo arcilloso, color amarillo, presentan tonos entremezclado de ocre claro hacia gris blancuzco interpretado como transición de roca altamente meteorizada	15.4	30.1	23.3	2.9	46.6	50.5				
4.50				25 36 42	78												

Muestra: SS: Cuchara Partida SH: Shelby BLQ: Bloque NCL: Núcleo BLS: Bolsa

ROCA R. MUY FRACTURADA CONGLOMERAD

RELLENO RESIDUAL COLUVIAL

V.B SUPERVISOR DE CAMPO:



INFORME GEOTECNICO CENTRO NAUTICO TOPOCORO MUNICIPIO DE GIRON DEPARTAMENTO DE SANTANDER

REGISTRO PARA PERFORACIÓN MECÁNICA

INGENIERÍA & SUELOS s.a.s.

Sondeo No.:	2	**Fecha inicio perforación :**	- 4- febrero - 2026	**Fecha fin perforac**	4-feb-26
Localización (Abscisa):		**Subcontratista:**	Ingenieria y Suelos S.A.S.	**Operario:**	Marlon Esparza
Coordenadas		**Profundidad total (m):**	4		
Latitud/Longitud	1266487.4811N/1078240.0704E	**Peso Martillo (lb):**	140		
Cota (m):		**Equipo utilizado:**	XY		

Hoja 2 **de** 2

Nivel Freático (m)

Día	Hora	Prof.	Día	Día	Hora	Prof.

Prof. (m)	USCS	Muestra No.	Muestra Tipo	SPT (golpes)	Recobro (cm)		Descripción	Límites Atterberg w (%)	LL (%)	LP (%)	RQD %	Gradación (%) G	A	F	ϕ (°)	Densidad humeda (gr/cm	Registro fotográfico









Muestra: SS: Cuchara Partida SH: Shelby BLQ: Bloque NCL: Núcleo BLS: Bolsa

ROCA | R. MUY FRACTURADA | CONGLOMERADO

RELLENO | RESIDUAL | COLUVIAL

V.B
SUPERVISOR DE _____

INFORME GEOTECNICO CENTRO NAUTICO TOPOCORO MUNICIPIO DE GIRON DEPARTAMENTO DE SANTANDER

REGISTRO PARA PERFORACIÓN MECÁNICA

INGENIERÍA & SUELOS s.a.s.

Sondeo No.: 3 | **Fecha inicio perforación :** - 4- febrero - 2026 | **Fecha fin perforación :** 4-feb-26

Localización (Abscisa): | **Subcontratista:** Ingenieria y Suelos S.A.S. | **Operario:** Marlon Esparza

Coordenadas

Latitud/Longitud 1266452.2882N/1078213.3110E | **Profundidad total (m):** 4

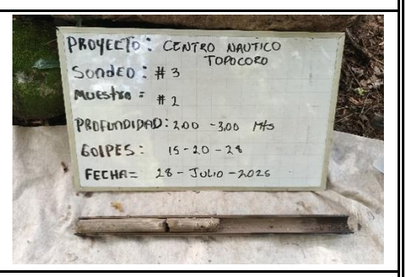
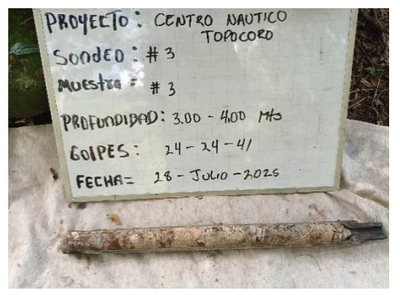
Cota (m): | **Peso Martillo (lb):** 140

Equipo utilizado: XY

Hoja 1 **de** 2

Nivel Freático (m)

Día	Hora	Prof.	Día	Prof.	Día	Hora	Prof.

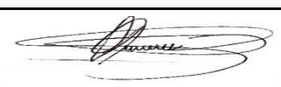
Prof. (m)	USCS	Muestra No.	Muestra Tipo	SPT (golpes)	Recobro (cm)		Descripción	Límites Atterberg w (%)	LL (%)	LP (%)	Gradación (%) G	A	F	ϕ (°)	COHESIÓN (Kg/m²)	qu (gr/cm2)	Registro fotográfico
0.00	ML	1	SS	6 5 7	12		Depósito coluvial antiguo, materiales compuesto por limo poco permeables, plásticos y con ausencia de estructuras diagenéticas color café y gris.										
				7 9 11	20												
1.50				10 13 13	26			13.5	30.9	23.8	1.7	33.8	64.5				
	ML	2	SS	15 11 11	22		Depósito coluvial antiguo, materiales compuesto por limo poco permeables, plásticos, presentan tonos gris blancuzco a ocre.										
				17 35 13	48												
3.00				15 20 28	48			14	22.2	18	3.1	24.3	72.6	25.4	1771.3		
	ML	3	SS	30 30 32	62		suelo residual compuesto por limo, color amarillo, presentan tonos entremezclado de ocre claro hacia gris blancuzco interpretado como transición de roca altamente meteorizada										
4.00				24 24 41	65			14.7	24	20.3	0.8	34.1	65.1				

Muestra: SS: Cuchara Partida | SH: Shelby | BLQ: Bloque | NCL: Núcleo | BLS: Bolsa

ROCA | R. MUY FRACTURADA | CONGLOMERAD

RELLENO | RESIDUAL | COLUVIAL

V.B SUPERVISOR DE CAMPO:



INFORME GEOTECNICO CENTRO NAUTICO TOPOCORO MUNICIPIO DE GIRON DEPARTAMENTO DE SANTANDER

REGISTRO PARA PERFORACIÓN MECÁNICA

INGENIERÍA & SUELOS s.a.s.

Sondeo No.:	**3**	**Fecha inicio perforación :**	**- 4- febrero - 2026**	**Fecha fin perforac**	4-feb-26
Localización (Abscisa):		**Subcontratista:**	**Ingenieria y Suelos S.A.S.**	**Operario:**	Marlon Esparza
Coordenadas		**Profundidad total (m):**	**4**		
Latitud/Longitud	**1266452.2882N/1078213.3110E**	**Peso Martillo (lb):**	**140**		
Cota (m):		**Equipo utilizado:**	**XY**		

Hoja 2 **de** 2

Nivel Freático (m)

Día	Hora	Prof.	Día	Día	Hora	Prof.

Prof. (m)	USCS	Muestra No.	Muestra Tipo	SPT (golpes)	Recobro (cm)		Descripción	Límites Atterberg w (%)	LL (%)	LP (%)	RQD %	Gradación (%) G	A	F	ϕ (°)	Densidad humeda (gr/cm	Registro fotográfico









Muestra: SS: Cuchara Partida SH: Shelby BLQ: Bloque NCL: Núcleo BLS: Bolsa

ROCA | R. MUY FRACTURADA | CONGLOMERADO

RELLENO | RESIDUAL | COLUVIAL

V.B
SUPERVISOR DE _____

INFORME GEOTECNICO CENTRO NAUTICO TOPOCORO MUNICIPIO DE GIRON DEPARTAMENTO DE SANTANDER

REGISTRO PARA PERFORACIÓN MECÁNICA

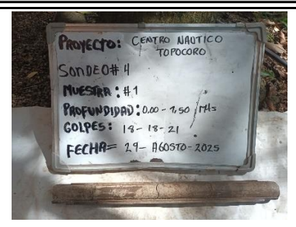
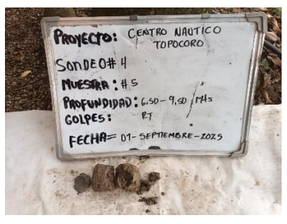
INGENIERÍA & SUELOS s.a.s.

Sondeo No.: 4 | **Fecha inicio perforación :** - 5- feb - 2026 | **Fecha fin perforación :** 7-feb-26
Localización (Abscisa): | **Subcontratista:** Ingenieria y Suelos S.A.S. | **Operario:** Marlon Esparza
Coordenadas | **Profundidad total (m):** 15
Latitud/Longitud 1266458.331N/1078272.313E | **Peso Martillo (lb):** 140
Cota (m): | **Equipo utilizado:** XY

Hoja 1 **de** 2

Nivel Freático (m)

Día	Hora	Prof.	Día	Prof.	Día	Hora	Prof.

Prof. (m)	USCS	Muestra No.	Muestra Tipo	SPT (golpes)	Recobro (cm)		Descripción	Límites Atterberg w (%)	LL (%)	LP (%)	Gradación (%) G	A	F	ϕ (°)	COHESIÓN (Kg/m²)	qu (gr/cm2)	Registro fotográfico
0.00	ML	1	SS	8 13 17	30		Depósito coluvial antiguo, materiales poco permeables, plásticos y con ausencia de estructuras diagenéticas.Material matriz soportado con bajo contenido de gravas dispuestas caóticamente, presentan tonos entremezclados café.	14.1	27.1	22.2	2.1	42.3	2.1				
				16 16 18	34												
1.50				18 18 21	39												
	CL-ML	2	SS	17 18 15	33		Depósito coluvial antiguo compuesto por limo, materiales poco permeables, plásticos color café, con ausencia de estructuras diagenéticas.										
				23 21 19	40			12.4	22.7	20.5	1.6	44.5	53.9				
3.00				20 22 33	55												
		3	NQ	RT RT RT			matriz soportado con ausencia de contenido de gravas, presentan tonos grises a cafe oscuro interpretado como transición de roca altamente meteorizada.										
				RT RT RT													
				RT RT RT													
6.00	ML	4	SS	28 41 52	93		Depósito coluvial antiguo compuesto por limo, materiales poco permeables, plásticos color café, con ausencia de estructuras diagenéticas.										
6.50																	
		5	NQ	RT RT RT			matriz soportado con ausencia de contenido de gravas, presentan tonos grises a cafe oscuro interpretado como transición de roca altamente meteorizada.										
				RT RT RT													
9.50				RT RT RT													
	ML	6		26 39 48	87		Depósito coluvial antiguo compuesto por limo, materiales poco permeables, plásticos color café, con ausencia de estructuras diagenéticas.	12.5	24.9	21.7	1.9	34.1	64			
10.00		7		RT RT RT													
				RT RT RT													
				RT RT RT													
12.50		8	NQ				Suelo residual con ausencia de contenido de gravas, presentan tonos grises a cafe oscuro interpretado como transición de roca altamente meteorizada.										
				RT RT RT													
				RT RT RT													
15.00				RT RT RT													

Muestra: SS: Cuchara Partida | SH: Shelby | BLQ: Bloque | NCL: Núcleo | BLS: Bolsa

ROCA | R. MUY FRACTURADA | CONGLOMERAD
RELLENO | RESIDUAL | COLUVIAL

V.B SUPERVISOR DE CAMPO:

INFORME GEOTECNICO CENTRO NAUTICO TOPOCORO MUNICIPIO DE GIRON DEPARTAMENTO DE SANTANDER

REGISTRO PARA PERFORACIÓN MECÁNICA

INGENIERÍA & SUELOS s.a.s.

Sondeo No.:	**4**	**Fecha inicio perforación :**	**- 5- Febrero - 2026**	**Fecha fin perforac**	7-feb-26
Localización (Abscisa):	**0**	**Subcontratista:**	**Ingenieria y Suelos S.A.S.**	**Operario:**	Marlon Esparza
Coordenadas		**Profundidad total (m):**	**15**		
Latitud/Longitud	**1266458.331N/1078272.313E**	**Peso Martillo (lb):**	**140**		
Cota (m):		**Equipo utilizado:**	**XY**		

Hoja 2 **de** 2

Nivel Freático (m)

Día	Hora	Prof.	Día	Día	Hora	Prof.

Prof. (m)	USCS	Muestra No.	Muestra Tipo	SPT (golpes)	Recobro (cm)		Descripción	Límites Atterberg w (%)	LL (%)	LP (%)	RQD %	Gradación (%) G	A	F	ϕ (°)	Densidad humeda (gr/cm	Registro fotográfico









Muestra: SS: Cuchara Partida SH: Shelby BLQ: Bloque NCL: Núcleo BLS: Bolsa

ROCA R. MUY FRACTURADA CONGLOMERADO

RELLENO RESIDUAL COLUVIAL

V.B
SUPERVISOR DE _____

INFORME GEOTECNICO CENTRO NAUTICO TOPOCORO MUNICIPIO DE GIRON DEPARTAMENTO DE SANTANDER

REGISTRO PARA PERFORACIÓN MECÁNICA

INGENIERÍA & SUELOS s.a.s.

Sondeo No.: 5 | **Fecha inicio perforación :** - 8- febrero - 2026 | **Fecha fin perforación :** 9-feb-26

Localización (Abscisa): | **Subcontratista:** Ingenieria y Suelos S.A.S. | **Operario:** Marlon Esparza

Coordenadas | **Profundidad total (m):** 10

Latitud/Longitud 1266450.079N/1078260.201E | **Peso Martillo (lb):** 140

Cota (m): | **Equipo utilizado:** XY

Hoja 1 **de** 2

Nivel Freático (m)

Día	Hora	Prof.	Día	Prof.	Día	Hora	Prof.

Prof. (m)	USCS	Muestra No.	Muestra Tipo	SPT (golpes)	Recobro (cm)		Descripción	Límites Atterberg w (%)	LL (%)	LP (%)	Gradación (%) G	A	F	ϕ (°)	COHESIÓN (Kg/m²)	qu (gr/cm2)	Registro fotográfico
0.00	ML	1	SS	22 15 12	27		Depósito coluvial antiguo, materiales poco permeables, plásticos y con ausencia de estructuras diagenéticas.Material matriz soportado con bajo contenido de gravas dispuestas caóticamente, presentan tonos entremezclados café.	12.6	22.6	19.7	2.8	31.2	66	26.0	1376.9	1.5336	
1.50	CL-ML	2	SS	15 22 23	45		Depósito coluvial antiguo compuesto por limo, materiales poco permeables, plásticos color café, con ausencia de estructuras diagenéticas.	13.6	24.2	18.8	3	25.1	71.9			1.481	
3.00		3	NQ	RT RT RT			matriz soportado con ausencia de contenido de gravas, presentan tonos grises a cafe oscuro interpretado como transición de roca altamente meteorizada.										
4.50	ML	4	SS	25 34 56	90		Depósito coluvial antiguo compuesto por limo, materiales poco permeables, plásticos color café, con ausencia de estructuras diagenéticas.	14.2	31.3	27	1.2	37.1	61.7				
5.00		5	NQ	RT RT RT			matriz soportado con ausencia de contenido de gravas, presentan tonos grises a cafe oscuro interpretado como transición de roca altamente meteorizada.										
7.00	ML	6		31 42 63	105		Depósito coluvial antiguo compuesto por limo, materiales poco permeables, plásticos color café, con ausencia de estructuras diagenéticas.	12.8	30.8	23	2.9	36.5	60.6				
7.50		7	NQ	RT RT RT			Suelo residual con ausencia de contenido de gravas, presentan tonos grises a cafe oscuro interpretado como transición de roca altamente meteorizada.										
10.00																	

Muestra: SS: Cuchara Partida | SH: Shelby | BLQ: Bloque | NCL: Núcleo | BLS: Bolsa

ROCA | R. MUY FRACTURADA | CONGLOMERAD

RELLENO | RESIDUAL | COLUVIAL

V.B SUPERVISOR DE CAMPO:

INFORME GEOTECNICO CENTRO NAUTICO TOPOCORO MUNICIPIO DE GIRON DEPARTAMENTO DE SANTANDER

REGISTRO PARA PERFORACIÓN MECÁNICA

INGENIERÍA & SUELOS s.a.s.

Sondeo No.:	5	**Fecha inicio perforación :**	- 8- febrero - 2026	**Fecha fin perforac**	9-feb-26
Localización (Abscisa):	0	**Subcontratista:**	Ingenieria y Suelos S.A.S.	**Operario:**	Marlon Esparza
Coordenadas		**Profundidad total (m):**	10		
Latitud/Longitud	1266450.079N/1078260.201E	**Peso Martillo (lb):**	140		
Cota (m):		**Equipo utilizado:**	XY		

Hoja 2 **de** 2

Nivel Freático (m)

Día	Hora	Prof.	Día	Día	Hora	Prof.

Prof. (m)	USCS	Muestra No.	Muestra Tipo	SPT (golpes)	Recobro (cm)		Descripción	Límites Atterberg w (%)	LL (%)	LP (%)	RQD %	Gradación (%) G	A	F	ϕ (°)	Densidad humeda (gr/cm	Registro fotográfico









Muestra: SS: Cuchara Partida SH: Shelby BLQ: Bloque NCL: Núcleo BLS: Bolsa

ROCA | R. MUY FRACTURADA | CONGLOMERADO

RELLENO | RESIDUAL | COLUVIAL

V.B
SUPERVISOR DE _____

INFORME GEOTECNICO CENTRO NAUTICO TOPOCORO MUNICIPIO DE GIRON DEPARTAMENTO DE SANTANDER

REGISTRO PARA PERFORACIÓN MECÁNICA

INGENIERÍA & SUELOS s.a.s.

Sondeo No.: 6
Localización (Abscisa):
Coordenadas
Latitud/Longitud 1266450.741N/ 1078244.393E
Cota (m):

Fecha inicio perforación : - 9 -feb 2026
Subcontratista: Ingenieria y Suelos S.A.S.
Profundidad total (m): 10
Peso Martillo (lb): 140
Equipo utilizado: XY

Fecha fin perforación : 10-feb-26
Operario: Marlon Esparza

Hoja 1 **de** 2

Nivel Freático (m)

Día	Hora	Prof.	Día	Prof.	Día	Hora	Prof.

Prof. (m)	USCS	Muestra No.	Muestra Tipo	SPT (golpes)			Recobro (cm)		Descripción	Límites Atterberg w (%)	LL (%)	LP (%)	Gradación (%) G	A	F	ϕ (°)	COHESIÓN (Kg/m²)	qu (gr/cm2)	Registro fotográfico
0.00	ML	1	SS	6	10	8	18		Depósito coluvial antiguo compuesto por limo, materiales poco permeables, plásticos color amarillo, con ausencia de estructuras diagenéticas.										
				9	10	13	23												
				18	23	32	55			13.4	22.7	19.9	1.5	48.4	50.1	26.3	1490.2	0.9356	
1.50		2	NQ	RT	RT	RT			matriz soportado con ausencia de contenido de gravas, presentan tonos grises a cafe oscuro interpretado como transición de roca altamente meteorizada.										
				RT	RT	RT													
4.00				R	RT	RT													
	ML	3	SS	20	24	29	53		Depósito coluvial antiguo compuesto por limo, materiales poco permeables, plásticos color café y gris,con ausencia de estructuras diagenéticas.										
				33	49	61	110			14.3	19.6	18	2	42.2	55.8				
5.00		4	NQ	RT	RT	RT			matriz soportado con ausencia de contenido de gravas, presentan tonos grises a cafe oscuro interpretado como transición de roca altamente meteorizada.										
				RT	RT	RT													
7.50				RT	RT	RT													
		5	NQ	RT	RT	RT			suelo Residual, presentan tonos grises a cafe oscuro interpretado como transición de roca altamente meteorizada.										
				RT	RT	RT													
10.00				RT	RT	RT													

Muestra: SS: Cuchara Partida SH: Shelby BLQ: Bloque NCL: Núcleo BLS: Bolsa

ROCA R. MUY FRACTURADA CONGLOMERAD

RELLENO RESIDUAL COLUVIAL

V.B SUPERVISOR DE CAMPO:

INFORME GEOTECNICO CENTRO NAUTICO TOPOCORO MUNICIPIO DE GIRON DEPARTAMENTO DE SANTANDER

REGISTRO PARA PERFORACIÓN MECÁNICA

INGENIERÍA & SUELOS s.a.s.

Sondeo No.:	**6**	**Fecha inicio perforación :**	**- 9 -febrero 2026**	**Fecha fin perforac**	10-feb-26
Localización (Abscisa):	**0**	**Subcontratista:**	**Ingenieria y Suelos S.A.S.**	**Operario:**	Marlon Esparza
Coordenadas		**Profundidad total (m):**	**10**		
Latitud/Longitud	**1266450.079N/1078260.201E**	**Peso Martillo (lb):**	**140**		
Cota (m):		**Equipo utilizado:**	**XY**		

Hoja 2 **de** 2

Nivel Freático (m)

Día	Hora	Prof.	Día	Día	Hora	Prof.

Prof. (m)	USCS	Muestra No.	Muestra Tipo	SPT (golpes)	Recobro (cm)		Descripción	Límites Atterberg w (%)	LL (%)	LP (%)	RQD %	Gradación (%) G	A	F	ϕ (°)	Densidad humeda (gr/cm	Registro fotográfico









Muestra: SS: Cuchara Partida SH: Shelby BLQ: Bloque NCL: Núcleo BLS: Bolsa

ROCA R. MUY FRACTURADA CONGLOMERADO

RELLENO RESIDUAL COLUVIAL

V.B
SUPERVISOR DE _____

INFORME GEOTECNICO CENTRO NAUTICO TOPOCORO MUNICIPIO DE GIRON DEPARTAMENTO DE SANTANDER

REGISTRO PARA PERFORACIÓN MECÁNICA

INGENIERÍA & SUELOS s.a.s.

Sondeo No.: 7
Localización (Abscisa):
Coordenadas
Latitud/Longitud 1266428.234N/1078235.898E
Cota (m):

Fecha inicio perforación : - 10- febrero - 2026
Subcontratista: Ingenieria y Suelos S.A.S.
Profundidad total (m): 20
Peso Martillo (lb): 140
Equipo utilizado: XY

Fecha fin perforación : 11-feb-26
Operario: Marlon Esparza

Hoja 1 **de** 2

Nivel Freático (m)

Día	Hora	Prof.	Día	Prof.	Día	Hora	Prof.

Prof. (m)	USCS	Muestra No.	Muestra Tipo	SPT (golpes)	Recobro (cm)		Descripción	Límites Atterberg w (%)	LL (%)	LP (%)	Gradación (%) G	A	F	ϕ (°)	COHESIÓN (Kg/m²)	qu (gr/cm2)	Registro fotográfico
0.00	**ML**	1	SS	13 13 7	20		Depósito coluvial antiguo compuesto por limo, materiales poco permeables, plásticos color café, con ausencia de estructuras diagenéticas.										
				13 13 16	29												
1.50				25 30 39	69			15.3	23.6	22.5	3.1	32	64.9			1.7902	
		2	SS	RT RT RT			Depósito coluvial antiguo, materiales permeables, plásticos y con ausencia de estructuras diagenéticas. El contacto inferior recupera muestras de tamaño grava con límites o bordes ligeramente redondeados por posible retrabajamiento del material en transporte,										
				RT RT RT													
4.00				RT RT RT													
		3	NQ	RT RT RT			Depósito coluvial antiguo, materiales permeables, plásticos y con ausencia de estructuras diagenéticas. El contacto inferior recupera muestras de tamaño grava con límites o bordes ligeramente redondeados por posible retrabajamiento del material en transporte, como transición de roca altamente meteorizada.										
				RT RT RT													
				RT RT RT													
7.00	**ML**	4	SS	27 40 53	93		suelo Residual compuesto por limo, materiales poco permeables, plásticos color café, con ausencia de estructuras diagenéticas.										
7.50								13.7	24.6	21.9	1.9	22	76				
		5	NQ	RT RT RT			Suelo Residual con ausencia de contenido de gravas, presentan tonos grises a cafe oscuro interpretado como transición de roca altamente meteorizada.										
				RT RT RT													
11.00				RT RT RT													
	ML	6		29 37 58	95		Suelo Residual con ausencia de contenido de gravas, presentan tonos grises a cafe oscuro interpretado como transición de roca altamente meteorizada.										
11.50																	

Muestra: SS: Cuchara Partida SH: Shelby BLQ: Bloque NCL: Núcleo BLS: Bolsa

ROCA R. MUY FRACTURADA CONGLOMERAD

RELLENO RESIDUAL COLUVIAL

V.B SUPERVISOR DE CAMPO:

INFORME GEOTECNICO CENTRO NAUTICO TOPOCORO MUNICIPIO DE GIRON DEPARTAMENTO DE SANTANDER

REGISTRO PARA PERFORACIÓN MECÁNICA

INGENIERÍA & SUELOS s.a.s.

Sondeo No.: 7
Localización (Abscisa):
Coordenadas
Latitud/Longitud 1266428.234N/1078235.898E
Cota (m):

Fecha inicio perforación : - 11- febero - 2026
Subcontratista: Ingenieria y Suelos S.A.S.
Profundidad total (m): 20
Peso Martillo (lb): 140
Equipo utilizado: XY

Fecha fin perforación : 12-feb-26
Operario: Marlon Esparza

Hoja 1 **de** 2

Nivel Freático (m)

Día	Hora	Prof.	Día	Prof.	Día	Hora	Prof.

Prof. (m)	USCS	Muestra No.	Muestra Tipo	SPT (golpes)			Recobro (cm)		Descripción	Límites Atterberg w (%)	LL (%)	LP (%)	Gradación (%) G	A	F	ϕ (°)	COHESIÓN (Kg/m²)	qu (gr/cm2)	Registro fotográfico
11.50		7	NQ	RT RT RT RT RT RT RT RT RT					suelos Residual presentan tonos grises a cafe oscuro interpretado como transición de roca altamente meteorizada.										
15.00	ML	8	SS	32	46	64	110		suelos Residual presentan tonos grises a cafe oscuro interpretado como transición de roca altamente meteorizada.	14.9	23.6	19.6	1.5	47.9	50.6	22.6	1252.8		
15.50		9	NQ	RT RT RT RT RT RT RT R RT					suelos Residual presentan tonos grises a cafe oscuro interpretado como transición de roca altamente meteorizada.										
20.00																			

Muestra: SS: Cuchara Partida SH: Shelby BLQ: Bloque NCL: Núcleo BLS: Bolsa

ROCA R. MUY FRACTURADA CONGLOMERAD

RELLENO RESIDUAL COLUVIAL

V.B SUPERVISOR DE CAMPO:

INFORME GEOTECNICO CENTRO NAUTICO TOPOCORO MUNICIPIO DE GIRON DEPARTAMENTO DE SANTANDER

REGISTRO PARA PERFORACIÓN MECÁNICA

INGENIERÍA & SUELOS s.a.s.

Sondeo No.: 7
Localización (Abscisa): 0
Coordenadas
Latitud/Longitud 1266450.079N/1078260.201E
Cota (m):

Fecha inicio perforación : - 11- febrero - 2026
Subcontratista: Ingenieria y Suelos S.A.S.
Profundidad total (m): 20
Peso Martillo (lb): 140
Equipo utilizado: XY

Fecha fin perforac 12-feb-26
Operario: Marlon Esparza

Hoja 2 **de** 2

Nivel Freático (m)

Día	Hora	Prof.	Día	Día	Hora	Prof.

Prof. (m)	USCS	Muestra No.	Muestra Tipo	SPT (golpes)	Recobro (cm)		Descripción	Límites Atterberg w (%)	LL (%)	LP (%)	RQD %	Gradación (%) G	A	F	ϕ (°)	Densidad humeda (gr/cm	Registro fotográfico









Muestra: SS: Cuchara Partida SH: Shelby BLQ: Bloque NCL: Núcleo BLS: Bolsa

ROCA | R. MUY FRACTURADA | CONGLOMERADO

RELLENO | RESIDUAL | COLUVIAL

V.B
SUPERVISOR DE _____

INFORME GEOTECNICO CENTRO NAUTICO TOPOCORO MUNICIPIO DE GIRON DEPARTAMENTO DE SANTANDER

REGISTRO PARA PERFORACIÓN MECÁNICA

INGENIERÍA & SUELOS s.a.s.

Sondeo No.: 8
Localización (Abscisa):
Coordenadas
Latitud/Longitud
Cota (m):

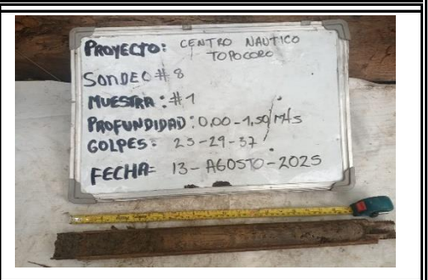
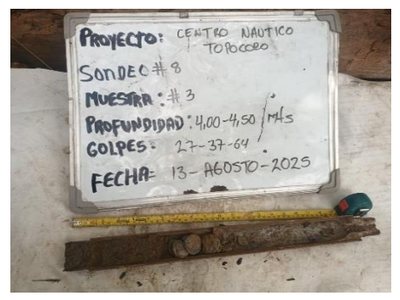
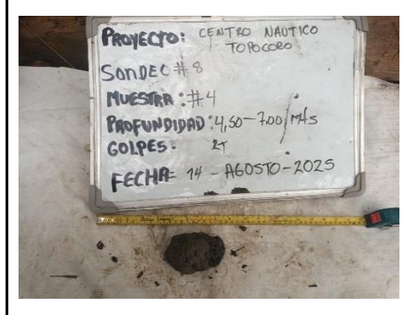
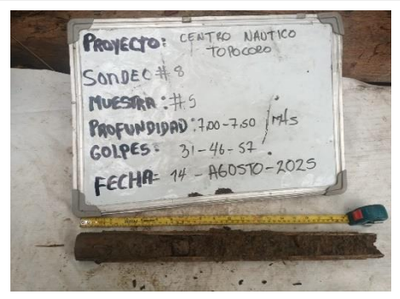
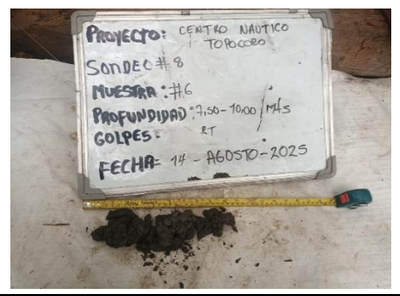
Fecha inicio perforación : - 12- febrero - 2026
Subcontratista: Ingenieria y Suelos S.A.S.
Profundidad total (m): 20
Peso Martillo (lb): 140
Equipo utilizado: XY

Hoja 1 **de** 2

Fecha fin perforación : 13-feb-26
Operario: Marlon Esparza

Nivel Freático (m)

Día	Hora	Prof.	Día	Prof.	Día	Hora	Prof.

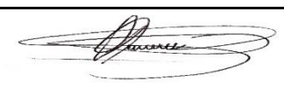
Prof. (m)	USCS	Muestra No.	Muestra Tipo	SPT (golpes)	Recobro (cm)		Descripción	Límites Atterberg w (%)	LL (%)	LP (%)	Gradación (%) G	A	F	ϕ (°)	COHESIÓN (Kg/m²)	qu (gr/cm2)	Registro fotográfico
0.00	ML	1	SS	3 7 6 / 11 18 16 / 25 27 39	13 / 34 / 66		Depósito coluvial antiguo compuesto por limo, materiales permeables, plásticos color café. con ausencia de estructuras diagenéticas.	12.2	20.6	19.8	1.9	33.7	64.3				
1.50		2	NQ	RT RT RT / RT RT RT / RT RT RT			Depósito coluvial antiguo compuesto por limo, materiales permeables, plásticos color café. con ausencia de estructuras diagenéticas.										
4.00	ML	3	SS	27 37 64	101		Depósito coluvial antiguo compuesto por limo, materiales permeables, plásticos color café, con ausencia de estructuras diagenéticas.	14.2	22.9	19.2	2.1	45.3	52.6				
4.50		4	NQ	RT RT RT / RT RT RT / R RT RT			Suelo Residual, presentan tonos grises a cafe oscuro interpretado como transición de roca altamente,de caracter lutitico, dado el estado de meteorización avanzado se presenta alteración de estructuras diagenéticas, meteorizada.										
7.00	ML	5	SS	31 46 57	103		Suelo Residual, presentan tonos grises a cafe oscuro interpretado como transición de roca altamente,de caracter lutitico, dado el estado de meteorización avanzado se presenta alteración de estructuras diagenéticas, meteorizada.	14.9	20.5	18	3	44.4	52.6	29.8	1699.4	0.653	
7.50		6	NQ	RT RT RT / RT RT RT / RT RT RT			Suelo Residual, presentan tonos grises a cafe oscuro interpretado como transición de roca altamente,de caracter lutitico, dado el estado de meteorización avanzado se presenta alteración de estructuras diagenéticas, meteorizada.										
10.00																	

Muestra: SS: Cuchara Partida SH: Shelby BLQ: Bloque NCL: Núcleo BLS: Bolsa

ROCA R. MUY FRACTURADA CONGLOMERAD

RELLENO RESIDUAL COLUVIAL

V.B SUPERVISOR DE CAMPO:



INFORME GEOTECNICO CENTRO NAUTICO TOPOCORO MUNICIPIO DE GIRON DEPARTAMENTO DE SANTANDER

REGISTRO PARA PERFORACIÓN MECÁNICA

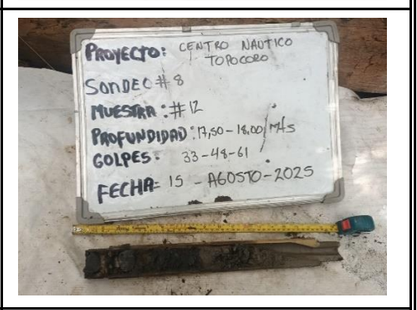
INGENIERÍA & SUELOS s.a.s.

Sondeo No.: 8 **Fecha inicio perforación :** - 12- febero - 2026 **Fecha fin perforación :** 13 feb-26
Localización (Abscisa): **Subcontratista:** Ingenieria y Suelos S.A.S. **Operario:** Marlon Esparza
Coordenadas **Profundidad total (m):** 20
Latitud/Longitud 1266356.003N/1078244.265E **Peso Martillo (lb):** 140
Cota (m): **Equipo utilizado:** XY

Hoja 1 **de** 2

Nivel Freático (m)

Día	Hora	Prof.	Día	Prof.	Día	Hora	Prof.

Prof. (m)	USCS	Muestra No.	Muestra Tipo	SPT (golpes)			Recobro (cm)		Descripción	Límites Atterberg w (%)	LL (%)	LP (%)	Gradación (%) G	A	F	ϕ (°)	COHESIÓN (Kg/m²)	qu (gr/cm2)	Registro fotográfico
10.00	ML	7	SS	29	39	58	97		Suelo compuesto por limo arcilloso poco permeables poco húmedos, color amarillo con vetas marrones y gris	14.9	21.9	18	1.7	36.7	61.5				
10.50		8	NQ	RT	RT	RT			Suelo Residual, presentan tonos grises a cafe oscuro interpretado como transición de roca altamente,de caracter lutitico, dado el estado de meteorización avanzado se presenta alteración de estructuras diagenéticas, meteorizada.										
				RT	RT	RT													
				RT	RT	RT													
13.00		9	NQ	RT	RT	RT			Suelo Residual, presentan tonos grises a cafe oscuro interpretado como transición de roca altamente,de caracter lutitico, dado el estado de meteorización avanzado se presenta alteración de estructuras diagenéticas, meteorizada.										
				RT	RT	RT													
				RT	R	RT													
15.00	ML	10	SS	28	43	59	102		Suelo Residual, presentan tonos grises a cafe oscuro interpretado como transición de roca altamente,de caracter lutitico, dado el estado de meteorización avanzado se presenta alteración de estructuras diagenéticas, meteorizada.	12.5	33.3	28.2	2.9	37.3	59.7				
15.50		11	NQ	RT	RT	RT			Suelo Residual, presentan tonos grises a cafe oscuro interpretado como transición de roca altamente,de caracter lutitico, dado el estado de meteorización avanzado se presenta alteración de estructuras diagenéticas, meteorizada.										
				RT	RT	RT													
				RT	RT	RT													
17.50	ML	12		33	48	61	109		Suelo Residual, presentan tonos grises a cafe oscuro interpretado como transición de roca altamente,de caracter lutitico, dado el estado de meteorización avanzado se presenta alteración de estructuras diagenéticas, meteorizada.	14.1	23.6	20	2.9	24.7	72.4				
18.00		13	NQ	RT	RT	RT			meteorización de las rocas de lutita del miembro Pujamana dado el espesor amplio reportado para esta y continuidad en caracteristicas texturales y composicionales										
				RT	RT	RT													
20.00				RT	RT	RT													

Muestra: SS: Cuchara Partida SH: Shelby BLQ: Bloque NCL: Núcleo BLS: Bolsa

ROCA R. MUY FRACTURADA CONGLOMERAD

RELLENO RESIDUAL COLUVIAL

V.B SUPERVISOR DE CAMPO:

INFORME GEOTECNICO CENTRO NAUTICO TOPOCORO MUNICIPIO DE GIRON DEPARTAMENTO DE SANTANDER

REGISTRO PARA PERFORACIÓN MECÁNICA

INGENIERÍA & SUELOS s.a.s.

Sondeo No.:	**8**	**Fecha inicio perforación :**	**- 12- febrero - 2026**	**Fecha fin perforac**	13-feb-26
Localización (Abscisa):	**0**	**Subcontratista:**	**Ingenieria y Suelos S.A.S.**	**Operario:**	Marlon Esparza
Coordenadas		**Profundidad total (m):**	**20**		
Latitud/Longitud	**1266450.079N/1078260.201E**	**Peso Martillo (lb):**	**140**		
Cota (m):		**Equipo utilizado:**	**XY**		

Hoja 2 **de** 2

Nivel Freático (m)

Día	Hora	Prof.	Día	Día	Hora	Prof.

Prof. (m)	USCS	Muestra No.	Muestra Tipo	SPT (golpes)	Recobro (cm)		Descripción	Límites Atterberg w (%)	LL (%)	LP (%)	RQD %	Gradación (%) G	A	F	ϕ (°)	Densidad humeda (gr/cm	Registro fotográfico









Muestra: SS: Cuchara Partida SH: Shelby BLQ: Bloque NCL: Núcleo BLS: Bolsa

ROCA R. MUY FRACTURADA CONGLOMERADO

RELLENO RESIDUAL COLUVIAL

V.B
SUPERVISOR DE _____

INFORME GEOTECNICO CENTRO NAUTICO TOPOCORO MUNICIPIO DE GIRON DEPARTAMENTO DE SANTANDER

REGISTRO PARA PERFORACIÓN MECÁNICA

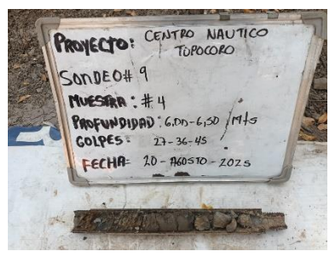
INGENIERÍA & SUELOS s.a.s.

Sondeo No.: 9 | **Fecha inicio perforación :** - 13- febrero - 2026 | **Fecha fin perforación :** 14-feb-26
Localización (Abscisa): | **Subcontratista:** Ingenieria y Suelos S.A.S. | **Operario:** Marlon Esparza
Coordenadas | **Profundidad total (m):** 20
Latitud/Longitud | **Peso Martillo (lb):** 140
Cota (m): | **Equipo utilizado:** XY

Hoja 1 **de** 3

Nivel Freático (m)

Día	Hora	Prof.	Día	Prof.	Día	Hora	Prof.

Prof. (m)	USCS	Muestra No.	Muestra Tipo	SPT (golpes)	Recobro (cm)		Descripción	Límites Atterberg w (%)	LL (%)	LP (%)	Gradación (%) G	A	F	ϕ (°)	COHESIÓN (Kg/m²)	qu (gr/cm2)	Registro fotográfico
0.00	**ML**	1	SS	4 5 9 / 11 14 16 / 18 21 23	14 / 30 / 44		Depósito coluvial antiguo compuesto por limo, materiales permeables, plásticos color café. con ausencia de estructuras diagenéticas.	12.7	27.4	23.9	0.9	45.9	53.2				
1.50		2	SS	22 23 23 / 23 24 26 / 26 26 38	46 / 50 / 64		Depósito coluvial antiguo compuesto por limo, materiales permeables, plásticos color café. con ausencia de estructuras diagenéticas.	14.5	28.2	23.3	1.3	42.4	56.3				
4.00	**ML**	3	NQ	RT RT RT / RT RT RT / RT RT RT			Depósito coluvial antiguo compuesto por limo arcilloso, materiales permeables, plásticos color café, con ausencia de estructuras diagenéticas.										
4.50	**ML**	4	SS	27 36 45	81		Depósito coluvial antiguo compuesto por limo, materiales permeables, plásticos color gris, con ausencia de estructuras diagenéticas.	12.6	27.9	23	1.1	29.8	69.1				
7.00	**ML**	5	NQ	RT RT RT / RT RT RT / RT RT RT			meteorización de las rocas de lutita del miembro Pujamana dado el espesor amplio reportado para esta y continuidad en caracteristicas texturales y composicionales										
7.50		6	SS	29 41 63	104		Suelo Residual, presentan tonos grises a cafe oscuro interpretado como transición de roca altamente,de caracter lutitico, dado el estado de meteorización avanzado se presenta alteración de estructuras diagenéticas, meteorizada.										
10.00																	

Muestra: SS: Cuchara Partida | SH: Shelby | BLQ: Bloque | NCL: Núcleo | BLS: Bolsa

ROCA | R. MUY FRACTURADA | CONGLOMERAD
RELLENO | RESIDUAL | COLUVIAL

V.B SUPERVISOR DE CAMPO:

INFORME GEOTECNICO CENTRO NAUTICO TOPOCORO MUNICIPIO DE GIRON DEPARTAMENTO DE SANTANDER

REGISTRO PARA PERFORACIÓN MECÁNICA

INGENIERÍA & SUELOS s.a.s.

Sondeo No.: 9
Localización (Abscisa):
Coordenadas
Latitud/Longitud
Cota (m):

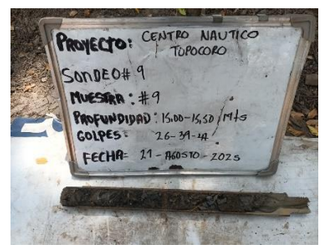
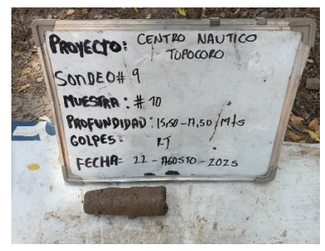
Fecha inicio perforación : - 13- febrero - 2026
Subcontratista: Ingenieria y Suelos S.A.S.
Profundidad total (m): 20
Peso Martillo (lb): 140
Equipo utilizado: XY

Fecha fin perforación : 14-feb-26
Operario: Marlon Esparza

Hoja 2 **de** 3

Nivel Freático (m)

Día	Hora	Prof.	Día	Prof.	Día	Hora	Prof.

Prof. (m)	USCS	Muestra No.	Muestra Tipo	SPT (golpes)			Recobro (cm)		Descripción	Límites Atterberg w (%)	LL (%)	LP (%)	Gradación (%) G	A	F	ϕ (°)	COHESIÓN (Kg/m²)	qu (gr/cm2)	Registro fotográfico
10.00	ML	7	NQ	RT RT RT RT RT RT RT RT RT					meteorización de las rocas de lutita del miembro Pujamana dado el espesor amplio reportado para esta y continuidad en caracteristicas texturales y composicionales										
12.50		8	NQ	RT RT RT RT RT RT RT RT RT					Suelo Residual, presentan tonos grises a cafe oscuro interpretado como transición de roca altamente,de caracter lutitico, dado el estado de meteorización avanzado se presenta alteración de estructuras diagenéticas, meteorizada.										
15.00		9	SS	26	39	47	86		Suelo Residual, presentan tonos grises a cafe oscuro interpretado como transición de roca altamente,de caracter lutitico, dado el estado de meteorización avanzado se presenta alteración de estructuras diagenéticas, meteorizada.										
15.50	ML	10	NQ	RT RT RT RT RT RT RT RT RT					Suelo Residual, presentan tonos grises a cafe oscuro interpretado como transición de roca altamente,de caracter lutitico, dado el estado de meteorización avanzado se presenta alteración de estructuras diagenéticas, meteorizada.										
17.50		11	NQ	RT RT RT RT RT RT RT RT RT					Suelo Residual, presentan tonos grises a cafe oscuro interpretado como transición de roca altamente,de caracter lutitico, dado el estado de meteorización avanzado se presenta alteración de estructuras diagenéticas, meteorizada.										
20.00																			

Muestra: SS: Cuchara Partida SH: Shelby BLQ: Bloque NCL: Núcleo BLS: Bolsa

ROCA R. MUY FRACTURADA CONGLOMERAD

RELLENO RESIDUAL COLUVIAL

V.B SUPERVISOR DE CAMPO:

INFORME GEOTECNICO CENTRO NAUTICO TOPOCORO MUNICIPIO DE GIRON DEPARTAMENTO DE SANTANDER

REGISTRO PARA PERFORACIÓN MECÁNICA

INGENIERÍA & SUELOS s.a.s.

Sondeo No.: 9
Localización (Abscisa): 0
Coordenadas
Latitud/Longitud 1266450.079N/1078260.201E
Cota (m):

Fecha inicio perforación : - 13- febrero - 2026
Subcontratista: Ingenieria y Suelos S.A.S.
Profundidad total (m): 20
Peso Martillo (lb): 140
Equipo utilizado: XY

Fecha fin perforac 14-feb-26
Operario: Marlon Esparza

Hoja 3 **de** 3

Nivel Freático (m)

Día	Hora	Prof.	Día	Día	Hora	Prof.

Prof. (m)	USCS	Muestra No.	Muestra Tipo	SPT (golpes)	Recobro (cm)		Descripción	Límites Atterberg w (%)	LL (%)	LP (%)	RQD %	Gradación (%) G	A	F	ϕ (°)	Densidad humeda (gr/cm	Registro fotográfico









Muestra: SS: Cuchara Partida SH: Shelby BLQ: Bloque NCL: Núcleo BLS: Bolsa

ROCA R. MUY FRACTURADA CONGLOMERADO

RELLENO RESIDUAL COLUVIAL

V.B
SUPERVISOR DE _____

ANEXO 2. ENSAYOS DE LABORATORIOS CLUB NÁUTICO TOPOCORO

INGENIERÍA & SUELOS s.a.s.

ENSAYO DE CLASIFICACIÓN
LÍMITES DE CONSISTENCIA Y GRADACIÓN
I.N.V E - 122 - E - 123 - E - 125 - E - 126

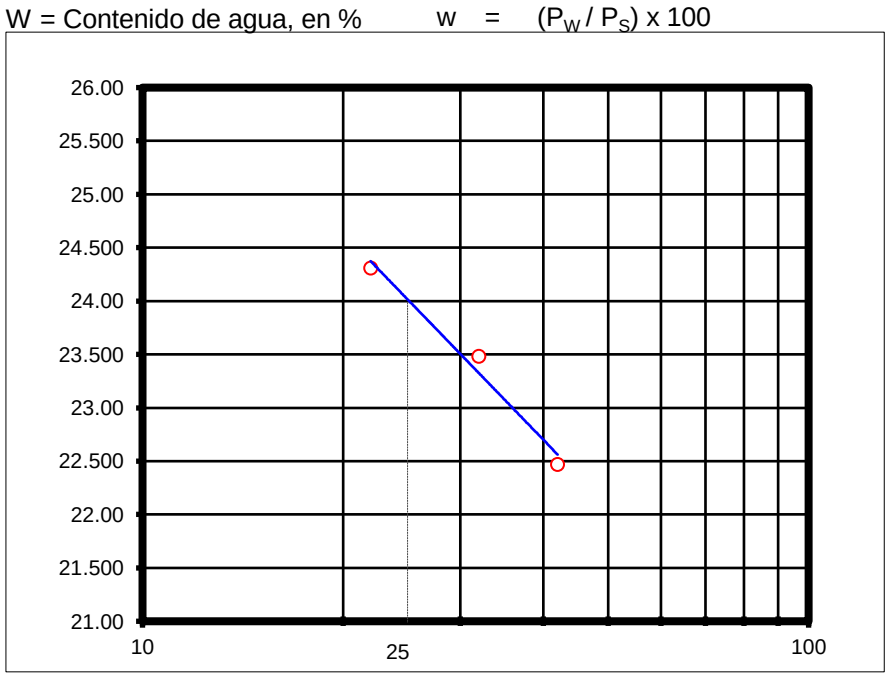
OBRA:	***INFORME GEOTECNICO CENTRO NAUTICO TOPOCORO MUNICIPIO DE BETULIA DEPARTAMENTO DE SANTANDER***			**SONDEO**	**1**
SECTOR:	***SONDEO 1***	**PROFUNDIDAD**	*1.5 M*		
EMPRESA:	***UNION TEMPORAL TOPOCORO 2024***	**FECHA:**	*6/02/2026*	**MUESTRA**	**2**

LÍMITES DE CONSISTENCIA

LÍMITE LÍQUIDO			
Determinación No	1	2	3
Número de Golpes	42	32	22
Recipiente No.	16	17	18
P_1	12.55	13.18	11.29
P_2	11.24	11.71	10.15
P_3	5.41	5.45	5.46
P_W	1.31	1.47	1.14
P_S	5.83	6.26	4.69
W%	22.47	23.48	24.31

LÍMITE PLÁSTICO			Humedad Natural
Recipiente No.	4	5	1
P_1	23.58	24.26	204.46
P_2	22.94	23.36	182.59
P_3	19.82	18.87	30.82
P_W	0.64	0.90	21.88
P_S	3.12	4.49	151.77
W%	20.51	20.04	14.41

P_1 = Peso Recipiente + Suelo Húmedo, en g
P_2 = Peso Recipiente + Suelo Seco , en g
P_3 = Peso Recipiente, en g
P_W = Peso del Agua , en g $P_W = P_1 - P_2$
P_S = Peso Suelo Seco, en g $P_S = P_2 - P_3$
W = Contenido de agua, en % $w = (P_W / P_S) \times 100$



No se permiten diferencias mayores al 2% entre dos ensayos de LP del mismo material

GRADACIÓN

Peso inicial:	151.77 gr		Peso final:	73.58 gr	
Tamiz, plg	Tamiz, mm	Peso (gr)	% Reten.	% Ret.Acum	% Pasa
3"	76.10				
2 ½"	64.00				100.0%
2"	50.80				100.0%
1 ½"	38.10				100.0%
1"	25.40				100.0%
3/4"	19.00				100.0%
1/2"	12.70				
3/8"	9.51				100.0%
4	4.76	4.3	2.8%	2.8%	97.2%
8	2.38				
10	2.00	17.1	11.3%	14.1%	85.9%
12	1.68	4.5	3.0%		
16	1.19				
30	0.59				
40	0.42	32.5	21.4%	38.5%	61.5%
50	0.30	8,0,16	0.0%		
80	0.18				
100	0.15	9.9			
200	0.07	5.3	3.5%	48.5%	51.5%
Pasa 200		78.2	51.5%	100.0%	0.0%
Total		151.8			

RESULTADOS

Límite Líquido	24.0	%
Límite Plástico	20.3	%
Índice Plastico	3.7	%
Gravas	2.8%	
Arenas	45.6%	
Finos	51.5%	

CLASIFICACIÓN

Índice de Grupo	0
A.A.S.H.T.O.	A - 4
U.S.C	ML

OBSERVACIONES:

JOSE DAVID ESTEBAN
REALIZÓ

JAVIER CABALLERO
REVISÓ

INGENIERÍA & SUELOS s.a.s.

ENSAYO DE CLASIFICACIÓN
LÍMITES DE CONSISTENCIA Y GRADACIÓN
I.N.V E - 122 - E - 123 - E - 125 - E - 126

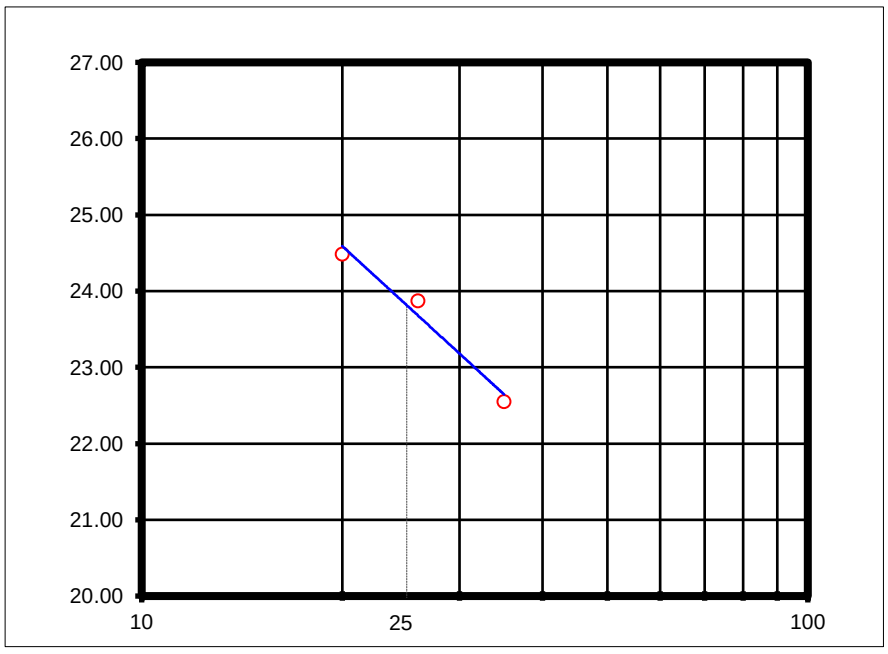
OBRA:	***INFORME GEOTECNICO CENTRO NAUTICO TOPOCORO MUNICIPIO DE BETULIA DEPARTAMENTO DE SANTANDER***			**SONDEO**	**1**
SECTOR:	***SONDEO 1***	**PROFUNDIDAD**	*3 M*		
EMPRESA:	***UNION TEMPORAL TOPOCORO 2024***	**FECHA:**	*6/02/2026*	**MUESTRA**	**2**

LÍMITES DE CONSISTENCIA

LÍMITE LÍQUIDO			
Determinación No	1	2	3
Número de Golpes	35	26	20
Recipiente No.	1	2	3
P_1	26.59	25.16	26.76
P_2	25.3	24.1	25.33
P_3	19.58	19.66	19.49
P_W	1.29	1.06	1.43
P_S	5.72	4.44	5.84
W%	22.55	23.87	24.49

LÍMITE PLÁSTICO			**Humedad Natural**
Recipiente No.	14	15	2
P_1	20.63	20.69	225.45
P_2	20.47	20.53	201.36
P_3	19.58	19.66	27.54
P_W	0.16	0.16	24.09
P_S	0.89	0.87	173.82
W%	17.98	18.39	13.86

P_1 = Peso Recipiente + Suelo Húmedo, en g
P_2 = Peso Recipiente + Suelo Seco , en g
P_3 = Peso Recipiente, en g
P_W = Peso del Agua , en g $P_W = P_1 - P_2$
P_S = Peso Suelo Seco, en g $P_S = P_2 - P_3$
W = Contenido de agua, en % $w = (P_W / P_S) \times 100$



No se permiten diferencias mayores al 2% entre dos ensayos de LP del mismo material

GRADACIÓN

Peso inicial:	173.82 gr		Peso final:	45.88 gr	
Tamiz, plg	Tamiz, mm	Peso (gr)	% Reten.	% Ret.Acum	% Pasa
3"	76.10				
2 ½"	64.00				100.0%
2"	50.80				100.0%
1 ½"	38.10				100.0%
1"	25.40				100.0%
3/4"	19.00				100.0%
1/2"	12.70				
3/8"	9.51	4.7	2.7%	2.7%	97.3%
4	4.76	1.8	1.0%	3.8%	96.2%
8	2.38				
10	2.00	3.1	1.8%	5.5%	94.5%
12	1.68	0.8	0.5%		
16	1.19				
30	0.59				
40	0.42	8.0	4.6%	10.6%	89.4%
50	0.30	9.1	5.2%		
80	0.18				
100	0.15	13.0			
200	0.07	5.3	3.1%	26.4%	73.6%
Pasa 200		127.9	73.6%	100.0%	0.0%
Total		173.8			

RESULTADOS

Límite Líquido	23.8	%
Límite Plástico	18.2	%
Índice Plastico	5.6	%
Gravas	3.8%	
Arenas	22.6%	
Finos	73.6%	

CLASIFICACIÓN

Índice de Grupo	2
A.A.S.H.T.O.	A - 4
U.S.C	CL-ML

OBSERVACIONES:

JOSE DAVID ESTEBAN
REALIZÓ

JAVIER CABALLERO
REVISÓ

INGENIERÍA & SUELOS s.a.s.

ENSAYO DE CLASIFICACIÓN
LÍMITES DE CONSISTENCIA Y GRADACIÓN
I.N.V E - 122 - E - 123 - E - 125 - E - 126

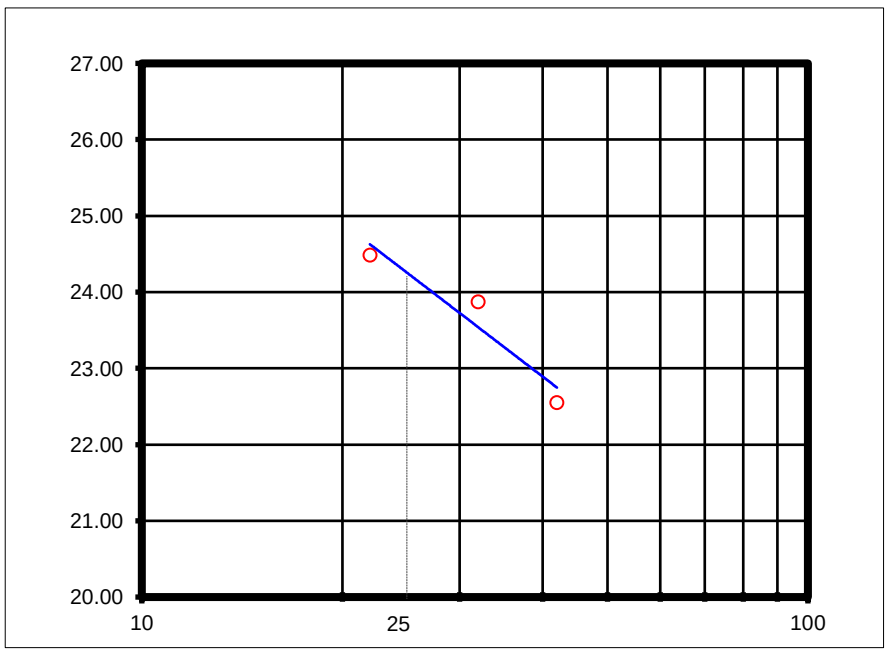
OBRA:	***INFORME GEOTECNICO CENTRO NAUTICO TOPOCORO MUNICIPIO DE BETULIA DEPARTAMENTO DE SANTANDER***			**SONDEO**	**1**
SECTOR:	***SONDEO 1***	**PROFUNDIDAD**	*4 M*		
EMPRESA:	***UNION TEMPORAL TOPOCORO 2024***	**FECHA:**	*6/02/2026*	**MUESTRA**	**3**

LÍMITES DE CONSISTENCIA

LÍMITE LÍQUIDO			
Determinación No	1	2	3
Número de Golpes	42	32	22
Recipiente No.	1	2	3
P_1	26.59	25.16	26.76
P_2	25.3	24.1	25.33
P_3	19.58	19.66	19.49
P_W	1.29	1.06	1.43
P_S	5.72	4.44	5.84
W%	22.55	23.87	24.49

LÍMITE PLÁSTICO			Humedad Natural
Recipiente No.	16	17	3
P_1	20.63	20.69	263.62
P_2	20.47	20.53	236.25
P_3	19.58	19.66	27.63
P_W	0.16	0.16	27.37
P_S	0.89	0.87	208.62
W%	17.98	18.39	13.12

P_1 = Peso Recipiente + Suelo Húmedo, en g
P_2 = Peso Recipiente + Suelo Seco , en g
P_3 = Peso Recipiente, en g
P_W = Peso del Agua , en g $P_W = P_1 - P_2$
P_S = Peso Suelo Seco, en g $P_S = P_2 - P_3$
W = Contenido de agua, en % $w = (P_W / P_S) \times 100$



No se permiten diferencias mayores al 2% entre dos ensayos de LP del mismo material

GRADACIÓN

Peso inicial:	208.62 gr		Peso final:	69.74 gr	
Tamiz, plg	Tamiz, mm	Peso (gr)	% Reten.	% Ret.Acum	% Pasa
3"	76.10				
2 ½"	64.00				100.0%
2"	50.80				100.0%
1 ½"	38.10				100.0%
1"	25.40				100.0%
3/4"	19.00				100.0%
1/2"	12.70				
3/8"	9.51	1.9	0.9%	0.9%	99.1%
4	4.76	5.3	2.6%	3.4%	96.6%
8	2.38				
10	2.00	16.4	7.9%	11.3%	88.7%
12	1.68	2.1	1.0%		
16	1.19				
30	0.59				
40	0.42	13.3	6.4%	18.7%	81.3%
50	0.30	5.8	2.8%		
80	0.18				
100	0.15	14.0			
200	0.07	11.0	5.3%	33.4%	66.6%
Pasa 200		138.9	66.6%	100.0%	0.0%
Total		208.6			

RESULTADOS

Límite Líquido	24.2	%
Límite Plástico	18.2	%
Índice Plastico	6.0	%
Gravas	3.4%	
Arenas	30.0%	
Finos	66.6%	

CLASIFICACIÓN

Índice de Grupo	2
A.A.S.H.T.O.	A - 4
U.S.C	CL-ML

OBSERVACIONES:

JOSE DAVID ESTEBAN
REALIZÓ

JAVIER CABALLERO
REVISÓ

INGENIERÍA & SUELOS s.a.s.

ENSAYO DE CLASIFICACIÓN
LÍMITES DE CONSISTENCIA Y GRADACIÓN
I.N.V E - 122 - E - 123 - E - 125 - E - 126

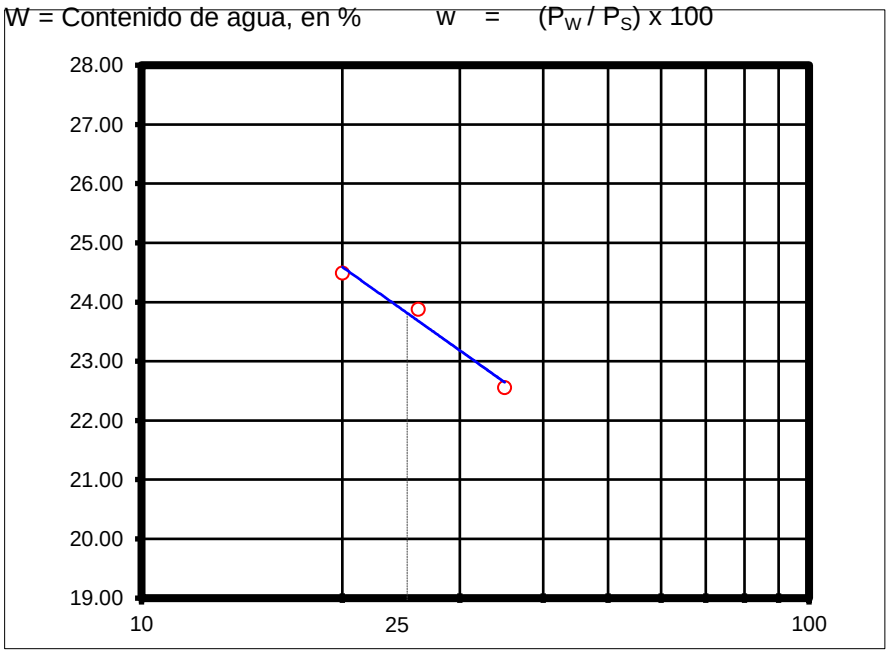
OBRA:	***INFORME GEOTECNICO CENTRO NAUTICO TOPOCORO MUNICIPIO DE BETULIA DEPARTAMENTO DE SANTANDER***			**SONDEO**	**2**
SECTOR:	***SONDEO 2***	**PROFUNDIDAD**	*1.5 M*		
EMPRESA:	***UNION TEMPORAL TOPOCORO 2024***	**FECHA:**	*6/02/2026*	**MUESTRA**	**1**

LÍMITES DE CONSISTENCIA

LÍMITE LÍQUIDO			
Determinación No	1	2	3
Número de Golpes	35	26	20
Recipiente No.	1	2	3
P_1	26.59	25.16	26.76
P_2	25.3	24.1	25.33
P_3	19.58	19.66	19.49
P_W	1.29	1.06	1.43
P_S	5.72	4.44	5.84
W%	22.55	23.87	24.49

LÍMITE PLÁSTICO			**Humedad Natural**
Recipiente No.	1	2	6
P_1	20.65	20.72	195.17
P_2	20.47	20.53	173.08
P_3	19.58	19.66	28.17
P_W	0.18	0.19	22.09
P_S	0.89	0.87	144.91
W%	20.22	21.84	15.24

P_1 = Peso Recipiente + Suelo Húmedo, en g
P_2 = Peso Recipiente + Suelo Seco , en g
P_3 = Peso Recipiente, en g
P_W = Peso del Agua , en g $P_W = P_1 - P_2$
P_S = Peso Suelo Seco, en g $P_S = P_2 - P_3$
W = Contenido de agua, en % $w = (P_W / P_S) \times 100$



No se permiten diferencias mayores al 2% entre dos ensayos de LP del mismo material

GRADACIÓN

Peso inicial:	144.91 gr		Peso final:	55.61 gr	
Tamiz, plg	Tamiz, mm	Peso (gr)	% Reten.	% Ret.Acum	% Pasa
3"	76.10				
2 ½"	64.00				100.0%
2"	50.80				100.0%
1 ½"	38.10				100.0%
1"	25.40				100.0%
3/4"	19.00				100.0%
1/2"	12.70				
3/8"	9.51	1.1	0.8%	0.8%	99.2%
4	4.76	1.9	1.3%	2.1%	97.9%
8	2.38				
10	2.00	9.1	6.3%	8.4%	91.6%
12	1.68	2.4	1.7%		
16	1.19				
30	0.59				
40	0.42	12.0	8.3%	18.4%	81.6%
50	0.30	13.5	9.3%		
80	0.18				
100	0.15	12.4			
200	0.07	3.0	2.1%	38.4%	61.6%
Pasa 200		89.3	61.6%	100.0%	0.0%
Total		144.9			

RESULTADOS

Límite Líquido	23.8	%
Límite Plástico	21.0	%
Índice Plastico	2.8	%
Gravas	2.1%	
Arenas	36.3%	
Finos	61.6%	

CLASIFICACIÓN

Índice de Grupo	0
A.A.S.H.T.O.	A - 4
U.S.C	ML

OBSERVACIONES:

JOSE DAVID ESTEBAN
REALIZÓ

JAVIER CABALLERO
REVISÓ

INGENIERÍA & SUELOS s.a.s.

ENSAYO DE CLASIFICACIÓN
LÍMITES DE CONSISTENCIA Y GRADACIÓN
I.N.V E - 122 - E - 123 - E - 125 - E - 126

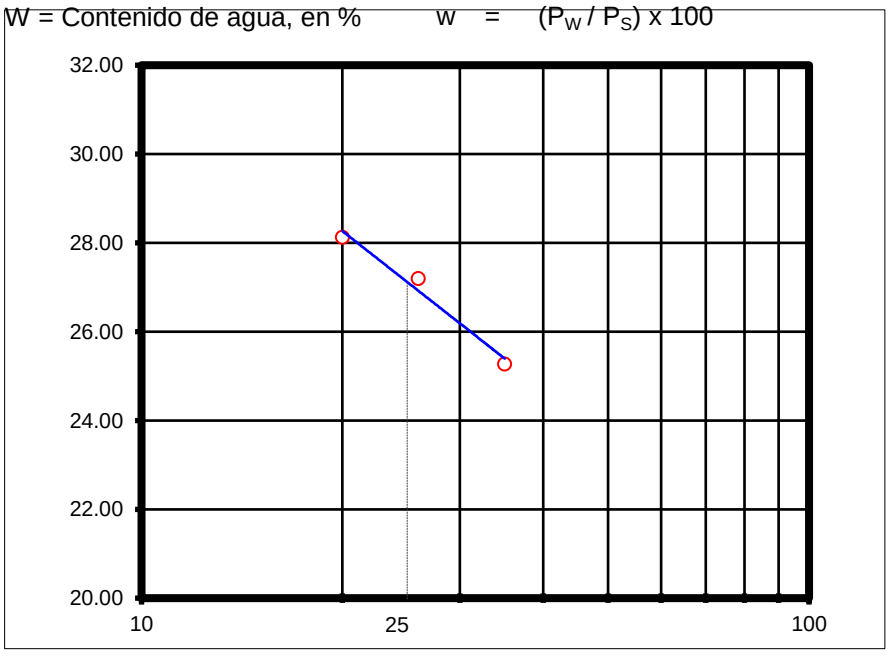
OBRA:	***INFORME GEOTECNICO CENTRO NAUTICO TOPOCORO MUNICIPIO DE BETULIA DEPARTAMENTO DE SANTANDER***			**SONDEO**	**2**
SECTOR:	***SONDEO 2***	**PROFUNDIDAD**	*3 M*		
EMPRESA:	***UNION TEMPORAL TOPOCORO 2024***	**FECHA:**	*6/02/2026*	**MUESTRA**	**2**

LÍMITES DE CONSISTENCIA

LÍMITE LÍQUIDO			
Determinación No	1	2	3
Número de Golpes	35	26	20
Recipiente No.	1	2	3
P_1	26.62	25.18	26.78
P_2	25.2	24	25.18
P_3	19.58	19.66	19.49
P_W	1.42	1.18	1.60
P_S	5.62	4.34	5.69
W%	25.27	27.19	28.12

LÍMITE PLÁSTICO			Humedad Natural
Recipiente No.	1	2	7
P_1	20.69	20.75	201.56
P_2	20.49	20.55	180.12
P_3	19.58	19.66	28.12
P_W	0.20	0.20	21.44
P_S	0.91	0.89	152.00
W%	21.98	22.47	14.11

P_1 = Peso Recipiente + Suelo Húmedo, en g
P_2 = Peso Recipiente + Suelo Seco , en g
P_3 = Peso Recipiente, en g
P_W = Peso del Agua , en g $P_W = P_1 - P_2$
P_S = Peso Suelo Seco, en g $P_S = P_2 - P_3$
W = Contenido de agua, en % $w = (P_W / P_S) \times 100$



GRADACIÓN

Peso inicial:	152.00 gr		Peso final:	75.05 gr	
Tamiz, plg	Tamiz, mm	Peso (gr)	% Reten.	% Ret.Acum	% Pasa
3"	76.10				
2 ½"	64.00				100.0%
2"	50.80				100.0%
1 ½"	38.10				100.0%
1"	25.40				100.0%
3/4"	19.00				100.0%
1/2"	12.70				
3/8"	9.51	2.3	1.5%	1.5%	98.5%
4	4.76	3.3	2.1%	3.7%	96.3%
8	2.38				
10	2.00	11.3	7.4%	11.1%	88.9%
12	1.68	4.3	2.8%		
16	1.19				
30	0.59				
40	0.42	11.0	7.2%	21.1%	78.9%
50	0.30	18.3	12.0%		
80	0.18				
100	0.15	16.3			
200	0.07	8.4	5.5%	49.4%	50.6%
Pasa 200		77.0	50.6%	100.0%	0.0%
Total		152.0			

RESULTADOS

Límite Líquido	27.1	%
Límite Plástico	22.2	%
Índice Plastico	4.9	%
Gravas	3.7%	
Arenas	45.7%	
Finos	50.6%	

CLASIFICACIÓN

Índice de Grupo	0
A.A.S.H.T.O.	A - 4
U.S.C	ML

OBSERVACIONES:

No se permiten diferencias mayores al 2% entre dos ensayos de LP del mismo material

JOSE DAVID ESTEBAN
REALIZÓ

JAVIER CABALLERO
REVISÓ

INGENIERÍA & SUELOS s.a.s.

ENSAYO DE CLASIFICACIÓN
LÍMITES DE CONSISTENCIA Y GRADACIÓN
I.N.V E - 122 - E - 123 - E - 125 - E - 126

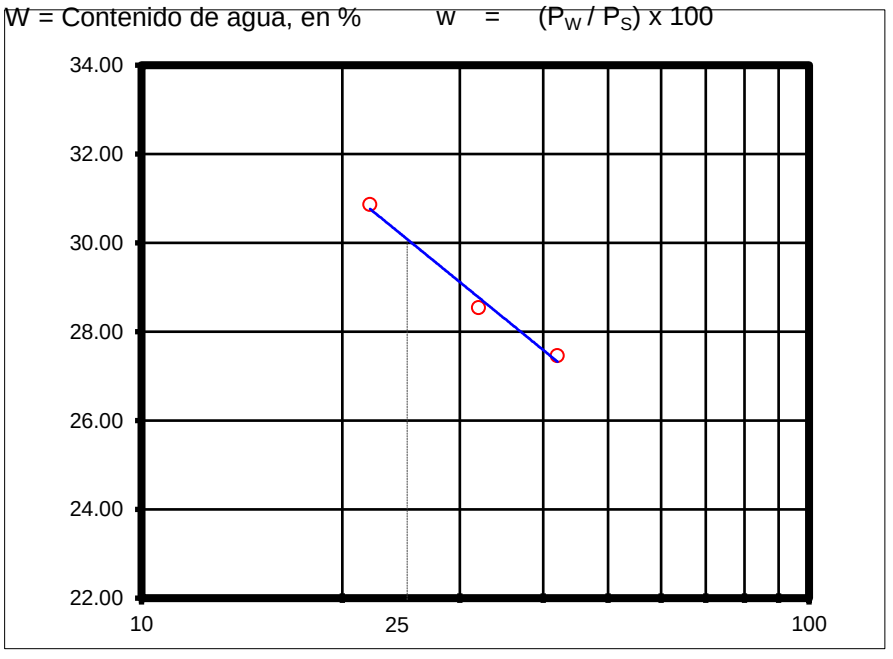
OBRA:	***INFORME GEOTECNICO CENTRO NAUTICO TOPOCORO MUNICIPIO DE BETULIA DEPARTAMENTO DE SANTANDER***			**SONDEO**	**2**
SECTOR:	***SONDEO 4***	**PROFUNDIDAD**	*4 M*		
EMPRESA:	***UNION TEMPORAL TOPOCORO 2024***	**FECHA:**	*6/02/2026*	**MUESTRA**	**3**

LÍMITES DE CONSISTENCIA

LÍMITE LÍQUIDO			
Determinación No	1	2	3
Número de Golpes	42	32	22
Recipiente No.	50	51	52
P_1	11.94	13.85	12.67
P_2	10.21	11.67	10.63
P_3	3.91	4.03	4.02
P_W	1.73	2.18	2.04
P_S	6.30	7.64	6.61
W%	27.46	28.53	30.86

LÍMITE PLÁSTICO			Humedad Natural
Recipiente No.	16	17	8
P_1	9.19	9.72	214.21
P_2	8.24	8.62	189.32
P_3	4.05	4.01	28.12
P_W	0.95	1.10	24.89
P_S	4.19	4.61	161.20
W%	22.67	23.86	15.44

P_1 = Peso Recipiente + Suelo Húmedo, en g
P_2 = Peso Recipiente + Suelo Seco , en g
P_3 = Peso Recipiente, en g
P_W = Peso del Agua , en g $P_W = P_1 - P_2$
P_S = Peso Suelo Seco, en g $P_S = P_2 - P_3$
W = Contenido de agua, en % $w = (P_W / P_S) \times 100$



No se permiten diferencias mayores al 2% entre dos ensayos de LP del mismo material

GRADACIÓN

Peso inicial:	161.20 gr		Peso final:	79.85 gr	
Tamiz, plg	Tamiz, mm	Peso (gr)	% Reten.	% Ret.Acum	% Pasa
3"	76.10				
2 ½"	64.00				100.0%
2"	50.80				100.0%
1 ½"	38.10				100.0%
1"	25.40				100.0%
3/4"	19.00				100.0%
1/2"	12.70	1.3	0.8%		
3/8"	9.51	1.3	0.8%	1.6%	98.4%
4	4.76	2.2	1.4%	2.9%	97.1%
8	2.38				
10	2.00	10.9	6.8%	9.7%	90.3%
12	1.68	5.7	3.5%		
16	1.19				
30	0.59				
40	0.42	15.0	9.3%	22.5%	77.5%
50	0.30	8.0	5.0%		
80	0.18				
100	0.15	21.3			
200	0.07	14.3	8.9%	49.5%	50.5%
Pasa 200		81.4	50.5%	100.0%	0.0%
Total		161.2			

RESULTADOS

Límite Líquido	30.1	%
Límite Plástico	23.3	%
Índice Plastico	6.9	%
Gravas	2.9%	
Arenas	46.6%	
Finos	50.5%	

CLASIFICACIÓN

Índice de Grupo	1
A.A.S.H.T.O.	A - 4
U.S.C	ML

OBSERVACIONES:

JOSE DAVID ESTEBAN
REALIZÓ

JAVIER CABALLERO
REVISÓ

INGENIERÍA & SUELOS s.a.s.

ENSAYO DE CLASIFICACIÓN
LÍMITES DE CONSISTENCIA Y GRADACIÓN
I.N.V E - 122 - E - 123 - E - 125 - E - 126

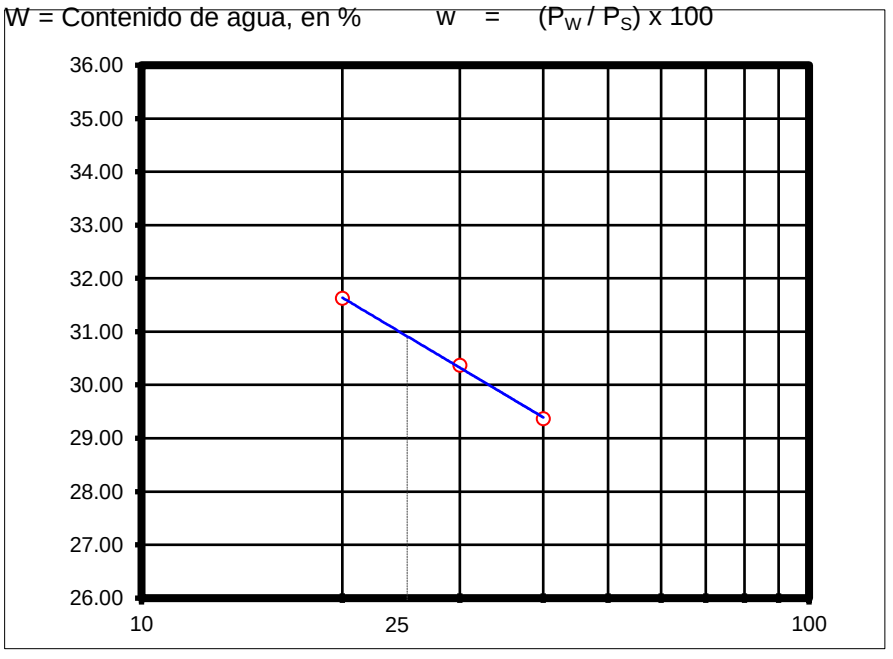
OBRA:	***INFORME GEOTECNICO CENTRO NAUTICO TOPOCORO MUNICIPIO DE BETULIA DEPARTAMENTO DE SANTANDER***			**SONDEO**	**3**
SECTOR:	***SONDEO 3***	**PROFUNDIDAD**	*1.5 M*		
EMPRESA:	***UNION TEMPORAL TOPOCORO 2024***	**FECHA:**	*6/02/2026*	**MUESTRA**	**1**

LÍMITES DE CONSISTENCIA

LÍMITE LÍQUIDO			
Determinación No	1	2	3
Número de Golpes	40	30	20
Recipiente No.	1	2	3
P_1	12.06	13.99	12.72
P_2	10.21	11.67	10.63
P_3	3.91	4.03	4.02
P_W	1.85	2.32	2.09
P_S	6.30	7.64	6.61
W%	29.37	30.37	31.62

LÍMITE PLÁSTICO			**Humedad Natural**
Recipiente No.	3	4	8
P_1	9.21	9.75	256.32
P_2	8.24	8.62	229.26
P_3	4.05	4.01	28.12
P_W	0.97	1.13	27.06
P_S	4.19	4.61	201.14
W%	23.15	24.51	13.45

P_1 = Peso Recipiente + Suelo Húmedo, en g
P_2 = Peso Recipiente + Suelo Seco , en g
P_3 = Peso Recipiente, en g
P_W = Peso del Agua , en g $P_W = P_1 - P_2$
P_S = Peso Suelo Seco, en g $P_S = P_2 - P_3$
W = Contenido de agua, en % $w = (P_W / P_S) \times 100$



No se permiten diferencias mayores al 2% entre dos ensayos de LP del mismo material

GRADACIÓN

Peso inicial:	201.14 gr		Peso final:	71.37 gr	
Tamiz, plg	Tamiz, mm	Peso (gr)	% Reten.	% Ret.Acum	% Pasa
3"	76.10				
2 ½"	64.00				100.0%
2"	50.80				100.0%
1 ½"	38.10				100.0%
1"	25.40				100.0%
3/4"	19.00				100.0%
1/2"	12.70				
3/8"	9.51	1.3	0.6%	0.6%	99.4%
4	4.76	2.2	1.1%	1.7%	98.3%
8	2.38				
10	2.00	5.3	2.6%	4.4%	95.6%
12	1.68	2.3	1.1%		
16	1.19				
30	0.59				
40	0.42	25.4	12.6%	18.1%	81.9%
50	0.30	13.3	6.6%		
80	0.18				
100	0.15	16.3			
200	0.07	5.4	2.7%	35.5%	64.5%
Pasa 200		129.8	64.5%	100.0%	0.0%
Total		201.1			

RESULTADOS

Límite Líquido	30.9	%
Límite Plástico	23.8	%
Índice Plastico	7.1	%
Gravas	1.7%	
Arenas	33.8%	
Finos	64.5%	

CLASIFICACIÓN

Índice de Grupo	3
A.A.S.H.T.O.	A - 4
U.S.C	ML

OBSERVACIONES:

JOSE DAVID ESTEBAN
REALIZÓ

JAVIER CABALLERO
REVISÓ

INGENIERÍA & SUELOS s.a.s.

ENSAYO DE CLASIFICACIÓN
LÍMITES DE CONSISTENCIA Y GRADACIÓN
I.N.V E - 122 - E - 123 - E - 125 - E - 126

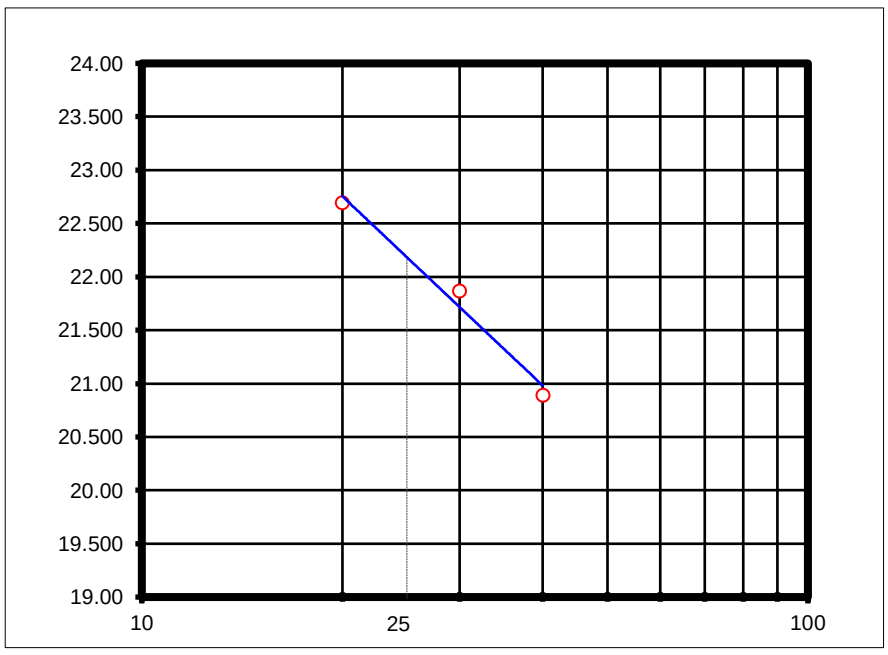
OBRA:	***INFORME GEOTECNICO CENTRO NAUTICO TOPOCORO MUNICIPIO DE BETULIA DEPARTAMENTO DE SANTANDER***			**SONDEO**	**3**
SECTOR:	***SONDEO 3***	**PROFUNDIDAD**	*3 M*		
EMPRESA:	***UNION TEMPORAL TOPOCORO 2024***	**FECHA:**	*6/02/2026*	**MUESTRA**	**2**

LÍMITES DE CONSISTENCIA

LÍMITE LÍQUIDO			
Determinación No	1	2	3
Número de Golpes	40	30	20
Recipiente No.	10	11	12
P_1	29.15	29.38	28.55
P_2	27.51	27.53	26.78
P_3	19.66	19.07	18.98
P_W	1.64	1.85	1.77
P_S	7.85	8.46	7.80
W%	20.89	21.87	22.69

LÍMITE PLÁSTICO			Humedad Natural
Recipiente No.	12	13	3
P_1	23.89	23.72	287.21
P_2	23.25	23.10	255.32
P_3	19.65	19.70	27.63
P_W	0.64	0.62	31.89
P_S	3.60	3.40	227.69
W%	17.78	18.24	14.01

P_1 = Peso Recipiente + Suelo Húmedo, en g
P_2 = Peso Recipiente + Suelo Seco , en g
P_3 = Peso Recipiente, en g
P_W = Peso del Agua , en g $P_W = P_1 - P_2$
P_S = Peso Suelo Seco, en g $P_S = P_2 - P_3$
W = Contenido de agua, en % $w = (P_W / P_S) \times 100$



No se permiten diferencias mayores al 2% entre dos ensayos de LP del mismo material

GRADACIÓN

Peso inicial:	227.69 gr		Peso final:	62.40 gr	
Tamiz, plg	Tamiz, mm	Peso (gr)	% Reten.	% Ret.Acum	% Pasa
3"	76.10				
2 ½"	64.00				100.0%
2"	50.80				100.0%
1 ½"	38.10				100.0%
1"	25.40				100.0%
3/4"	19.00				100.0%
1/2"	12.70				
3/8"	9.51	1.9	0.8%	0.8%	99.2%
4	4.76	5.2	2.3%	3.1%	96.9%
8	2.38				
10	2.00	8.2	3.6%	6.7%	93.3%
12	1.68	2.1	0.9%		
16	1.19				
30	0.59				
40	0.42	26.3	11.6%	19.2%	80.8%
50	0.30	7.1	3.1%		
80	0.18				
100	0.15	8.2			
200	0.07	3.3	1.5%	27.4%	72.6%
Pasa 200		165.3	72.6%	100.0%	0.0%
Total		227.7			

RESULTADOS

Límite Líquido	22.2	%
Límite Plástico	18.0	%
Índice Plastico	4.2	%
Gravas	3.1%	
Arenas	24.3%	
Finos	72.6%	

CLASIFICACIÓN

Índice de Grupo	1
A.A.S.H.T.O.	A - 4
U.S.C	CL-ML

OBSERVACIONES:

JOSE DAVID ESTEBAN
REALIZÓ

JAVIER CABALLERO
REVISÓ

INGENIERÍA & SUELOS s.a.s.

ENSAYO DE CLASIFICACIÓN
LÍMITES DE CONSISTENCIA Y GRADACIÓN
I.N.V E - 122 - E - 123 - E - 125 - E - 126

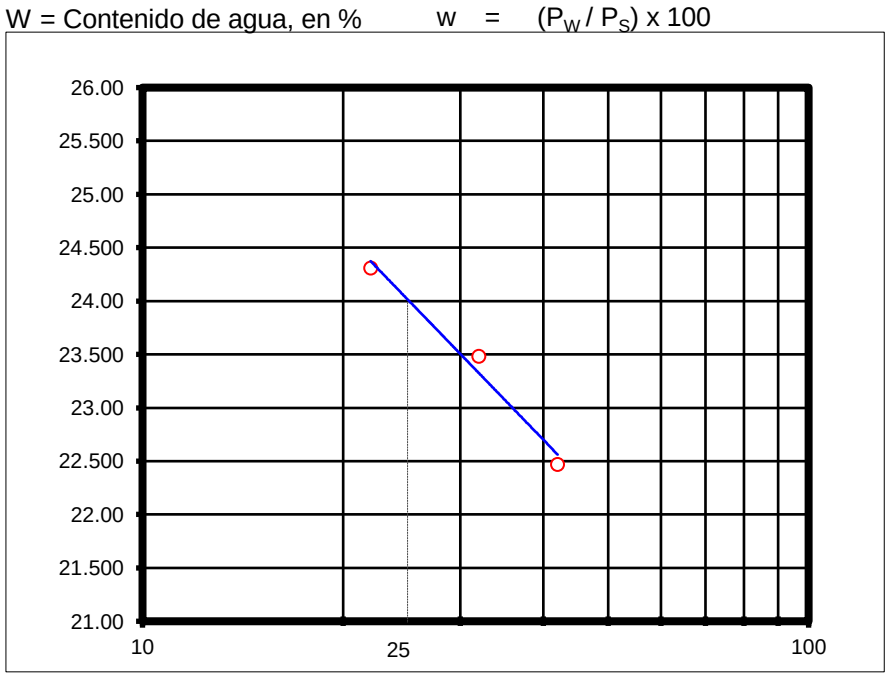
OBRA:	***ESTUDIO GEOTECNICO CENTRO NAUTICO TOPOCORO MUNICIPIO DE GIRON DEPARTAMENTO DE SANTANDER***			**SONDEO**	**3**
SECTOR:	***SONDEO 3***	**PROFUNDIDAD**	*4 M*		
EMPRESA:	***UNION TEMPORAL TOPOCORO 2024***	**FECHA:**	*6/02/2026*	**MUESTRA**	**3**

LÍMITES DE CONSISTENCIA

LÍMITE LÍQUIDO			
Determinación No	1	2	3
Número de Golpes	42	32	22
Recipiente No.	16	17	18
P_1	12.55	13.18	11.29
P_2	11.24	11.71	10.15
P_3	5.41	5.45	5.46
P_W	1.31	1.47	1.14
P_S	5.83	6.26	4.69
W%	22.47	23.48	24.31

LÍMITE PLÁSTICO			Humedad Natural
Recipiente No.	4	5	1
P_1	23.56	24.29	210.25
P_2	22.94	23.36	187.23
P_3	19.82	18.87	30.82
P_W	0.62	0.93	23.02
P_S	3.12	4.49	156.41
W%	19.87	20.71	14.72

P_1 = Peso Recipiente + Suelo Húmedo, en g
P_2 = Peso Recipiente + Suelo Seco , en g
P_3 = Peso Recipiente, en g
P_W = Peso del Agua , en g $P_W = P_1 - P_2$
P_S = Peso Suelo Seco, en g $P_S = P_2 - P_3$
W = Contenido de agua, en % $w = (P_W / P_S) \times 100$



No se permiten diferencias mayores al 2% entre dos ensayos de LP del mismo material

GRADACIÓN

Peso inicial:	156.41 gr		Peso final:	54.64 gr	
Tamiz, plg	Tamiz, mm	Peso (gr)	% Reten.	% Ret.Acum	% Pasa
3"	76.10				
2 ½"	64.00				100.0%
2"	50.80				100.0%
1 ½"	38.10				100.0%
1"	25.40				100.0%
3/4"	19.00				100.0%
1/2"	12.70				
3/8"	9.51				100.0%
4	4.76	1.3	0.8%	0.8%	99.2%
8	2.38				
10	2.00	8.2	5.2%	6.0%	94.0%
12	1.68	3.3	2.1%		
16	1.19				
30	0.59				
40	0.42	20.1	12.9%	21.0%	79.0%
50	0.30	8.2	5.2%		
80	0.18				
100	0.15	11.2			
200	0.07	2.4	1.5%	34.9%	65.1%
Pasa 200		101.8	65.1%	100.0%	0.0%
Total		156.4			

RESULTADOS

Límite Líquido	24.0	%
Límite Plástico	20.3	%
Índice Plastico	3.7	%
Gravas	0.8%	
Arenas	34.1%	
Finos	65.1%	

CLASIFICACIÓN

Índice de Grupo	0
A.A.S.H.T.O.	A - 4
U.S.C	ML

OBSERVACIONES:

JOSE DAVID ESTEBAN
REALIZÓ

JAVIER CABALLERO
REVISÓ

INGENIERÍA & SUELOS s.a.s.

ENSAYO DE CLASIFICACIÓN
LÍMITES DE CONSISTENCIA Y GRADACIÓN
I.N.V E - 122 - E - 123 - E - 125 - E - 126

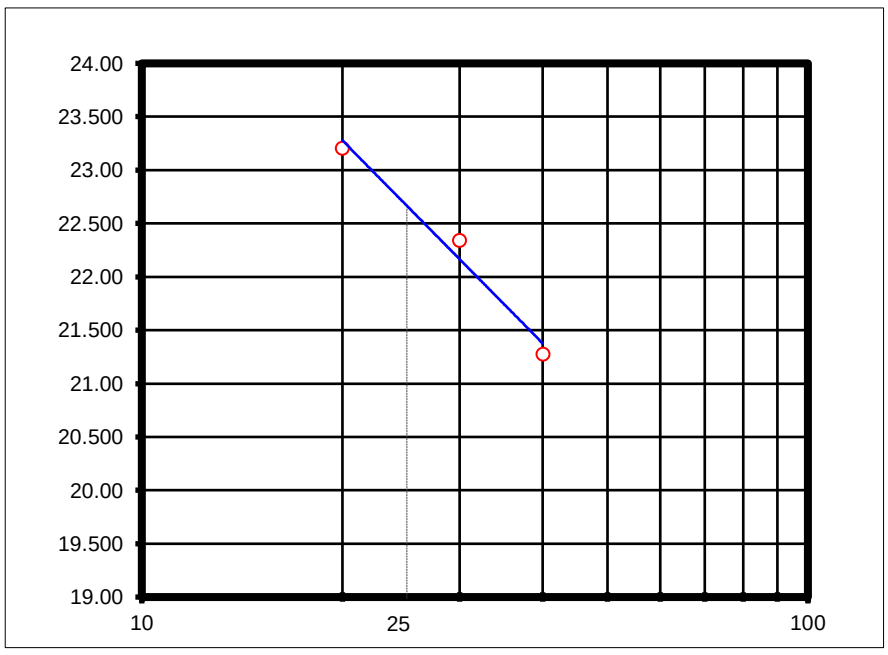
OBRA:	***ESTUDIO GEOTECNICO CENTRO NAUTICO TOPOCORO MUNICIPIO DE GIRON DEPARTAMENTO DE SANTANDER***			**SONDEO**	**5**
SECTOR:	***SONDEO 5***	**PROFUNDIDAD**	*1.5 M*		
EMPRESA:	***UNION TEMPORAL TOPOCORO 2024***	**FECHA:**	*15/02/2026*	**MUESTRA**	**1**

LÍMITES DE CONSISTENCIA

LÍMITE LÍQUIDO			
Determinación No	1	2	3
Número de Golpes	40	30	20
Recipiente No.	10	11	12
P_1	29.18	29.42	28.59
P_2	27.51	27.53	26.78
P_3	19.66	19.07	18.98
P_W	1.67	1.89	1.81
P_S	7.85	8.46	7.80
W%	21.27	22.34	23.21

LÍMITE PLÁSTICO			Humedad Natural
Recipiente No.	12	13	3
P_1	23.94	23.79	278.14
P_2	23.25	23.10	250.13
P_3	19.65	19.70	27.63
P_W	0.69	0.69	28.01
P_S	3.60	3.40	222.50
W%	19.17	20.29	12.59

P_1 = Peso Recipiente + Suelo Húmedo, en g
P_2 = Peso Recipiente + Suelo Seco , en g
P_3 = Peso Recipiente, en g
P_W = Peso del Agua , en g $P_W = P_1 - P_2$
P_S = Peso Suelo Seco, en g $P_S = P_2 - P_3$
W = Contenido de agua, en % $w = (P_W / P_S) \times 100$



No se permiten diferencias mayores al 2% entre dos ensayos de LP del mismo material

GRADACIÓN

Peso inicial:	222.50 gr		Peso final:	75.76 gr	
Tamiz, plg	Tamiz, mm	Peso (gr)	% Reten.	% Ret.Acum	% Pasa
3"	76.10				
2 ½"	64.00				100.0%
2"	50.80				100.0%
1 ½"	38.10				100.0%
1"	25.40				100.0%
3/4"	19.00				100.0%
1/2"	12.70				
3/8"	9.51				100.0%
4	4.76	6.3	2.8%	2.8%	97.2%
8	2.38				
10	2.00	4.1	1.9%	4.7%	95.3%
12	1.68	3.4	1.5%		
16	1.19				
30	0.59				
40	0.42	20.1	9.0%	15.3%	84.7%
50	0.30	15.2	6.8%		
80	0.18				
100	0.15	15.2			
200	0.07	11.4	5.1%	34.0%	66.0%
Pasa 200		146.7	66.0%	100.0%	0.0%
Total		222.5			

RESULTADOS

Límite Líquido	22.6	%
Límite Plástico	19.7	%
Índice Plastico	2.9	%
Gravas	2.8%	
Arenas	31.2%	
Finos	66.0%	

CLASIFICACIÓN

Índice de Grupo	0
A.A.S.H.T.O.	A - 4
U.S.C	ML

OBSERVACIONES:

JOSE DAVID ESTEBAN
REALIZÓ

JAVIER CABALLERO
REVISÓ

INGENIERÍA & SUELOS s.a.s.

ENSAYO DE CLASIFICACIÓN
LÍMITES DE CONSISTENCIA Y GRADACIÓN
I.N.V E - 122 - E - 123 - E - 125 - E - 126

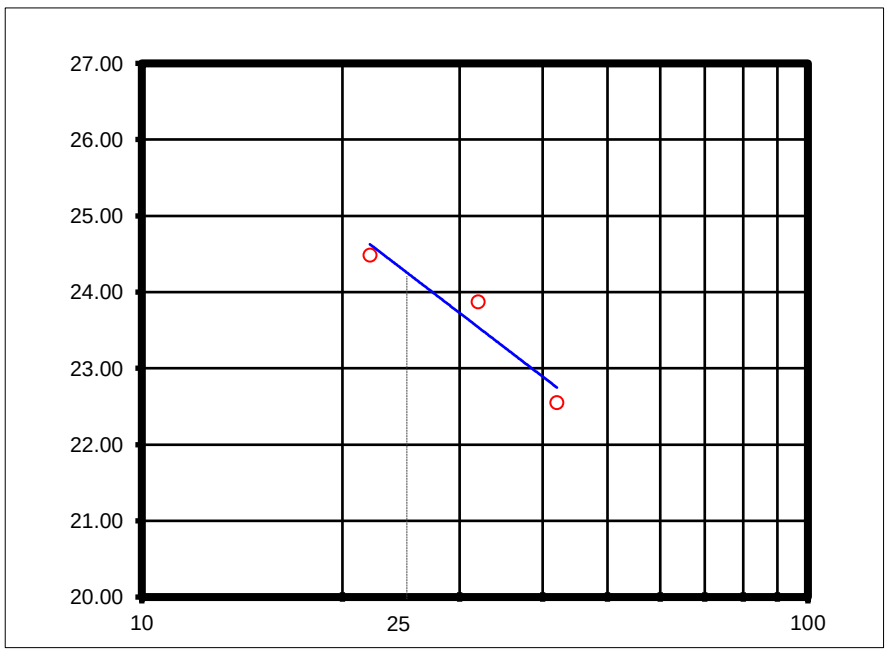
OBRA:	***ESTUDIO GEOTECNICO CENTRO NAUTICO TOPOCORO MUNICIPIO DE GIRON DEPARTAMENTO DE SANTANDER***			**SONDEO**	**5**
SECTOR:	***SONDEO 5***	**PROFUNDIDAD**	*3 M*		
EMPRESA:	***UNION TEMPORAL TOPOCORO 2024***	**FECHA:**	*15/02/2026*	**MUESTRA**	**2**

LÍMITES DE CONSISTENCIA

LÍMITE LÍQUIDO			
Determinación No	1	2	3
Número de Golpes	42	32	22
Recipiente No.	1	2	3
P_1	26.59	25.16	26.76
P_2	25.3	24.1	25.33
P_3	19.58	19.66	19.49
P_W	1.29	1.06	1.43
P_S	5.72	4.44	5.84
W%	22.55	23.87	24.49

LÍMITE PLÁSTICO			Humedad Natural
Recipiente No.	16	17	3
P_1	20.63	20.70	269.25
P_2	20.47	20.53	240.16
P_3	19.58	19.66	27.63
P_W	0.16	0.17	29.09
P_S	0.89	0.87	212.53
W%	17.98	19.54	13.69

P_1 = Peso Recipiente + Suelo Húmedo, en g
P_2 = Peso Recipiente + Suelo Seco , en g
P_3 = Peso Recipiente, en g
P_W = Peso del Agua , en g $P_W = P_1 - P_2$
P_S = Peso Suelo Seco, en g $P_S = P_2 - P_3$
W = Contenido de agua, en % $w = (P_W / P_S) \times 100$



No se permiten diferencias mayores al 2% entre dos ensayos de LP del mismo material

GRADACIÓN

Peso inicial:	212.53 gr		Peso final:	59.72 gr	
Tamiz, plg	Tamiz, mm	Peso (gr)	% Reten.	% Ret.Acum	% Pasa
3"	76.10				
2 ½"	64.00				100.0%
2"	50.80				100.0%
1 ½"	38.10				100.0%
1"	25.40				100.0%
3/4"	19.00				100.0%
1/2"	12.70				
3/8"	9.51				100.0%
4	4.76	6.3	3.0%	3.0%	97.0%
8	2.38				
10	2.00	5.2	2.5%	5.4%	94.6%
12	1.68	1.3	0.6%		
16	1.19				
30	0.59				
40	0.42	16.4	7.7%	13.7%	86.3%
50	0.30	9.2	4.3%		
80	0.18				
100	0.15	20.2			
200	0.07	1.2	0.6%	28.1%	71.9%
Pasa 200		152.8	71.9%	100.0%	0.0%
Total		212.5			

RESULTADOS

Límite Líquido	24.2	%
Límite Plástico	18.8	%
Índice Plastico	5.4	%
Gravas	3.0%	
Arenas	25.1%	
Finos	71.9%	

CLASIFICACIÓN

Índice de Grupo	2
A.A.S.H.T.O.	A - 4
U.S.C	CL-ML

OBSERVACIONES:

JOSE DAVID ESTEBAN
REALIZÓ

JAVIER CABALLERO
REVISÓ

INGENIERÍA & SUELOS s.a.s.

ENSAYO DE CLASIFICACIÓN
LÍMITES DE CONSISTENCIA Y GRADACIÓN
I.N.V E - 122 - E - 123 - E - 125 - E - 126

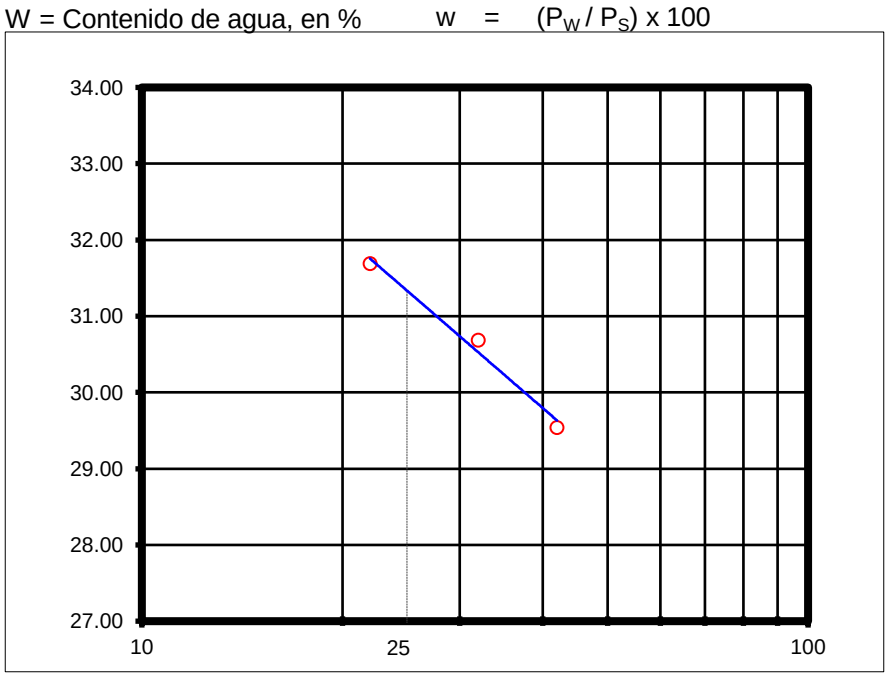
OBRA:	***ESTUDIO GEOTECNICO CENTRO NAUTICO TOPOCORO MUNICIPIO DE GIRON DEPARTAMENTO DE SANTANDER DEPARTAMENTO DE SANTANDER***			**SONDEO**	**5**
SECTOR:	***SONDEO 5***	**PROFUNDIDAD**	*5 M*		
EMPRESA:	***UNION TEMPORAL TOPOCORO 2024***	**FECHA:**	*15/02/2026*	**MUESTRA**	**3**

LÍMITES DE CONSISTENCIA

LÍMITE LÍQUIDO			
Determinación No	1	2	3
Número de Golpes	42	32	22
Recipiente No.	7	8	9
P_1	29	28.42	26.33
P_2	27.14	26.18	24.34
P_3	20.2	18.88	18.06
P_W	2.05	2.24	1.99
P_S	6.94	7.30	6.28
W%	29.54	30.68	31.69

LÍMITE PLÁSTICO			**Humedad Natural**
Recipiente No.	4	5	1
P_1	23.16	21.95	245.21
P_2	22.45	21.27	218.23
P_3	19.78	18.78	28.24
P_W	0.71	0.68	26.98
P_S	2.67	2.49	189.99
W%	26.59	27.31	14.20

P_1 = Peso Recipiente + Suelo Húmedo, en g
P_2 = Peso Recipiente + Suelo Seco , en g
P_3 = Peso Recipiente, en g
P_W = Peso del Agua , en g $P_W = P_1 - P_2$
P_S = Peso Suelo Seco, en g $P_S = P_2 - P_3$
W = Contenido de agua, en % $w = (P_W / P_S) \times 100$



No se permiten diferencias mayores al 2% entre dos ensayos de LP del mismo material

GRADACIÓN

Peso inicial:	189.99 gr		Peso final:	72.81 gr	
Tamiz, plg	Tamiz, mm	Peso (gr)	% Reten.	% Ret.Acum	% Pasa
3"	76.10				
2 ½"	64.00				100.0%
2"	50.80				100.0%
1 ½"	38.10				100.0%
1"	25.40				100.0%
3/4"	19.00				100.0%
1/2"	12.70				
3/8"	9.51				100.0%
4	4.76	2.3	1.2%	1.2%	98.8%
8	2.38				
10	2.00	4.3	2.3%	3.5%	96.5%
12	1.68	8.2	4.3%		
16	1.19				
30	0.59				
40	0.42	28.0	14.7%	22.5%	77.5%
50	0.30	15.0	7.9%		
80	0.18				
100	0.15	10.0			
200	0.07	5.0	2.6%	38.3%	61.7%
Pasa 200		117.2	61.7%	100.0%	0.0%
Total		190.0			

RESULTADOS

Límite Líquido	31.3	%
Límite Plástico	27.0	%
Índice Plastico	4.4	%
Gravas	1.2%	
Arenas	37.1%	
Finos	61.7%	

CLASIFICACIÓN

Índice de Grupo	2
A.A.S.H.T.O.	A - 4
U.S.C	ML

OBSERVACIONES:

JOSE DAVID ESTEBAN
REALIZÓ

JAVIER CABALLERO
REVISÓ

INGENIERÍA & SUELOS s.a.s.

ENSAYO DE CLASIFICACIÓN
LÍMITES DE CONSISTENCIA Y GRADACIÓN
I.N.V E - 122 - E - 123 - E - 125 - E - 126

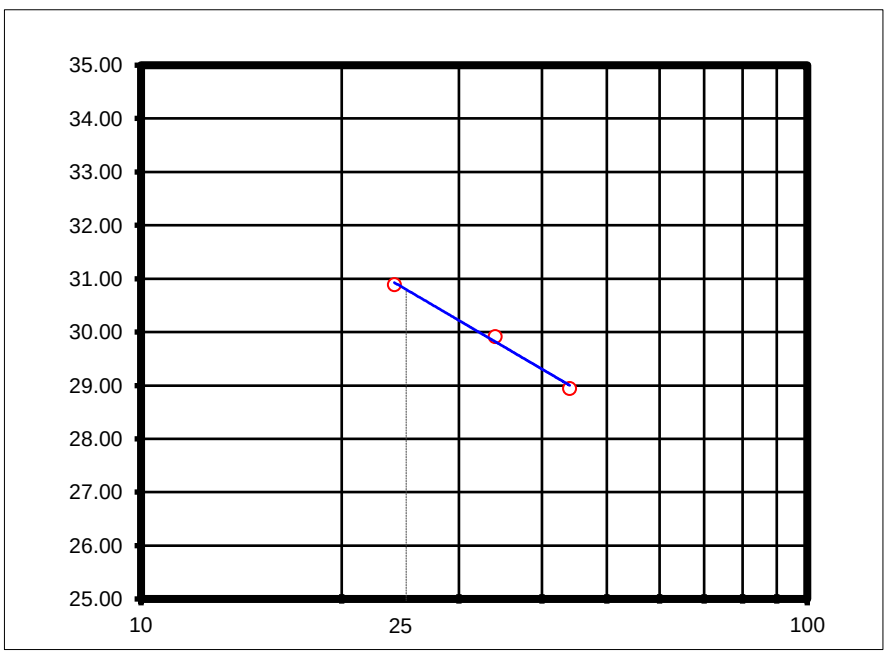
OBRA:	***ESTUDIO GEOTECNICO CENTRO NAUTICO TOPOCORO MUNICIPIO DE GIRON DEPARTAMENTO DE SANTANDER DEPARTAMENTO DE SANTANDER***			**SONDEO**	**5**
SECTOR:	***SONDEO 5***	**PROFUNDIDAD**	*7.5 M*		
EMPRESA:	***UNION TEMPORAL TOPOCORO 2024***	**FECHA:**	*15/02/2026*	**MUESTRA**	**4**

LÍMITES DE CONSISTENCIA

LÍMITE LÍQUIDO			
Determinación No	1	2	3
Número de Golpes	44	34	24
Recipiente No.	6	7	8
P_1	26.25	29.05	29.77
P_2	24.82	26.92	27.16
P_3	19.88	19.8	18.71
P_W	1.43	2.13	2.61
P_S	4.94	7.12	8.45
W%	28.95	29.92	30.89

LÍMITE PLÁSTICO			Humedad Natural
Recipiente No.	9	10	2
P_1	23.88	23.86	274.28
P_2	23.10	23.09	246.32
P_3	19.65	19.80	27.46
P_W	0.78	0.77	27.96
P_S	3.45	3.29	218.86
W%	22.61	23.40	12.78

P_1 = Peso Recipiente + Suelo Húmedo, en g
P_2 = Peso Recipiente + Suelo Seco , en g
P_3 = Peso Recipiente, en g
P_W = Peso del Agua , en g $P_W = P_1 - P_2$
P_S = Peso Suelo Seco, en g $P_S = P_2 - P_3$
W = Contenido de agua, en % $w = (P_W / P_S) \times 100$



No se permiten diferencias mayores al 2% entre dos ensayos de LP del mismo material

GRADACIÓN

Peso inicial:	218.86 gr		Peso final:	86.14 gr	
Tamiz, plg	Tamiz, mm	Peso (gr)	% Reten.	% Ret.Acum	% Pasa
3"	76.10				
2 ½"	64.00				100.0%
2"	50.80				100.0%
1 ½"	38.10				100.0%
1"	25.40				100.0%
3/4"	19.00				100.0%
1/2"	12.70				
3/8"	9.51				100.0%
4	4.76	6.3	2.9%	2.9%	97.1%
8	2.38				
10	2.00	8.2	3.8%	6.6%	93.4%
12	1.68	14.3	6.5%		
16	1.19				
30	0.59				
40	0.42	15.7	7.2%	20.3%	79.7%
50	0.30	10.2	4.7%		
80	0.18				
100	0.15	21.2			
200	0.07	10.2	4.7%	39.4%	60.6%
Pasa 200		132.7	60.6%	100.0%	0.0%
Total		218.9			

RESULTADOS

Límite Líquido	30.8	%
Límite Plástico	23.0	%
Índice Plastico	7.8	%
Gravas	2.9%	
Arenas	36.5%	
Finos	60.6%	

CLASIFICACIÓN

Índice de Grupo	3
A.A.S.H.T.O.	A - 4
U.S.C	ML

OBSERVACIONES:

JOSE DAVID ESTEBAN
REALIZÓ

JAVIER CABALLERO
REVISÓ

INGENIERÍA & SUELOS s.a.s.

ENSAYO DE CLASIFICACIÓN
LÍMITES DE CONSISTENCIA Y GRADACIÓN
I.N.V E - 122 - E - 123 - E - 125 - E - 126

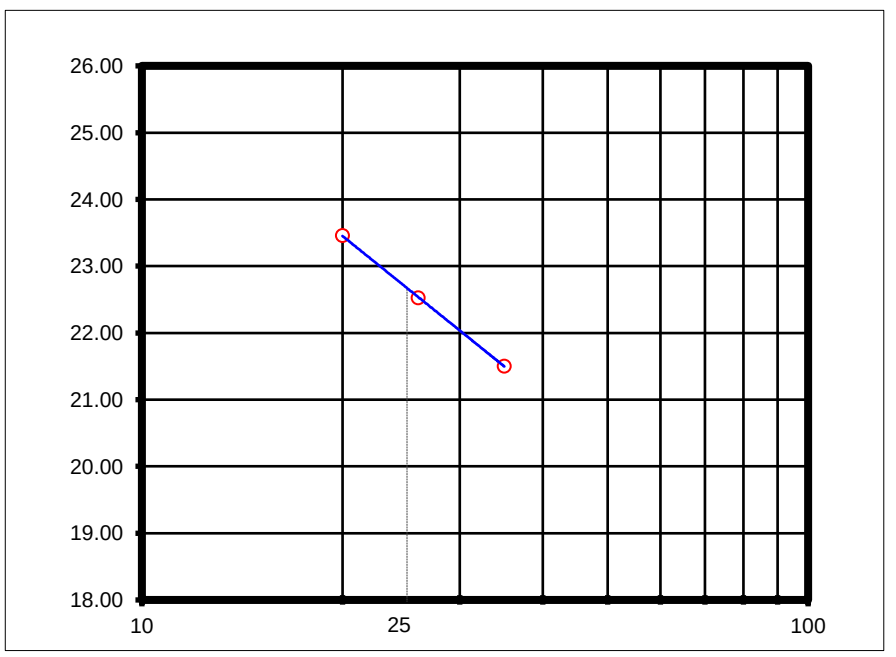
OBRA:	***ESTUDIO GEOTECNICO CENTRO NAUTICO TOPOCORO MUNICIPIO DE GIRON DEPARTAMENTO DE SANTANDER***			**SONDEO**	**6**
SECTOR:	***SONDEO 6***	**PROFUNDIDAD**	*1.5 M*		
EMPRESA:	***UNION TEMPORAL TOPOCORO 2024***	**FECHA:**	*15/02/2026*	**MUESTRA**	**1**

LÍMITES DE CONSISTENCIA

LÍMITE LÍQUIDO			
Determinación No	1	2	3
Número de Golpes	35	26	20
Recipiente No.	1	2	3
P_1	26.53	25.1	26.7
P_2	25.3	24.1	25.33
P_3	19.58	19.66	19.49
P_W	1.23	1.00	1.37
P_S	5.72	4.44	5.84
W%	21.50	22.52	23.46

LÍMITE PLÁSTICO			**Humedad Natural**
Recipiente No.	1	2	1
P_1	20.64	20.71	297.11
P_2	20.47	20.53	268.19
P_3	19.58	19.66	52.39
P_W	0.17	0.18	28.92
P_S	0.89	0.87	215.80
W%	19.10	20.69	13.40

P_1 = Peso Recipiente + Suelo Húmedo, en g
P_2 = Peso Recipiente + Suelo Seco , en g
P_3 = Peso Recipiente, en g
P_W = Peso del Agua , en g $P_W = P_1 - P_2$
P_S = Peso Suelo Seco, en g $P_S = P_2 - P_3$
W = Contenido de agua, en % $w = (P_W / P_S) \times 100$



No se permiten diferencias mayores al 2% entre dos ensayos de LP del mismo material

GRADACIÓN

Peso inicial:	215.80 gr		Peso final:	107.79 gr	
Tamiz, plg	Tamiz, mm	Peso (gr)	% Reten.	% Ret.Acum	% Pasa
3"	76.10				
2 ½"	64.00				100.0%
2"	50.80				100.0%
1 ½"	38.10				100.0%
1"	25.40				100.0%
3/4"	19.00				100.0%
1/2"	12.70				
3/8"	9.51				100.0%
4	4.76	3.3	1.5%	1.5%	98.5%
8	2.38				
10	2.00			1.5%	98.5%
12	1.68	6.0	2.8%		
16	1.19				
30	0.59				
40	0.42	22.9	10.6%	14.9%	85.1%
50	0.30				
80	0.18				
100	0.15	67.9			
200	0.07	7.8	3.6%	49.9%	50.1%
Pasa 200		108.0	50.1%	100.0%	0.0%
Total		215.8			

RESULTADOS

Límite Líquido	22.7	%
Límite Plástico	19.9	%
Índice Plastico	2.8	%
Gravas	1.5%	
Arenas	48.4%	
Finos	50.1%	

CLASIFICACIÓN

Índice de Grupo	0
A.A.S.H.T.O.	A - 4
U.S.C	ML

OBSERVACIONES:

JOSE DAVID ESTEBAN
REALIZÓ

JAVIER CABALLERO
REVISÓ

INGENIERÍA & SUELOS s.a.s.

ENSAYO DE CLASIFICACIÓN
LÍMITES DE CONSISTENCIA Y GRADACIÓN
I.N.V E - 122 - E - 123 - E - 125 - E - 126

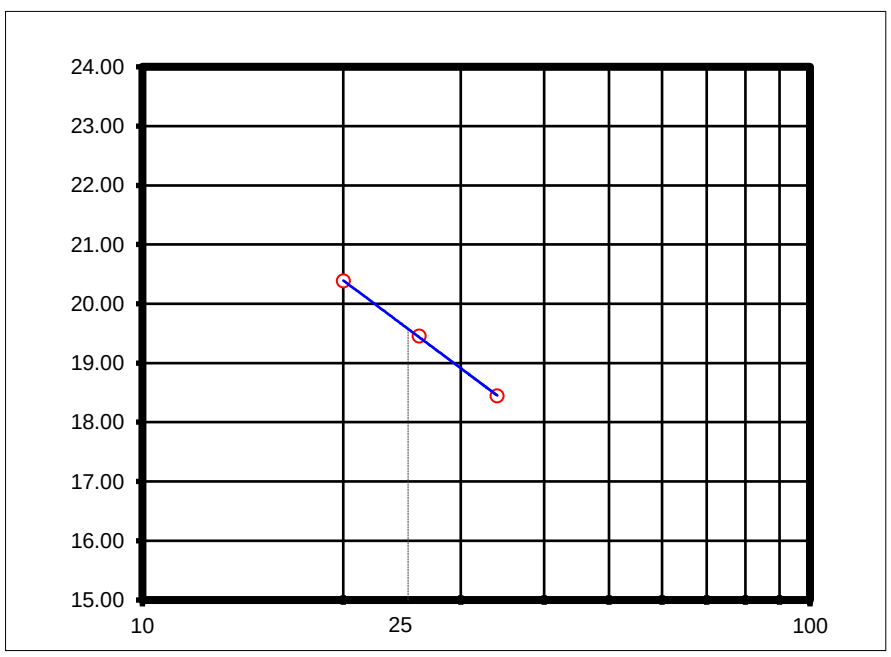
OBRA:	***ESTUDIO GEOTECNICO CENTRO NAUTICO TOPOCORO MUNICIPIO DE GIRON DEPARTAMENTO DE SANTANDER***			**SONDEO**	**6**
SECTOR:	***SONDEO 6***	**PROFUNDIDAD**	*5 M*		
EMPRESA:	***UNION TEMPORAL TOPOCORO 2024***	**FECHA:**	*15/02/2026*	**MUESTRA**	**3**

LÍMITES DE CONSISTENCIA

LÍMITE LÍQUIDO			
Determinación No	1	2	3
Número de Golpes	34	26	20
Recipiente No.	7	8	9
P_1	28	27.6	25.62
P_2	27.14	26.18	24.34
P_3	20.2	18.88	18.06
P_W	1.28	1.42	1.28
P_S	6.94	7.30	6.28
W%	18.44	19.45	20.38

LÍMITE PLÁSTICO			Humedad Natural
Recipiente No.	5	6	2
P_1	22.92	21.73	295.29
P_2	22.45	21.27	265.03
P_3	19.78	18.78	53.84
P_W	0.47	0.46	30.26
P_S	2.67	2.49	211.19
W%	17.60	18.47	14.33

P_1 = Peso Recipiente + Suelo Húmedo, en g
P_2 = Peso Recipiente + Suelo Seco , en g
P_3 = Peso Recipiente, en g
P_W = Peso del Agua , en g $P_W = P_1 - P_2$
P_S = Peso Suelo Seco, en g $P_S = P_2 - P_3$
W = Contenido de agua, en % $w = (P_W / P_S) \times 100$



No se permiten diferencias mayores al 2% entre dos ensayos de LP del mismo material

GRADACIÓN

Peso inicial:	211.19 gr		Peso final:	93.27 gr	
Tamiz, plg	Tamiz, mm	Peso (gr)	% Reten.	% Ret.Acum	% Pasa
3"	76.10				
2 ½"	64.00				100.0%
2"	50.80				100.0%
1 ½"	38.10				100.0%
1"	25.40				100.0%
3/4"	19.00				100.0%
1/2"	12.70				
3/8"	9.51				100.0%
4	4.76	4.1	2.0%	2.0%	98.0%
8	2.38				
10	2.00	3.3	1.5%	3.5%	96.5%
12	1.68	20.3	9.6%		
16	1.19				
30	0.59				
40	0.42	25.1	11.9%	25.0%	75.0%
50	0.30				
80	0.18				
100	0.15	35.3			
200	0.07	5.2	2.5%	44.2%	55.8%
Pasa 200		117.9	55.8%	100.0%	0.0%
Total		211.2			

RESULTADOS

Límite Líquido	19.6	%
Límite Plástico	18.0	%
Índice Plastico	1.5	%
Gravas	2.0%	
Arenas	42.2%	
Finos	55.8%	

CLASIFICACIÓN

Índice de Grupo	0
A.A.S.H.T.O.	A - 4
U.S.C	ML

OBSERVACIONES:

JOSE DAVID ESTEBAN
REALIZÓ

JAVIER CABALLERO
REVISÓ

INGENIERÍA & SUELOS s.a.s.

ENSAYO DE CLASIFICACIÓN
LÍMITES DE CONSISTENCIA Y GRADACIÓN
I.N.V E - 122 - E - 123 - E - 125 - E - 126

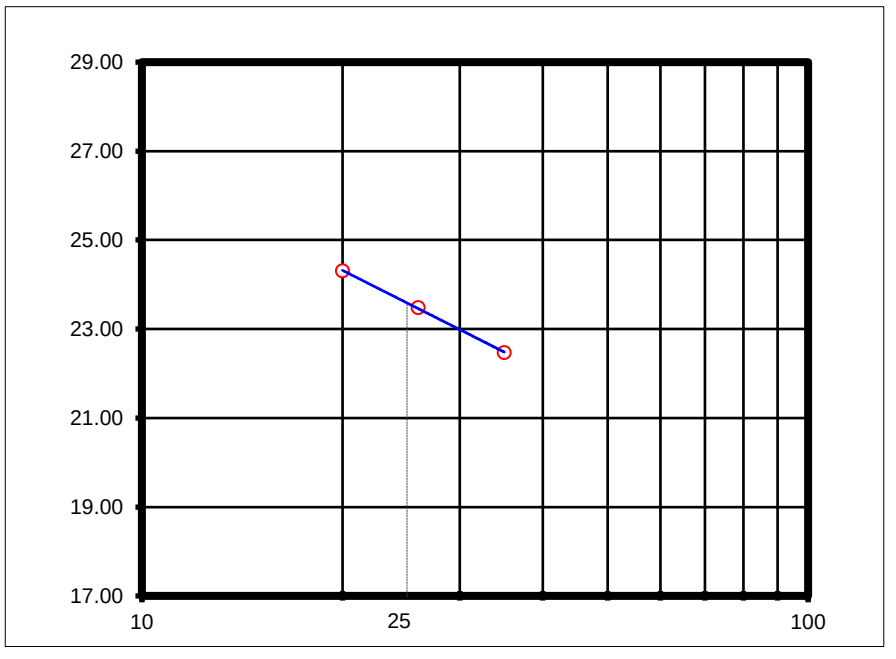
OBRA:	***ESTUDIO GEOTECNICO CENTRO NAUTICO TOPOCORO MUNICIPIO DE GIRON DEPARTAMENTO DE SANTANDER***			**SONDEO**	**7**
SECTOR:	***SONDEO 7***	**PROFUNDIDAD**	*1,5 M*		
EMPRESA:	***UNION TEMPORAL TOPOCORO 2024***	**FECHA:**	*15/02/2026*	**MUESTRA**	**1**

LÍMITES DE CONSISTENCIA

LÍMITE LÍQUIDO			
Determinación No	1	2	3
Número de Golpes	35	26	20
Recipiente No.	16	17	18
P_1	12.55	13.18	11.29
P_2	11.24	11.71	10.15
P_3	5.41	5.45	5.46
P_W	1.31	1.47	1.14
P_S	5.83	6.26	4.69
W%	22.47	23.48	24.31

LÍMITE PLÁSTICO			**Humedad Natural**
Recipiente No.	7	8	3
P_1	24.53	24.90	294.02
P_2	23.67	23.76	262.25
P_3	19.76	18.81	53.86
P_W	0.86	1.14	31.77
P_S	3.91	4.95	208.39
W%	21.99	23.03	15.25

P_1 = Peso Recipiente + Suelo Húmedo, en g
P_2 = Peso Recipiente + Suelo Seco , en g
P_3 = Peso Recipiente, en g
P_W = Peso del Agua , en g $P_W = P_1 - P_2$
P_S = Peso Suelo Seco, en g $P_S = P_2 - P_3$
W = Contenido de agua, en % $w = (P_W / P_S) \times 100$



No se permiten diferencias mayores al 2% entre dos ensayos de LP del mismo material

GRADACIÓN

Peso inicial: 208.39 gr — Peso final: 73.15 gr

Tamiz, plg	Tamiz, mm	Peso (gr)	% Reten.	% Ret.Acum	% Pasa
3"	76.10				
2 ½"	64.00				100.0%
2"	50.80				100.0%
1 ½"	38.10				100.0%
1"	25.40				100.0%
3/4"	19.00				100.0%
1/2"	12.70				
3/8"	9.51	1.4	0.7%	0.7%	99.3%
4	4.76	5.1	2.4%	3.1%	96.9%
8	2.38				
10	2.00			3.1%	96.9%
12	1.68	9.1	4.3%		
16	1.19				
30	0.59				
40	0.42	29.1	13.9%	21.4%	78.6%
50	0.30				
80	0.18				
100	0.15	25.3			
200	0.07	3.3	1.6%	35.1%	64.9%
Pasa 200		135.2	64.9%	100.0%	0.0%
Total		208.4			

RESULTADOS

Límite Líquido	23.6	%
Límite Plástico	22.5	%
Índice Plastico	1.1	%
Gravas	3.1%	
Arenas	32.0%	
Finos	64.9%	

CLASIFICACIÓN

Índice de Grupo	0
A.A.S.H.T.O.	A - 4
U.S.C	ML

OBSERVACIONES:

JOSE DAVID ESTEBAN
REALIZÓ

JAVIER CABALLERO
REVISÓ

INGENIERÍA & SUELOS s.a.s.

ENSAYO DE CLASIFICACIÓN
LÍMITES DE CONSISTENCIA Y GRADACIÓN
I.N.V E - 122 - E - 123 - E - 125 - E - 126

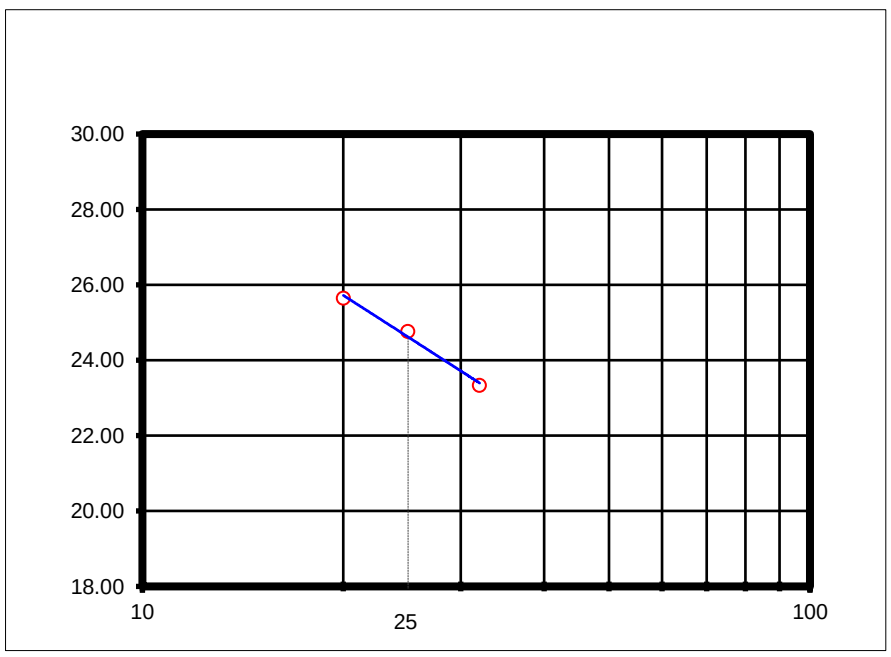
OBRA:	***ESTUDIO GEOTECNICO CENTRO NAUTICO TOPOCORO MUNICIPIO DE GIRON DEPARTAMENTO DE SANTANDER***			**SONDEO**	**7**
SECTOR:	***SONDEO 7***	**PROFUNDIDAD**	*7.5 M*		
EMPRESA:	***UNION TEMPORAL TOPOCORO 2024***	**FECHA:**	*15/02/2026*	**MUESTRA**	**4**

LÍMITES DE CONSISTENCIA

LÍMITE LÍQUIDO			
Determinación No	1	2	3
Número de Golpes	32	25	20
Recipiente No.	18	19	20
P_1	12.6	13.16	11.29
P_2	11.24	11.63	10.1
P_3	5.41	5.45	5.46
P_W	1.36	1.53	1.19
P_S	5.83	6.18	4.64
W%	23.33	24.76	25.65

LÍMITE PLÁSTICO			Humedad Natural
Recipiente No.	9	10	4
P_1	24.48	24.81	294.86
P_2	23.66	23.70	265.94
P_3	19.76	18.81	54.12
P_W	0.82	1.11	28.92
P_S	3.90	4.89	211.82
W%	21.03	22.70	13.65

P_1 = Peso Recipiente + Suelo Húmedo, en g
P_2 = Peso Recipiente + Suelo Seco , en g
P_3 = Peso Recipiente, en g
P_W = Peso del Agua , en g $P_W = P_1 - P_2$
P_S = Peso Suelo Seco, en g $P_S = P_2 - P_3$
W = Contenido de agua, en % $w = (P_W / P_S) \times 100$



No se permiten diferencias mayores al 2% entre dos ensayos de LP del mismo material

GRADACIÓN

Peso inicial:	211.82	gr	Peso final:	50.76	gr
Tamiz, plg	Tamiz, mm	Peso (gr)	% Reten.	% Ret.Acum	% Pasa
3"	76.10				
2 ½"	64.00				100.0%
2"	50.80				100.0%
1 ½"	38.10				100.0%
1"	25.40				100.0%
3/4"	19.00				100.0%
1/2"	12.70				
3/8"	9.51				100.0%
4	4.76	4.1	1.9%	1.9%	98.1%
8	2.38				
10	2.00	2.2	1.1%	3.0%	97.0%
12	1.68	0.7	0.3%		
16	1.19				
30	0.59				
40	0.42	1.7	0.8%	4.1%	95.9%
50	0.30				
80	0.18				
100	0.15	33.0			
200	0.07	9.0	4.2%	24.0%	76.0%
Pasa 200		161.1	76.0%	100.0%	0.0%
Total		211.8			

RESULTADOS

Límite Líquido	24.6	%
Límite Plástico	21.9	%
Índice Plastico	2.7	%
Gravas	1.9%	
Arenas	22.0%	
Finos	76.0%	

CLASIFICACIÓN

Índice de Grupo	1
A.A.S.H.T.O.	A - 4
U.S.C	ML

OBSERVACIONES:

JOSE DAVID ESTEBAN
REALIZÓ

JAVIER CABALLERO
REVISÓ

INGENIERÍA & SUELOS s.a.s.

ENSAYO DE CLASIFICACIÓN
LÍMITES DE CONSISTENCIA Y GRADACIÓN
I.N.V E - 122 - E - 123 - E - 125 - E - 126

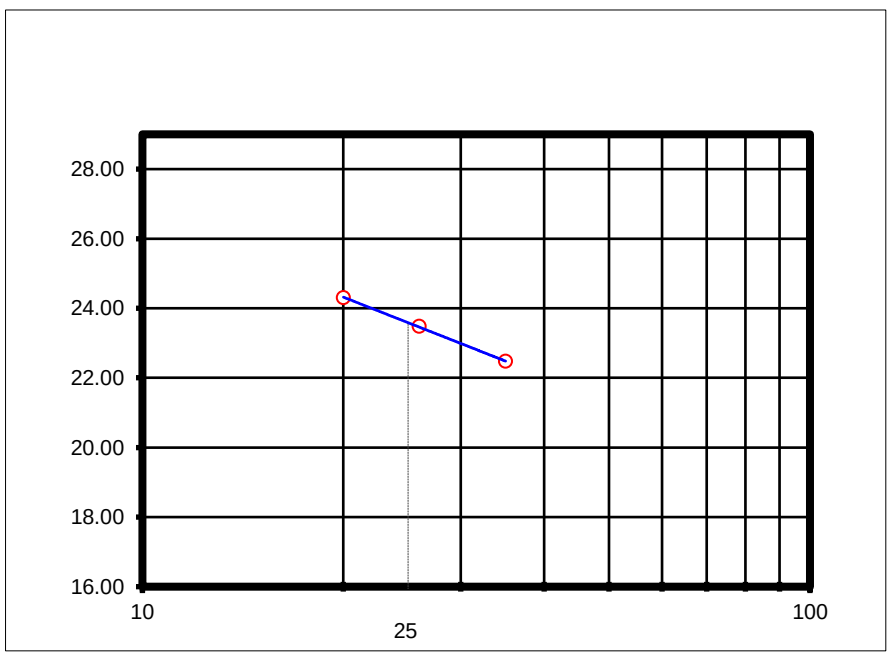
OBRA:	***ESTUDIO GEOTECNICO CENTRO NAUTICO TOPOCORO MUNICIPIO DE GIRON DEPARTAMENTO DE SANTANDER***			**SONDEO**	**7**
SECTOR:	***SONDEO 7***	**PROFUNDIDAD**	*15.5 M*		
EMPRESA:	***UNION TEMPORAL TOPOCORO 2024***	**FECHA:**	*15/02/2026*	**MUESTRA**	8

LÍMITES DE CONSISTENCIA

LÍMITE LÍQUIDO			
Determinación No	1	2	3
Número de Golpes	35	26	20
Recipiente No.	16	17	18
P_1	12.55	13.18	11.29
P_2	11.24	11.71	10.15
P_3	5.41	5.45	5.46
P_W	1.31	1.47	1.14
P_S	5.83	6.26	4.69
W%	22.47	23.48	24.31

LÍMITE PLÁSTICO			Humedad Natural
Recipiente No.	7	8	5
P_1	23.54	24.26	298.88
P_2	22.94	23.36	267.14
P_3	19.82	18.87	53.40
P_W	0.60	0.90	31.74
P_S	3.12	4.49	213.74
W%	19.23	20.04	14.85

P_1 = Peso Recipiente + Suelo Húmedo, en g
P_2 = Peso Recipiente + Suelo Seco , en g
P_3 = Peso Recipiente, en g
P_W = Peso del Agua , en g $P_W = P_1 - P_2$
P_S = Peso Suelo Seco, en g $P_S = P_2 - P_3$
W = Contenido de agua, en % $w = (P_W / P_S) \times 100$



No se permiten diferencias mayores al 2% entre dos ensayos de LP del mismo material

GRADACIÓN

Peso inicial:	213.74	gr	Peso final:	105.57	gr
Tamiz, plg	Tamiz, mm	Peso (gr)	% Reten.	% Ret.Acum	% Pasa
3"	76.10				
2 ½"	64.00				100.0%
2"	50.80				100.0%
1 ½"	38.10				100.0%
1"	25.40				100.0%
3/4"	19.00				100.0%
1/2"	12.70				
3/8"	9.51				100.0%
4	4.76	3.2	1.5%	1.5%	98.5%
8	2.38				
10	2.00			1.5%	98.5%
12	1.68	4.7	2.2%		
16	1.19				
30	0.59				
40	0.42	12.3	5.7%	9.5%	90.5%
50	0.30				
80	0.18				
100	0.15	74.3			
200	0.07	11.1	5.2%	49.4%	50.6%
Pasa 200		108.2	50.6%	100.0%	0.0%
Total		213.7			

RESULTADOS

Límite Líquido	23.6	%
Límite Plástico	19.6	%
Índice Plastico	3.9	%
Gravas	1.5%	
Arenas	47.9%	
Finos	50.6%	

CLASIFICACIÓN

Índice de Grupo	0
A.A.S.H.T.O.	A - 4
U.S.C	ML

OBSERVACIONES:

JOSE DAVID ESTEBAN
REALIZÓ

JAVIER CABALLERO
REVISÓ

INGENIERÍA & SUELOS s.a.s.

ENSAYO DE CLASIFICACIÓN
LÍMITES DE CONSISTENCIA Y GRADACIÓN
I.N.V E - 122 - E - 123 - E - 125 - E - 126

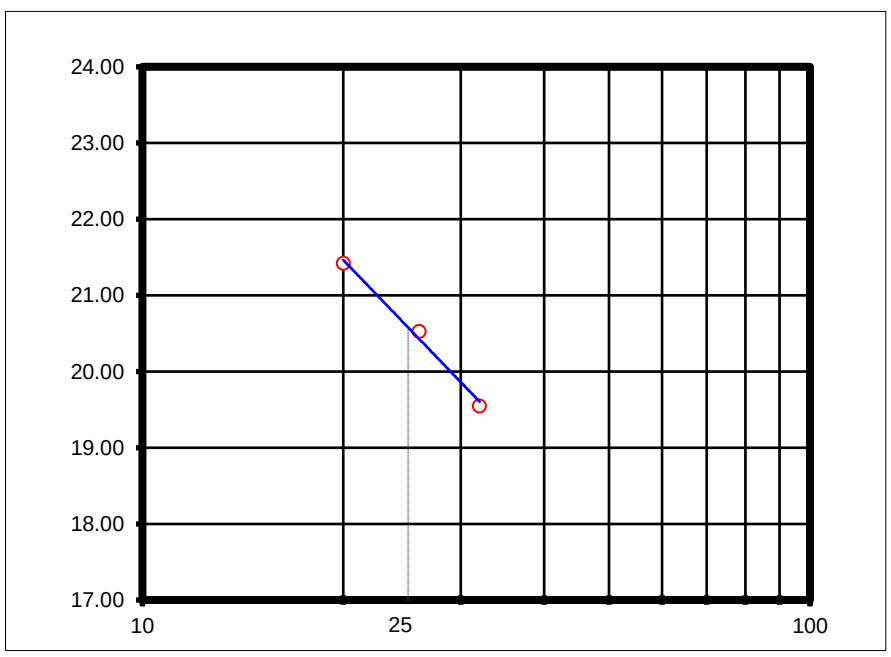
OBRA:	***ESTUDIO GEOTECNICO CENTRO NAUTICO TOPOCORO MUNICIPIO DE GIRON DEPARTAMENTO DE SANTANDER***			**SONDEO**	**8**
SECTOR:	***SONDEO 8***	**PROFUNDIDAD**	*1,5 M*		
EMPRESA:	***UNION TEMPORAL TOPOCORO 2024***	**FECHA:**	*15/02/2026*	**MUESTRA**	**1**

LÍMITES DE CONSISTENCIA

LÍMITE LÍQUIDO			
Determinación No	1	2	3
Número de Golpes	32	26	20
Recipiente No.	4	5	6
P_1	29.36	26.65	26.36
P_2	27.81	25.48	25.03
P_3	19.88	19.78	18.82
P_W	1.55	1.17	1.33
P_S	7.93	5.70	6.21
W%	19.55	20.53	21.42

LÍMITE PLÁSTICO			Humedad Natural
Recipiente No.	11	12	6
P_1	20.83	20.43	297.07
P_2	20.61	20.33	270.68
P_3	19.46	19.84	54.02
P_W	0.22	0.10	26.39
P_S	1.15	0.49	216.66
W%	19.13	20.41	12.18

P_1 = Peso Recipiente + Suelo Húmedo, en g
P_2 = Peso Recipiente + Suelo Seco , en g
P_3 = Peso Recipiente, en g
P_W = Peso del Agua , en g $P_W = P_1 - P_2$
P_S = Peso Suelo Seco, en g $P_S = P_2 - P_3$
W = Contenido de agua, en % $w = (P_W / P_S) \times 100$



No se permiten diferencias mayores al 2% entre dos ensayos de LP del mismo material

GRADACIÓN

Peso inicial:	216.66	gr	Peso final:	77.24	gr
Tamiz, plg	Tamiz, mm	Peso (gr)	% Reten.	% Ret.Acum	% Pasa
3"	76.10				
2 ½"	64.00				100.0%
2"	50.80				100.0%
1 ½"	38.10				100.0%
1"	25.40				100.0%
3/4"	19.00				100.0%
1/2"	12.70				
3/8"	9.51				100.0%
4	4.76	4.1	1.9%	1.9%	98.1%
8	2.38				
10	2.00	3.3	1.5%	3.4%	96.6%
12	1.68	2.0	0.9%		
16	1.19				
30	0.59				
40	0.42	25.7	11.9%	16.2%	83.8%
50	0.30				
80	0.18				
100	0.15	29.3			
200	0.07	12.8	5.9%	35.7%	64.3%
Pasa 200		139.4	64.3%	100.0%	0.0%
Total		216.7			

RESULTADOS

Límite Líquido	20.6	%
Límite Plástico	19.8	%
Índice Plastico	0.8	%
Gravas	1.9%	
Arenas	33.7%	
Finos	64.3%	

CLASIFICACIÓN

Índice de Grupo	0
A.A.S.H.T.O.	A - 4
U.S.C	ML

OBSERVACIONES:

JOSE DAVID ESTEBAN
REALIZÓ

JAVIER CABALLERO
REVISÓ

INGENIERÍA & SUELOS s.a.s.

ENSAYO DE CLASIFICACIÓN
LÍMITES DE CONSISTENCIA Y GRADACIÓN
I.N.V E - 122 - E - 123 - E - 125 - E - 126

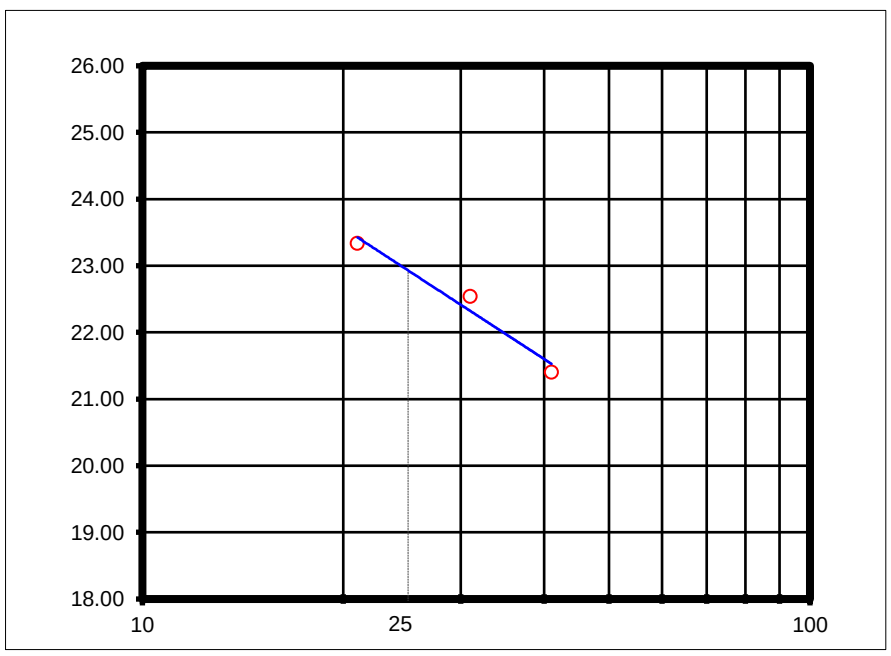
OBRA:	***ESTUDIO GEOTECNICO CENTRO NAUTICO TOPOCORO MUNICIPIO DE GIRON DEPARTAMENTO DE SANTANDER***			**SONDEO**	**8**
SECTOR:	***SONDEO 8***	**PROFUNDIDAD**	*4.5 M*		
EMPRESA:	***UNION TEMPORAL TOPOCORO 2024***	**FECHA:**	*15/02/2026*	**MUESTRA**	**3**

LÍMITES DE CONSISTENCIA

LÍMITE LÍQUIDO			
Determinación No	1	2	3
Número de Golpes	41	31	21
Recipiente No.	10	11	12
P_1	29.19	29.4	28.6
P_2	27.51	27.5	26.78
P_3	19.66	19.07	18.98
P_W	1.68	1.90	1.82
P_S	7.85	8.43	7.80
W%	21.40	22.54	23.33

LÍMITE PLÁSTICO			Humedad Natural
Recipiente No.	12	13	7
P_1	23.93	23.76	289.32
P_2	23.27	23.08	260.12
P_3	19.65	19.70	54.02
P_W	0.66	0.68	29.20
P_S	3.62	3.38	206.10
W%	18.23	20.12	14.17

P_1 = Peso Recipiente + Suelo Húmedo, en g
P_2 = Peso Recipiente + Suelo Seco , en g
P_3 = Peso Recipiente, en g
P_W = Peso del Agua , en g $P_W = P_1 - P_2$
P_S = Peso Suelo Seco, en g $P_S = P_2 - P_3$
W = Contenido de agua, en % $w = (P_W / P_S) \times 100$



No se permiten diferencias mayores al 2% entre dos ensayos de LP del mismo material

GRADACIÓN

Peso inicial:	206.10 gr		Peso final:	97.67 gr	
Tamiz, plg	Tamiz, mm	Peso (gr)	% Reten.	% Ret.Acum	% Pasa
3"	76.10				
2 ½"	64.00				100.0%
2"	50.80				100.0%
1 ½"	38.10				100.0%
1"	25.40				100.0%
3/4"	19.00				100.0%
1/2"	12.70				
3/8"	9.51				100.0%
4	4.76	4.2	2.1%	2.1%	97.9%
8	2.38				
10	2.00	8.3	4.0%	6.1%	93.9%
12	1.68	6.3	3.1%		
16	1.19				
30	0.59				
40	0.42	27.1	13.2%	22.3%	77.7%
50	0.30	8.3	4.0%		
80	0.18				
100	0.15	31.2			
200	0.07	12.3	5.9%	47.4%	52.6%
Pasa 200		108.4	52.6%	100.0%	0.0%
Total		206.1			

RESULTADOS

Límite Líquido	22.9	%
Límite Plástico	19.2	%
Índice Plastico	3.7	%
Gravas	2.1%	
Arenas	45.3%	
Finos	52.6%	

CLASIFICACIÓN

Índice de Grupo	0
A.A.S.H.T.O.	A - 4
U.S.C	ML

OBSERVACIONES:

JOSE DAVID ESTEBAN
REALIZÓ

JAVIER CABALLERO
REVISÓ

INGENIERÍA & SUELOS s.a.s.

ENSAYO DE CLASIFICACIÓN
LÍMITES DE CONSISTENCIA Y GRADACIÓN
I.N.V E - 122 - E - 123 - E - 125 - E - 126

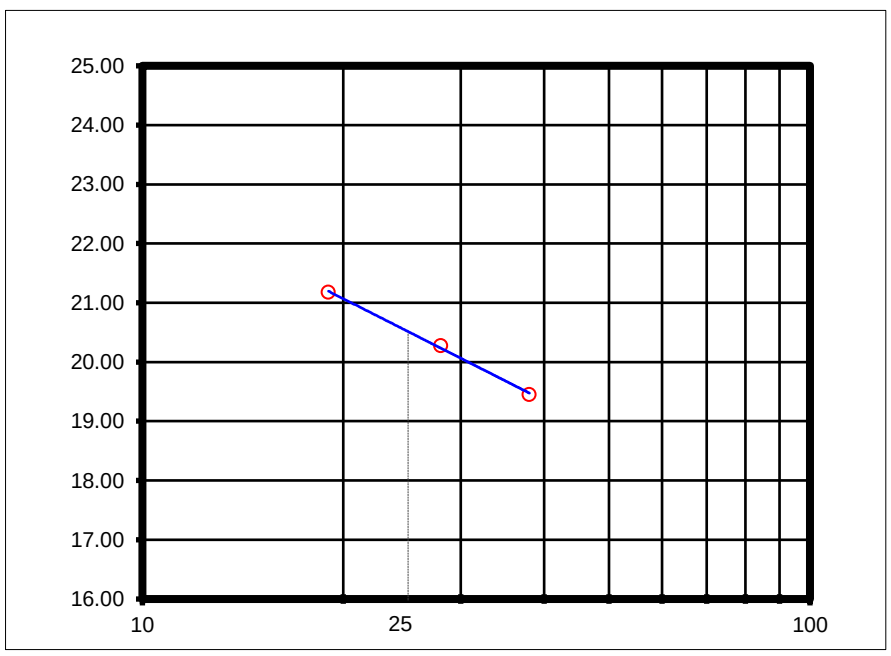
OBRA:	***ESTUDIO GEOTECNICO CENTRO NAUTICO TOPOCORO MUNICIPIO DE GIRON DEPARTAMENTO DE SANTANDER***			**SONDEO**	**8**
SECTOR:	***SONDEO 8***	**PROFUNDIDAD**	*7.5 M*		
EMPRESA:	***UNION TEMPORAL TOPOCORO 2024***	**FECHA:**	*15/02/2026*	**MUESTRA**	**5**

LÍMITES DE CONSISTENCIA

LÍMITE LÍQUIDO			
Determinación No	1	2	3
Número de Golpes	38	28	19
Recipiente No.	7	8	9
P_1	28	27.66	25.67
P_2	27.14	26.18	24.34
P_3	20.2	18.88	18.06
P_W	1.35	1.48	1.33
P_S	6.94	7.30	6.28
W%	19.45	20.27	21.18

LÍMITE PLÁSTICO			Humedad Natural
Recipiente No.	4	5	7
P_1	23.89	23.72	256.32
P_2	23.25	23.10	230.12
P_3	19.65	19.70	54.02
P_W	0.64	0.62	26.20
P_S	3.60	3.40	176.10
W%	17.78	18.24	14.88

P_1 = Peso Recipiente + Suelo Húmedo, en g
P_2 = Peso Recipiente + Suelo Seco , en g
P_3 = Peso Recipiente, en g
P_W = Peso del Agua , en g $P_W = P_1 - P_2$
P_S = Peso Suelo Seco, en g $P_S = P_2 - P_3$
W = Contenido de agua, en % $w = (P_W / P_S) \times 100$



No se permiten diferencias mayores al 2% entre dos ensayos de LP del mismo material

GRADACIÓN

Peso inicial:	176.10	gr	Peso final:	80.50	gr
Tamiz, plg	Tamiz, mm	Peso (gr)	% Reten.	% Ret.Acum	% Pasa
3"	76.10				
2 ½"	64.00				100.0%
2"	50.80				100.0%
1 ½"	38.10				100.0%
1"	25.40				100.0%
3/4"	19.00				100.0%
1/2"	12.70				
3/8"	9.51				100.0%
4	4.76	5.3	3.0%	3.0%	97.0%
8	2.38				
10	2.00	8.3	4.7%	7.7%	92.3%
12	1.68	6.3	3.6%		
16	1.19				
30	0.59				
40	0.42	20.1	11.4%	22.7%	77.3%
50	0.30	5.2	3.0%		
80	0.18				
100	0.15	24.1			
200	0.07	11.1	6.3%	45.7%	54.3%
Pasa 200		95.6	54.3%	100.0%	0.0%
Total		176.1			

RESULTADOS

Límite Líquido	20.5	%
Límite Plástico	18.0	%
Índice Plastico	2.5	%
Gravas	3.0%	
Arenas	42.7%	
Finos	54.3%	

CLASIFICACIÓN

Índice de Grupo	0
A.A.S.H.T.O.	A - 4
U.S.C	ML

OBSERVACIONES:

JOSE DAVID ESTEBAN
REALIZÓ

JAVIER CABALLERO
REVISÓ

INGENIERÍA & SUELOS s.a.s.

ENSAYO DE CLASIFICACIÓN
LÍMITES DE CONSISTENCIA Y GRADACIÓN
I.N.V E - 122 - E - 123 - E - 125 - E - 126

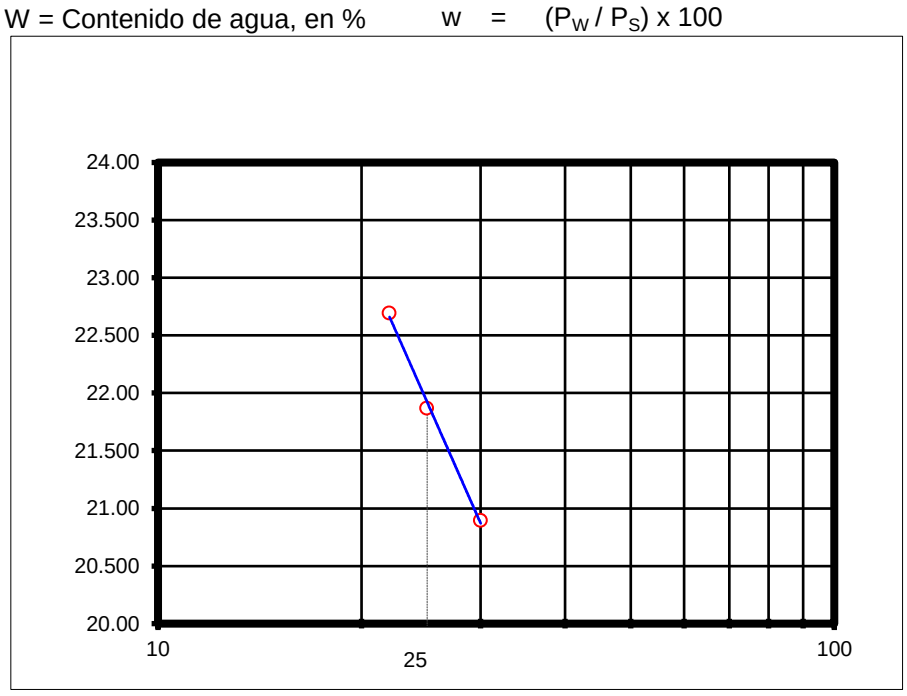
OBRA:	***ESTUDIO GEOTECNICO CENTRO NAUTICO TOPOCORO MUNICIPIO DE GIRON DEPARTAMENTO DE SANTANDER***			**SONDEO**	**8**
SECTOR:	***SONDEO 8***	**PROFUNDIDAD**	*10.5 M*		
EMPRESA:	***UNION TEMPORAL TOPOCORO 2024***	**FECHA:**	*15/02/2026*	**MUESTRA**	**7**

LÍMITES DE CONSISTENCIA

LÍMITE LÍQUIDO			
Determinación No	1	2	3
Número de Golpes	30	25	22
Recipiente No.	10	11	12
P_1	29.15	29.38	28.55
P_2	27.51	27.53	26.78
P_3	19.66	19.07	18.98
P_W	1.64	1.85	1.77
P_S	7.85	8.46	7.80
W%	20.89	21.87	22.69

LÍMITE PLÁSTICO			Humedad Natural
Recipiente No.	12	13	9
P_1	23.89	23.72	296.47
P_2	23.25	23.10	265.12
P_3	19.65	19.70	54.02
P_W	0.64	0.62	31.35
P_S	3.60	3.40	211.10
W%	17.78	18.24	14.85

P_1 = Peso Recipiente + Suelo Húmedo, en g
P_2 = Peso Recipiente + Suelo Seco , en g
P_3 = Peso Recipiente, en g
P_W = Peso del Agua , en g $P_W = P_1 - P_2$
P_S = Peso Suelo Seco, en g $P_S = P_2 - P_3$
W = Contenido de agua, en % $w = (P_W / P_S) \times 100$



No se permiten diferencias mayores al 2% entre dos ensayos de LP del mismo material

GRADACIÓN

Peso inicial:	211.10 gr		Peso final:	81.17 gr	
Tamiz, plg	Tamiz, mm	Peso (gr)	% Reten.	% Ret.Acum	% Pasa
3"	76.10				
2 ½"	64.00				100.0%
2"	50.80				100.0%
1 ½"	38.10				100.0%
1"	25.40				100.0%
3/4"	19.00				100.0%
1/2"	12.70				
3/8"	9.51				100.0%
4	4.76	3.6	1.7%	1.7%	98.3%
8	2.38				
10	2.00	6.3	3.0%	4.7%	95.3%
12	1.68	11.0	5.2%		
16	1.19				
30	0.59				
40	0.42	19.5	9.3%	19.2%	80.8%
50	0.30				
80	0.18				
100	0.15	33.3			
200	0.07	7.4	3.5%	38.5%	61.5%
Pasa 200		129.9	61.5%	100.0%	0.0%
Total		211.1			

RESULTADOS

Límite Líquido	21.9	%
Límite Plástico	18.0	%
Índice Plastico	3.9	%
Gravas	1.7%	
Arenas	36.7%	
Finos	61.5%	

CLASIFICACIÓN

Índice de Grupo	0
A.A.S.H.T.O.	A - 4
U.S.C	ML

OBSERVACIONES:

JOSE DAVID ESTEBAN
REALIZÓ

JAVIER CABALLERO
REVISÓ

INGENIERÍA & SUELOS s.a.s.

ENSAYO DE CLASIFICACIÓN
LÍMITES DE CONSISTENCIA Y GRADACIÓN
I.N.V E - 122 - E - 123 - E - 125 - E - 126

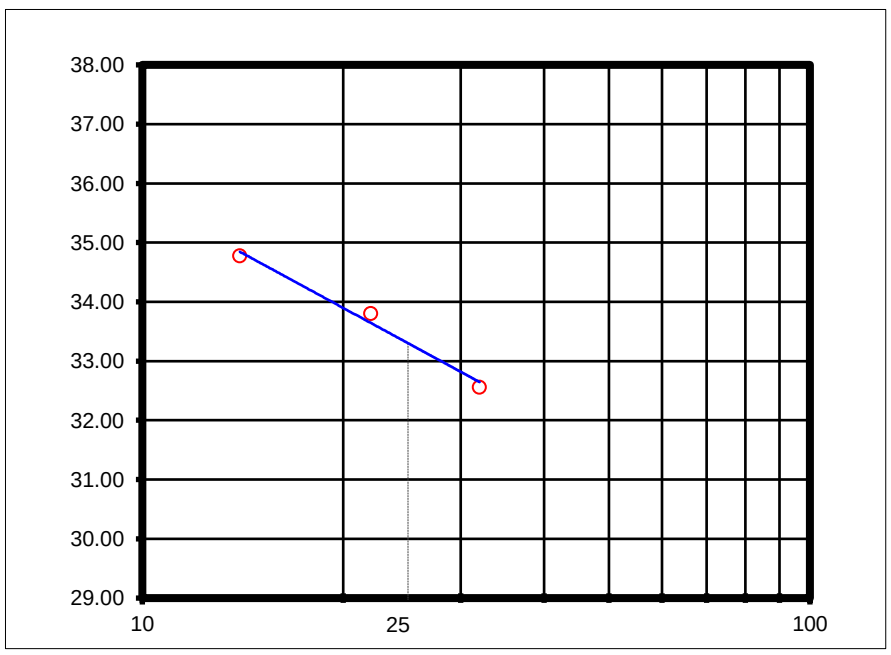
OBRA:	*ESTUDIO GEOTECNICO CENTRO NAUTICO TOPOCORO MUNICIPIO DE GIRON DEPARTAMENTO DE SANTANDER*			**SONDEO**	**8**
SECTOR:	*SONDEO 8*	**PROFUNDIDAD**	*15.5 M*		
EMPRESA:	*UNION TEMPORAL TOPOCORO 2024*	**FECHA:**	*15/02/2026*	**MUESTRA**	**10**

LÍMITES DE CONSISTENCIA

LÍMITE LÍQUIDO			
Determinación No	1	2	3
Número de Golpes	32	22	14
Recipiente No.	1	2	3
P_1	36.8	38.5	43.1
P_2	32.6	33.7	37.14
P_3	19.7	19.5	20
P_W	4.20	4.80	5.96
P_S	12.90	14.20	17.14
W%	32.56	33.80	34.77

LÍMITE PLÁSTICO			Humedad Natural
Recipiente No.	5	6	10
P_1	22.00	21.30	197.40
P_2	19.40	19.00	179.35
P_3	10.00	11.00	34.70
P_W	2.60	2.30	18.05
P_S	9.40	8.00	144.65
W%	27.66	28.75	12.48

P_1 = Peso Recipiente + Suelo Húmedo, en g
P_2 = Peso Recipiente + Suelo Seco , en g
P_3 = Peso Recipiente, en g
P_W = Peso del Agua , en g $\quad P_W = P_1 - P_2$
P_S = Peso Suelo Seco, en g $\quad P_S = P_2 - P_3$
W = Contenido de agua, en % $\quad w = (P_W / P_S) \times 100$



No se permiten diferencias mayores al 2% entre dos ensayos de LP del mismo material

GRADACIÓN

Peso inicial:	144.65	gr	Peso final:	58.25 gr	
Tamiz, plg	Tamiz, mm	Peso (gr)	% Reten.	% Ret.Acum	% Pasa
3"	76.10				
2 ½"	64.00				100.0%
2"	50.80				100.0%
1 ½"	38.10				100.0%
1"	25.40				100.0%
3/4"	19.00				100.0%
1/2"	12.70				
3/8"	9.51				100.0%
4	4.76	4.3	2.9%	2.9%	97.1%
8	2.38				
10	2.00	8.5	5.9%	8.8%	91.2%
12	1.68	4.6	3.2%		
16	1.19				
30	0.59				
40	0.42	20.2	14.0%	26.0%	74.0%
50	0.30	5.6	3.9%		
80	0.18				
100	0.15	9.3			
200	0.07	5.8	4.0%	40.3%	59.7%
Pasa 200		86.4	59.7%	100.0%	0.0%
Total		144.7			

RESULTADOS

Límite Líquido	33.3	%
Límite Plástico	28.2	%
Índice Plastico	5.1	%
Gravas	2.9%	
Arenas	37.3%	
Finos	59.7%	

CLASIFICACIÓN

Índice de Grupo	2
A.A.S.H.T.O.	A - 4
U.S.C	ML

OBSERVACIONES:

JOSE DAVID ESTEBAN
REALIZÓ

JAVIER CABALLERO
REVISÓ

INGENIERÍA & SUELOS s.a.s.

ENSAYO DE CLASIFICACIÓN
LÍMITES DE CONSISTENCIA Y GRADACIÓN
I.N.V E - 122 - E - 123 - E - 125 - E - 126

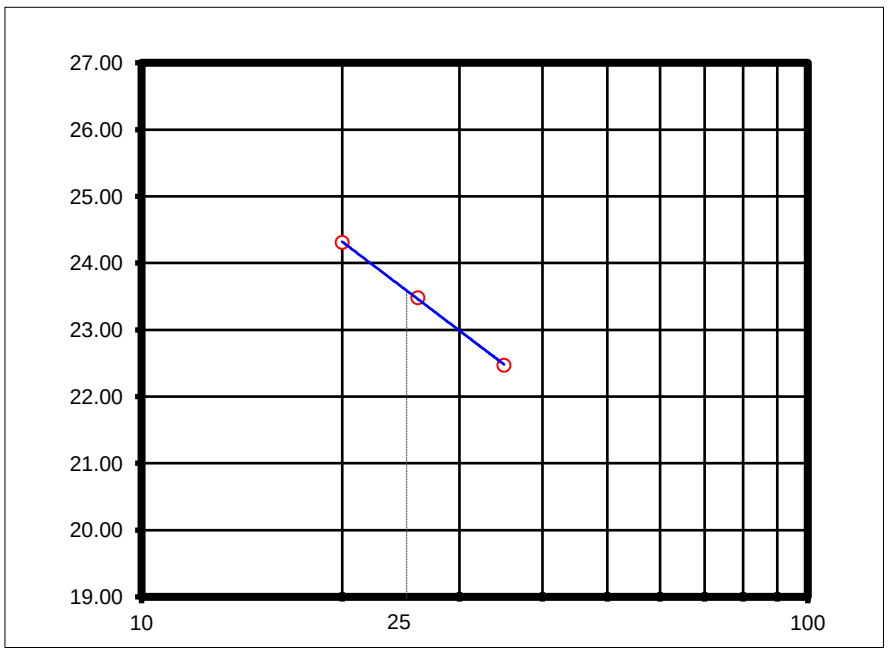
OBRA:	***ESTUDIO GEOTECNICO CENTRO NAUTICO TOPOCORO MUNICIPIO DE GIRON DEPARTAMENTO DE SANTANDER***			**SONDEO**	**8**
SECTOR:	***SONDEO 8***	**PROFUNDIDAD**	*18 M*		
EMPRESA:	***UNION TEMPORAL TOPOCORO 2024***	**FECHA:**	*15/02/2026*	**MUESTRA**	**12**

LÍMITES DE CONSISTENCIA

LÍMITE LÍQUIDO			
Determinación No	1	2	3
Número de Golpes	35	26	20
Recipiente No.	16	17	18
P_1	12.55	13.18	11.29
P_2	11.24	11.71	10.15
P_3	5.41	5.45	5.46
P_W	1.31	1.47	1.14
P_S	5.83	6.26	4.69
W%	22.47	23.48	24.31

LÍMITE PLÁSTICO			**Humedad Natural**
Recipiente No.	15	16	11
P_1	16.73	16.18	192.57
P_2	14.96	15.58	172.23
P_3	8.87	10.09	27.98
P_W	1.78	0.59	20.34
P_S	6.08	5.49	144.25
W%	29.21	10.83	14.10

P_1 = Peso Recipiente + Suelo Húmedo, en g
P_2 = Peso Recipiente + Suelo Seco , en g
P_3 = Peso Recipiente, en g
P_W = Peso del Agua , en g $P_W = P_1 - P_2$
P_S = Peso Suelo Seco, en g $P_S = P_2 - P_3$
W = Contenido de agua, en % $w = (P_W / P_S) \times 100$



No se permiten diferencias mayores al 2% entre dos ensayos de LP del mismo material

GRADACIÓN

Peso inicial:	144.25 gr		Peso final:	47.45 gr	
Tamiz, plg	Tamiz, mm	Peso (gr)	% Reten.	% Ret.Acum	% Pasa
3"	76.10				
2 ½"	64.00				100.0%
2"	50.80				100.0%
1 ½"	38.10				100.0%
1"	25.40				100.0%
3/4"	19.00				100.0%
1/2"	12.70				
3/8"	9.51				100.0%
4	4.76	3.2	2.2%	2.2%	97.8%
8	2.38				
10	2.00	3.3	2.3%	4.5%	95.5%
12	1.68	4.1	2.9%		
16	1.19				
30	0.59				
40	0.42	15.2	10.6%	17.9%	82.1%
50	0.30	10.3	7.1%		
80	0.18				
100	0.15	8.0			
200	0.07	3.4	2.4%	32.9%	67.1%
Pasa 200		96.8	67.1%	100.0%	0.0%
Total		144.3			

RESULTADOS

Límite Líquido	23.6	%
Límite Plástico	20.0	%
Índice Plastico	3.6	%
Gravas	2.2%	
Arenas	30.7%	
Finos	67.1%	

CLASIFICACIÓN

Índice de Grupo	0
A.A.S.H.T.O.	A - 4
U.S.C	ML

OBSERVACIONES:

JOSE DAVID ESTEBAN
REALIZÓ

JAVIER CABALLERO
REVISÓ

ENSAYO DE CORTE DIRECTO

ASTM D3080 - AASHTO T236

PROYECTO	INFORME GEOTECNICO CENTRO NAUTICO TOPOCORO MUNICIPIO DE BETULIA DEPARTAMENTO DE SANTANDER	**FECHA:**	Feb de 2026
		MUESTRA	3
LOCALIZACION	Apique 1	**PROFUNDIDAD**	4 m

CARGA Kg **13.7** **E. NORMAL EN Kg/m2** **6838**

DIAMETRO SUPERIOR EN m	0.0506	W ANILLO EN Kg	0.11892
DIAMETRO CENTRAL EN m	0.0505	W MUESTRA+W ANILLO EN Kg	0.2026
DIAMETRO INFERIOR EN m	0.0505	PESO MUESTRA Kg	0.0837
PROMEDIO DIAMETRO EN m	0.0505	VOLUMEN EN m3	0.0000
AREA EN m²	0.0020	DENSIDAD HUMEDA EN Kg/m³	2013.83
ALTURA MEDIA EN m	0.02075	DENSIDAD SECA EN Kg/m³	1718.44

HUMEDAD EN %

W DE LA TARA Kg	4.0700	W AGUA Kg	18.5800
W TARA + W SUELO HUMEDO Kg.	130.7400	W SECO Kg	108.0900
W TARA + W SUELO SECO Kg	112.1600	HUMEDAD %	17.19

CARGA Kg **23.7** **E. NORMAL EN Kg/m2** **11802.83**

DIAMETRO SUPERIOR EN m	0.0506	W ANILLO EN Kg	0.11892
DIAMETRO CENTRAL EN m	0.0505	W MUESTRA+W ANILLO EN Kg	0.20336
DIAMETRO INFERIOR EN m	0.0507	W MUESTRA Kg	0.08444
PROMEDIO DIAMETRO EN m	0.0506	VOLUMEN EN m3	0.00004
AREA EN m²	0.0020	DENSIDAD HUMEDA EN Kg/m³	2074.59
ALTURA MEDIA EN m	0.02027	DENSIDAD SECA EN Kg/m³	1770.29

HUMEDAD EN %

W DE LA TARA Kg	4.0700	W AGUA Kg	18.5800
W TARA + W SUELO HUMEDO Kg	130.7400	W SECO Kg	108.0900
W TARA + W SUELO SECO Kg	112.1600	HUMEDAD %	17.19

JOSE D. ESTEBAN
ELABORO

JAVIER CABALLERO
REVISO

ENSAYO DE CORTE DIRECTO

ASTM D3080 - AASHTO T236

PROYECTO	INFORME GEOTECNICO CENTRO NAUTICO TOPOCORO MUNICIPIO DE BETULIA DEPARTAMENTO DE SANTANDER	**FECHA:**	Feb de 2026
		MUESTRA	3
LOCALIZACION	Apique 1	**PROFUNDIDAD**	4 m

CARGA Kg **33.7** **E. NORMAL EN Kg/m2** **16759**

DIAMETRO SUPERIOR EN m	0.0507	W ANILLO EN Kg	0.1189
DIAMETRO CENTRAL EN m	0.0506	W MUESTRA + W ANILLO EN Kg	0.2020
DIAMETRO INFERIOR EN m	0.0506	PESO MUESTRA Kg	0.0831
PROMEDIO DIAMETRO EN m	0.0506	VOLUMEN EN m3	0.0000
AREA EN m²	0.002010907	DENSIDAD HUMEDA EN Kg/m³	2039.20
ALTURA MEDIA EN m	0.02027	DENSIDAD SECA EN Kg/m³	1740.09

HUMEDAD EN %

W DE LA TARA Kg	4.0700	W AGUA Kg	18.5800
W TARA + W SUELO HUMEDO Kg.	130.7400	W SECO Kg	108.0900
W TARA + W SUELO SECO Kg	112.1600	HUMEDAD %	17.19

OBSERVACIONES

JOSE D. ESTEBAN
ELABORO

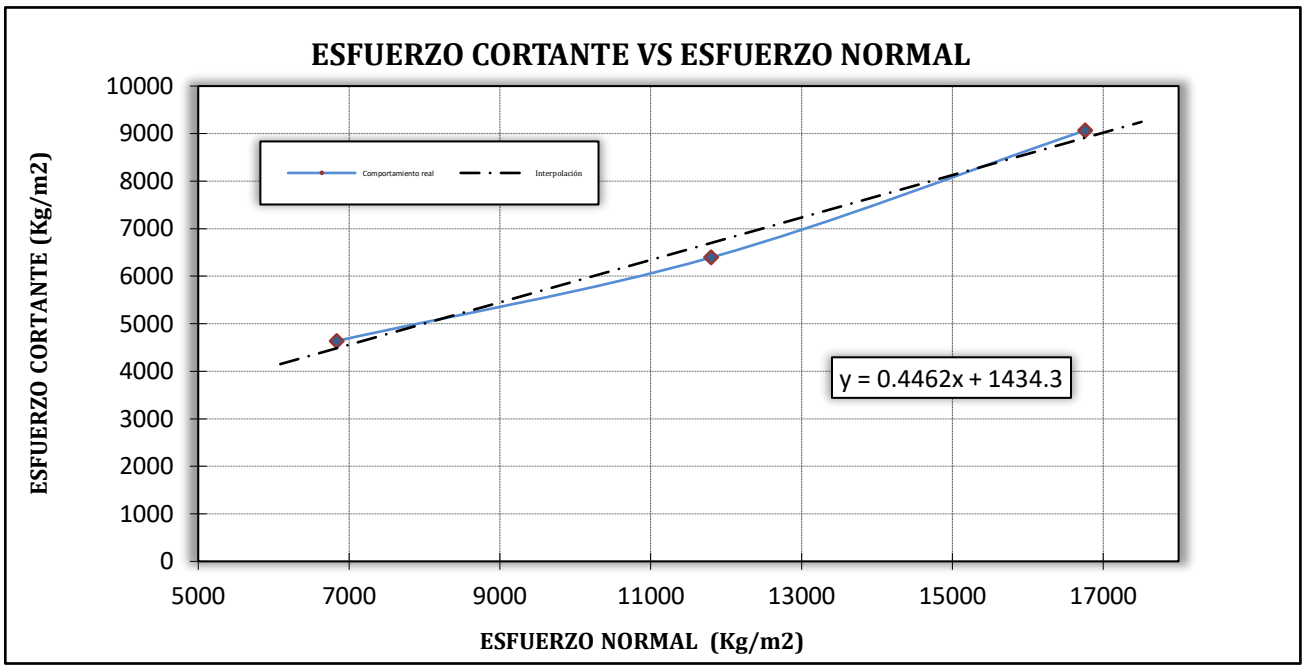
JAVIER CABALLERO
REVISO

ENSAYO DE CORTE DIRECTO

ASTM D3080 - AASHTO T236

		FECHA:	Feb de 2026
PROYECTO	INFORME GEOTECNICO CENTRO NAUTICO TOPOCORO MUNICIPIO DE BETULIA DEPARTAMENTO DE SANTANDER	**MUESTRA**	3
LOCALIZACION	Apique 1	**PROFUNDIDAD**	4 m

CARGA VERTICAL Kg	AREA m²	ESFUERZO NORMAL Kg/m²	ESFUERZO CORTANTE Kg/m²
13.7	0.0020	6838.05	4637.76
23.7	0.0020	11802.83	6394.90
33.7	0.0020	16758.61	9064.29



HUMEDAD	17.2	%
DENSIDAD HUMEDA	2042.5	Kg/m³
DENSIDAD SECA	1742.9	Kg/m³
ANGULO FRICCIÓN	24.0	grados
COHESIÓN	1434.3	Kg/m²

JOSE D. ESTEBAN
ELABORO

JAVIER CABALLERO
REVISO

ENSAYO DE CORTE DIRECTO

ASTM D3080 - AASHTO T236

PROYECTO	INFORME GEOTECNICO CENTRO NAUTICO TOPOCORO MUNICIPIO DE BETULIA DEPARTAMENTO DE SANTANDER	**FECHA:**	Feb 2026
		MUESTRA	2
LOCALIZACION	APIQUE 2	**PROFUNDIDAD**	3 m

CARGA Kg **13.7** **E. NORMAL EN Kg/m2** **6847**

DIAMETRO SUPERIOR EN m	0.0506	W ANILLO EN Kg	0.11963
DIAMETRO CENTRAL EN m	0.0504	W MUESTRA+W ANILLO EN Kg	0.1868
DIAMETRO INFERIOR EN m	0.0505	PESO MUESTRA Kg	0.0672
PROMEDIO DIAMETRO EN m	0.0505	VOLUMEN EN m3	0.0000
AREA EN m²	0.0020	DENSIDAD HUMEDA EN Kg/m³	1612.43
ALTURA MEDIA EN m	0.02082	DENSIDAD SECA EN Kg/m³	1428.34

HUMEDAD EN %

W DE LA TARA gr	15.2500	W AGUA Kg	14.8430
W TARA + W SUELO HUMEDO gr.	145.2600	W SECO Kg	115.1670
W TARA + W SUELO SECO gr	130.4170	HUMEDAD %	12.89

CARGA Kg **23.7** **E. NORMAL EN Kg/m2** **11802.83**

DIAMETRO SUPERIOR EN m	0.0506	W ANILLO EN Kg	0.11963
DIAMETRO CENTRAL EN m	0.0505	W MUESTRA+W ANILLO EN Kg	0.20000
DIAMETRO INFERIOR EN m	0.0507	W MUESTRA Kg	0.08037
PROMEDIO DIAMETRO EN m	0.0506	VOLUMEN EN m3	0.00004
AREA EN m²	0.0020	DENSIDAD HUMEDA EN Kg/m³	1927.06
ALTURA MEDIA EN m	0.02077	DENSIDAD SECA EN Kg/m³	1707.05

HUMEDAD EN %

W DE LA TARA gr	15.2500	W AGUA Kg	14.8430
W TARA + W SUELO HUMEDO gr	145.2600	W SECO Kg	115.1670
W TARA + W SUELO SECO gr	130.4170	HUMEDAD %	12.89

JOSE D. ESTEBAN
ELABORO

JAVIER CABALLERO
REVISO

ENSAYO DE CORTE DIRECTO

ASTM D3080 - AASHTO T236

PROYECTO	INFORME GEOTECNICO CENTRO NAUTICO TOPOCORO MUNICIPIO DE BETULIA DEPARTAMENTO DE SANTANDER	**FECHA:**	Feb 2026
		MUESTRA	1
LOCALIZACION	APIQUE 2	**PROFUNDIDAD**	3 m

CARGA Kg **33.7**

E. NORMAL EN Kg/m2 **16759**

DIAMETRO SUPERIOR EN m	0.0507
DIAMETRO CENTRAL EN m	0.0506
DIAMETRO INFERIOR EN m	0.0506
PROMEDIO DIAMETRO EN m	0.0506

W ANILLO EN Kg	0.1196
W MUESTRA + W ANILLO EN Kg	0.1963
PESO MUESTRA Kg	0.0767
VOLUMEN EN m3	0.0000

AREA EN m²	0.002010907

DENSIDAD HUMEDA EN Kg/m³	1868.06

ALTURA MEDIA EN m	0.02041

DENSIDAD SECA EN Kg/m³	1654.79

HUMEDAD EN %

W DE LA TARA gr	15.2500
W TARA + W SUELO HUMEDO gr.	145.2600
W TARA + W SUELO SECO gr	130.4170

W AGUA Kg	14.8430
W SECO Kg	115.1670
HUMEDAD %	12.89

OBSERVACIONES

JOSE D. ESTEBAN
ELABORO

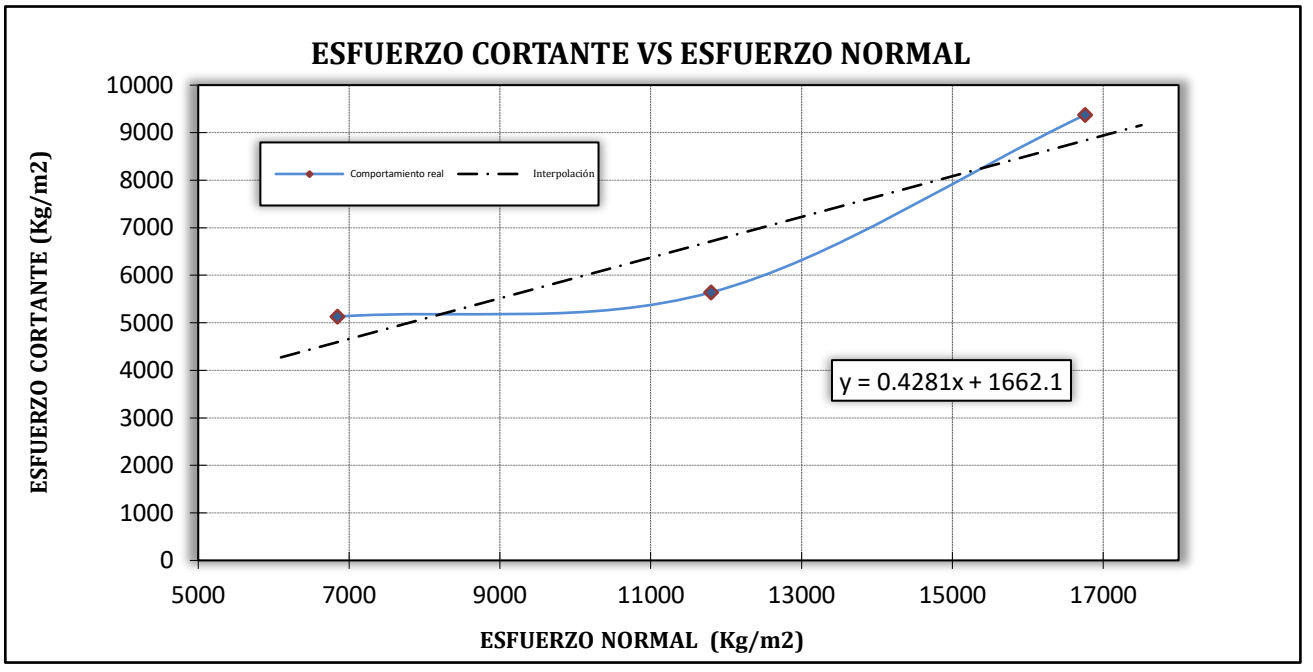
JAVIER CABALLERO
REVISO

ENSAYO DE CORTE DIRECTO

ASTM D3080 - AASHTO T236

PROYECTO	INFORME GEOTECNICO CENTRO NAUTICO TOPOCORO MUNICIPIO DE BETULIA DEPARTAMENTO DE SANTANDER	**FECHA:**	Feb 2026
		MUESTRA	2
LOCALIZACION	APIQUE 2	**PROFUNDIDAD**	3 m

CARGA VERTICAL Kg	AREA m²	ESFUERZO NORMAL Kg/m²	ESFUERZO CORTANTE Kg/m²
13.7	0.0020	6847.08	5130.47
23.7	0.0020	11802.83	5640.46
33.7	0.0020	16758.61	9373.56



HUMEDAD	12.9	%
DENSIDAD HUMEDA	1802.5	Kg/m³
DENSIDAD SECA	1596.7	Kg/m³
ANGULO FRICCIÓN	23.2	grados
COHESIÓN	1662.1	Kg/m²

JOSE D. ESTEBAN
ELABORO

JAVIER CABALLERO
REVISO

ENSAYO DE CORTE DIRECTO

ASTM D3080 - AASHTO T236

PROYECTO	INFORME GEOTECNICO CENTRO NAUTICO TOPOCORO MUNICIPIO DE BETULIA DEPARTAMENTO DE SANTANDER	**FECHA:**	Feb de 2026
		MUESTRA	2
LOCALIZACION	Apique 3	**PROFUNDIDAD**	3 m

CARGA Kg **13.7** **E. NORMAL EN Kg/m2** **6838**

DIAMETRO SUPERIOR EN m	0.0506	W ANILLO EN Kg	0.11892
DIAMETRO CENTRAL EN m	0.0505	W MUESTRA+W ANILLO EN Kg	0.2026
DIAMETRO INFERIOR EN m	0.0505	PESO MUESTRA Kg	0.0837
PROMEDIO DIAMETRO EN m	0.0505	VOLUMEN EN m3	0.0000
AREA EN m²	0.0020	DENSIDAD HUMEDA EN Kg/m³	2013.83
ALTURA MEDIA EN m	0.02075	DENSIDAD SECA EN Kg/m³	1791.69

HUMEDAD EN %

W DE LA TARA Kg	18.2500	W AGUA Kg	15.1100
W TARA + W SUELO HUMEDO Kg.	155.2300	W SECO Kg	121.8700
W TARA + W SUELO SECO Kg	140.1200	HUMEDAD %	12.40

CARGA Kg **23.7** **E. NORMAL EN Kg/m2** **11802.83**

DIAMETRO SUPERIOR EN m	0.0506	W ANILLO EN Kg	0.11892
DIAMETRO CENTRAL EN m	0.0505	W MUESTRA+W ANILLO EN Kg	0.20336
DIAMETRO INFERIOR EN m	0.0507	W MUESTRA Kg	0.08444
PROMEDIO DIAMETRO EN m	0.0506	VOLUMEN EN m3	0.00004
AREA EN m²	0.0020	DENSIDAD HUMEDA EN Kg/m³	2074.59
ALTURA MEDIA EN m	0.02027	DENSIDAD SECA EN Kg/m³	1845.75

HUMEDAD EN %

W DE LA TARA Kg	18.2500	W AGUA Kg	15.1100
W TARA + W SUELO HUMEDO Kg	155.2300	W SECO Kg	121.8700
W TARA + W SUELO SECO Kg	140.1200	HUMEDAD %	12.40

JOSE D. ESTEBAN
ELABORO

JAVIER CABALLERO
REVISO

ENSAYO DE CORTE DIRECTO

ASTM D3080 - AASHTO T236

PROYECTO	INFORME GEOTECNICO CENTRO NAUTICO TOPOCORO MUNICIPIO DE BETULIA DEPARTAMENTO DE SANTANDER	**FECHA:**	Feb de 2026
		MUESTRA	2
LOCALIZACION	Apique 3	**PROFUNDIDAD**	3 m

CARGA Kg **33.7** **E. NORMAL EN Kg/m2** **16759**

DIAMETRO SUPERIOR EN m	0.0507
DIAMETRO CENTRAL EN m	0.0506
DIAMETRO INFERIOR EN m	0.0506
PROMEDIO DIAMETRO EN m	0.0506

W ANILLO EN Kg	0.1189
W MUESTRA + W ANILLO EN Kg	0.2020
PESO MUESTRA Kg	0.0831
VOLUMEN EN m3	0.0000

AREA EN m²	0.002010907

DENSIDAD HUMEDA EN Kg/m³	2039.20

ALTURA MEDIA EN m	0.02027

DENSIDAD SECA EN Kg/m³	1814.26

HUMEDAD EN %

W DE LA TARA Kg	18.2500
W TARA + W SUELO HUMEDO Kg.	155.2300
W TARA + W SUELO SECO Kg	140.1200

W AGUA Kg	15.1100
W SECO Kg	121.8700
HUMEDAD %	12.40

OBSERVACIONES

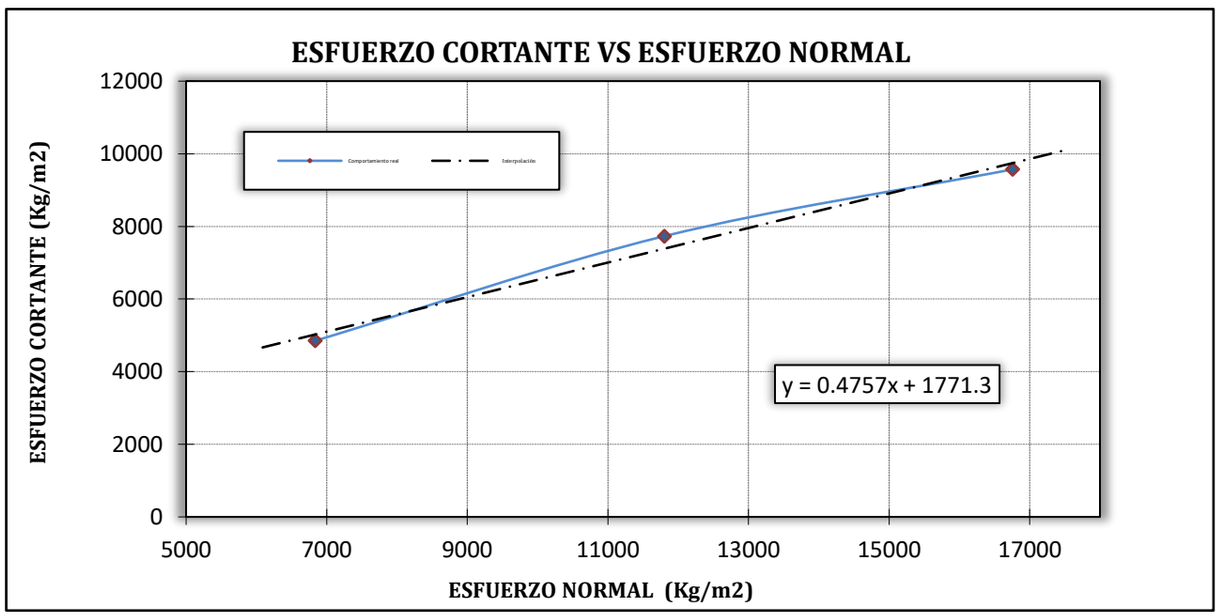
JOSE D. ESTEBAN	JAVIER CABALLERO
ELABORO	**REVISO**

ENSAYO DE CORTE DIRECTO

ASTM D3080 - AASHTO T236

		FECHA:	Feb de 2026
PROYECTO	INFORME GEOTECNICO CENTRO NAUTICO TOPOCORO MUNICIPIO DE BETULIA DEPARTAMENTO DE SANTANDER	**MUESTRA**	2
LOCALIZACION	Apique 3	**PROFUNDIDAD**	3 m

CARGA VERTICAL Kg	AREA m²	ESFUERZO NORMAL Kg/m²	ESFUERZO CORTANTE Kg/m²
13.7	0.0020	6838.05	4852.04
23.7	0.0020	11802.83	7731.63
33.7	0.0020	16758.61	9571.43



HUMEDAD	12.4	%
DENSIDAD HUMEDA	2042.5	Kg/m³
DENSIDAD SECA	1817.2	Kg/m³
ANGULO FRICCIÓN	25.4	grados
COHESIÓN	1771.3	Kg/m²

JOSE D. ESTEBAN
ELABORO

JAVIER CABALLERO
REVISO

ENSAYO DE CORTE DIRECTO

ASTM D3080 - AASHTO T236

PROYECTO	INFORME GEOTECNICO CENTRO NAUTICO TOPOCORO MUNICIPIO DE BETULIA DEPARTAMENTO DE SANTANDER	**FECHA:**	Feb 2026
		MUESTRA	1
LOCALIZACION	apique 4	**PROFUNDIDAD**	1.5 m

CARGA Kg **13.7** **E. NORMAL EN Kg/m2** **6847**

DIAMETRO SUPERIOR EN m	0.0506	W ANILLO EN Kg	0.11966
DIAMETRO CENTRAL EN m	0.0504	W MUESTRA+W ANILLO EN Kg	0.2050
DIAMETRO INFERIOR EN m	0.0505	PESO MUESTRA Kg	0.0853
PROMEDIO DIAMETRO EN m	0.0505	VOLUMEN EN m3	0.0000
AREA EN m²	0.0020	DENSIDAD HUMEDA EN Kg/m³	2078.83
ALTURA MEDIA EN m	0.02051	DENSIDAD SECA EN Kg/m³	1849.25

HUMEDAD EN %

W DE LA TARA Kg	52.4800	W AGUA Kg	22.0700
W TARA + W SUELO HUMEDO Kg.	252.3200	W SECO Kg	177.7700
W TARA + W SUELO SECO Kg	230.2500	HUMEDAD %	12.41

CARGA Kg **23.7** **E. NORMAL EN Kg/m2** **11802.83**

DIAMETRO SUPERIOR EN m	0.0506	W ANILLO EN Kg	0.11966
DIAMETRO CENTRAL EN m	0.0505	W MUESTRA+W ANILLO EN Kg	0.20334
DIAMETRO INFERIOR EN m	0.0507	W MUESTRA Kg	0.08368
PROMEDIO DIAMETRO EN m	0.0506	VOLUMEN EN m3	0.00004
AREA EN m²	0.0020	DENSIDAD HUMEDA EN Kg/m³	2018.08
ALTURA MEDIA EN m	0.02065	DENSIDAD SECA EN Kg/m³	1795.21

HUMEDAD EN %

W DE LA TARA Kg	52.4800	W AGUA Kg	22.0700
W TARA + W SUELO HUMEDO Kg	252.3200	W SECO Kg	177.7700
W TARA + W SUELO SECO Kg	230.2500	HUMEDAD %	12.41

JOSE D. ESTEBAN
ELABORO

JAVIER CABALLERO
REVISO

ENSAYO DE CORTE DIRECTO

ASTM D3080 - AASHTO T236

PROYECTO	INFORME GEOTECNICO CENTRO NAUTICO TOPOCORO MUNICIPIO DE BETULIA DEPARTAMENTO DE SANTANDER	**FECHA:**	Feb 2026
		MUESTRA	1
LOCALIZACION	apique 4	**PROFUNDIDAD**	1.5 m

CARGA Kg **33.7** **E. NORMAL EN Kg/m2** **16759**

DIAMETRO SUPERIOR EN m	0.0507	W ANILLO EN Kg	0.1197
DIAMETRO CENTRAL EN m	0.0506	W MUESTRA + W ANILLO EN Kg	0.2040
DIAMETRO INFERIOR EN m	0.0506	PESO MUESTRA Kg	0.0844
PROMEDIO DIAMETRO EN m	0.0506	VOLUMEN EN m3	0.0000
AREA EN m²	0.002010907	DENSIDAD HUMEDA EN Kg/m³	2055.43
ALTURA MEDIA EN m	0.02041	DENSIDAD SECA EN Kg/m³	1828.43

HUMEDAD EN %

W DE LA TARA Kg	52.4800	W AGUA Kg	22.0700
W TARA + W SUELO HUMEDO Kg.	252.3200	W SECO Kg	177.7700
W TARA + W SUELO SECO Kg	230.2500	HUMEDAD %	12.41

OBSERVACIONES

JOSE D. ESTEBAN
ELABORO

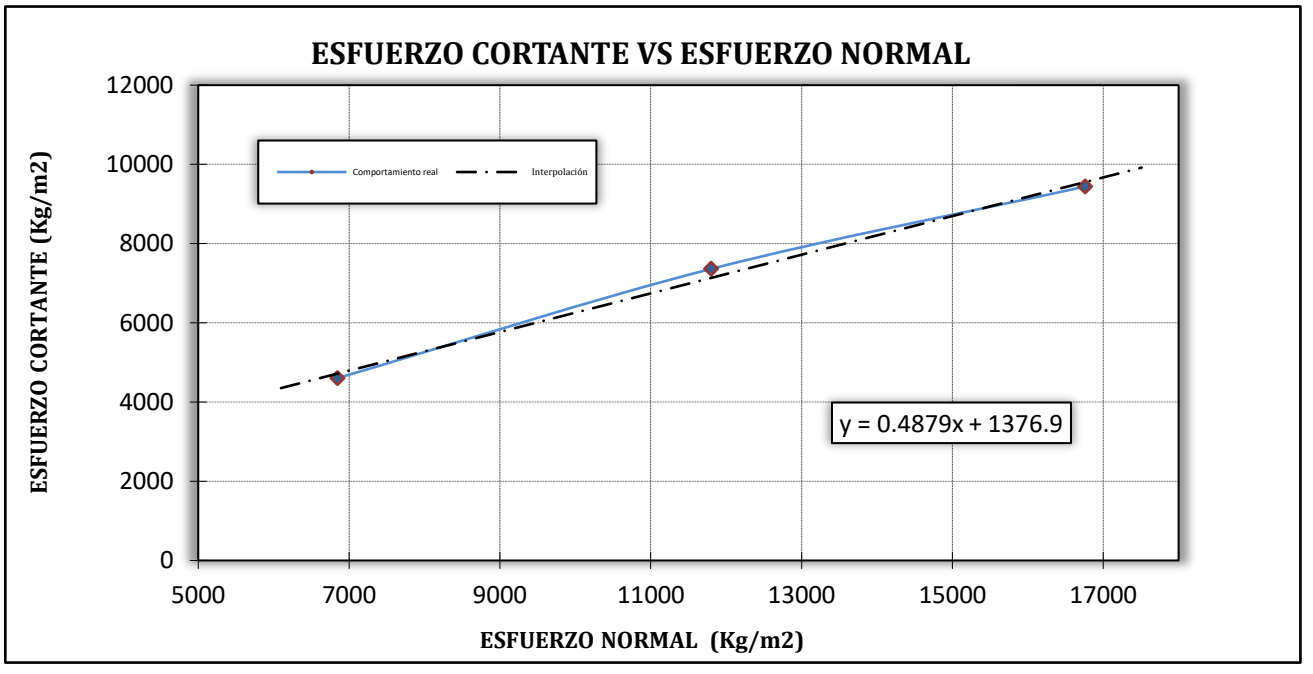
JAVIER CABALLERO
REVISO

ENSAYO DE CORTE DIRECTO

ASTM D3080 - AASHTO T236

		FECHA:	Feb 2026
PROYECTO	INFORME GEOTECNICO CENTRO NAUTICO TOPOCORO MUNICIPIO DE BETULIA DEPARTAMENTO DE SANTANDER	**MUESTRA**	1
LOCALIZACION	apique 4	**PROFUNDIDAD**	1.5 m

CARGA VERTICAL Kg	AREA m²	ESFUERZO NORMAL Kg/m²	ESFUERZO CORTANTE Kg/m²
13.7	0.0020	6847.08	4604.08
23.7	0.0020	11802.83	7362.24
33.7	0.0020	16758.61	9439.80



HUMEDAD	12.4	%
DENSIDAD HUMEDA	2050.8	Kg/m³
DENSIDAD SECA	1824.3	Kg/m³
ANGULO FRICCIÓN	26.0	grados
COHESIÓN	1376.9	Kg/m²

JOSE D. ESTEBAN
ELABORO

JAVIER CABALLERO
REVISO

ENSAYO DE CORTE DIRECTO

ASTM D3080 - AASHTO T236

PROYECTO	INFORME GEOTECNICO CENTRO NAUTICO TOPOCORO MUNICIPIO DE BETULIA DEPARTAMENTO DE SANTANDER	**FECHA:**	Feb de 2026
		MUESTRA	1
LOCALIZACION	Apique 5	**PROFUNDIDAD**	1.5

CARGA Kg **13.7** **E. NORMAL EN Kg/m2** **6838**

DIAMETRO SUPERIOR EN m	0.0506	W ANILLO EN Kg	0.11892
DIAMETRO CENTRAL EN m	0.0505	W MUESTRA+W ANILLO EN Kg	0.2026
DIAMETRO INFERIOR EN m	0.0505	PESO MUESTRA Kg	0.0837
PROMEDIO DIAMETRO EN m	0.0505	VOLUMEN EN m3	0.0000
AREA EN m²	0.0020	DENSIDAD HUMEDA EN Kg/m³	2013.83
ALTURA MEDIA EN m	0.02075	DENSIDAD SECA EN Kg/m³	1791.50

HUMEDAD EN %

W DE LA TARA Kg	48.5000	W AGUA Kg	11.3800
W TARA + W SUELO HUMEDO Kg.	151.5800	W SECO Kg	91.7000
W TARA + W SUELO SECO Kg	140.2000	HUMEDAD %	12.41

CARGA Kg **23.7** **E. NORMAL EN Kg/m2** **11802.83**

DIAMETRO SUPERIOR EN m	0.0506	W ANILLO EN Kg	0.11892
DIAMETRO CENTRAL EN m	0.0505	W MUESTRA+W ANILLO EN Kg	0.20336
DIAMETRO INFERIOR EN m	0.0507	W MUESTRA Kg	0.08444
PROMEDIO DIAMETRO EN m	0.0506	VOLUMEN EN m3	0.00004
AREA EN m²	0.0020	DENSIDAD HUMEDA EN Kg/m³	2074.59
ALTURA MEDIA EN m	0.02027	DENSIDAD SECA EN Kg/m³	1845.56

HUMEDAD EN %

W DE LA TARA Kg	48.5000	W AGUA Kg	11.3800
W TARA + W SUELO HUMEDO Kg	151.5800	W SECO Kg	91.7000
W TARA + W SUELO SECO Kg	140.2000	HUMEDAD %	12.41

JOSE D. ESTEBAN
ELABORO

JAVIER CABALLERO
REVISO

ENSAYO DE CORTE DIRECTO

ASTM D3080 - AASHTO T236

PROYECTO	INFORME GEOTECNICO CENTRO NAUTICO TOPOCORO MUNICIPIO DE BETULIA DEPARTAMENTO DE SANTANDER	**FECHA:**	Feb de 2026
		MUESTRA	1
LOCALIZACION	Apique 5	**PROFUNDIDAD**	1.5

CARGA Kg **33.7**

E. NORMAL EN Kg/m2 **16759**

DIAMETRO SUPERIOR EN m	0.0507
DIAMETRO CENTRAL EN m	0.0506
DIAMETRO INFERIOR EN m	0.0506
PROMEDIO DIAMETRO EN m	0.0506

W ANILLO EN Kg	0.1189
W MUESTRA + W ANILLO EN Kg	0.2010
PESO MUESTRA Kg	0.0821
VOLUMEN EN m3	0.0000

AREA EN m²	0.002010907

DENSIDAD HUMEDA EN Kg/m³	2013.69

ALTURA MEDIA EN m	0.02027

DENSIDAD SECA EN Kg/m³	1791.38

HUMEDAD EN %

W DE LA TARA Kg	48.5000
W TARA + W SUELO HUMEDO Kg.	151.5800
W TARA + W SUELO SECO Kg	140.2000

W AGUA Kg	11.3800
W SECO Kg	91.7000
HUMEDAD %	12.41

OBSERVACIONES

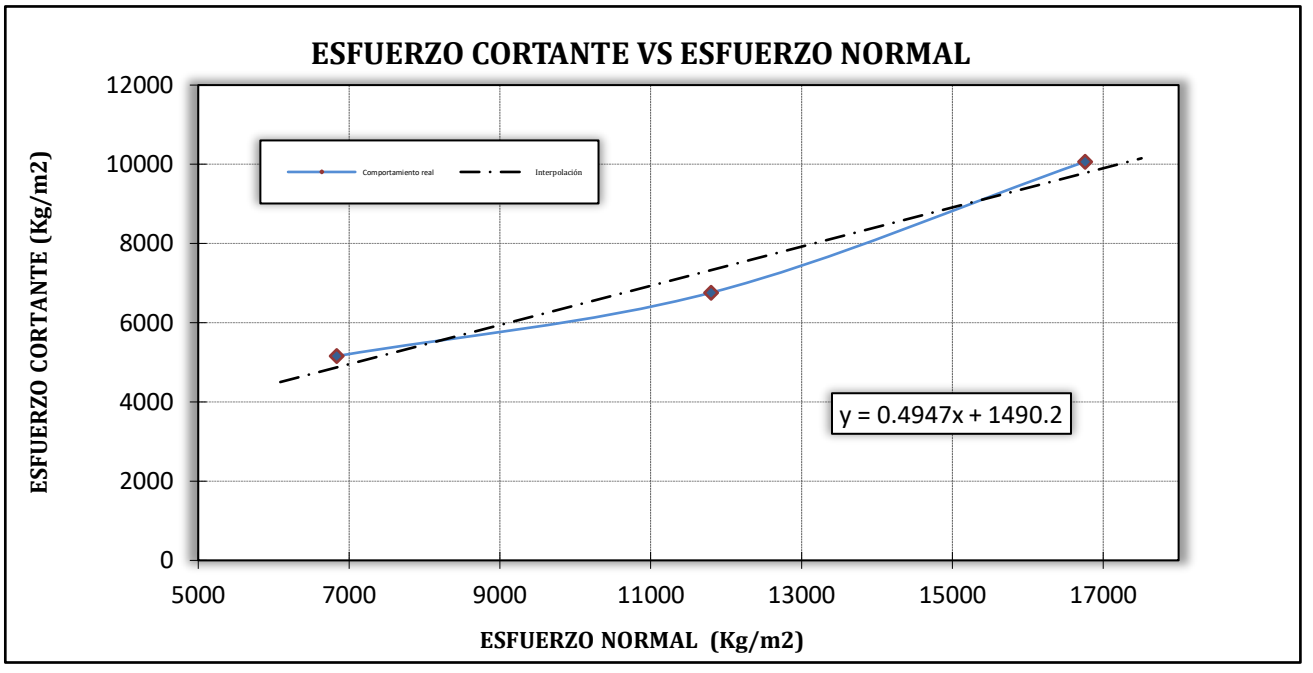
JOSE D. ESTEBAN	JAVIER CABALLERO
ELABORO	**REVISO**

ENSAYO DE CORTE DIRECTO

ASTM D3080 - AASHTO T236

		FECHA:	Feb de 2026
PROYECTO	INFORME GEOTECNICO CENTRO NAUTICO TOPOCORO MUNICIPIO DE BETULIA DEPARTAMENTO DE SANTANDER	**MUESTRA**	1
LOCALIZACION	Apique 5	**PROFUNDIDAD**	1.5

CARGA VERTICAL Kg	AREA m²	ESFUERZO NORMAL Kg/m²	ESFUERZO CORTANTE Kg/m²
13.7	0.0020	6838.05	5157.14
23.7	0.0020	11802.83	6760.20
33.7	0.0020	16758.61	10065.31



HUMEDAD	12.4	%
DENSIDAD HUMEDA	2034.0	Kg/m³
DENSIDAD SECA	1809.5	Kg/m³
ANGULO FRICCIÓN	26.3	grados
COHESIÓN	1490.2	Kg/m²

JOSE D. ESTEBAN
ELABORO

JAVIER CABALLERO
REVISO

ENSAYO DE CORTE DIRECTO

ASTM D3080 - AASHTO T236

PROYECTO	INFORME GEOTECNICO CENTRO NAUTICO TOPOCORO MUNICIPIO DE BETULIA DEPARTAMENTO DE SANTANDER	**FECHA:**	Feb de 2026
		MUESTRA	8
LOCALIZACION	Apique 6	**PROFUNDIDAD**	15.5 m

CARGA Kg **13.7** **E. NORMAL EN Kg/m2** **6838**

DIAMETRO SUPERIOR EN m	0.0506	W ANILLO EN Kg	0.11892
DIAMETRO CENTRAL EN m	0.0505	W MUESTRA+W ANILLO EN Kg	0.2026
DIAMETRO INFERIOR EN m	0.0505	PESO MUESTRA Kg	0.0837
PROMEDIO DIAMETRO EN m	0.0505	VOLUMEN EN m3	0.0000
AREA EN m²	0.0020	DENSIDAD HUMEDA EN Kg/m³	2013.83
ALTURA MEDIA EN m	0.02075	DENSIDAD SECA EN Kg/m³	1790.44

HUMEDAD EN %

W DE LA TARA Kg	15.2600	W AGUA Kg	15.6000
W TARA + W SUELO HUMEDO Kg.	155.8900	W SECO Kg	125.0300
W TARA + W SUELO SECO Kg	140.2900	HUMEDAD %	12.48

CARGA Kg **23.7** **E. NORMAL EN Kg/m2** **11802.83**

DIAMETRO SUPERIOR EN m	0.0506	W ANILLO EN Kg	0.11892
DIAMETRO CENTRAL EN m	0.0505	W MUESTRA+W ANILLO EN Kg	0.20336
DIAMETRO INFERIOR EN m	0.0507	W MUESTRA Kg	0.08444
PROMEDIO DIAMETRO EN m	0.0506	VOLUMEN EN m3	0.00004
AREA EN m²	0.0020	DENSIDAD HUMEDA EN Kg/m³	2074.59
ALTURA MEDIA EN m	0.02027	DENSIDAD SECA EN Kg/m³	1844.46

HUMEDAD EN %

W DE LA TARA Kg	15.2600	W AGUA Kg	15.6000
W TARA + W SUELO HUMEDO Kg	155.8900	W SECO Kg	125.0300
W TARA + W SUELO SECO Kg	140.2900	HUMEDAD %	12.48

JOSE D. ESTEBAN
ELABORO

JAVIER CABALLERO
REVISO

ENSAYO DE CORTE DIRECTO

ASTM D3080 - AASHTO T236

PROYECTO	INFORME GEOTECNICO CENTRO NAUTICO TOPOCORO MUNICIPIO DE BETULIA DEPARTAMENTO DE SANTANDER	**FECHA:**	Feb de 2026
		MUESTRA	8
LOCALIZACION	Apique 6	**PROFUNDIDAD**	15.5 m

CARGA Kg **33.7** **E. NORMAL EN Kg/m2** **16759**

DIAMETRO SUPERIOR EN m	0.0507
DIAMETRO CENTRAL EN m	0.0506
DIAMETRO INFERIOR EN m	0.0506
PROMEDIO DIAMETRO EN m	0.0506

W ANILLO EN Kg	0.1189
W MUESTRA + W ANILLO EN Kg	0.2020
PESO MUESTRA Kg	0.0831
VOLUMEN EN m3	0.0000

AREA EN m²	0.002010907

DENSIDAD HUMEDA EN Kg/m³	2039.20

ALTURA MEDIA EN m	0.02027

DENSIDAD SECA EN Kg/m³	1812.99

HUMEDAD EN %

W DE LA TARA Kg	15.2600
W TARA + W SUELO HUMEDO Kg.	155.8900
W TARA + W SUELO SECO Kg	140.2900

W AGUA Kg	15.6000
W SECO Kg	125.0300
HUMEDAD %	12.48

OBSERVACIONES

JOSE D. ESTEBAN
ELABORO

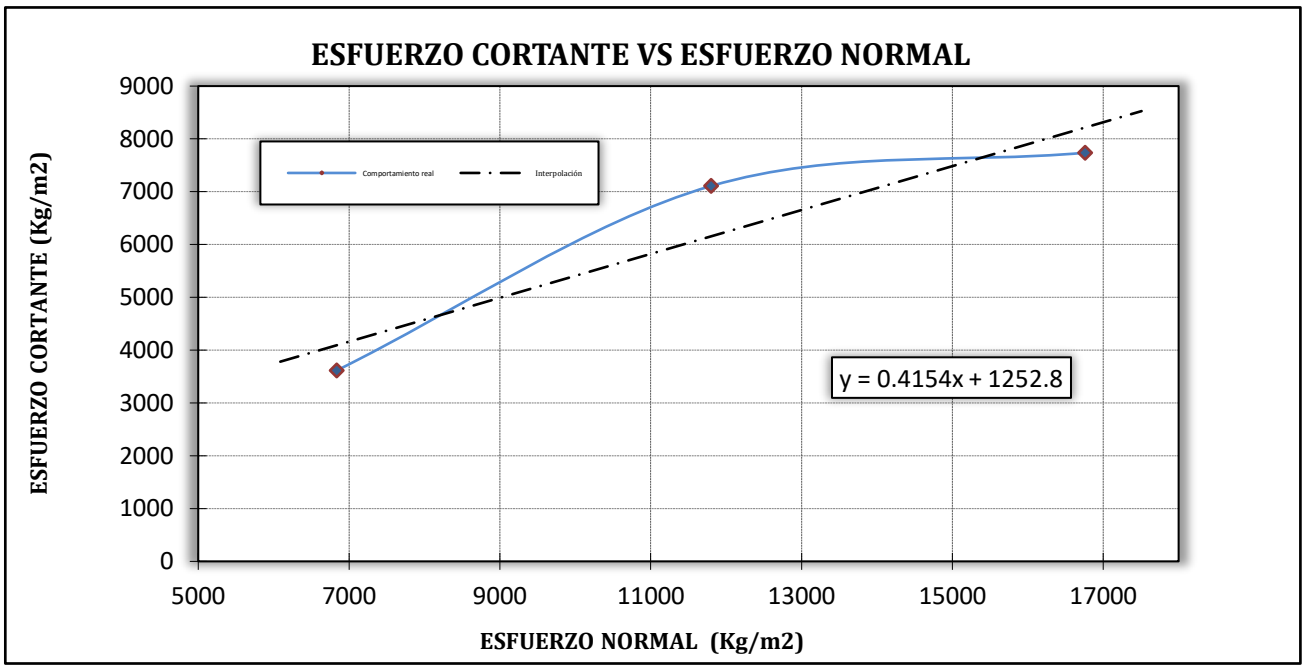
JAVIER CABALLERO
REVISO

ENSAYO DE CORTE DIRECTO

ASTM D3080 - AASHTO T236

		FECHA:	Feb de 2026
PROYECTO	INFORME GEOTECNICO CENTRO NAUTICO TOPOCORO MUNICIPIO DE BETULIA DEPARTAMENTO DE SANTANDER	**MUESTRA**	8
LOCALIZACION	Apique 6	**PROFUNDIDAD**	15.5 m

CARGA VERTICAL Kg	AREA m²	ESFUERZO NORMAL Kg/m²	ESFUERZO CORTANTE Kg/m²
13.7	0.0020	6838.05	3617.35
23.7	0.0020	11802.83	7109.18
33.7	0.0020	16758.61	7737.76



HUMEDAD	12.5	%
DENSIDAD HUMEDA	2042.5	Kg/m³
DENSIDAD SECA	1816.0	Kg/m³
ANGULO FRICCIÓN	22.6	grados
COHESIÓN	1252.8	Kg/m²

JOSE D. ESTEBAN
ELABORO

JAVIER CABALLERO
REVISO

ENSAYO DE CORTE DIRECTO

ASTM D3080 - AASHTO T236

PROYECTO	INFORME GEOTECNICO CENTRO NAUTICO TOPOCORO MUNICIPIO DE BETULIA DEPARTAMENTO DE SANTANDER	**FECHA:**	Feb 2026
		MUESTRA	5
LOCALIZACION	apique 7	**PROFUNDIDAD**	7.5 m

CARGA Kg **13.7** **E. NORMAL EN Kg/m2** **6847**

DIAMETRO SUPERIOR EN m	0.0506	W ANILLO EN Kg	0.11966
DIAMETRO CENTRAL EN m	0.0504	W MUESTRA+W ANILLO EN Kg	0.2050
DIAMETRO INFERIOR EN m	0.0505	PESO MUESTRA Kg	0.0853
PROMEDIO DIAMETRO EN m	0.0505	VOLUMEN EN m3	0.0000
AREA EN m²	0.0020	DENSIDAD HUMEDA EN Kg/m³	2078.83
ALTURA MEDIA EN m	0.02051	DENSIDAD SECA EN Kg/m³	1849.25

HUMEDAD EN %

W DE LA TARA Kg	52.4800	W AGUA Kg	22.0700
W TARA + W SUELO HUMEDO Kg.	252.3200	W SECO Kg	177.7700
W TARA + W SUELO SECO Kg	230.2500	HUMEDAD %	12.41

CARGA Kg **23.7** **E. NORMAL EN Kg/m2** **11802.83**

DIAMETRO SUPERIOR EN m	0.0506	W ANILLO EN Kg	0.11966
DIAMETRO CENTRAL EN m	0.0505	W MUESTRA+W ANILLO EN Kg	0.20334
DIAMETRO INFERIOR EN m	0.0507	W MUESTRA Kg	0.08368
PROMEDIO DIAMETRO EN m	0.0506	VOLUMEN EN m3	0.00004
AREA EN m²	0.0020	DENSIDAD HUMEDA EN Kg/m³	2018.08
ALTURA MEDIA EN m	0.02065	DENSIDAD SECA EN Kg/m³	1780.09

HUMEDAD EN %

W DE LA TARA Kg	15.2300	W AGUA Kg	27.9600
W TARA + W SUELO HUMEDO Kg	252.3200	W SECO Kg	209.1300
W TARA + W SUELO SECO Kg	224.3600	HUMEDAD %	13.37

JOSE D. ESTEBAN
ELABORO

JAVIER CABALLERO
REVISO

ENSAYO DE CORTE DIRECTO

ASTM D3080 - AASHTO T236

PROYECTO	INFORME GEOTECNICO CENTRO NAUTICO TOPOCORO MUNICIPIO DE BETULIA DEPARTAMENTO DE SANTANDER	**FECHA:**	Feb 2026
		MUESTRA	1
LOCALIZACION	apique 7	**PROFUNDIDAD**	7.5 m

CARGA Kg **33.7** **E. NORMAL EN Kg/m2** **16759**

DIAMETRO SUPERIOR EN m	0.0507	W ANILLO EN Kg	0.1197
DIAMETRO CENTRAL EN m	0.0506	W MUESTRA + W ANILLO EN Kg	0.2040
DIAMETRO INFERIOR EN m	0.0506	PESO MUESTRA Kg	0.0844
PROMEDIO DIAMETRO EN m	0.0506	VOLUMEN EN m3	0.0000
AREA EN m²	0.002010907	DENSIDAD HUMEDA EN Kg/m³	2055.43
ALTURA MEDIA EN m	0.02041	DENSIDAD SECA EN Kg/m³	1828.43

HUMEDAD EN %

W DE LA TARA Kg	52.4800	W AGUA Kg	22.0700
W TARA + W SUELO HUMEDO Kg.	252.3200	W SECO Kg	177.7700
W TARA + W SUELO SECO Kg	230.2500	HUMEDAD %	12.41

OBSERVACIONES

JOSE D. ESTEBAN
ELABORO

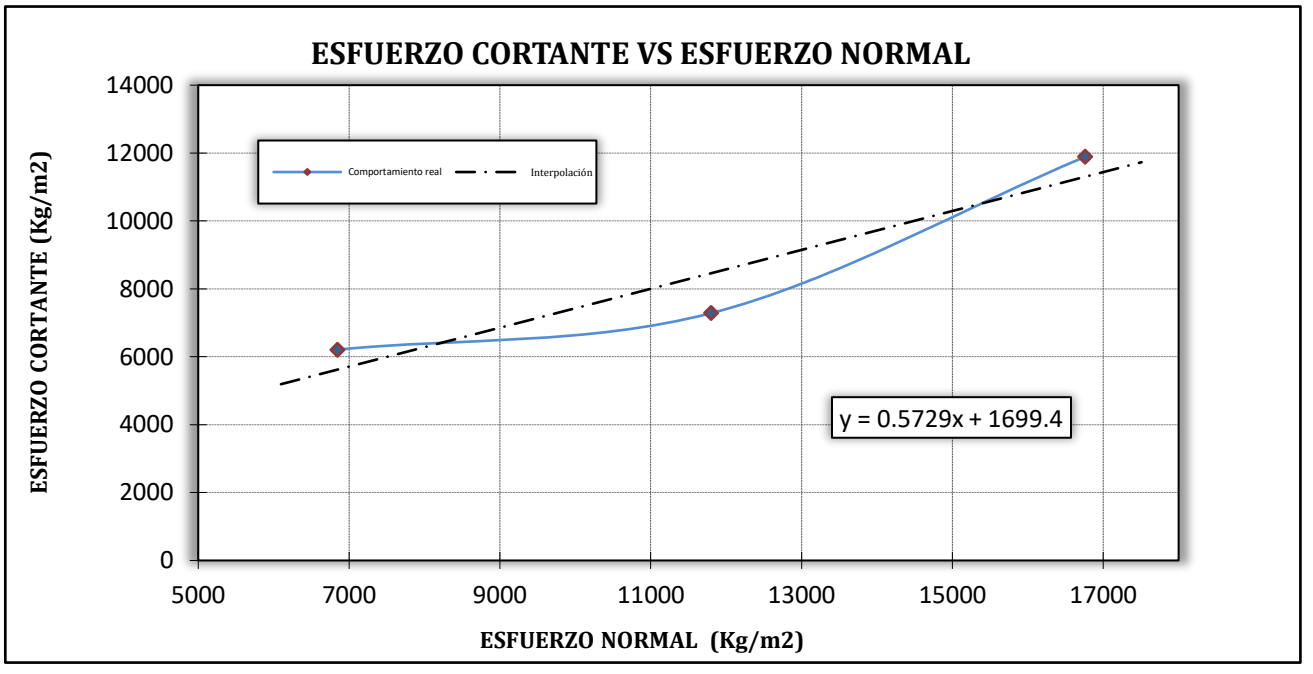
JAVIER CABALLERO
REVISO

ENSAYO DE CORTE DIRECTO

ASTM D3080 - AASHTO T236

		FECHA:	Feb 2026
PROYECTO	INFORME GEOTECNICO CENTRO NAUTICO TOPOCORO MUNICIPIO DE BETULIA DEPARTAMENTO DE SANTANDER	**MUESTRA**	5
LOCALIZACION	apique 7	**PROFUNDIDAD**	7.5 m

CARGA VERTICAL Kg	AREA m²	ESFUERZO NORMAL Kg/m²	ESFUERZO CORTANTE Kg/m²
13.7	0.0020	6847.08	6210.20
23.7	0.0020	11802.83	7285.71
33.7	0.0020	16758.61	11888.78



HUMEDAD	12.7	%
DENSIDAD HUMEDA	2050.8	Kg/m³
DENSIDAD SECA	1819.3	Kg/m³
ANGULO FRICCIÓN	29.8	grados
COHESIÓN	1699.4	Kg/m²

JOSE D. ESTEBAN
ELABORO

JAVIER CABALLERO
REVISO

COMPRESIÓN INCONFINADA EN MUESTRAS DE SUELOS
Normas INV-E 152 - AASHTO T208

INGENIERÍA & SUELOS s.a.s.

OBRA:	***INFORME GEOTECNICO CENTRO NAUTICO TOPOCORO MUNICIPIO DE BETULIA DEPARTAMENTO DE SANTANDER***
SECTOR:	***sondeo 1***
EMPRESA:	***UNION TEMPORAL TOPOCORO 2024***

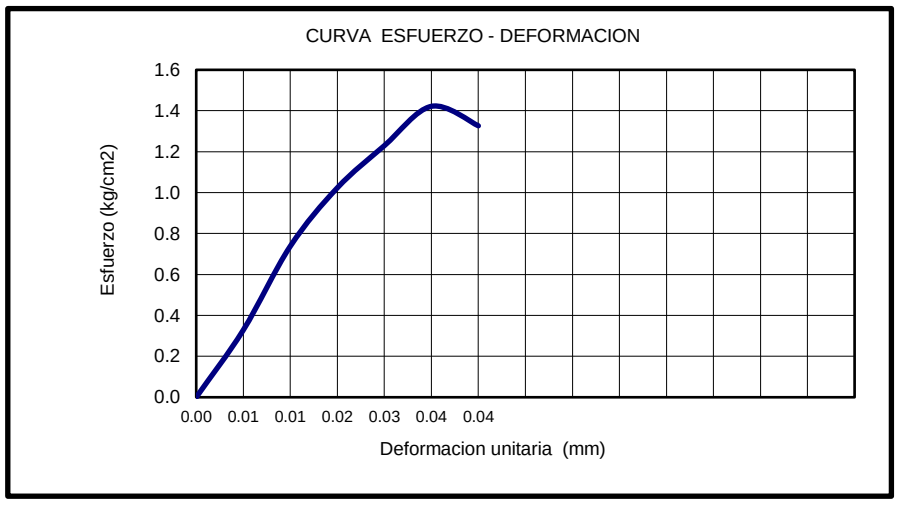
sondeo	1	**Muestra**	1	**Profundidad**	1.5	mts

Descripción de la muestra: Limo, húmeda, resistentes de color gris.

Dimensiones de la muestra						
Altura (h) :	6.80 cms	Diametro :	3.40	cms	Peso :	120.16 grs
Velocidad :	3.40	h/d :	2.00			

DATOS DE LA MUESTRA						
Area		9.08	cm^2	W. S. Humed.	278.25	gr
Volumen		61.74	cm^3	W. S. Seco	250.16	gr
Peso Unitario Humedo		1.95	gr/cm^3	W. Tara	54.12	gr
Peso Unitario Seco		1.70	gr/cm^3	Humedad	14.33	%

DATOS DE CARGA				
Carga	Deformacion	Deformacion	Area	Esfuerzo
KN	mm	Unitaria	Corregida	kg/cm2
0.0000	0.0000	0.000	9.08	0.00
0.0300	0.5000	0.007	9.15	0.33
0.0680	1.0000	0.015	9.21	0.74
0.0950	1.5000	0.022	9.28	1.02
0.1150	2.0000	0.029	9.35	1.23
0.1340	2.5000	0.037	9.43	1.42
0.1260	3.0000	0.044	9.50	1.33



ALTERADA

qu: 1.4216 kg/cm^2

C : 0.7108 kg/cm^2

ING JOSE DAVID
ELABORO

ING. JAVIER CABALLEROO
REVISO

COMPRESIÓN INCONFINADA EN MUESTRAS DE SUELOS
Normas INV-E 152 - AASHTO T208

INGENIERÍA & SUELOS s.a.s.

OBRA:	***INFORME GEOTECNICO CENTRO NAUTICO TOPOCORO MUNICIPIO DE BETULIA DEPARTAMENTO DE SANTANDER***
SECTOR:	***sondeo 1***
EMPRESA:	***UNION TEMPORAL TOPOCORO 2024***

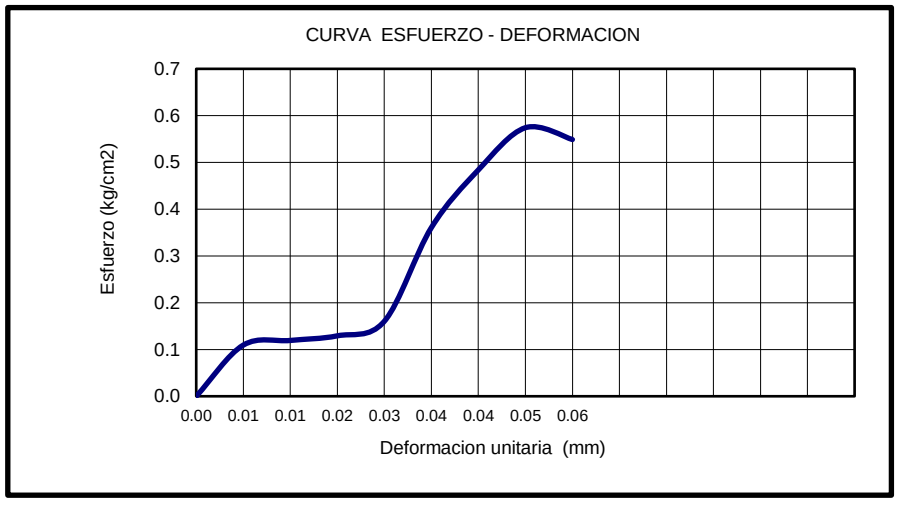
sondeo	1	**Muestra**	3	**Profundidad**	4.0	mts

Descripción de la muestra: Arcilla y Limo, húmeda, algo resistentes de color amarilla.

Dimensiones de la muestra						
Altura (h) :	6.70 cms	Diametro :	3.40	cms	Peso :	115.23grs
Velocidad :	3.40	h/d :	1.97			

DATOS DE LA MUESTRA						
Area		9.08	cm^2	W. S. Humed.	278.25	gr
Volumen		60.83	cm^3	W. S. Seco	251.23	gr
Peso Unitario Humedo		1.89	gr/cm^3	W. Tara	54.12	gr
Peso Unitario Seco		1.67	gr/cm^3	Humedad	13.71	%

DATOS DE CARGA				
Carga	Deformacion	Deformacion	Area	Esfuerzo
KN	mm	Unitaria	Corregida	kg/cm2
0.0000	0.0000	0.000	9.08	0.00
0.0100	0.5000	0.007	9.15	0.11
0.0110	1.0000	0.015	9.22	0.12
0.0120	1.5000	0.022	9.29	0.13
0.0150	2.0000	0.030	9.36	0.16
0.0340	2.5000	0.037	9.43	0.36
0.0460	3.0000	0.045	9.50	0.48
0.0550	3.5000	0.052	9.58	0.57
0.0530	4.0000	0.060	9.66	0.55



ALTERADA

qu: 0.5741 kg/cm^2

C : 0.2871 kg/cm^2

ING JOSE DAVID
ELABORO

ING. JAVIER CABALLEROO
REVISO

COMPRESIÓN INCONFINADA EN MUESTRAS DE SUELOS
Normas INV-E 152 - AASHTO T208

INGENIERÍA & SUELOS s.a.s.

OBRA:	***INFORME GEOTECNICO CENTRO NAUTICO TOPOCORO MUNICIPIO DE BETULIA DEPARTAMENTO DE SANTANDER***
SECTOR:	***sondeo 2***
EMPRESA:	***UNION TEMPORAL TOPOCORO 2024***

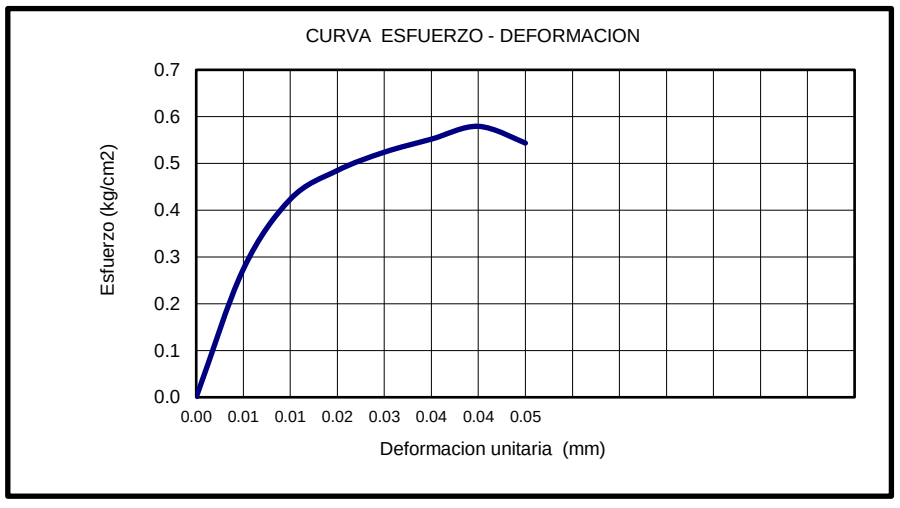
sondeo	2	**Muestra**	3	**Profundidad**	4.5	mts

Descripción de la muestra: Limo, húmedo, algo resistentes de color gris.

Dimensiones de la muestra						
Altura (h) :	6.85 cms	Diametro :	3.40	cms	Peso :	118.23grs
Velocidad :	3.40	h/d :	2.01			

DATOS DE LA MUESTRA						
Area		9.08	cm^2	W. S. Humed.	254.12	gr
Volumen		62.19	cm^3	W. S. Seco	228.25	gr
Peso Unitario Humedo		1.90	gr/cm^3	W. Tara	54.12	gr
Peso Unitario Seco		1.66	gr/cm^3	Humedad	14.86	%

DATOS DE CARGA				
Carga	Deformacion	Deformacion	Area	Esfuerzo
KN	mm	Unitaria	Corregida	kg/cm2
0.0000	0.0000	0.000	9.08	0.00
0.0250	0.5000	0.007	9.15	0.27
0.0390	1.0000	0.015	9.21	0.42
0.0450	1.5000	0.022	9.28	0.48
0.0490	2.0000	0.029	9.35	0.52
0.0520	2.5000	0.036	9.42	0.55
0.0550	3.0000	0.044	9.50	0.58
0.0520	3.5000	0.051	9.57	0.54



ALTERADA

qu: 0.5792 kg/cm^2

C : 0.2896 kg/cm^2

ING JOSE DAVID
ELABORO

ING. JAVIER CABALLEROO
REVISO

COMPRESIÓN INCONFINADA EN MUESTRAS DE SUELOS
Normas INV-E 152 - AASHTO T208

INGENIERÍA & SUELOS s.a.s.

OBRA:	***INFORME GEOTECNICO CENTRO NAUTICO TOPOCORO MUNICIPIO DE BETULIA DEPARTAMENTO DE SANTANDER***
SECTOR:	***sondeo 3***
EMPRESA:	***UNION TEMPORAL TOPOCORO 2024***

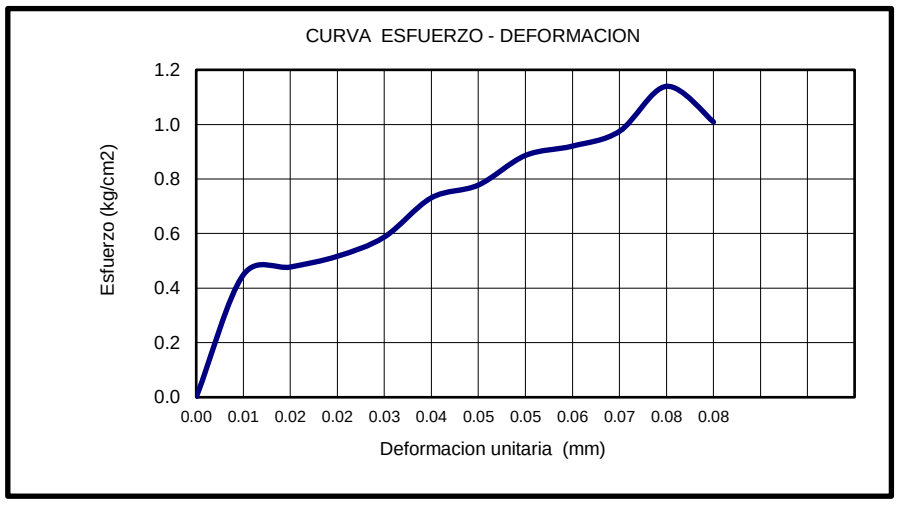
sondeo	3	**Muestra**	2	**Profundidad**	3.0	mts

Descripción de la muestra: Limo, húmedo, resistentes de color gris con vetas blancas.

Dimensiones de la muestra						
Altura (h) :	6.56 cms	Diametro :	3.40	cms	Peso :	115.23grs
Velocidad :	3.40	h/d :	1.93			

DATOS DE LA MUESTRA						
Area		9.08	cm^2	W. S. Humed.	245.32	gr
Volumen		59.56	cm^3	W. S. Seco	221.26	gr
Peso Unitario Humedo		1.93	gr/cm^3	W. Tara	54.12	gr
Peso Unitario Seco		1.69	gr/cm^3	Humedad	14.40	%

DATOS DE CARGA				
Carga	Deformacion	Deformacion	Area	Esfuerzo
KN	mm	Unitaria	Corregida	kg/cm2
0.0000	0.0000	0.000	9.08	0.00
0.0410	0.5000	0.008	9.15	0.45
0.0440	1.0000	0.015	9.22	0.48
0.0480	1.5000	0.023	9.29	0.52
0.0550	2.0000	0.030	9.36	0.59
0.0690	2.5000	0.038	9.44	0.73
0.0740	3.0000	0.046	9.51	0.78
0.0850	3.5000	0.053	9.59	0.89
0.0890	4.0000	0.061	9.67	0.92
0.0950	4.5000	0.069	9.75	0.97
0.1120	5.0000	0.076	9.83	1.14
0.1000	5.5000	0.084	9.91	1.01



ALTERADA

qu: 1.1396 kg/cm^2

C : 0.5698 kg/cm^2

ING JOSE DAVID
ELABORO

ING. JAVIER CABALLEROO
REVISO

COMPRESIÓN INCONFINADA EN MUESTRAS DE SUELOS
Normas INV-E 152 - AASHTO T208

INGENIERÍA & SUELOS s.a.s.

OBRA:	***INFORME GEOTECNICO CENTRO NAUTICO TOPOCORO MUNICIPIO DE BETULIA DEPARTAMENTO DE SANTANDER***
SECTOR:	***sondeo 3***
EMPRESA:	***UNION TEMPORAL TOPOCORO 2024***

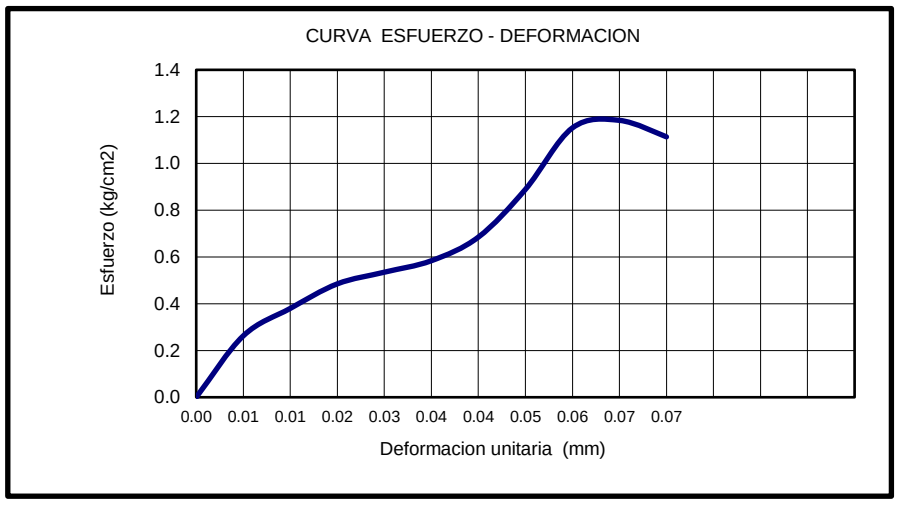
sondeo	3	**Muestra**	3	**Profundidad**	4.0	mts

Descripción de la muestra: Limo, húmedo, resistentes de color amarilla con gris.

Dimensiones de la muestra						
Altura (h) :	6.90 cms	Diametro :	3.40	cms	Peso :	114.23grs
Velocidad :	3.40	h/d :	2.03			

DATOS DE LA MUESTRA						
Area		9.08	cm^2	W. S. Humed.	297.06	gr
Volumen		62.65	cm^3	W. S. Seco	262.91	gr
Peso Unitario Humedo		1.82	gr/cm^3	W. Tara	54.12	gr
Peso Unitario Seco		1.57	gr/cm^3	Humedad	16.36	%

DATOS DE CARGA				
Carga	Deformacion	Deformacion	Area	Esfuerzo
KN	mm	Unitaria	Corregida	kg/cm2
0.0000	0.0000	0.000	9.08	0.00
0.0240	0.5000	0.007	9.15	0.26
0.0350	1.0000	0.014	9.21	0.38
0.0450	1.5000	0.022	9.28	0.48
0.0500	2.0000	0.029	9.35	0.53
0.0550	2.5000	0.036	9.42	0.58
0.0650	3.0000	0.043	9.49	0.68
0.0850	3.5000	0.051	9.56	0.89
0.1110	4.0000	0.058	9.64	1.15
0.1150	4.5000	0.065	9.71	1.18
0.1090	5.0000	0.072	9.79	1.11



ALTERADA

qu: 1.1840 kg/cm^2

C : 0.5920 kg/cm^2

ING JOSE DAVID
ELABORO

ING. JAVIER CABALLEROO
REVISO

COMPRESIÓN INCONFINADA EN MUESTRAS DE SUELOS
Normas INV-E 152 - AASHTO T208

INGENIERÍA & SUELOS s.a.s.

OBRA:	***INFORME GEOTECNICO CENTRO NAUTICO TOPOCORO MUNICIPIO DE BETULIA DEPARTAMENTO DE SANTANDER***
SECTOR:	***sondeo 5***
EMPRESA:	***UNION TEMPORAL TOPOCORO 2024***

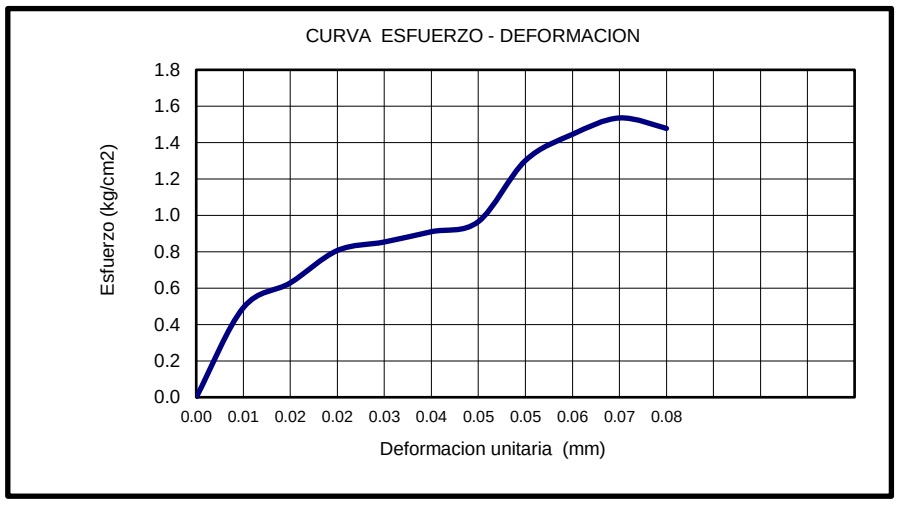
sondeo	5	**Muestra**	1	**Profundidad**	1.5	mts

Descripción de la muestra: Limo, húmedo, resistentes de color café.

Dimensiones de la muestra						
Altura (h) :	6.38 cms	Diametro :	3.40	cms	Peso :	110.23grs
Velocidad :	3.40	h/d :	1.88			

DATOS DE LA MUESTRA						
Area		9.08	cm^2	W. S. Humed.	259.36	gr
Volumen		57.93	cm^3	W. S. Seco	236.98	gr
Peso Unitario Humedo		1.90	gr/cm^3	W. Tara	54.12	gr
Peso Unitario Seco		1.70	gr/cm^3	Humedad	12.24	%

DATOS DE CARGA				
Carga	Deformacion	Deformacion	Area	Esfuerzo
KN	mm	Unitaria	Corregida	kg/cm2
0.0000	0.0000	0.000	9.08	0.00
0.0450	0.5000	0.008	9.15	0.49
0.0580	1.0000	0.016	9.22	0.63
0.0750	1.5000	0.024	9.30	0.81
0.0800	2.0000	0.031	9.37	0.85
0.0860	2.5000	0.039	9.45	0.91
0.0920	3.0000	0.047	9.53	0.97
0.1250	3.5000	0.055	9.61	1.30
0.1400	4.0000	0.063	9.69	1.45
0.1500	4.5000	0.071	9.77	1.54
0.1456	5.0000	0.078	9.85	1.48



ALTERADA

qu: 1.5356 kg/cm^2

C : 0.7678 kg/cm^2

ING JOSE DAVID
ELABORO

ING. JAVIER CABALLEROO
REVISO

COMPRESIÓN INCONFINADA EN MUESTRAS DE SUELOS
Normas INV-E 152 - AASHTO T208

INGENIERÍA & SUELOS s.a.s.

OBRA:	***INFORME GEOTECNICO CENTRO NAUTICO TOPOCORO MUNICIPIO DE BETULIA DEPARTAMENTO DE SANTANDER***
SECTOR:	***sondeo 5***
EMPRESA:	***UNION TEMPORAL TOPOCORO 2024***

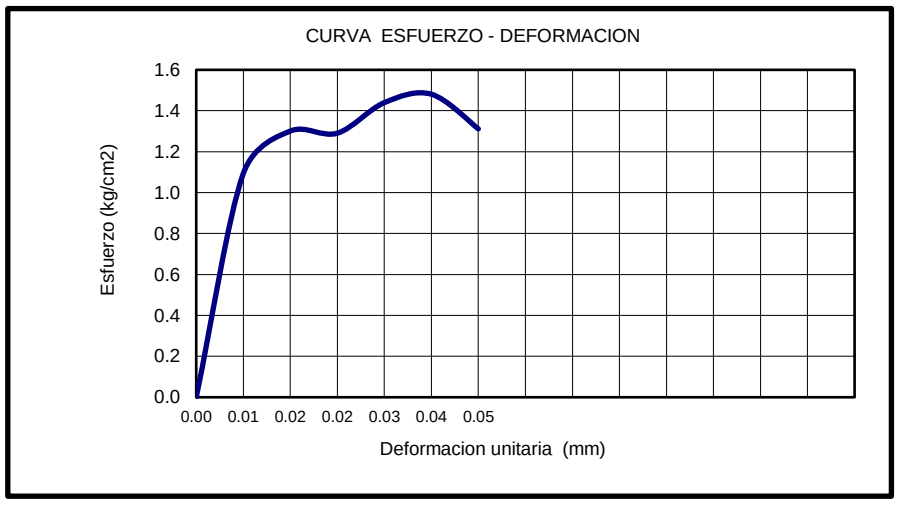
sondeo	5	**Muestra**	2	**Profundidad**	3.0	mts

Descripción de la muestra: Arcilla y limo, húmeda, resistentes de color amarilla con vetas café.

Dimensiones de la muestra						
Altura (h) :	6.32 cms	Diametro :	3.40	cms	Peso :	112.36grs
Velocidad :	3.40	h/d :	1.86			

DATOS DE LA MUESTRA						
Area		9.08	cm^2	W. S. Humed.	255.32	gr
Volumen		57.38	cm^3	W. S. Seco	231.23	gr
Peso Unitario Humedo		1.96	gr/cm^3	W. Tara	54.12	gr
Peso Unitario Seco		1.72	gr/cm^3	Humedad	13.60	%

DATOS DE CARGA				
Carga	Deformacion	Deformacion	Area	Esfuerzo
KN	mm	Unitaria	Corregida	kg/cm2
0.0000	0.0000	0.000	9.08	0.00
0.1000	0.5000	0.008	9.15	1.09
0.1200	1.0000	0.016	9.23	1.30
0.1200	1.5000	0.024	9.30	1.29
0.1350	2.0000	0.032	9.38	1.44
0.1400	2.5000	0.040	9.45	1.48
0.1250	3.0000	0.047	9.53	1.31



ALTERADA

qu: 1.4810 kg/cm^2

C : 0.7405 kg/cm^2

ING JOSE DAVID
ELABORO

ING. JAVIER CABALLEROO
REVISO

COMPRESIÓN INCONFINADA EN MUESTRAS DE SUELOS
Normas INV-E 152 - AASHTO T208

INGENIERÍA & SUELOS s.a.s.

OBRA:	***INFORME GEOTECNICO CENTRO NAUTICO TOPOCORO MUNICIPIO DE BETULIA DEPARTAMENTO DE SANTANDER***
SECTOR:	***sondeo 6***
EMPRESA:	***UNION TEMPORAL TOPOCORO 2024***

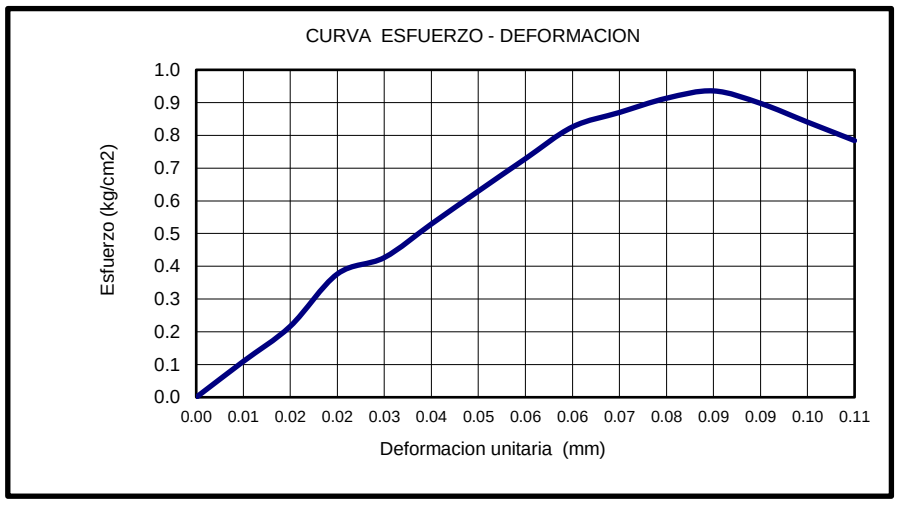
sondeo	6	**Muestra**	1	**Profundidad**	1.5	mts

Descripción de la muestra: Limo, húmeda, resistentes de color amarillo.

Dimensiones de la muestra						
Altura (h) :	6.35 cms	Diametro :	3.40	cms	Peso :	115.24 grs
Velocidad :	3.40	h/d :	1.87			

DATOS DE LA MUESTRA						
Area		9.08	cm^2	W. S. Humed.	268.25	gr
Volumen		57.65	cm^3	W. S. Seco	244.13	gr
Peso Unitario Humedo		2.00	gr/cm^3	W. Tara	54.12	gr
Peso Unitario Seco		1.77	gr/cm^3	Humedad	12.69	%

DATOS DE CARGA				
Carga	Deformacion	Deformacion	Area	Esfuerzo
KN	mm	Unitaria	Corregida	kg/cm2
0.0000	0.0000	0.000	9.08	0.00
0.0100	0.5000	0.008	9.15	0.11
0.0200	1.0000	0.016	9.22	0.22
0.0350	1.5000	0.024	9.30	0.38
0.0400	2.0000	0.031	9.37	0.43
0.0500	2.5000	0.039	9.45	0.53
0.0600	3.0000	0.047	9.53	0.63
0.0700	3.5000	0.055	9.61	0.73
0.0800	4.0000	0.063	9.69	0.83
0.0850	4.5000	0.071	9.77	0.87
0.0900	5.0000	0.079	9.86	0.91
0.0930	5.5000	0.087	9.94	0.94
0.090	6.0000	0.094	10.03	0.90
0.085	6.5000	0.102	10.11	0.84
0.080	7.0000	0.110	10.20	0.78



ALTERADA

qu: 0.9356 kg/cm^2

C : 0.4678 kg/cm^2

ING JOSE DAVID
ELABORO

ING. JAVIER CABALLEROO
REVISO

COMPRESIÓN INCONFINADA EN MUESTRAS DE SUELOS
Normas INV-E 152 - AASHTO T208

INGENIERÍA & SUELOS s.a.s.

OBRA:	***INFORME GEOTECNICO CENTRO NAUTICO TOPOCORO MUNICIPIO DE BETULIA DEPARTAMENTO DE SANTANDER***
SECTOR:	***sondeo 7***
EMPRESA:	***UNION TEMPORAL TOPOCORO 2024***

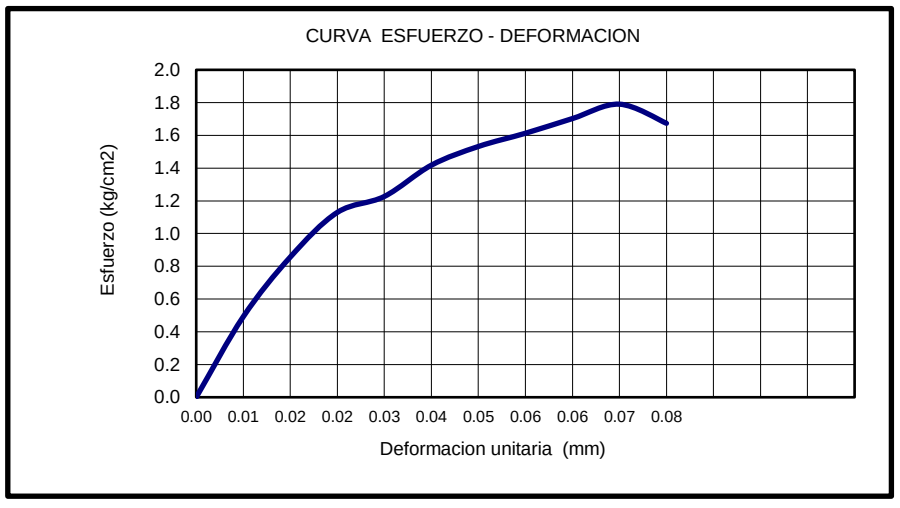
sondeo	7	**Muestra**	1	**Profundidad**	1.5	mts

Descripción de la muestra: Limo, húmedo, resistentes de color café.

Dimensiones de la muestra						
Altura (h) :	6.32 cms	Diametro :	3.40	cms	Peso :	111.25grs
Velocidad :	3.40	h/d :	1.86			

DATOS DE LA MUESTRA						
Area		9.08	cm^2	W. S. Humed.	258.25	gr
Volumen		57.38	cm^3	W. S. Seco	234.16	gr
Peso Unitario Humedo		1.94	gr/cm^3	W. Tara	54.12	gr
Peso Unitario Seco		1.71	gr/cm^3	Humedad	13.38	%

DATOS DE CARGA				
Carga	Deformacion	Deformacion	Area	Esfuerzo
KN	mm	Unitaria	Corregida	kg/cm2
0.0000	0.0000	0.000	9.08	0.00
0.0450	0.5000	0.008	9.15	0.49
0.0790	1.0000	0.016	9.23	0.86
0.1050	1.5000	0.024	9.30	1.13
0.1150	2.0000	0.032	9.38	1.23
0.1340	2.5000	0.040	9.45	1.42
0.1460	3.0000	0.047	9.53	1.53
0.1550	3.5000	0.055	9.61	1.61
0.1650	4.0000	0.063	9.69	1.70
0.1750	4.5000	0.071	9.78	1.79
0.1650	5.0000	0.079	9.86	1.67



ALTERADA

qu: 1.7902 kg/cm^2

C : 0.8951 kg/cm^2

ING JOSE DAVID
ELABORO

ING. JAVIER CABALLEROO
REVISO

COMPRESIÓN INCONFINADA EN MUESTRAS DE SUELOS
Normas INV-E 152 - AASHTO T208

INGENIERÍA & SUELOS s.a.s.

OBRA:	***INFORME GEOTECNICO CENTRO NAUTICO TOPOCORO MUNICIPIO DE BETULIA DEPARTAMENTO DE SANTANDER***
SECTOR:	***sondeo 8***
EMPRESA:	***UNION TEMPORAL TOPOCORO 2024***

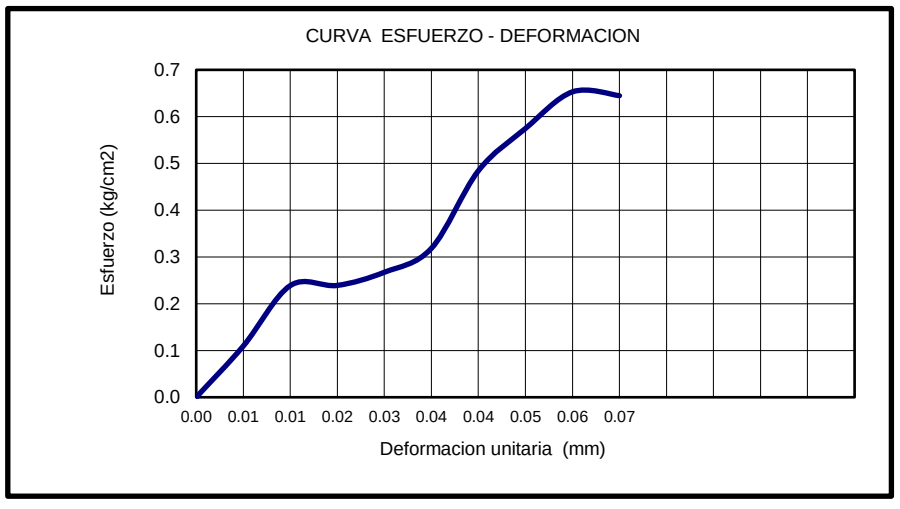
sondeo	8	**Muestra**	4	**Profundidad**	7.5	mts

Descripción de la muestra: Arcilla, húmeda, resistentes de color café.

Dimensiones de la muestra						
Altura (h) :	6.78 cms	Diametro :	3.40	cms	Peso :	113.26grs
Velocidad :	3.40	h/d :	1.99			

DATOS DE LA MUESTRA						
Area		9.08	cm^2	W. S. Humed.	292.21	gr
Volumen		61.56	cm^3	W. S. Seco	262.91	gr
Peso Unitario Humedo		1.84	gr/cm^3	W. Tara	54.12	gr
Peso Unitario Seco		1.61	gr/cm^3	Humedad	14.03	%

DATOS DE CARGA				
Carga	Deformacion	Deformacion	Area	Esfuerzo
KN	mm	Unitaria	Corregida	kg/cm2
0.0000	0.0000	0.000	9.08	0.00
0.0100	0.5000	0.007	9.15	0.11
0.0220	1.0000	0.015	9.22	0.24
0.0222	1.5000	0.022	9.28	0.24
0.0250	2.0000	0.029	9.36	0.27
0.0300	2.5000	0.037	9.43	0.32
0.0460	3.0000	0.044	9.50	0.48
0.0550	3.5000	0.052	9.57	0.57
0.0630	4.0000	0.059	9.65	0.65
0.0627	4.5000	0.066	9.72	0.64



ALTERADA

qu: 0.6530 kg/cm^2

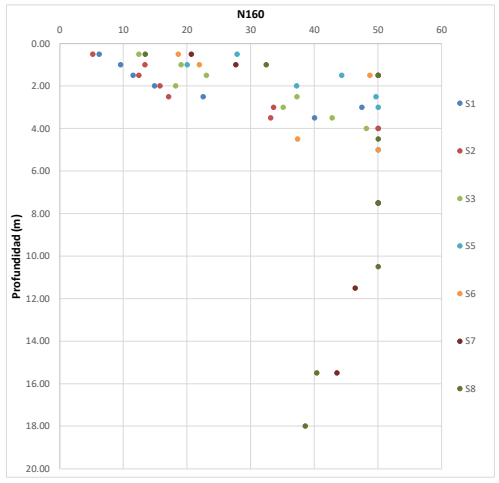
C : 0.3265 kg/cm^2

ING JOSE DAVID
ELABORO

ING. JAVIER CABALLEROO
REVISO

ANEXO 3. CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA CLUB NÁUTICO TOPOCORO

Sondeo/Actuacion	Tipo suelo	φ' (°)	c' (kPa)	E (kPa)	v (Poisson)	Cu (kPa)	(φ' (°))^2	(c')^2	E^2	v ^2	Cu^2
G-S1	Coluvion	35.26	0.00				1243.48				
G-S1	Residual	40.00	0.00				1600.00				
S1	Coluvion	25.16	0.00	4334.86	0.36	24.77	632.99		18791031.90	0.13	613.58
S1	Coluvion	1.31	9.00	6673.73	0.49	38.14	1.72	81.00	44538656.28	0.24	1454.32
S1	Coluvion	12.28	9.00	8061.02	0.44	46.06	150.77	81.00	64980101.84	0.19	2121.80
S1	Coluvion	19.04	9.00	10422.79	0.40	59.56	362.33	81.00	108634637.22	0.16	3547.25
S1	Coluvion	25.82	9.00	15750.00	0.36	90.00	666.59	81.00	248062500.00	0.13	8100.00
S1	Coluvion	25.16	19.95	33238.64	0.36	189.94	633.04	397.87	1104806947.31	0.13	36075.33
S1	Residual	27.55	20.00	28021.47	0.34	160.12	758.91	400.00	785202915.05	0.12	25639.28
S1	Residual	29.31	20.00	35000.00	0.33	200.00	858.87	400.00	1225000000.00	0.11	40000.00
G-S2	Coluvion	34.20	0.00				1169.83				
G-S2	Residual	39.36	0.00				1548.93				
S2	Coluvion	24.27	0.00	3612.39	0.37	20.64	589.23		13049327.71	0.14	426.10
S2	Coluvion	7.46	8.00	9343.22	0.46	53.39	55.64	64.00	87295766.30	0.21	2850.47
S2	Coluvion	14.93	8.00	8681.10	0.42	49.61	222.91	64.00	75361538.22	0.18	2460.78
S2	Coluvion	20.96	8.00	11001.84	0.39	62.87	439.27	64.00	121040444.56	0.15	3952.34
S2	Coluvion	23.93	8.00	11948.28	0.37	68.28	572.86	64.00	142761296.08	0.14	4661.59
S2	Coluvion	33.11	8.00	23522.73	0.31	134.42	1095.95	64.00	553318698.35	0.10	18067.55
S2	Residual	36.71	3.14	23190.18	0.28	132.52	1347.31	9.86	537784636.23	0.08	17560.31
S2	Residual	38.50	3.14	35000.00	0.27	200.00	1482.39	9.86	1225000000.00	0.07	40000.00
G-S3	Coluvion	38.89	0.00				1512.80				
G-S4	Residual	40.00	0.00				1600.00				
S3	Coluvion	29.37	0.00	8669.72	0.33	49.54	862.44		75164127.60	0.11	2454.34
S3	Coluvion	29.38	1.48	13347.46	0.33	76.27	862.89	2.19	178154625.11	0.11	5817.29
S3	Coluvion	32.41	1.48	16122.05	0.31	92.13	1050.35	2.19	259920407.34	0.10	8487.20
S3	Coluvion	30.71	1.48	12738.97	0.32	72.79	942.85	2.19	162281371.65	0.10	5298.98
S3	Coluvion	38.79	1.48	26068.97	0.27	148.97	1504.43	2.19	679590963.14	0.07	22190.73
S3	Coluvion	38.22	1.48	24545.45	0.27	140.26	1460.63	2.19	602479338.84	0.07	19672.79
S3	Residual	23.86	25.00	29953.99	0.37	171.17	569.23	625.00	897241380.93	0.14	29297.68
S3	Residual	26.19	25.00	33728.20	0.35	192.73	686.00	625.00	1137591318.36	0.12	37145.84
G-S5	Coluvion	39.93	0.00				1594.35				
S5	Coluvion	27.43	2.00	19506.88	0.35	111.47	752.66	4.00	380518395.97	0.12	12425.09
S5	Coluvion	28.59	2.00	14014.83	0.34	80.08	817.27	4.00	196415474.18	0.12	6413.57
S5	Coluvion	37.42	2.00	31003.94	0.28	177.17	1400.03	4.00	961244109.99	0.08	31387.56
S5	Coluvion	37.98	2.00	26056.99	0.27	148.90	1442.71	4.00	678966482.62	0.07	22170.33
S5	Coluvion	38.47	2.00	34758.62	0.27	198.62	1480.14	4.00	1208161712.25	0.07	39450.18
S5	Coluvion	38.73	2.00	35000.00	0.27	200.00	1500.15	4.00	1225000000.00	0.07	40000.00
S5	Coluvion	39.24	2.00	35000.00	0.26	200.00	1540.14	4.00	1225000000.00	0.07	40000.00
S5	Coluvion	39.50	2.00	35000.00	0.26	200.00	1560.11	4.00	1225000000.00	0.07	40000.00
G-S6	Coluvion	39.83	0.00				1586.49				
S6	Coluvion	32.60	0.00	13004.59	0.31	74.31	1062.52		169119287.10	0.10	5522.26
S6	Coluvion	34.12	0.00	15349.58	0.30	87.71	1163.98		235609491.70	0.09	7693.37
S6	Coluvion	28.48	8.01	34104.33	0.34	194.88	810.93	64.16	1163105373.09	0.12	37978.95
S6	Coluvion	32.60	16.03	26133.98	0.31	149.34	1062.76	257.03	682984800.91	0.10	22301.54
S6	Coluvion	32.60	17.96	35000.00	0.31	200.00	1062.76	322.62	1225000000.00	0.10	40000.00
G-S7	Coluvion	38.59	0.00				1489.02				
G-S7	Residual	40.00	0.00				1600.00				
S7	Coluvion	33.55	0.00	14449.54	0.30	82.57	1125.48		208789243.33	0.09	6817.61
S7	Coluvion	29.64	3.06	19353.81	0.33	110.59	878.66	9.36	374570099.29	0.11	12230.86
S7	Coluvion	35.97	3.06	35000.00	0.29	200.00	1293.90	9.36	1225000000.00	0.08	40000.00
S7	Residual	33.18	25.00	35000.00	0.31	200.00	1101.00	625.00	1225000000.00	0.10	40000.00
S7	Residual	35.69	25.00	32491.86	0.29	185.67	1273.83	625.00	1055720750.35	0.08	34472.51
S7	Residual	36.85	25.00	30474.93	0.28	174.14	1358.02	625.00	928721604.56	0.08	30325.60
G-LRS-1	Coluvion	30.05	10.49	38850.00	0.47	222.00	902.85	110.03	1509322500.00	0.22	49284.00
G-LRS-1	Residual	28.22	92.80	27300.00	0.44	156.00	796.37	8611.06	745290000.00	0.20	24336.00
G-LRS-1	Roca	23.97	126.64	601704.71	0.40	78.00	574.60	16037.24	362048552317.32	0.16	6084.00
LRS-1	Coluvion	44.35	5.00	43400.00	0.47	248.00	1966.58	25.00	1883560000.00	0.22	61504.00
LRS-1	Coluvion	42.50	5.00	34300.00	0.47	196.00	1806.53	25.00	1176490000.00	0.22	38416.00
LRS-1	Residual	38.24	31.70	31500.00	0.45	180.00	1462.34	1004.89	992250000.00	0.20	32400.00
LRS-1	Residual	35.07	31.70	23100.00	0.43	132.00	1230.18	1004.89	533610000.00	0.19	17424.00
LRS-1	Roca	30.77	31.70	517157.30	0.41	80.00	946.49	1004.89	267451668819.49	0.17	6400.00
LRS-1	Roca	30.83	31.70	686252.11	0.39	76.00	950.36	1004.89	470941964631.76	0.15	5776.00
G-LRS-2	Coluvion	36.11	0.97	19950.00	0.48	114.00	1304.27	0.93	398002500.00	0.23	12996.00
G-LRS-2	Residual	40.21	0.00	26250.00	0.46	150.00	1617.21		689062500.00	0.22	22500.00
G-LRS-2	Roca	23.26	136.97	259852.61	0.44	112.00	541.05	18761.35	67523377534.49	0.19	12544.00
LRS-2	Coluvion	36.91	0.00	20300.00	0.48	116.00	1362.27		412090000.00	0.23	13456.00
LRS-2	Coluvion	36.45	0.00	19600.00	0.48	112.00	1328.43		384160000.00	0.23	12544.00
LRS-2	Residual	36.48	13.75	24500.00	0.47	140.00	1330.84	189.06	600250000.00	0.22	19600.00
LRS-2	Residual	39.08	13.75	28000.00	0.46	160.00	1527.26	189.06	784000000.00	0.21	25600.00
LRS-2	Roca	35.25	31.10	223755.40	0.45	128.00	1242.72	967.21	50066477838.84	0.20	16384.00
LRS-2	Roca	31.28	31.10	315801.44	0.43	84.00	978.68	967.21	99730552399.02	0.19	7056.00
LRS-2	Roca	30.87	31.10	471853.59	0.41	76.00	952.82	967.21	222645807929.44	0.17	5776.00
G-LRS-3	Coluvion	37.09	0.00	17966.67	0.48	102.67	1375.84		322801111.11	0.23	10540.44
G-LRS-3	Residual	30.69	107.04	29400.00	0.46	168.00	941.69	11457.93	864360000.00	0.21	28224.00
G-LRS-3	Roca	23.73	132.44	321017.22	0.43	94.67	563.20	17541.50	103052054042.28	0.19	8961.78
LRS-3	Coluvion	34.49	0.00	16100.00	0.48	92.00	1189.81		259210000.00	0.24	8464.00
LRS-3	Coluvion	33.97	0.00	15400.00	0.48	88.00	1154.21		237160000.00	0.23	7744.00
LRS-3	Coluvion	38.24	0.00	22400.00	0.47	128.00	1462.14		501760000.00	0.22	16384.00
LRS-3	Residual	39.90	21.83	32900.00	0.46	188.00	1592.12	476.55	1082410000.00	0.21	35344.00
LRS-3	Residual	37.54	21.83	25900.00	0.45	148.00	1409.07	476.55	670810000.00	0.20	21904.00
LRS-3	Roca	35.74	22.08	244478.32	0.44	124.00	1277.28	487.53	59769651251.73	0.20	15376.00
LRS-3	Roca	32.42	22.08	323025.26	0.43	84.00	1051.12	487.53	104345321617.85	0.19	7056.00
LRS-3	Roca	31.46	22.08	395548.06	0.42	76.00	989.92	487.53	156458270646.41	0.18	5776.00
G-S8	Coluvion	39.83	0.00				1586.78				
G-S8	Residual	40.00	0.00				1600.00				
S8	Coluvion	29.95	0.00	9392.20	0.33	53.67	897.25		88213455.31	0.11	2880.44
S8	Coluvion	38.24	0.00	22690.68	0.27	129.66	1462.56		514866866.56	0.07	16811.98
S8	Coluvion	40.00	0.00	35000.00	0.26	200.00	1600.00		1225000000.00	0.07	40000.00
S8	Coluvion	40.00	0.00	35000.00	0.26	200.00	1600.00		1225000000.00	0.07	40000.00
S8	Residual	30.27	34.49	35000.00	0.33	200.00	916.19	1189.56	1225000000.00	0.11	40000.00
S8	Residual	33.29	34.49	35000.00	0.31	200.00	1108.19	1189.56	1225000000.00	0.10	40000.00
S8	Residual	35.58	34.49	28258.58	0.29	161.48	1266.15	1189.56	798547072.21	0.08	26075.01
S8	Residual	36.23	34.49	26992.92	0.29	154.25	1312.49	1189.56	728617974.59	0.08	23791.61



PERFIL ESTRATIGRAFICO TIPICO

Depósito coluvial antiguo compuesto por limo arcilloso,materiales poco permeables, plásticos y con ausencia de estructuras diagenéticas color café oscuro

Suelo residual compuesto por limo arcilloso, color amarillo, presentan tonos entremezclado de ocre claro hacia gris blancuzco interpretado como transición de roca altamente meteorizada

	φ' (°)			c' (kPa)			E (kPa)			v (Poisson)			Cu (kPa)		
	Prom	Desv. Est.	COV	Prom	Desv. Est.	COV	Prom	Desv. Est.	COV	Prom	Desv. Est.	COV	Prom	Desv. Est.	COV
Coluvion	32.07	8.61	0.27	3.44	6.92	2.01	21274.37	10545.15	0.50	0.36	0.08	0.22	121.57	135.68	1.12
Residual	35.11	4.75	0.14	23.84	31.00	1.30	29861.92	3921.52	0.13	0.37	0.07	0.20	170.64	172.10	1.01
Roca	29.96	4.19	0.14	56.27	46.59	0.83	396404.18	146329.22	0.37	0.42	0.02	0.04	92.06	94.00	1.02

Resumen	φ' (°)	c' (kPa)	E (kPa)	v (Poisson)	Cu (kPa)
Coluvion	32.07	3.44	21274	0.36	121.57
Residual	35.11	23.84	29862	0.37	170.64
Roca	29.96	56.27	396404	0.42	92.06

Criterio de Christian and Baecher (2001)

	φ' (°)					c' (kPa)					E (kPa)					v (Poisson)					Cu (kPa)				
	HCV	LCV	prom	desv	COV	HCV	LCV	prom	desv	COV	HCV	LCV	prom	desv	COV	HCV	LCV	prom	desv	COV	HCV	LCV	prom	desv	COV
Coluvion	44.35	1.31	22.83	10.76	0.47	19.95	0.00	9.97	4.99	0.50	43400.00	3612.39	23506.19	9946.90	0.42	0.49	0.26	0.38	0.06	0.15	248.00	20.64	134.32	56.84	0.42
Residual	40.21	23.86	32.04	4.09	0.13	107.04	0.00	53.52	26.76	0.50	35000.00	23100.00	29050.00	2975.00	0.10	0.47	0.27	0.37	0.05	0.14	200.00	132.00	166.00	17.00	0.10
Roca	35.74	23.26	29.50	3.12	0.11	136.97	22.08	79.53	28.72	0.36	686252.11	223755.40	455003.76	115624.18	0.25	0.45	0.39	0.42	0.01	0.03	128.00	76.00	102.00	13.00	0.13

Resumen	φ' (°)	c' (kPa)	E (kPa)	v (Poisson)	Cu (kPa)
Coluvion	22.83	9.97	23506.19	0.38	134.32
Residual	32.04	53.52	29050.00	0.37	166.00
Roca	29.50	79.53	455003.76	0.42	102.00

Parámetros por Correlacion					
Tipo	φ' (°)	c' (kPa)	E (kPa)	v (Poisson)	Cu (kPa)
Coluvion	22.0	3.0	21274.0	0.37	121.0
Residual	32.0	23.0	29050.0	0.37	166.0
Roca	29.0	56.0	396404.0	0.42	92.0

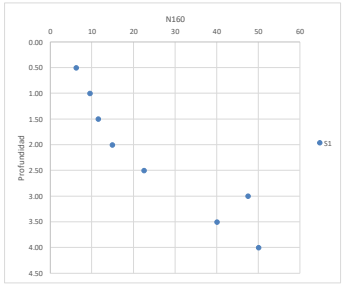
Cortes Directos y Compresion Simple					
Sondeo o Apique	Tipo de Suelo	φ' (°)	c' (kPa)	Cu (kPa)	E (kPa)
Apique 1	Coluvion	24.00	14.34		
Apique 2	Coluvion	23.20	16.62		
Apique 3	Coluvion	25.40	17.71		
Apique 4	Coluvion	26.00	13.77		
Apique 5	Coluvion	26.30	14.90		
Apique 6	Coluvion	22.60	12.53		
Apique 7	Coluvion	29.80	16.99		
Sondeo 1- M1	Coluvion			68.75	4837.13
Sondeo 1- M3	Coluvion			28.15	1045.87
Sondeo 2- M3	Residual			28.40	5981.05
Sondeo 3- M2	Coluvion			55.87	5515.31
Sondeo 3- M3	Residual			58.05	3641.86
Sondeo 5- M1	Coluvion			75.29	3309.19
Sondeo 5- M2	Coluvion			72.61	7966.56
Sondeo 6- M1	Coluvion			45.87	1348.19
Sondeo 7 - M1	Coluvion			87.77	6005.56
Sondeo 8 - M4	Residual			32.02	1540.79

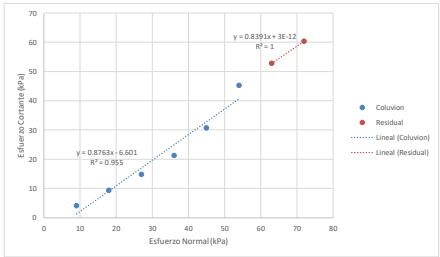
Parámetros de Diseño					
Tipo	φ' (°)	c' (kPa)	E (kPa)	v (Poisson)	Cu (kPa)
Coluvion	23.0	9.0	6413.0	0.37	69.4
Residual	32.0	23.0	10054.0	0.37	71.1
Roca	29.0	56.0	396404.0	0.42	92.0

Sondeo	S1

Nivel Freatico	-	m

Profundidad (m)			Ensayo SPT			Ncampo	Descripción	Material	USC	γ	Pp	σt	σ'v	Factores de Correccion, N					Ncorregido $N_{1(45)}$	N60	Ncorregido $N_{1(60)}$	Perfil de Suelo NSR-10		Angulo de Fricción (°)	Cohesion no drenada	Modulo de Elasticidad	Envolvente de falla		C'	ϕ' Min	C'	ϕ'	v
			6"	12"	18"					(Ton/m3)	(ton/m2)	(ton/m2)	(ton/m2)	CE	CB	CR	CS	CN				di	di/Ni60	Kishida	Cu (Kpa)	E (Kpa)	σ'_v (kPa)	τ^f (kPa)	kPa	ϕ' (°)	kPa	ϕ' (°)	
0.00	-	0.50	2	3	3	6	Depósito coluvial antiguo, plásticos y con ausencia de estructuras diagenéticas compuesto por limo arcillosos, color gris	Coluvion	ML	1.80	0.00	0.90	0.9	0.75	1.0	0.75	1.0	1.83	8	3	6	0.50	0.148	25	25	4335	9	4.22726889	0.00	25.16	0.00	25.16	0.36
0.50	-	1.00	4	5	5	10		Coluvion	ML	1.80	0.00	1.80	1.8	0.75	1.0	0.75	1.0	1.69	13	6	10	0.50	0.089	28	38	6674	18	9.41236766	0.96	25.16	9.00	1.31	0.49
1.00	-	1.50	6	7	6	13		Coluvion	CL-ML	1.80	0.00	2.70	2.7	0.75	1.0	0.75	1.0	1.57	15	7	12	0.50	0.068	29	46	8061	27	14.8764378	2.19	25.16	9.00	12.28	0.44
1.50	-	2.00	8	9	9	18		Coluvion	CL-ML	1.80	0.00	3.60	3.6	0.75	1.0	0.75	1.0	1.47	20	10	15	0.50	0.049	31	60	10423	36	21.42043	4.51	25.16	9.00	19.04	0.4
2.00	-	2.50	10	14	15	29		Coluvion	CL-ML	1.80	0.00	4.50	4.5	0.75	1.0	0.75	1.0	1.38	30	16	23	0.50	0.031	34	90	15750	45	30.7716873	9.63	25.16	9.00	25.82	0.36
2.50	-	3.00	16	20	45	65		Coluvion	CL-ML	1.80	0.00	5.40	5.4	0.75	1.0	0.75	1.0	1.30	50	37	47	0.50	0.014	40	190	33239	54	45.3113801	19.95	25.16	19.95	25.16	0.36
3.00	-	3.50	30	27	31	58	suelo residual compuesto por limo arcilloso, color amarillo, presentan tonos entremezclado de ocre claro hacia gris	Residual	CL-ML	1.80	0.00	6.30	6.3	0.75	1.0	0.75	1.0	1.23	50	33	40	0.50	0.015	40	160	28021	63	52.8632768	20.00	27.55	20.00	27.55	0.34
3.50	-	4.00	33	42	45	87		Residual	CL-ML	1.80	0.00	7.20	7.2	0.75	1.0	0.85	1.0	1.16	50	55	50	0.50	0.009	40	200	35000	72	60.4151734	20.00	29.31	20.00	29.31	0.33
			RECHAZO																			30.00	0.423									
																						71										
																						C										





Tomando el intercepto de cohesión		
Material	ϕ' (°)	c' (kPa)
Coluvion	41.23	-6.60
Residual	40.00	0.00

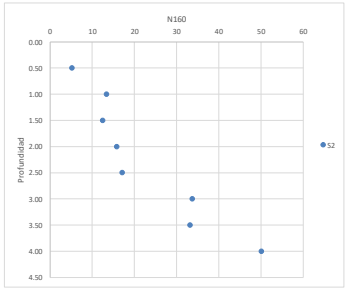
Tomando cohesión como 0		
Material	ϕ'	c'
Coluvion	35.26	0.00
Residual	40.00	0.00

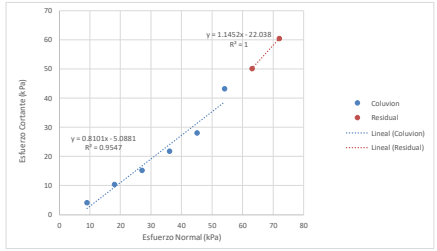
Seleccionados		
Material	ϕ'	c'
Coluvion	35.26	0.00
Residual	40.00	0.00

Sondeo	S2

Nivel Freatico	-	m

Profundidad (m)			Ensayo SPT			Ncampo	Descripción	Material	USC	γ	Pp	σt	σ'v	Factores de Correccion, N					Ncorregido $N_{1\,45}$	N60	Ncorregido N_{160}	Perfil de Suelo NSR-10		Angulo de Fricción (°)	Cohesion no drenada	Modulo de Elasticidad	Envolvente de falla		C'	ϕ' Min	C'	ϕ'	ν
			6"	12"	18"					(Ton/m3)	(ton/m2)	(ton/m2)	(ton/m2)	CE	CB	CR	CS	CN				di	di/Ni60	Kishida	Cu (Kpa)	E (Kpa)	**σ'v (kPa)**	**τ' (kPa)**	**kPa**	**ϕ' (°)**	**kPa**	**ϕ' (°)**	
0.00	-	0.50	1	3	2	5		Coluvion	CL-ML	1.80	0.00	0.90	0.9	0.75	1.0	0.75	1.0	1.83	7	3	5	0.50	0.178	24	21	3612	9	4.05876153	0.00	24.27	0.00	24.27	0.37
0.50	-	1.00	4	6	8	14	Depósito coluvial antiguo compuesto por	Coluvion	CL-ML	1.80	0.00	1.80	1.8	0.75	1.0	0.75	1.0	1.69	18	8	13	0.50	0.063	30	53	9343	18	10.3567362	2.24	24.27	8.00	7.46	0.46
1.00	-	1.50	7	7	7	14	limo arcilloso,materiales poco	Coluvion	CL-ML	1.80	0.00	2.70	2.7	0.75	1.0	0.75	1.0	1.57	17	8	12	0.50	0.063	29	50	8681	27	15.1993291	3.03	24.27	8.00	14.93	0.42
1.50	-	2.00	8	9	10	19	permeables, plásticos y con ausencia de	Coluvion	ML	1.80	0.00	3.60	3.6	0.75	1.0	0.75	1.0	1.47	21	11	16	0.50	0.047	31	63	11002	36	21.7893444	5.56	24.27	8.00	20.96	0.39
2.00	-	2.50	9	9	13	22	estructuras diagenéticas color café oscuro	Coluvion	ML	1.80	0.00	4.50	4.5	0.75	1.0	0.75	1.0	1.38	23	12	17	0.50	0.040	32	68	11948	45	27.9736688	7.68	24.27	8.00	23.93	0.37
2.50	-	3.00	16	19	27	46		Coluvion	ML	1.80	0.00	5.40	5.4	0.75	1.0	0.75	1.0	1.30	45	26	34	0.50	0.019	39	134	23523	54	43.2090936	18.86	24.27	8.00	33.11	0.31
3.00	-	3.50	24	21	27	48	suelo residual compuesto por limo	Residual	CL-ML	1.80	0.00	6.30	6.3	0.75	1.0	0.75	1.0	1.23	44	27	33	0.50	0.019	38	133	23190	63	50.1085375	0.00	38.50	3.14	36.71	0.28
3.50	-	4.00	25	36	42	78	arcilloso, color amarillo, presentan tonos entremezclado de ocre claro hacia gris	Residual	CL-ML	1.80	0.00	7.20	7.2	0.75	1.0	0.85	1.0	1.16	50	50	50	0.50	0.010	40	200	35000	72	60.4151734	3.14	38.50	3.14	38.50	0.27
			RECHAZO																			30.00	0.440										
																						68											
																						C											





Tomando el intercepto de cohesión		
Material	ϕ' (°)	c' (kPa)
Coluvion	39.01	-5.09
Residual	48.87	-22.04

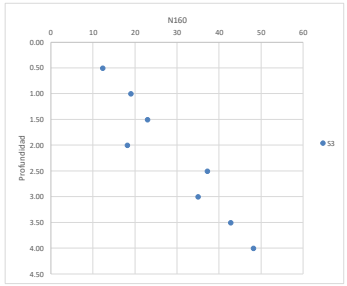
Tomando cohesión como 0		
Material	ϕ'	c'
Coluvion	34.20	0.00
Residual	39.36	0.00

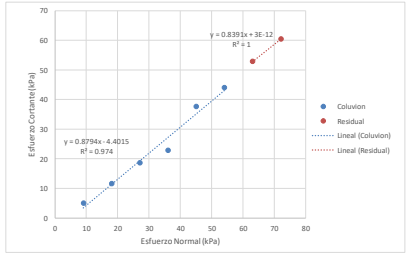
Seleccionados		
Material	ϕ'	c'
Coluvion	34.20	0.00
Residual	39.36	0.00

Sondeo	S3

Nivel Freatico	-	m

Profundidad (m)			Ensayo SPT 6"	12"	18"	Ncampo	Descripción	Material	USC	γ (Ton/m3)	Pp (ton/m2)	σt (ton/m2)	σ'v (ton/m2)	CE	CB	CR	CS	CN	Ncorregido N1x45	N60	Ncorregido N160	di	di/Ni60	Kishida	Cu (Kpa)	E (Kpa)	σ'v (kPa)	τ' (kPa)	C' kPa	ϕ' Min (°)	C' kPa	ϕ' (°)	ν
0.00	-	0.50	6	5	7	12	Depósito coluvial antiguo, materiales compuesto por limo poco permeables, plásticos y con ausencia de estructuras diagenéticas color café y gris.	Coluvion	ML	1.80	0.00	0.90	0.9	0.75	1.0	0.75	1.0	1.83	17	7	12	0.50	0.074	29	50	8670	9	5.06449371	0.00	29.37	0.00	29.37	0.33
0.50	-	1.00	7	9	11	20		Coluvion	ML	1.80	0.00	1.80	1.8	0.75	1.0	0.75	1.0	1.69	25	11	19	0.50	0.044	33	76	13347	18	11.6121509	1.48	29.37	1.48	29.38	0.33
1.00	-	1.50	10	13	13	26		Coluvion	ML	1.80	0.00	2.70	2.7	0.75	1.0	0.75	1.0	1.57	31	15	23	0.50	0.034	35	92	16122	27	18.6206984	3.43	29.37	1.48	32.41	0.31
1.50	-	2.00	15	11	11	22		Coluvion	ML	1.80	0.00	3.60	3.6	0.75	1.0	0.75	1.0	1.47	24	12	18	0.50	0.040	32	73	12739	36	22.8601907	2.60	29.37	1.48	30.71	0.32
2.00	-	2.50	17	35	13	48		Coluvion	ML	1.80	0.00	4.50	4.5	0.75	1.0	0.75	1.0	1.38	50	27	37	0.50	0.019	40	149	26069	45	37.6440514	12.32	29.37	1.48	38.79	0.27
2.50	-	3.00	15	20	28	48		Coluvion	ML	1.80	0.00	5.40	5.4	0.75	1.0	0.75	1.0	1.30	47	27	35	0.50	0.019	39	140	24545	54	44.0016168	13.61	29.37	1.48	38.22	0.27
3.00	-	3.50	30	30	32	62		Residual	ML	1.80	0.00	6.30	6.3	0.75	1.0	0.75	1.0	1.23	50	35	43	0.50	0.014	40	171	29954	63	52.8632768	0.00	40.00	25.00	23.86	0.37
3.50	-	4.00	24	24	41	65	suelo residual compuesto por limo, color amarillo, presentan tonos entremezclado de ocre claro hacia gris blanquzco.	Residual	ML	1.80	0.00	7.20	7.2	0.75	1.0	0.85	1.0	1.16	50	41	48	0.50	0.012	40	193	33728	72	60.4151734	0.00	40.00	25.00	26.19	0.35
			RECHAZO																				30.00	0.257									
																							117										
																							C										





Tomando el intercepto de cohesión		
Material	ϕ' (°)	c' (kPa)
Coluvion	41.33	-4.40
Residual	40.00	0.00

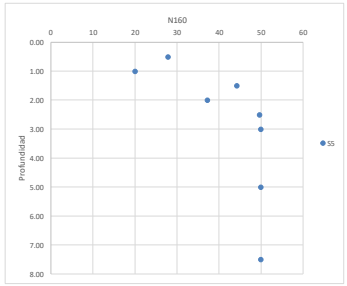
Tomando cohesión como 0		
Material	ϕ'	c'
Coluvion	38.89	0.00
Residual	40.00	0.00

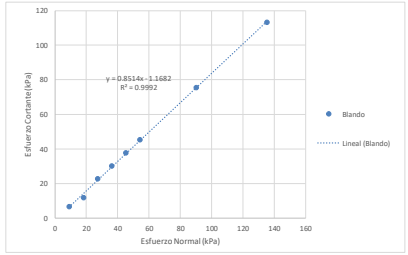
Seleccionados		
Material	ϕ'	c'
Coluvion	38.89	0.00
Residual	40.00	0.00

Sondeo	SS

Nivel Freatico	-	m

Profundidad (m)			Ensayo SPT 6"	12"	18"	Ncampo	Descripción	Material	USC	γ (Ton/m3)	Pp (ton/m2)	σt (ton/m2)	σ'v (ton/m2)	Factores de Correccion, N CE	CB	CR	CS	CN	Ncorregido $N_{1\times45}$	N60	Ncorregido $N_{1\times60}$	Perfil de Suelo NSR-10 di	di/Ni60	Angulo de Fricción (°) Kishida	Cohesion no drenada Cu (Kpa)	Modulo de Elasticidad E (Kpa)	Envolvente de falla σ'v (kPa)	τ' (kPa)	C' kPa	ϕ' Min (°)	C' kPa	ϕ' (°)	ν
0.00	-	0.50	22	15	12	27	Suelo compuesto por limo arcilloso poco permeables poco húmedos, color gris y naranja con presencia de gravas	Coluvion	ML	1.80	0.00	0.90	0.9	0.75	1.0	0.75	1.0	1.83	37	15	28	0.50	0.033	37	111	19507	9	6.67207756	0.77	33.27	2.00	27.43	0.35
0.50	-	1.00	11	9	12	21		Coluvion	ML	1.80	0.00	1.80	1.8	0.75	1.0	0.75	1.0	1.69	27	12	20	0.50	0.042	33	80	14015	18	11.8089938	0.00	33.27	2.00	28.59	0.34
1.00	-	1.50	16	21	29	50		Coluvion	CL-ML	1.80	0.00	2.70	2.7	0.75	1.0	0.75	1.0	1.57	50	28	44	0.50	0.018	40	177	31004	27	22.65569	4.94	33.27	2.00	37.42	0.28
1.50	-	2.00	15	22	23	45		Coluvion	CL-ML	1.80	0.00	3.60	3.6	0.75	1.0	0.75	1.0	1.47	50	25	37	0.50	0.020	40	149	26057	36	30.109127	6.49	33.27	2.00	37.98	0.27
2.00	-	2.50	31	31	33	64		Coluvion	CL-ML	1.80	0.00	4.50	4.5	0.75	1.0	0.75	1.0	1.38	50	36	50	0.50	0.014	40	199	34759	45	37.7594834	8.23	33.27	2.00	38.47	0.27
2.50	-	3.00	46	41	47	88		Coluvion	ML	1.80	0.00	5.40	5.4	0.75	1.0	0.75	1.0	1.30	50	50	50	0.50	0.010	40	200	35000	54	45.3113801	9.88	33.27	2.00	38.73	0.27
3.00	-	5.00	25	34	56	90		Coluvion	ML	1.80	0.00	9.00	9.0	0.75	1.0	0.85	1.0	1.05	50	57	50	2.00	0.035	40	200	35000	90	75.5189668	16.47	33.27	2.00	39.24	0.26
5.00	-	7.50	31	42	63	105		Coluvion	ML	1.80	0.00	13.50	13.5	0.75	1.0	0.95	1.0	0.85	50	75	50	2.50	0.033	40	200	35000	135	113.27845	24.70	33.27	2.00	39.50	0.26
			RECHAZO																				30.00	0.205									
																							146										
																							C										





Tomando el intercepto de cohesión		
Material	ϕ' (°)	c' (kPa)
Coluvion	40.41	-1.17

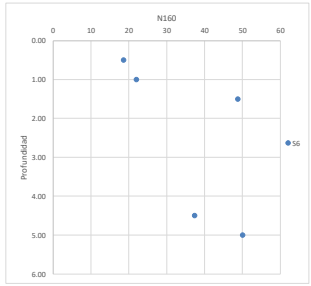
Tomando cohesión como 0		
Material	ϕ'	c'
Coluvion	39.93	0.00

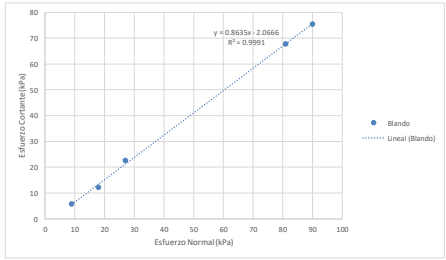
Seleccionados		
Material	ϕ'	c'
Coluvion	39.93	0.00

Sondeo	S6

Nivel Freatico	-	m

Profundidad (m)			Ensayo SPT 6"	12"	18"	Ncampo	Descripción	Material	USC	γ (Ton/m3)	Pp (ton/m2)	σt (ton/m2)	σ'v (ton/m2)	Factores de Correccion, N CE	CB	CR	CS	CN	Ncorregido N_{145}	N60	Ncorregido N_{160}	Perfil de Suelo NSR-10 di	di/Ni60	Angulo de Fricción (°) Kishida	Cohesion no drenada Cu (Kpa)	Modulo de Elasticidad E (Kpa)	Envolvente de falla σ'_v (kPa)	τ^s (kPa)	C' kPa	ϕ' Min ϕ' (°)	C' kPa	ϕ' ϕ' (°)	ν
0.00	-	0.50	6	10	8	18	Suelo compuesto por limo poco permeables poco húmedos, color marrón y gris con presencia de gravas	Coluvion	ML	1.80	0.00	0.90	0.9	0.75	1.0	0.75	1.0	1.83	25	10	19	0.50	0.049	33	74	13005	9	5.75494172	0.00	32.60	0.00	32.60	0.31
0.50	-	1.00	9	10	13	23		Coluvion	ML	1.80	0.00	1.80	1.8	0.75	1.0	0.75	1.0	1.69	29	13	22	0.50	0.039	34	88	15350	18	12.1947835	0.68	32.60	0.00	34.12	0.3
1.00	-	1.50	18	23	32	55		Coluvion	ML	1.80	0.00	2.70	2.7	0.75	1.0	0.75	1.0	1.57	50	31	49	0.50	0.016	40	195	34104	27	22.65569	5.39	32.60	8.01	28.48	0.34
1.50	-	4.50	20	24	29	53		Coluvion	ML	1.80	0.00	8.10	8.1	0.75	1.0	0.85	1.0	1.10	50	34	37	3.00	0.089	40	149	26134	81	67.8339312	16.03	32.60	16.03	32.60	0.31
4.50	-	5.00	33	49	61	110		Coluvion	ML	1.80	0.00	9.00	9.0	0.75	1.0	0.85	1.0	1.05	50	70	50	0.50	0.007	40	200	35000	90	75.5189668	17.96	32.60	17.96	32.60	0.31
			RECHAZO																				30.00	0.200									
																							150										
																							C										





Tomando el intercepto de cohesión		
Material	ϕ' (°)	c' (kPa)
Coluvion	40.81	-2.07

Tomando cohesión como 0		
Material	ϕ'	c'
Coluvion	39.83	0.00

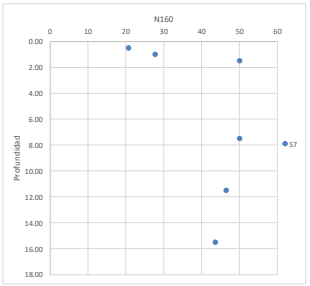
Seleccionados		
Material	ϕ'	c'
Coluvion	39.83	0.00

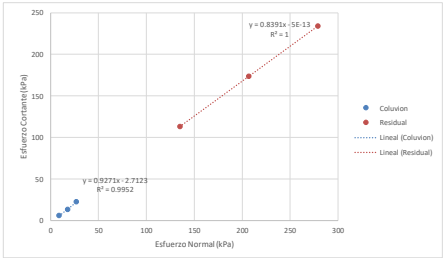
Sondeo	S7

Nivel Freatico	-	m

Profundidad (m)			Ensayo SPT			Ncampo	Descripción	Material	USC	γ	Pp	σt	σ'v	Factores de Correccion, N					Ncorregido	N60	Ncorregido	Perfil de Suelo NSR-10		Angulo de Fricción (°)	Cohesion no drenada	Modulo de Elasticidad	Envolvente de falla		C'	ϕ' Min	C'	ϕ'	v
			6"	12"	18"									CE	CB	CR	CS	CN	$N_{1\varepsilon0}$		N_{160}	di	di/Ni60	Kishida	Cu (Kpa)	E (Kpa)	σ'v (kPa)	τ' (kPa)	kPa	ϕ' (°)	kPa	ϕ' (°)	
0.00	-	0.50	13	13	7	20	Deposito coluvial antiguo, materiales permeables, plásticos y con ausencia de estructuras diagenéticas. El contacto	Coluvion	ML	1.80	0.00	0.90	0.9	0.75	1.0	0.75	1.0	1.83	28	11	21	0.50	0.044	34	83	14450	9	5.9678702	0.00	33.55	0.00	33.55	0.3
0.50	-	1.00	13	13	16	29		Coluvion	ML	1.80	0.00	1.80	1.8	0.75	1.0	0.75	1.0	1.69	37	16	28	0.50	0.031	36	111	19354	18	13.3029569	1.37	33.55	3.06	29.64	0.33
1.00	-	1.50	25	30	39	69		Coluvion	ML	1.80	0.00	2.70	2.7	0.75	1.0	0.75	1.0	1.57	50	39	50	0.50	0.013	40	200	35000	27	22.65569	4.75	33.55	3.06	35.97	0.29
1.50	-	7.50	27	40	53	93	suelo residual con ausencia de contenido de gravas, presentan tonos grises a cafe oscuro interpretado como transición de roca altamente meteorizada	Residual	ML	1.80	0.00	13.50	13.5	0.75	1.0	0.95	1.0	0.85	50	66	50	6.00	0.091	40	200	35000	135	113.27845	0.00	40.00	25.00	33.18	0.31
7.50	-	11.50	29	37	58	95		Residual	ML	1.80	0.00	20.70	20.7	0.75	1.0	1.00	1.0	0.65	50	71	46	4.00	0.056	40	186	32492	207	173.693624	0.00	40.00	25.00	35.69	0.29
11.50	-	15.50	32	46	64	110		Residual	ML	1.80	0.00	27.90	27.9	0.75	1.0	1.00	1.0	0.53	50	83	44	4.00	0.048	40	174	30475	279	234.108797	0.00	40.00	25.00	36.85	0.28
			RECHAZO																			30.00	0.283									

106
C





Tomando el intercepto de cohesión		
Material	ϕ' (°)	c' (kPa)
Coluvion	42.83	-2.71
Residual	40.00	0.00

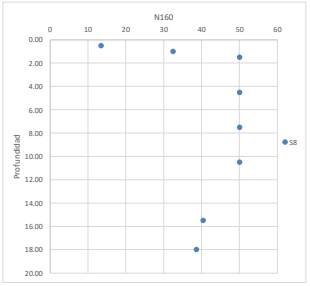
Tomando cohesión como 0		
Material	ϕ'	c'
Coluvion	38.59	0.00
Residual	40.00	0.00

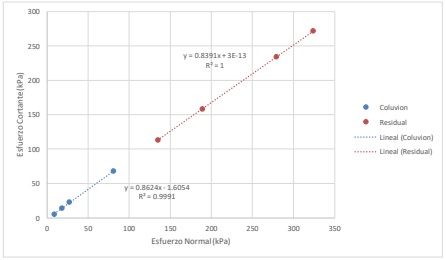
Seleccionados		
Material	ϕ'	c'
Coluvion	38.59	0.00
Residual	40.00	0.00

Sondeo	S8

Nivel Freatico	-	m

Profundidad (m)			Ensayo SPT 6"	Ensayo SPT 12"	Ensayo SPT 18"	Ncampo	Descripción	Material	USC	γ (Ton/m3)	Pp (ton/m2)	σt (ton/m2)	σ'v (ton/m2)	Factores de Correccion, N CE	CB	CR	CS	CN	Ncorregido N1₆₀	N60	Ncorregido N₅₆₀	Perfil de Suelo NSR-10 di	di/NI60	Angulo de Fricción (°) Kishida	Cohesion no drenada Cu (Kpa)	Modulo de Elasticidad E (Kpa)	Envolvente de falla σ'ᵥ (kPa)	Envolvente de falla τ' (kPa)	C' kPa	ϕ' Min ϕ' (°)	C' kPa	ϕ' ϕ' (°)	ν
0.00	-	0.50	3	7	6	13		Coluvion	ML	1.80	0.00	0.90	0.9	0.75	1.0	0.75	1.0	1.83	18	7	13	0.50	0.068	30	54	9392	9	5.18653482	0.00	29.95	0.00	29.95	0.33
0.50	-	1.00	11	18	16	34	Suelo compuesto por limo poco permeables poco húmedos, color marrón y gris con presencia de gravas	Coluvion	ML	1.80	0.00	1.80	1.8	0.75	1.0	0.75	1.0	1.69	43	19	32	0.50	0.026	38	130	22691	18	14.1866787	3.82	29.95	0.00	38.24	0.27
1.00	-	1.50	25	27	39	66		Coluvion	ML	1.80	0.00	2.70	2.7	0.75	1.0	0.75	1.0	1.57	50	37	50	0.50	0.013	40	200	35000	27	22.65569	7.10	29.95	0.00	40.00	0.26
1.50	-	4.50	27	37	64	101		Coluvion	ML	1.80	0.00	8.10	8.1	0.75	1.0	0.85	1.0	1.10	50	64	50	3.00	0.047	40	200	35000	81	67.9670701	21.30	29.95	0.00	40.00	0.26
4.50	-	7.50	31	46	57	103		Residual	ML	1.80	0.00	13.50	13.5	0.75	1.0	0.95	1.0	0.85	50	73	50	3.00	0.041	40	200	35000	135	113.27845	35.49	29.95	34.49	30.27	0.33
7.50	-	10.50	29	39	58	97	Suelo compuesto por limo arcilloso poco permeables poco húmedos, color gris y negro con presencia de gravas	Residual	ML	1.80	0.00	18.90	18.9	0.75	1.0	1.00	1.0	0.69	50	73	50	3.00	0.041	40	200	35000	189	158.58983	49.69	29.95	34.49	33.29	0.31
10.50	-	15.50	28	43	59	102		Residual	ML	1.80	0.00	27.90	27.9	0.75	1.0	1.00	1.0	0.53	50	77	40	5.00	0.065	40	161	28259	279	234.108797	73.35	29.95	34.49	35.58	0.29
15.50	-	18.00	33	48	61	109		Residual	ML	1.80	0.00	32.40	32.4	0.75	1.0	1.00	1.0	0.47	50	82	39	2.50	0.031	40	154	26993	324	271.868281	85.18	29.95	34.49	36.23	0.29
			RECHAZO																			30.00	0.333										
																						90											
																						C											





Tomando el intercepto de cohesión		
Material	ϕ' (°)	c' (kPa)
Coluvion	40.77	-1.61
Residual	40.00	0.00

Tomando cohesión como 0		
Material	ϕ'	c'
Coluvion	39.83	0.00
Residual	40.00	0.00

Seleccionados		
Material	ϕ'	c'
Coluvion	39.83	0.00
Residual	40.00	0.00

Datos de entrada
Resultados

Relaciones entre velocidades de onda Vs y Vp con parámetros de deformabilidad

			Velocidades promedio							
Profundidad (m)		Espesor	Vp	Vs	Densidad material	v	G_{max}	Ei	Es	Es
De	A	(m)	(m/s)	(m/s)	(kg/m3)		kPa	kPa	kPa	MPa
0.00	3.00	3.00	1734.89	400.80	1861.81	0.47	299082.35	880384.51	96842.30	96.84
3.00	7.50	4.50	1770.54	432.92	1872.80	0.47	350999.66	1030679.51	113374.75	113.37
7.50	13.50	6.00	1917.73	565.52	1917.44	0.45	613221.99	1781261.10	195938.72	195.94
13.50	21.00	7.50	2079.86	711.58	1965.31	0.43	995127.05	2853457.47	313880.32	313.88
21.00	48.00	27.00	2297.45	907.61	2027.41	0.41	1670090.97	4701429.96	517157.30	517.16
48.00	50.00	2.00	2446.48	1041.87	2068.52	0.39	2245364.18	6238655.59	686252.11	686.25

Proyecto
Correlación entre Vs y N (sin corregir)
Localización/Estructura
Sondeo asociado

Datos de entrada
Resultados

Tipo de suelo
Todos los suelos
Arena
Arcilla

Nota: Se descartan los autores: Imai; Pitilakis; Raptakis; Hasancebi and Ulusay; Fatehnia et al. Para arcillas
Se descartan los autores: Maheshwari et al.; Imai; Jafari et al.; Sykora and Stokoe; Pitilakis; Hasancebi and Ulusay; Uma Maheswari et al.; Fatehnia et al. Para arenas
Se descartan los autores: Ohta and Toriumi; Hasancebi and Ulusay; Uma Maheswari et al. Para todos los suelos

Determinación de N sin corregir a partir de Vs

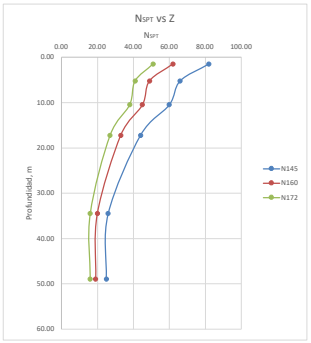
Profundidad (m)									N vs Vs para distintos autores																		
De	A	Espesor	Vs (m/s)	Tipo de suelo	Promedio	N asumido	Desviación estandar	COV	Kiran, Maheshwari y Mukez	Hanumantharao and Ramana	Maheshwari et al.	Ohta and Toriumi	Imai	Ohta and Goto	Jafari et al.	Seed and Idriss	Lee	Sykora and Stokoe	Okamoto et al.	Pitilakis et al.	Athanasopoulos	Raptakis et al.	Hasancebi and Ulusay	Uma Maheswari et al.	Esfehanizadeh et al.	Fatehnia et al.
0.00	3.00	3.00	400.80	Todos los suelos	60.82	61.00	21.36	0.35	56.74	39.38	-	-	78.30	85.16	84.42	43.17	-	-	-	-	38.59	-	-	-	-	-
3.00	7.50	4.50	432.92	Todos los suelos	76.15	76.00	28.99	0.38	70.95	47.11	-	-	98.23	106.28	112.32	50.37	-	-	-	-	47.80	-	-	-	-	-
7.50	13.50	6.00	565.52	Todos los suelos	167.82	168.00	83.60	0.50	153.93	87.69	-	-	215.55	229.03	302.16	85.95	-	-	-	-	100.41	-	-	-	-	-
13.50	21.00	7.50	711.58	Todos los suelos	335.68	336.00	205.98	0.61	299.59	149.62	-	-	423.65	443.21	707.57	136.08	-	-	-	-	190.07	-	-	-	-	-
21.00	48.00	27.00	907.61	Todos los suelos	709.41	709.00	530.02	0.75	606.50	263.48	-	-	866.60	891.82	1742.46	221.38	-	-	-	-	373.65	-	-	-	-	-
48.00	50.00	2.00	1041.87	Todos los suelos	1091.16	1091.00	902.37	0.83	904.68	363.14	-	-	1300.28	1325.69	2904.47	291.72	-	-	-	-	548.14	-	-	-	-	-
		-			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Determinación de N corregido y parámetros de resistencia

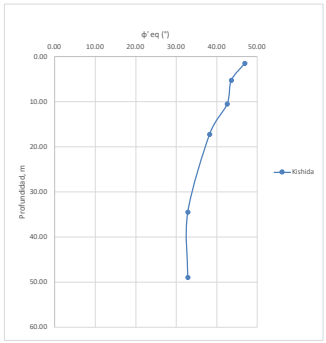
NF (m) 20.00
Pa (kPa) 101.00

Profundidad (m)								Kishida																ϕ'eq						
De	A	Prom	γt (kN/m3)	γsat (kN/m3)	γ' (kN/m3)	σ'v (kPa)	N	ϕ'eq	Cn	Rs	K Seed-Idriss	Cn Peck	Cn Seed	Cn Meyerhof-Ishihara	Cn Liao-Whitman	Cn Skempton	Cn Seed-Idriss	Cn Gonsáles	Cn Schmertmann	Cn promedio	η1 60	η1 72	N145	N160	N172	Peck	Peck et al.	Kishida	Schmertmann	JNR	JRB	Promedio
0.00	3.00	1.50	18.00	19.00	9.19	54.00	61.00	46.94	1.35	0.53	1.41	1.21	1.34	1.38	1.37	1.30	1.38	1.27	1.54	1.35	0.75	0.63	82.00	62.00	51.00	49.00	45.51	46.94	51.24	42.30	42.66	46.27
3.00	7.50	5.25	18.00	19.00	9.19	135.00	76.00	43.64	0.87	1.34	0.92	0.90	0.84	0.83	0.86	0.86	0.88	0.87	0.87	0.87	0.75	0.63	66.00	49.00	41.00	45.00	43.45	43.64	48.99	39.30	39.80	43.36
7.50	13.50	10.50	18.00	19.00	9.19	243.00	100.00	42.57	0.60	2.41	0.92	0.71	0.52	0.55	0.64	0.59	0.65	0.62	0.55	0.60	0.75	0.63	60.00	45.00	38.00	43.50	42.53	42.57	48.16	38.40	38.87	42.34
13.50	21.00	17.25	18.00	19.00	9.19	369.19	100.00	38.24	0.44	3.66	0.92	0.57	0.30	0.39	0.52	0.43	0.48	0.44	0.39	0.44	0.75	0.63	44.00	33.00	27.00	39.50	39.59	38.24	45.15	35.10	35.12	38.78
21.00	48.00	34.50	18.00	19.00	9.19	617.32	100.00	32.89	0.26	6.11	0.92	0.40	0.02	0.25	0.40	0.28	0.28	0.21	0.24	0.26	0.75	0.63	26.00	20.00	16.00	35.00	35.24	32.89	40.29	31.80	30.49	34.29
48.00	50.00	49.00	18.00	19.00	9.19	635.70	100.00	32.89	0.25	6.29	0.92	0.39	0.00	0.24	0.40	0.27	0.26	0.20	0.24	0.25	0.75	0.63	25.00	19.00	16.00	34.75	34.96	32.89	39.80	31.80	30.49	34.12

Variación de N_{SPT} con la profundidad

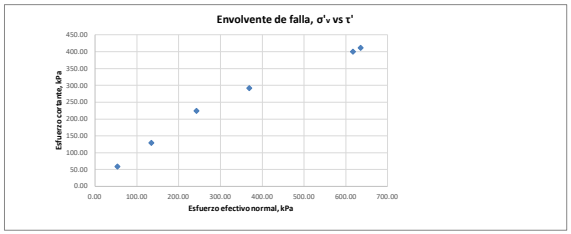


Variación de ϕ' equivalente con la profundidad - Metodología de Kishida



Envolvente de falla

Material	Z prom (m)	ϕ'eq	σ'z (kPa)	τ' (kPa)	C' kPa	ϕ' Min ϕ' (°)	C' kPa	ϕ' ϕ' (°)	E kPa	ν	Cu kPa
Coluvion	1.50	46.94	54.00	57.78	6.29	43.64	5.00	44.35	43400.00	0.47	248.00
Coluvion	5.25	43.64	135.00	128.72	0.00	43.64	5.00	42.50	34300.00	0.47	196.00
Residual	10.50	42.57	243.00	223.20	31.70	38.24	31.70	38.24	31500.00	0.45	180.00
Residual	17.25	38.24	369.19	290.92	0.00	38.24	31.70	35.07	23100.00	0.43	132.00
Roca	34.50	32.89	617.32	399.19	0.00	32.89	31.70	30.77	517157.30	0.41	80.00
Roca	49.00	32.89	635.70	411.07	0.00	32.89	31.70	30.83	686252.11	0.39	76.00



Parámetros de resistencia al corte			
Material	ϕ' (°)	c' (kPa)	R2
Coluvion	30.05	10.49	1.000
Residual	28.22	92.80	1.000
Roca	23.97	126.64	1.000

Tomando el intercepto de cohesión		
Material	ϕ' (°)	c' (kPa)
Coluvion	44.11	0.00
Residual	39.61	0.00
Roca	32.89	0.00

Parámetros de resistencia al corte asumidos					
Material	ϕ'	c'	E	ν	Cu
Coluvion	30.05	10.49	38850.00	0.47	222.00
Residual	28.22	92.80	27300.00	0.44	156.00
Roca	23.97	126.64	601704.71	0.40	78.00

Datos de entrada
Resultados

Relaciones entre velocidades de onda Vs y Vp con parámetros de deformabilidad

			Velocidades promedio							
Profundidad (m)		Espesor	Vp	Vs	Densidad material	v	G_{max}	Ei	Es	Es
De	A	(m)	(m/s)	(m/s)	(kg/m3)		kPa	kPa	kPa	MPa
0.00	2.50	2.50	1625.99	302.70	1827.86	0.48	167481.86	496432.80	54607.61	54.61
2.50	6.00	3.50	1668.00	340.54	1841.03	0.48	213499.63	631212.83	69433.41	69.43
6.00	10.50	4.50	1747.33	412.01	1865.65	0.47	316698.27	931450.13	102459.51	102.46
10.50	16.00	5.50	1862.00	515.32	1900.67	0.46	504731.86	1472329.45	161956.24	161.96
16.00	22.50	6.50	1959.72	603.35	1929.97	0.45	702569.34	2034139.98	223755.40	223.76
22.50	45.00	22.50	2082.21	713.70	1965.99	0.43	1001411.78	2870922.22	315801.44	315.80
45.00	50.00	5.00	2253.42	867.95	2015.04	0.41	1518004.60	4289578.07	471853.59	471.85

Proyecto
Correlación entre Vs y N (sin corregir)
Localización/Estructura
Sondeo asociado

Datos de entrada
Resultados

Tipo de suelo
Todos los suelos
Arena
Arcilla

Nota: Se descartan los autores: Imai; Pitilakis; Raptakis; Hasancebi and Ulusay; Fatehnia et al. Para arcillas
Se descartan los autores: Maheshwari et al.; Imai; Jafari et al.; Sykora and Stokoe; Pitilakis; Hasancebi and Ulusay; Uma Maheswari et al.; Fatehnia et al. Para arenas
Se descartan los autores: Ohta and Toriumi; Hasancebi and Ulusay; Uma Maheswari et al. Para todos los suelos

Determinación de N sin corregir a partir de Vs

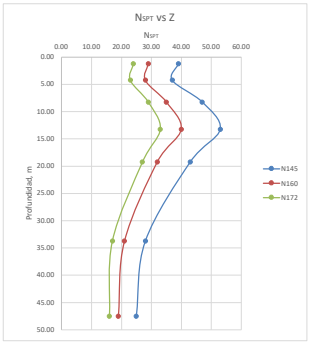
Profundidad (m)									N vs Vs para distintos autores																		
De	A	Espesor	Vs (m/s)	Tipo de suelo	Promedio	N asumido	Desviación estandar	COV	Kiner, Maheshwari y Idriss	Hanumantharao and Ramana	Maheshwari et al.	Ohta and Toriumi	Imai	Ohta and Goto	Jafari et al.	Seed and Idriss	Lee	Sykora and Stokoe	Okamoto et al.	Pitilakis et al.	Athanasopoulos	Raptakis et al.	Hasancebi and Ulusay	Uma Maheswari et al.	Esfehanizadeh et al.	Fatehnia et al.
0.00	2.50	2.50	302.70	Todos los suelos	27.16	27.00	7.31	0.27	25.15	20.50	-	-	34.29	38.01	29.85	24.62	-	-	-	-	17.69	-	-	-	-	-
2.50	6.00	3.50	340.54	Todos los suelos	38.00	38.00	11.32	0.30	35.39	26.96	-	-	48.49	53.32	46.17	31.17	-	-	-	-	24.54	-	-	-	-	-
6.00	10.50	4.50	412.01	Todos los suelos	65.91	66.00	23.82	0.36	61.47	41.98	-	-	84.92	92.19	93.50	45.62	-	-	-	-	41.66	-	-	-	-	-
10.50	16.00	5.50	515.32	Todos los suelos	127.23	127.00	57.88	0.45	117.57	70.64	-	-	163.99	175.34	214.15	71.37	-	-	-	-	77.56	-	-	-	-	-
16.00	22.50	6.50	603.35	Todos los suelos	203.77	204.00	107.90	0.53	185.71	101.94	-	-	260.77	275.87	384.05	97.83	-	-	-	-	120.19	-	-	-	-	-
22.50	45.00	22.50	713.70	Todos los suelos	338.74	339.00	208.39	0.62	302.18	150.66	-	-	427.37	447.02	715.41	136.89	-	-	-	-	191.65	-	-	-	-	-
45.00	50.00	5.00	867.95	Todos los suelos	617.68	618.00	445.88	0.72	532.82	237.47	-	-	759.88	784.36	1476.71	202.46	-	-	-	-	330.04	-	-	-	-	-
		-			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Determinación de N corregido y parámetros de resistencia

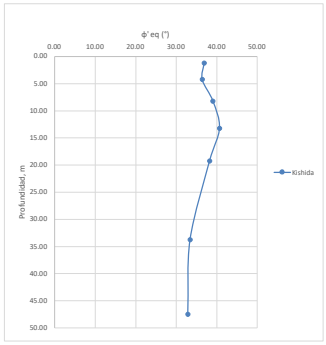
NF (m) 20.00
Pa (kPa) 101.00

Profundidad (m)							Kishida														ϕ'eq						
De	A	Prom	γt (kN/m3)	γsat (kN/m3)	γ' (kN/m3)	σ'v (kPa)	N	ϕ'eq	Cn	Rs	K Seed-Idriss	Cn Peck	Cn Seed	Cn Meyerhof-Ishihara	Cn Liao-Whitman	Cn Skempton	Cn Seed-Idriss	Cn González	Cn Schmertmann	Cn promedio	n1 60	n1 72	N145	N160	N172	Peck	Peck et al.	Kishida	Schmertmann	JNR	JRB	Promedio
0.00	2.50	1.25	18.00	19.00	9.19	45.00	27.00	36.91	1.45	0.45	1.41	1.27	1.44	1.48	1.50	1.38	1.50	1.35	1.69	1.45	0.75	0.63	39.00	29.00	24.00	38.25	38.51	36.91	43.89	34.20	33.97	37.62
2.50	6.00	4.25	18.00	19.00	9.19	108.00	38.00	36.45	0.97	1.07	0.92	0.98	0.96	0.96	0.97	0.97	0.97	0.97	1.02	0.97	0.75	0.63	37.00	28.00	23.00	37.75	38.05	36.45	43.55	33.90	33.57	37.21
6.00	10.50	8.25	18.00	19.00	9.19	189.00	66.00	39.08	0.71	1.87	0.92	0.79	0.66	0.66	0.73	0.70	0.75	0.73	0.67	0.71	0.75	0.63	47.00	35.00	29.00	40.25	40.20	39.08	45.72	35.70	35.86	39.47
10.50	16.00	13.25	18.00	19.00	9.19	288.00	100.00	40.69	0.53	2.85	0.92	0.65	0.43	0.48	0.59	0.52	0.58	0.54	0.48	0.53	0.75	0.63	53.00	40.00	33.00	41.75	41.33	40.69	47.02	36.90	37.25	40.82
16.00	22.50	19.25	18.00	19.00	9.19	382.98	100.00	38.24	0.43	3.79	0.92	0.56	0.28	0.38	0.51	0.42	0.47	0.42	0.37	0.43	0.75	0.63	43.00	32.00	27.00	39.25	39.38	38.24	44.85	35.10	35.12	38.66
22.50	45.00	33.75	18.00	19.00	9.19	589.75	100.00	33.44	0.28	5.84	0.92	0.41	0.04	0.26	0.41	0.29	0.29	0.23	0.25	0.28	0.75	0.63	28.00	21.00	17.00	35.50	35.79	33.44	40.76	32.10	30.97	34.76
45.00	50.00	47.50	18.00	19.00	9.19	635.70	100.00	32.89	0.25	6.29	0.92	0.39	0.00	0.24	0.40	0.27	0.26	0.20	0.24	0.25	0.75	0.63	25.00	19.00	16.00	34.75	34.96	32.89	39.80	31.80	30.49	34.12

Variación de N_{SPT} con la profundidad



Variación de ϕ' equivalente con la profundidad - Metodología de Kishida

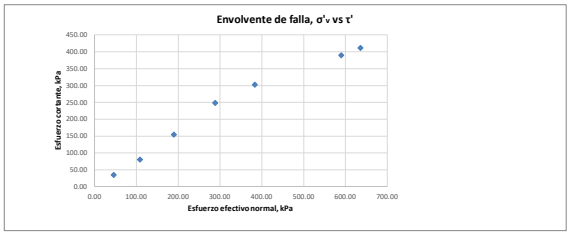


Envolvente de falla

Material	Z prom (m)	ϕ'eq	σ'z (kPa)	τ' (kPa)	C' kPa	ϕ' Min ϕ' (°)	C' kPa	ϕ' ϕ' (°)	E kPa	ν	Cu kPa
Coluvion	1.25	36.91	45.00	33.80	0.56	36.45	0.00	36.91	20300.00	0.48	116.00
Coluvion	4.25	36.45	108.00	79.76	0.00	36.45	0.00	36.45	19600.00	0.48	112.00
Residual	8.25	39.08	189.00	153.50	0.00	39.08	13.75	36.48	24500.00	0.47	140.00
Residual	13.25	40.69	288.00	247.64	13.75	39.08	13.75	39.08	28000.00	0.46	160.00
Roca	19.25	38.24	382.98	301.78	54.12	32.89	31.10	35.25	223755.40	0.45	128.00
Roca	33.75	33.44	589.75	389.45	8.07	32.89	31.10	31.28	315801.44	0.43	84.00
Roca	47.50	32.89	635.70	411.07	0.00	32.89	31.10	30.87	471853.59	0.41	76.00

Parámetros de resistencia al corte			
Material	ϕ' (°)	c' (kPa)	R2
Coluvion	36.11	0.97	1.000
Residual	43.56	-26.20	1.000
Roca	23.26	136.97	1.000

Tomando el intercepto de cohesión		
Material	ϕ' (°)	c' (kPa)
Coluvion	36.52	0.00
Residual	40.21	0.00
Roca	34.02	0.00



Parámetros de resistencia al corte asumidos					
Material	ϕ'	c'	E	ν	Cu
Coluvion	36.11	0.97	19950.00	0.48	114.00
Residual	40.21	0.00	26250.00	0.46	150.00
Roca	23.26	136.97	259852.61	0.44	112.00

Datos de entrada
Resultados

Relaciones entre velocidades de onda Vs y Vp con parámetros de deformabilidad

			Velocidades promedio							
Profundidad (m)		Espesor	Vp	Vs	Densidad material	v	G_{max}	Ei	Es	Es
De	A	(m)	(m/s)	(m/s)	(kg/m3)		kPa	kPa	kPa	MPa
0.00	2.10	2.10	1592.78	272.78	1817.38	0.48	135229.30	401601.76	44176.19	44.18
2.10	5.00	2.90	1623.81	300.73	1827.17	0.48	165246.57	489870.60	53885.77	53.89
5.00	8.60	3.60	1715.76	383.57	1855.89	0.47	273049.57	804784.43	88526.29	88.53
8.60	12.90	4.30	1817.64	475.35	1887.20	0.46	426427.23	1247975.98	137277.36	137.28
12.90	17.90	5.00	1944.96	590.05	1925.57	0.45	670404.53	1943258.12	213758.39	213.76
17.90	23.60	5.70	1989.28	629.98	1938.73	0.44	769433.08	2222530.22	244478.32	244.48
23.60	42.90	19.30	2090.99	721.61	1968.54	0.43	1025060.10	2936593.32	323025.26	323.03
42.90	50.00	7.10	2174.07	796.46	1992.50	0.42	1263939.45	3595891.49	395548.06	395.55

Proyecto
Correlación entre Vs y N (sin corregir)
Localización/Estructura
Sondeo asociado

Datos de entrada
Resultados

Tipo de suelo
Todos los suelos
Arena
Arcilla

Nota: Se descartan los autores: Imai; Pitilakis; Raptakis; Hasancebi and Ulusay; Fatehnia et al. Para arcillas
Se descartan los autores: Maheshwari et al.; Imai; Jafari et al.; Sykora and Stokoe; Pitilakis; Hasancebi and Ulusay; Uma Maheswari et al.; Fatehnia et al. Para arenas
Se descartan los autores: Ohta and Toriumi; Hasancebi and Ulusay; Uma Maheswari et al. Para todos los suelos

Determinación de N sin corregir a partir de Vs

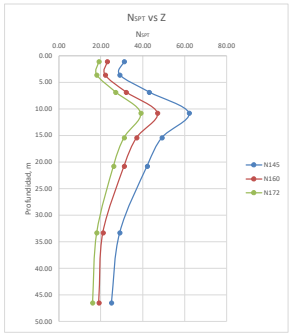
Profundidad (m)									N vs Vs para distintos autores																	
De	A	Espesor	Vs (m/s)	Tipo de suelo	Promedio	N asumido	Desviación estandar	COV	Kiran Maheshwari y Mukes	Hanumantharao and Ramana	Maheshwari et al.	Ohta and Toriumi	Imai	Ohta and Goto	Jafari et al.	Seed and Idriss	Lee	Sykora and Stokoe	Okamoto et al.	Pitilakis et al.	Athanasopoulos	Raptakis et al.	Hasancebi and Ulusay	Uma Maheswari et al.	Esfehanizadeh et al.	Fatehnia et al.
0.00	2.10	2.10	272.78	Todos los suelos	20.24	20.00	5.12	0.25	18.60	16.09	-	-	25.25	28.19	20.30	20.00	-	-	-	-	13.25	-	-	-	-	-
2.10	5.00	2.90	300.73	Todos los suelos	26.66	27.00	7.14	0.27	24.68	20.19	-	-	33.64	37.30	29.13	24.30	-	-	-	-	17.37	-	-	-	-	-
5.00	8.60	3.60	383.57	Todos los suelos	53.54	54.00	17.96	0.34	49.96	35.55	-	-	68.81	75.06	71.74	39.54	-	-	-	-	34.15	-	-	-	-	-
8.60	12.90	4.30	475.35	Todos los suelos	100.21	100.00	42.02	0.42	93.04	58.55	-	-	129.33	139.04	158.80	60.72	-	-	-	-	61.98	-	-	-	-	-
12.90	17.90	5.00	590.05	Todos los suelos	190.57	191.00	98.83	0.52	174.09	96.79	-	-	244.22	258.76	353.62	93.57	-	-	-	-	112.98	-	-	-	-	-
17.90	23.60	5.70	629.98	Todos los suelos	232.06	232.00	127.86	0.55	210.47	112.71	-	-	296.09	312.33	450.67	106.66	-	-	-	-	135.51	-	-	-	-	-
23.60	42.90	19.30	721.61	Todos los suelos	350.31	350.00	217.55	0.62	311.99	154.57	-	-	441.45	461.40	745.22	139.94	-	-	-	-	197.61	-	-	-	-	-
42.90	50.00	7.10	796.46	Todos los suelos	473.87	474.00	319.46	0.67	415.32	194.45	-	-	590.13	612.69	1074.07	170.48	-	-	-	-	259.94	-	-	-	-	-
		-			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Determinación de N corregido y parámetros de resistencia

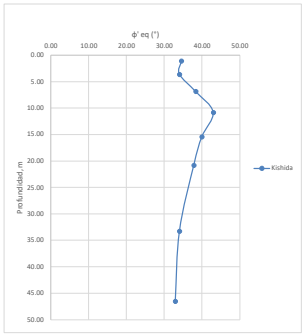
NF (m) 20.00
Pa (kPa) 101.00

Profundidad (m)								Kishida																		ϕ'eq						
De	A	Prom	γt (kN/m3)	γsat (kN/m3)	γ' (kN/m3)	σ'z (kPa)	N	ϕ'eq	Cn	Rs	K Seed-Idriss	Cn Peck	Cn Seed	Cn Meyerhof-Ishihara	Cn Liao-Whitman	Cn Skempton	Cn Seed-Idriss	Cn González	Cn Schmertmann	Cn promedio	η1 60	η1 72	N145	N160	N172	Peck	Peck et al.	Kishida	Schmertmann	JNR	JRB	Promedio
0.00	2.10	1.05	18.00	19.00	9.19	37.80	20.00	34.49	1.55	0.37	1.41	1.33	1.53	1.58	1.63	1.46	1.60	1.43	1.83	1.55	0.75	0.63	31.00	23.00	19.00	36.25	36.58	34.49	41.64	32.70	31.88	35.59
2.10	5.00	3.55	18.00	19.00	9.19	90.00	27.00	33.97	1.07	0.89	1.41	1.04	1.06	1.07	1.06	1.06	1.07	1.05	1.15	1.07	0.75	0.63	29.00	22.00	18.00	35.75	36.06	33.97	41.21	32.40	31.43	35.14
5.00	8.60	6.80	18.00	19.00	9.19	154.80	54.00	38.24	0.80	1.53	0.92	0.86	0.77	0.76	0.81	0.79	0.83	0.81	0.79	0.80	0.75	0.63	43.00	32.00	27.00	39.25	39.38	38.24	44.85	35.10	35.12	38.66
8.60	12.90	10.75	18.00	19.00	9.19	232.20	100.00	42.93	0.62	2.30	0.92	0.72	0.55	0.57	0.66	0.61	0.67	0.64	0.57	0.62	0.75	0.63	62.00	47.00	39.00	44.00	42.84	42.93	48.58	38.70	39.19	42.71
12.90	17.90	15.40	18.00	19.00	9.19	322.20	100.00	39.90	0.49	3.19	0.92	0.61	0.37	0.44	0.56	0.48	0.54	0.50	0.43	0.49	0.75	0.63	49.00	37.00	31.00	40.75	40.59	39.90	46.26	36.30	36.56	40.06
17.90	23.60	20.75	18.00	19.00	9.19	393.08	100.00	37.80	0.42	3.89	0.92	0.55	0.26	0.37	0.51	0.41	0.46	0.41	0.36	0.42	0.75	0.63	42.00	31.00	26.00	39.00	39.17	37.80	44.54	34.80	34.75	38.34
23.60	42.90	33.25	18.00	19.00	9.19	570.45	100.00	33.97	0.29	5.65	0.92	0.42	0.06	0.27	0.42	0.30	0.31	0.25	0.26	0.29	0.75	0.63	29.00	21.00	18.00	35.75	36.06	33.97	40.76	32.40	31.43	35.06
42.90	50.00	46.45	18.00	19.00	9.19	635.70	100.00	32.89	0.25	6.29	0.92	0.39	0.00	0.24	0.40	0.27	0.26	0.20	0.24	0.25	0.75	0.63	25.00	19.00	16.00	34.75	34.96	32.89	39.80	31.80	30.49	34.12

Variación de NSPT con la profundidad



Variación de ϕ' equivalente con la profundidad - Metodología de Kishida

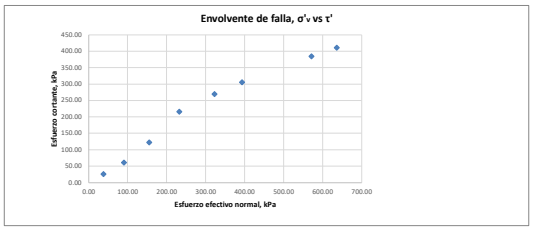


Envolvente de falla

Material	Z prom (m)	ϕ'eq	σ'z (kPa)	τ' (kPa)	C' kPa	ϕ' Min ϕ' (°)	C' kPa	ϕ' ϕ' (°)	E kPa	v	Cu kPa
Coluvion	1.05	34.49	37.80	25.97	0.51	33.97	0.00	34.49	16100.00	0.48	92.00
Coluvion	3.55	33.97	90.00	60.65	0.00	33.97	0.00	33.97	15400.00	0.48	88.00
Coluvion	6.80	38.24	154.80	121.98	17.68	33.97	0.00	38.24	22400.00	0.47	128.00
Residual	10.75	42.93	232.20	215.99	21.83	39.90	21.83	39.90	32900.00	0.46	188.00
Residual	15.40	39.90	322.20	269.40	0.00	39.90	21.83	37.54	25900.00	0.45	148.00
Roca	20.75	37.80	393.08	304.95	50.75	32.89	22.08	35.74	244478.32	0.44	124.00
Roca	33.25	33.97	570.45	384.39	15.49	32.89	22.08	32.42	323025.26	0.43	84.00
Roca	46.45	32.89	635.70	411.07	0.00	32.89	22.08	31.46	395548.06	0.42	76.00

Parámetros de resistencia al corte			
Material	ϕ' (°)	c' (kPa)	R2
Coluvion	39.54	-8.24	0.991
Residual	30.69	107.04	1.000
Roca	23.73	132.44	1.000

Tomando el intercepto de cohesión		
Material	ϕ' (°)	c' (kPa)
Coluvion	37.09	0.00
Residual	40.97	0.00
Roca	34.19	0.00



Parámetros de resistencia al corte asumidos					
Material	ϕ'	c'	E	v	Cu
Coluvion	37.09	0.00	17966.67	0.48	102.67
Residual	30.69	107.04	29400.00	0.46	168.00
Roca	23.73	132.44	321017.22	0.43	94.67

ANEXO 4. MEMORIA DE CÁLCULO DE ANCLAJES CLUB NÁUTICO TOPOCORO

DISEÑO DE ANCLAJES PRETENSIONADOS

Guía para el diseño y la ejecución de anclajes al terreno España y CCP-14.

DISEÑO DE ANCLAJE

Mayoración de las cargas actuantes		
Carga tensionamiento PN	30	Ton
Carga tensionamiento PN	300	KN
F1	1.5	
Carga Mayorada PND	**450**	**KN**

TABLA 3.1. COEFICIENTE F_1 EN FUNCIÓN DEL TIPO DE ANCLAJE

TIPO DE ANCLAJE	F_1
Permanente	1,50
Provisional	1,20

Comprobación de la tensión admisible del acero		
Carga Mayorada PND	450	KN
Diametro de Toron	0.6	Pulgadas
Diametro de Toron	15.24	mm
Area del toron (AT)	140.0	mm2
Resistencia minima a la Rotura (Grado 270)	260.7	KN
Resistencia ultima a la traccion	1660.0	Mpa
Factor de reduccion	0.75	
Limite de Rotura del Toron (fpk)	1397	Mpa
Limite elastico del Toron (fyk)	1245	MPa
Numero de Torones	3	
Carga por Toron PND1	150	KN
PND1/AT	1071.4	Mpa
fpk/1,30	1074.3	Mpa
fyk/1,15	1082.6	Mpa
Comprobación 1		**OK**
Comprobación 2		**OK**

en anclajes permanentes:

$$P_{Nd} / A_T \leq f_{pk} / 1{,}30$$
$$P_{Nd} / A_T \leq f_{yk} / 1{,}15$$

Siendo: P_{Nd} = carga nominal mayorada de cada anclaje.
A_T = sección del tirante.
f_{pk} = límite de rotura del acero del tirante.
f_{yk} = límite elástico del acero del tirante.

DISEÑO DE ANCLAJE

Comprobación del deslizamiento del tirante en la lechada, dentro del bulbo		
Carga Mayorada PND	450	KN
Area del toron (AT)	140.0	mm2
Permietro nominal del Toron PT	41.944	mm
Resistencia a la Compresión Lechada (fck)	30.0	Mpa
Adherencia límite Toron y Lechada (Tlim)	8.36	Mpa
Tlim/2	4.179377364	Mpa
Longitud de Bulbo (Lb)	2567.03611	mm
Longitud de Bulbo (Lb)	**2.6**	**Metros**

3.2.2.2.3. Comprobación del deslizamiento del tirante en la lechada, dentro del bulbo

Para la comprobación de la **seguridad frente al deslizamiento del tirante en la lechada, dentro del bulbo** se minorará la adherencia límite entre el tirante y la lechada que lo rodea en el bulbo, por el coeficiente 1,2.

Se deberá verificar:

$$P_{Nd} / (L_b \cdot p_T) \leq \tau_{lim} / 1{,}2$$

Con: $\tau_{lim} = 6{,}9\ (f_{ck}/22{,}5)^{2/3}$

Siendo:
P_{Nd} = carga nominal mayorada de cada anclaje.
p_T = perímetro nominal del tirante = $2\sqrt{\pi \cdot A_T}$
A_T = sección del tirante.
L_b = longitud de cálculo del bulbo.
τ_{lim} = adherencia límite entre el tirante y la lechada expresada en MPa.
f_{ck} = resistencia característica (rotura a compresión a 28 días) de la lechada expresada en MPa.

Para esta comprobación, el exceso de longitud del bulbo por encima de 14 m se minorará por el coeficiente de 0,70, a fin de tener en cuenta la posible rotura progresiva del mismo.

Art. 631 Instituto Nacional de Vías
Especificaciones Generales de Construcción de Carreteras

La resistencia a compresión de la pasta no será inferior a treinta megapascales (30 MPa) o trescientos kilogramos por centímetro cuadrado (300 kg/cm^2), a los veintiocho (28) días.

DISEÑO DE ANCLAJE

Comprobación de la seguridad frente al arrancamiento del bulbo		
Carga Mayorada PND	450	KN
Diametro Nominal del Bulbo DN	4.0	pulgadas
Diametro Nominal del Bulbo DN	101.6	mm
Adherencia admisible Ault Tabla	180	KN/m2
Factor de resistencia Tabla	0.65	
Adherencia admisible Aadm Tabla	117	KN/m2
Longitud de Bulbo (Lb)	**12.0**	**Metros**
Longitud Libre (Ll)	**13.0**	**Metros**
Longitud Total (Lt)	**25.0**	**Metros**

Tabla 11.5.7-1 — Factores de resistencia para muros de contención permanentes

TIPO DE MURO Y CONDICIÓN		FACTOR DE RESISTENCIA
Muros en voladizo y muros anclados		
Resistencia axial a compresión de los elementos verticales		Aplica el Artículo 10.5
Resistencia de los elementos verticales a la compresión axial		0.75
Resistencia al arrancamiento de los anclajes (1)	• Suelos no cohesivos (granulares) • Suelos cohesivos • Roca	0.65 (1) 0.70 (1) 0.50 (1)
Resistencia al arrancamiento de los anclajes (2)	• Cuando se realizan pruebas de verificación	1.0 (2)
Resistencia a la tensión de los tendones de anclaje	• Acero dulce (por ejemplo barras ASTM A615) • Acero de alta resistencia (por ejemplo barras ASTM A722)	0.90 (3) 0.80 (3)
Capacidad a flexión de los elementos verticales		0.90

$$Q_R = \phi Q_n = \phi \pi d \tau_a L_b \qquad (11.9.4.2\text{-}1)$$

donde:

ϕ = factor de resistencia para el arrancamiento de los anclajes (adim)
Q_n = resistencia nominal de los anclajes al arrancamiento (N)
d = diámetro del orificio para el anclaje (mm)
τ_n = esfuerzo nominal de adherencia del anclaje (MPa)
L_b = longitud de adherencia del anclaje (mm)

Tabla C11.9.4.2-1 –Esfuerzo de adherencia unitario último asumido para anclajes en suelos cohesivos

Tipo de anclaje/suelo (presión de inyección de mortero)	Rigidez del suelo o resistencia a la compresión no confinada (MPa)	τ_n (MPa)
Anclajes inyectados a gravedad (< 0,35 MPa)		
Mezclas de limo y arcilla	Rígidas a muy rígidas: 0,096-0,383	0,03 a 0,07
Anclajes inyectados a presión (0,35 MPa-2,8 MPa)		
Arcilla altamente plástica	Rígida: 0,096-0,239	0,03 a 0,10
	Muy rígida: 0,239-0,383	0,07 a 0,17
Arcilla medianamente plástica	Rígida: 0,096-0,239	0,10 a 0,25
	Muy rígida: 0,239-0,383	0,14 a 0,35
Limo arenoso medianamente plástico	Muy rígido: 0,239-0,383	0,28 a 0,38

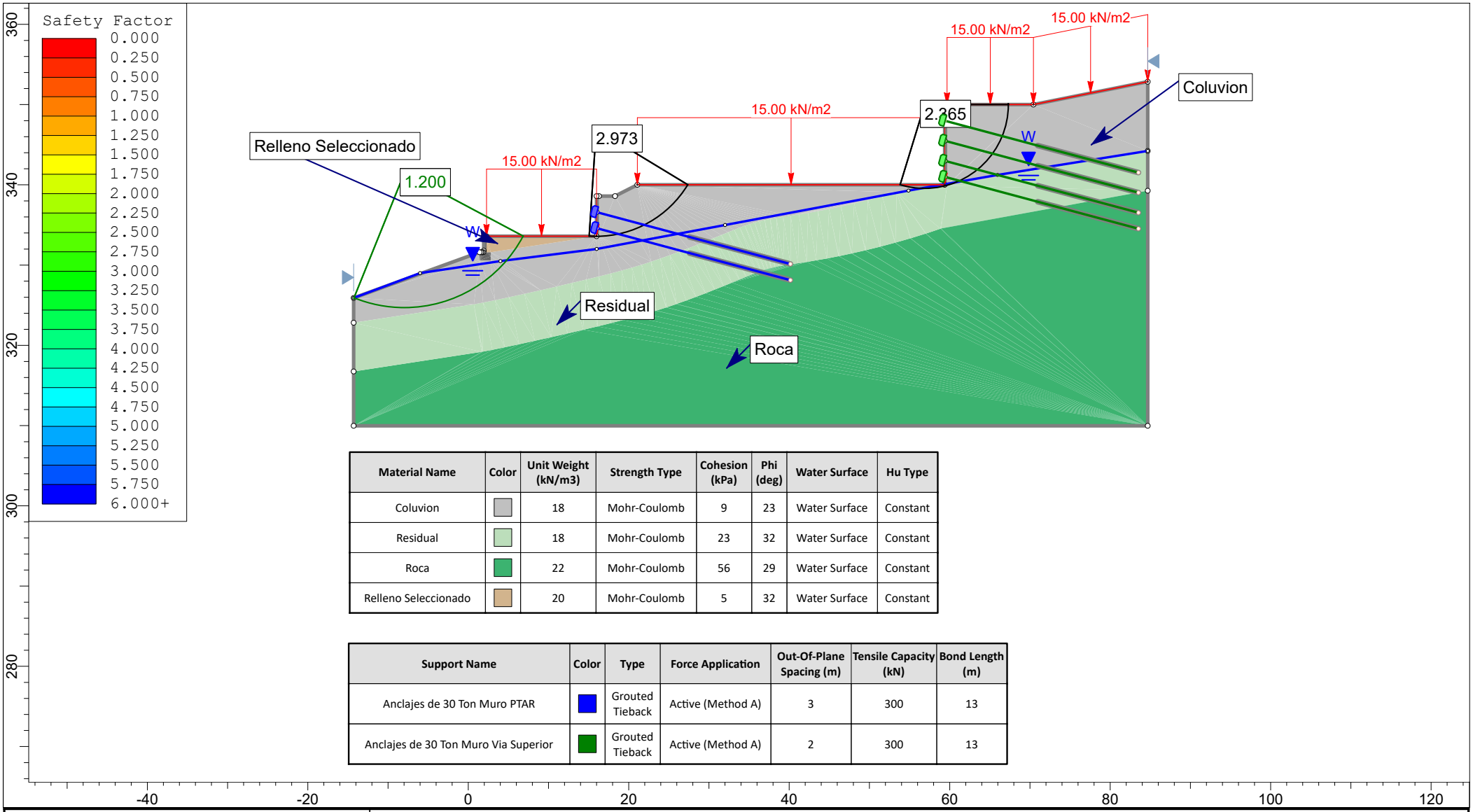
Tabla C11.9.4.2-3 –Esfuerzo de adherencia unitario último asumido para anclajes en roca

Tipo de roca	τ_n (MPa)
Granito o basalto	1,7 a 3,1
Caliza dolomítica	1,4 a 2,1
Caliza blanda	1,0 a 1,4
Pizarras y lutitas duras	0,80 a 1,4
Areniscas	0,80 a 1,7
Areniscas meteorizadas	0,70 a 0,80
Lutitas blandas	0,20 a 0,80

Tabla C11.9.4.2-2 –Esfuerzo de adherencia unitario último asumido para anclajes en suelos no cohesivos,

Tipo de anclaje/suelo (presión de inyección de mortero)	Compacidad del suelo o resistencia ensayo SPT(1)	τ_n (MPa)
Anclajes inyectados a gravedad (< 0,35 MPa)		
Arena o mezclas de arena y grava	Medianamente densas a densas: 11-50	0,07 a 0,14
Anclajes inyectados a presión (0,35 MPa-2,8 MPa)		
Arena fina a media	Medianamente densa a densa: 11-50	0,08 a 0,38
Arena media a gruesa con grava	Medianamente densa: 11-30	0,11 a 0,67
	Densa a muy densa: 30-50+	0,25 a 0,95
Arenas limosas	-	0,17 a 0,40
Grava arenosa	Medianamente densa a densa: 11-40	0,21 a 1,4
	Densa a muy densa: 40-50+	0,28 a 1,4
Till glacial	Denso: 31-50	0,30 a 0,52

ANEXO 5. ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DE MUROS ANCLADOS Y EN VOLADIZO CLUB NÁUTICO TOPOCORO

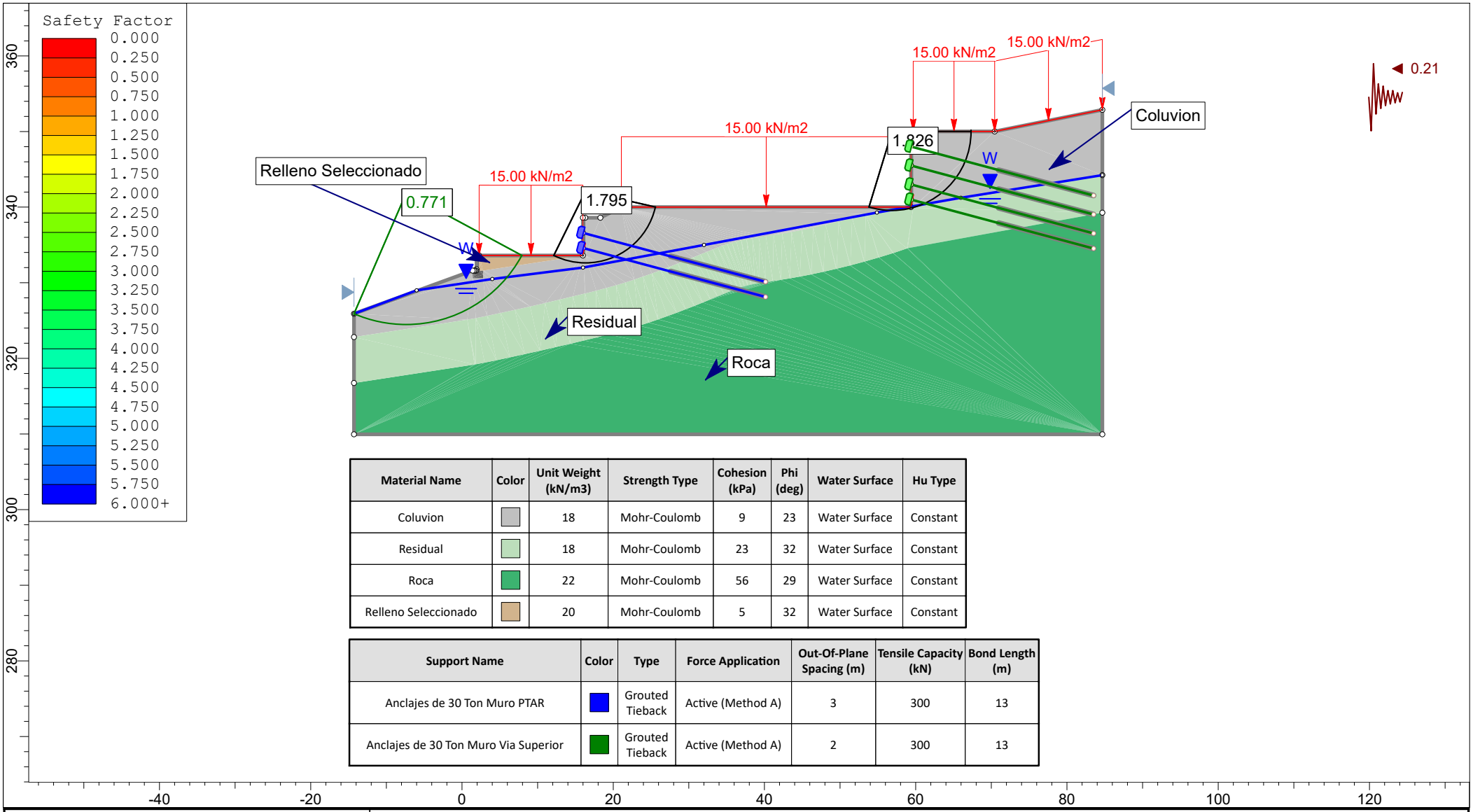


Material Name	Color	Unit Weight (kN/m3)	Strength Type	Cohesion (kPa)	Phi (deg)	Water Surface	Hu Type
Coluvion		18	Mohr-Coulomb	9	23	Water Surface	Constant
Residual		18	Mohr-Coulomb	23	32	Water Surface	Constant
Roca		22	Mohr-Coulomb	56	29	Water Surface	Constant
Relleno Seleccionado		20	Mohr-Coulomb	5	32	Water Surface	Constant

Support Name	Color	Type	Force Application	Out-Of-Plane Spacing (m)	Tensile Capacity (kN)	Bond Length (m)
Anclajes de 30 Ton Muro PTAR		Grouted Tieback	Active (Method A)	3	300	13
Anclajes de 30 Ton Muro Via Superior		Grouted Tieback	Active (Method A)	2	300	13

SLIDEINTERPRET 6.020

Project	Club Nautico Topocoro		
Analysis Description	Analisis Estatico Perfil 1 con Muros Anclados		
Drawn By Javier Caballero	*Scale* 1:660	*Company*	
Date		*File Name* 1-Analisis de Estabilidad Estatico Perfil 1.slim	

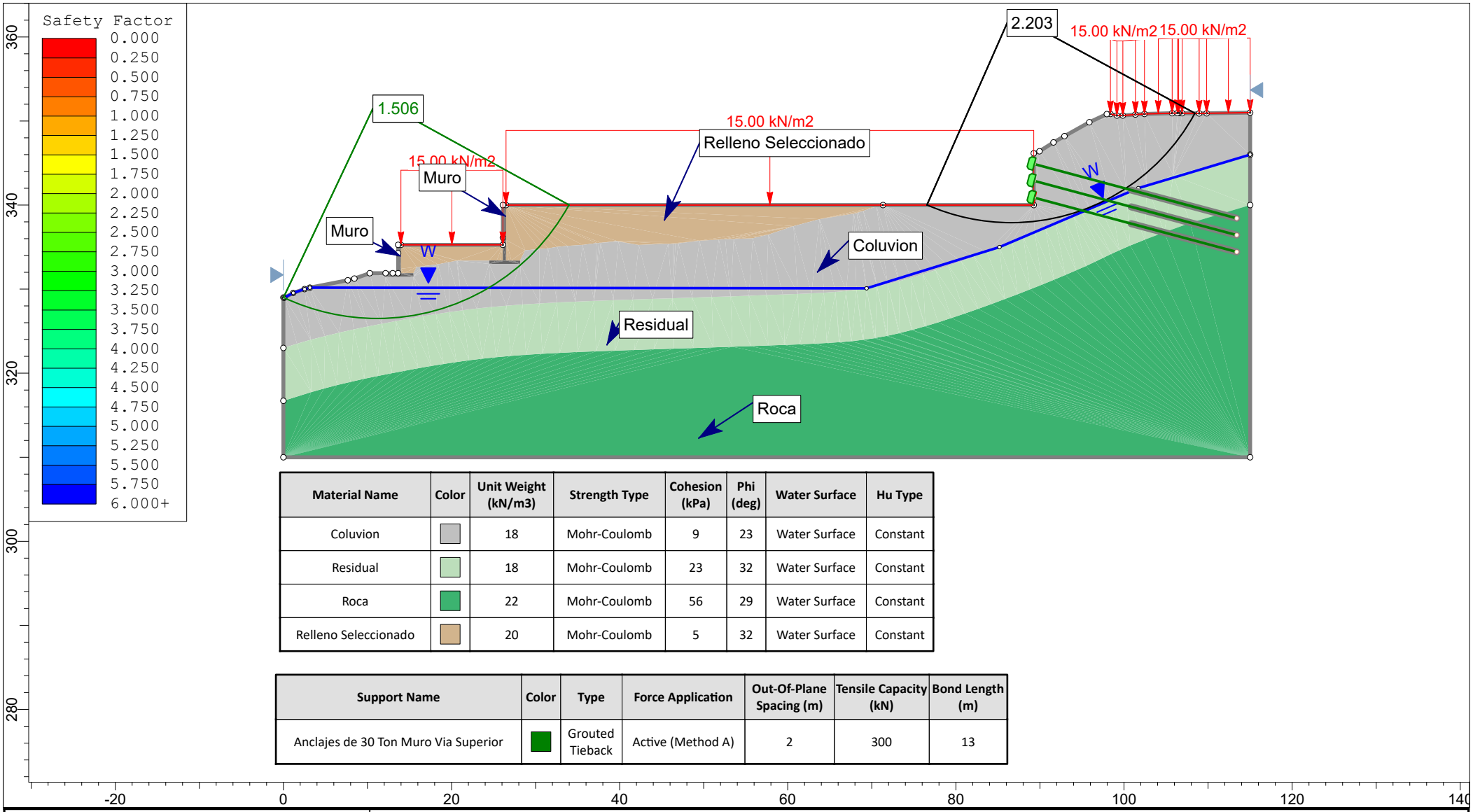


Material Name	Color	Unit Weight (kN/m3)	Strength Type	Cohesion (kPa)	Phi (deg)	Water Surface	Hu Type
Coluvion		18	Mohr-Coulomb	9	23	Water Surface	Constant
Residual		18	Mohr-Coulomb	23	32	Water Surface	Constant
Roca		22	Mohr-Coulomb	56	29	Water Surface	Constant
Relleno Seleccionado		20	Mohr-Coulomb	5	32	Water Surface	Constant

Support Name	Color	Type	Force Application	Out-Of-Plane Spacing (m)	Tensile Capacity (kN)	Bond Length (m)
Anclajes de 30 Ton Muro PTAR		Grouted Tieback	Active (Method A)	3	300	13
Anclajes de 30 Ton Muro Via Superior		Grouted Tieback	Active (Method A)	2	300	13

SLIDEINTERPRET 6.020

Project	Club Nautico Topocoro		
Analysis Description	Analisis Dinamico Perfil 1 con Muros Anclados		
Drawn By Javier Caballero	*Scale* 1:700	*Company*	
Date		*File Name* 2-Analisis de Estabilidad Dinamico Perfil 1.slim	

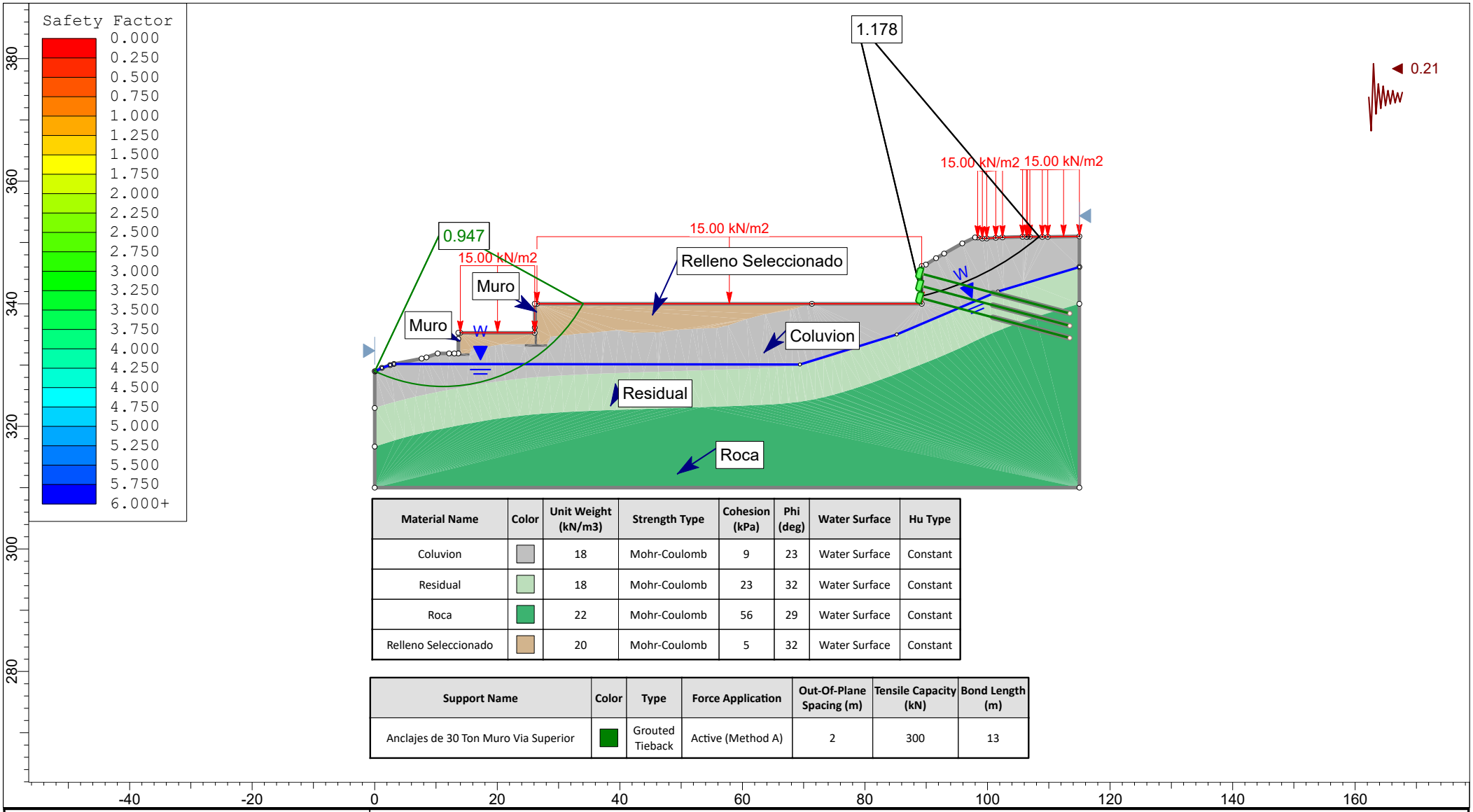


Material Name	Color	Unit Weight (kN/m3)	Strength Type	Cohesion (kPa)	Phi (deg)	Water Surface	Hu Type
Coluvion		18	Mohr-Coulomb	9	23	Water Surface	Constant
Residual		18	Mohr-Coulomb	23	32	Water Surface	Constant
Roca		22	Mohr-Coulomb	56	29	Water Surface	Constant
Relleno Seleccionado		20	Mohr-Coulomb	5	32	Water Surface	Constant

Support Name	Color	Type	Force Application	Out-Of-Plane Spacing (m)	Tensile Capacity (kN)	Bond Length (m)
Anclajes de 30 Ton Muro Via Superior		Grouted Tieback	Active (Method A)	2	300	13

SLIDEINTERPRET 6.020

Project	Club Nautico Topocoro		
Analysis Description	Analisis Estatico Perfil 2 con Muro Anclado		
Drawn By Javier Caballero	*Scale* 1:630	*Company*	
Date		*File Name*	3-Analisis de Estabilidad Estatico Perfil 2.slim

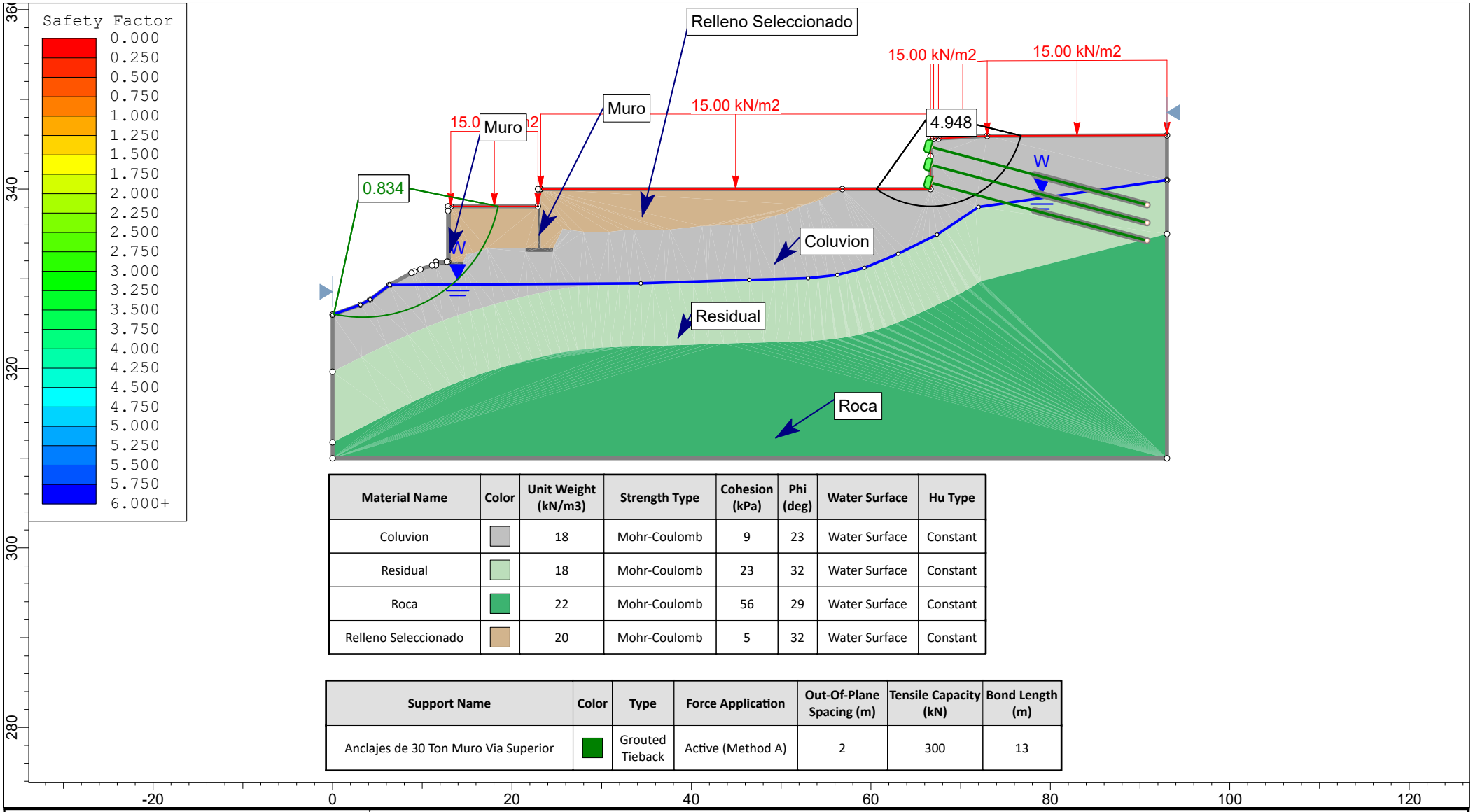


Material Name	Color	Unit Weight (kN/m3)	Strength Type	Cohesion (kPa)	Phi (deg)	Water Surface	Hu Type
Coluvion		18	Mohr-Coulomb	9	23	Water Surface	Constant
Residual		18	Mohr-Coulomb	23	32	Water Surface	Constant
Roca		22	Mohr-Coulomb	56	29	Water Surface	Constant
Relleno Seleccionado		20	Mohr-Coulomb	5	32	Water Surface	Constant

Support Name	Color	Type	Force Application	Out-Of-Plane Spacing (m)	Tensile Capacity (kN)	Bond Length (m)
Anclajes de 30 Ton Muro Via Superior		Grouted Tieback	Active (Method A)	2	300	13

SLIDEINTERPRET 6.020

Project	Club Nautico Topocoro		
Analysis Description	Analisis Dinamico Perfil 2 con Muro Anclado		
Drawn By	Javier Caballero	*Scale* 1:864	*Company*
Date			*File Name* 4-Analisis de Estabilidad Dinamico Perfil 2.slim



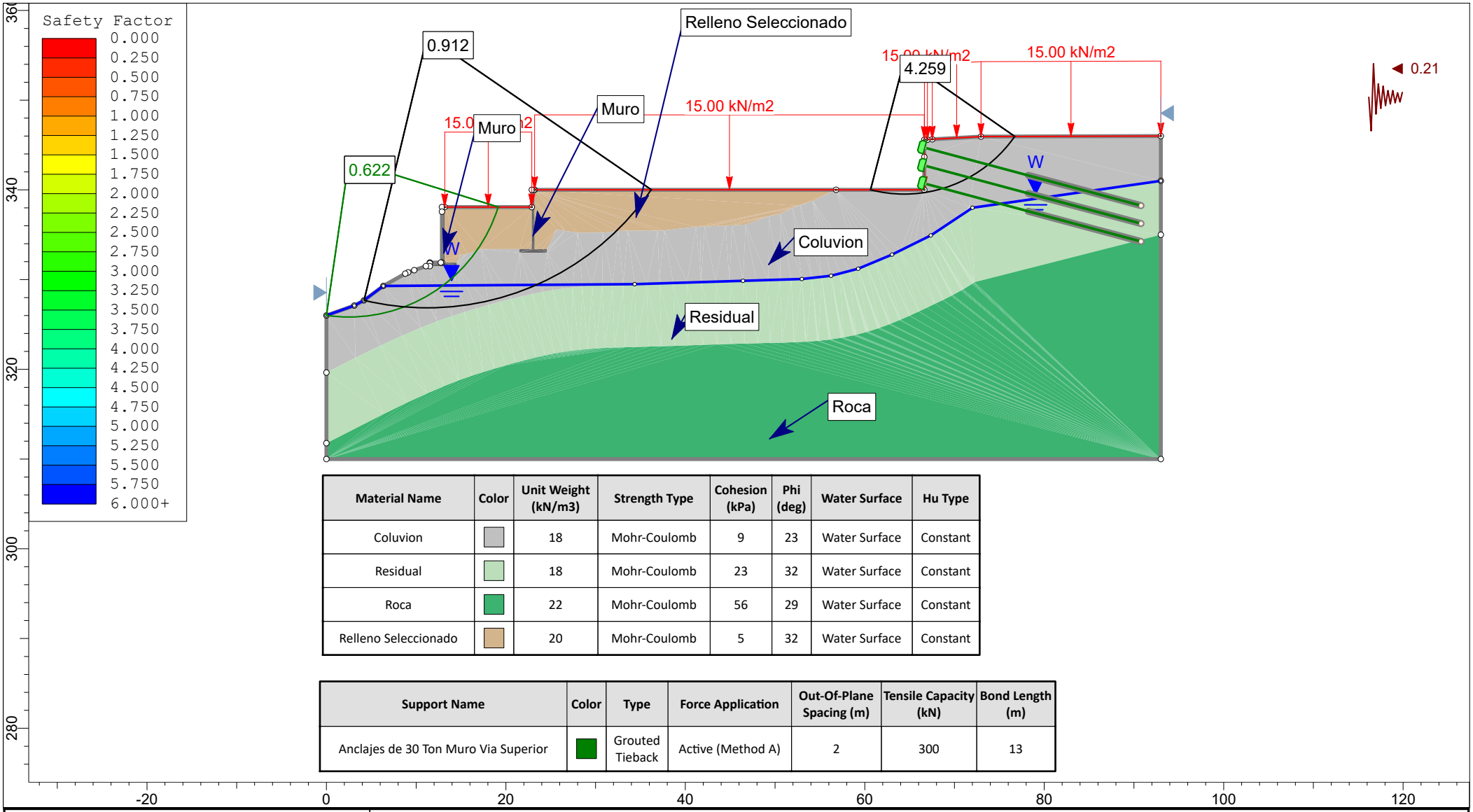
Material Name	Color	Unit Weight (kN/m3)	Strength Type	Cohesion (kPa)	Phi (deg)	Water Surface	Hu Type
Coluvion		18	Mohr-Coulomb	9	23	Water Surface	Constant
Residual		18	Mohr-Coulomb	23	32	Water Surface	Constant
Roca		22	Mohr-Coulomb	56	29	Water Surface	Constant
Relleno Seleccionado		20	Mohr-Coulomb	5	32	Water Surface	Constant

Support Name	Color	Type	Force Application	Out-Of-Plane Spacing (m)	Tensile Capacity (kN)	Bond Length (m)
Anclajes de 30 Ton Muro Via Superior		Grouted Tieback	Active (Method A)	2	300	13

rocscience

SLIDEINTERPRET 6.020

Project	Club Nautico Topocoro		
Analysis Description	Analisis Estatico Perfil 3		
Drawn By	Javier Caballero	*Scale* 1:590	*Company*
Date			*File Name* 5-Analisis de Estabilidad Estatico Perfil 3.slim

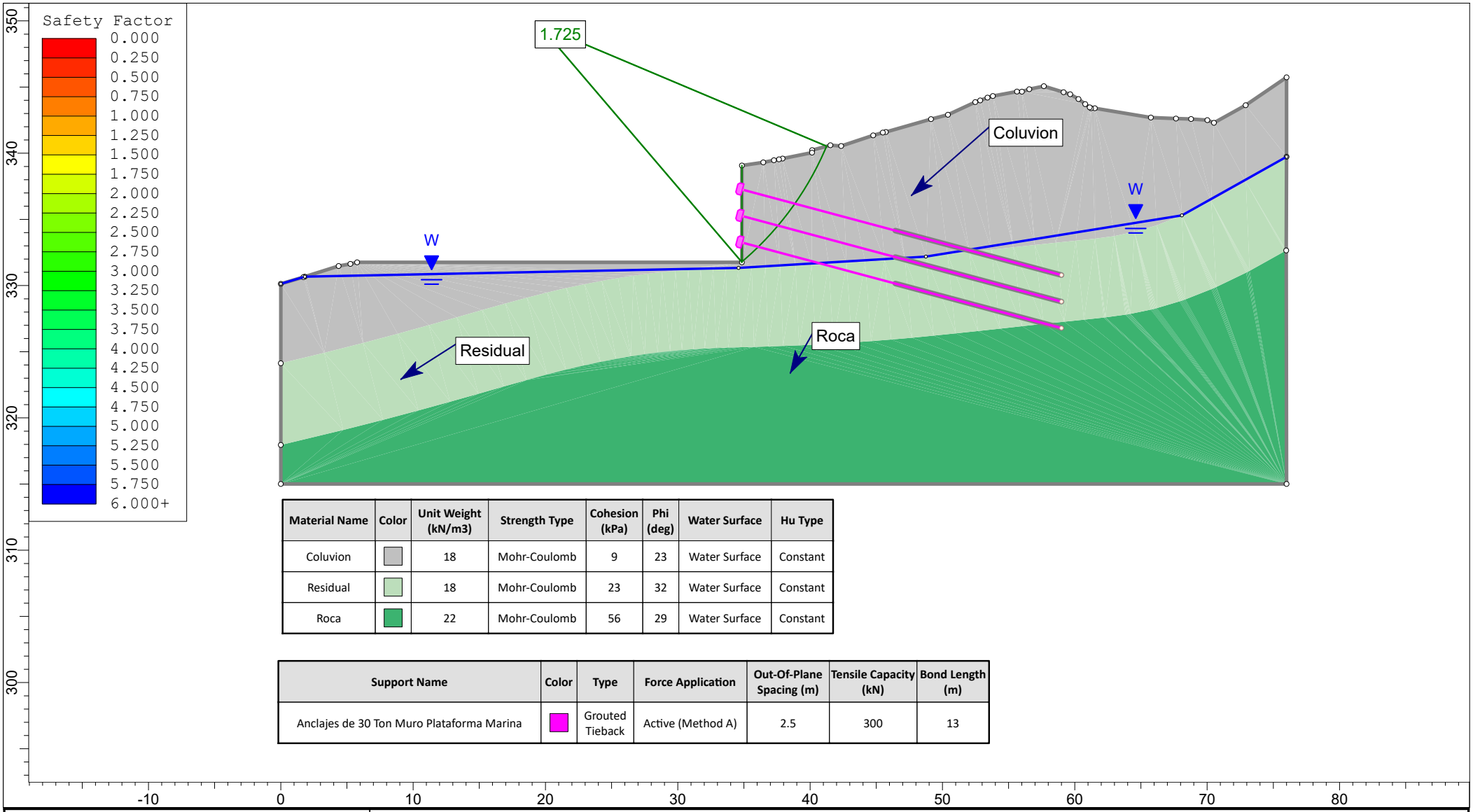


Material Name	Color	Unit Weight (kN/m3)	Strength Type	Cohesion (kPa)	Phi (deg)	Water Surface	Hu Type
Coluvion		18	Mohr-Coulomb	9	23	Water Surface	Constant
Residual		18	Mohr-Coulomb	23	32	Water Surface	Constant
Roca		22	Mohr-Coulomb	56	29	Water Surface	Constant
Relleno Seleccionado		20	Mohr-Coulomb	5	32	Water Surface	Constant

Support Name	Color	Type	Force Application	Out-Of-Plane Spacing (m)	Tensile Capacity (kN)	Bond Length (m)
Anclajes de 30 Ton Muro Via Superior		Grouted Tieback	Active (Method A)	2	300	13

SLIDEINTERPRET 6.020

Project	Club Nautico Topocoro		
Analysis Description	Analisis Dinamico Perfil 3		
Drawn By	Javier Caballero	*Scale* 1:590	*Company*
Date			*File Name* 6-Analisis de Estabilidad Dinamico Perfil 3.slim



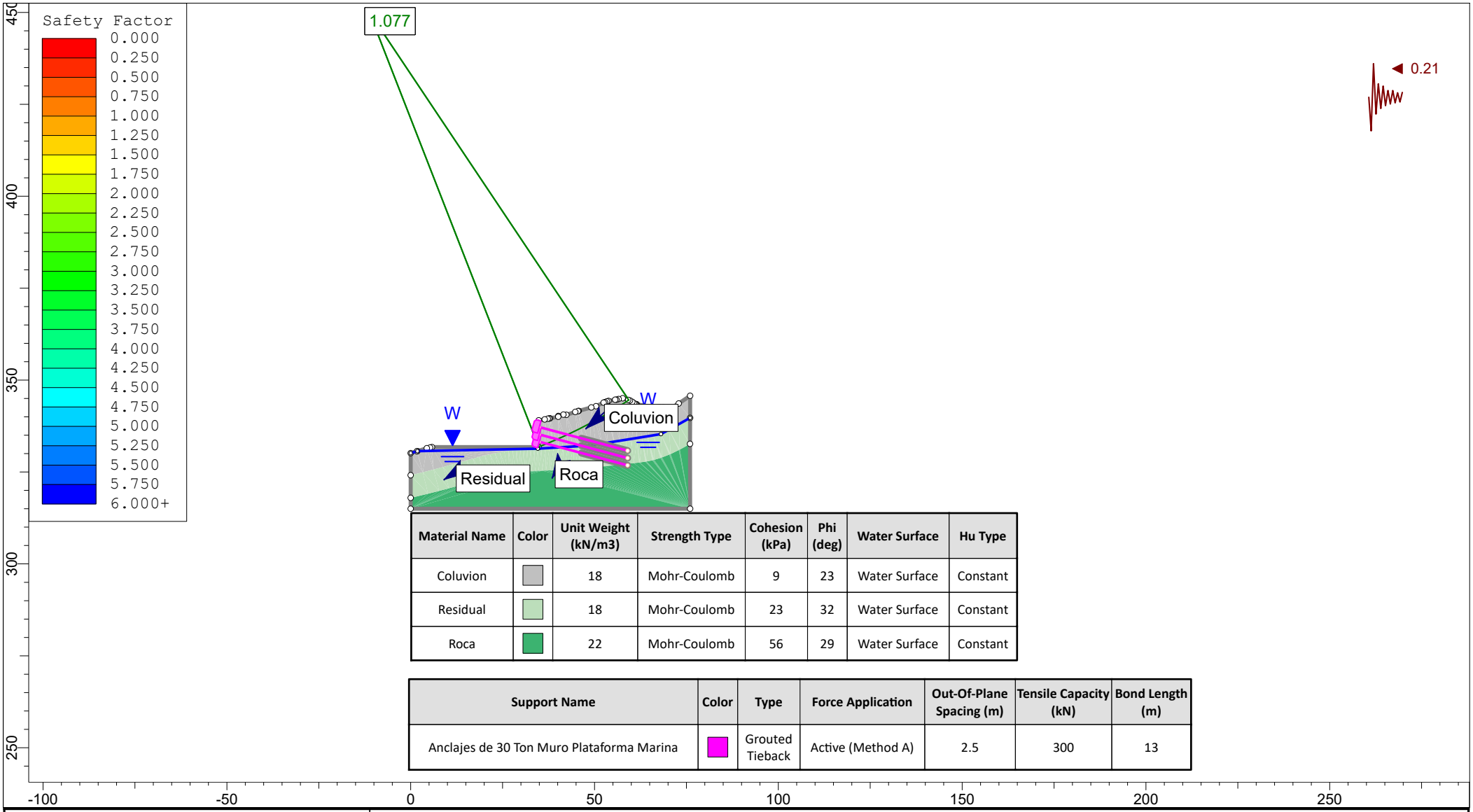
Material Name	Color	Unit Weight (kN/m3)	Strength Type	Cohesion (kPa)	Phi (deg)	Water Surface	Hu Type
Coluvion		18	Mohr-Coulomb	9	23	Water Surface	Constant
Residual		18	Mohr-Coulomb	23	32	Water Surface	Constant
Roca		22	Mohr-Coulomb	56	29	Water Surface	Constant

Support Name	Color	Type	Force Application	Out-Of-Plane Spacing (m)	Tensile Capacity (kN)	Bond Length (m)
Anclajes de 30 Ton Muro Plataforma Marina		Grouted Tieback	Active (Method A)	2.5	300	13

rocscience

SLIDEINTERPRET 6.020

Project	Club Nautico Topocoro		
Analysis Description	Analisis Estatico Perfil 4 con Muro Anclado		
Drawn By	Javier Caballero	*Scale* 1:400	*Company*
Date			*File Name* 7-Analisis de Estabilidad Estatico Perfil 4.slim



Material Name	Color	Unit Weight (kN/m3)	Strength Type	Cohesion (kPa)	Phi (deg)	Water Surface	Hu Type
Coluvion		18	Mohr-Coulomb	9	23	Water Surface	Constant
Residual		18	Mohr-Coulomb	23	32	Water Surface	Constant
Roca		22	Mohr-Coulomb	56	29	Water Surface	Constant

Support Name	Color	Type	Force Application	Out-Of-Plane Spacing (m)	Tensile Capacity (kN)	Bond Length (m)
Anclajes de 30 Ton Muro Plataforma Marina		Grouted Tieback	Active (Method A)	2.5	300	13

SLIDEINTERPRET 6.020

Project: Club Nautico Topocoro

Analysis Description: Analisis Dinamico Perfil 4 con Muro Anclado

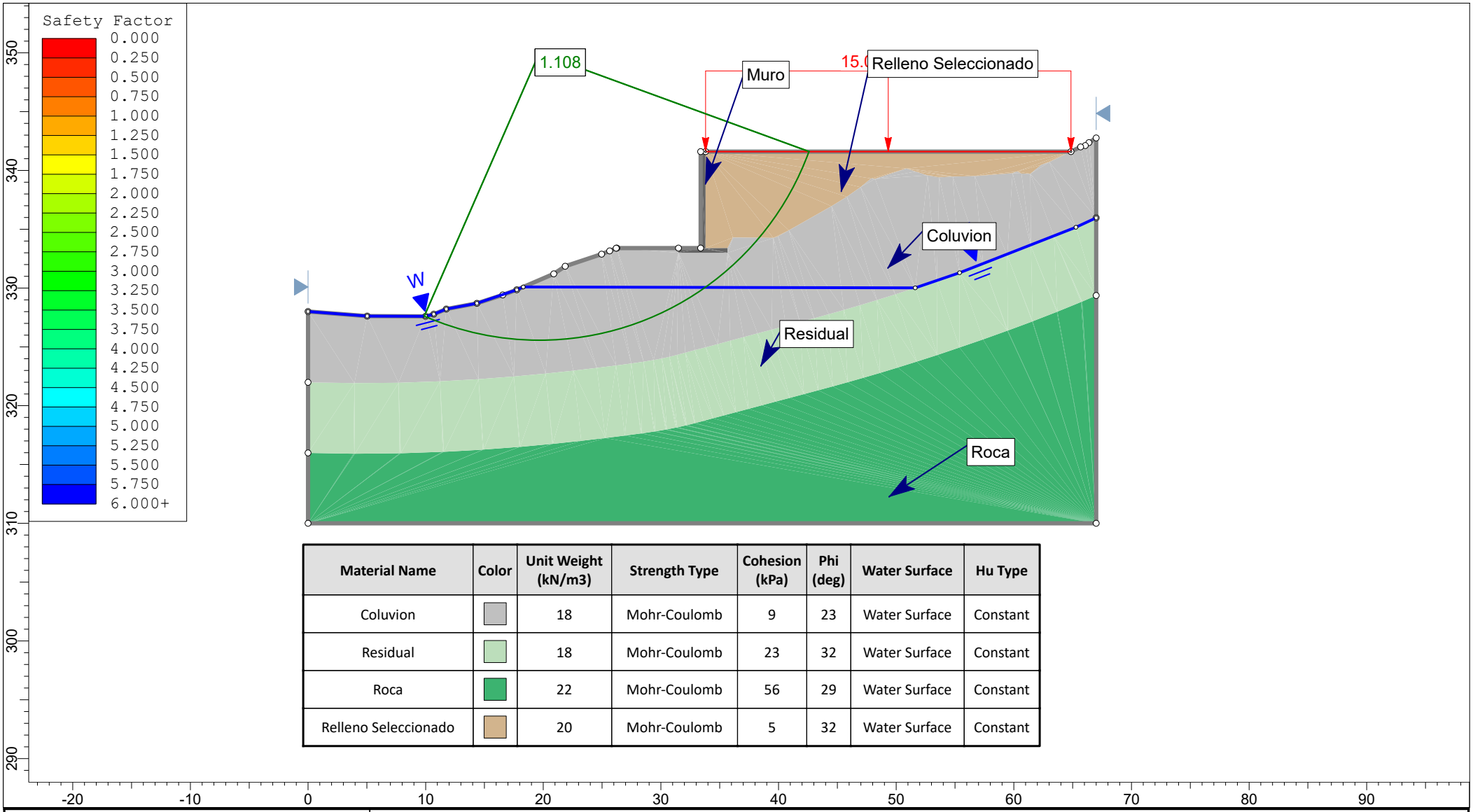
Drawn By: Javier Caballero

Scale: 1:1440

Company:

Date:

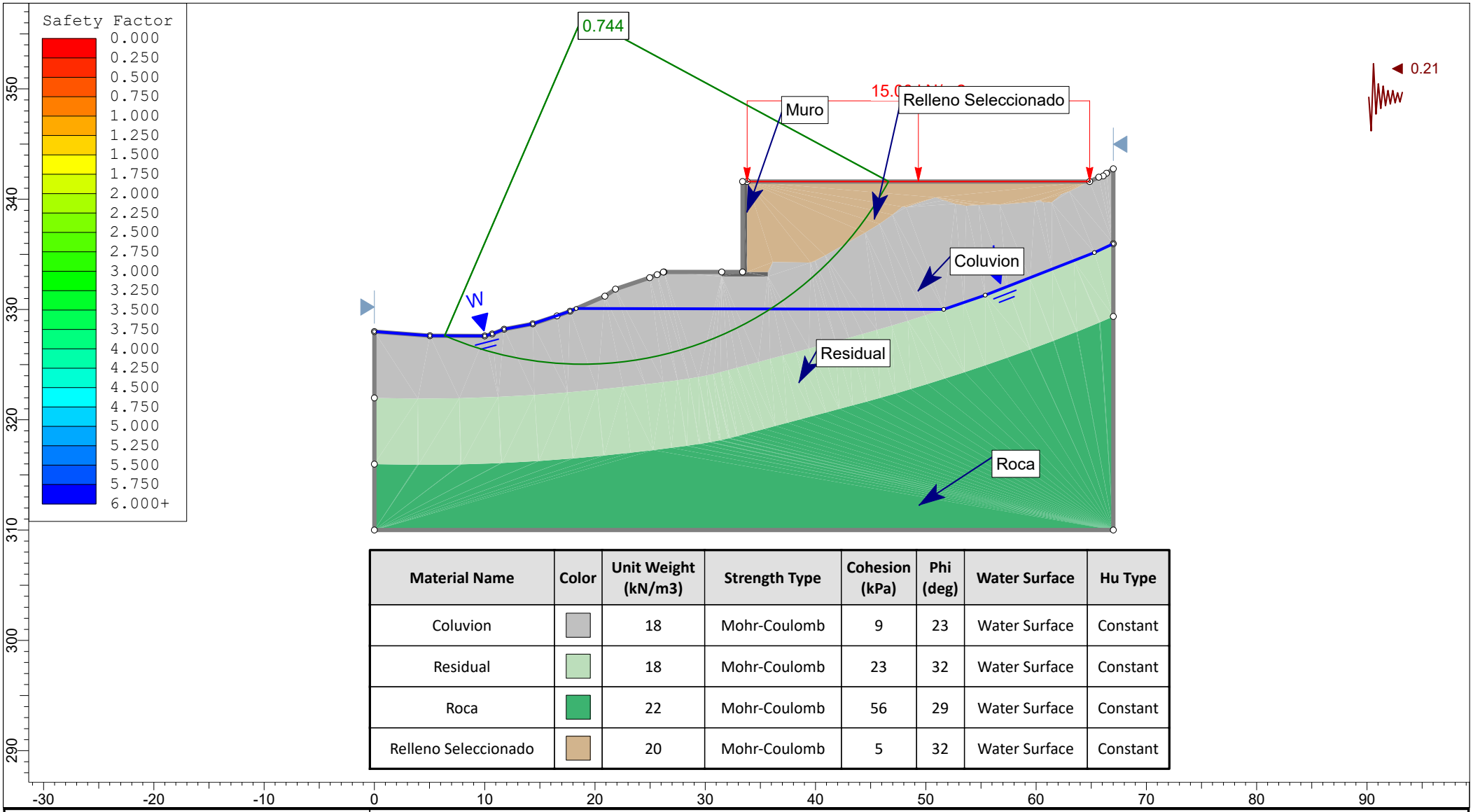
File Name: 8-Analisis de Estabilidad Dinamico Perfil 4.slim



Material Name	Color	Unit Weight (kN/m3)	Strength Type	Cohesion (kPa)	Phi (deg)	Water Surface	Hu Type
Coluvion		18	Mohr-Coulomb	9	23	Water Surface	Constant
Residual		18	Mohr-Coulomb	23	32	Water Surface	Constant
Roca		22	Mohr-Coulomb	56	29	Water Surface	Constant
Relleno Seleccionado		20	Mohr-Coulomb	5	32	Water Surface	Constant

SLIDEINTERPRET 6.020

Project	Club Nautico Topocoro		
Analysis Description	Analisis Estatico Perfil 5		
Drawn By Javier Caballero	*Scale* 1:450	*Company*	
Date		*File Name*	9-Analisis de Estabilidad Estatico Perfil 5.slim

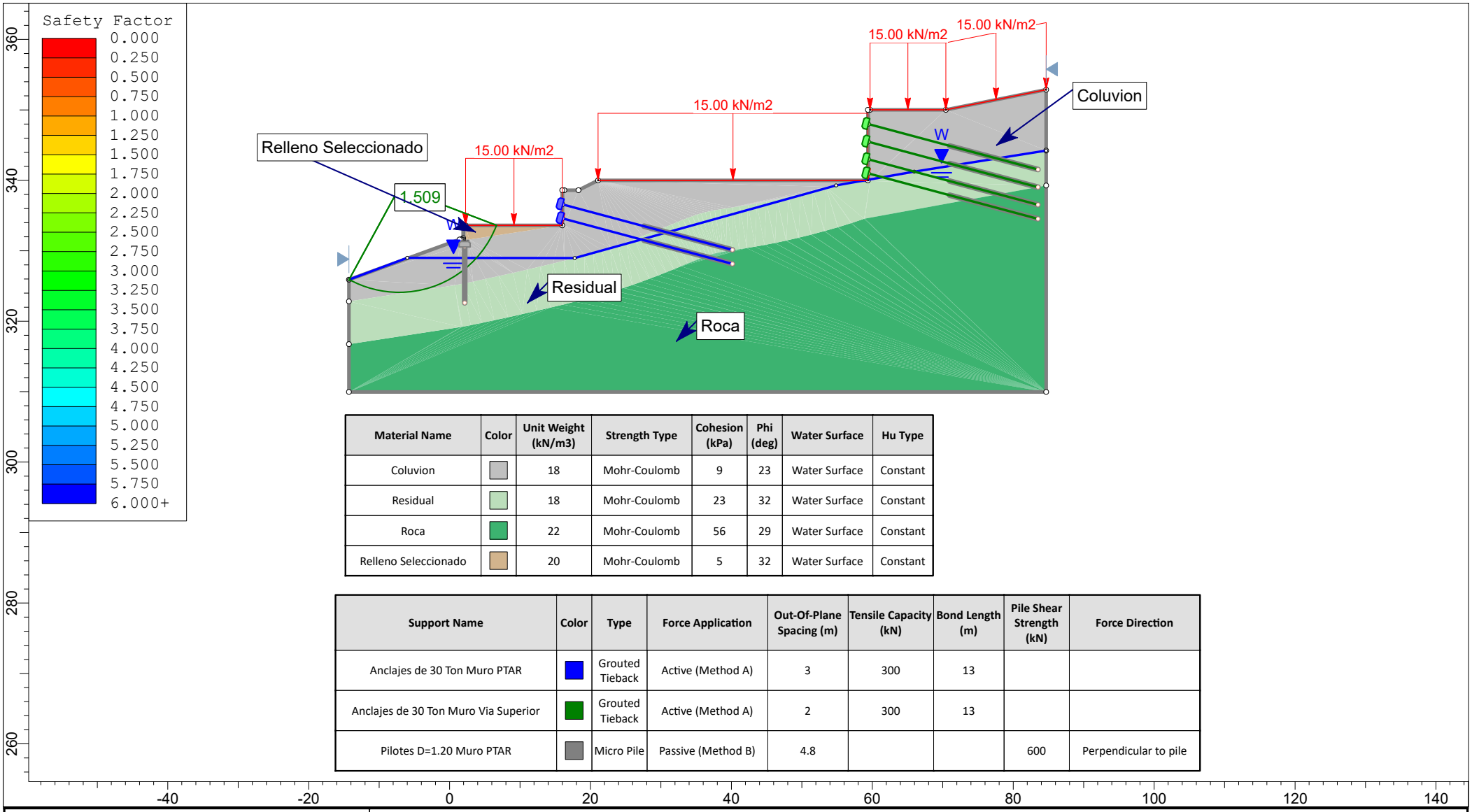


Material Name	Color	Unit Weight (kN/m3)	Strength Type	Cohesion (kPa)	Phi (deg)	Water Surface	Hu Type
Coluvion		18	Mohr-Coulomb	9	23	Water Surface	Constant
Residual		18	Mohr-Coulomb	23	32	Water Surface	Constant
Roca		22	Mohr-Coulomb	56	29	Water Surface	Constant
Relleno Seleccionado		20	Mohr-Coulomb	5	32	Water Surface	Constant

SLIDEINTERPRET 6.020

Project	Club Nautico Topocoro		
Analysis Description	Analisis Dinamico Perfil 5		
Drawn By Javier Caballero	*Scale* 1:480	*Company*	
Date		*File Name*	10-Analisis de Estabilidad Dinamico Perfil 5.slim

ANEXO 6. ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DE MUROS CON PILOTES CLUB NÁUTICO TOPOCORO

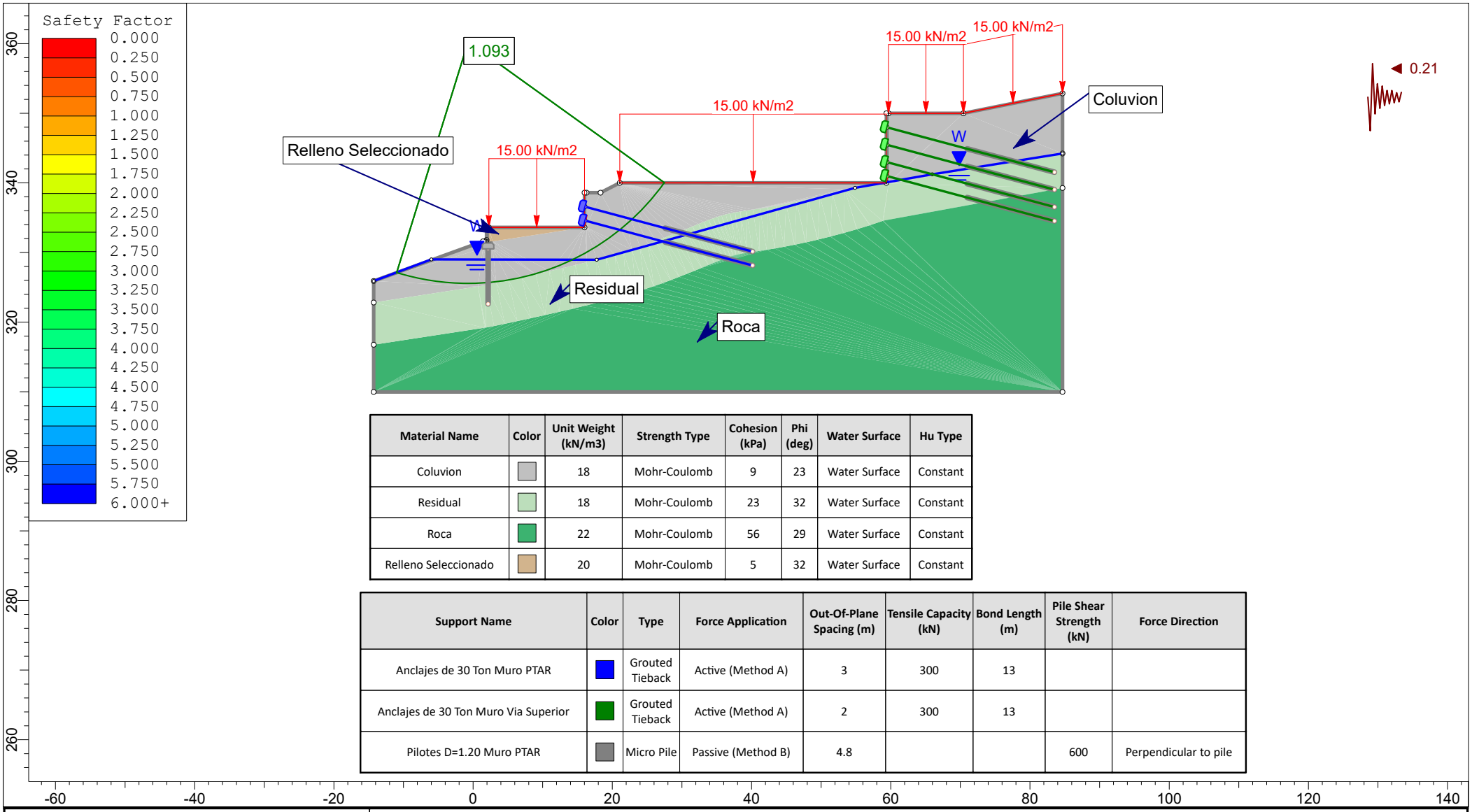


Material Name	Color	Unit Weight (kN/m3)	Strength Type	Cohesion (kPa)	Phi (deg)	Water Surface	Hu Type
Coluvion		18	Mohr-Coulomb	9	23	Water Surface	Constant
Residual		18	Mohr-Coulomb	23	32	Water Surface	Constant
Roca		22	Mohr-Coulomb	56	29	Water Surface	Constant
Relleno Seleccionado		20	Mohr-Coulomb	5	32	Water Surface	Constant

Support Name	Color	Type	Force Application	Out-Of-Plane Spacing (m)	Tensile Capacity (kN)	Bond Length (m)	Pile Shear Strength (kN)	Force Direction
Anclajes de 30 Ton Muro PTAR		Grouted Tieback	Active (Method A)	3	300	13		
Anclajes de 30 Ton Muro Via Superior		Grouted Tieback	Active (Method A)	2	300	13		
Pilotes D=1.20 Muro PTAR		Micro Pile	Passive (Method B)	4.8			600	Perpendicular to pile

SLIDEINTERPRET 6.020

Project	Club Nautico Topocoro		
Analysis Description	Analisis Estatico Perfil 1 con Muros Anclados		
Drawn By Javier Caballero	*Scale* 1:751	*Company*	
Date		*File Name* 1-Analisis de Estabilidad Estatico Perfil 1 con Pilotes.slim	

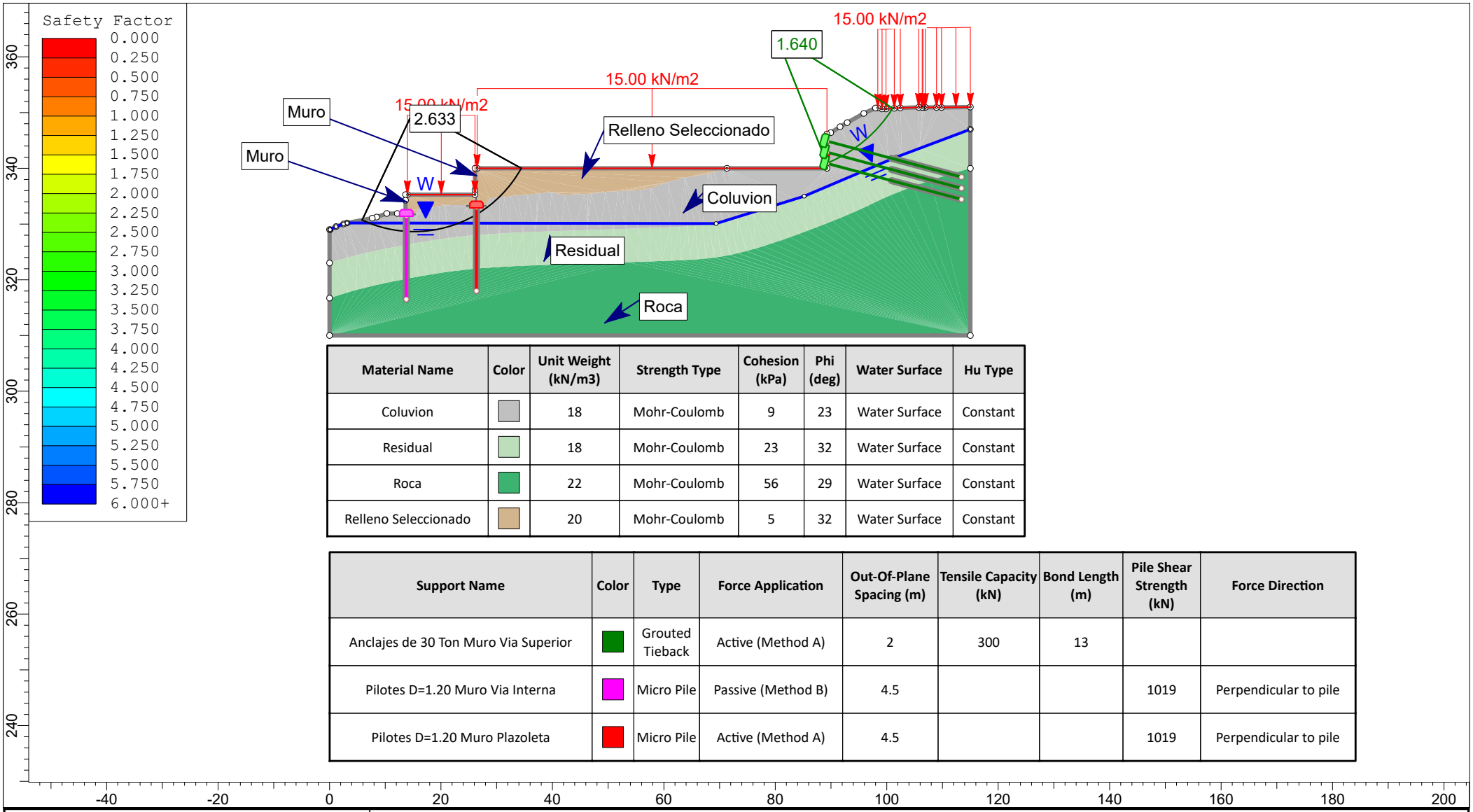


Material Name	Color	Unit Weight (kN/m3)	Strength Type	Cohesion (kPa)	Phi (deg)	Water Surface	Hu Type
Coluvion		18	Mohr-Coulomb	9	23	Water Surface	Constant
Residual		18	Mohr-Coulomb	23	32	Water Surface	Constant
Roca		22	Mohr-Coulomb	56	29	Water Surface	Constant
Relleno Seleccionado		20	Mohr-Coulomb	5	32	Water Surface	Constant

Support Name	Color	Type	Force Application	Out-Of-Plane Spacing (m)	Tensile Capacity (kN)	Bond Length (m)	Pile Shear Strength (kN)	Force Direction
Anclajes de 30 Ton Muro PTAR		Grouted Tieback	Active (Method A)	3	300	13		
Anclajes de 30 Ton Muro Via Superior		Grouted Tieback	Active (Method A)	2	300	13		
Pilotes D=1.20 Muro PTAR		Micro Pile	Passive (Method B)	4.8			600	Perpendicular to pile

SLIDEINTERPRET 6.020

Project	Club Nautico Topocoro		
Analysis Description	Analisis Dinamico Perfil 1 con Muros Anclados y Pilotes		
Drawn By	Javier Caballero	*Scale* 1:760	*Company*
Date		*File Name*	2-Analisis de Estabilidad Dinamico Perfil 1 con Pilotes.slim

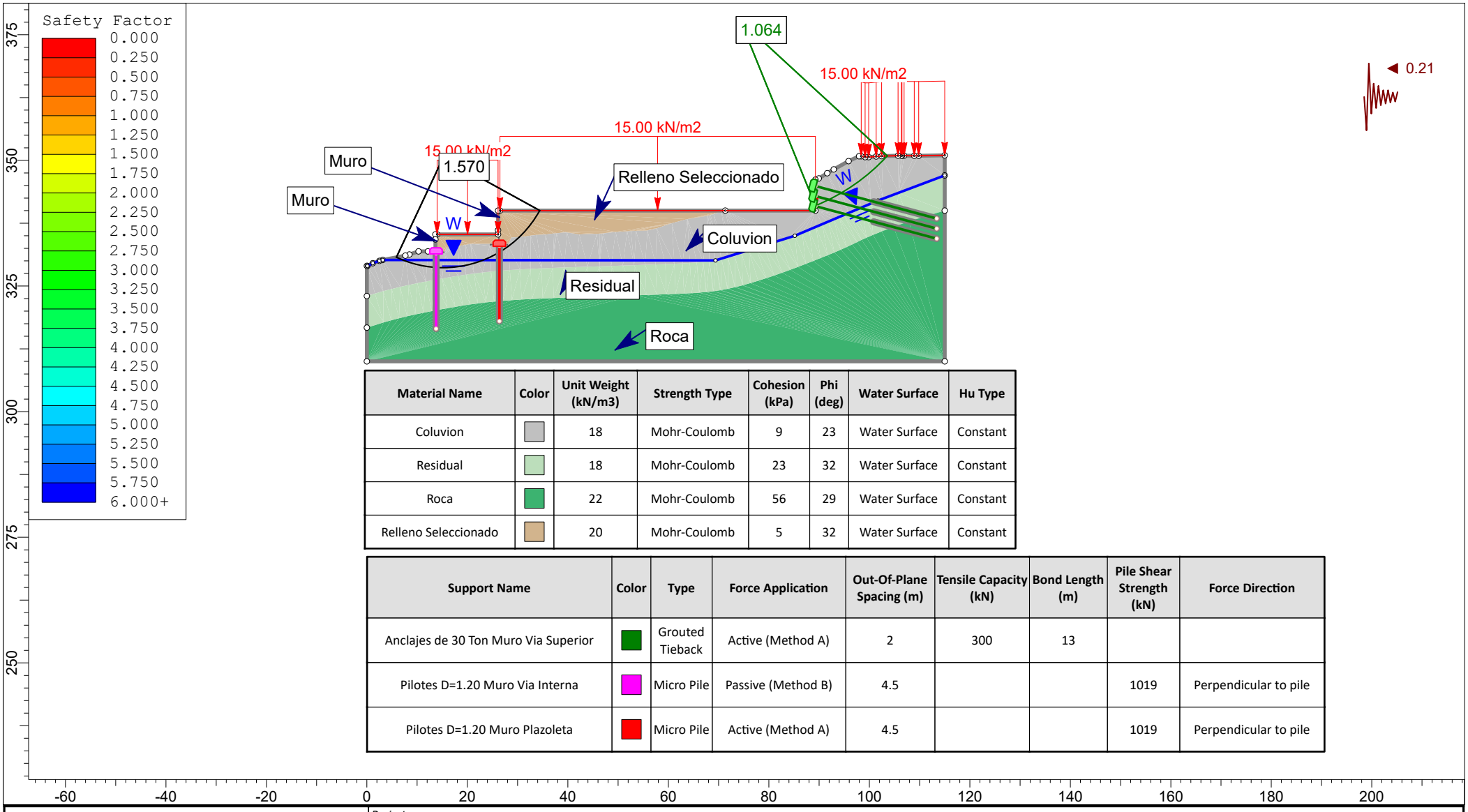


Material Name	Color	Unit Weight (kN/m3)	Strength Type	Cohesion (kPa)	Phi (deg)	Water Surface	Hu Type
Coluvion		18	Mohr-Coulomb	9	23	Water Surface	Constant
Residual		18	Mohr-Coulomb	23	32	Water Surface	Constant
Roca		22	Mohr-Coulomb	56	29	Water Surface	Constant
Relleno Seleccionado		20	Mohr-Coulomb	5	32	Water Surface	Constant

Support Name	Color	Type	Force Application	Out-Of-Plane Spacing (m)	Tensile Capacity (kN)	Bond Length (m)	Pile Shear Strength (kN)	Force Direction
Anclajes de 30 Ton Muro Via Superior		Grouted Tieback	Active (Method A)	2	300	13		
Pilotes D=1.20 Muro Via Interna		Micro Pile	Passive (Method B)	4.5			1019	Perpendicular to pile
Pilotes D=1.20 Muro Plazoleta		Micro Pile	Active (Method A)	4.5			1019	Perpendicular to pile

SLIDEINTERPRET 6.020

Project	Club Nautico Topocoro		
Analysis Description	Analisis Estatico Perfil 2 con Muro Anclado y Pilotes		
Drawn By Javier Caballero	*Scale* 1:950	*Company*	
Date		*File Name* 3-Analisis de Estabilidad Estatico Perfil 2 con Pilotes.slim	

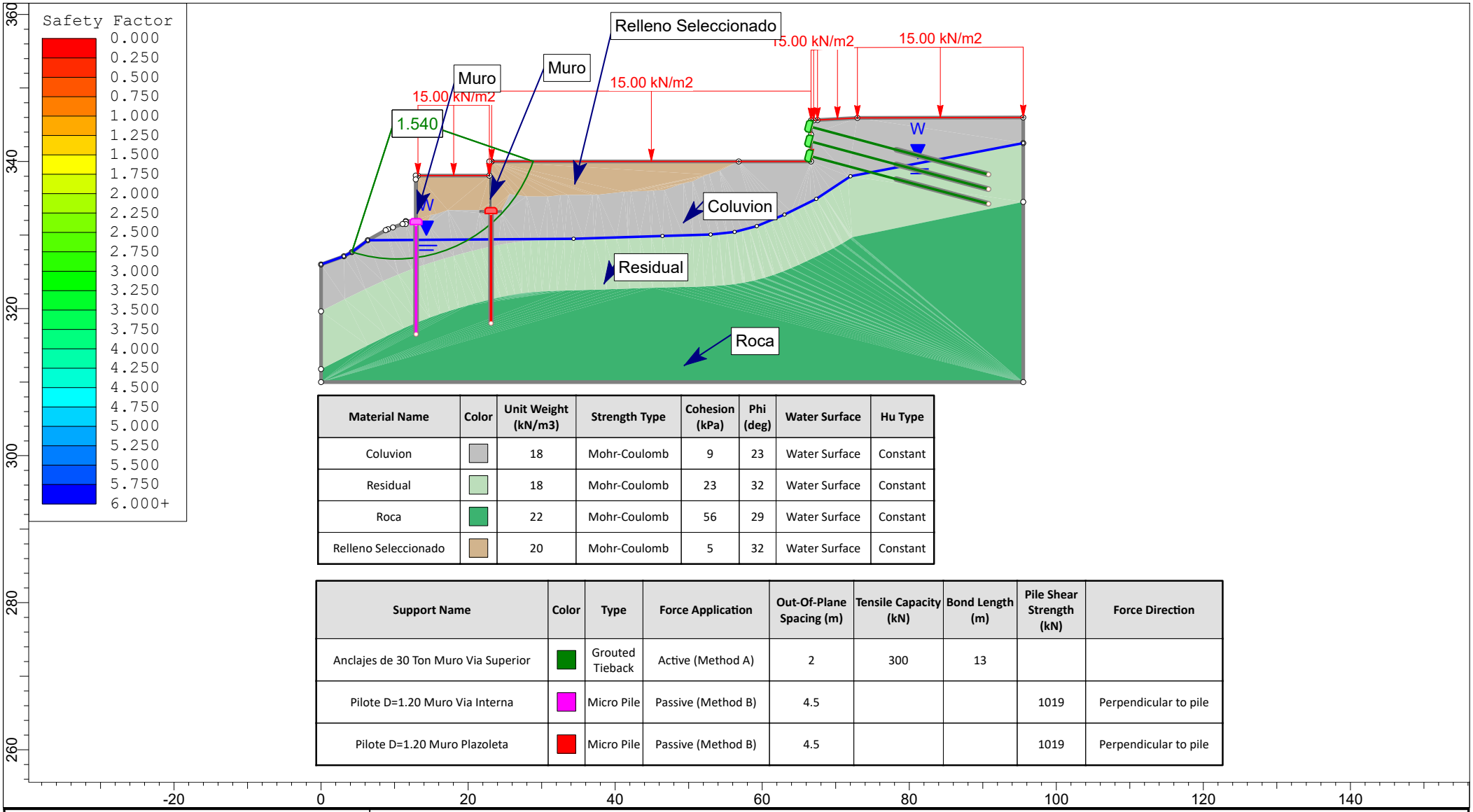


Material Name	Color	Unit Weight (kN/m3)	Strength Type	Cohesion (kPa)	Phi (deg)	Water Surface	Hu Type
Coluvion		18	Mohr-Coulomb	9	23	Water Surface	Constant
Residual		18	Mohr-Coulomb	23	32	Water Surface	Constant
Roca		22	Mohr-Coulomb	56	29	Water Surface	Constant
Relleno Seleccionado		20	Mohr-Coulomb	5	32	Water Surface	Constant

Support Name	Color	Type	Force Application	Out-Of-Plane Spacing (m)	Tensile Capacity (kN)	Bond Length (m)	Pile Shear Strength (kN)	Force Direction
Anclajes de 30 Ton Muro Via Superior		Grouted Tieback	Active (Method A)	2	300	13		
Pilotes D=1.20 Muro Via Interna		Micro Pile	Passive (Method B)	4.5			1019	Perpendicular to pile
Pilotes D=1.20 Muro Plazoleta		Micro Pile	Active (Method A)	4.5			1019	Perpendicular to pile

SLIDEINTERPRET 6.020

Project	Club Nautico Topocoro		
Analysis Description	Analisis Estatico Perfil 2 con Muro Anclado y Pilotes		
Drawn By Javier Caballero	*Scale* 1:1050	*Company*	
Date		*File Name* 4-Analisis de Estabilidad Dinamico Perfil 2 con Pilotes.slim	



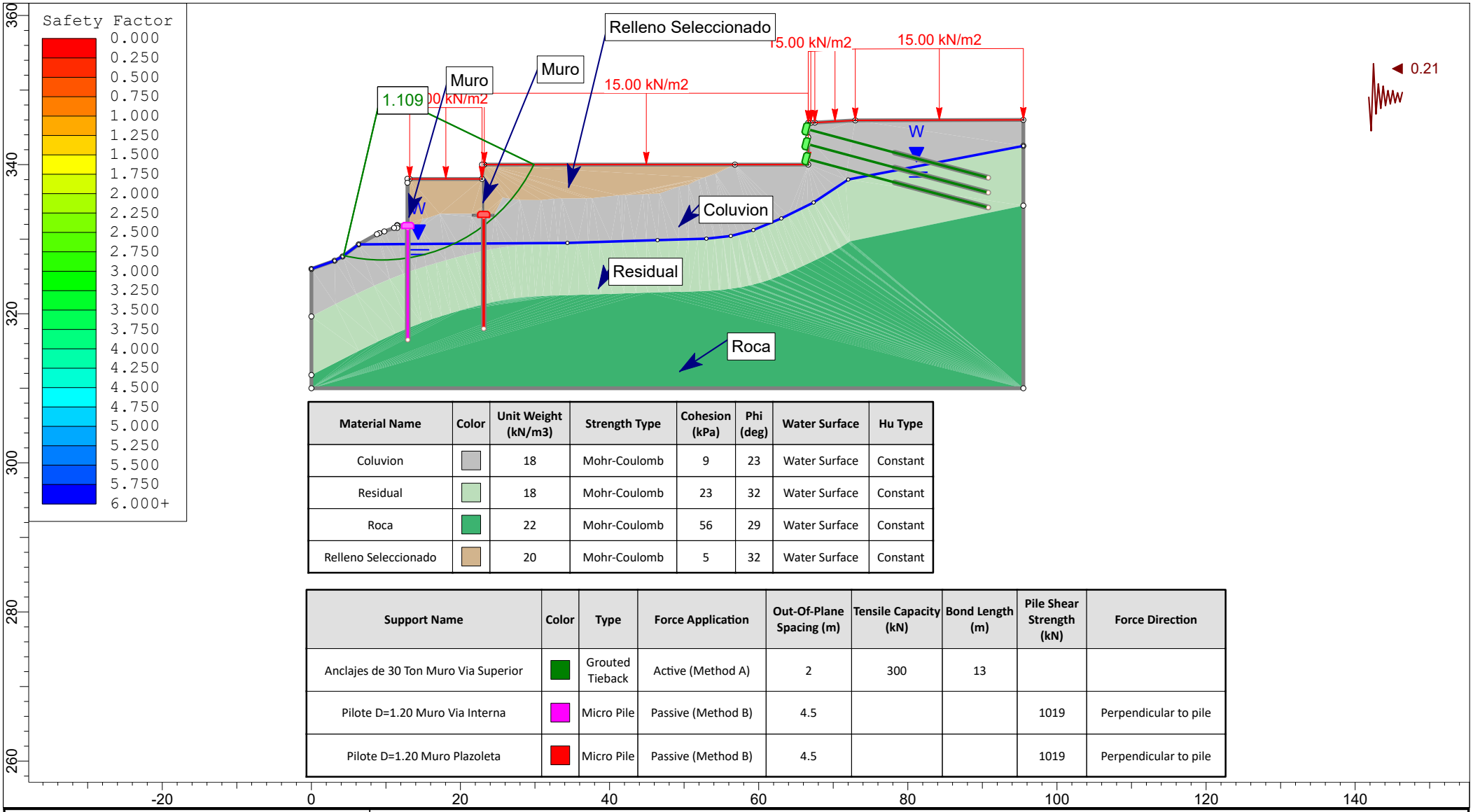
Material Name	Color	Unit Weight (kN/m3)	Strength Type	Cohesion (kPa)	Phi (deg)	Water Surface	Hu Type
Coluvion		18	Mohr-Coulomb	9	23	Water Surface	Constant
Residual		18	Mohr-Coulomb	23	32	Water Surface	Constant
Roca		22	Mohr-Coulomb	56	29	Water Surface	Constant
Relleno Seleccionado		20	Mohr-Coulomb	5	32	Water Surface	Constant

Support Name	Color	Type	Force Application	Out-Of-Plane Spacing (m)	Tensile Capacity (kN)	Bond Length (m)	Pile Shear Strength (kN)	Force Direction
Anclajes de 30 Ton Muro Via Superior		Grouted Tieback	Active (Method A)	2	300	13		
Pilote D=1.20 Muro Via Interna		Micro Pile	Passive (Method B)	4.5			1019	Perpendicular to pile
Pilote D=1.20 Muro Plazoleta		Micro Pile	Passive (Method B)	4.5			1019	Perpendicular to pile

rocscience

SLIDEINTERPRET 6.020

Project	Club Nautico Topocoro		
Analysis Description	Analisis Estatico Perfil 3 con Anclajes y Pilotes		
Drawn By Javier Caballero	*Scale* 1:720	*Company*	
Date		*File Name* 5-Analisis de Estabilidad Estatico Perfil 3 con Pilotes.slim	

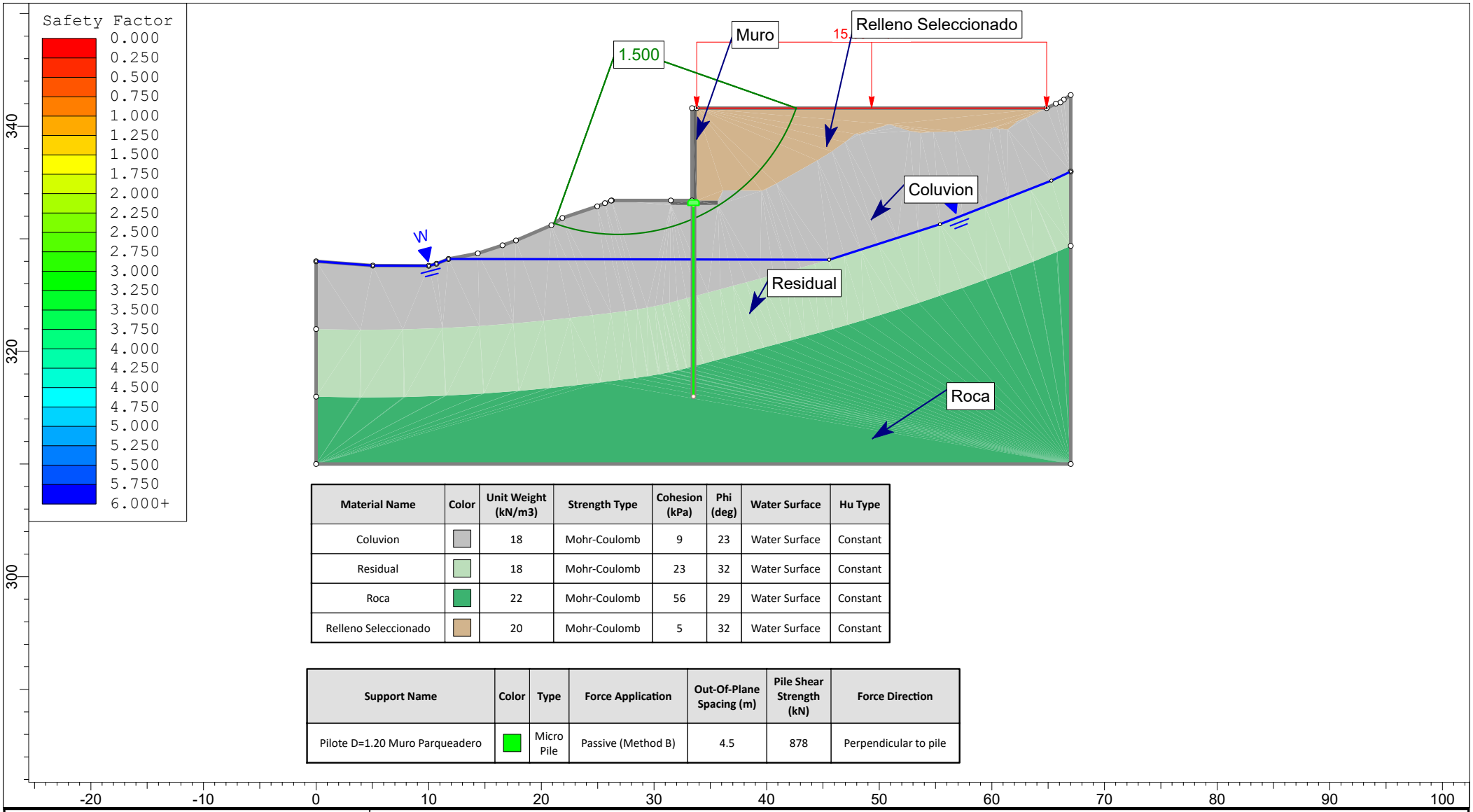


Material Name	Color	Unit Weight (kN/m3)	Strength Type	Cohesion (kPa)	Phi (deg)	Water Surface	Hu Type
Coluvion		18	Mohr-Coulomb	9	23	Water Surface	Constant
Residual		18	Mohr-Coulomb	23	32	Water Surface	Constant
Roca		22	Mohr-Coulomb	56	29	Water Surface	Constant
Relleno Seleccionado		20	Mohr-Coulomb	5	32	Water Surface	Constant

Support Name	Color	Type	Force Application	Out-Of-Plane Spacing (m)	Tensile Capacity (kN)	Bond Length (m)	Pile Shear Strength (kN)	Force Direction
Anclajes de 30 Ton Muro Via Superior		Grouted Tieback	Active (Method A)	2	300	13		
Pilote D=1.20 Muro Via Interna		Micro Pile	Passive (Method B)	4.5			1019	Perpendicular to pile
Pilote D=1.20 Muro Plazoleta		Micro Pile	Passive (Method B)	4.5			1019	Perpendicular to pile

SLIDEINTERPRET 6.020

Project	Club Nautico Topocoro		
Analysis Description	Analisis Dinamico Perfil 3 con Anclajes y Pilotes		
Drawn By Javier Caballero	*Scale* 1:710	*Company*	
Date		*File Name* 6-Analisis de Estabilidad Dinamico Perfil 3 con Pilotes.slim	



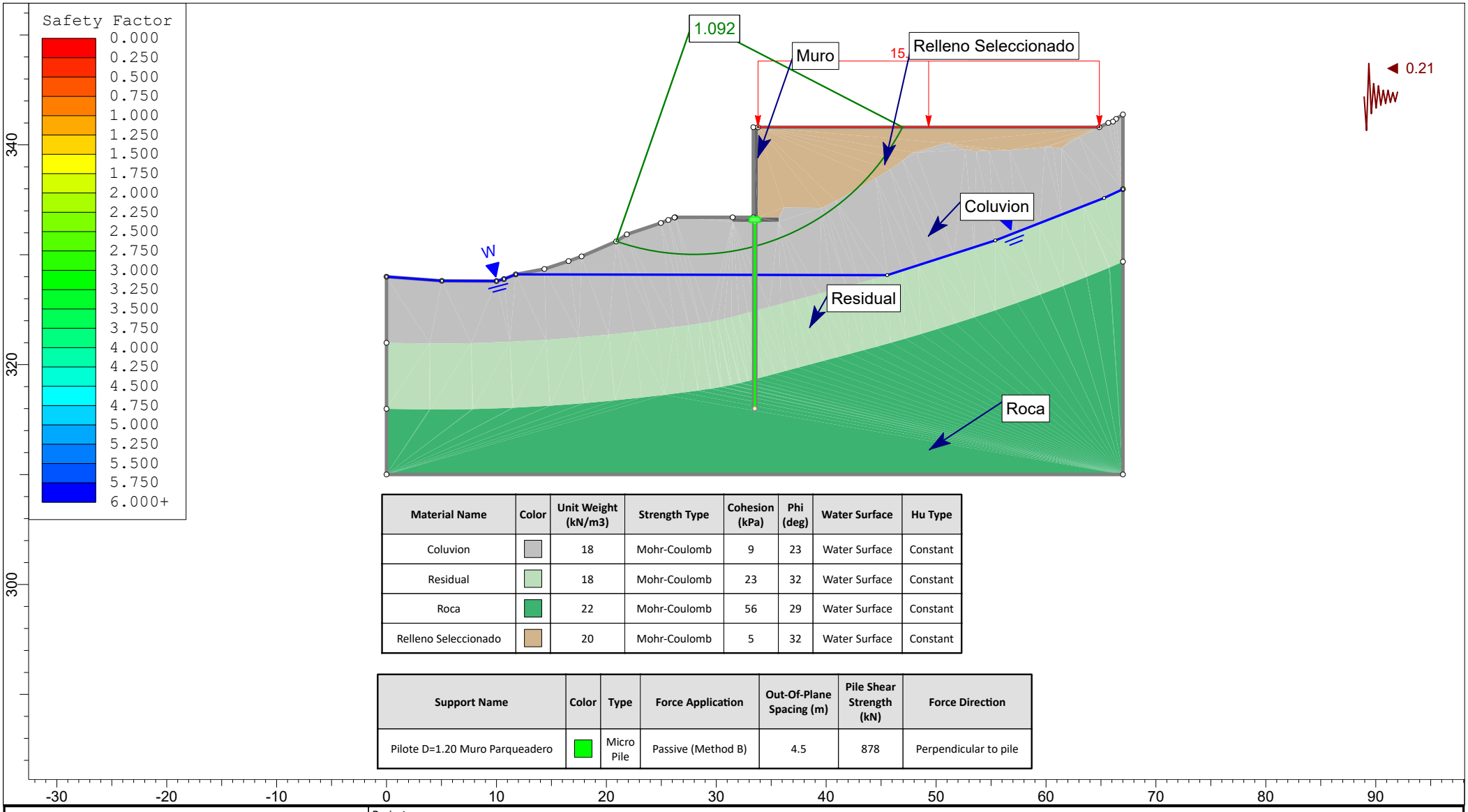
Material Name	Color	Unit Weight (kN/m3)	Strength Type	Cohesion (kPa)	Phi (deg)	Water Surface	Hu Type
Coluvion		18	Mohr-Coulomb	9	23	Water Surface	Constant
Residual		18	Mohr-Coulomb	23	32	Water Surface	Constant
Roca		22	Mohr-Coulomb	56	29	Water Surface	Constant
Relleno Seleccionado		20	Mohr-Coulomb	5	32	Water Surface	Constant

Support Name	Color	Type	Force Application	Out-Of-Plane Spacing (m)	Pile Shear Strength (kN)	Force Direction
Pilote D=1.20 Muro Parqueadero		Micro Pile	Passive (Method B)	4.5	878	Perpendicular to pile

rocscience

SLIDEINTERPRET 6.020

Project	Club Nautico Topocoro		
Analysis Description	Analisis Estatico Perfil 5 Muro con Pilotes		
Drawn By Javier Caballero		*Scale* 1:470	*Company*
Date			*File Name* 9-Analisis de Estabilidad Estatico Perfil 5 con Pilotes.slim



Material Name	Color	Unit Weight (kN/m3)	Strength Type	Cohesion (kPa)	Phi (deg)	Water Surface	Hu Type
Coluvion		18	Mohr-Coulomb	9	23	Water Surface	Constant
Residual		18	Mohr-Coulomb	23	32	Water Surface	Constant
Roca		22	Mohr-Coulomb	56	29	Water Surface	Constant
Relleno Seleccionado		20	Mohr-Coulomb	5	32	Water Surface	Constant

Support Name	Color	Type	Force Application	Out-Of-Plane Spacing (m)	Pile Shear Strength (kN)	Force Direction
Pilote D=1.20 Muro Parqueadero		Micro Pile	Passive (Method B)	4.5	878	Perpendicular to pile

SLIDEINTERPRET 6.020

Project	Club Nautico Topocoro		
Analysis Description	Analisis Dinamico Perfil 5 Muro con Pilotes		
Drawn By Javier Caballero		*Scale* 1:480	*Company*
Date			*File Name* 10-Analisis de Estabilidad Dinamico Perfil 5 con Pilotes.slim

ANEXO 7. MEMORIA DE CÁLCULO DE CAPACIDAD DE PILOTES MURO PARQUEADEROS CLUB NÁUTICO TOPOCORO

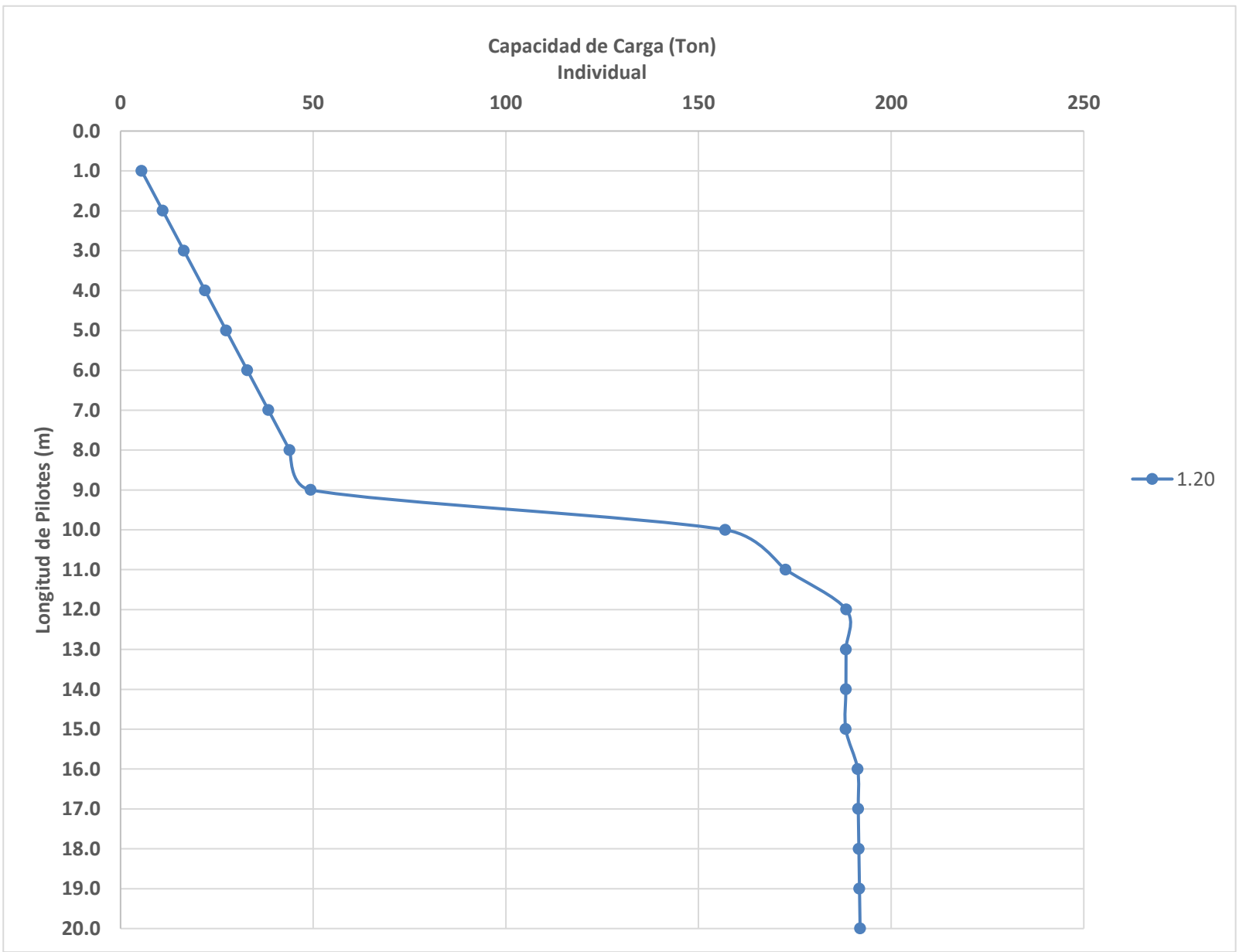
NIVEL FREATICO	-	m

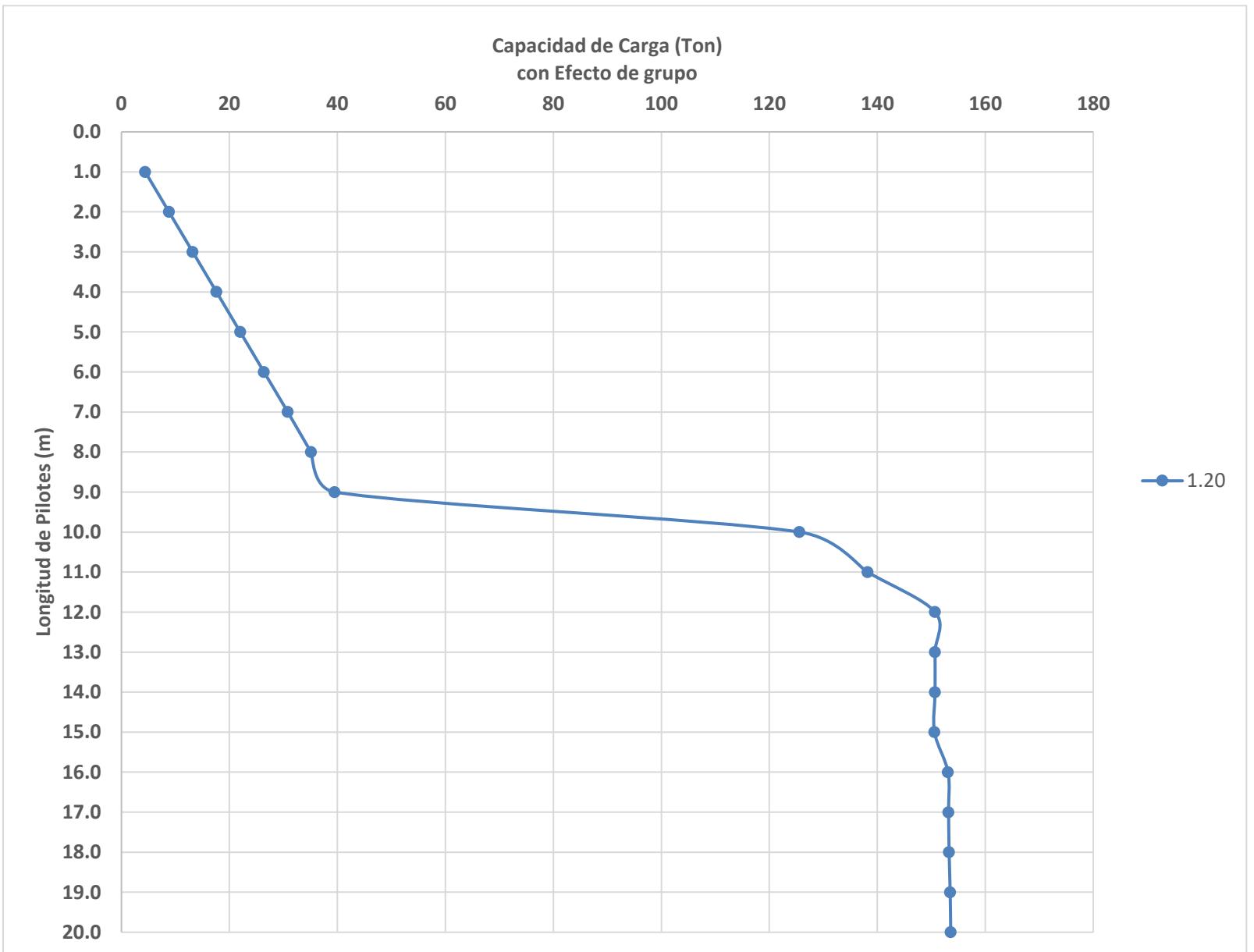
Diametro (m)	Perimetro (m)	Area Punta (m2)	Kdc
1.20	3.77	1.13	12
1.20	3.77	1.13	12
1.20	3.77	1.13	12
1.20	3.77	1.13	12

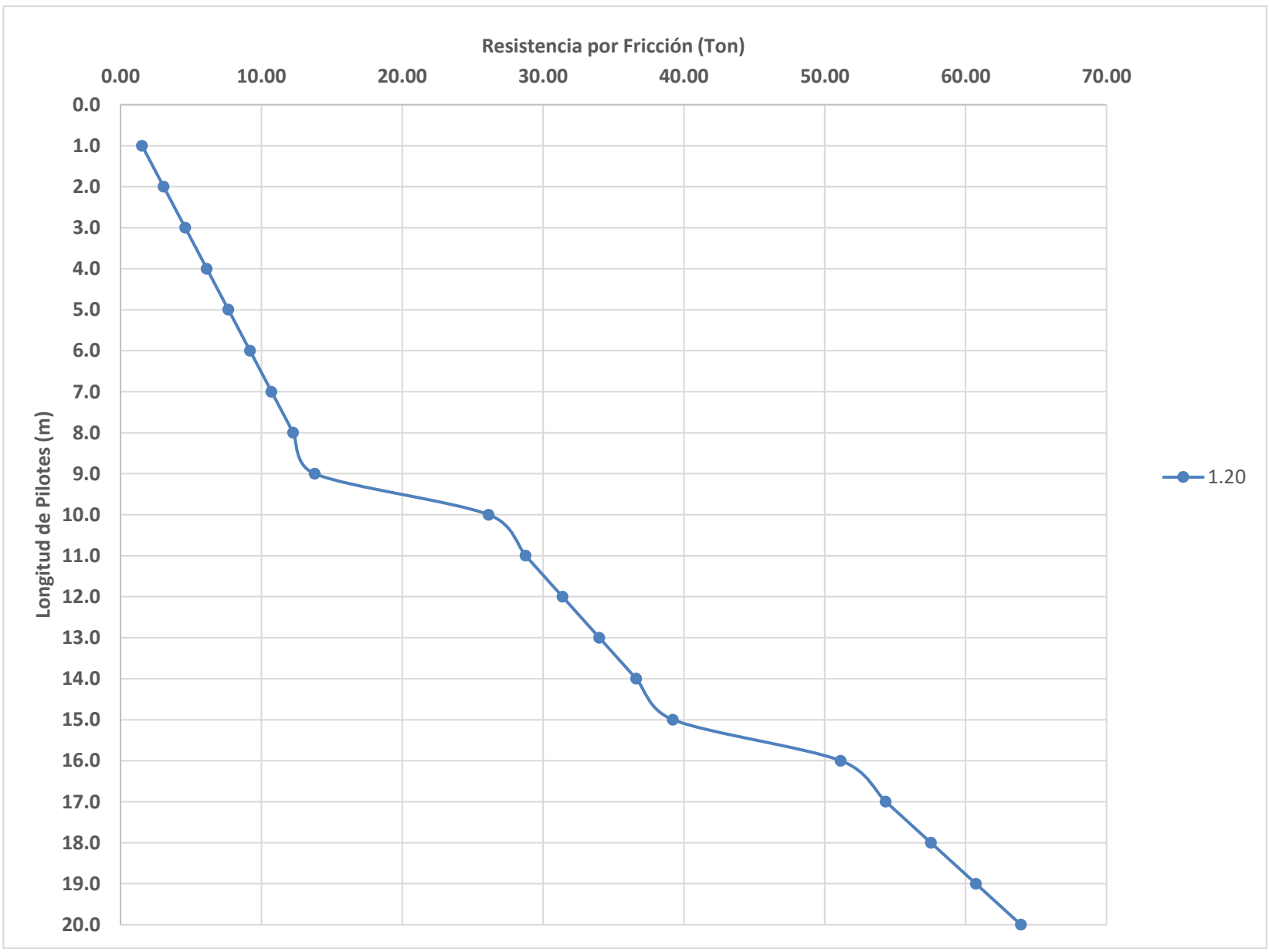
Profundidad (m)			Estrato	ɣ	Pp	σ'v	Arenas				
							Angulo de Fricción	k	tanØa	Reistencia unitaria qs (Ton/m)	Σ Reistencia unitaria qs (Ton/m)
				(Ton/m3)	(Ton/m2)	(ton/m2)					
0.0	-	1.0	Coluviales	1.80	0.00	1.8	23	1.11	0.203	0.41	0.41
1.0	-	2.0		1.80	0.00	3.6	23	1.11	0.203	0.81	0.81
2.0	-	3.0		1.80	0.00	5.4	23	1.11	0.203	1.22	1.22
3.0	-	4.0		1.80	0.00	7.2	23	1.11	0.203	1.63	1.63
4.0	-	5.0		1.80	0.00	9.0	23	1.11	0.203	2.03	2.03
5.0	-	6.0		1.80	0.00	10.8	23	1.11	0.203	2.44	2.44
6.0	-	7.0		1.80	0.00	12.6	23	1.11	0.203	2.85	2.85
7.0	-	8.0		1.80	0.00	14.4	23	1.11	0.203	3.25	3.25
8.0	-	9.0		1.80	0.00	16.2	23	1.11	0.203	3.66	3.66
9.0	-	10.0	Residual	1.80	0.00	18.0	32	1.34	0.287	6.94	6.94
10.0	-	11.0		1.80	0.00	19.8	32	1.34	0.287	7.63	7.63
11.0	-	12.0		1.80	0.00	21.6	32	1.34	0.287	8.32	8.32
12.0	-	13.0		1.80	0.00	23.4	32	1.34	0.287	9.02	9.02
13.0	-	14.0		1.80	0.00	25.2	32	1.34	0.287	9.71	9.71
14.0	-	15.0		1.80	0.00	27.0	32	1.34	0.287	10.41	10.41
15.0	-	16.0	Roca	2.20	0.00	35.2	32	1.34	0.287	13.57	13.57
16.0	-	17.0		2.20	0.00	37.4	32	1.34	0.287	14.41	14.41
17.0	-	18.0		2.20	0.00	39.6	32	1.34	0.287	15.26	15.26
18.0	-	19.0		2.20	0.00	41.8	32	1.34	0.287	16.11	16.11
19.0	-	20.0		2.20	0.00	44.0	32	1.34	0.287	16.96	16.96

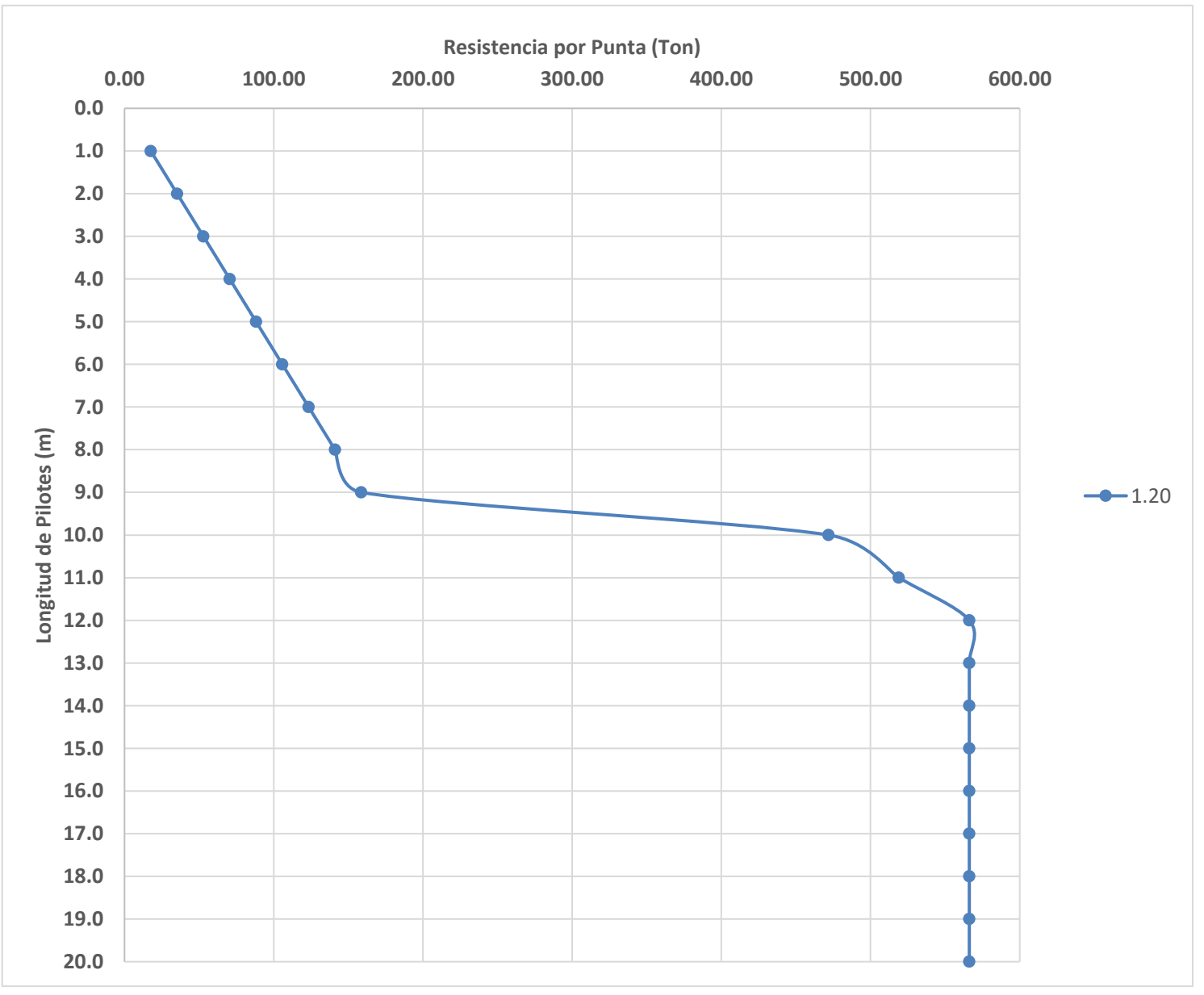
KP	NP	Qs (Ton)				σ'v (ton/m2)				Qp (Ton)				Peso Pilote (Ton)			
		Diametro de Pilote (m)								Diametro de Pilote (m)							
		1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20
2.28	8.7	1.53	1.53	1.53	1.53	1.8	1.8	1.8	1.8	17.63	17.63	17.63	17.63	2.71	2.71	2.71	2.71
2.28	8.7	3.06	3.06	3.06	3.06	3.6	3.6	3.6	3.6	35.26	35.26	35.26	35.26	5.43	5.43	5.43	5.43
2.28	8.7	4.60	4.60	4.60	4.60	5.4	5.4	5.4	5.4	52.90	52.90	52.90	52.90	8.14	8.14	8.14	8.14
2.28	8.7	6.13	6.13	6.13	6.13	7.2	7.2	7.2	7.2	70.53	70.53	70.53	70.53	10.86	10.86	10.86	10.86
2.28	8.7	7.66	7.66	7.66	7.66	9.0	9.0	9.0	9.0	88.16	88.16	88.16	88.16	13.57	13.57	13.57	13.57
2.28	8.7	9.19	9.19	9.19	9.19	10.8	10.8	10.8	10.8	105.79	105.79	105.79	105.79	16.29	16.29	16.29	16.29
2.28	8.7	10.73	10.73	10.73	10.73	12.6	12.6	12.6	12.6	123.42	123.42	123.42	123.42	19.00	19.00	19.00	19.00
2.28	8.7	12.26	12.26	12.26	12.26	14.4	14.4	14.4	14.4	141.06	141.06	141.06	141.06	21.71	21.71	21.71	21.71
2.28	8.7	13.79	13.79	13.79	13.79	16.2	16.2	16.2	16.2	158.69	158.69	158.69	158.69	24.43	24.43	24.43	24.43
3.25	23.2	26.15	26.15	26.15	26.15	18.0	18.0	18.0	18.0	471.82	471.82	471.82	471.82	27.14	27.14	27.14	27.14
3.25	23.2	28.77	28.77	28.77	28.77	19.8	19.8	19.8	19.8	519.00	519.00	519.00	519.00	29.86	29.86	29.86	29.86
3.25	23.2	31.38	31.38	31.38	31.38	21.6	21.6	21.6	21.6	566.19	566.19	566.19	566.19	32.57	32.57	32.57	32.57
3.25	23.2	34.00	34.00	34.00	34.00	21.6	21.6	21.6	21.6	566.19	566.19	566.19	566.19	35.29	35.29	35.29	35.29
3.25	23.2	36.61	36.61	36.61	36.61	21.6	21.6	21.6	21.6	566.19	566.19	566.19	566.19	38.00	38.00	38.00	38.00
3.25	23.2	39.23	39.23	39.23	39.23	21.6	21.6	21.6	21.6	566.19	566.19	566.19	566.19	40.72	40.72	40.72	40.72
3.25	23.2	51.14	51.14	51.14	51.14	21.6	21.6	21.6	21.6	566.19	566.19	566.19	566.19	43.43	43.43	43.43	43.43
3.25	23.2	54.34	54.34	54.34	54.34	21.6	21.6	21.6	21.6	566.19	566.19	566.19	566.19	46.14	46.14	46.14	46.14
3.25	23.2	57.53	57.53	57.53	57.53	21.6	21.6	21.6	21.6	566.19	566.19	566.19	566.19	48.86	48.86	48.86	48.86
3.25	23.2	60.73	60.73	60.73	60.73	21.6	21.6	21.6	21.6	566.19	566.19	566.19	566.19	51.57	51.57	51.57	51.57
3.25	23.2	63.93	63.93	63.93	63.93	21.6	21.6	21.6	21.6	566.19	566.19	566.19	566.19	54.29	54.29	54.29	54.29

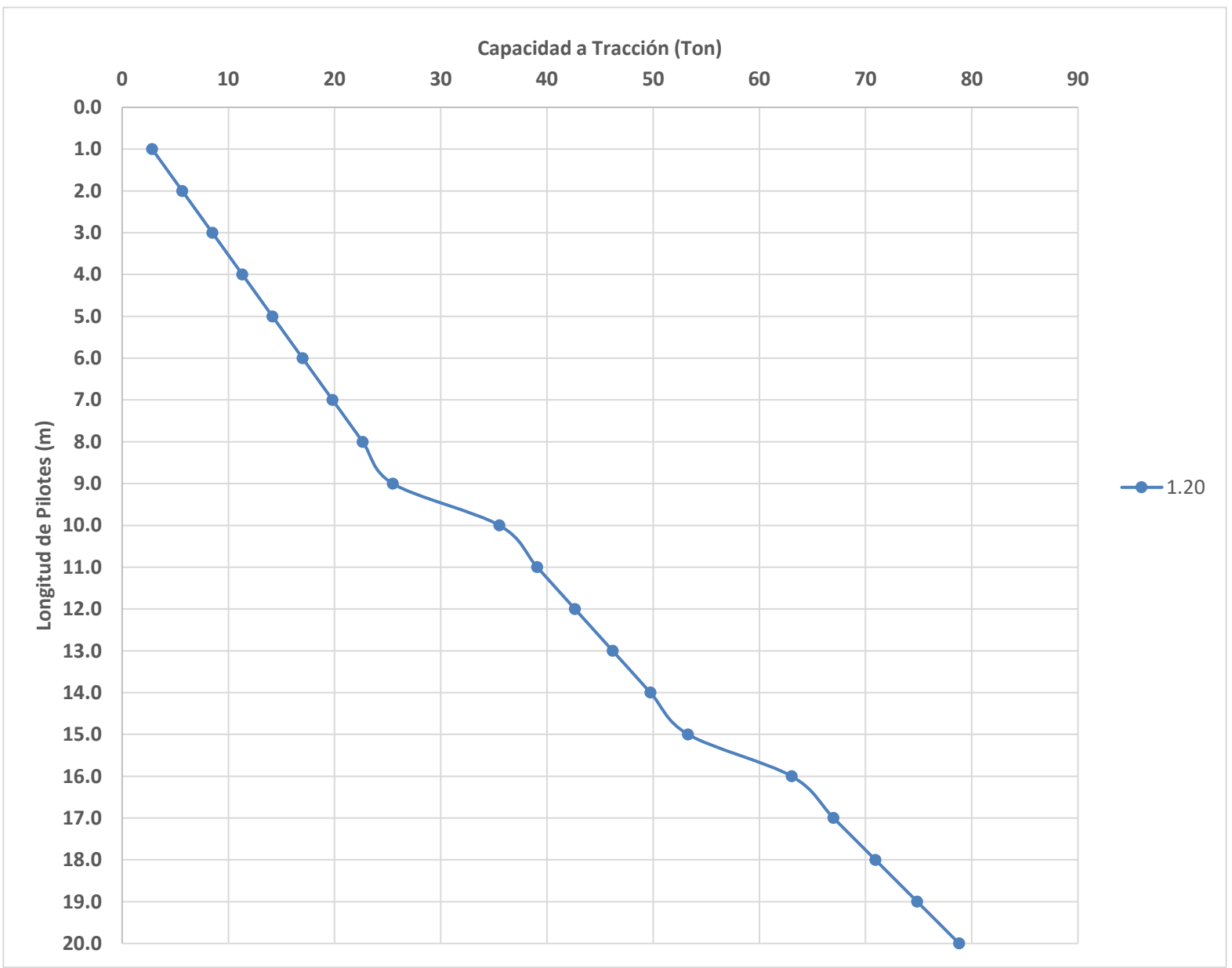
Profundidad (m)			Individual				Efecto de Grupo				Capacidad a Tracción (Ton)			
			Capacidad de Carga (Ton)				Capacidad de Carga (Ton)							
			Diametro de Pilote (m)				Diametro de Pilote (m)				Diametro de Pilote (m)			
			1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20
0.0	-	1.0	5	5	5	5	4	4	4	4	3	3	3	3
1.0	-	2.0	11	11	11	11	9	9	9	9	6	6	6	6
2.0	-	3.0	16	16	16	16	13	13	13	13	8	8	8	8
3.0	-	4.0	22	22	22	22	18	18	18	18	11	11	11	11
4.0	-	5.0	27	27	27	27	22	22	22	22	14	14	14	14
5.0	-	6.0	33	33	33	33	26	26	26	26	17	17	17	17
6.0	-	7.0	38	38	38	38	31	31	31	31	20	20	20	20
7.0	-	8.0	44	44	44	44	35	35	35	35	23	23	23	23
8.0	-	9.0	49	49	49	49	40	40	40	40	25	25	25	25
9.0	-	10.0	157	157	157	157	126	126	126	126	36	36	36	36
10.0	-	11.0	173	173	173	173	138	138	138	138	39	39	39	39
11.0	-	12.0	188	188	188	188	151	151	151	151	43	43	43	43
12.0	-	13.0	188	188	188	188	151	151	151	151	46	46	46	46
13.0	-	14.0	188	188	188	188	151	151	151	151	50	50	50	50
14.0	-	15.0	188	188	188	188	151	151	151	151	53	53	53	53
15.0	-	16.0	191	191	191	191	153	153	153	153	63	63	63	63
16.0	-	17.0	191	191	191	191	153	153	153	153	67	67	67	67
17.0	-	18.0	192	192	192	192	153	153	153	153	71	71	71	71
18.0	-	19.0	192	192	192	192	154	154	154	154	75	75	75	75
19.0	-	20.0	192	192	192	192	154	154	154	154	79	79	79	79


Capacidad de Carga (Ton)
Individual
0
50
100
150
200
250
0.0
1.0
2.0
3.0
4.0
5.0
6.0
7.0
8.0
9.0
10.0
11.0
12.0
13.0
14.0
15.0
16.0
17.0
18.0
19.0
20.0
Longitud de Pilotes (m)
1.20


Capacidad de Carga (Ton)
con Efecto de grupo
0
20
40
60
80
100
120
140
160
180
0.0
1.0
2.0
3.0
4.0
5.0
6.0
7.0
8.0
9.0
10.0
11.0
12.0
13.0
14.0
15.0
16.0
17.0
18.0
19.0
20.0
Longitud de Pilotes (m)
1.20


Resistencia por Fricción (Ton)
0.00
10.00
20.00
30.00
40.00
50.00
60.00
70.00
Longitud de Pilotes (m)
0.0
1.0
2.0
3.0
4.0
5.0
6.0
7.0
8.0
9.0
10.0
11.0
12.0
13.0
14.0
15.0
16.0
17.0
18.0
19.0
20.0
1.20


Resistencia por Punta (Ton)
0.00
100.00
200.00
300.00
400.00
500.00
600.00
Longitud de Pilotes (m)
0.0
1.0
2.0
3.0
4.0
5.0
6.0
7.0
8.0
9.0
10.0
11.0
12.0
13.0
14.0
15.0
16.0
17.0
18.0
19.0
20.0
1.20


Capacidad a Tracción (Ton)
0
10
20
30
40
50
60
70
80
90
Longitud de Pilotes (m)
0.0
1.0
2.0
3.0
4.0
5.0
6.0
7.0
8.0
9.0
10.0
11.0
12.0
13.0
14.0
15.0
16.0
17.0
18.0
19.0
20.0
1.20

Diametro (m)	Perimetro (m)	Area Punta (m2)
1.2	3.77	1.13
lwp:	0.85	
e:	0.67	
Ep (Ton/m^2):	2142857.14	

Profundidad (m)		Material	Q_s (Ton)	Q_p (Ton)	Qt (Ton)	Es (Ton/m^2)	ms	S_{e1} (mm)	S_{e2} (mm)	S_{e3} (mm)	St (mm)	St (m)	s (Ton/m^2)	K_v (Ton/m^3)
Inicio	Fin													
0.00	1.00	Coluviales	1.53	17.63	5.48	641.30	0.37	0.008	1.338	1.523	2.868	0.003	4.848	1690.464
1.00	2.00		3.06	35.26	10.97	641.30	0.37	0.031	2.675	1.610	4.316	0.004	9.697	2246.872
2.00	3.00		4.60	52.90	16.45	641.30	0.37	0.069	4.013	1.676	5.758	0.006	14.545	2525.879
3.00	4.00		6.13	70.53	21.93	641.30	0.37	0.123	5.350	1.733	7.206	0.007	19.394	2691.243
4.00	5.00		7.66	88.16	27.42	641.30	0.37	0.192	6.688	1.782	8.663	0.009	24.242	2798.462
5.00	6.00		9.19	105.79	32.90	641.30	0.37	0.277	8.026	1.827	10.130	0.010	29.090	2871.796
6.00	7.00		10.73	123.42	38.38	641.30	0.37	0.377	9.363	1.868	11.609	0.012	33.939	2923.600
7.00	8.00		12.26	141.06	43.87	641.30	0.37	0.493	10.701	1.906	13.100	0.013	38.787	2960.858
8.00	9.00		13.79	158.69	49.35	641.30	0.37	0.624	12.039	1.942	14.604	0.015	43.635	2987.823
9.00	10.00	Residual	26.15	471.82	156.94	1005.40	0.37	2.019	22.831	2.151	27.002	0.027	138.768	5139.276
10.00	11.00		28.77	519.00	172.64	1005.40	0.37	2.443	25.114	2.186	29.744	0.030	152.645	5131.980
11.00	12.00		31.38	566.19	188.33	1005.40	0.37	2.908	27.397	2.220	32.525	0.033	166.522	5119.799
12.00	13.00		34.00	566.19	188.30	1005.40	0.37	3.159	27.397	2.252	32.809	0.033	166.493	5074.591
13.00	14.00		36.61	566.19	188.27	1005.40	0.37	3.412	27.397	2.283	33.093	0.033	166.463	5030.125
14.00	15.00		39.23	566.19	188.23	1005.40	0.37	3.667	27.397	2.313	33.378	0.033	166.434	4986.363
15.00	16.00	Roca	51.14	566.19	191.30	39640.40	0.42	3.964	0.663	0.069	4.697	0.005	169.145	36014.964
16.00	17.00		54.34	566.19	191.46	39640.40	0.42	4.227	0.663	0.070	4.960	0.005	169.287	34129.538
17.00	18.00		57.53	566.19	191.62	39640.40	0.42	4.491	0.663	0.071	5.226	0.005	169.429	32423.587
18.00	19.00		60.73	566.19	191.78	39640.40	0.42	4.758	0.663	0.072	5.493	0.005	169.571	30872.710
19.00	20.00		63.93	566.19	191.94	39640.40	0.42	5.026	0.663	0.072	5.761	0.006	169.714	29456.740

Diametro (m)	Perimetro (m)	Area Punta (m2)
1.2	3.77	1.13
lwp:	0.85	
e:	0.67	
Ep (Ton/m^2):	2142857.14	

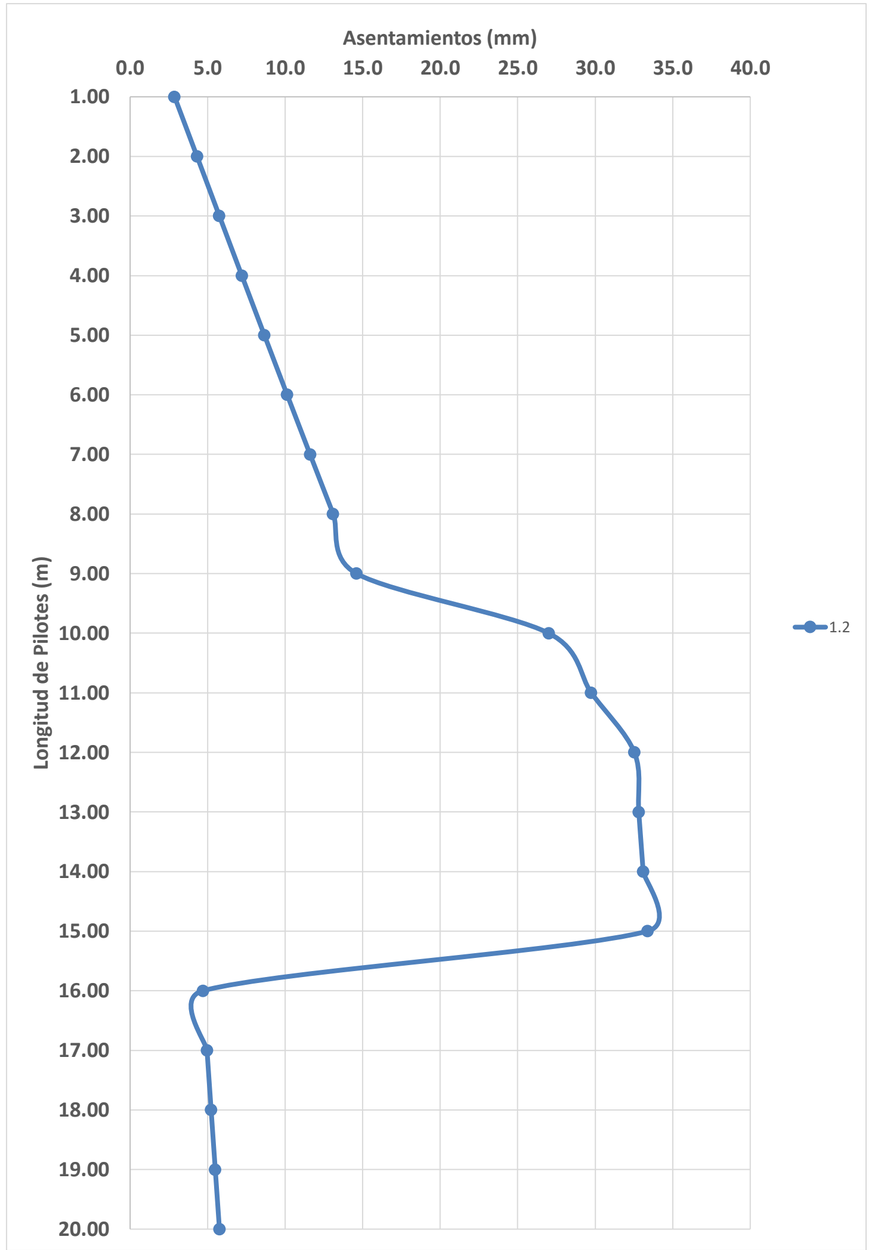
Profundidad (m)		Material	Q_s (Ton)	Q_p (Ton)	Qt (Ton)	Es (Ton/m^2)	ms	S_{e1} (mm)	S_{e2} (mm)	S_{e3} (mm)	St (mm)	St (m)	s (Ton/m^2)	K_v (Ton/m^3)
Inicio	Fin													
0.00	1.00	Coluviales	1.53	17.63	5.48	641.30	0.37	0.008	1.338	1.523	2.868	0.003	4.848	1690.464
1.00	2.00		3.06	35.26	10.97	641.30	0.37	0.031	2.675	1.610	4.316	0.004	9.697	2246.872
2.00	3.00		4.60	52.90	16.45	641.30	0.37	0.069	4.013	1.676	5.758	0.006	14.545	2525.879
3.00	4.00		6.13	70.53	21.93	641.30	0.37	0.123	5.350	1.733	7.206	0.007	19.394	2691.243
4.00	5.00		7.66	88.16	27.42	641.30	0.37	0.192	6.688	1.782	8.663	0.009	24.242	2798.462
5.00	6.00		9.19	105.79	32.90	641.30	0.37	0.277	8.026	1.827	10.130	0.010	29.090	2871.796
6.00	7.00		10.73	123.42	38.38	641.30	0.37	0.377	9.363	1.868	11.609	0.012	33.939	2923.600
7.00	8.00		12.26	141.06	43.87	641.30	0.37	0.493	10.701	1.906	13.100	0.013	38.787	2960.858
8.00	9.00		13.79	158.69	49.35	641.30	0.37	0.624	12.039	1.942	14.604	0.015	43.635	2987.823
9.00	10.00	Residual	26.15	471.82	156.94	1005.40	0.37	2.019	22.831	2.151	27.002	0.027	138.768	5139.276
10.00	11.00		28.77	519.00	172.64	1005.40	0.37	2.443	25.114	2.186	29.744	0.030	152.645	5131.980
11.00	12.00		31.38	566.19	188.33	1005.40	0.37	2.908	27.397	2.220	32.525	0.033	166.522	5119.799
12.00	13.00		34.00	566.19	188.30	1005.40	0.37	3.159	27.397	2.252	32.809	0.033	166.493	5074.591
13.00	14.00		36.61	566.19	188.27	1005.40	0.37	3.412	27.397	2.283	33.093	0.033	166.463	5030.125
14.00	15.00		39.23	566.19	188.23	1005.40	0.37	3.667	27.397	2.313	33.378	0.033	166.434	4986.363
15.00	16.00	Roca	51.14	566.19	191.30	39640.40	0.42	3.964	0.663	0.069	4.697	0.005	169.145	36014.964
16.00	17.00		54.34	566.19	191.46	39640.40	0.42	4.227	0.663	0.070	4.960	0.005	169.287	34129.538
17.00	18.00		57.53	566.19	191.62	39640.40	0.42	4.491	0.663	0.071	5.226	0.005	169.429	32423.587
18.00	19.00		60.73	566.19	191.78	39640.40	0.42	4.758	0.663	0.072	5.493	0.005	169.571	30872.710
19.00	20.00		63.93	566.19	191.94	39640.40	0.42	5.026	0.663	0.072	5.761	0.006	169.714	29456.740

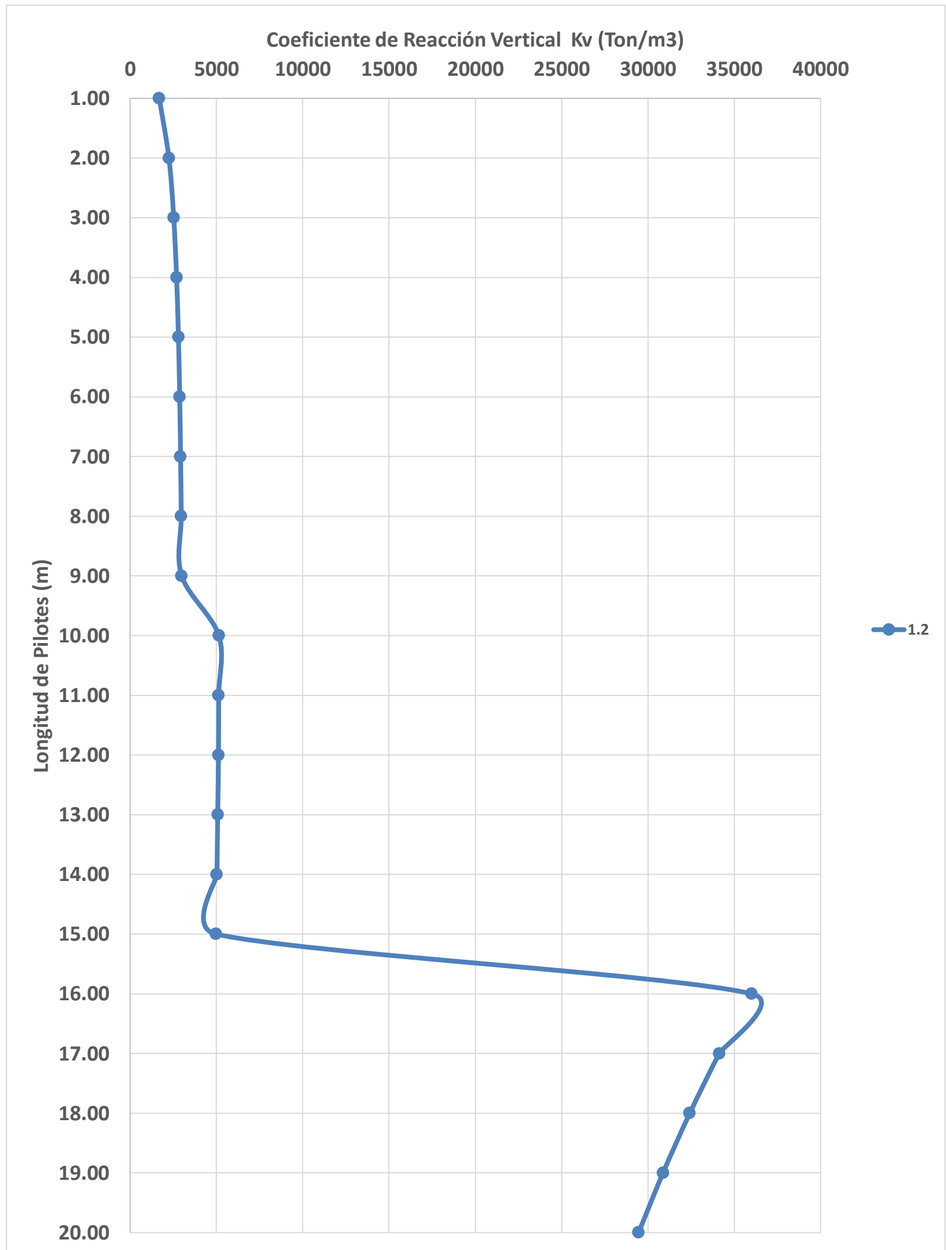
Diametro (m)	Perimetro (m)	Area Punta (m2)
1.2	3.77	1.13
lwp:	0.85	
e:	0.67	
Ep (Ton/m^2):	2142857.14	

Profundidad (m)		Material	Q_s (Ton)	Q_p (Ton)	Qt (Ton)	Es (Ton/m^2)	ms	S_{e1} (mm)	S_{e2} (mm)	S_{e3} (mm)	St (mm)	St (m)	s (Ton/m^2)	K_v (Ton/m^3)
Inicio	Fin													
0.00	1.00	Coluviales	1.53	17.63	5.48	641.30	0.37	0.008	1.338	1.523	2.868	0.003	4.848	1690.464
1.00	2.00		3.06	35.26	10.97	641.30	0.37	0.031	2.675	1.610	4.316	0.004	9.697	2246.872
2.00	3.00		4.60	52.90	16.45	641.30	0.37	0.069	4.013	1.676	5.758	0.006	14.545	2525.879
3.00	4.00		6.13	70.53	21.93	641.30	0.37	0.123	5.350	1.733	7.206	0.007	19.394	2691.243
4.00	5.00		7.66	88.16	27.42	641.30	0.37	0.192	6.688	1.782	8.663	0.009	24.242	2798.462
5.00	6.00		9.19	105.79	32.90	641.30	0.37	0.277	8.026	1.827	10.130	0.010	29.090	2871.796
6.00	7.00		10.73	123.42	38.38	641.30	0.37	0.377	9.363	1.868	11.609	0.012	33.939	2923.600
7.00	8.00		12.26	141.06	43.87	641.30	0.37	0.493	10.701	1.906	13.100	0.013	38.787	2960.858
8.00	9.00		13.79	158.69	49.35	641.30	0.37	0.624	12.039	1.942	14.604	0.015	43.635	2987.823
9.00	10.00	Residual	26.15	471.82	156.94	1005.40	0.37	2.019	22.831	2.151	27.002	0.027	138.768	5139.276
10.00	11.00		28.77	519.00	172.64	1005.40	0.37	2.443	25.114	2.186	29.744	0.030	152.645	5131.980
11.00	12.00		31.38	566.19	188.33	1005.40	0.37	2.908	27.397	2.220	32.525	0.033	166.522	5119.799
12.00	13.00		34.00	566.19	188.30	1005.40	0.37	3.159	27.397	2.252	32.809	0.033	166.493	5074.591
13.00	14.00		36.61	566.19	188.27	1005.40	0.37	3.412	27.397	2.283	33.093	0.033	166.463	5030.125
14.00	15.00		39.23	566.19	188.23	1005.40	0.37	3.667	27.397	2.313	33.378	0.033	166.434	4986.363
15.00	16.00	Roca	51.14	566.19	191.30	39640.40	0.42	3.964	0.663	0.069	4.697	0.005	169.145	36014.964
16.00	17.00		54.34	566.19	191.46	39640.40	0.42	4.227	0.663	0.070	4.960	0.005	169.287	34129.538
17.00	18.00		57.53	566.19	191.62	39640.40	0.42	4.491	0.663	0.071	5.226	0.005	169.429	32423.587
18.00	19.00		60.73	566.19	191.78	39640.40	0.42	4.758	0.663	0.072	5.493	0.005	169.571	30872.710
19.00	20.00		63.93	566.19	191.94	39640.40	0.42	5.026	0.663	0.072	5.761	0.006	169.714	29456.740

Diametro (m)	Perimetro (m)	Area Punta (m2)
1.2	3.77	1.13
lwp:	0.85	
e:	0.67	
Ep (Ton/m^2):	2142857.14	

Profundidad (m)		Material	Q_s (Ton)	Q_p (Ton)	Qt (Ton)	Es (Ton/m^2)	ms	S_{e1} (mm)	S_{e2} (mm)	S_{e3} (mm)	St (mm)	St (m)	s (Ton/m^2)	K_v (Ton/m^3)
Inicio	Fin													
0.00	1.00	Coluviales	1.53	17.63	5.48	641.30	0.37	0.008	1.338	1.523	2.868	0.003	4.848	1690.464
1.00	2.00		3.06	35.26	10.97	641.30	0.37	0.031	2.675	1.610	4.316	0.004	9.697	2246.872
2.00	3.00		4.60	52.90	16.45	641.30	0.37	0.069	4.013	1.676	5.758	0.006	14.545	2525.879
3.00	4.00		6.13	70.53	21.93	641.30	0.37	0.123	5.350	1.733	7.206	0.007	19.394	2691.243
4.00	5.00		7.66	88.16	27.42	641.30	0.37	0.192	6.688	1.782	8.663	0.009	24.242	2798.462
5.00	6.00		9.19	105.79	32.90	641.30	0.37	0.277	8.026	1.827	10.130	0.010	29.090	2871.796
6.00	7.00		10.73	123.42	38.38	641.30	0.37	0.377	9.363	1.868	11.609	0.012	33.939	2923.600
7.00	8.00		12.26	141.06	43.87	641.30	0.37	0.493	10.701	1.906	13.100	0.013	38.787	2960.858
8.00	9.00		13.79	158.69	49.35	641.30	0.37	0.624	12.039	1.942	14.604	0.015	43.635	2987.823
9.00	10.00	Residual	26.15	471.82	156.94	1005.40	0.37	2.019	22.831	2.151	27.002	0.027	138.768	5139.276
10.00	11.00		28.77	519.00	172.64	1005.40	0.37	2.443	25.114	2.186	29.744	0.030	152.645	5131.980
11.00	12.00		31.38	566.19	188.33	1005.40	0.37	2.908	27.397	2.220	32.525	0.033	166.522	5119.799
12.00	13.00		34.00	566.19	188.30	1005.40	0.37	3.159	27.397	2.252	32.809	0.033	166.493	5074.591
13.00	14.00		36.61	566.19	188.27	1005.40	0.37	3.412	27.397	2.283	33.093	0.033	166.463	5030.125
14.00	15.00		39.23	566.19	188.23	1005.40	0.37	3.667	27.397	2.313	33.378	0.033	166.434	4986.363
15.00	16.00	Roca	51.14	566.19	191.30	39640.40	0.42	3.964	0.663	0.069	4.697	0.005	169.145	36014.964
16.00	17.00		54.34	566.19	191.46	39640.40	0.42	4.227	0.663	0.070	4.960	0.005	169.287	34129.538
17.00	18.00		57.53	566.19	191.62	39640.40	0.42	4.491	0.663	0.071	5.226	0.005	169.429	32423.587
18.00	19.00		60.73	566.19	191.78	39640.40	0.42	4.758	0.663	0.072	5.493	0.005	169.571	30872.710
19.00	20.00		63.93	566.19	191.94	39640.40	0.42	5.026	0.663	0.072	5.761	0.006	169.714	29456.740


Asentamientos (mm)
0.0
5.0
10.0
15.0
20.0
25.0
30.0
35.0
40.0
1.00
2.00
3.00
4.00
5.00
6.00
7.00
8.00
9.00
10.00
11.00
12.00
13.00
14.00
15.00
16.00
17.00
18.00
19.00
20.00
de Pilotes (m)
1.2


Coeficiente de Reacción Vertical Kv (Ton/m3)
0
5000
10000
15000
20000
25000
30000
35000
40000
1.00
2.00
3.00
4.00
5.00
6.00
7.00
8.00
9.00
10.00
11.00
12.00
13.00
14.00
15.00
16.00
17.00
18.00
19.00
20.00
de Pilotes (m)
1.2

Profundidad (m)		Material	Diametro			
			1.2	1.2	1.2	1.2
Inicio	Fin		Kv (Ton/m^3)	Kv (Ton/m^3)	Kv (Ton/m^3)	Kv (Ton/m^3)
0.00	1.00	Coluviales	1690	1690	1690	1690
1.00	2.00		2247	2247	2247	2247
2.00	3.00		2526	2526	2526	2526
3.00	4.00		2691	2691	2691	2691
4.00	5.00		2798	2798	2798	2798
5.00	6.00		2872	2872	2872	2872
6.00	7.00		2924	2924	2924	2924
7.00	8.00		2961	2961	2961	2961
8.00	9.00		2988	2988	2988	2988
9.00	10.00	Residual	5139	5139	5139	5139
10.00	11.00		5132	5132	5132	5132
11.00	12.00		5120	5120	5120	5120
12.00	13.00		5075	5075	5075	5075
13.00	14.00		5030	5030	5030	5030
14.00	15.00		4986	4986	4986	4986
15.00	16.00	Roca	36015	36015	36015	36015
16.00	17.00		34130	34130	34130	34130
17.00	18.00		32424	32424	32424	32424
18.00	19.00		30873	30873	30873	30873
19.00	20.00		29457	29457	29457	29457

MODULO DE REACCION HORIZONTAL

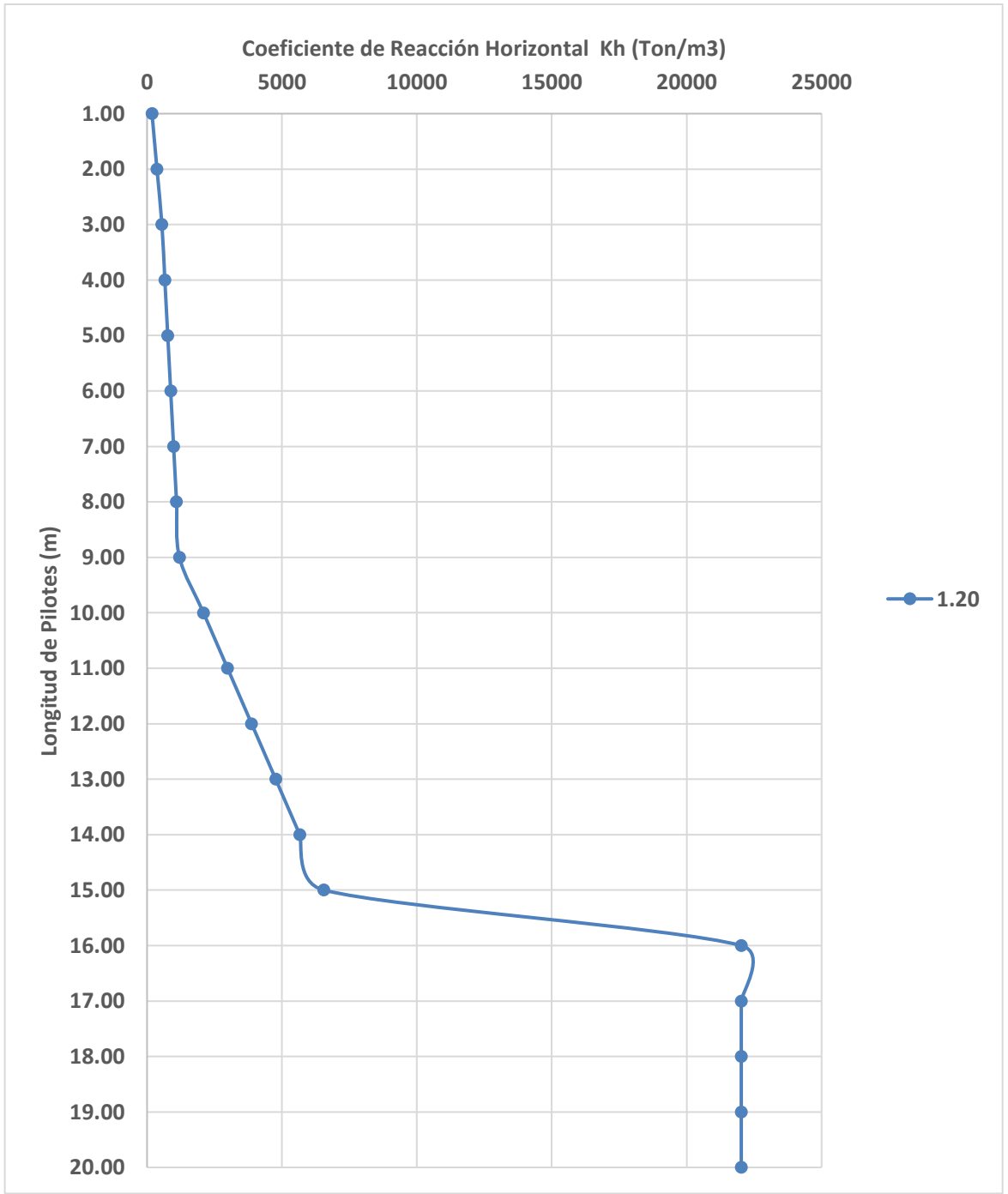
Donde: n_h: Coeficiente de variación del módulo de balasto (ver Tabla 7.6) $k_h = n_h \frac{x}{D}$.

Tabla 7.7 Valores típicos del Coeficiente de reacción horizontal n_h (GEO, 2006)

CONSISTENCIA	SUELTA (N 4-10)	MEDIANAMENTE DENSA (N 11-30)	DENSA (N 31-50)
Arena seca o húmeda (mN/m^3)	2,2	6,6	17,6
Arena sumergida (mN/m^3)	1,3	4,4	10,7

$$k_h = \frac{2.E_{def}}{3.d}$$

Profundidad (m)		Material	n_h	Diametro de Pilote (m)			
				1.20	1.20	1.20	1.20
				k_h	k_h	k_h	k_h
Inicio	Fin		(Ton/m^3)	(Ton/m^3)	(Ton/m^3)	(Ton/m^3)	(Ton/m^3)
0.00	1.00	Coluviales	220.00	183	183	183	183
1.00	2.00		220.00	367	367	367	367
2.00	3.00		220.00	550	550	550	550
3.00	4.00		130.00	658	658	658	658
4.00	5.00		130.00	767	767	767	767
5.00	6.00		130.00	875	875	875	875
6.00	7.00		130.00	983	983	983	983
7.00	8.00		130.00	1092	1092	1092	1092
8.00	9.00		130.00	1200	1200	1200	1200
9.00	10.00	Residual	1070.00	2092	2092	2092	2092
10.00	11.00		1070.00	2983	2983	2983	2983
11.00	12.00		1070.00	3875	3875	3875	3875
12.00	13.00		1070.00	4767	4767	4767	4767
13.00	14.00		1070.00	5658	5658	5658	5658
14.00	15.00		1070.00	6550	6550	6550	6550
15.00	16.00	Roca	0.00	22022	22022	22022	22022
16.00	17.00		0.00	22022	22022	22022	22022
17.00	18.00		0.00	22022	22022	22022	22022
18.00	19.00		0.00	22022	22022	22022	22022
19.00	20.00		0.00	22022	22022	22022	22022


Coeficiente de Reacción Horizontal Kh (Ton/m3)
0
5000
10000
15000
20000
25000
1.00
2.00
3.00
4.00
5.00
6.00
7.00
8.00
9.00
10.00
11.00
12.00
13.00
14.00
15.00
16.00
17.00
18.00
19.00
20.00
Longitud de Pilotes (m)
1.20

ANEXO 8. MEMORIA DE CALCULO DE CAPACIDAD DE PILOTES MURO PTAR CLUB NÁUTICO TOPOCORO

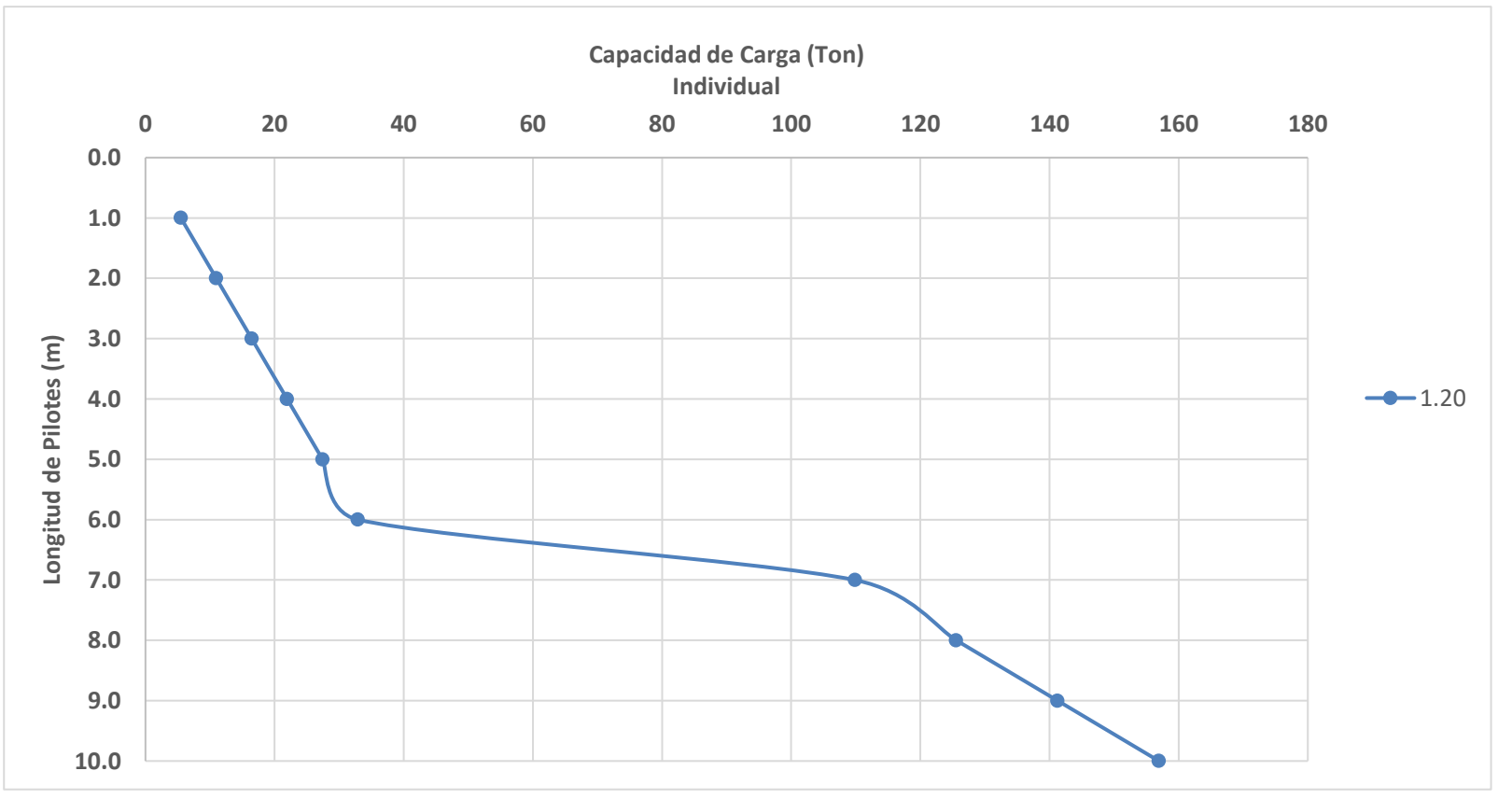
NIVEL FREATICO	-	m

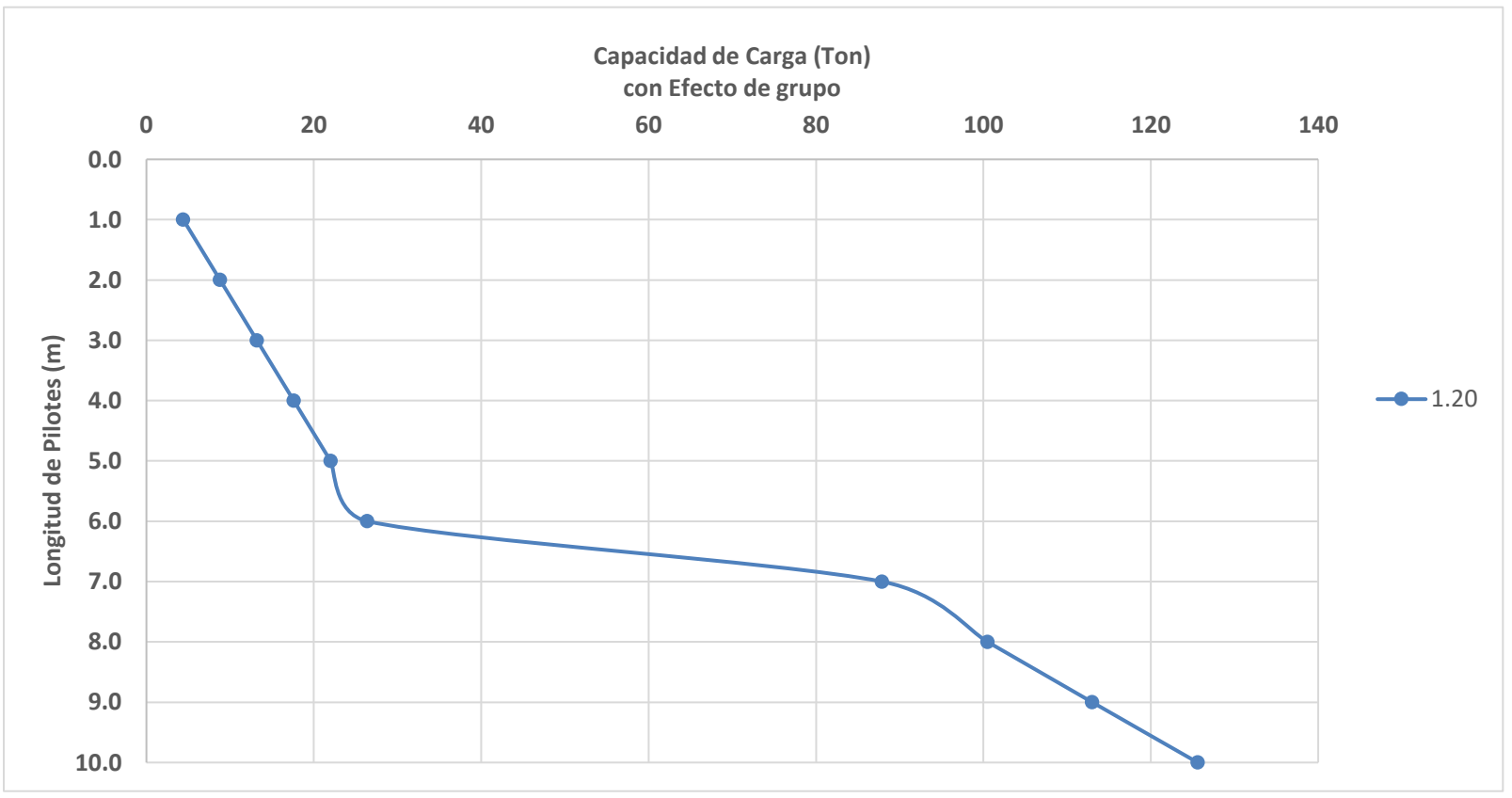
Diametro (m)	Perimetro (m)	Area Punta (m2)	Kdc
1.20	3.77	1.13	12
1.20	3.77	1.13	12
1.20	3.77	1.13	12
1.20	3.77	1.13	12

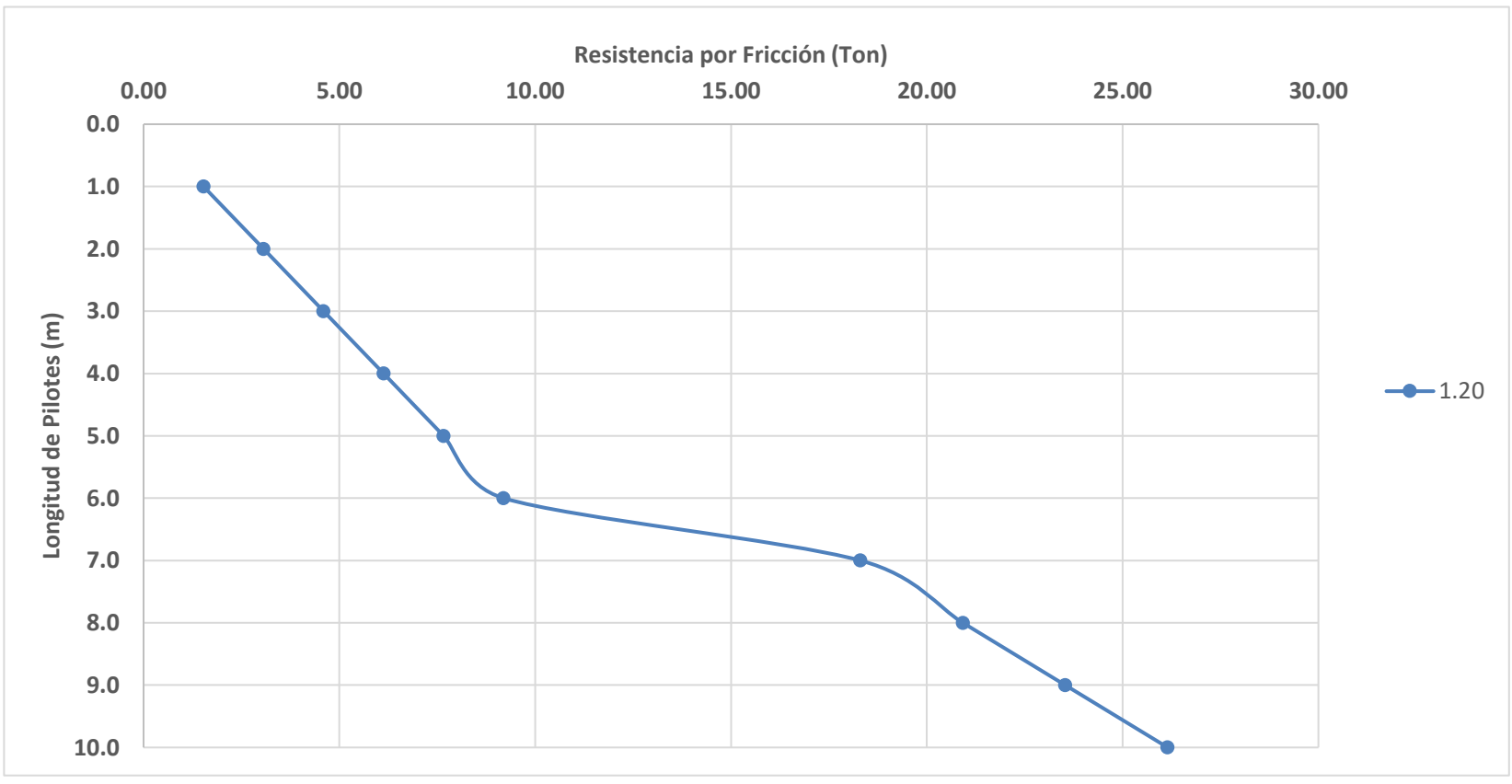
Profundidad (m)			Estrato	ɣ	Pp	σ'v	Arenas				
							Angulo de Fricción	k	tanØa	Reistencia unitaria qs (Ton/m)	Σ Reistencia unitaria qs (Ton/m)
				(Ton/m3)	(Ton/m2)	(ton/m2)					
0.0	-	1.0	Coluviales	1.80	0.00	1.8	23	1.11	0.203	0.41	0.41
1.0	-	2.0		1.80	0.00	3.6	23	1.11	0.203	0.81	0.81
2.0	-	3.0		1.80	0.00	5.4	23	1.11	0.203	1.22	1.22
3.0	-	4.0		1.80	0.00	7.2	23	1.11	0.203	1.63	1.63
4.0	-	5.0		1.80	0.00	9.0	23	1.11	0.203	2.03	2.03
5.0	-	6.0		1.80	0.00	10.8	23	1.11	0.203	2.44	2.44
6.0	-	7.0	Residual	1.80	0.00	12.6	32	1.34	0.287	4.86	4.86
7.0	-	8.0		1.80	0.00	14.4	32	1.34	0.287	5.55	5.55
8.0	-	9.0		1.80	0.00	16.2	32	1.34	0.287	6.24	6.24
9.0	-	10.0		1.80	0.00	18.0	32	1.34	0.287	6.94	6.94

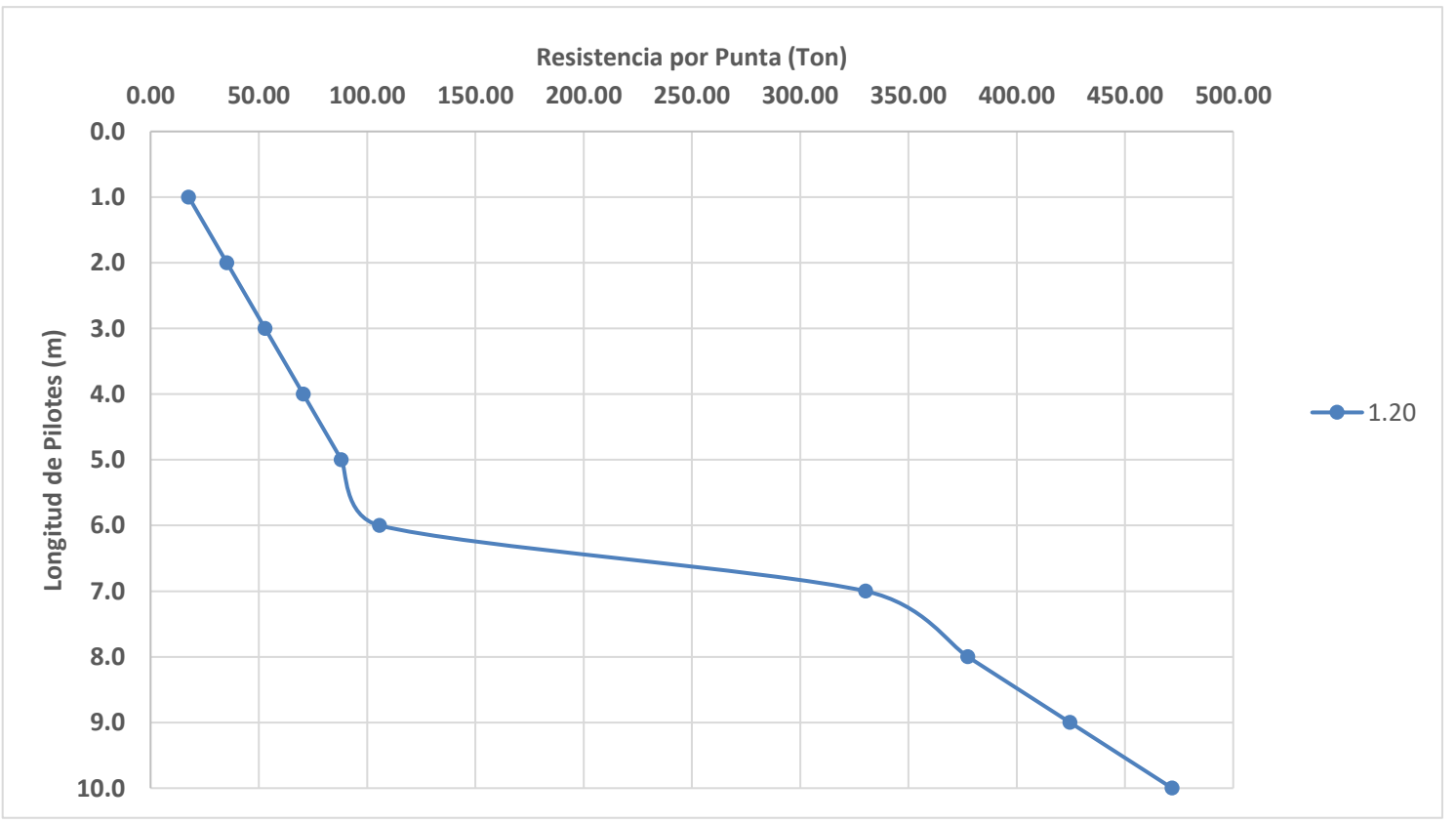
KP	NP	Qs (Ton)				σ'v (ton/m2)				Qp (Ton)				Peso Pilote (Ton)			
		Diametro de Pilote (m)								Diametro de Pilote (m)							
		1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20
2.28	8.7	1.53	1.53	1.53	1.53	1.8	1.8	1.8	1.8	17.63	17.63	17.63	17.63	2.71	2.71	2.71	2.71
2.28	8.7	3.06	3.06	3.06	3.06	3.6	3.6	3.6	3.6	35.26	35.26	35.26	35.26	5.43	5.43	5.43	5.43
2.28	8.7	4.60	4.60	4.60	4.60	5.4	5.4	5.4	5.4	52.90	52.90	52.90	52.90	8.14	8.14	8.14	8.14
2.28	8.7	6.13	6.13	6.13	6.13	7.2	7.2	7.2	7.2	70.53	70.53	70.53	70.53	10.86	10.86	10.86	10.86
2.28	8.7	7.66	7.66	7.66	7.66	9.0	9.0	9.0	9.0	88.16	88.16	88.16	88.16	13.57	13.57	13.57	13.57
2.28	8.7	9.19	9.19	9.19	9.19	10.8	10.8	10.8	10.8	105.79	105.79	105.79	105.79	16.29	16.29	16.29	16.29
3.25	23.2	18.31	18.31	18.31	18.31	12.6	12.6	12.6	12.6	330.28	330.28	330.28	330.28	19.00	19.00	19.00	19.00
3.25	23.2	20.92	20.92	20.92	20.92	14.4	14.4	14.4	14.4	377.46	377.46	377.46	377.46	21.71	21.71	21.71	21.71
3.25	23.2	23.54	23.54	23.54	23.54	16.2	16.2	16.2	16.2	424.64	424.64	424.64	424.64	24.43	24.43	24.43	24.43
3.25	23.2	26.15	26.15	26.15	26.15	18.0	18.0	18.0	18.0	471.82	471.82	471.82	471.82	27.14	27.14	27.14	27.14

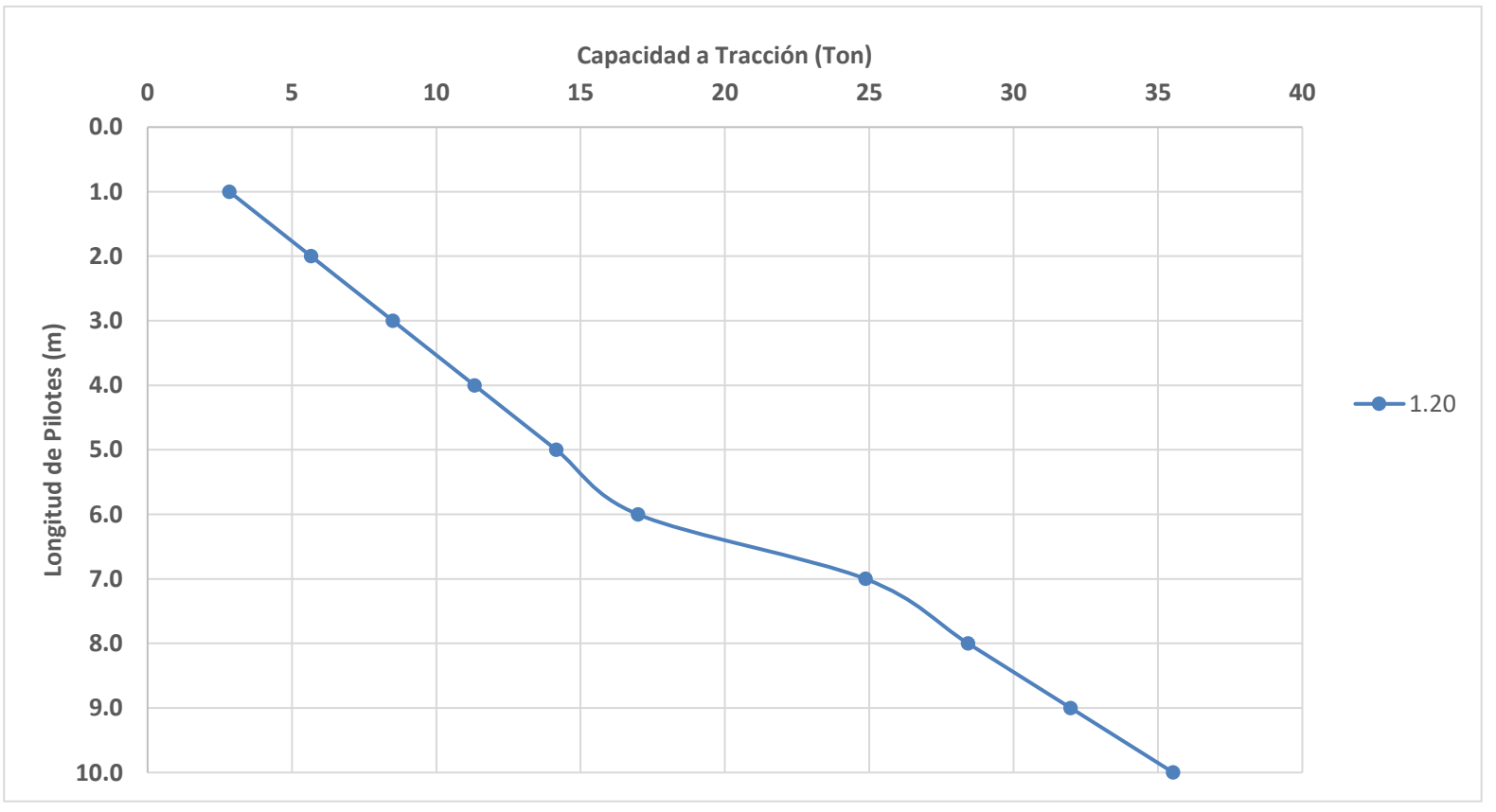
Profundidad (m)			Individual				Efecto de Grupo				Capacidad a Tracción (Ton)			
			Capacidad de Carga (Ton)				Capacidad de Carga (Ton)							
			Diametro de Pilote (m)				Diametro de Pilote (m)				Diametro de Pilote (m)			
			1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20
0.0	-	1.0	5	5	5	5	4	4	4	4	3	3	3	3
1.0	-	2.0	11	11	11	11	9	9	9	9	6	6	6	6
2.0	-	3.0	16	16	16	16	13	13	13	13	8	8	8	8
3.0	-	4.0	22	22	22	22	18	18	18	18	11	11	11	11
4.0	-	5.0	27	27	27	27	22	22	22	22	14	14	14	14
5.0	-	6.0	33	33	33	33	26	26	26	26	17	17	17	17
6.0	-	7.0	110	110	110	110	88	88	88	88	25	25	25	25
7.0	-	8.0	126	126	126	126	101	101	101	101	28	28	28	28
8.0	-	9.0	141	141	141	141	113	113	113	113	32	32	32	32
9.0	-	10.0	157	157	157	157	126	126	126	126	36	36	36	36


Capacidad de Carga (Ton)
Individual
0
20
40
60
80
100
120
140
160
180
0.0
1.0
2.0
3.0
4.0
5.0
6.0
7.0
8.0
9.0
10.0
Longitud de Pilotes (m)
1.20


Capacidad de Carga (Ton)
con Efecto de grupo
0
20
40
60
80
100
120
140
0.0
1.0
2.0
3.0
4.0
5.0
6.0
7.0
8.0
9.0
10.0
Longitud de Pilotes (m)
1.20


Resistencia por Fricción (Ton)
0.00
5.00
10.00
15.00
20.00
25.00
30.00
Longitud de Pilotes (m)
0.0
1.0
2.0
3.0
4.0
5.0
6.0
7.0
8.0
9.0
10.0
1.20


Resistencia por Punta (Ton)
0.00
50.00
100.00
150.00
200.00
250.00
300.00
350.00
400.00
450.00
500.00
Longitud de Pilotes (m)
0.0
1.0
2.0
3.0
4.0
5.0
6.0
7.0
8.0
9.0
10.0
1.20


Capacidad a Tracción (Ton)
0
5
10
15
20
25
30
35
40
Longitud de Pilotes (m)
0.0
1.0
2.0
3.0
4.0
5.0
6.0
7.0
8.0
9.0
10.0
1.20

Diametro (m)	Perimetro (m)	Area Punta (m2)
1.2	3.77	1.13
Iwp:	0.85	
e:	0.67	
Ep (Ton/m²):	2142857.14	

Profundidad (m)		Material	Q_s (Ton)	Q_p (Ton)	Qt (Ton)	Es (Ton/m²)	ms	S_{e1} (mm)	S_{e2} (mm)	S_{e3} (mm)	St (mm)	St (m)	s (Ton/m²)	K_v (Ton/m³)
Inicio	Fin													
0.00	1.00	Coluviales	1.53	17.63	5.48	641.30	0.37	0.008	1.338	1.523	2.868	0.003	4.848	1690.464
1.00	2.00		3.06	35.26	10.97	641.30	0.37	0.031	2.675	1.610	4.316	0.004	9.697	2246.872
2.00	3.00		4.60	52.90	16.45	641.30	0.37	0.069	4.013	1.676	5.758	0.006	14.545	2525.879
3.00	4.00		6.13	70.53	21.93	641.30	0.37	0.123	5.350	1.733	7.206	0.007	19.394	2691.243
4.00	5.00		7.66	88.16	27.42	641.30	0.37	0.192	6.688	1.782	8.663	0.009	24.242	2798.462
5.00	6.00		9.19	105.79	32.90	641.30	0.37	0.277	8.026	1.827	10.130	0.010	29.090	2871.796
6.00	7.00	Residual	18.31	330.28	109.86	1005.40	0.37	0.989	15.982	2.033	19.004	0.019	97.138	5111.311
7.00	8.00		20.92	377.46	125.55	1005.40	0.37	1.292	18.265	2.075	21.632	0.022	111.015	5131.922
8.00	9.00		23.54	424.64	141.25	1005.40	0.37	1.636	20.548	2.114	24.298	0.024	124.891	5140.049
9.00	10.00		26.15	471.82	156.94	1005.40	0.37	2.019	22.831	2.151	27.002	0.027	138.768	5139.276

Diametro (m)	Perimetro (m)	Area Punta (m2)
1.2	3.77	1.13
lwp:	0.85	
e:	0.67	
Ep (Ton/m^2):	2142857.14	

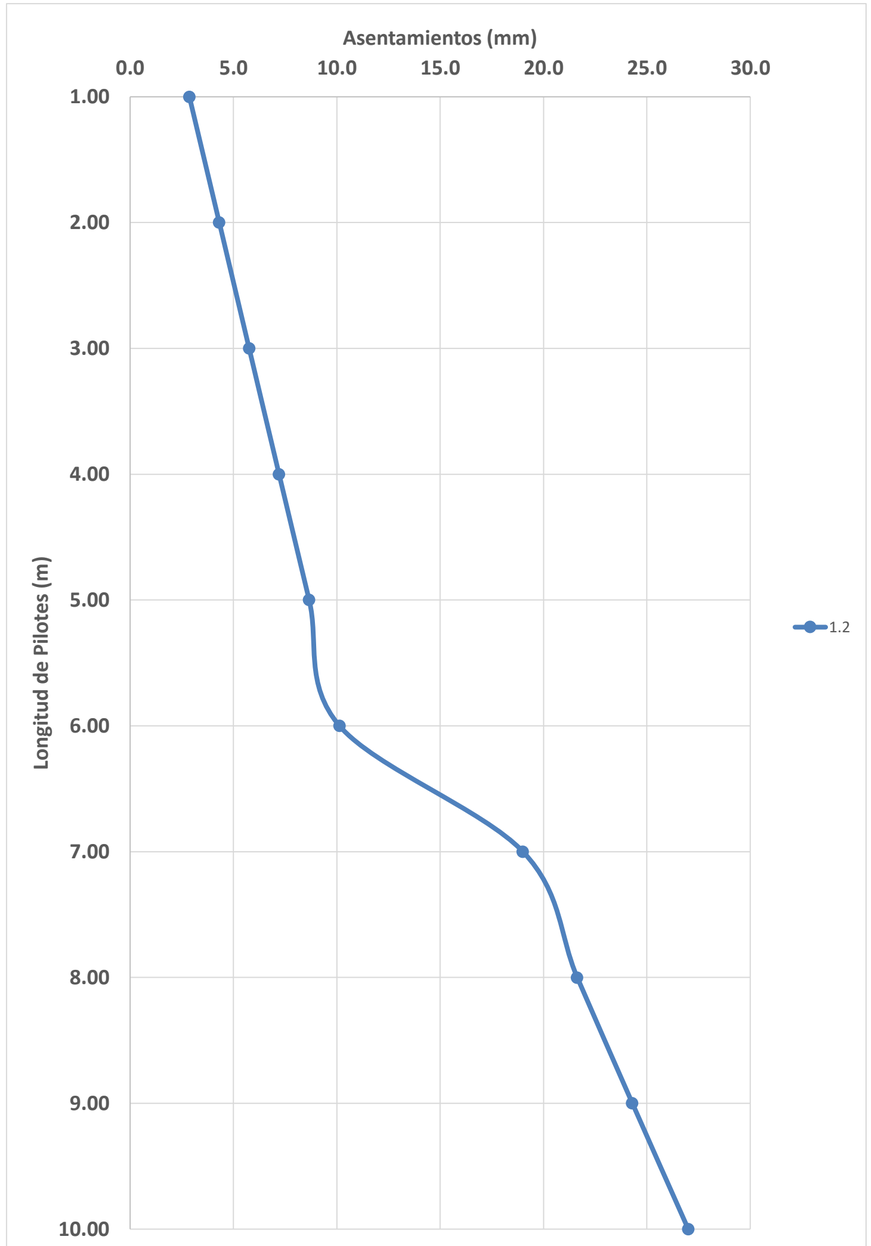
Profundidad (m)		Material	Q_s (Ton)	Q_p (Ton)	Qt (Ton)	Es (Ton/m^2)	ms	S_{e1} (mm)	S_{e2} (mm)	S_{e3} (mm)	St (mm)	St (m)	s (Ton/m^2)	K_v (Ton/m^3)
Inicio	Fin													
0.00	1.00	Coluviales	1.53	17.63	5.48	641.30	0.37	0.008	1.338	1.523	2.868	0.003	4.848	1690.464
1.00	2.00		3.06	35.26	10.97	641.30	0.37	0.031	2.675	1.610	4.316	0.004	9.697	2246.872
2.00	3.00		4.60	52.90	16.45	641.30	0.37	0.069	4.013	1.676	5.758	0.006	14.545	2525.879
3.00	4.00		6.13	70.53	21.93	641.30	0.37	0.123	5.350	1.733	7.206	0.007	19.394	2691.243
4.00	5.00		7.66	88.16	27.42	641.30	0.37	0.192	6.688	1.782	8.663	0.009	24.242	2798.462
5.00	6.00		9.19	105.79	32.90	641.30	0.37	0.277	8.026	1.827	10.130	0.010	29.090	2871.796
6.00	7.00	Residual	18.31	330.28	109.86	1005.40	0.37	0.989	15.982	2.033	19.004	0.019	97.138	5111.311
7.00	8.00		20.92	377.46	125.55	1005.40	0.37	1.292	18.265	2.075	21.632	0.022	111.015	5131.922
8.00	9.00		23.54	424.64	141.25	1005.40	0.37	1.636	20.548	2.114	24.298	0.024	124.891	5140.049
9.00	10.00		26.15	471.82	156.94	1005.40	0.37	2.019	22.831	2.151	27.002	0.027	138.768	5139.276

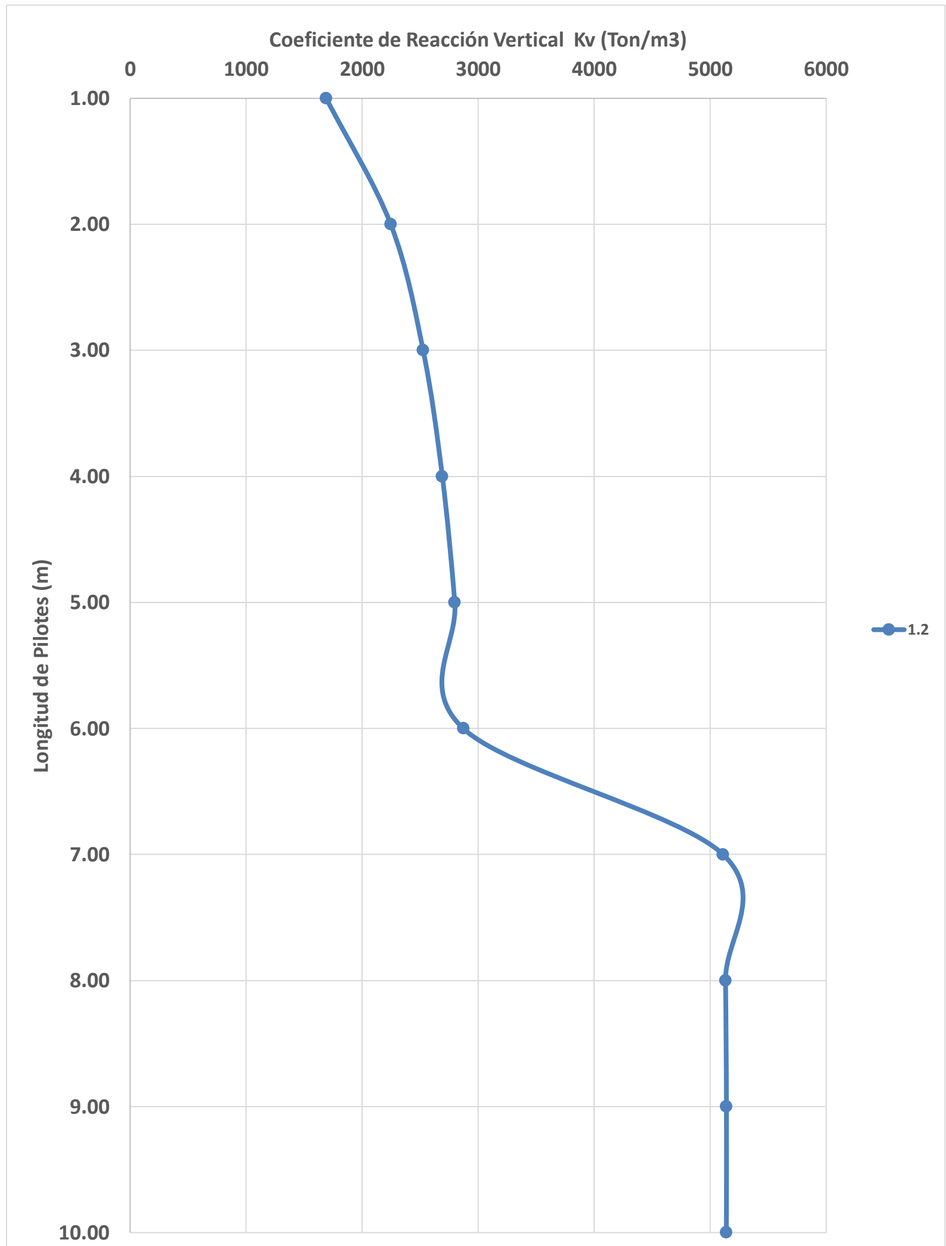
Diametro (m)	Perimetro (m)	Area Punta (m2)
1.2	3.77	1.13
lwp:	0.85	
e:	0.67	
Ep (Ton/m^2):	2142857.14	

Profundidad (m)		Material	Q_s (Ton)	Q_p (Ton)	Qt (Ton)	Es (Ton/m^2)	ms	S_{e1} (mm)	S_{e2} (mm)	S_{e3} (mm)	St (mm)	St (m)	s (Ton/m^2)	K_v (Ton/m^3)
Inicio	Fin													
0.00	1.00	Coluviales	1.53	17.63	5.48	641.30	0.37	0.008	1.338	1.523	2.868	0.003	4.848	1690.464
1.00	2.00		3.06	35.26	10.97	641.30	0.37	0.031	2.675	1.610	4.316	0.004	9.697	2246.872
2.00	3.00		4.60	52.90	16.45	641.30	0.37	0.069	4.013	1.676	5.758	0.006	14.545	2525.879
3.00	4.00		6.13	70.53	21.93	641.30	0.37	0.123	5.350	1.733	7.206	0.007	19.394	2691.243
4.00	5.00		7.66	88.16	27.42	641.30	0.37	0.192	6.688	1.782	8.663	0.009	24.242	2798.462
5.00	6.00		9.19	105.79	32.90	641.30	0.37	0.277	8.026	1.827	10.130	0.010	29.090	2871.796
6.00	7.00	Residual	18.31	330.28	109.86	1005.40	0.37	0.989	15.982	2.033	19.004	0.019	97.138	5111.311
7.00	8.00		20.92	377.46	125.55	1005.40	0.37	1.292	18.265	2.075	21.632	0.022	111.015	5131.922
8.00	9.00		23.54	424.64	141.25	1005.40	0.37	1.636	20.548	2.114	24.298	0.024	124.891	5140.049
9.00	10.00		26.15	471.82	156.94	1005.40	0.37	2.019	22.831	2.151	27.002	0.027	138.768	5139.276

Diametro (m)	Perimetro (m)	Area Punta (m2)
1.2	3.77	1.13
lwp:	0.85	
e:	0.67	
Ep (Ton/m^2):	2142857.14	

Profundidad (m)		Material	Q_s (Ton)	Q_p (Ton)	Qt (Ton)	Es (Ton/m^2)	ms	S_{e1} (mm)	S_{e2} (mm)	S_{e3} (mm)	St (mm)	St (m)	s (Ton/m^2)	K_v (Ton/m^3)
Inicio	Fin													
0.00	1.00	Coluviales	1.53	17.63	5.48	641.30	0.37	0.008	1.338	1.523	2.868	0.003	4.848	1690.464
1.00	2.00		3.06	35.26	10.97	641.30	0.37	0.031	2.675	1.610	4.316	0.004	9.697	2246.872
2.00	3.00		4.60	52.90	16.45	641.30	0.37	0.069	4.013	1.676	5.758	0.006	14.545	2525.879
3.00	4.00		6.13	70.53	21.93	641.30	0.37	0.123	5.350	1.733	7.206	0.007	19.394	2691.243
4.00	5.00		7.66	88.16	27.42	641.30	0.37	0.192	6.688	1.782	8.663	0.009	24.242	2798.462
5.00	6.00		9.19	105.79	32.90	641.30	0.37	0.277	8.026	1.827	10.130	0.010	29.090	2871.796
6.00	7.00	Residual	18.31	330.28	109.86	1005.40	0.37	0.989	15.982	2.033	19.004	0.019	97.138	5111.311
7.00	8.00		20.92	377.46	125.55	1005.40	0.37	1.292	18.265	2.075	21.632	0.022	111.015	5131.922
8.00	9.00		23.54	424.64	141.25	1005.40	0.37	1.636	20.548	2.114	24.298	0.024	124.891	5140.049
9.00	10.00		26.15	471.82	156.94	1005.40	0.37	2.019	22.831	2.151	27.002	0.027	138.768	5139.276


Asentamientos (mm)
0.0
5.0
10.0
15.0
20.0
25.0
30.0
1.00
2.00
3.00
4.00
5.00
6.00
7.00
8.00
9.00
10.00
de Pilotes (m)
1.2


Coeficiente de Reacción Vertical Kv (Ton/m3)
0
1000
2000
3000
4000
5000
6000
1.00
2.00
3.00
4.00
5.00
6.00
7.00
8.00
9.00
10.00
de Pilotes (m)
1.2

Profundidad (m)		Material	Diametro			
			1.2	1.2	1.2	1.2
Inicio	Fin		Kv (Ton/m^3)	Kv (Ton/m^3)	Kv (Ton/m^3)	Kv (Ton/m^3)
0.00	1.00	Coluviales	1690	1690	1690	1690
1.00	2.00		2247	2247	2247	2247
2.00	3.00		2526	2526	2526	2526
3.00	4.00		2691	2691	2691	2691
4.00	5.00		2798	2798	2798	2798
5.00	6.00		2872	2872	2872	2872
6.00	7.00	Residual	5111	5111	5111	5111
7.00	8.00		5132	5132	5132	5132
8.00	9.00		5140	5140	5140	5140
9.00	10.00		5139	5139	5139	5139

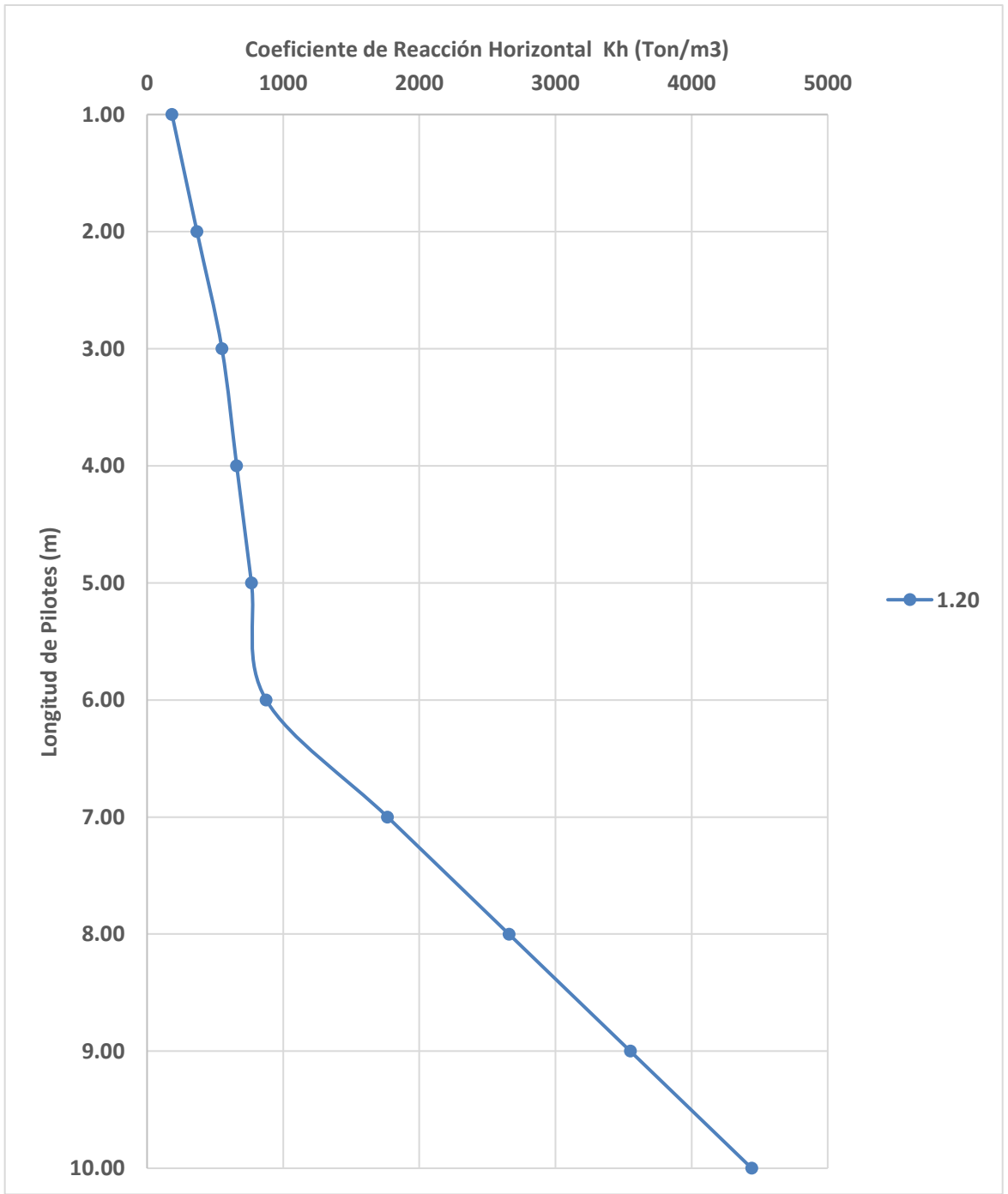
MODULO DE REACCION HORIZONTAL

Donde: n_h: Coeficiente de variación del módulo de balasto (ver Tabla 7.6) $k_h = n_h \frac{x}{D}$.

Tabla 7.7 Valores típicos del Coeficiente de reacción horizontal n_h (GEO, 2006)

CONSISTENCIA	SUELTA (N 4-10)	MEDIANAMENTE DENSA (N 11-30)	DENSA (N 31-50)
Arena seca o húmeda (mN/m^3)	2,2	6,6	17,6
Arena sumergida (mN/m^3)	1,3	4,4	10,7

Profundidad (m)		Material	n_h	Diametro de Pilote (m)			
				1.20	1.20	1.20	1.20
				k_h	k_h	k_h	k_h
Inicio	Fin		(Ton/m^3)	(Ton/m^3)	(Ton/m^3)	(Ton/m^3)	(Ton/m^3)
0.00	1.00	Coluviales	220.00	183	183	183	183
1.00	2.00		220.00	367	367	367	367
2.00	3.00		220.00	550	550	550	550
3.00	4.00		130.00	658	658	658	658
4.00	5.00		130.00	767	767	767	767
5.00	6.00		130.00	875	875	875	875
6.00	7.00	Residual	1070.00	1767	1767	1767	1767
7.00	8.00		1070.00	2658	2658	2658	2658
8.00	9.00		1070.00	3550	3550	3550	3550
9.00	10.00		1070.00	4442	4442	4442	4442


Coeficiente de Reacción Horizontal Kh (Ton/m3)
0
1000
2000
3000
4000
5000
1.00
2.00
3.00
4.00
5.00
6.00
7.00
8.00
9.00
10.00
Longitud de Pilotes (m)
1.20

ANEXO 9. MEMORIA DE CALCULO DE CAPACIDAD DE PILOTES MURO VÍA INTERNA Y PLATAFORMA CLUB NÁUTICO

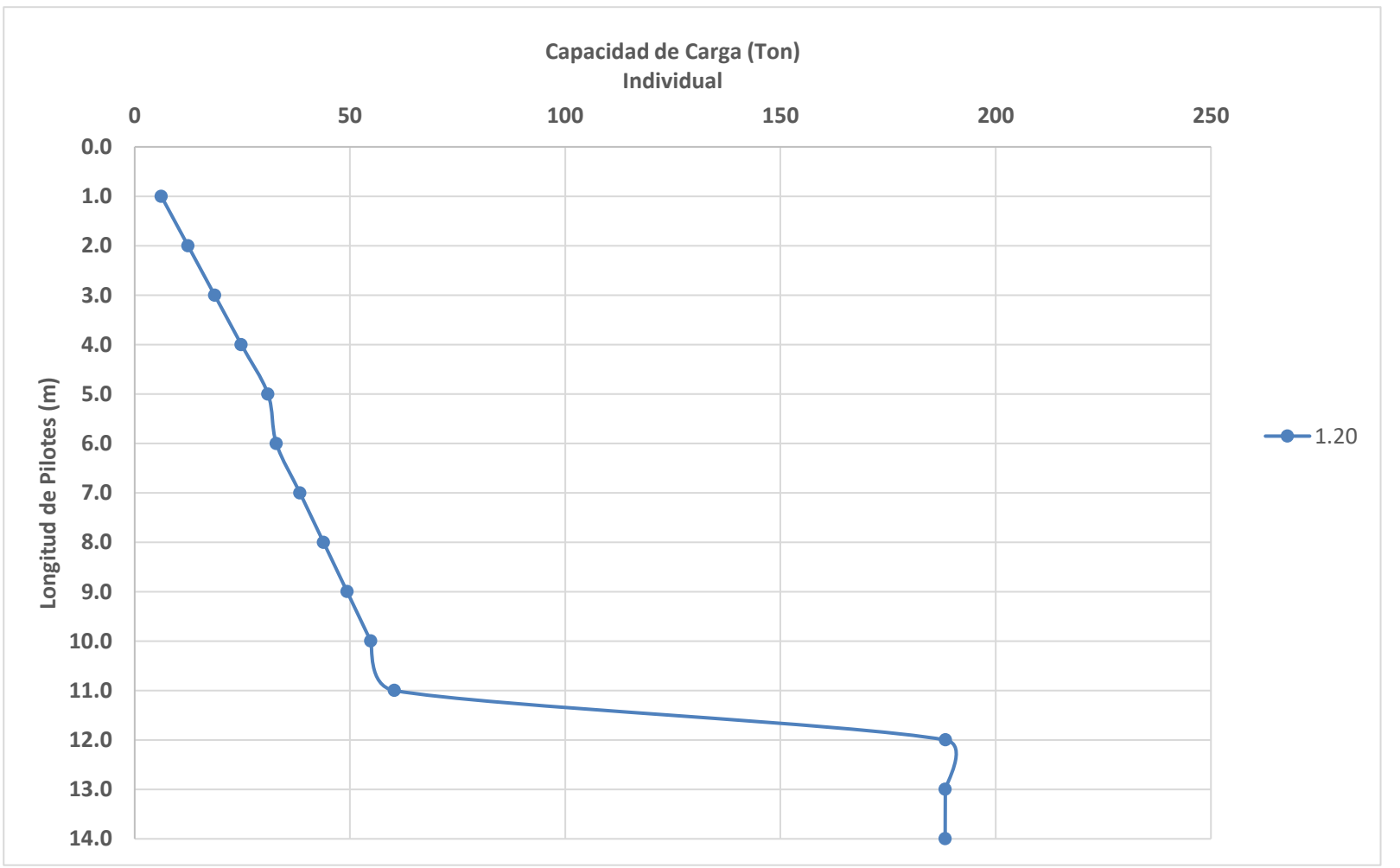
NIVEL FREATICO	-	m

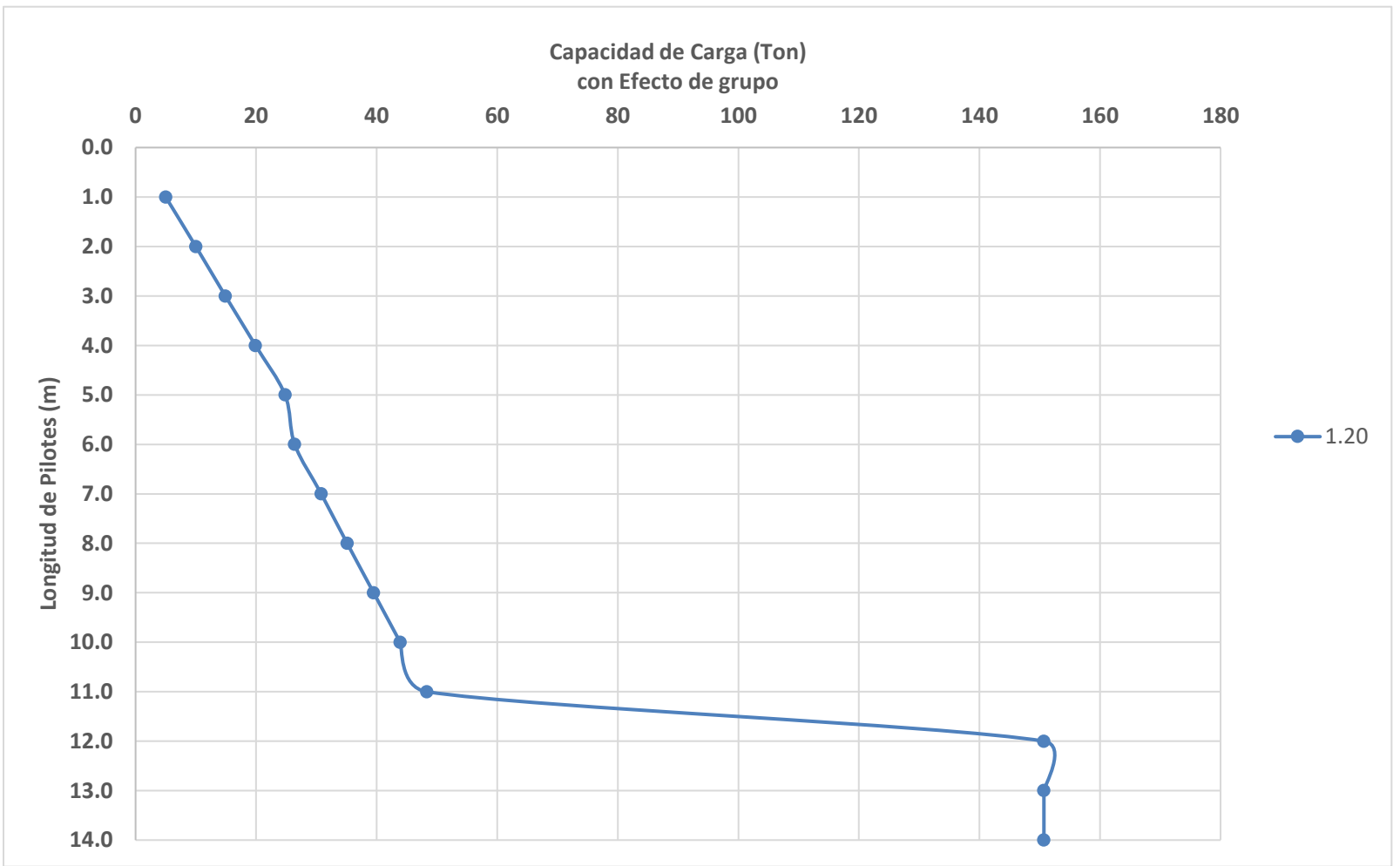
Diametro (m)	Perimetro (m)	Area Punta (m2)	Kdc
1.20	3.77	1.13	12
1.20	3.77	1.13	12
1.20	3.77	1.13	12
1.20	3.77	1.13	12

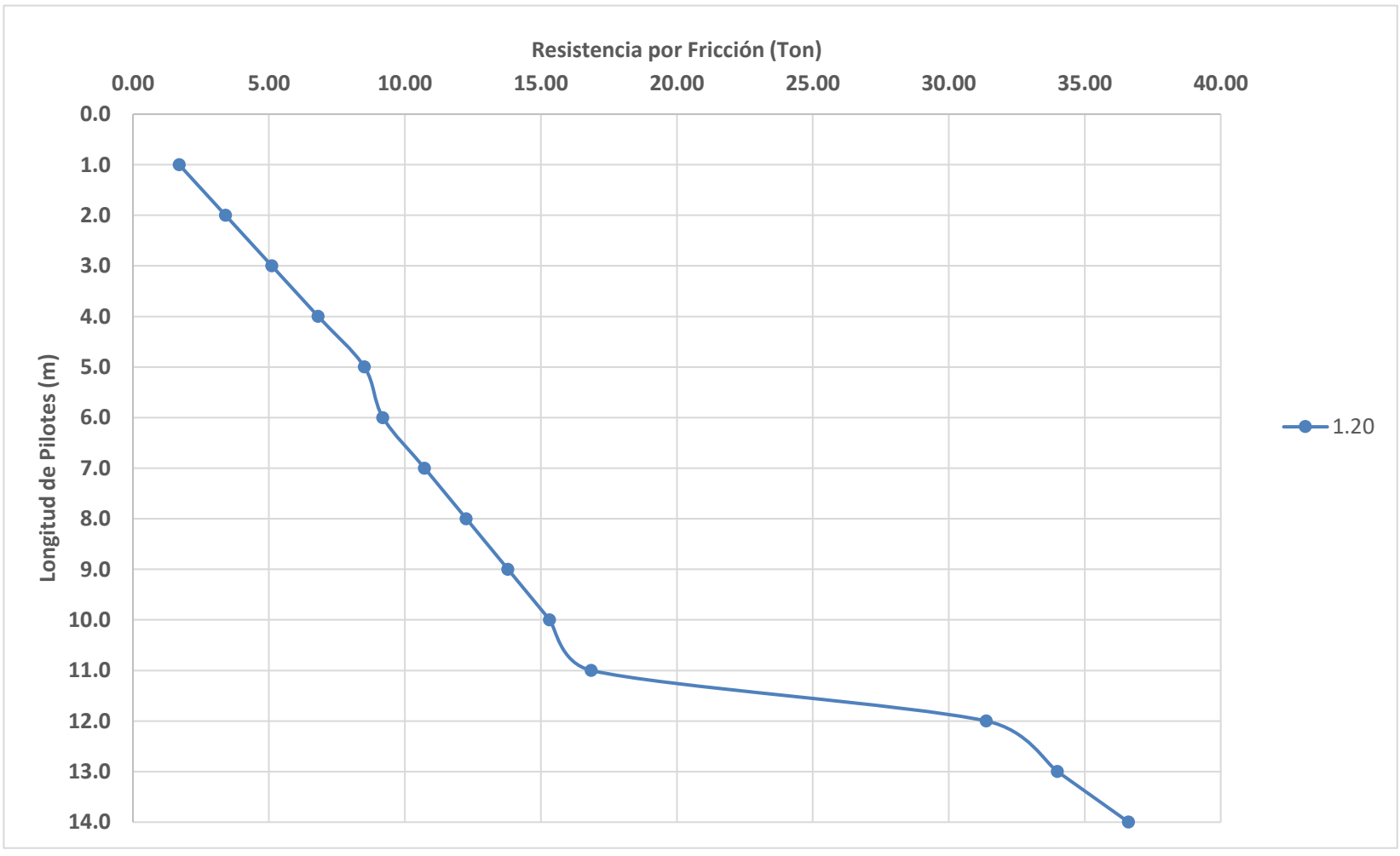
Profundidad (m)			Estrato	ɣ	Pp	σ'v	Arenas				
							Angulo de Fricción	k	tanØa	Reistencia unitaria qs (Ton/m)	Σ Reistencia unitaria qs (Ton/m)
				(Ton/m3)	(Ton/m2)	(ton/m2)					
0.0	-	1.0	Relleno	2.00	0.00	2.0	23	1.11	0.203	0.45	0.45
1.0	-	2.0		2.00	0.00	4.0	23	1.11	0.203	0.90	0.90
2.0	-	3.0		2.00	0.00	6.0	23	1.11	0.203	1.35	1.35
3.0	-	4.0		2.00	0.00	8.0	23	1.11	0.203	1.81	1.81
4.0	-	5.0		2.00	0.00	10.0	23	1.11	0.203	2.26	2.26
5.0	-	6.0	Coluviales	1.80	0.00	10.8	23	1.11	0.203	2.44	2.44
6.0	-	7.0		1.80	0.00	12.6	23	1.11	0.203	2.85	2.85
7.0	-	8.0		1.80	0.00	14.4	23	1.11	0.203	3.25	3.25
8.0	-	9.0		1.80	0.00	16.2	23	1.11	0.203	3.66	3.66
9.0	-	10.0		1.80	0.00	18.0	23	1.11	0.203	4.06	4.06
10.0	-	11.0		1.80	0.00	19.8	23	1.11	0.203	4.47	4.47
11.0	-	12.0	Residual	1.80	0.00	21.6	32	1.34	0.287	8.32	8.32
12.0	-	13.0		1.80	0.00	23.4	32	1.34	0.287	9.02	9.02
13.0	-	14.0		1.80	0.00	25.2	32	1.34	0.287	9.71	9.71

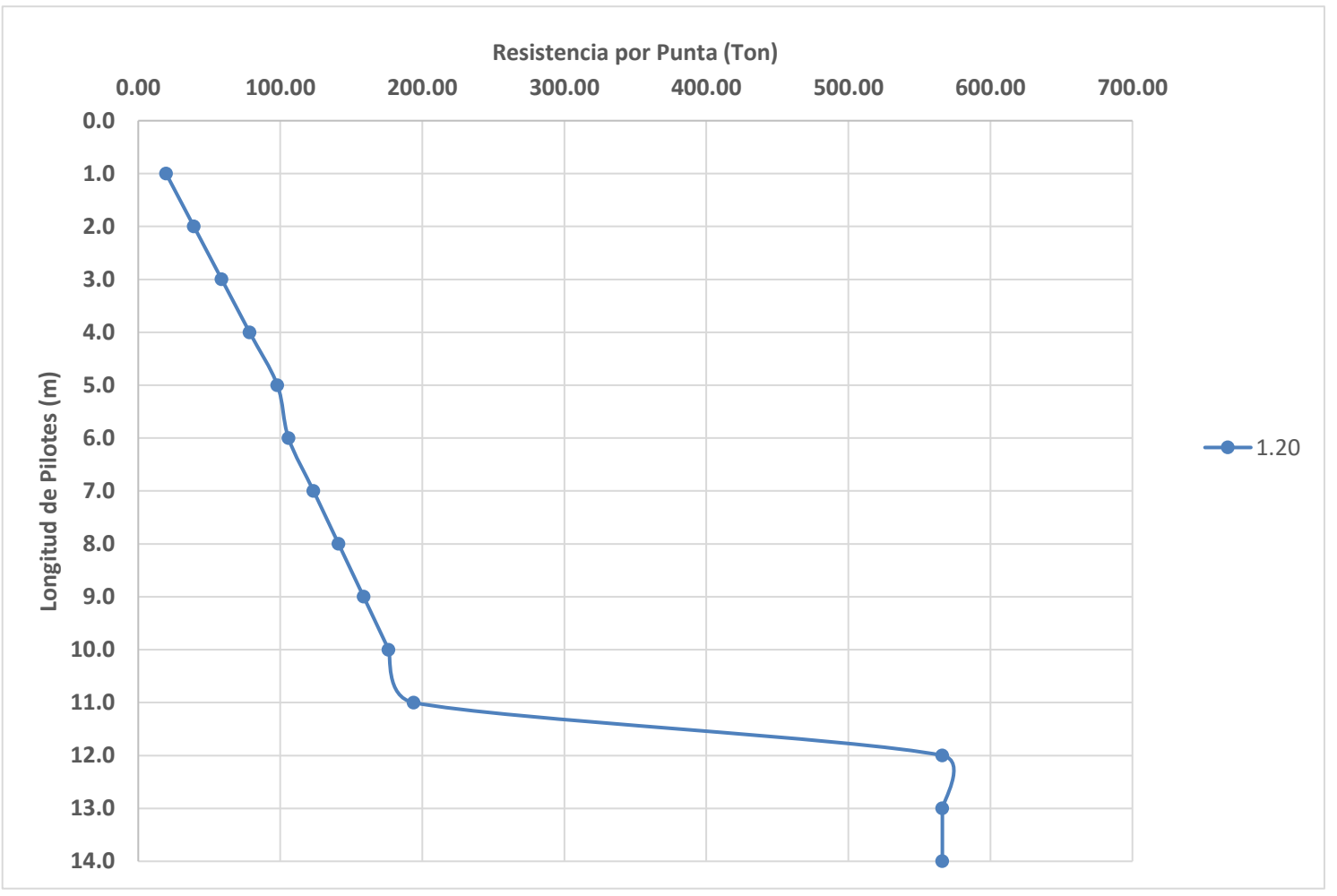
KP	NP	Qs (Ton)				σ'v (ton/m2)				Qp (Ton)				Peso Pilote (Ton)			
		Diametro de Pilote (m)								Diametro de Pilote (m)							
		1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20
2.28	8.7	1.70	1.70	1.70	1.70	2.0	2.0	2.0	2.0	19.59	19.59	19.59	19.59	2.71	2.71	2.71	2.71
2.28	8.7	3.41	3.41	3.41	3.41	4.0	4.0	4.0	4.0	39.18	39.18	39.18	39.18	5.43	5.43	5.43	5.43
2.28	8.7	5.11	5.11	5.11	5.11	6.0	6.0	6.0	6.0	58.77	58.77	58.77	58.77	8.14	8.14	8.14	8.14
2.28	8.7	6.81	6.81	6.81	6.81	8.0	8.0	8.0	8.0	78.36	78.36	78.36	78.36	10.86	10.86	10.86	10.86
2.28	8.7	8.51	8.51	8.51	8.51	10.0	10.0	10.0	10.0	97.96	97.96	97.96	97.96	13.57	13.57	13.57	13.57
2.28	8.7	9.19	9.19	9.19	9.19	10.8	10.8	10.8	10.8	105.79	105.79	105.79	105.79	16.29	16.29	16.29	16.29
2.28	8.7	10.73	10.73	10.73	10.73	12.6	12.6	12.6	12.6	123.42	123.42	123.42	123.42	19.00	19.00	19.00	19.00
2.28	8.7	12.26	12.26	12.26	12.26	14.4	14.4	14.4	14.4	141.06	141.06	141.06	141.06	21.71	21.71	21.71	21.71
2.28	8.7	13.79	13.79	13.79	13.79	16.2	16.2	16.2	16.2	158.69	158.69	158.69	158.69	24.43	24.43	24.43	24.43
2.28	8.7	15.32	15.32	15.32	15.32	18.0	18.0	18.0	18.0	176.32	176.32	176.32	176.32	27.14	27.14	27.14	27.14
2.28	8.7	16.86	16.86	16.86	16.86	19.8	19.8	19.8	19.8	193.95	193.95	193.95	193.95	29.86	29.86	29.86	29.86
3.25	23.2	31.38	31.38	31.38	31.38	21.6	21.6	21.6	21.6	566.19	566.19	566.19	566.19	32.57	32.57	32.57	32.57
3.25	23.2	34.00	34.00	34.00	34.00	21.6	21.6	21.6	21.6	566.19	566.19	566.19	566.19	35.29	35.29	35.29	35.29
3.25	23.2	36.61	36.61	36.61	36.61	21.6	21.6	21.6	21.6	566.19	566.19	566.19	566.19	38.00	38.00	38.00	38.00

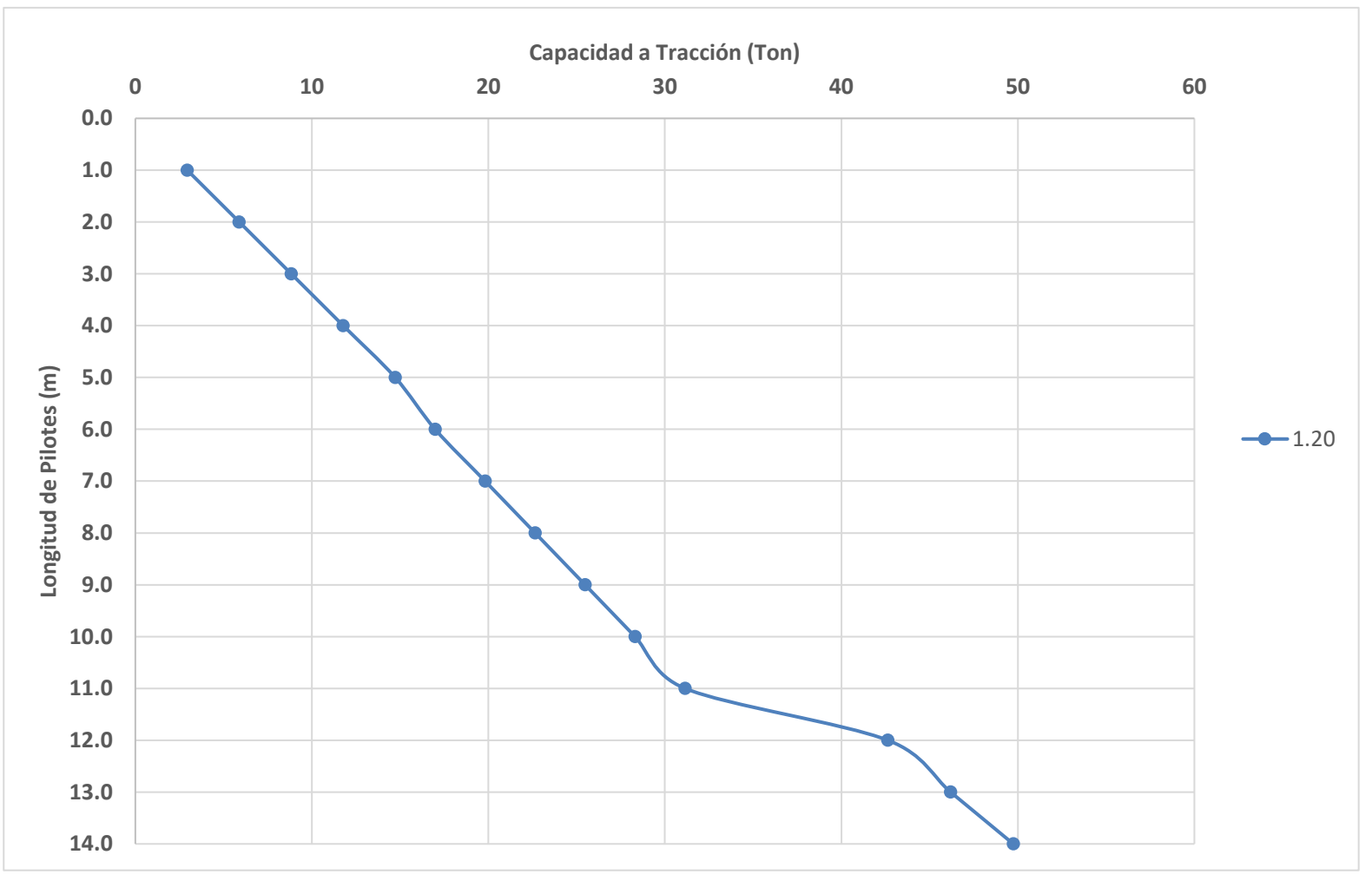
Profundidad (m)			Individual				Efecto de Grupo				Capacidad a Tracción (Ton)			
			Capacidad de Carga (Ton)				Capacidad de Carga (Ton)							
			Diametro de Pilote (m)				Diametro de Pilote (m)				Diametro de Pilote (m)			
			1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20
0.0	-	1.0	6	6	6	6	5	5	5	5	3	3	3	3
1.0	-	2.0	12	12	12	12	10	10	10	10	6	6	6	6
2.0	-	3.0	19	19	19	19	15	15	15	15	9	9	9	9
3.0	-	4.0	25	25	25	25	20	20	20	20	12	12	12	12
4.0	-	5.0	31	31	31	31	25	25	25	25	15	15	15	15
5.0	-	6.0	33	33	33	33	26	26	26	26	17	17	17	17
6.0	-	7.0	38	38	38	38	31	31	31	31	20	20	20	20
7.0	-	8.0	44	44	44	44	35	35	35	35	23	23	23	23
8.0	-	9.0	49	49	49	49	40	40	40	40	25	25	25	25
9.0	-	10.0	55	55	55	55	44	44	44	44	28	28	28	28
10.0	-	11.0	60	60	60	60	48	48	48	48	31	31	31	31
11.0	-	12.0	188	188	188	188	151	151	151	151	43	43	43	43
12.0	-	13.0	188	188	188	188	151	151	151	151	46	46	46	46
13.0	-	14.0	188	188	188	188	151	151	151	151	50	50	50	50


Capacidad de Carga (Ton)
Individual
0
50
100
150
200
250
0.0
1.0
2.0
3.0
4.0
5.0
6.0
7.0
8.0
9.0
10.0
11.0
12.0
13.0
14.0
Longitud de Pilotes (m)
1.20


Capacidad de Carga (Ton)
con Efecto de grupo
0
20
40
60
80
100
120
140
160
180
0.0
1.0
2.0
3.0
4.0
5.0
6.0
7.0
8.0
9.0
10.0
11.0
12.0
13.0
14.0
Longitud de Pilotes (m)
1.20


Resistencia por Fricción (Ton)
0.00
5.00
10.00
15.00
20.00
25.00
30.00
35.00
40.00
0.0
1.0
2.0
3.0
4.0
5.0
6.0
7.0
8.0
9.0
10.0
11.0
12.0
13.0
14.0
Longitud de Pilotes (m)
1.20


Resistencia por Punta (Ton)
0.00
100.00
200.00
300.00
400.00
500.00
600.00
700.00
Longitud de Pilotes (m)
0.0
1.0
2.0
3.0
4.0
5.0
6.0
7.0
8.0
9.0
10.0
11.0
12.0
13.0
14.0
1.20


Capacidad a Tracción (Ton)
0
10
20
30
40
50
60
Longitud de Pilotes (m)
0.0
1.0
2.0
3.0
4.0
5.0
6.0
7.0
8.0
9.0
10.0
11.0
12.0
13.0
14.0
1.20

-

Diametro (m)	Perimetro (m)	Area Punta (m2)
1.2	3.77	1.13
lwp:	0.85	
e:	0.67	
Ep (Ton/m^2):	2142857.14	

Profundidad (m)		Material	Q_s (Ton)	Q_p (Ton)	Qt (Ton)	Es (Ton/m^2)	ms	S_{e1} (mm)	S_{e2} (mm)	S_{e3} (mm)	St (mm)	St (m)	s (Ton/m^2)	K_v (Ton/m^3)
Inicio	Fin													
0.00	1.00	Relleno	1.70	19.59	6.19	641.30	0.37	0.009	1.486	1.692	3.187	0.003	5.476	1718.357
1.00	2.00		3.41	39.18	12.39	641.30	0.37	0.034	2.972	1.788	4.795	0.005	10.952	2283.946
2.00	3.00		5.11	58.77	18.58	641.30	0.37	0.077	4.459	1.863	6.398	0.006	16.428	2567.557
3.00	4.00		6.81	78.36	24.77	641.30	0.37	0.137	5.945	1.925	8.007	0.008	21.904	2735.649
4.00	5.00		8.51	97.96	30.97	641.30	0.37	0.214	7.431	1.980	9.625	0.010	27.380	2844.638
5.00	6.00	Coluviales	9.19	105.79	32.90	641.30	0.37	0.277	8.026	1.827	10.130	0.010	29.090	2871.796
6.00	7.00		10.73	123.42	38.38	641.30	0.37	0.377	9.363	1.868	11.609	0.012	33.939	2923.600
7.00	8.00		12.26	141.06	43.87	641.30	0.37	0.493	10.701	1.906	13.100	0.013	38.787	2960.858
8.00	9.00		13.79	158.69	49.35	641.30	0.37	0.624	12.039	1.942	14.604	0.015	43.635	2987.823
9.00	10.00		15.32	176.32	54.83	641.30	0.37	0.770	13.376	1.976	16.122	0.016	48.484	3007.241
10.00	11.00		16.86	193.95	60.32	641.30	0.37	0.932	14.714	2.009	17.654	0.018	53.332	3020.965
11.00	12.00	Residual	31.38	566.19	188.33	1005.40	0.37	2.908	27.397	2.220	32.525	0.033	166.522	5119.799
12.00	13.00		34.00	566.19	188.30	1005.40	0.37	3.159	27.397	2.252	32.809	0.033	166.493	5074.591
13.00	14.00		36.61	566.19	188.27	1005.40	0.37	3.412	27.397	2.283	33.093	0.033	166.463	5030.125

Diametro (m)	Perimetro (m)	Area Punta (m2)
1.2	3.77	1.13
lwp:	0.85	
e:	0.67	
Ep (Ton/m^2):	2142857.14	

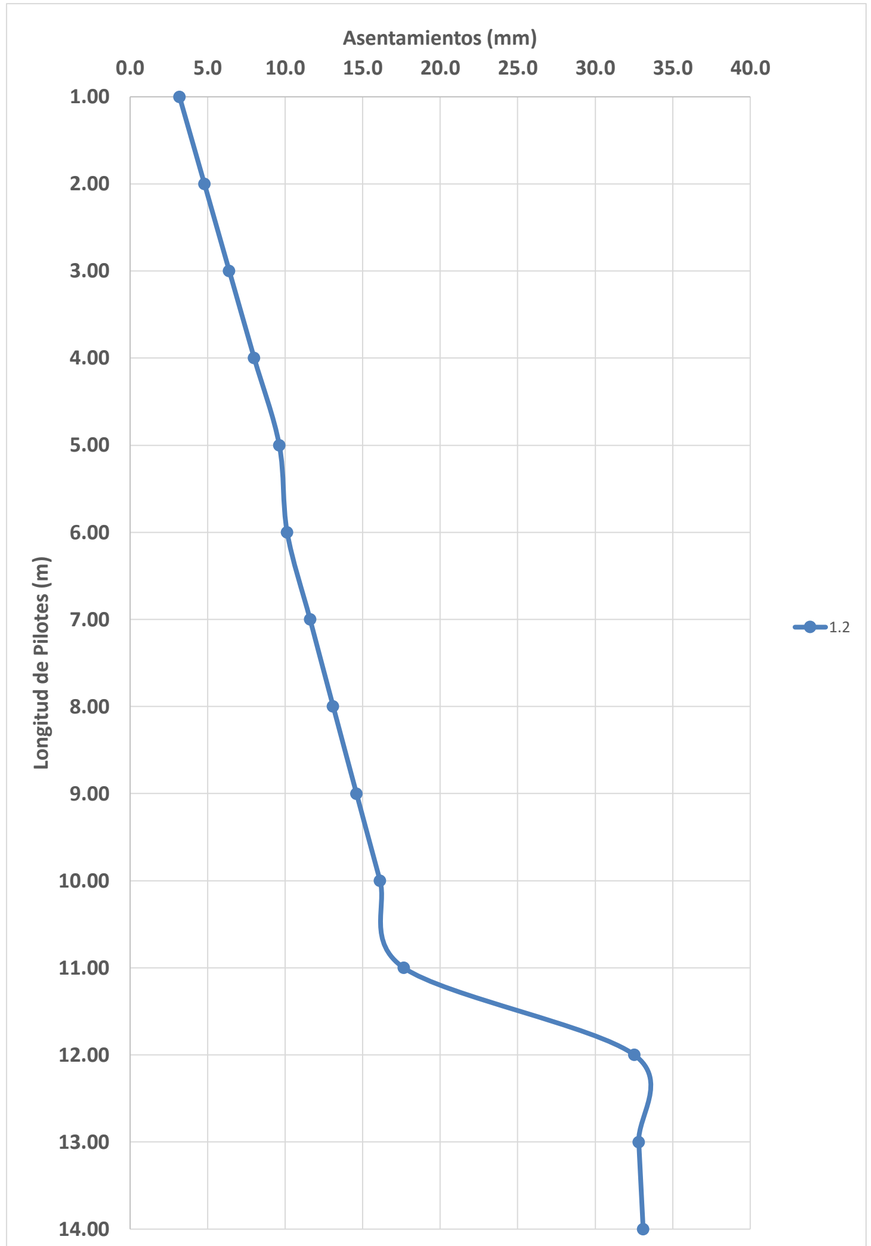
Profundidad (m)		Material	Q_s (Ton)	Q_p (Ton)	Qt (Ton)	Es (Ton/m^2)	ms	S_{e1} (mm)	S_{e2} (mm)	S_{e3} (mm)	St (mm)	St (m)	s (Ton/m^2)	K_v (Ton/m^3)
Inicio	Fin													
0.00	1.00	Relleno	1.70	19.59	6.19	641.30	0.37	0.009	1.486	1.692	3.187	0.003	5.476	1718.357
1.00	2.00		3.41	39.18	12.39	641.30	0.37	0.034	2.972	1.788	4.795	0.005	10.952	2283.946
2.00	3.00		5.11	58.77	18.58	641.30	0.37	0.077	4.459	1.863	6.398	0.006	16.428	2567.557
3.00	4.00		6.81	78.36	24.77	641.30	0.37	0.137	5.945	1.925	8.007	0.008	21.904	2735.649
4.00	5.00		8.51	97.96	30.97	641.30	0.37	0.214	7.431	1.980	9.625	0.010	27.380	2844.638
5.00	6.00	Coluviales	9.19	105.79	32.90	641.30	0.37	0.277	8.026	1.827	10.130	0.010	29.090	2871.796
6.00	7.00		10.73	123.42	38.38	641.30	0.37	0.377	9.363	1.868	11.609	0.012	33.939	2923.600
7.00	8.00		12.26	141.06	43.87	641.30	0.37	0.493	10.701	1.906	13.100	0.013	38.787	2960.858
8.00	9.00		13.79	158.69	49.35	641.30	0.37	0.624	12.039	1.942	14.604	0.015	43.635	2987.823
9.00	10.00		15.32	176.32	54.83	641.30	0.37	0.770	13.376	1.976	16.122	0.016	48.484	3007.241
10.00	11.00		16.86	193.95	60.32	641.30	0.37	0.932	14.714	2.009	17.654	0.018	53.332	3020.965
11.00	12.00	Residual	31.38	566.19	188.33	1005.40	0.37	2.908	27.397	2.220	32.525	0.033	166.522	5119.799
12.00	13.00		34.00	566.19	188.30	1005.40	0.37	3.159	27.397	2.252	32.809	0.033	166.493	5074.591
13.00	14.00		36.61	566.19	188.27	1005.40	0.37	3.412	27.397	2.283	33.093	0.033	166.463	5030.125

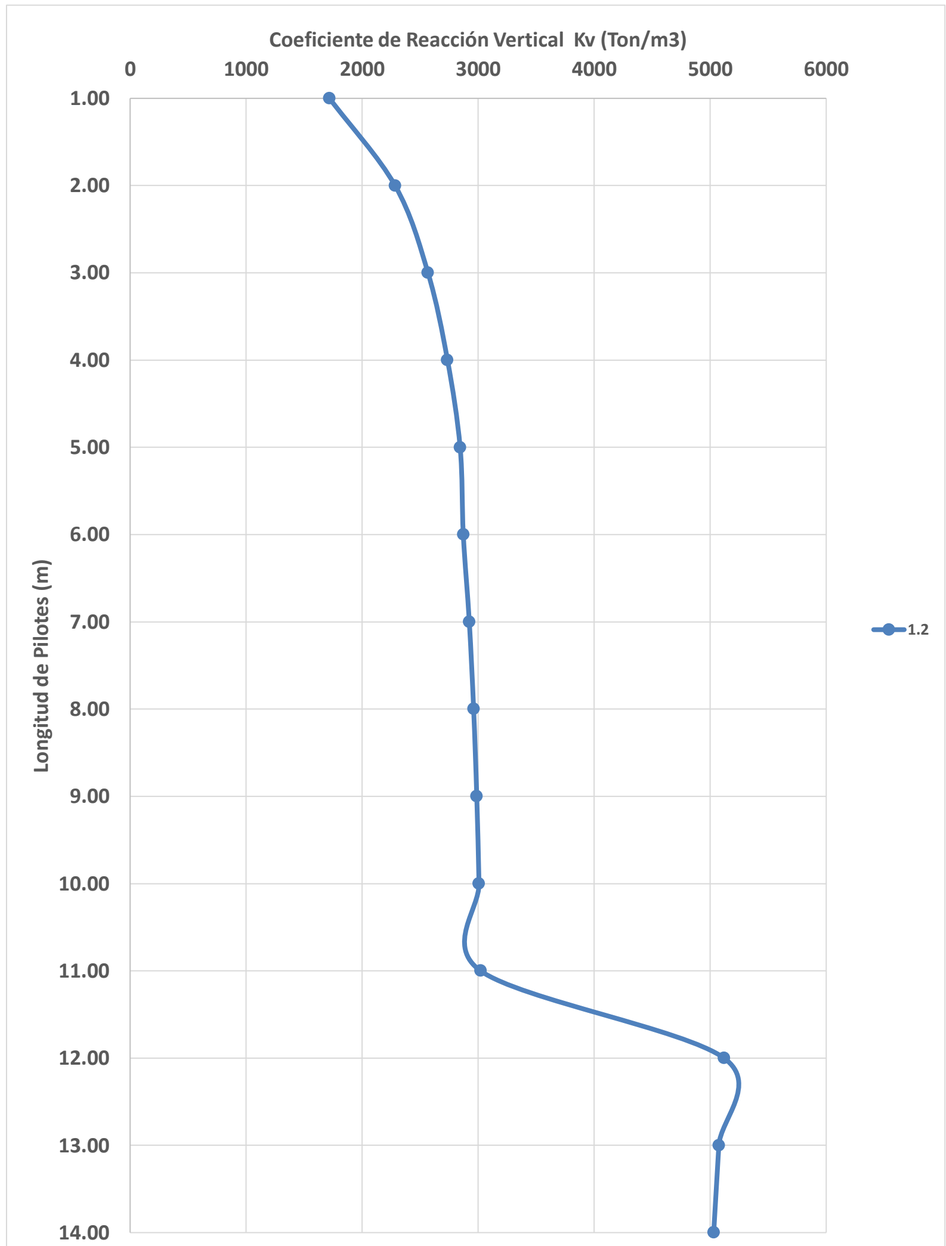
Diametro (m)	Perimetro (m)	Area Punta (m2)
1.2	3.77	1.13
lwp:	0.85	
e:	0.67	
Ep (Ton/m^2):	2142857.14	

Profundidad (m)		Material	Q_s (Ton)	Q_p (Ton)	Qt (Ton)	Es (Ton/m^2)	ms	S_{e1} (mm)	S_{e2} (mm)	S_{e3} (mm)	St (mm)	St (m)	s (Ton/m^2)	K_v (Ton/m^3)
Inicio	Fin													
0.00	1.00	Relleno	1.70	19.59	6.19	641.30	0.37	0.009	1.486	1.692	3.187	0.003	5.476	1718.357
1.00	2.00		3.41	39.18	12.39	641.30	0.37	0.034	2.972	1.788	4.795	0.005	10.952	2283.946
2.00	3.00		5.11	58.77	18.58	641.30	0.37	0.077	4.459	1.863	6.398	0.006	16.428	2567.557
3.00	4.00		6.81	78.36	24.77	641.30	0.37	0.137	5.945	1.925	8.007	0.008	21.904	2735.649
4.00	5.00		8.51	97.96	30.97	641.30	0.37	0.214	7.431	1.980	9.625	0.010	27.380	2844.638
5.00	6.00	Coluviales	9.19	105.79	32.90	641.30	0.37	0.277	8.026	1.827	10.130	0.010	29.090	2871.796
6.00	7.00		10.73	123.42	38.38	641.30	0.37	0.377	9.363	1.868	11.609	0.012	33.939	2923.600
7.00	8.00		12.26	141.06	43.87	641.30	0.37	0.493	10.701	1.906	13.100	0.013	38.787	2960.858
8.00	9.00		13.79	158.69	49.35	641.30	0.37	0.624	12.039	1.942	14.604	0.015	43.635	2987.823
9.00	10.00		15.32	176.32	54.83	641.30	0.37	0.770	13.376	1.976	16.122	0.016	48.484	3007.241
10.00	11.00		16.86	193.95	60.32	641.30	0.37	0.932	14.714	2.009	17.654	0.018	53.332	3020.965
11.00	12.00	Residual	31.38	566.19	188.33	1005.40	0.37	2.908	27.397	2.220	32.525	0.033	166.522	5119.799
12.00	13.00		34.00	566.19	188.30	1005.40	0.37	3.159	27.397	2.252	32.809	0.033	166.493	5074.591
13.00	14.00		36.61	566.19	188.27	1005.40	0.37	3.412	27.397	2.283	33.093	0.033	166.463	5030.125

Diametro (m)	Perimetro (m)	Area Punta (m2)
1.2	3.77	1.13
lwp:	0.85	
e:	0.67	
Ep (Ton/m^2):	2142857.14	

Profundidad (m)		Material	Q_s (Ton)	Q_p (Ton)	Qt (Ton)	Es (Ton/m^2)	ms	S_{e1} (mm)	S_{e2} (mm)	S_{e3} (mm)	St (mm)	St (m)	s (Ton/m^2)	K_v (Ton/m^3)
Inicio	Fin													
0.00	1.00	Relleno	1.70	19.59	6.19	641.30	0.37	0.009	1.486	1.692	3.187	0.003	5.476	1718.357
1.00	2.00		3.41	39.18	12.39	641.30	0.37	0.034	2.972	1.788	4.795	0.005	10.952	2283.946
2.00	3.00		5.11	58.77	18.58	641.30	0.37	0.077	4.459	1.863	6.398	0.006	16.428	2567.557
3.00	4.00		6.81	78.36	24.77	641.30	0.37	0.137	5.945	1.925	8.007	0.008	21.904	2735.649
4.00	5.00		8.51	97.96	30.97	641.30	0.37	0.214	7.431	1.980	9.625	0.010	27.380	2844.638
5.00	6.00	Coluviales	9.19	105.79	32.90	641.30	0.37	0.277	8.026	1.827	10.130	0.010	29.090	2871.796
6.00	7.00		10.73	123.42	38.38	641.30	0.37	0.377	9.363	1.868	11.609	0.012	33.939	2923.600
7.00	8.00		12.26	141.06	43.87	641.30	0.37	0.493	10.701	1.906	13.100	0.013	38.787	2960.858
8.00	9.00		13.79	158.69	49.35	641.30	0.37	0.624	12.039	1.942	14.604	0.015	43.635	2987.823
9.00	10.00		15.32	176.32	54.83	641.30	0.37	0.770	13.376	1.976	16.122	0.016	48.484	3007.241
10.00	11.00		16.86	193.95	60.32	641.30	0.37	0.932	14.714	2.009	17.654	0.018	53.332	3020.965
11.00	12.00	Residual	31.38	566.19	188.33	1005.40	0.37	2.908	27.397	2.220	32.525	0.033	166.522	5119.799
12.00	13.00		34.00	566.19	188.30	1005.40	0.37	3.159	27.397	2.252	32.809	0.033	166.493	5074.591
13.00	14.00		36.61	566.19	188.27	1005.40	0.37	3.412	27.397	2.283	33.093	0.033	166.463	5030.125


Asentamientos (mm)
0.0
5.0
10.0
15.0
20.0
25.0
30.0
35.0
40.0
1.00
2.00
3.00
4.00
5.00
6.00
7.00
8.00
9.00
10.00
11.00
12.00
13.00
14.00
Longitud de Pilotes (m)
1.2


Coeficiente de Reacción Vertical Kv (Ton/m3)
0
1000
2000
3000
4000
5000
6000
1.00
2.00
3.00
4.00
5.00
6.00
7.00
8.00
9.00
10.00
11.00
12.00
13.00
14.00
Longitud de Pilotes (m)
1.2

Profundidad (m)		Material	Diametro			
			1.2	1.2	1.2	1.2
Inicio	Fin		Kv (Ton/m^3)	Kv (Ton/m^3)	Kv (Ton/m^3)	Kv (Ton/m^3)
0.00	1.00	Coluviales	1718	1718	1718	1718
1.00	2.00		2284	2284	2284	2284
2.00	3.00		2568	2568	2568	2568
3.00	4.00		2736	2736	2736	2736
4.00	5.00		2845	2845	2845	2845
5.00	6.00		2872	2872	2872	2872
6.00	7.00	Residual	2924	2924	2924	2924
7.00	8.00		2961	2961	2961	2961
8.00	9.00		2988	2988	2988	2988
9.00	10.00		3007	3007	3007	3007
10.00	11.00		3021	3021	3021	3021
11.00	12.00		5120	5120	5120	5120
12.00	13.00		5075	5075	5075	5075
13.00	14.00		5030	5030	5030	5030

MODULO DE REACCION HORIZONTAL

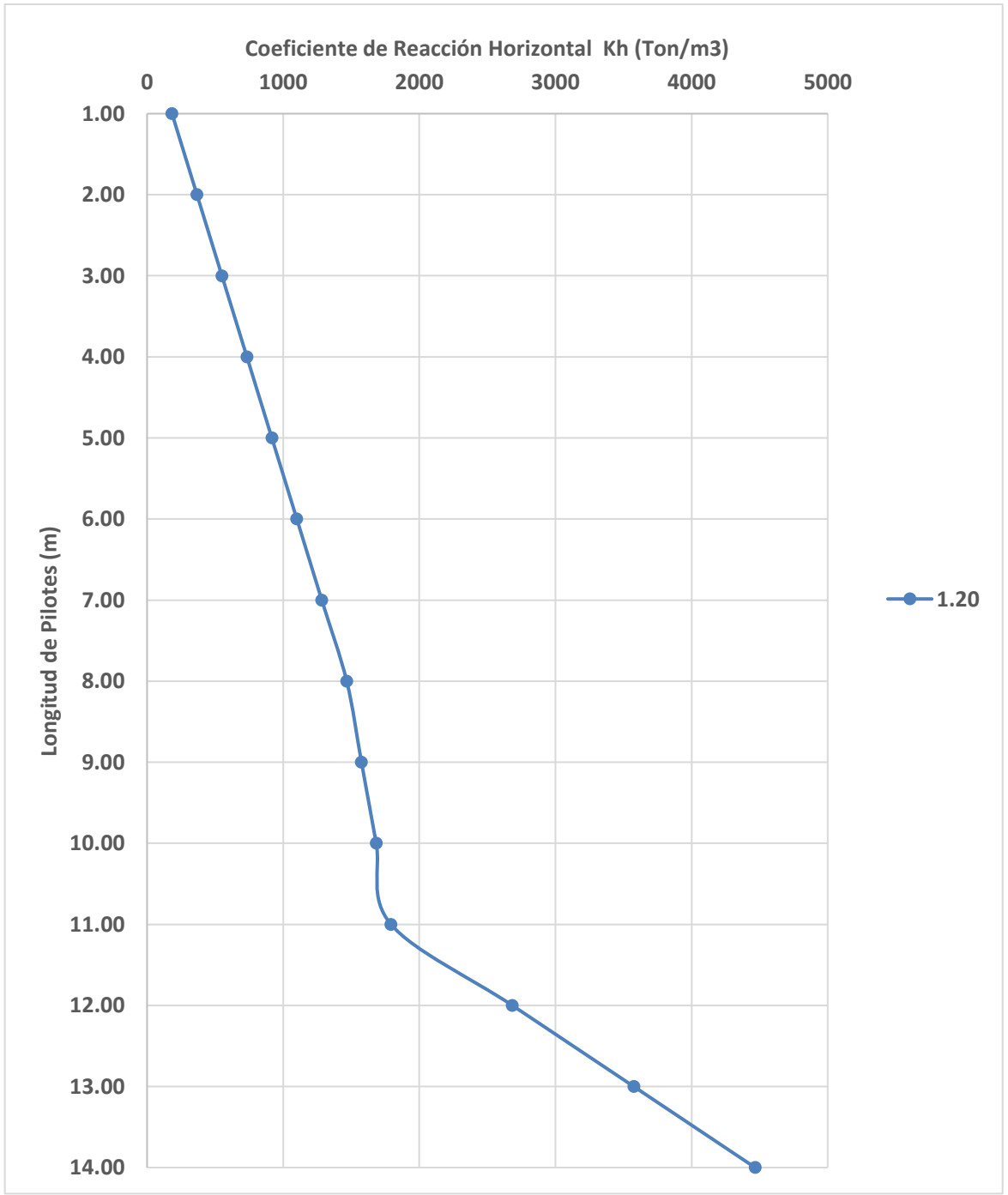
Donde: n_h: Coeficiente de variación del módulo de balasto (ver Tabla 7.6) $k_h = n_h \frac{x}{D}$.

Tabla 7.7 Valores típicos del Coeficiente de reacción horizontal n_h (GEO, 2006)

CONSISTENCIA	SUELTA (N 4-10)	MEDIANAMENTE DENSA (N 11-30)	DENSA (N 31-50)
Arena seca o húmeda (mN/m^3)	2,2	6,6	17,6
Arena sumergida (mN/m^3)	1,3	4,4	10,7

$$k_h = \frac{2.E_{def}}{3.d}$$

Profundidad (m)		Material	n_h	Diametro de Pilote (m)			
				1.20	1.20	1.20	1.20
				k_h	k_h	k_h	k_h
Inicio	Fin		(Ton/m^3)	(Ton/m^3)	(Ton/m^3)	(Ton/m^3)	(Ton/m^3)
0.00	1.00	Relleno	220.00	183	183	183	183
1.00	2.00		220.00	367	367	367	367
2.00	3.00		220.00	550	550	550	550
3.00	4.00		220.00	733	733	733	733
4.00	5.00		220.00	917	917	917	917
5.00	6.00	Coluviales	220.00	1100	1100	1100	1100
6.00	7.00		220.00	1283	1283	1283	1283
7.00	8.00		220.00	1467	1467	1467	1467
8.00	9.00		130.00	1575	1575	1575	1575
9.00	10.00		130.00	1683	1683	1683	1683
10.00	11.00		130.00	1792	1792	1792	1792
11.00	12.00	Residual	1070.00	2683	2683	2683	2683
12.00	13.00		1070.00	3575	3575	3575	3575
13.00	14.00		1070.00	4467	4467	4467	4467


Coeficiente de Reacción Horizontal Kh (Ton/m3)
0
1000
2000
3000
4000
5000
1.00
2.00
3.00
4.00
5.00
6.00
7.00
8.00
9.00
10.00
11.00
12.00
13.00
14.00
Longitud de Pilotes (m)
1.20

ANEXO 10. MEMORIA DE CALCULO DE CAPACIDAD DE PILOTES PARA ESTRUCTURAS DEL CLUB NÁUTICO

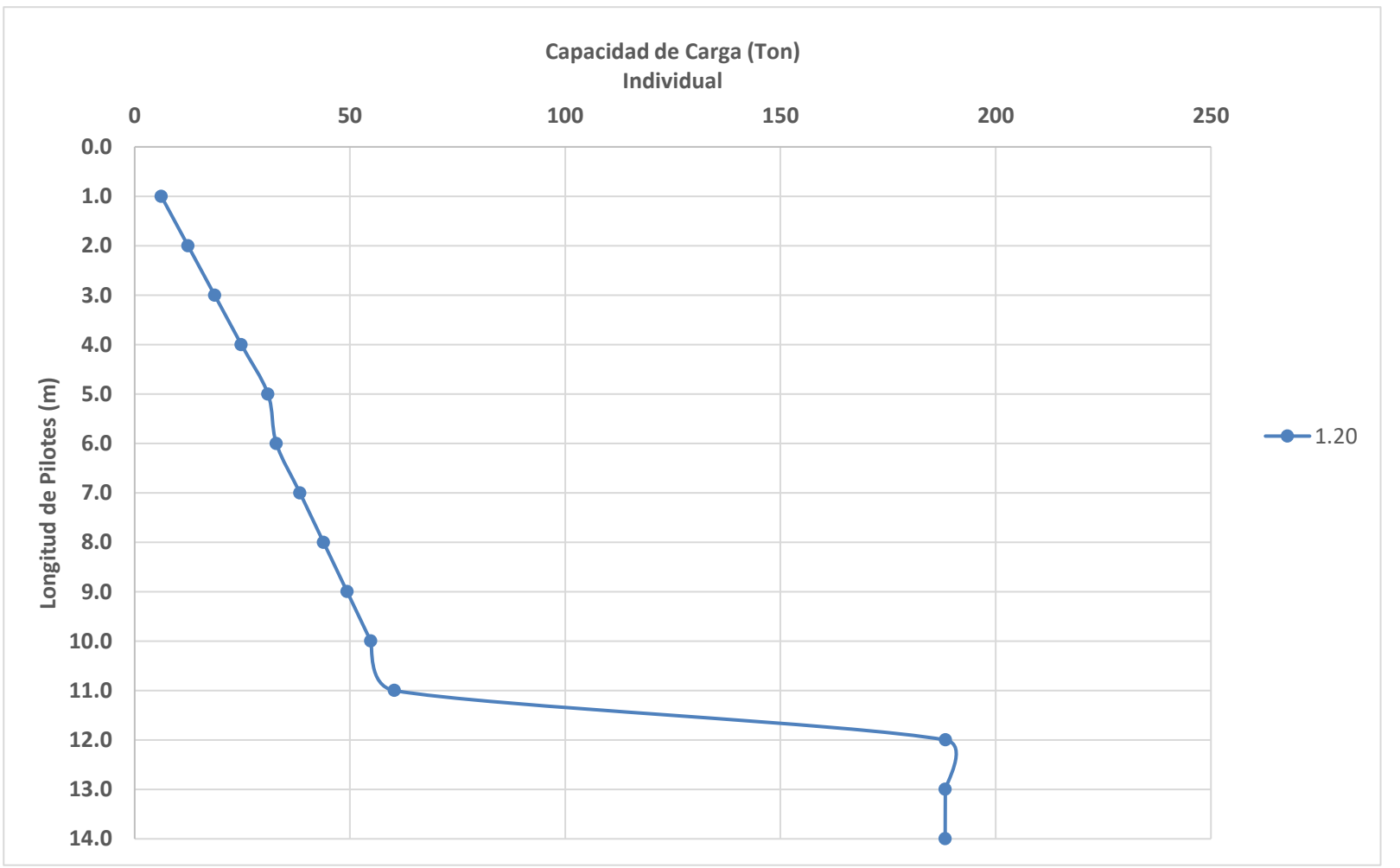
NIVEL FREATICO	-	m

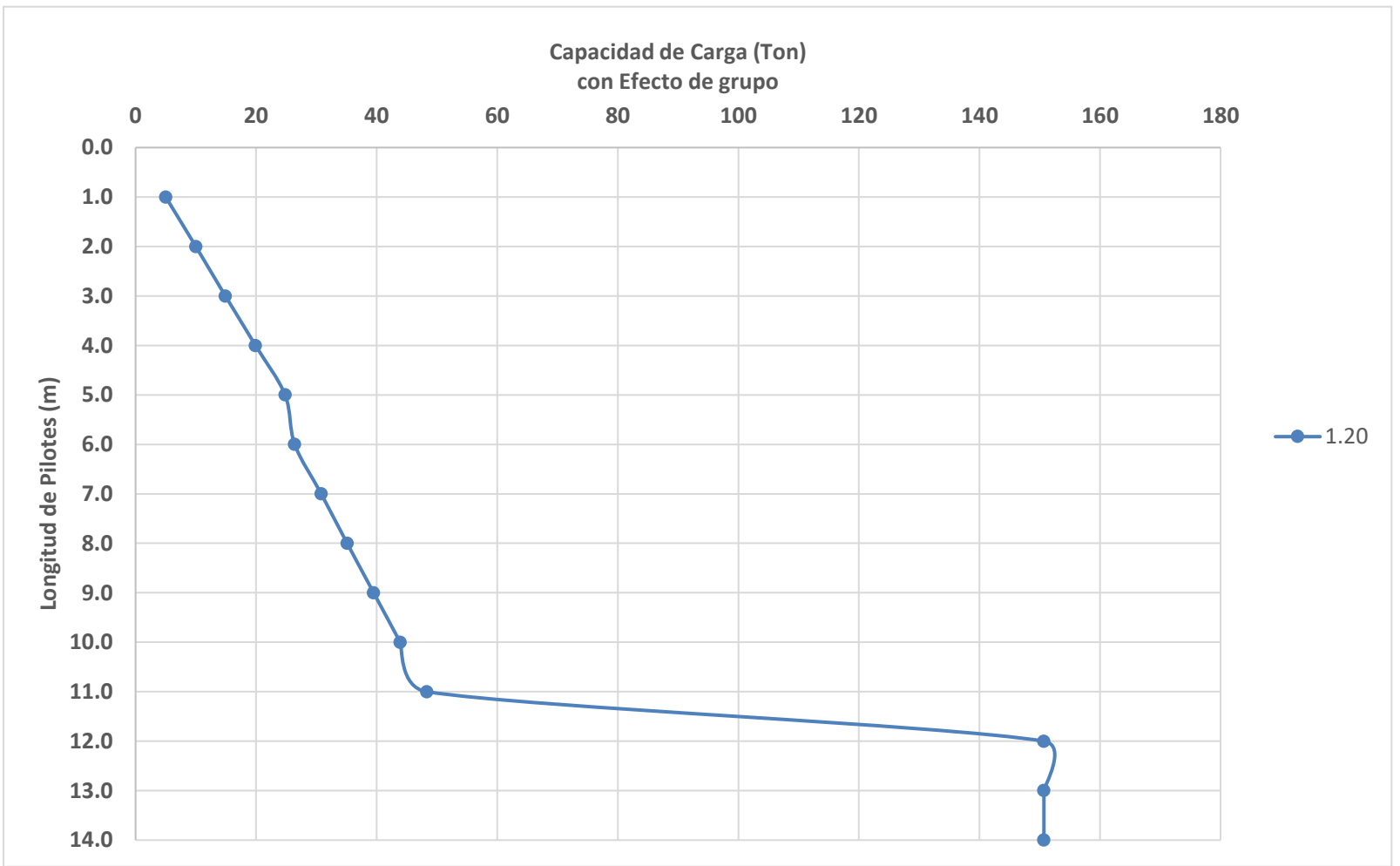
Diametro (m)	Perimetro (m)	Area Punta (m2)	Kdc
1.20	3.77	1.13	12
1.20	3.77	1.13	12
1.20	3.77	1.13	12
1.20	3.77	1.13	12

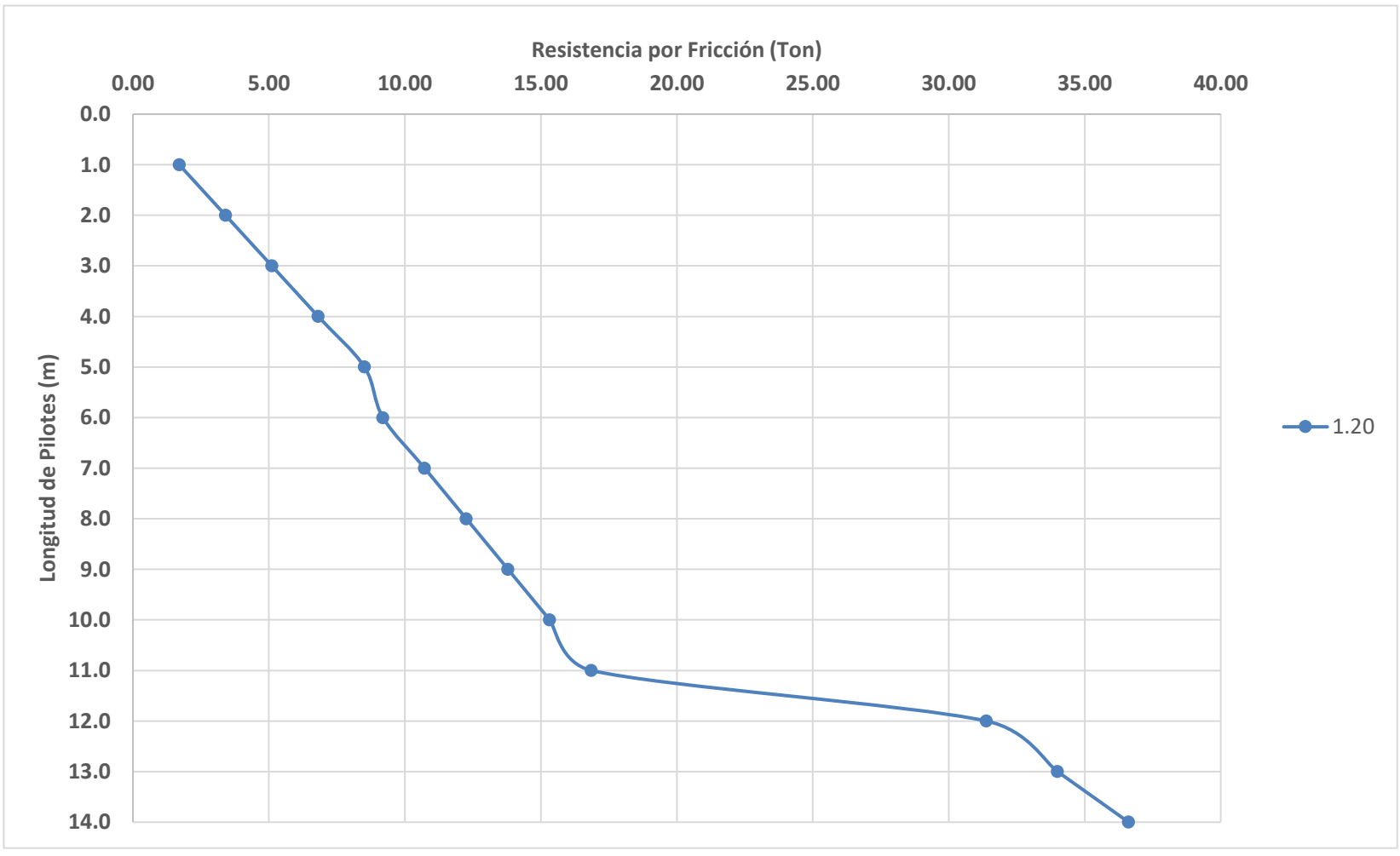
Profundidad (m)			Estrato	ɣ	Pp	σ'v	Arenas				
							Angulo de Fricción	k	tanØa	Reistencia unitaria qs (Ton/m)	Σ Reistencia unitaria qs (Ton/m)
				(Ton/m3)	(Ton/m2)	(ton/m2)					
0.0	-	1.0	Relleno	2.00	0.00	2.0	23	1.11	0.203	0.45	0.45
1.0	-	2.0		2.00	0.00	4.0	23	1.11	0.203	0.90	0.90
2.0	-	3.0		2.00	0.00	6.0	23	1.11	0.203	1.35	1.35
3.0	-	4.0		2.00	0.00	8.0	23	1.11	0.203	1.81	1.81
4.0	-	5.0		2.00	0.00	10.0	23	1.11	0.203	2.26	2.26
5.0	-	6.0	Coluviales	1.80	0.00	10.8	23	1.11	0.203	2.44	2.44
6.0	-	7.0		1.80	0.00	12.6	23	1.11	0.203	2.85	2.85
7.0	-	8.0		1.80	0.00	14.4	23	1.11	0.203	3.25	3.25
8.0	-	9.0		1.80	0.00	16.2	23	1.11	0.203	3.66	3.66
9.0	-	10.0		1.80	0.00	18.0	23	1.11	0.203	4.06	4.06
10.0	-	11.0		1.80	0.00	19.8	23	1.11	0.203	4.47	4.47
11.0	-	12.0	Residual	1.80	0.00	21.6	32	1.34	0.287	8.32	8.32
12.0	-	13.0		1.80	0.00	23.4	32	1.34	0.287	9.02	9.02
13.0	-	14.0		1.80	0.00	25.2	32	1.34	0.287	9.71	9.71

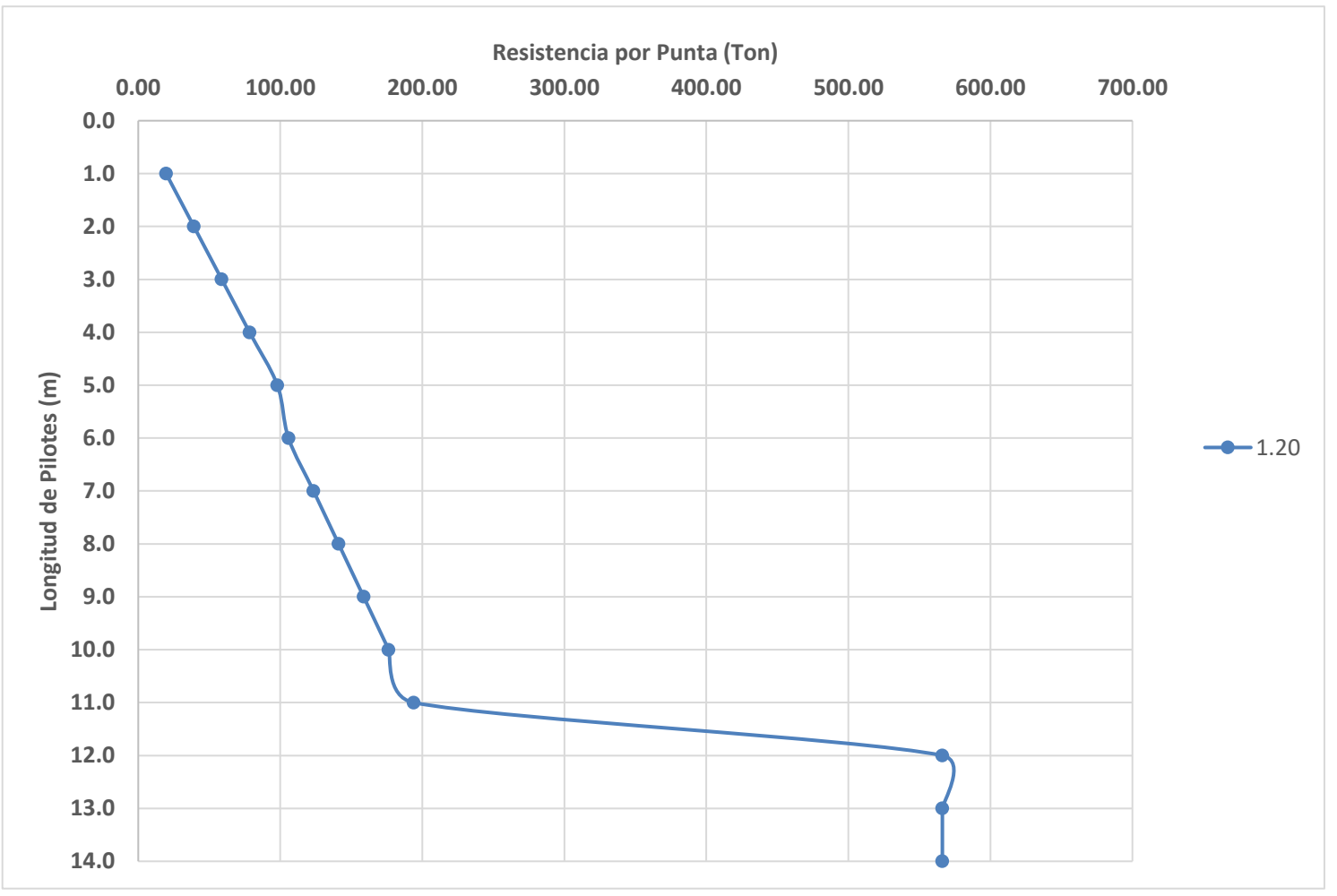
KP	NP	Qs (Ton)				σ'v (ton/m2)				Qp (Ton)				Peso Pilote (Ton)			
		Diametro de Pilote (m)								Diametro de Pilote (m)							
		1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20
2.28	8.7	1.70	1.70	1.70	1.70	2.0	2.0	2.0	2.0	19.59	19.59	19.59	19.59	2.71	2.71	2.71	2.71
2.28	8.7	3.41	3.41	3.41	3.41	4.0	4.0	4.0	4.0	39.18	39.18	39.18	39.18	5.43	5.43	5.43	5.43
2.28	8.7	5.11	5.11	5.11	5.11	6.0	6.0	6.0	6.0	58.77	58.77	58.77	58.77	8.14	8.14	8.14	8.14
2.28	8.7	6.81	6.81	6.81	6.81	8.0	8.0	8.0	8.0	78.36	78.36	78.36	78.36	10.86	10.86	10.86	10.86
2.28	8.7	8.51	8.51	8.51	8.51	10.0	10.0	10.0	10.0	97.96	97.96	97.96	97.96	13.57	13.57	13.57	13.57
2.28	8.7	9.19	9.19	9.19	9.19	10.8	10.8	10.8	10.8	105.79	105.79	105.79	105.79	16.29	16.29	16.29	16.29
2.28	8.7	10.73	10.73	10.73	10.73	12.6	12.6	12.6	12.6	123.42	123.42	123.42	123.42	19.00	19.00	19.00	19.00
2.28	8.7	12.26	12.26	12.26	12.26	14.4	14.4	14.4	14.4	141.06	141.06	141.06	141.06	21.71	21.71	21.71	21.71
2.28	8.7	13.79	13.79	13.79	13.79	16.2	16.2	16.2	16.2	158.69	158.69	158.69	158.69	24.43	24.43	24.43	24.43
2.28	8.7	15.32	15.32	15.32	15.32	18.0	18.0	18.0	18.0	176.32	176.32	176.32	176.32	27.14	27.14	27.14	27.14
2.28	8.7	16.86	16.86	16.86	16.86	19.8	19.8	19.8	19.8	193.95	193.95	193.95	193.95	29.86	29.86	29.86	29.86
3.25	23.2	31.38	31.38	31.38	31.38	21.6	21.6	21.6	21.6	566.19	566.19	566.19	566.19	32.57	32.57	32.57	32.57
3.25	23.2	34.00	34.00	34.00	34.00	21.6	21.6	21.6	21.6	566.19	566.19	566.19	566.19	35.29	35.29	35.29	35.29
3.25	23.2	36.61	36.61	36.61	36.61	21.6	21.6	21.6	21.6	566.19	566.19	566.19	566.19	38.00	38.00	38.00	38.00

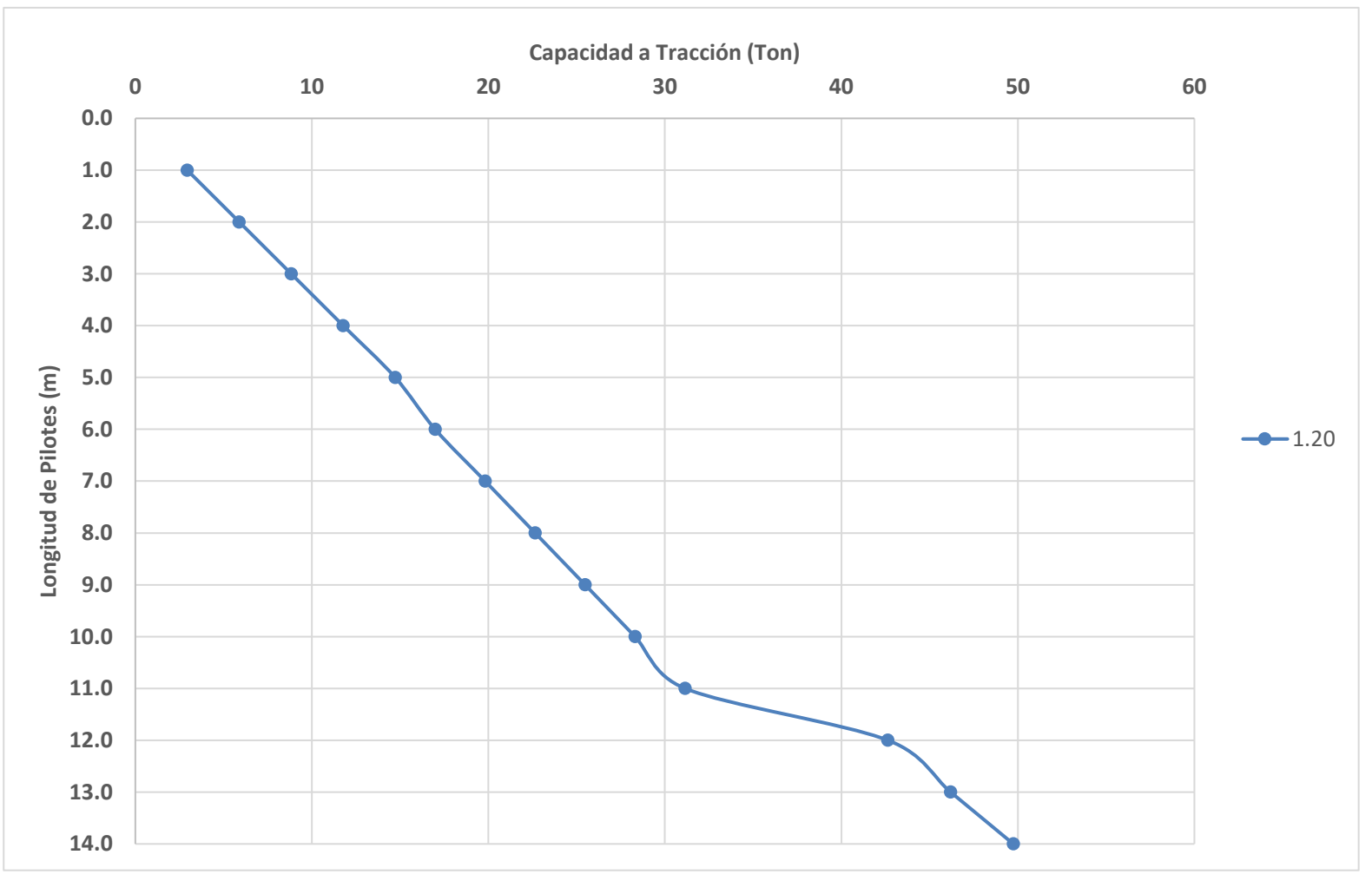
Profundidad (m)			Individual				Efecto de Grupo				Capacidad a Tracción (Ton)			
			Capacidad de Carga (Ton)				Capacidad de Carga (Ton)							
			Diametro de Pilote (m)				Diametro de Pilote (m)				Diametro de Pilote (m)			
			1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20
0.0	-	1.0	6	6	6	6	5	5	5	5	3	3	3	3
1.0	-	2.0	12	12	12	12	10	10	10	10	6	6	6	6
2.0	-	3.0	19	19	19	19	15	15	15	15	9	9	9	9
3.0	-	4.0	25	25	25	25	20	20	20	20	12	12	12	12
4.0	-	5.0	31	31	31	31	25	25	25	25	15	15	15	15
5.0	-	6.0	33	33	33	33	26	26	26	26	17	17	17	17
6.0	-	7.0	38	38	38	38	31	31	31	31	20	20	20	20
7.0	-	8.0	44	44	44	44	35	35	35	35	23	23	23	23
8.0	-	9.0	49	49	49	49	40	40	40	40	25	25	25	25
9.0	-	10.0	55	55	55	55	44	44	44	44	28	28	28	28
10.0	-	11.0	60	60	60	60	48	48	48	48	31	31	31	31
11.0	-	12.0	188	188	188	188	151	151	151	151	43	43	43	43
12.0	-	13.0	188	188	188	188	151	151	151	151	46	46	46	46
13.0	-	14.0	188	188	188	188	151	151	151	151	50	50	50	50


Capacidad de Carga (Ton)
Individual
0
50
100
150
200
250
0.0
1.0
2.0
3.0
4.0
5.0
6.0
7.0
8.0
9.0
10.0
11.0
12.0
13.0
14.0
Longitud de Pilotes (m)
1.20


Capacidad de Carga (Ton)
con Efecto de grupo
0
20
40
60
80
100
120
140
160
180
0.0
1.0
2.0
3.0
4.0
5.0
6.0
7.0
8.0
9.0
10.0
11.0
12.0
13.0
14.0
Longitud de Pilotes (m)
1.20


Resistencia por Fricción (Ton)
0.00
5.00
10.00
15.00
20.00
25.00
30.00
35.00
40.00
0.0
1.0
2.0
3.0
4.0
5.0
6.0
7.0
8.0
9.0
10.0
11.0
12.0
13.0
14.0
Longitud de Pilotes (m)
1.20


Resistencia por Punta (Ton)
0.00
100.00
200.00
300.00
400.00
500.00
600.00
700.00
Longitud de Pilotes (m)
0.0
1.0
2.0
3.0
4.0
5.0
6.0
7.0
8.0
9.0
10.0
11.0
12.0
13.0
14.0
1.20


Capacidad a Tracción (Ton)
0
10
20
30
40
50
60
Longitud de Pilotes (m)
0.0
1.0
2.0
3.0
4.0
5.0
6.0
7.0
8.0
9.0
10.0
11.0
12.0
13.0
14.0
1.20

-

Diametro (m)	Perimetro (m)	Area Punta (m2)
1.2	3.77	1.13
lwp:	0.85	
e:	0.67	
Ep (Ton/m^2):	2142857.14	

Profundidad (m)		Material	Q_s (Ton)	Q_p (Ton)	Qt (Ton)	Es (Ton/m^2)	ms	S_{e1} (mm)	S_{e2} (mm)	S_{e3} (mm)	St (mm)	St (m)	s (Ton/m^2)	K_v (Ton/m^3)
Inicio	Fin													
0.00	1.00	Relleno	1.70	19.59	6.19	641.30	0.37	0.009	1.486	1.692	3.187	0.003	5.476	1718.357
1.00	2.00		3.41	39.18	12.39	641.30	0.37	0.034	2.972	1.788	4.795	0.005	10.952	2283.946
2.00	3.00		5.11	58.77	18.58	641.30	0.37	0.077	4.459	1.863	6.398	0.006	16.428	2567.557
3.00	4.00		6.81	78.36	24.77	641.30	0.37	0.137	5.945	1.925	8.007	0.008	21.904	2735.649
4.00	5.00		8.51	97.96	30.97	641.30	0.37	0.214	7.431	1.980	9.625	0.010	27.380	2844.638
5.00	6.00	Coluviales	9.19	105.79	32.90	641.30	0.37	0.277	8.026	1.827	10.130	0.010	29.090	2871.796
6.00	7.00		10.73	123.42	38.38	641.30	0.37	0.377	9.363	1.868	11.609	0.012	33.939	2923.600
7.00	8.00		12.26	141.06	43.87	641.30	0.37	0.493	10.701	1.906	13.100	0.013	38.787	2960.858
8.00	9.00		13.79	158.69	49.35	641.30	0.37	0.624	12.039	1.942	14.604	0.015	43.635	2987.823
9.00	10.00		15.32	176.32	54.83	641.30	0.37	0.770	13.376	1.976	16.122	0.016	48.484	3007.241
10.00	11.00		16.86	193.95	60.32	641.30	0.37	0.932	14.714	2.009	17.654	0.018	53.332	3020.965
11.00	12.00	Residual	31.38	566.19	188.33	1005.40	0.37	2.908	27.397	2.220	32.525	0.033	166.522	5119.799
12.00	13.00		34.00	566.19	188.30	1005.40	0.37	3.159	27.397	2.252	32.809	0.033	166.493	5074.591
13.00	14.00		36.61	566.19	188.27	1005.40	0.37	3.412	27.397	2.283	33.093	0.033	166.463	5030.125

Diametro (m)	Perimetro (m)	Area Punta (m2)
1.2	3.77	1.13
lwp:	0.85	
e:	0.67	
Ep (Ton/m^2):	2142857.14	

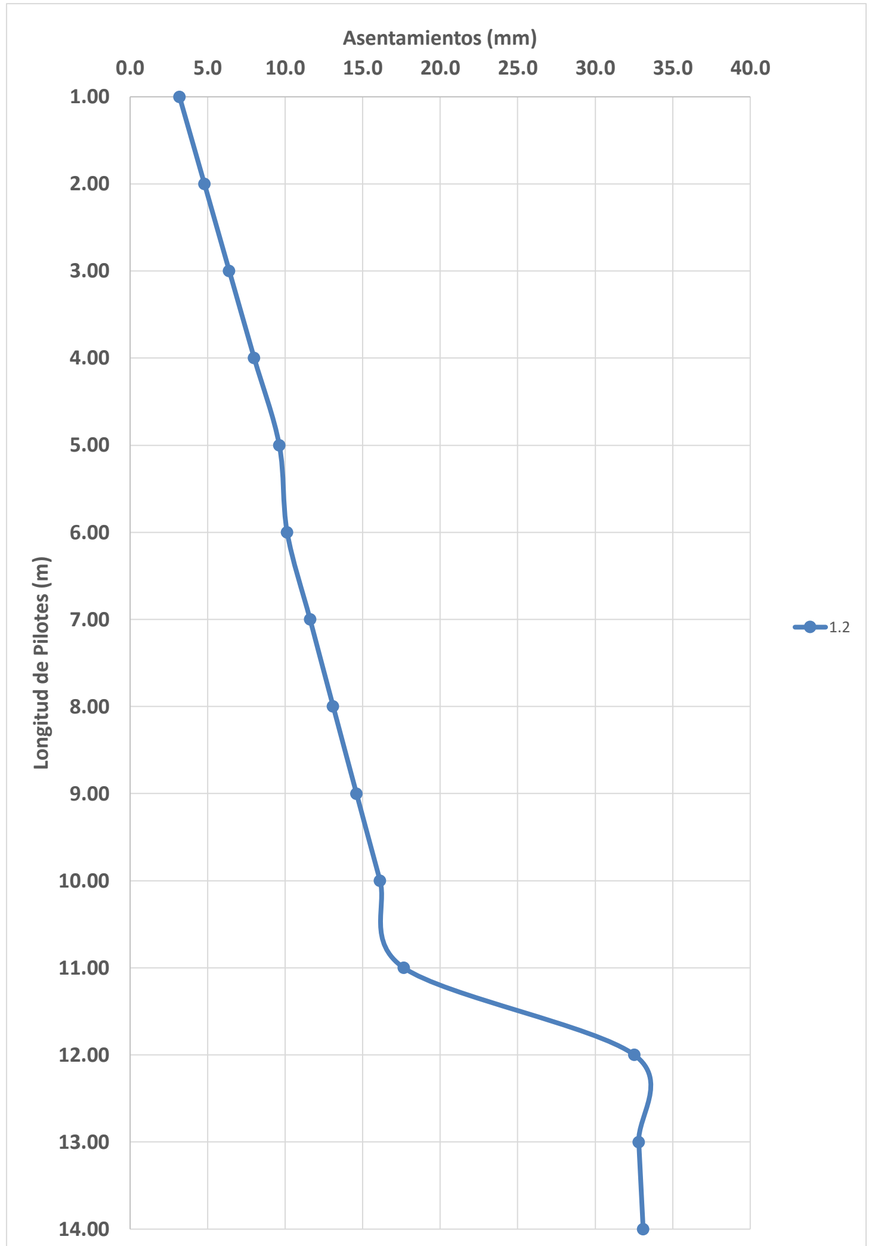
Profundidad (m)		Material	Q_s (Ton)	Q_p (Ton)	Qt (Ton)	Es (Ton/m^2)	ms	S_{e1} (mm)	S_{e2} (mm)	S_{e3} (mm)	St (mm)	St (m)	s (Ton/m^2)	K_v (Ton/m^3)
Inicio	Fin													
0.00	1.00	Relleno	1.70	19.59	6.19	641.30	0.37	0.009	1.486	1.692	3.187	0.003	5.476	1718.357
1.00	2.00		3.41	39.18	12.39	641.30	0.37	0.034	2.972	1.788	4.795	0.005	10.952	2283.946
2.00	3.00		5.11	58.77	18.58	641.30	0.37	0.077	4.459	1.863	6.398	0.006	16.428	2567.557
3.00	4.00		6.81	78.36	24.77	641.30	0.37	0.137	5.945	1.925	8.007	0.008	21.904	2735.649
4.00	5.00		8.51	97.96	30.97	641.30	0.37	0.214	7.431	1.980	9.625	0.010	27.380	2844.638
5.00	6.00	Coluviales	9.19	105.79	32.90	641.30	0.37	0.277	8.026	1.827	10.130	0.010	29.090	2871.796
6.00	7.00		10.73	123.42	38.38	641.30	0.37	0.377	9.363	1.868	11.609	0.012	33.939	2923.600
7.00	8.00		12.26	141.06	43.87	641.30	0.37	0.493	10.701	1.906	13.100	0.013	38.787	2960.858
8.00	9.00		13.79	158.69	49.35	641.30	0.37	0.624	12.039	1.942	14.604	0.015	43.635	2987.823
9.00	10.00		15.32	176.32	54.83	641.30	0.37	0.770	13.376	1.976	16.122	0.016	48.484	3007.241
10.00	11.00		16.86	193.95	60.32	641.30	0.37	0.932	14.714	2.009	17.654	0.018	53.332	3020.965
11.00	12.00	Residual	31.38	566.19	188.33	1005.40	0.37	2.908	27.397	2.220	32.525	0.033	166.522	5119.799
12.00	13.00		34.00	566.19	188.30	1005.40	0.37	3.159	27.397	2.252	32.809	0.033	166.493	5074.591
13.00	14.00		36.61	566.19	188.27	1005.40	0.37	3.412	27.397	2.283	33.093	0.033	166.463	5030.125

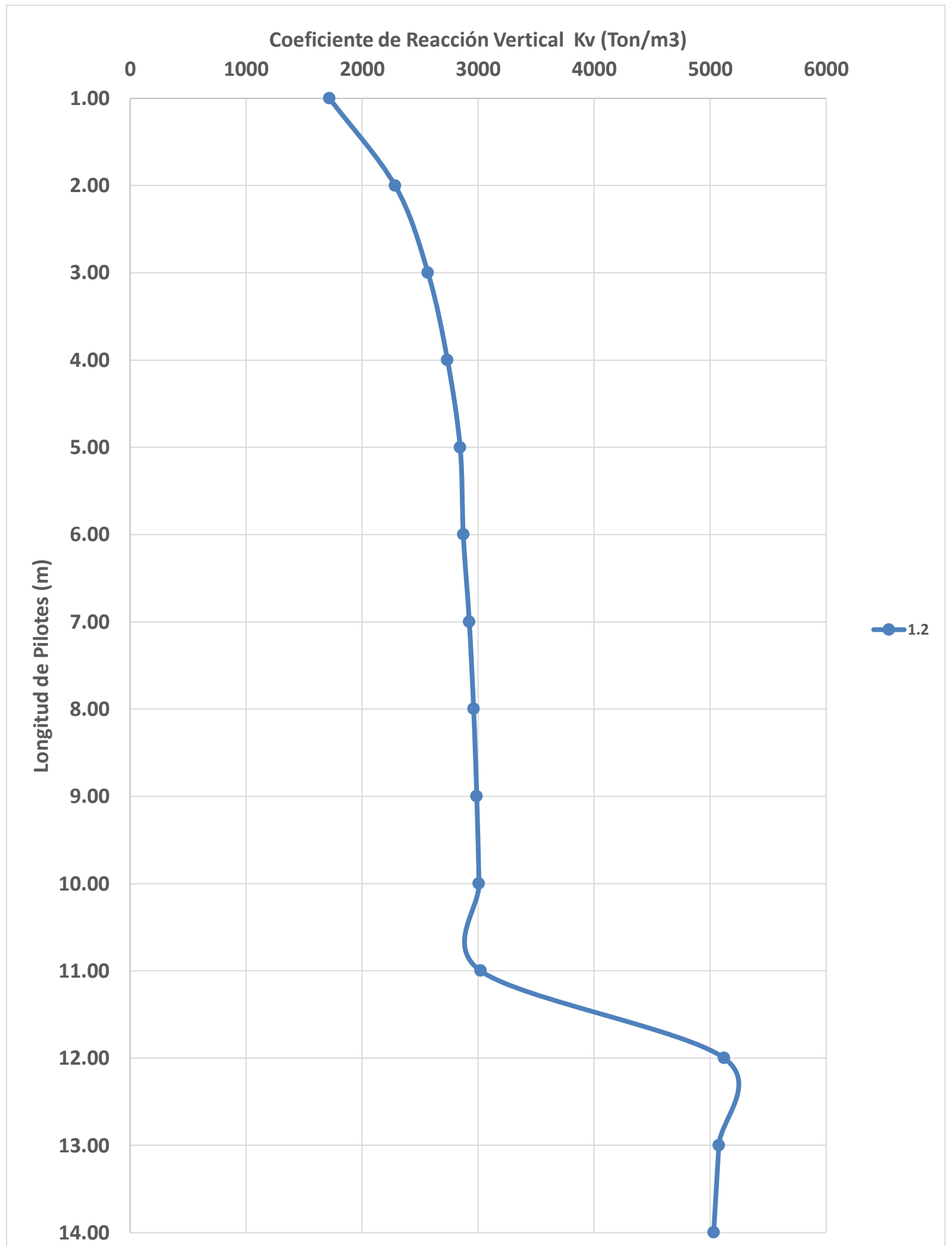
Diametro (m)	Perimetro (m)	Area Punta (m2)
1.2	3.77	1.13
lwp:	0.85	
e:	0.67	
Ep (Ton/m^2):	2142857.14	

Profundidad (m)		Material	Q_s (Ton)	Q_p (Ton)	Qt (Ton)	Es (Ton/m^2)	ms	S_{e1} (mm)	S_{e2} (mm)	S_{e3} (mm)	St (mm)	St (m)	s (Ton/m^2)	K_v (Ton/m^3)
Inicio	Fin													
0.00	1.00	Relleno	1.70	19.59	6.19	641.30	0.37	0.009	1.486	1.692	3.187	0.003	5.476	1718.357
1.00	2.00		3.41	39.18	12.39	641.30	0.37	0.034	2.972	1.788	4.795	0.005	10.952	2283.946
2.00	3.00		5.11	58.77	18.58	641.30	0.37	0.077	4.459	1.863	6.398	0.006	16.428	2567.557
3.00	4.00		6.81	78.36	24.77	641.30	0.37	0.137	5.945	1.925	8.007	0.008	21.904	2735.649
4.00	5.00		8.51	97.96	30.97	641.30	0.37	0.214	7.431	1.980	9.625	0.010	27.380	2844.638
5.00	6.00	Coluviales	9.19	105.79	32.90	641.30	0.37	0.277	8.026	1.827	10.130	0.010	29.090	2871.796
6.00	7.00		10.73	123.42	38.38	641.30	0.37	0.377	9.363	1.868	11.609	0.012	33.939	2923.600
7.00	8.00		12.26	141.06	43.87	641.30	0.37	0.493	10.701	1.906	13.100	0.013	38.787	2960.858
8.00	9.00		13.79	158.69	49.35	641.30	0.37	0.624	12.039	1.942	14.604	0.015	43.635	2987.823
9.00	10.00		15.32	176.32	54.83	641.30	0.37	0.770	13.376	1.976	16.122	0.016	48.484	3007.241
10.00	11.00		16.86	193.95	60.32	641.30	0.37	0.932	14.714	2.009	17.654	0.018	53.332	3020.965
11.00	12.00	Residual	31.38	566.19	188.33	1005.40	0.37	2.908	27.397	2.220	32.525	0.033	166.522	5119.799
12.00	13.00		34.00	566.19	188.30	1005.40	0.37	3.159	27.397	2.252	32.809	0.033	166.493	5074.591
13.00	14.00		36.61	566.19	188.27	1005.40	0.37	3.412	27.397	2.283	33.093	0.033	166.463	5030.125

Diametro (m)	Perimetro (m)	Area Punta (m2)
1.2	3.77	1.13
lwp:	0.85	
e:	0.67	
Ep (Ton/m^2):	2142857.14	

Profundidad (m)		Material	Q_s (Ton)	Q_p (Ton)	Qt (Ton)	Es (Ton/m^2)	ms	S_{e1} (mm)	S_{e2} (mm)	S_{e3} (mm)	St (mm)	St (m)	s (Ton/m^2)	K_v (Ton/m^3)
Inicio	Fin													
0.00	1.00	Relleno	1.70	19.59	6.19	641.30	0.37	0.009	1.486	1.692	3.187	0.003	5.476	1718.357
1.00	2.00		3.41	39.18	12.39	641.30	0.37	0.034	2.972	1.788	4.795	0.005	10.952	2283.946
2.00	3.00		5.11	58.77	18.58	641.30	0.37	0.077	4.459	1.863	6.398	0.006	16.428	2567.557
3.00	4.00		6.81	78.36	24.77	641.30	0.37	0.137	5.945	1.925	8.007	0.008	21.904	2735.649
4.00	5.00		8.51	97.96	30.97	641.30	0.37	0.214	7.431	1.980	9.625	0.010	27.380	2844.638
5.00	6.00	Coluviales	9.19	105.79	32.90	641.30	0.37	0.277	8.026	1.827	10.130	0.010	29.090	2871.796
6.00	7.00		10.73	123.42	38.38	641.30	0.37	0.377	9.363	1.868	11.609	0.012	33.939	2923.600
7.00	8.00		12.26	141.06	43.87	641.30	0.37	0.493	10.701	1.906	13.100	0.013	38.787	2960.858
8.00	9.00		13.79	158.69	49.35	641.30	0.37	0.624	12.039	1.942	14.604	0.015	43.635	2987.823
9.00	10.00		15.32	176.32	54.83	641.30	0.37	0.770	13.376	1.976	16.122	0.016	48.484	3007.241
10.00	11.00		16.86	193.95	60.32	641.30	0.37	0.932	14.714	2.009	17.654	0.018	53.332	3020.965
11.00	12.00	Residual	31.38	566.19	188.33	1005.40	0.37	2.908	27.397	2.220	32.525	0.033	166.522	5119.799
12.00	13.00		34.00	566.19	188.30	1005.40	0.37	3.159	27.397	2.252	32.809	0.033	166.493	5074.591
13.00	14.00		36.61	566.19	188.27	1005.40	0.37	3.412	27.397	2.283	33.093	0.033	166.463	5030.125


Asentamientos (mm)
0.0
5.0
10.0
15.0
20.0
25.0
30.0
35.0
40.0
1.00
2.00
3.00
4.00
5.00
6.00
7.00
8.00
9.00
10.00
11.00
12.00
13.00
14.00
Longitud de Pilotes (m)
1.2


Coeficiente de Reacción Vertical Kv (Ton/m3)
0
1000
2000
3000
4000
5000
6000
1.00
2.00
3.00
4.00
5.00
6.00
7.00
8.00
9.00
10.00
11.00
12.00
13.00
14.00
Longitud de Pilotes (m)
1.2

Profundidad (m)		Material	Diametro			
			1.2	1.2	1.2	1.2
Inicio	Fin		Kv (Ton/m^3)	Kv (Ton/m^3)	Kv (Ton/m^3)	Kv (Ton/m^3)
0.00	1.00	Coluviales	1718	1718	1718	1718
1.00	2.00		2284	2284	2284	2284
2.00	3.00		2568	2568	2568	2568
3.00	4.00		2736	2736	2736	2736
4.00	5.00		2845	2845	2845	2845
5.00	6.00		2872	2872	2872	2872
6.00	7.00	Residual	2924	2924	2924	2924
7.00	8.00		2961	2961	2961	2961
8.00	9.00		2988	2988	2988	2988
9.00	10.00		3007	3007	3007	3007
10.00	11.00		3021	3021	3021	3021
11.00	12.00		5120	5120	5120	5120
12.00	13.00		5075	5075	5075	5075
13.00	14.00		5030	5030	5030	5030

MODULO DE REACCION HORIZONTAL

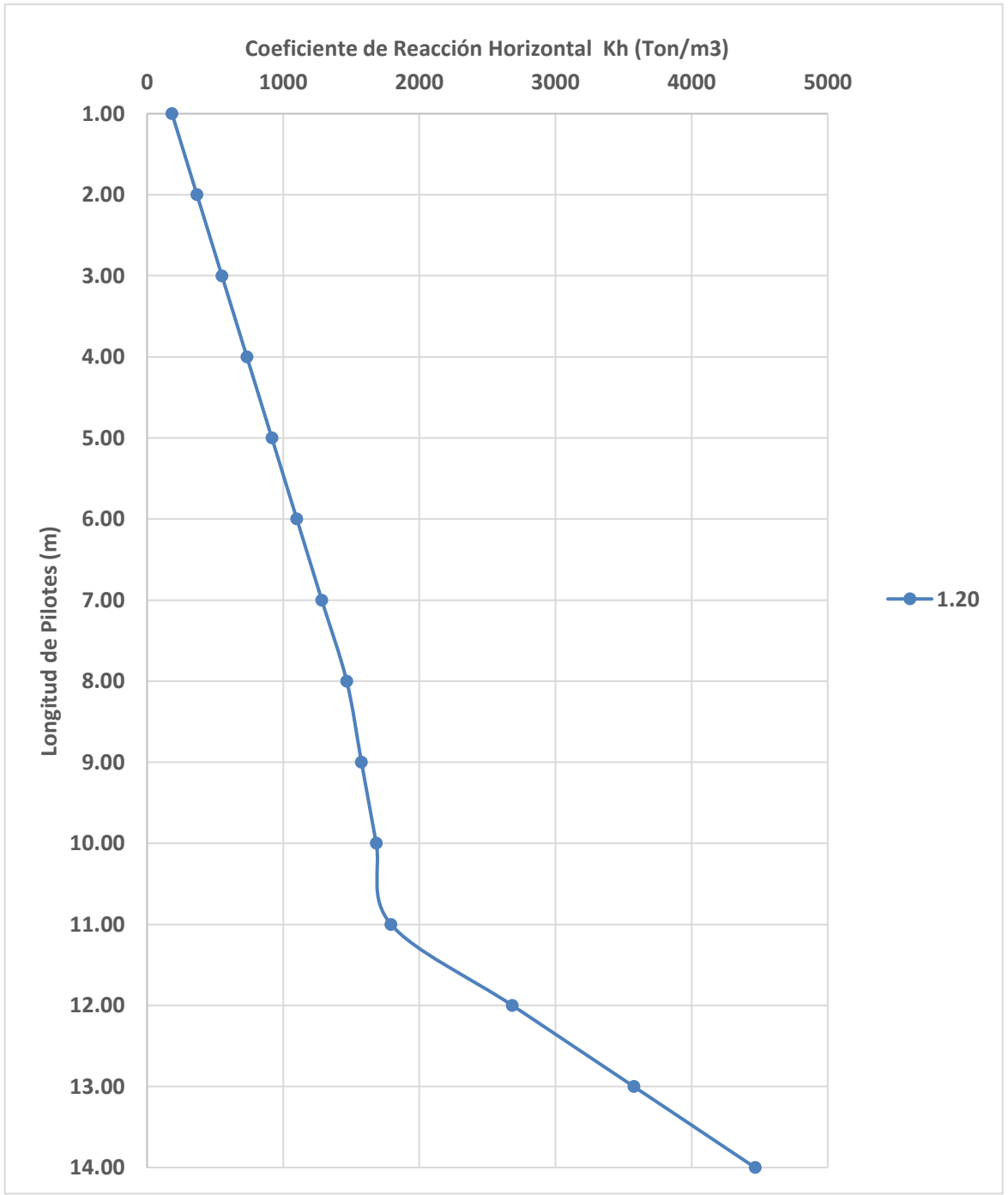
Donde: n_h: Coeficiente de variación del módulo de balasto (ver Tabla 7.6) $k_h = n_h \frac{x}{D}$.

Tabla 7.7 Valores típicos del Coeficiente de reacción horizontal n_h (GEO, 2006)

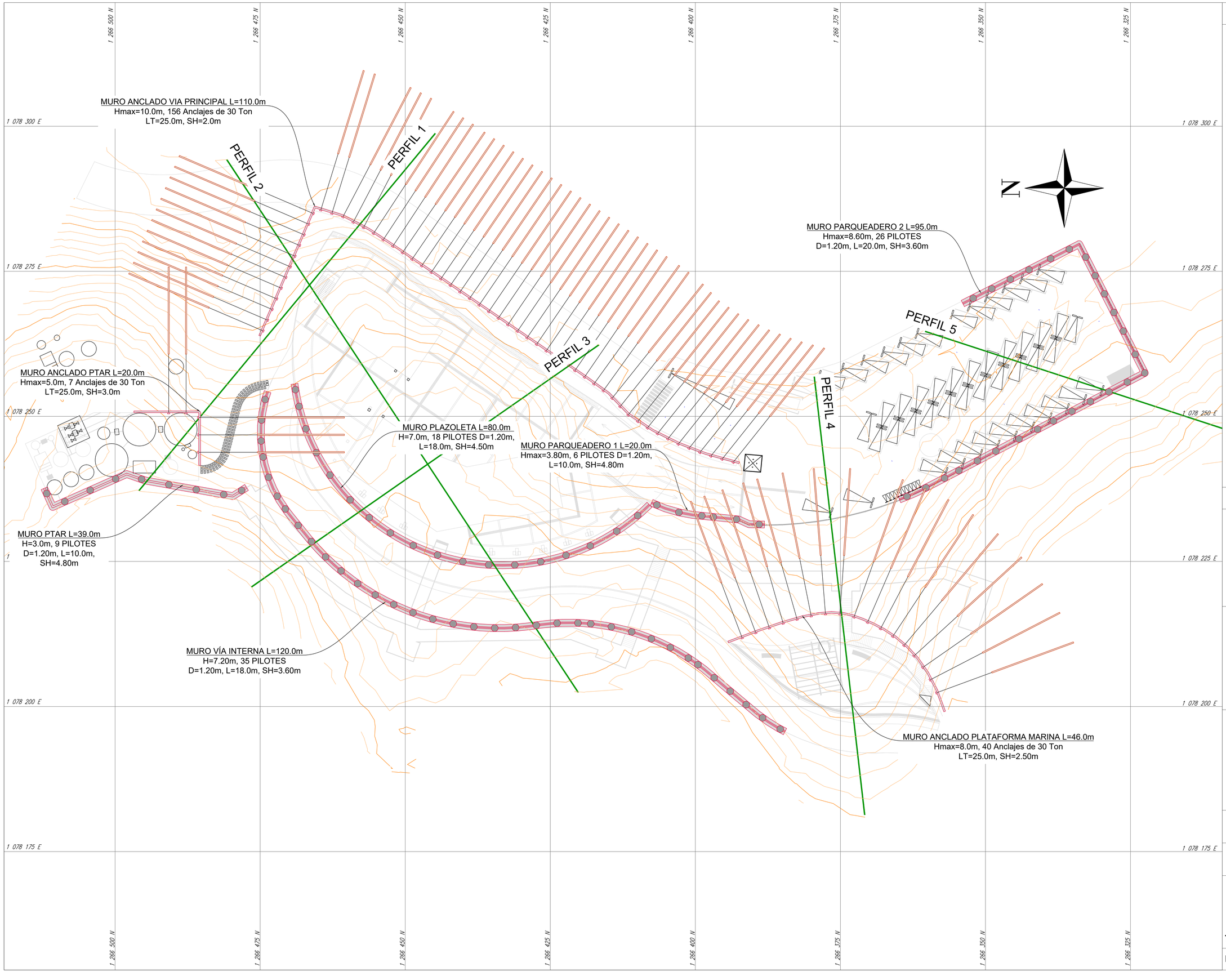
CONSISTENCIA	SUELTA (N 4-10)	MEDIANAMENTE DENSA (N 11-30)	DENSA (N 31-50)
Arena seca o húmeda (mN/m^3)	2,2	6,6	17,6
Arena sumergida (mN/m^3)	1,3	4,4	10,7

$$k_h = \frac{2.E_{def}}{3.d}$$

Profundidad (m)		Material	n_h	Diametro de Pilote (m)			
				1.20	1.20	1.20	1.20
				k_h	k_h	k_h	k_h
Inicio	Fin		(Ton/m^3)	(Ton/m^3)	(Ton/m^3)	(Ton/m^3)	(Ton/m^3)
0.00	1.00	Relleno	220.00	183	183	183	183
1.00	2.00		220.00	367	367	367	367
2.00	3.00		220.00	550	550	550	550
3.00	4.00		220.00	733	733	733	733
4.00	5.00		220.00	917	917	917	917
5.00	6.00	Coluviales	220.00	1100	1100	1100	1100
6.00	7.00		220.00	1283	1283	1283	1283
7.00	8.00		220.00	1467	1467	1467	1467
8.00	9.00		130.00	1575	1575	1575	1575
9.00	10.00		130.00	1683	1683	1683	1683
10.00	11.00		130.00	1792	1792	1792	1792
11.00	12.00	Residual	1070.00	2683	2683	2683	2683
12.00	13.00		1070.00	3575	3575	3575	3575
13.00	14.00		1070.00	4467	4467	4467	4467


Coeficiente de Reacción Horizontal Kh (Ton/m3)
0
1000
2000
3000
4000
5000
1.00
2.00
3.00
4.00
5.00
6.00
7.00
8.00
9.00
10.00
11.00
12.00
13.00
14.00
Longitud de Pilotes (m)
1.20

ANEXO 11. PLANO DE LOCALIZACIÓN DE OBRAS DE CONTENCIÓN PARA ESTRUCTURAS DEL CLUB NÁUTICO



NOTAS Y ESPECIFICACIONES

1. Todas las medidas, coordenadas y cotas estan dadas en metros (m) a menos que se especifique otra unidad
2. La topografía fue suministrada por el cliente.
4. La resistencia a la tensión mínima de cada anclaje debe ser de 300 KN (30 Ton).
5. La longitud mínima del Bulbo es de 13.0m.
6. Los anclajes constan de 3 tornones de 0.6" c/u, TORON NORMA ASTM A416, Grado 270.
7. El diametro de perforacion en los anclajes debe ser de 4"
8. La inyeccion de los anclajes se hara con lechada de cemento y tendra una resistencia minima de 35 Mpa. (INVIAS 631-22).
9. Todos lo anclajes deberan tener una inclinación de 15° descendente con respecto a la horizontal.
10. Se deberá realizar pruebas de carga con el fin de determinar la resistencia máxima de los anclajes y verificar las cargas de trabajo.
11. Los anclajes activos pre-tensionados se construirán conforme a los planos de diseño, especificaciones técnicas del proyecto y a las normas INVIAS vigentes.
12. Los torones de acero de presfuerzo deberán contar con certificados de calidad y cumplir con las especificaciones de diseño. No se permitirá el uso de elementos corroídos o dañados.
13. La perforación de los anclajes se ejecutará respetando diámetro, longitud e inclinación indicados en planos, con las siguientes tolerancias máximas:
    Desplazamiento en planta: ±50 mm
    Desviación angular: ±5°
14. La longitud libre del anclaje deberá quedar totalmente aislada del terreno mediante grasa anticorrosiva y funda plástica continua y estanca.
15. El bulbo de anclaje se inyectará con lechada de cemento, garantizando el recubrimiento mínimo del acero mediante el uso de centradores, espaciados máximo cada 3,0 m.
16. La lechada de llenado e inyección tendrá una relación agua/cemento entre 0,40 y 0,60 en peso. No se permitirá el uso de aditivos con cloruros. Se tomarán muestras de lechada para ensayos de resistencia (NTC 220).
17. La inyección del anclaje se realizará entre 24 y 48 horas después del llenado inicial, a una presión comprendida entre 150 y 200 psi, mediante el sistema de Inyección Global Única (IGU).
18. En condiciones geotécnicas críticas, se permitirá la ejecución de reinyecciones, previa aprobación de la Interventoría.
19. El tensionamiento del anclaje solo se permitirá cuando:
    La lechada alcance mínimo el 65 % de la resistencia de diseño o 48 horas de fraguado.
    El concreto del muro alcance mínimo el 65 % de f'c.
20. Los equipos de medición cuenten con certificados de calibración vigentes.
21. La carga se aplicará en incrementos controlados hasta alcanzar la carga de diseño. Se deberán registrar cargas y elongaciones para cada anclaje.
20. La carga se aplicará en incrementos: 50 % carga inicial y 50 % hasta carga de diseño. Se registrarán cargas y elongaciones para cada anclaje.
21. Los anclajes que no cumplan con los criterios de aceptación deberán ser reinyectados y nuevamente tensionados.
22. Todos los trabajos estarán sujetos a la aprobación de la Interventoría y deberán cumplir con las normas de seguridad industrial, ambiental y de salud en el trabajo vigentes.

CONVENCIONES

- DELTA TOPOGRAFICO
- POZO
- POSTE ENERGIA
- CERCA
- CURVA MAYOR
- CURVA MENOR
- PERFILES

ESTUDIO GEOTÉCNICO CENTRO NAUTICO TOPOCORO MUNICIPIO DE GIRON DEPARTAMENTO DE SANTANDER

Presentado a:

GOBERNACIÓN DE SANTANDER

Contiene:	*Escala:*
IMPLANTACION MURO DE CONTENCION	**1:250**

Digitó:

ORLANDO OTERO RODRIGUEZ

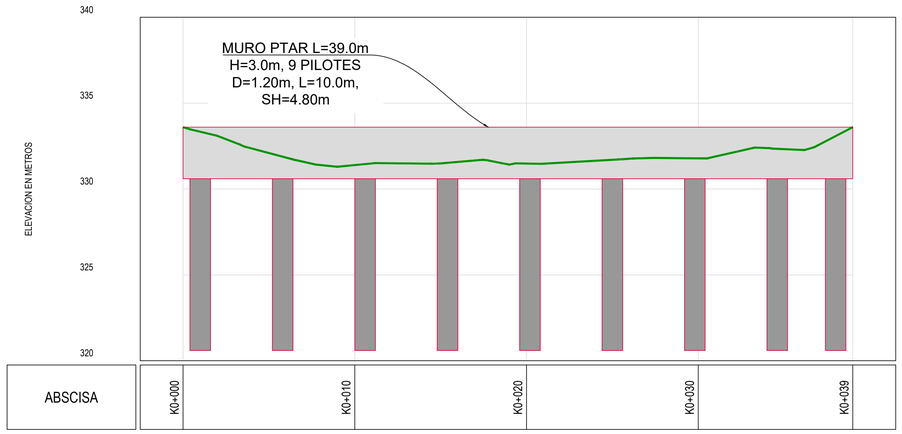
Elaboró:

ING. CIVIL JAVIER CABALLERO
Tarjeta Profesional 68202 - 150761 STD.

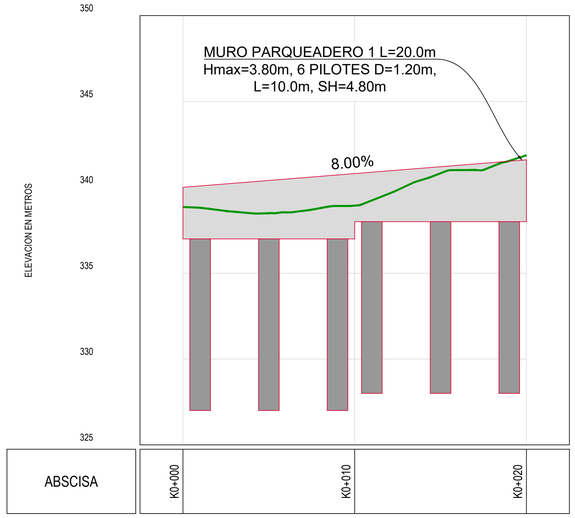
FEBRERO-2026	**PLANO: 1 DE 5**

ANEXO 11. PLANO DE LOCALIZACION DE OBRAS DE CONTENCION.DWG

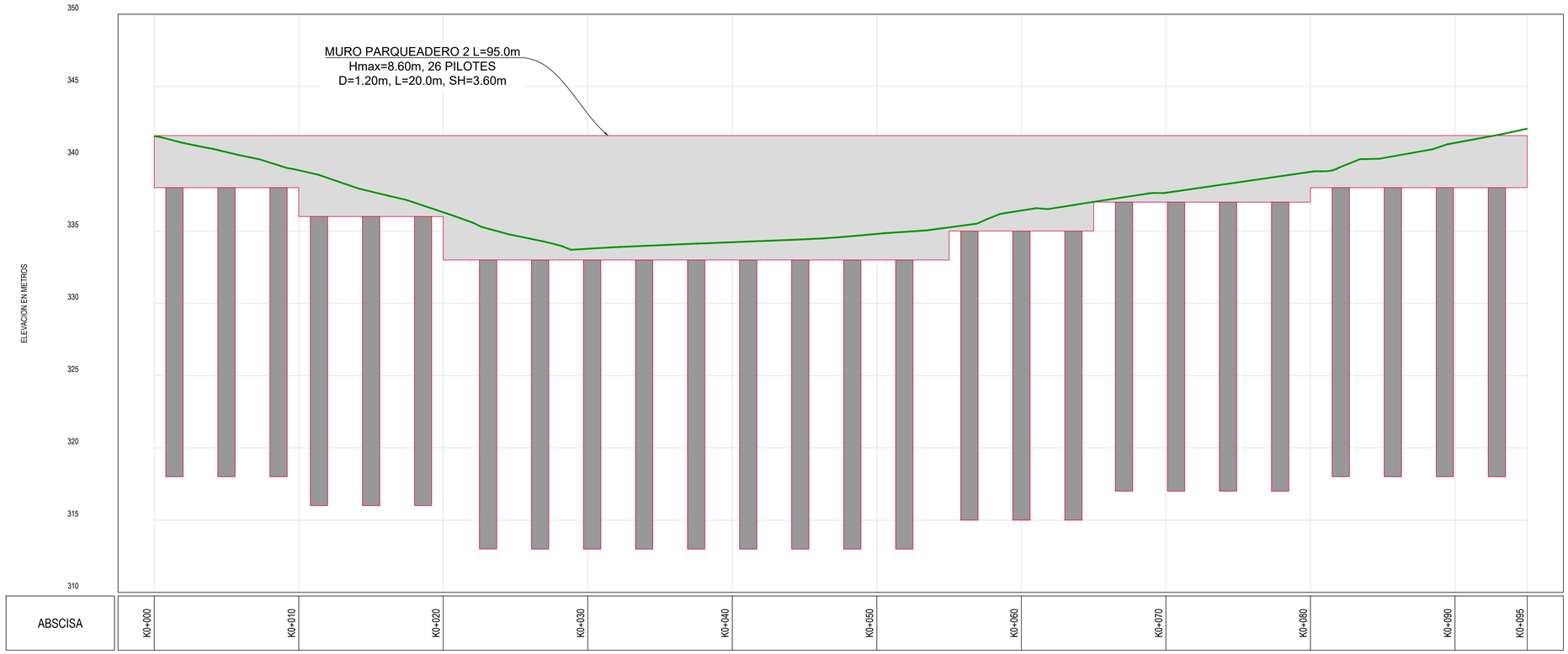
MURO PTAR
K0+000 - K0+039.000



MURO PARQUEADERO 1
K0+000 - K0+020.000



MURO PARQUEADERO 2
K0+000 - K0+095.000



NOTAS Y ESPECIFICACIONES

1. Todas las medidas, coordenadas y cotas estan dadas en metros (m) a menos que se especifique otra unidad
2. La topografía fue suministrada por el cliente.
4. La resistencia a la tensión mínima de cada anclaje debe ser de 300 KN (30 Ton).
5. La longitud mínima del Bulbo es de 13.0m.
6. Los anclajes constan de 3 tornones de 0.6" c/u, TORON NORMA ASTM A416, Grado 270.
7. El diametro de perforacion en los anclajes debe ser de 4"
8. La inyeccion de los anclajes se hara con lechada de cemento y tendra una resistencia minima de 35 Mpa. (INVIAS 631-22).
9. Todos lo anclajes deberan tener una inclinación de 15° descendente con respecto a la horizontal.
10. Se deberá realizar pruebas de carga con el fin de determinar la resistencia máxima de los anclajes y verificar las cargas de trabajo.
11. Los anclajes activos pre-tensionados se construirán conforme a los planos de diseño, especificaciones técnicas del proyecto y a las normas INVIAS vigentes.
12. Los torones de acero de presfuerzo deberán contar con certificados de calidad y cumplir con las especificaciones de diseño. No se permitirá el uso de elementos corroídos o dañados.
13. La perforación de los anclajes se ejecutará respetando diámetro, longitud e inclinación indicados en planos, con las siguientes tolerancias máximas:
    Desplazamiento en planta: ±50 mm
    Desviación angular: ±5°
14. La longitud libre del anclaje deberá quedar totalmente aislada del terreno mediante grasa anticorrosiva y funda plástica continua y estanca.
15. El bulbo de anclaje se inyectará con lechada de cemento, garantizando el recubrimiento mínimo del acero mediante el uso de centradores, espaciados máximo cada 3,0 m.
16. La lechada de llenado e inyección tendrá una relación agua/cemento entre 0,40 y 0,60 en peso. No se permitirá el uso de aditivos con cloruros. Se tomarán muestras de lechada para ensayos de resistencia (NTC 220).
17. La inyección del anclaje se realizará entre 24 y 48 horas después del llenado inicial, a una presión comprendida entre 150 y 200 psi, mediante el sistema de Inyección Global Única (IGU).
18. En condiciones geotécnicas críticas, se permitirá la ejecución de reinyecciones, previa aprobación de la Interventoría.
19. El tensionamiento del anclaje solo se permitirá cuando:
    La lechada alcance mínimo el 65 % de la resistencia de diseño o 48 horas de fraguado.
    El concreto del muro alcance mínimo el 65 % de f'c.
20. Los equipos de medición cuenten con certificados de calibración vigentes.
21. La carga se aplicará en incrementos controlados hasta alcanzar la carga de diseño. Se deberán registrar cargas y elongaciones para cada anclaje.
20. La carga se aplicará en incrementos: 50 % carga inicial y 50 % hasta carga de diseño. Se registrarán cargas y elongaciones para cada anclaje.
21. Los anclajes que no cumplan con los criterios de aceptación deberán ser reinyectados y nuevamente tensionados.
22. Todos los trabajos estarán sujetos a la aprobación de la Interventoría y deberán cumplir con las normas de seguridad industrial, ambiental y de salud en el trabajo vigentes.

CONVENCIONES

- DELTA TOPOGRAFICO
- POZO
- POSTE ENERGIA
- CERCA
- CURVA MAYOR
- CURVA MENOR
- PERFILES

ESTUDIO GEOTÉCNICO CENTRO NAUTICO TOPOCORO MUNICIPIO DE GIRON DEPARTAMENTO DE SANTANDER

Presentado a:

GOBERNACIÓN DE SANTANDER

Contiene:
VISTA FRONTAL MURO PTAR, MURO PARQUEADERO 1 Y 2

Escala:
1:150

Digitó:
ORLANDO OTERO RODRIGUEZ

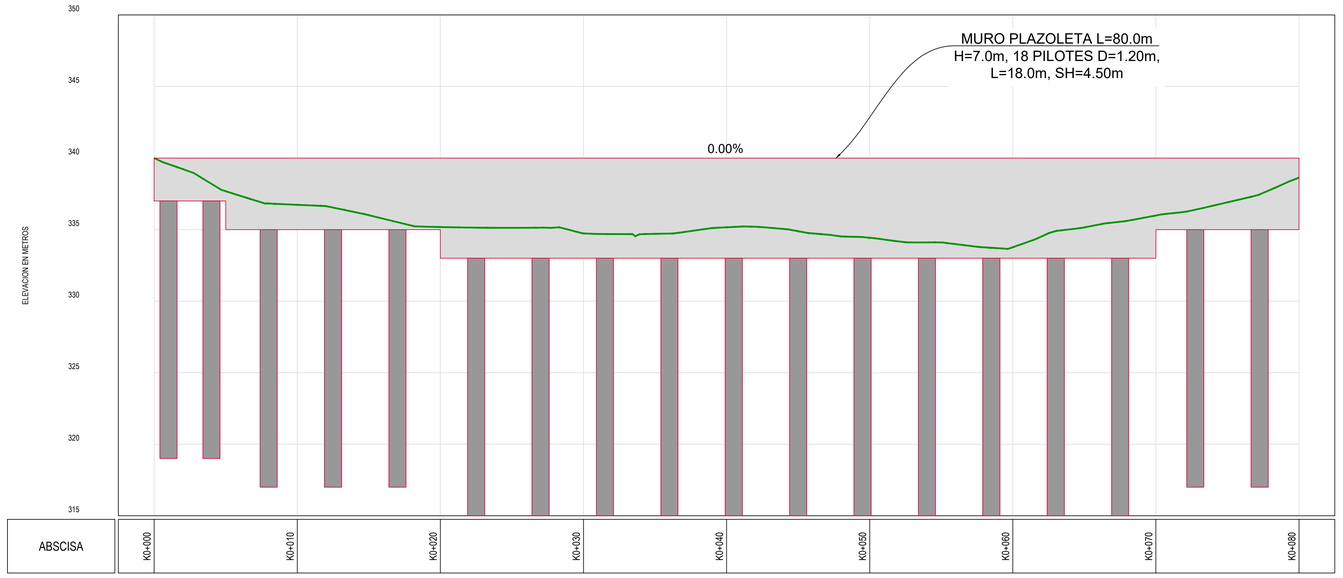
Elaboró:

ING. CIVIL JAVIER CABALLERO
Tarjeta Profesional 68202 - 150761 STD.

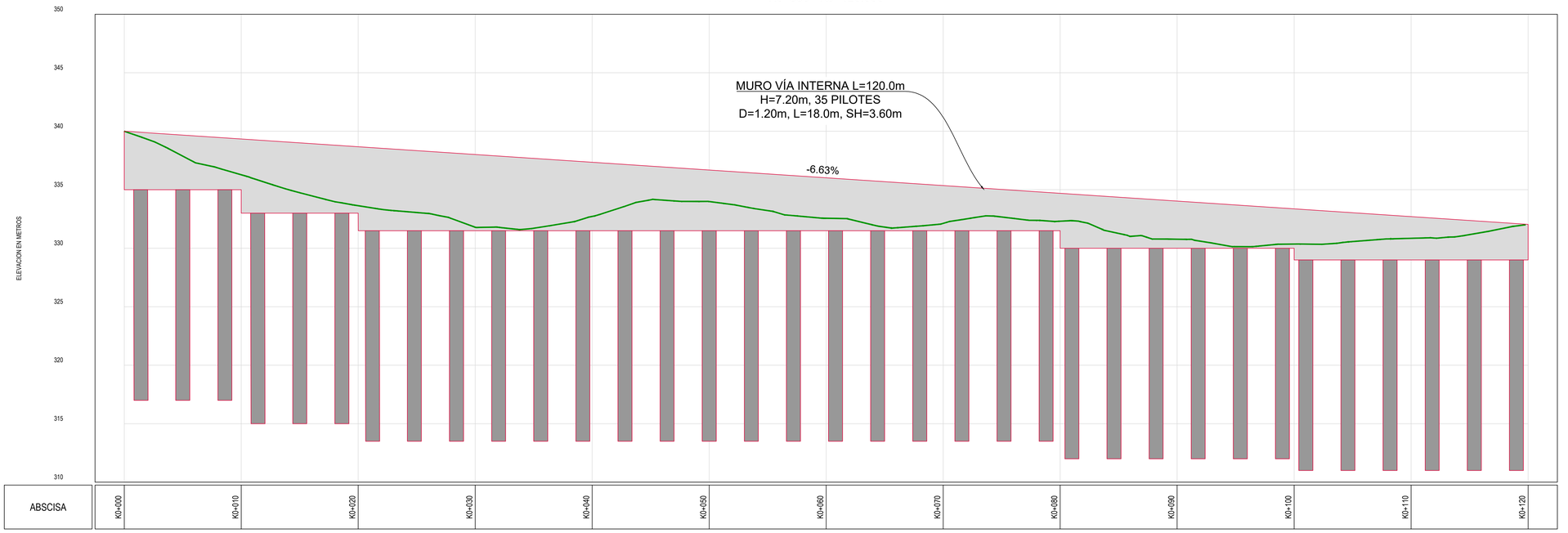
FEBRERO-2026 | **PLANO: 2 DE 5**

ANEXO 11. PLANO DE LOCALIZACION DE OBRAS DE CONTENCION.DWG

MURO PLAZOLETA
K0+000 - K0+080.000



MURO VIA INTERNA
K0+000 - K0+120.000



NOTAS Y ESPECIFICACIONES

1. Todas las medidas, coordenadas y cotas estan dadas en metros (m) a menos que se especifique otra unidad
2. La topografía fue suministrada por el cliente.
4. La resistencia a la tensión mínima de cada anclaje debe ser de 300 KN (30 Ton).
5. La longitud mínima del Bulbo es de 13.0m.
6. Los anclajes constan de 3 tornones de 0.6" c/u, TORON NORMA ASTM A416, Grado 270.
7. El diametro de perforacion en los anclajes debe ser de 4"
8. La inyeccion de los anclajes se hara con lechada de cemento y tendra una resistencia minima de 35 Mpa. (INVIAS 631-22).
9. Todos lo anclajes deberan tener una inclinación de 15° descendente con respecto a la horizontal.
10. Se deberá realizar pruebas de carga con el fin de determinar la resistencia máxima de los anclajes y verificar las cargas de trabajo.
11. Los anclajes activos pre-tensionados se construirán conforme a los planos de diseño, especificaciones técnicas del proyecto y a las normas INVIAS vigentes.
12. Los torones de acero de presfuerzo deberán contar con certificados de calidad y cumplir con las especificaciones de diseño. No se permitirá el uso de elementos corroídos o dañados.
13. La perforación de los anclajes se ejecutará respetando diámetro, longitud e inclinación indicados en planos, con las siguientes tolerancias máximas:
    Desplazamiento en planta: ±50 mm
    Desviación angular: ±5°
14. La longitud libre del anclaje deberá quedar totalmente aislada del terreno mediante grasa anticorrosiva y funda plástica continua y estanca.
15. El bulbo de anclaje se inyectará con lechada de cemento, garantizando el recubrimiento mínimo del acero mediante el uso de centradores, espaciados máximo cada 3,0 m.
16. La lechada de llenado e inyección tendrá una relación agua/cemento entre 0,40 y 0,60 en peso. No se permitirá el uso de aditivos con cloruros. Se tomarán muestras de lechada para ensayos de resistencia (NTC 220).
17. La inyección del anclaje se realizará entre 24 y 48 horas después del llenado inicial, a una presión comprendida entre 150 y 200 psi, mediante el sistema de Inyección Global Única (IGU).
18. En condiciones geotécnicas críticas, se permitirá la ejecución de reinyecciones, previa aprobación de la Interventoría.
19. El tensionamiento del anclaje solo se permitirá cuando:
    La lechada alcance mínimo el 65 % de la resistencia de diseño o 48 horas de fraguado.
    El concreto del muro alcance mínimo el 65 % de f'c.
20. Los equipos de medición cuenten con certificados de calibración vigentes.
21. La carga se aplicará en incrementos controlados hasta alcanzar la carga de diseño. Se deberán registrar cargas y elongaciones para cada anclaje.
20. La carga se aplicará en incrementos: 50 % carga inicial y 50 % hasta carga de diseño. Se registrarán cargas y elongaciones para cada anclaje.
21. Los anclajes que no cumplan con los criterios de aceptación deberán ser reinyectados y nuevamente tensionados.
22. Todos los trabajos estarán sujetos a la aprobación de la Interventoría y deberán cumplir con las normas de seguridad industrial, ambiental y de salud en el trabajo vigentes.

CONVENCIONES

- DELTA TOPOGRAFICO
- POZO
- POSTE ENERGIA
- CERCA
- CURVA MAYOR
- CURVA MENOR
- PERFILES

ESTUDIO GEOTÉCNICO CENTRO NAUTICO TOPOCORO MUNICIPIO DE GIRON DEPARTAMENTO DE SANTANDER

Presentado a:

GOBERNACIÓN DE SANTANDER

Contiene:
VISTA FRONTAL MURO PLAZOLETA Y MURO VIA INTERNA

Escala:
1:200

Digitó:
ORLANDO OTERO RODRIGUEZ

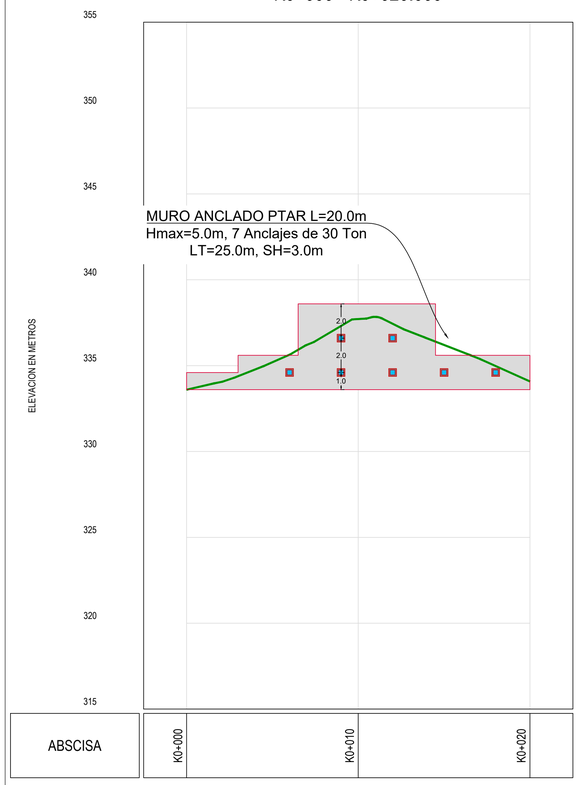
Elaboró:

ING. CIVIL JAVIER CABALLERO
Tarjeta Profesional 68202 - 150761 STD.

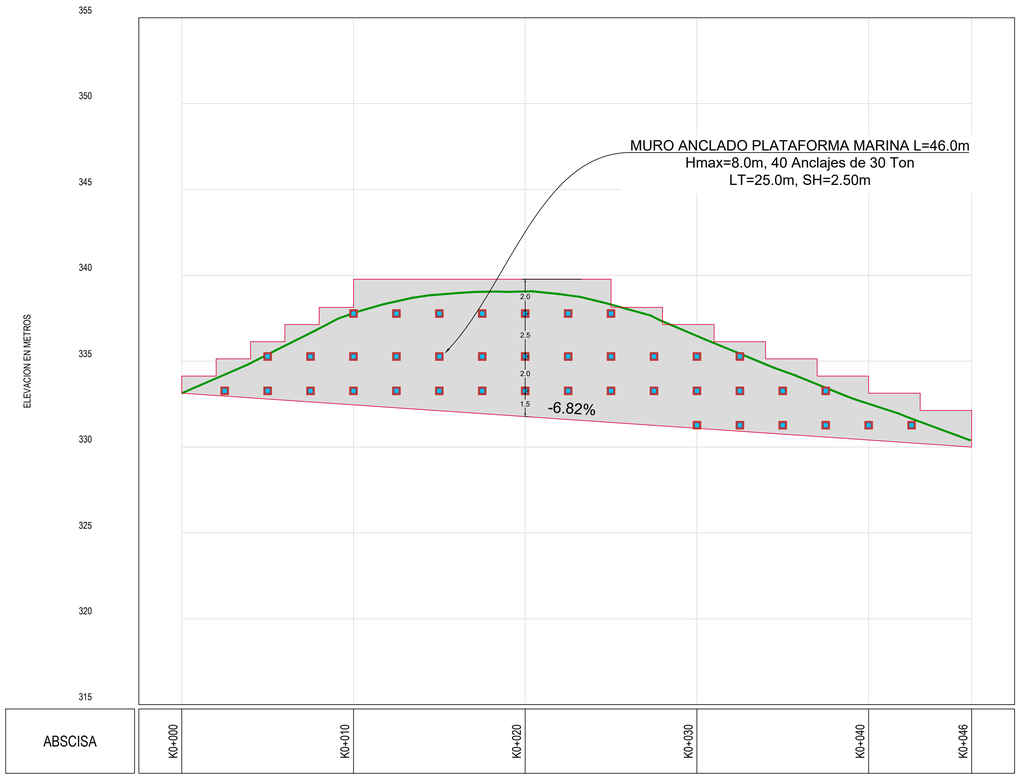
FEBRERO-2026 | **PLANO: 3 DE 5**

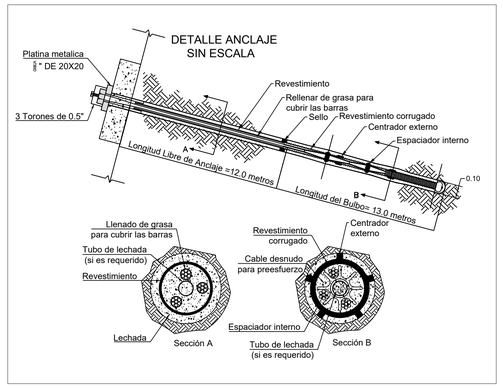
ANEXO 11. PLANO DE LOCALIZACION DE OBRAS DE CONTENCION.DWG

MURO ANCLADO PTAR
K0+000 - K0+020.000

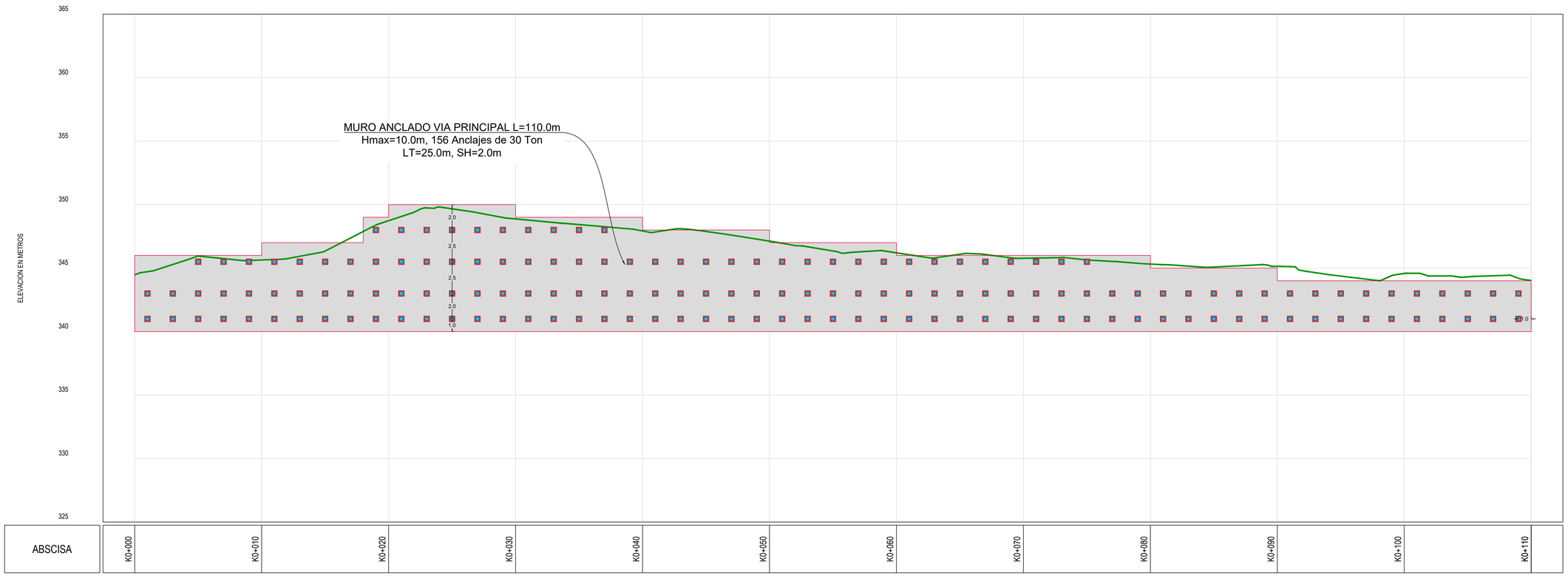


MURO ANCLADO PLATAFORMA MARINA
K0+000 - K0+046.000





MURO ANCLADO VIA PRINCIPAL
K0+000 - K0+110.000



NOTAS Y ESPECIFICACIONES

1. Todas las medidas, coordenadas y cotas estan dadas en metros (m) a menos que se especifique otra unidad
2. La topografía fue suministrada por el cliente.
4. La resistencia a la tensión mínima de cada anclaje debe ser de 300 KN (30 Ton).
5. La longitud mínima del Bulbo es de 13.0m.
6. Los anclajes constan de 3 tornones de 0.6" c/u, TORON NORMA ASTM A416, Grado 270.
7. El diametro de perforacion en los anclajes debe ser de 4"
8. La inyeccion de los anclajes se hara con lechada de cemento y tendra una resistencia minima de 35 Mpa. (INVIAS 631-22).
9. Todos lo anclajes deberan tener una inclinación de 15° descendente con respecto a la horizontal.
10. Se deberá realizar pruebas de carga con el fin de determinar la resistencia máxima de los anclajes y verificar las cargas de trabajo.
11. Los anclajes activos pre-tensionados se construirán conforme a los planos de diseño, especificaciones técnicas del proyecto y a las normas INVIAS vigentes.
12. Los torones de acero de presfuerzo deberán contar con certificados de calidad y cumplir con las especificaciones de diseño. No se permitirá el uso de elementos corroídos o dañados.
13. La perforación de los anclajes se ejecutará respetando diámetro, longitud e inclinación indicados en planos, con las siguientes tolerancias máximas:
    Desplazamiento en planta: ±50 mm
    Desviación angular: ±5°
14. La longitud libre del anclaje deberá quedar totalmente aislada del terreno mediante grasa anticorrosiva y funda plástica continua y estanca.
15. El bulbo de anclaje se inyectará con lechada de cemento, garantizando el recubrimiento mínimo del acero mediante el uso de centradores, espaciados máximo cada 3,0 m.
16. La lechada de llenado e inyección tendrá una relación agua/cemento entre 0,40 y 0,60 en peso. No se permitirá el uso de aditivos con cloruros. Se tomarán muestras de lechada para ensayos de resistencia (NTC 220).
17. La inyección del anclaje se realizará entre 24 y 48 horas después del llenado inicial, a una presión comprendida entre 150 y 200 psi, mediante el sistema de Inyección Global Única (IGU).
18. En condiciones geotécnicas críticas, se permitirá la ejecución de reinyecciones, previa aprobación de la Interventoría.
19. El tensionamiento del anclaje solo se permitirá cuando:
    La lechada alcance mínimo el 65 % de la resistencia de diseño o 48 horas de fraguado.
    El concreto del muro alcance mínimo el 65 % de f'c.
20. Los equipos de medición cuenten con certificados de calibración vigentes.
21. La carga se aplicará en incrementos controlados hasta alcanzar la carga de diseño. Se deberán registrar cargas y elongaciones para cada anclaje.
20. La carga se aplicará en incrementos: 50 % carga inicial y 50 % hasta carga de diseño. Se registrarán cargas y elongaciones para cada anclaje.
21. Los anclajes que no cumplan con los criterios de aceptación deberán ser reinyectados y nuevamente tensionados.
22. Todos los trabajos estarán sujetos a la aprobación de la Interventoría y deberán cumplir con las normas de seguridad industrial, ambiental y de salud en el trabajo vigentes.

CONVENCIONES

- DELTA TOPOGRAFICO
- POZO
- POSTE ENERGIA
- CERCA
- CURVA MAYOR
- CURVA MENOR
- PERFILES

ESTUDIO GEOTÉCNICO CENTRO NAUTICO TOPOCORO MUNICIPIO DE GIRON DEPARTAMENTO DE SANTANDER

Presentado a:

GOBERNACIÓN DE SANTANDER

Contiene:
VISTA FRONTAL MUROS ANCLADOS PTAR, MURO VIA PRINCIPAL Y PLATAFORMA MARINA

Escala:
1:150

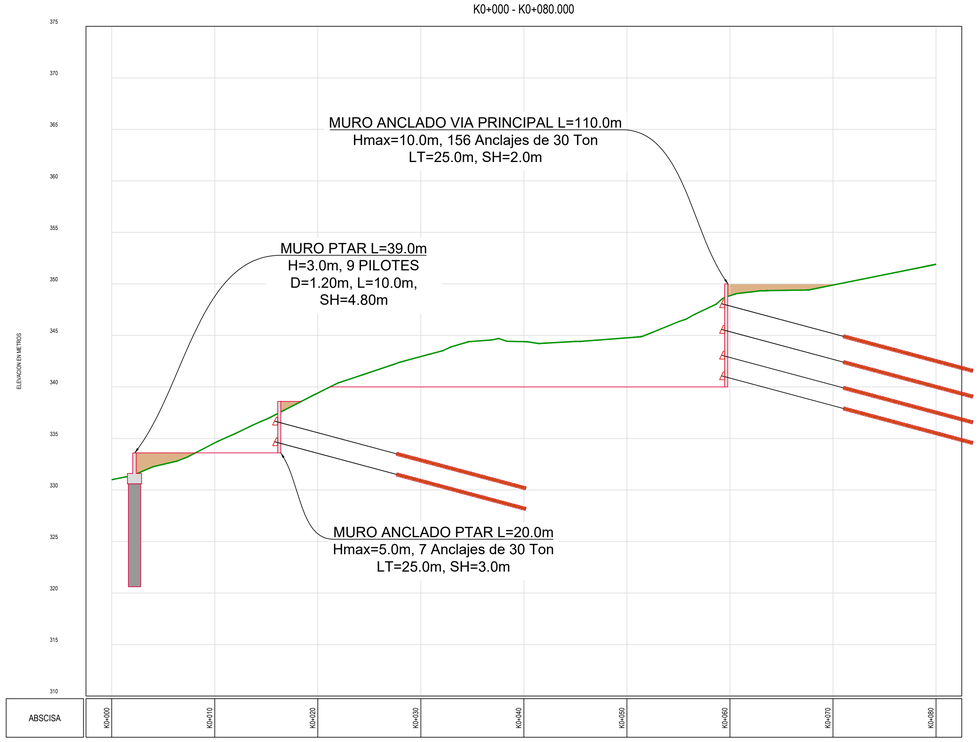
Digitó:
ORLANDO OTERO RODRIGUEZ

Elaboró:

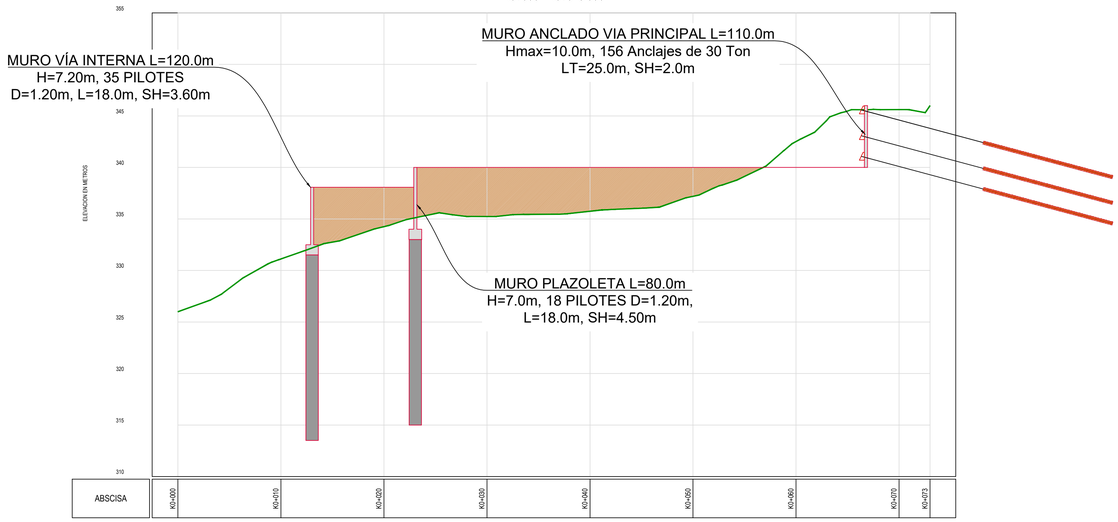
ING. CIVIL JAVIER CABALLERO
Tarjeta Profesional 68202 - 150761 STD.

FEBRERO-2026 | **PLANO: 4 DE 5**

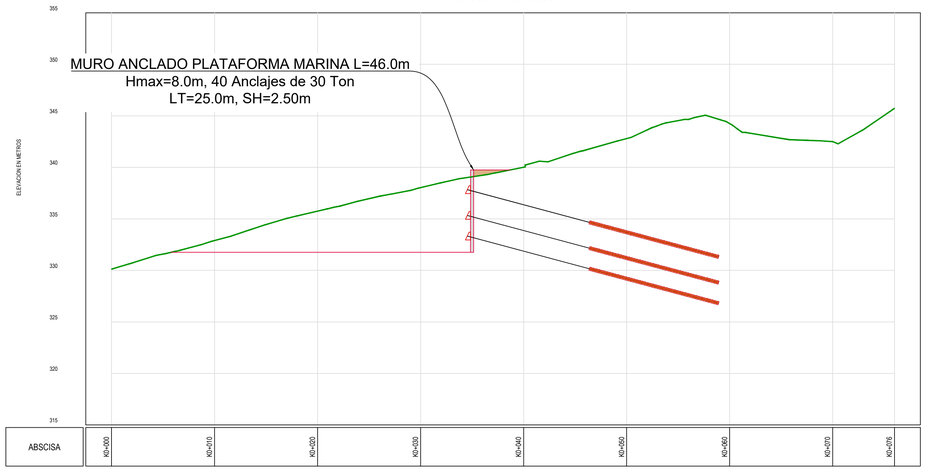
PERFIL 1
K0+000 - K0+080.000



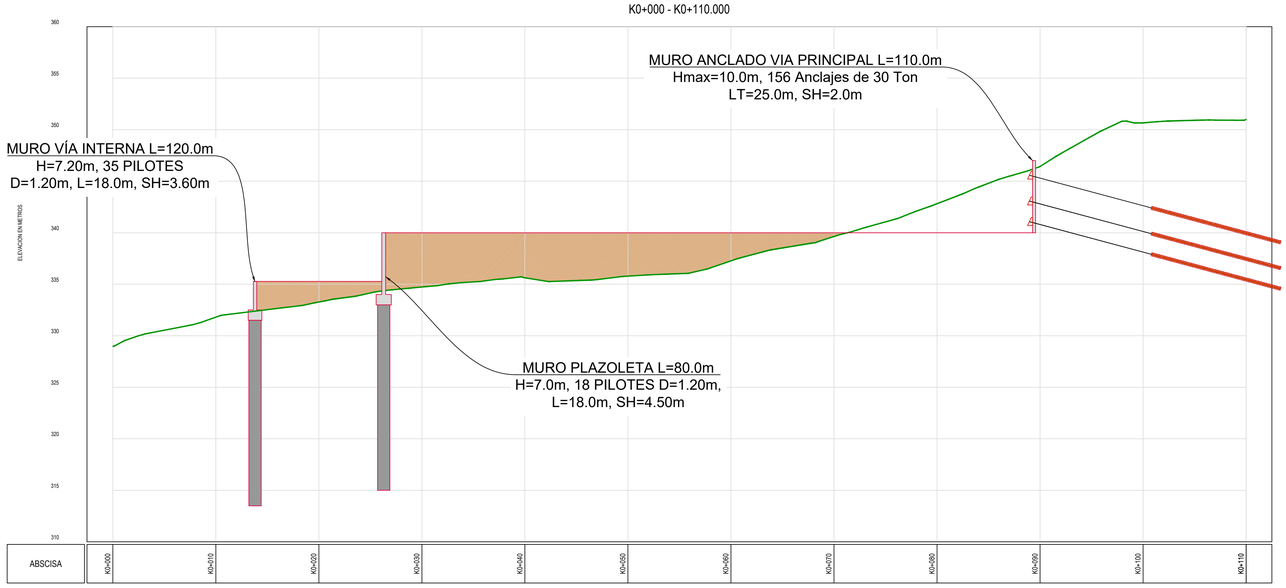
PERFIL 3
K0+000 - K0+073.000



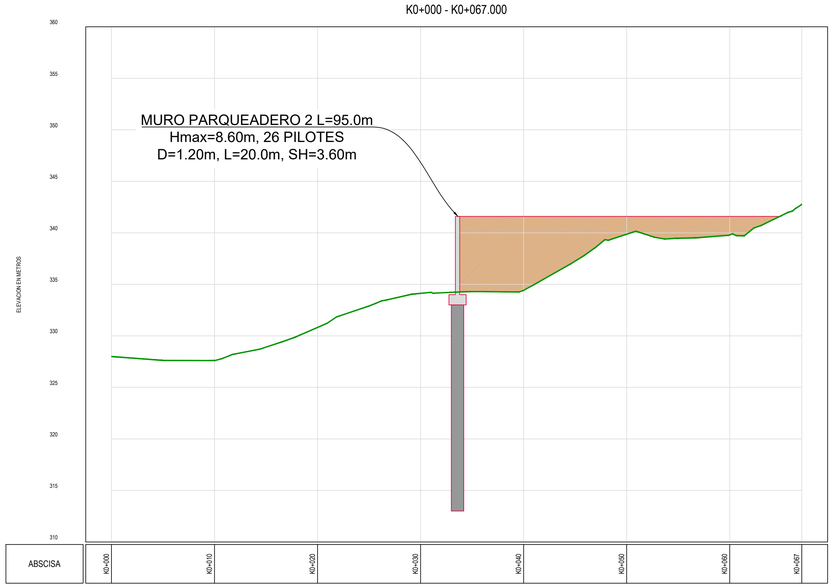
PERFIL 4
K0+000 - K0+076.000



PERFIL 2
K0+000 - K0+110.000



PERFIL 5
K0+000 - K0+067.000



NOTAS Y ESPECIFICACIONES

1. Todas las medidas, coordenadas y cotas estan dadas en metros (m) a menos que se especifique otra unidad
2. La topografía fue suministrada por el cliente.
4. La resistencia a la tensión mínima de cada anclaje debe ser de 300 KN (30 Ton).
5. La longitud mínima del Bulbo es de 13.0m.
6. Los anclajes constan de 3 tornones de 0.6" c/u, TORON NORMA ASTM A416, Grado 270.
7. El diametro de perforacion en los anclajes debe ser de 4"
8. La inyeccion de los anclajes se hara con lechada de cemento y tendra una resistencia minima de 35 Mpa. (INVIAS 631-22).
9. Todos lo anclajes deberan tener una inclinación de 15° descendente con respecto a la horizontal.
10. Se deberá realizar pruebas de carga con el fin de determinar la resistencia máxima de los anclajes y verificar las cargas de trabajo.
11. Los anclajes activos pre-tensionados se construirán conforme a los planos de diseño, especificaciones técnicas del proyecto y a las normas INVIAS vigentes.
12. Los torones de acero de presfuerzo deberán contar con certificados de calidad y cumplir con las especificaciones de diseño. No se permitirá el uso de elementos corroídos o dañados.
13. La perforación de los anclajes se ejecutará respetando diámetro, longitud e inclinación indicados en planos, con las siguientes tolerancias máximas:
    Desplazamiento en planta: ±50 mm
    Desviación angular: ±5°
14. La longitud libre del anclaje deberá quedar totalmente aislada del terreno mediante grasa anticorrosiva y funda plástica continua y estanca.
15. El bulbo de anclaje se inyectará con lechada de cemento, garantizando el recubrimiento mínimo del acero mediante el uso de centradores, espaciados máximo cada 3,0 m.
16. La lechada de llenado e inyección tendrá una relación agua/cemento entre 0,40 y 0,60 en peso. No se permitirá el uso de aditivos con cloruros. Se tomarán muestras de lechada para ensayos de resistencia (NTC 220).
17. La inyección del anclaje se realizará entre 24 y 48 horas después del llenado inicial, a una presión comprendida entre 150 y 200 psi, mediante el sistema de Inyección Global Única (IGU).
18. En condiciones geotécnicas críticas, se permitirá la ejecución de reinyecciones, previa aprobación de la Interventoría.
19. El tensionamiento del anclaje solo se permitirá cuando:
    La lechada alcance mínimo el 65 % de la resistencia de diseño o 48 horas de fraguado.
    El concreto del muro alcance mínimo el 65 % de f'c.
20. Los equipos de medición cuenten con certificados de calibración vigentes.
21. La carga se aplicará en incrementos controlados hasta alcanzar la carga de diseño. Se deberán registrar cargas y elongaciones para cada anclaje.
20. La carga se aplicará en incrementos: 50 % carga inicial y 50 % hasta carga de diseño. Se registrarán cargas y elongaciones para cada anclaje.
21. Los anclajes que no cumplan con los criterios de aceptación deberán ser reinyectados y nuevamente tensionados.
22. Todos los trabajos estarán sujetos a la aprobación de la Interventoría y deberán cumplir con las normas de seguridad industrial, ambiental y de salud en el trabajo vigentes.

CONVENCIONES

- DELTA TOPOGRAFICO
- POZO
- POSTE ENERGIA
- CERCA
- CURVA MAYOR
- CURVA MENOR
- PERFILES

ESTUDIO GEOTÉCNICO CENTRO NAUTICO TOPOCORO MUNICIPIO DE GIRON DEPARTAMENTO DE SANTANDER

Presentado a:

GOBERNACIÓN DE SANTANDER

Contiene:	*Escala:*
PERFILES TIPICOS DE OBRAS	**1:250**

Digitó:
ORLANDO OTERO RODRIGUEZ

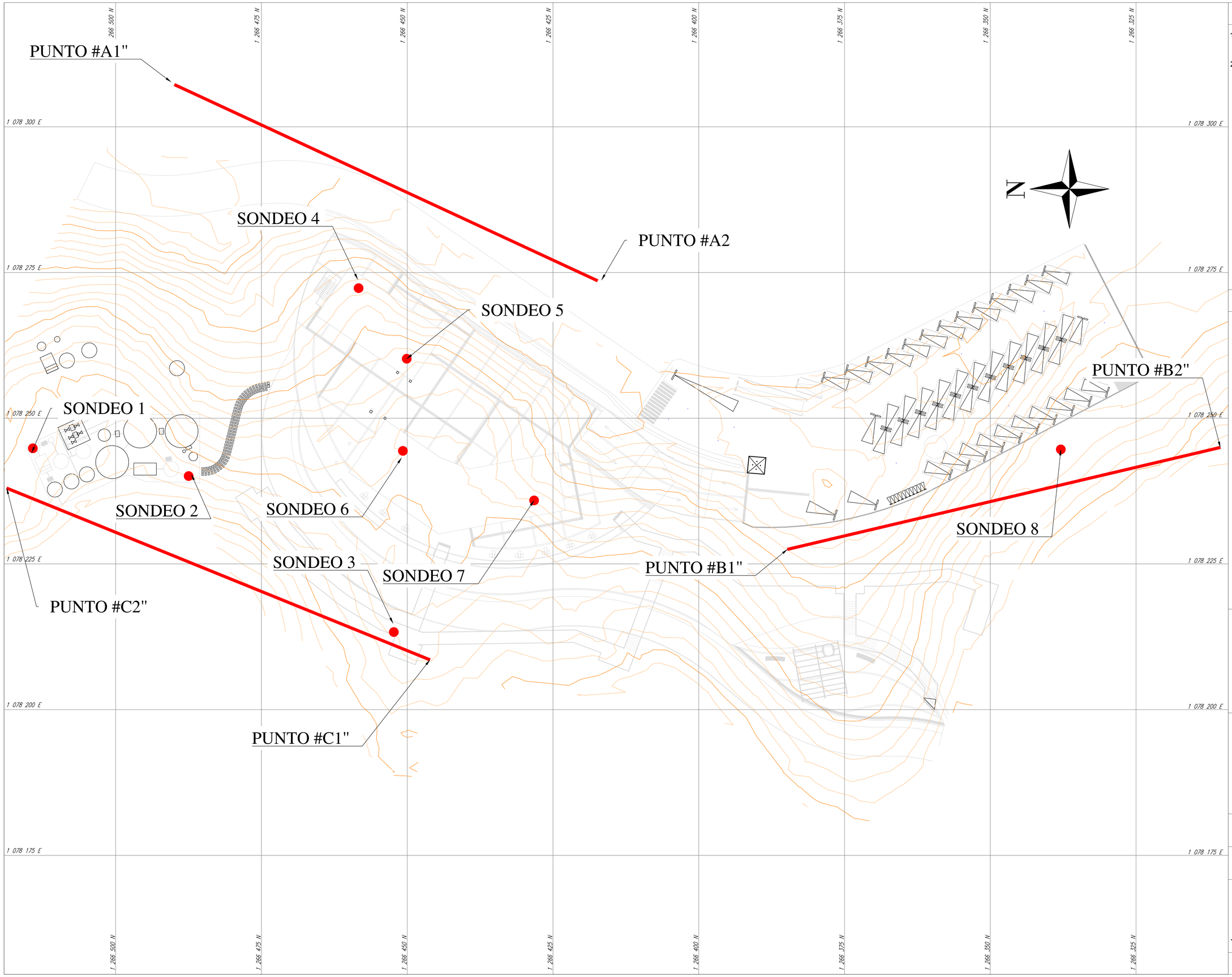
Elaboró:

ING. CIVIL JAVIER CABALLERO
Tarjeta Profesional 68202 - 150761 STD.

FEBRERO-2026	**PLANO: 5 DE 5**

ANEXO 11. PLANO DE LOCALIZACION DE OBRAS DE CONTENCION.DWG

ANEXO 12. PLANO DE LOCALIZACIÓN DE EXPLORACIÓN DE CAMPO PARA ESTRUCTURAS DEL CLUB NÁUTICO



NOTAS Y ESPECIFICACIONES

1. Todas las medidas, coordenadas y cotas estan dadas en metros (m) a menos que se especifique otra unidad
2. La topografía fue suministrada por el cliente.

COORDENADAS SONDEOS

PUNTO	NORTE	ESTE	DETALLE
1	1266337.900	1078244.640	SONDEO
2	1266366.934	1078227.840	SONDEO
3	1266355.945	1078190.861	SONDEO
4	1266336.428	1078170.032	SONDEO
5	1266428.234	1078235.898	SONDEO
6	1266450.741	1078244.393	SONDEO
7	1266458.331	1078272.313	SONDEO
8	1266450.079	1078260.203	SONDEO
A1	1266490.642	1078307.103	SISMICA
A2	1266417.891	1078273.370	
B1	1266385.519	1078227.163	SISMICA
B2	1266307.648	1078245.698	
C1	1266446.820	1078208.411	SISMICA
C2	1266520.950	1078238.489	
9	1266382.030	1078254.242	SONDEO
10	1266356.003	1078244.265	SONDEO
11	1266336.722	1078258.832	SONDEO

CONVENCIONES

- DELTA TOPOGRAFICO
- POZO
- POSTE ENERGIA
- CERCA
- CURVA MAYOR
- CURVA MENOR

ESTUDIO GEOTÉCNICO CENTRO NAUTICO TOPOCORO MUNICIPIO DE GIRON DEPARTAMENTO DE SANTANDER

Presentado a:

GOBERNACIÓN DE SANTANDER

Contiene:	*Escala:*
LOCALIZACION DE EXPLORACION DE CAMPO	**1:250**

Digitó:

ORLANDO OTERO RODRIGUEZ

Elaboró:

ING. CIVIL JAVIER CABALLERO
Tarjeta Profesional 68202 - 150761 STD.

FEBRERO- 2026	**PLANO: 1 DE 1**

ANEXO 12. PLANO DE LOCALIZACION DE EXPLORACION DE CAMPO.DWG

ANEXO 13. CALIBRACION DE EQUIPOS

GEOMETRICS

Innovation • Experience • Results

Certificate of Calibration

Geometrics certifies that the below listed product was calibrated in accordance with applicable Geometrics procedures. These procedures are designed to assure that the product listed below meets or exceeds Geometrics specifications.

Geometrics Inc. further certifies that this product has been calibrated using standards whose accuracy is derived from accepted current values of natural physical constants.

The environment in which this product was calibrated is maintained within the operating specifications of the instrument and the standards used.

For questions or comments, please contact Geometrics technical support at support@qeometrics.com .

MODEL 1 PART NO.	SERIAL NUMBER	TECHNICIAN
PASI-16S24U	130518074	Dac Vu
QUALITY MANAGER		DATE
Ron Royal		22/12/2025

RED ESPECIALIZADA DE METROLOGÍA REM SAS

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN DE FUERZA

FORCE CALIBRATION LABORATORY

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN # REM-LF-278

CERTIFICATE OF CALIBRATION

Fecha de Emisión: 2025-02-12
Date Of Issue

SOLICITANTE: **Customer**	INGENIERIA Y SUELOS S.A.S.
DIRECCIÓN: **Address**	CARRERA 1C # 45 - 95 / BARRIO CAMPO HERMOSO
CIUDAD: **City**	BUCARAMANGA - SANTANDER
LUGAR DE CALIBRACIÓN: **Calibration Place**	LABORATORIO
FECHA DE RECEPCIÓN: **Reception date**	2025-02-03 (aaaa-mm-dd)
FECHA DE CALIBRACIÓN: **Date Of Calibration**	2025-02-05 (aaaa-mm-dd)
INSTRUMENTO: **Instrument**	MAQUINA DE ENSAYO A COMPRESIÓN - MARSHALL
FABRICANTE DEL INSTRUMENTO: **Instrument Manufacturer**	PINZUAR
MODELO DEL INSTRUMENTO: **Instrument Model**	PS - 27
NÚMERO DE SERIE DEL INSTRUMENTO: **Instrument Serial Number**	140
CÓDIGO DEL INSTRUMENTO: **Instrument Code**	NO PORTA
CAPACIDAD MÁXIMA DEL INSTRUMENTO **MAXIMUM CAPACITY OF THE INSTRUMENT**	50 kN

El presente certificado de calibración no puede ser reproducido de forma parcial, excepto con la autorización de R.E.M. S.A.S.
Los certificados de calibración sin firmar no tienen validez.
This calibration certificate may not be partially reproduced, except with the authorization of R.E.M. S.A.S.
Unsigned calibration certificates are not valid.
La versión en inglés del certificado de calibración es una traducción no obligatoria. En caso de duda aplicar el texto en español.
The English version of the calibration certificate is not a mandatory translation. In case of doubt, the Spanish original text must be used.

Aprobado Por:

Director Técnico

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN # REM-LF-278
CERTIFICATE OF CALIBRATION

MÉTODO DE CALIBRACIÓN: Method of Measurement	FUERZA INDICADA CONSTANTE
NORMA TÉCNICA APLICABLE: Estándar	NTC - ISO 7500-1: 2007-07-25, NUMERAL 6
PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN: Calibration Procedure	REM-RR-006
INSTRUMENTO CALIBRADO POR: Instrument Calibrated by:	Ing. MAURICIOLEAL L.
ORDEN DE SERVICIO INTERNA: Internal Service Order	OSI-265

DESCRIPCIÓN DEL INSTRUMENTO OBJETO DE CALIBRACIÓN
DESCRIPTION OF THE INSTRUMENT OBJECT OF CALIBRATION

FABRICANTE DEL INDICADOR DE FUERZA: Force Indicator Manufacturer	PINZUAR
MODELO DEL INDICADOR DE FUERZA: Force Indicator Model	PS - 27
SERIE DEL INDICADOR DE FUERZA: Force Indicator Series	140
TIPO DE INDICACIÓN DE FUERZA: Type of Force indication	DIGITAL
FABRICANTE DEL SENSOR DE FUERZA: Force Sensor Manufacturer	NO PORTA
MODELO DEL SENSOR DE FUERZA: Force Sensor Model	NO PORTA
SERIE DEL SENSOR DE FUERZA: Force Sensor Series	NO PORTA

VARIACIÓN DE LA TEMPERATURA AMBIENTE DURANTE LA CALIBRACIÓN
AMBIENT TEMPERATURE VARIATION DURING CALIBRATION

Las temperaturas indicadas corresponden a la temperatura corregida, registrada en cada una de las series de medición efectuadas durante la calibración del instrumento.

	L1	L2	L3	L4	L2´
Temperatura Inicial (°C)	**26,7**	**26,9**	**26,8**	-	-
Temperatura Final (°C)	**26,9**	**26,8**	**26,6**	-	-

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN # REM-LF-278
CERTIFICATE OF CALIBRATION

RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN
CALIBRATION RESULTS

INTERVALO DE CALIBRACIÓN:	5 a 50	kN	AJUSTE PREVIO DEL INSTRUMENTO			NO	
RESOLUCIÓN DEL INDICADOR DE FUERZA	0,05	kN	DIRECCIÓN DE APLICACIÓN DE FUERZA			COMPRESIÓN	
INDICACIÓN DEL INSTRUMENTO BAJO CALIBRACIÓN (kN)	% de Carga	PROMEDIO INSTRUMENTO PATRÓN (kN)	INDICACIÓN DEL INSTRUMENTO PATRÓN (kN)				
			L1	L2	L3	L4	L2´
5,00	10	5,031	5,030	5,029	5,033	-	-
10,00	20	9,990	10,002	9,982	9,988	-	-
10,00	20	9,982	9,995	9,960	9,990	-	-
15,00	30	14,942	14,940	14,949	14,937	-	-
20,00	40	19,942	19,924	19,923	19,980	-	-
25,00	50	24,909	24,857	24,915	24,956	-	-
30,00	60	29,902	29,908	29,939	29,860	-	-
40,00	80	39,829	39,857	39,732	39,899	-	-
45,00	90	44,710	44,810	44,608	44,713	-	-
50,00	100	49,719	49,617	49,807	49,734	-	-
CERO RESIDUAL DEL INSTRUMENTO BAJO CALIBRACIÓN (Fi0)			0,03	0,02	0,03	-	-

Notas :
Los resultados obtenidos en el presente certificado, se refieren al momento y condiciones en la cuales se realizarón las mediciones. R.E.M. S.A.S., no es responsable de los perjucios que pueden derivarse del uso inadecuado de los instrumentos calibrados.

The results obtained in this certificate refer to the time and conditions in which the measurements were made. R.E.M. S.A.S., is not responsible for the damages that may arise from the improper use of calibrated instruments.

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN # REM-LF-278

CERTIFICATE OF CALIBRATION

PORCENTAJE DE CARGA (%)	FUERZA INDICADA (kN)	ERROR RELATIVO DE EXACTITUD (q) (%)	ERROR RELATIVO DE REPETIBILIDAD (b) (%)	RESOLUCIÓN RELATIVA (a) (%)	ERROR RELATIVO DE REVERSIBILIDAD (v) (%)	ERROR RELATIVO DE CERO (fo) (%)
10	5,00	-0,61	0,08	1,00E+00	-	3,00E-03
20	10,00	0,10	0,20	5,00E-01	-	3,00E-03
20	10,00	0,18	0,35	5,00E-01	-	3,00E-03
30	15,00	0,39	0,08	3,33E-01	-	3,00E-03
40	20,00	0,29	0,29	2,50E-01	-	3,00E-03
50	25,00	0,36	0,40	2,00E-01	-	3,00E-03
60	30,00	0,33	0,26	1,67E-01	-	3,00E-03
80	40,00	0,43	0,42	1,25E-01	-	3,00E-03
90	45,00	0,65	0,45	1,11E-01	-	3,00E-03
100	50,00	0,57	0,38	1,00E-01	-	3,00E-03

PORCENTAJE DE CARGA (%)	FUERZA INDICADA (kN)	ERROR RELATIVO DE EXACTITUD (q) (kN)	ERROR RELATIVO DE REPETIBILIDAD (b) (kN)	RESOLUCIÓN RELATIVA (a) (kN)	ERROR RELATIVO DE REVERSIBILIDAD (V) (kN)	ERROR RELATIVO DE CERO (fo) (kN)
10	5,00	-0,031	0,004	5,000E-02	-	1,500E-04
20	10,00	0,010	0,020	5,000E-02	-	3,000E-04
20	10,00	0,018	0,035	5,000E-02	-	3,000E-04
30	15,00	0,058	0,012	5,000E-02	-	4,500E-04
40	20,00	0,058	0,057	5,000E-02	-	6,000E-04
50	25,00	0,091	0,099	5,000E-02	-	7,500E-04
60	30,00	0,098	0,079	5,000E-02	-	9,000E-04
80	40,00	0,17	0,17	5,00E-02	-	1,20E-03
90	45,00	0,29	0,20	5,00E-02	-	1,35E-03
100	50,00	0,28	0,19	5,00E-02	-	1,50E-03

Nota:

El cálculo del error relativo de reversibilidad de efectúa bajo autorización expresa del contratante.

The calculation of the relative error of reversibility is carried out under the express authorization of the contracting party.

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN # REM-LF-278

CERTIFICATE OF CALIBRATION

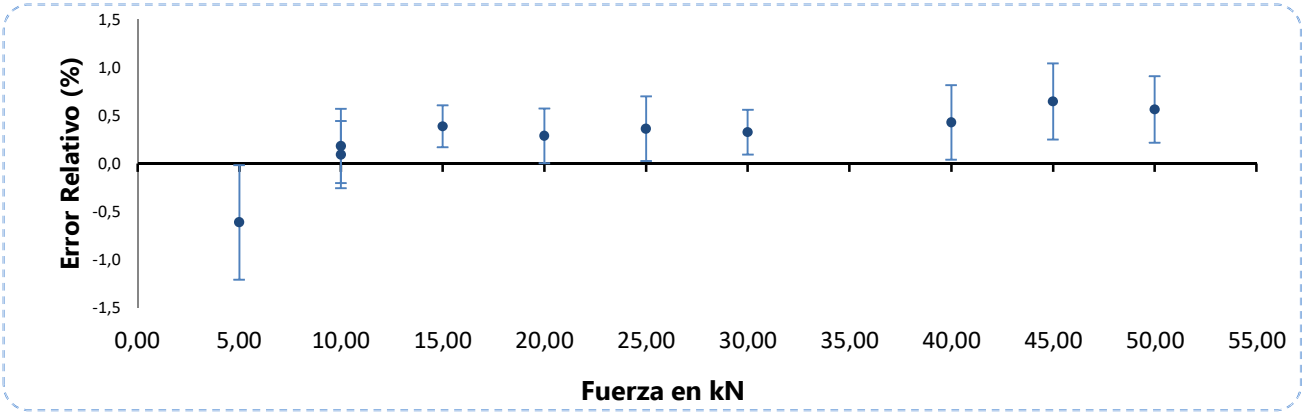
INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN

MEASUREMENT UNCERTAINTY

La incertidumbre expandida de la medición reportada se establece como la incertidumbre estándar de la medición multiplicada por el factor de cobertura "k" y la probabilidad de cobertura, la cual debe ser aproximada al 95% y no menor a este valor.

The expanded uncertainty of the reported measurement is established as the standard uncertainty of the measurement multiplied by the coverage factor "k" and the coverage probability, which must be approximately 95%. and not less than this value.

PORCENTAJE DE CARGA (%)	FUERZA INDICADA SIN AJUSTE (kN)	FUERZA INDICADA (kN)	INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN (%)	INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN (kN)	FACTOR DE COBERTURA (K)
10	-	5,00	0,60	0,030	1,98
20	-	10,00	0,35	0,035	1,98
20	-	10,00	0,39	0,039	2,07
30	-	15,00	0,22	0,033	1,98
40	-	20,00	0,28	0,057	2,23
50	-	25,00	0,34	0,084	2,45
60	-	30,00	0,23	0,070	2,26
80	-	40,00	0,39	0,16	2,78
90	-	45,00	0,40	0,18	2,78
100	-	50,00	0,35	0,17	2,78



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN # REM-LF-278

CERTIFICATE OF CALIBRATION

TRAZABILIDAD METROLÓGICA

METROLOGICAL TRACEABILITY

RED ESPECIALIZADA DE METROLOGÍA R.E.M. S.A.S., asegura la trazabilidad metrológica de los resultados de sus mediciones, por medio de una cadena ininterrumpida y documentada de calibraciones, realizadas por laboratorios acreditados o institutos nacionales de metrología, vinculándose con la referencia apropiada nacional o internacional y asegurando que los resultados de la medición son Trazables al Sistema Internacional de Unidades (SI).

RED ESPECIALIZADA DE METROLOGÍA R.E.M. S.A.S., ensures the metrological traceability of the results of its measurements, through an uninterrupted and documented chain of calibrations, carried out by accredited laboratories or national metrology institutes, linking with the appropriate national or international reference and ensuring that the measurement results are Traceable to the International System of Units (SI).

EQUIPO UTILIZADO	SERIE	DOCUMENTO DE CALIBRACIÓN	EXPEDIDO POR:	FECHA DE CALIBRACIÓN
TRANSDUCTOR DE FUERZA 100 kN	G 98081	7590	INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGÍA	2024-09-05
TRANSDUCTOR DE FUERZA 10 kN	G 28796	6140	INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGÍA	2022-08-24
TERMOHIGRÓMETRO	REM-00199	TH14121-32892-R_E	CIMA S.A.S.	2024-08-21

DECLARACIONES Y OBSERVACIONES

DECLARATIONS AND OBSERVATIONS

- El usuario es responsable de calibrar sus instrumentos a periodos de tiempo adecuados.
  The user is responsible for calibrating their instruments at appropriate time periods.
- RED ESPECIALIZADA DE METROLOGÍA "REM" S.A.S., no realiza la actividad de muestreo de los items sometidos a calibración en este documento.
  RED ESPECIALIZADA DE METROLOGÍA "REM" S.A.S., does not carry out the sampling activity of the items submitted to calibration in this document.
- El laboratorio es responsable de toda la información suministrada en el certificado, excepto cuando ésta sea suministrada por el cliente.
  The laboratory is responsible for all the information provided in the certificate, except when it is provided by the client.
- Los factores de conversión utilizados son extraidos del documento NIST 811:2008
  The conversion factors used are extracted from the NIST 811:2008 document
- Los numerales aplicables del método son: Numeral 7,8 y anexo A.
  The applicable numerals of the method are: Numeral 7, 8 y annex A.
- *Los resultados obtenidos en el presente certificado, se relacionan únicamente con los items sometidos a calibración.*
  The results obtained in this calibration certificate are related only to the items subjected to calibration.
- *El valor del 10% de la escala de fuerza es calibrado con autorización del contratante, sin incluir los valores de fuerza suplementarios de 5%, 2%, 1%, 0.5%, 0.2% y 0.1% de la escala solicitada.*
  The value of 10% of the force scale is calibrated with the authorization of the contracting party, not including the additional values of 5%, 2%, 1%, 0.5%, 0.2% and 0.1% of the requested scale.
- Este certificado se expide bajo los lineamientos expresados en la norma técnica Colombiana NTC-ISO/IEC 17025:2017
  This certificate is issued under the guidelines expressed in the Colombian technical standard NTC-ISO/IEC 17025:2017

"FIN DEL CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN"

"END OF THE CALIBRATION CERTIFICATE"

RED ESPECIALIZADA DE METROLOGÍA REM SAS

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN DE FUERZA

FORCE CALIBRATION LABORATORY

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN # REM-LF-287

CERTIFICATE OF CALIBRATION

Fecha de Emisión: 2025-02-12
Date Of Issue

SOLICITANTE: **Customer**	INGENIERIA Y SUELOS S.A.S.
DIRECCIÓN: **Address**	CARRERA 1C # 45 - 95 / BARRIO CAMPO HERMOSO
CIUDAD: **City**	BUCARAMANGA - SANTANDER
LUGAR DE CALIBRACIÓN: **Calibration Place**	LABORATORIO
FECHA DE RECEPCIÓN: **Reception date**	2025-02-03 (aaaa-mm-dd)
FECHA DE CALIBRACIÓN: **Date Of Calibration**	2025-02-05 (aaaa-mm-dd)
INSTRUMENTO: **Instrument**	MAQUINA DE ENSAYO A COMPRESIÓN - INCONFINADA
FABRICANTE DEL INSTRUMENTO: **Instrument Manufacturer**	PINZUAR
MODELO DEL INSTRUMENTO: **Instrument Model**	PS - 27
NÚMERO DE SERIE DEL INSTRUMENTO: **Instrument Serial Number**	140
CÓDIGO DEL INSTRUMENTO: **Instrument Code**	NO PORTA
CAPACIDAD MÁXIMA DEL INSTRUMENTO **MAXIMUM CAPACITY OF THE INSTRUMENT**	5 kN

El presente certificado de calibración no puede ser reproducido de forma parcial, excepto con la autorización de R.E.M. S.A.S.
Los certificados de calibración sin firmar no tienen validez.
This calibration certificate may not be partially reproduced, except with the authorization of R.E.M. S.A.S.
Unsigned calibration certificates are not valid.
La versión en inglés del certificado de calibración es una traducción no obligatoria. En caso de duda aplicar el texto en español.
The English version of the calibration certificate is not a mandatory translation. In case of doubt, the Spanish original text must be used.

Aprobado Por:

Director Técnico

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN # REM-LF-287
CERTIFICATE OF CALIBRATION

MÉTODO DE CALIBRACIÓN: **Method of Measurement**	FUERZA INDICADA CONSTANTE
NORMA TÉCNICA APLICABLE: **Estándar**	NTC - ISO 7500-1: 2007-07-25, NUMERAL 6
PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN: **Calibration Procedure**	REM-RR-006
INSTRUMENTO CALIBRADO POR: **Instrument Calibrated by:**	Ing. MAURICIOLEAL L.
ORDEN DE SERVICIO INTERNA: **Internal Service Order**	OSI-265

DESCRIPCIÓN DEL INSTRUMENTO OBJETO DE CALIBRACIÓN
DESCRIPTION OF THE INSTRUMENT OBJECT OF CALIBRATION

FABRICANTE DEL INDICADOR DE FUERZA: **Force Indicator Manufacturer**	PINZUAR
MODELO DEL INDICADOR DE FUERZA: **Force Indicator Model**	PS - 27
SERIE DEL INDICADOR DE FUERZA: **Force Indicator Series**	140
TIPO DE INDICACIÓN DE FUERZA: **Type of Force indication**	DIGITAL
FABRICANTE DEL SENSOR DE FUERZA: **Force Sensor Manufacturer**	NO PORTA
MODELO DEL SENSOR DE FUERZA: **Force Sensor Model**	NO PORTA
SERIE DEL SENSOR DE FUERZA: **Force Sensor Series**	NO PORTA

VARIACIÓN DE LA TEMPERATURA AMBIENTE DURANTE LA CALIBRACIÓN
AMBIENT TEMPERATURE VARIATION DURING CALIBRATION

Las temperaturas indicadas corresponden a la temperatura corregida, registrada en cada una de las series de medición efectuadas durante la calibración del instrumento.

	L1	L2	L3	L4	L2´
Temperatura Inicial (°C)	**23,9**	**24,0**	**23,9**	-	-
Temperatura Final (°C)	**24,0**	**23,9**	**23,9**	-	-

RED ESPECIALIZADA DE METROLOGÍA REM SAS
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN DE FUERZA
FORCE CALIBRATION LABORATORY

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN # REM-LF-287
CERTIFICATE OF CALIBRATION

RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN
CALIBRATION RESULTS

INTERVALO DE CALIBRACIÓN:		1 a 5	kN	AJUSTE PREVIO DEL INSTRUMENTO		NO	
RESOLUCIÓN DEL INDICADOR DE FUERZA		0,01	kN	DIRECCIÓN DE APLICACIÓN DE FUERZA		COMPRESIÓN	
INDICACIÓN DEL INSTRUMENTO BAJO CALIBRACIÓN (kN)	% de Carga	PROMEDIO INSTRUMENTO PATRÓN (kN)	INDICACIÓN DEL INSTRUMENTO PATRÓN (kN)				
			L1	L2	L3	L4	L2´
1,00	20	1,002	1,005	1,002	1,000	-	-
1,50	30	1,502	1,499	1,504	1,503	-	-
2,00	40	2,002	2,001	2,002	2,002	-	-
2,50	50	2,495	2,498	2,497	2,491	-	-
3,00	60	2,993	2,998	2,992	2,987	-	-
3,50	70	3,489	3,493	3,486	3,488	-	-
4,00	80	3,988	3,991	3,987	3,984	-	-
4,50	90	4,488	4,490	4,483	4,489	-	-
5,00	100	4,982	4,988	4,979	4,980	-	-
CERO RESIDUAL DEL INSTRUMENTO BAJO CALIBRACIÓN (Fi0)			0,02	0,02	0,04	-	-

Notas :
Los resultados obtenidos en el presente certificado, se refieren al momento y condiciones en la cuales se realizarón las mediciones. R.E.M. S.A.S., no es responsable de los perjucios que pueden derivarse del uso inadecuado de los instrumentos calibrados.

The results obtained in this certificate refer to the time and conditions in which the measurements were made. R.E.M. S.A.S., is not responsible for the damages that may arise from the improper use of calibrated instruments.

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN # REM-LF-287

CERTIFICATE OF CALIBRATION

PORCENTAJE DE CARGA (%)	FUERZA INDICADA (kN)	ERROR RELATIVO DE EXACTITUD (q) (%)	ERROR RELATIVO DE REPETIBILIDAD (b) (%)	RESOLUCIÓN RELATIVA (a) (%)	ERROR RELATIVO DE REVERSIBILIDAD (v) (%)	ERROR RELATIVO DE CERO (fo) (%)
20	1,00	-0,23	0,58	1,00E+00	-	8,00E-03
30	1,50	-0,13	0,29	6,67E-01	-	8,00E-03
40	2,00	-0,09	0,05	5,00E-01	-	8,00E-03
50	2,50	0,19	0,28	4,00E-01	-	8,00E-03
60	3,00	0,25	0,35	3,33E-01	-	8,00E-03
70	3,50	0,32	0,20	2,86E-01	-	8,00E-03
80	4,00	0,31	0,18	2,50E-01	-	8,00E-03
90	4,50	0,28	0,15	2,22E-01	-	8,00E-03
100	5,00	0,36	0,16	2,00E-01	-	8,00E-03

PORCENTAJE DE CARGA (%)	FUERZA INDICADA (kN)	ERROR RELATIVO DE EXACTITUD (q) (kN)	ERROR RELATIVO DE REPETIBILIDAD (b) (kN)	RESOLUCIÓN RELATIVA (a) (kN)	ERROR RELATIVO DE REVERSIBILIDAD (V) (kN)	ERROR RELATIVO DE CERO (fo) (kN)
20	1,00	-0,0023	0,0058	1,0000E-02	-	8,0000E-05
30	1,50	-0,0020	0,0044	1,0000E-02	-	1,2000E-04
40	2,00	-0,0018	0,0011	1,0000E-02	-	1,6000E-04
50	2,50	0,0047	0,0071	1,0000E-02	-	2,0000E-04
60	3,00	0,0075	0,0104	1,0000E-02	-	2,4000E-04
70	3,50	0,0112	0,0070	1,0000E-02	-	2,8000E-04
80	4,00	0,0124	0,0072	1,0000E-02	-	3,2000E-04
90	4,50	0,012	0,007	1,000E-02	-	3,600E-04
100	5,00	0,018	0,008	1,000E-02	-	4,000E-04

Nota:

El cálculo del error relativo de reversibilidad de efectúa bajo autorización expresa del contratante.

The calculation of the relative error of reversibility is carried out under the express authorization of the contracting party.

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN # REM-LF-287

CERTIFICATE OF CALIBRATION

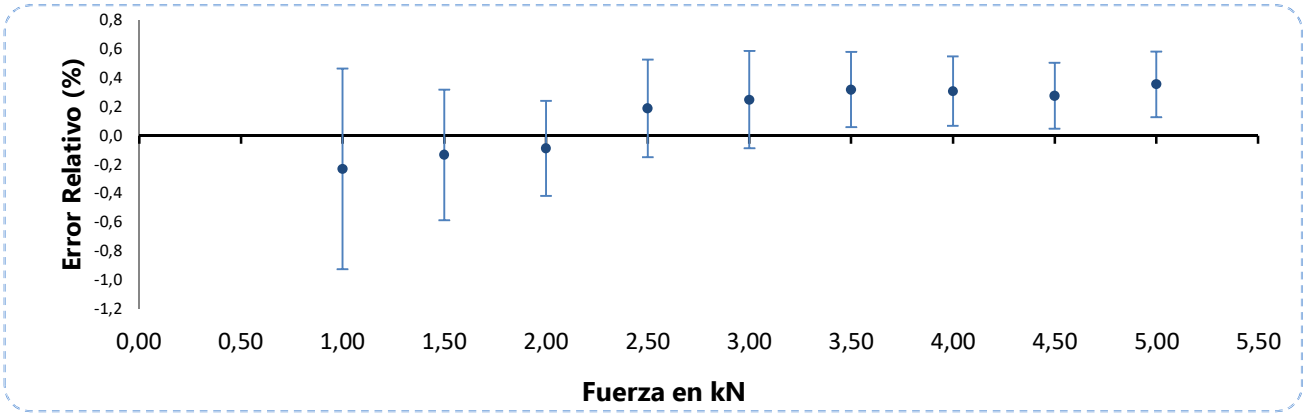
INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN

MEASUREMENT UNCERTAINTY

La incertidumbre expandida de la medición reportada se establece como la incertidumbre estándar de la medición multiplicada por el factor de cobertura "k" y la probabilidad de cobertura, la cual debe ser aproximada al 95% y no menor a este valor.

The expanded uncertainty of the reported measurement is established as the standard uncertainty of the measurement multiplied by the coverage factor "k" and the coverage probability, which must be approximately 95%. and not less than this value.

PORCENTAJE DE CARGA (%)	FUERZA INDICADA SIN AJUSTE (kN)	FUERZA INDICADA (kN)	INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN (%)	INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN (kN)	FACTOR DE COBERTURA (K)
20	-	1,00	0,70	0,0070	2,02
30	-	1,50	0,45	0,0068	1,99
40	-	2,00	0,33	0,0066	1,97
50	-	2,50	0,34	0,0085	2,03
60	-	3,00	0,34	0,0101	2,09
70	-	3,50	0,26	0,0091	2,00
80	-	4,00	0,24	0,0097	1,99
90	-	4,50	0,23	0,010	1,99
100	-	5,00	0,23	0,011	2,00



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN # REM-LF-287

CERTIFICATE OF CALIBRATION

TRAZABILIDAD METROLÓGICA

METROLOGICAL TRACEABILITY

RED ESPECIALIZADA DE METROLOGÍA R.E.M. S.A.S., asegura la trazabilidad metrológica de los resultados de sus mediciones, por medio de una cadena ininterrumpida y documentada de calibraciones, realizadas por laboratorios acreditados o institutos nacionales de metrología, vinculándose con la referencia apropiada nacional o internacional y asegurando que los resultados de la medición son Trazables al Sistema Internacional de Unidades (SI).

RED ESPECIALIZADA DE METROLOGÍA R.E.M. S.A.S., ensures the metrological traceability of the results of its measurements, through an uninterrupted and documented chain of calibrations, carried out by accredited laboratories or national metrology institutes, linking with the appropriate national or international reference and ensuring that the measurement results are Traceable to the International System of Units (SI).

EQUIPO UTILIZADO	SERIE	DOCUMENTO DE CALIBRACIÓN	EXPEDIDO POR:	FECHA DE CALIBRACIÓN
TRANSDUCTOR DE FUERZA 10 kN	G 28796	6140	INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGÍA	2022-08-24
TERMOHIGRÓMETRO	REM-00199	TH14121-32892-R_E	CIMA S.A.S.	2024-08-21

DECLARACIONES Y OBSERVACIONES

DECLARATIONS AND OBSERVATIONS

- El usuario es responsable de calibrar sus instrumentos a periodos de tiempo adecuados.
  The user is responsible for calibrating their instruments at appropriate time periods.
- RED ESPECIALIZADA DE METROLOGÍA "REM" S.A.S., no realiza la actividad de muestreo de los items sometidos a calibración en este documento.
  RED ESPECIALIZADA DE METROLOGÍA "REM" S.A.S., does not carry out the sampling activity of the items submitted to calibration in this document.
- El laboratorio es responsable de toda la información suministrada en el certificado, excepto cuando ésta sea suministrada por el cliente.
  The laboratory is responsible for all the information provided in the certificate, except when it is provided by the client.
- Los factores de conversión utilizados son extraidos del documento NIST 811:2008
  The conversion factors used are extracted from the NIST 811:2008 document
- Los numerales aplicables del método son: Numeral 7,8 y anexo A.
  The applicable numerals of the method are: Numeral 7, 8 y annex A.
- *Los resultados obtenidos en el presente certificado, se relacionan únicamente con los items sometidos a calibración.*
  The results obtained in this calibration certificate are related only to the items subjected to calibration.
- *El valor del 10% de la escala de fuerza es calibrado con autorización del contratante, sin incluir los valores de fuerza suplementarios de 5%, 2%, 1%, 0.5%, 0.2% y 0.1% de la escala solicitada.*
  The value of 10% of the force scale is calibrated with the authorization of the contracting party, not including the additional values of 5%, 2%, 1%, 0.5%, 0.2% and 0.1% of the requested scale.
- Este certificado se expide bajo los lineamientos expresados en la norma técnica Colombiana NTC-ISO/IEC 17025:2017
  This certificate is issued under the guidelines expressed in the Colombian technical standard NTC-ISO/IEC 17025:2017

"FIN DEL CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN"

"END OF THE CALIBRATION CERTIFICATE"

RED ESPECIALIZADA DE METROLOGÍA REM SAS

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN DE FUERZA

FORCE CALIBRATION LABORATORY

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN # REM-LF-288

CERTIFICATE OF CALIBRATION

Fecha de Emisión: 2025-02-12
Date Of Issue

SOLICITANTE: **Customer**	INGENIERIA Y SUELOS S.A.S.
DIRECCIÓN: **Address**	CARRERA 1C # 45 - 95 / BARRIO CAMPO HERMOSO
CIUDAD: **City**	BUCARAMANGA - SANTANDER
LUGAR DE CALIBRACIÓN: **Calibration Place**	LABORATORIO
FECHA DE RECEPCIÓN: **Reception date**	2025-02-03 (aaaa-mm-dd)
FECHA DE CALIBRACIÓN: **Date Of Calibration**	2025-02-05 (aaaa-mm-dd)
INSTRUMENTO: **Instrument**	MAQUINA DE ENSAYO A COMPRESIÓN - CORTE DIRECTO
FABRICANTE DEL INSTRUMENTO: **Instrument Manufacturer**	PINZUAR
MODELO DEL INSTRUMENTO: **Instrument Model**	PS - 107D
NÚMERO DE SERIE DEL INSTRUMENTO: **Instrument Serial Number**	152
CÓDIGO DEL INSTRUMENTO: **Instrument Code**	NO PORTA
CAPACIDAD MÁXIMA DEL INSTRUMENTO **MAXIMUM CAPACITY OF THE INSTRUMENT**	2,5 kN

El presente certificado de calibración no puede ser reproducido de forma parcial, excepto con la autorización de R.E.M. S.A.S.
Los certificados de calibración sin firmar no tienen validez.
This calibration certificate may not be partially reproduced, except with the authorization of R.E.M. S.A.S.
Unsigned calibration certificates are not valid.
La versión en inglés del certificado de calibración es una traducción no obligatoria. En caso de duda aplicar el texto en español.
The English version of the calibration certificate is not a mandatory translation. In case of doubt, the Spanish original text must be used.

Aprobado Por:

Director Técnico

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN # REM-LF-288
CERTIFICATE OF CALIBRATION

MÉTODO DE CALIBRACIÓN: **Method of Measurement**	FUERZA INDICADA CONSTANTE
NORMA TÉCNICA APLICABLE: **Estándar**	NTC - ISO 7500-1: 2007-07-25, NUMERAL 6
PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN: **Calibration Procedure**	REM-RR-006
INSTRUMENTO CALIBRADO POR: **Instrument Calibrated by:**	Ing. MAURICIOLEAL L.
ORDEN DE SERVICIO INTERNA: **Internal Service Order**	OSI-265

DESCRIPCIÓN DEL INSTRUMENTO OBJETO DE CALIBRACIÓN
DESCRIPTION OF THE INSTRUMENT OBJECT OF CALIBRATION

FABRICANTE DEL INDICADOR DE FUERZA: **Force Indicator Manufacturer**	PINZUAR
MODELO DEL INDICADOR DE FUERZA: **Force Indicator Model**	PS - 107D
SERIE DEL INDICADOR DE FUERZA: **Force Indicator Series**	152
TIPO DE INDICACIÓN DE FUERZA: **Type of Force indication**	DIGITAL
FABRICANTE DEL SENSOR DE FUERZA: **Force Sensor Manufacturer**	NO PORTA
MODELO DEL SENSOR DE FUERZA: **Force Sensor Model**	NO PORTA
SERIE DEL SENSOR DE FUERZA: **Force Sensor Series**	NO PORTA

VARIACIÓN DE LA TEMPERATURA AMBIENTE DURANTE LA CALIBRACIÓN
AMBIENT TEMPERATURE VARIATION DURING CALIBRATION

Las temperaturas indicadas corresponden a la temperatura corregida, registrada en cada una de las series de medición efectuadas durante la calibración del instrumento.

	L1	L2	L3	L4	L2´
Temperatura Inicial (°C)	**26,4**	**26,9**	**26,8**	-	-
Temperatura Final (°C)	**26,9**	**26,9**	**27,1**	-	-

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN # REM-LF-288
CERTIFICATE OF CALIBRATION

RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN
CALIBRATION RESULTS

INTERVALO DE CALIBRACIÓN:		0,25 a 2,25	kN	AJUSTE PREVIO DEL INSTRUMENTO			NO	
RESOLUCIÓN DEL INDICADOR DE FUERZA		0,001	kN	DIRECCIÓN DE APLICACIÓN DE FUERZA			COMPRESIÓN	
INDICACIÓN DEL INSTRUMENTO BAJO CALIBRACIÓN (kN)	% de Carga	PROMEDIO INSTRUMENTO PATRÓN (kN)	INDICACIÓN DEL INSTRUMENTO PATRÓN (kN)					
			L1	L2	L3	L4	L2´	
0,250	10	0,250	0,250	0,251	0,249	-	-	
0,500	20	0,504	0,503	0,505	0,503	-	-	
0,750	30	0,745	0,744	0,745	0,747	-	-	
1,000	40	0,993	0,991	0,995	0,992	-	-	
1,250	50	1,241	1,244	1,241	1,238	-	-	
1,500	60	1,491	1,492	1,490	1,490	-	-	
1,750	70	1,743	1,746	1,744	1,738	-	-	
2,000	80	1,997	1,991	1,992	2,008	-	-	
2,000	80	2,002	2,003	2,000	2,003	-	-	
2,250	90	2,270	2,262	2,277	2,270	-	-	
CERO RESIDUAL DEL INSTRUMENTO BAJO CALIBRACIÓN (Fi0)			0,000	0,000	0,000	-	-	

Notas :
Los resultados obtenidos en el presente certificado, se refieren al momento y condiciones en la cuales se realizarón las mediciones. R.E.M. S.A.S., no es responsable de los perjucios que pueden derivarse del uso inadecuado de los instrumentos calibrados.

The results obtained in this certificate refer to the time and conditions in which the measurements were made. R.E.M. S.A.S., is not responsible for the damages that may arise from the improper use of calibrated instruments.

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN # REM-LF-288

CERTIFICATE OF CALIBRATION

PORCENTAJE DE CARGA (%)	FUERZA INDICADA (kN)	ERROR RELATIVO DE EXACTITUD (q) (%)	ERROR RELATIVO DE REPETIBILIDAD (b) (%)	RESOLUCIÓN RELATIVA (a) (%)	ERROR RELATIVO DE REVERSIBILIDAD (v) (%)	ERROR RELATIVO DE CERO (fo) (%)
10	0,250	-0,13	0,79	4,00E-01	-	0,00E+00
20	0,500	-0,72	0,42	2,00E-01	-	0,00E+00
30	0,750	0,66	0,45	1,33E-01	-	0,00E+00
40	1,000	0,74	0,36	1,00E-01	-	0,00E+00
50	1,250	0,75	0,46	8,00E-02	-	0,00E+00
60	1,500	0,62	0,17	6,67E-02	-	0,00E+00
70	1,750	0,42	0,46	5,71E-02	-	0,00E+00
80	2,000	0,14	0,88	5,00E-02	-	0,00E+00
80	2,000	-0,09	0,13	5,00E-02	-	0,00E+00
90	2,250	-0,87	0,64	4,44E-02	-	0,00E+00

PORCENTAJE DE CARGA (%)	FUERZA INDICADA (kN)	ERROR RELATIVO DE EXACTITUD (q) (kN)	ERROR RELATIVO DE REPETIBILIDAD (b) (kN)	RESOLUCIÓN RELATIVA (a) (kN)	ERROR RELATIVO DE REVERSIBILIDAD (V) (kN)	ERROR RELATIVO DE CERO (fo) (kN)
10	0,250	-0,00033	0,00196	1,0000E-03	-	0,0000E+00
20	0,500	-0,00361	0,00209	1,0000E-03	-	0,0000E+00
30	0,750	0,00491	0,00340	1,0000E-03	-	0,0000E+00
40	1,000	0,00742	0,00359	1,0000E-03	-	0,0000E+00
50	1,250	0,00939	0,00575	1,0000E-03	-	0,0000E+00
60	1,500	0,00935	0,00258	1,0000E-03	-	0,0000E+00
70	1,750	0,00734	0,00802	1,0000E-03	-	0,0000E+00
80	2,000	0,003	0,018	1,000E-03	-	0,000E+00
80	2,000	-0,002	0,003	1,000E-03	-	0,000E+00
90	2,250	-0,020	0,014	1,000E-03	-	0,000E+00

Nota:

El cálculo del error relativo de reversibilidad de efectúa bajo autorización expresa del contratante.

The calculation of the relative error of reversibility is carried out under the express authorization of the contracting party.

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN # REM-LF-288

CERTIFICATE OF CALIBRATION

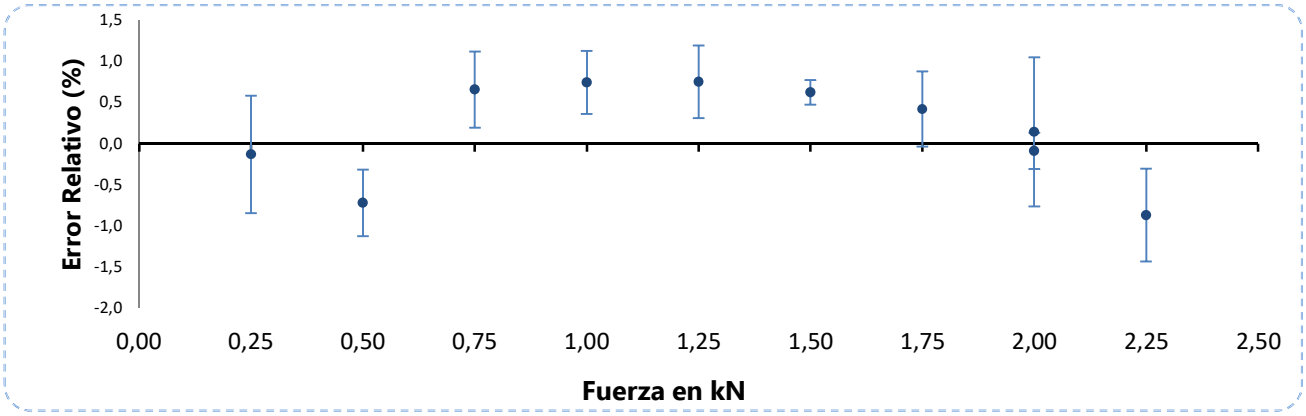
INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN

MEASUREMENT UNCERTAINTY

La incertidumbre expandida de la medición reportada se establece como la incertidumbre estándar de la medición multiplicada por el factor de cobertura "k" y la probabilidad de cobertura, la cual debe ser aproximada al 95% y no menor a este valor.

The expanded uncertainty of the reported measurement is established as the standard uncertainty of the measurement multiplied by the coverage factor "k" and the coverage probability, which must be approximately 95%. and not less than this value.

PORCENTAJE DE CARGA (%)	FUERZA INDICADA SIN AJUSTE (kN)	FUERZA INDICADA (kN)	INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN (%)	INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN (kN)	FACTOR DE COBERTURA (K)
10	-	0,250	0,71	0,0018	2,78
20	-	0,500	0,40	0,0020	2,78
30	-	0,750	0,46	0,0035	3,18
40	-	1,000	0,38	0,0038	3,18
50	-	1,250	0,44	0,0055	3,18
60	-	1,500	0,15	0,0022	2,36
70	-	1,750	0,46	0,0080	3,18
80	-	2,000	0,91	0,018	3,18
80	-	2,000	0,22	0,004	2,00
90	-	2,250	0,56	0,013	2,78



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN # REM-LF-288

CERTIFICATE OF CALIBRATION

TRAZABILIDAD METROLÓGICA

METROLOGICAL TRACEABILITY

RED ESPECIALIZADA DE METROLOGÍA R.E.M. S.A.S., asegura la trazabilidad metrológica de los resultados de sus mediciones, por medio de una cadena ininterrumpida y documentada de calibraciones, realizadas por laboratorios acreditados o institutos nacionales de metrología, vinculándose con la referencia apropiada nacional o internacional y asegurando que los resultados de la medición son Trazables al Sistema Internacional de Unidades (SI).

RED ESPECIALIZADA DE METROLOGÍA R.E.M. S.A.S., ensures the metrological traceability of the results of its measurements, through an uninterrupted and documented chain of calibrations, carried out by accredited laboratories or national metrology institutes, linking with the appropriate national or international reference and ensuring that the measurement results are Traceable to the International System of Units (SI).

EQUIPO UTILIZADO	SERIE	DOCUMENTO DE CALIBRACIÓN	EXPEDIDO POR:	FECHA DE CALIBRACIÓN
TRANSDUCTOR DE FUERZA 2 kN	73165	6120	INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGÍA	2022-08-22
TRANSDUCTOR DE FUERZA 10 kN	G 28796	6140	INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGÍA	2022-08-24
TERMOHIGRÓMETRO	REM-00199	TH14121-32892-R_E	CIMA S.A.S.	2024-08-21

DECLARACIONES Y OBSERVACIONES

DECLARATIONS AND OBSERVATIONS

- El usuario es responsable de calibrar sus instrumentos a periodos de tiempo adecuados.
  The user is responsible for calibrating their instruments at appropriate time periods.
- RED ESPECIALIZADA DE METROLOGÍA "REM" S.A.S., no realiza la actividad de muestreo de los items sometidos a calibración en este documento.
  RED ESPECIALIZADA DE METROLOGÍA "REM" S.A.S., does not carry out the sampling activity of the items submitted to calibration in this document.
- El laboratorio es responsable de toda la información suministrada en el certificado, excepto cuando ésta sea suministrada por el cliente.
  The laboratory is responsible for all the information provided in the certificate, except when it is provided by the client.
- Los factores de conversión utilizados son extraidos del documento NIST 811:2008
  The conversion factors used are extracted from the NIST 811:2008 document
- Los numerales aplicables del método son: Numeral 7,8 y anexo A.
  The applicable numerals of the method are: Numeral 7, 8 y annex A.
- *Los resultados obtenidos en el presente certificado, se relacionan únicamente con los items sometidos a calibración.*
  The results obtained in this calibration certificate are related only to the items subjected to calibration.
- *El valor del 10% de la escala de fuerza es calibrado con autorización del contratante, sin incluir los valores de fuerza suplementarios de 5%, 2%, 1%, 0.5%, 0.2% y 0.1% de la escala solicitada.*
  The value of 10% of the force scale is calibrated with the authorization of the contracting party, not including the additional values of 5%, 2%, 1%, 0.5%, 0.2% and 0.1% of the requested scale.
- Este certificado se expide bajo los lineamientos expresados en la norma técnica Colombiana NTC-ISO/IEC 17025:2017
  This certificate is issued under the guidelines expressed in the Colombian technical standard NTC-ISO/IEC 17025:2017

"FIN DEL CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN"

"END OF THE CALIBRATION CERTIFICATE"