

**Actuaciones para el desarrollo del plan de acción
contra el ruido de la fase II en la autovía A-1. P.K.
12+900 a 17+200. Provincia de Madrid.**

Clave 39-M-15110.



**ANEJO N°13: ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA LA
CIMENTACIÓN DE ESTRUCTURAS**



ÍNDICE

1.- INTRODUCCIÓN.....	7	2.3.1.1.- Perfil litológico longitudinal	25
1.1.- ANTECEDENTES	7	2.3.2.- Pantalla A1-13.2-MD-1 (2).....	25
1.1.1.- Referencias cruzadas.....	7	2.3.2.1.- Perfil litológico.....	25
1.2.- MARCO NORMATIVO DE APLICACIÓN	7	2.3.3.- Pantalla A1-13.2-MD-1 (3).....	26
2.- ESTUDIO DE LAS CIMENTACIONES	8	2.3.3.1.- Perfil litológico longitudinal	26
2.1.- HIPÓTESIS DE CÁLCULO	8	2.3.4.- Pantalla A1-14.25-MD-1 (1).....	26
2.2.- METODOLOGÍA DE CÁLCULO.....	8	2.3.4.1.- Perfil litológico longitudinal	26
2.2.1.- Obtención de los parámetros de cálculo	10	2.3.5.- Pantalla A1-14.25-MD-1 (2).....	27
2.2.1.1.- Pantalla A1-13.2-MD-1 (1).....	10	2.3.5.1.- Perfil litológico longitudinal	27
2.2.1.2.- Pantalla A1-13.2-MD-1 (2).....	11	2.3.6.- Pantalla A1-14.25-MD-2 (1).....	27
2.2.1.3.- Pantalla A1-13.2-MD-1 (2).....	11	2.3.6.1.- Perfil litológico longitudinal	27
2.2.1.4.- Pantalla A1-14.25-MD-1 (1).....	12	2.3.7.- Pantalla A1-14.25-MD-2 (2).....	27
2.2.1.5.- Pantalla A1-14.25-MD-1 (2).....	13	2.3.7.1.- Perfil litológico longitudinal	28
2.2.1.6.- Pantalla A1-14.25-MD-2 (1).....	14	2.3.8.- Pantalla A1-14.25-MI-1	28
2.2.1.7.- Pantalla A1-14.25-MD-2 (2).....	14	2.3.8.1.- Perfiles litológico longitudinal.....	28
2.2.1.8.- Pantalla A1-14.25-MI-1.....	15	2.3.9.- Pantalla A1-14.25-MI-2.....	28
2.2.1.9.- Pantalla A1-14.25-MI-2 (2)	16	2.3.9.1.- Perfil litológico longitudinal	29
2.2.1.10.- Pantalla A1-16-MD-1 (1).....	16	2.3.10.- Pantalla A1-14.25-MD-2 (2).....	29
2.2.1.11.- Pantalla A1-16-MD-1 (2).....	17	2.3.10.1.- Perfil litológico.....	29
2.2.1.12.- Pantalla A1-16-MD-2	18	2.3.11.- Pantalla A1-16-MD-1 (1).....	30
2.2.1.13.- Pantalla A1-A6-MD-3.....	19	2.3.11.1.- Perfiles litológicos longitudinal y transversal	30
2.2.1.14.- Pantalla A1-16-MI-2.....	20	2.3.12.- Pantalla A1-16-MD-1 (2).....	30
2.2.1.15.- Pantalla A1-16-MI-1.....	20	2.3.12.1.- Perfiles litológicos longitudinales.....	31
2.2.1.16.- Pantalla A1-16-MI-3.....	21	2.3.13.- Pantalla A1-16-MI-2.....	31
2.2.2.- Cimentaciones profundas.....	22	2.3.13.1.- Perfiles litológicos longitudinales y transversales	32
2.2.2.1.- Pilotes en suelos.....	22	2.3.14.- Pantalla A1-16-MD-2	32
2.2.2.2.- Carga admisible.....	23	2.3.14.1.- Perfil litológico longitudinal	33
2.2.3.- Coeficiente de balasto horizontal	24	2.3.15.- Pantalla A1-16-MD-3	33
2.3.- DIMENSIONAMIENTO, CÁLCULOS Y VERIFICACIONES GEOTÉCNICAS	24	2.3.15.1.- Perfil litológico longitudinal	33
2.3.1.- Pantalla A1-13.2-MD-1 (1).....	25	2.3.16.- Pantalla A1-16-MI-1.....	33
		2.3.16.1.- Perfil litológico longitudinal	34

2.3.17.- Pantalla A1-16-MI-3	34
2.3.17.1.- Perfil litológico longitudinal	34
2.4.- PLAN DE INSTRUMENTACIÓN / AUSCULTACIÓN	34
2.5.- RESUMEN Y CONCLUSIONES	34
3.- APÉNDICES.	35
3.1.- PLANOS DE PLANTA Y ENSAYOS DE LABORATORIO	35

TABLAS

Tabla 1. Parámetros bibliográficos de las litologías de la facies Madrid.	9
Tabla 2. Correlaciones entre Cu y golpeo N _{SPT} (Terzaghi y Peck 1948).	9
Tabla 3. Resultados obtenidos de los sondeos	10
Tabla 4. Resultados obtenidos del ensayo de penetración dinámica continua P-1	10
Tabla 5. Resultados obtenidos del ensayo de penetración dinámica continua P-1	10
Tabla 6. Parámetros geotécnicos obtenidos para la pantalla	10
Tabla 7. Resultados obtenidos de los sondeos	11
Tabla 8. Parámetros geotécnicos obtenidos del laboratorio	11
Tabla 9. Parámetros geotécnicos obtenidos para la pantalla	11
Tabla 10. Resultados obtenidos del sondeo	11
Tabla 11. Ensayo de penetración dinámica continua P-3.....	12
Tabla 12. Parámetros geotécnicos obtenidos para la pantalla	12
Tabla 13. Resultados obtenidos de los sondeos.	12
Tabla 14. Parámetros geotécnicos obtenidos del laboratorio	12
Tabla 15. Ensayo de penetración dinámica continua P-4.....	13
Tabla 16. Resultados obtenidos de los sondeos.	13
Tabla 17. Parámetros geotécnicos obtenidos del laboratorio	13
Tabla 18. Ensayo de penetración dinámica continua P-5.....	13
Tabla 19. Resultados obtenidos del ensayo de penetración dinámica continua P-6	14
Tabla 20. Parámetros geotécnicos obtenidos para la pantalla	14
Tabla 21. Resultados obtenidos del ensayo de penetración dinámica continua P-10.	14
Tabla 22. Resultados obtenidos en el sondeo.	15

Tabla 23. Parámetros geotécnicos obtenidos para la pantalla	15
Tabla 24. Resultados obtenidos del sondeo	15
Tabla 25. Parámetros geotécnicos obtenidos del laboratorio	15
Tabla 26. Resultados obtenidos del ensayo de penetración dinámica continua P-7	15
Tabla 27. Parámetros geotécnicos obtenidos para la pantalla	16
Tabla 28. Resultados obtenidos del ensayo de penetración dinámica continua P-8 y P-9	16
Tabla 29. Parámetros geotécnicos para la pantalla	16
Tabla 30. Resultados obtenidos del sondeo	16
Tabla 31. Parámetros geotécnicos obtenidos del laboratorio	16
Tabla 32. Resultados obtenidos del ensayo de penetración dinámica continua P-13	17
Tabla 33. Parámetros geotécnicos obtenidos para la pantalla	17
Tabla 34. Ensayos DPSH realizados en la campaña geotécnica	18
Tabla 35. Parámetros geotécnicos obtenidos para la pantalla	18
Tabla 36. Resultados obtenidos del sondeo	18
Tabla 37. Parámetros geotécnicos obtenidos del laboratorio	18
Tabla 38. A partir del análisis de los valores de SPT y de N _{DPSH} , y empleando datos bibliográficos bibliografía, se han definido los siguientes parámetros:	18
Tabla 39. Parámetros geotécnicos obtenidos para la pantalla	19
Tabla 40. Resultados obtenidos de los sondeos	19
Tabla 41. Parámetros geotécnicos obtenidos del laboratorio	19
Tabla 42. Resultados obtenidos del ensayo de penetración dinámica continua P-24	19
Tabla 43. Parámetros de cálculo para la pantalla	20
Tabla 44. Resultados obtenidos de los sondeos	20
Tabla 45. Resultados obtenidos del ensayo de penetración dinámica continua P-17	20
Tabla 46. Parámetros de cálculo para la pantalla	20
Tabla 47. Resultados obtenidos del sondeo S-18	21
Tabla 48. Parámetros geotécnicos obtenidos del laboratorio	21
Tabla 49. Resultados obtenidos del ensayo de penetración dinámica continua P-17	21
Tabla 50. Parámetros geotécnicos obtenidos para la pantalla	21
Tabla 51. Resultados obtenidos del sondeo S-18	21
Tabla 52. Resultados obtenidos del ensayo de penetración dinámica continua P-21	22

Tabla 53. Parámetros geotécnicos obtenidos para la pantalla	22	Figura 10. Perfil longitudinal Pantalla A1-13.5-MD (3)	26
Tabla 54. Parámetros geotécnicos para la pantalla A1-13.3-MD-1 (1)	25	Figura 11. Perfil longitudinal Pantalla A1-14.25-MD-1 (1)	26
Tabla 55. Parámetros geotécnicos para la pantalla A1-13.3-MD-1 (2)	25	Figura 12. Perfil litológico Pantalla A1-14.25-MD-1 (2)	27
Tabla 56. Parámetros geotécnicos para la pantalla A1-13.5-MD (3)	26	Figura 13. Perfil longitudinal Pantalla A1-14.25-MD-2 (1)	27
Tabla 57. Parámetros geotécnicos para la pantalla A1-14.25-MD-1 (1)	26	Figura 14. Perfil longitudinal Pantalla A1-14.25-MD-2 (2)	28
Tabla 58. Parámetros geotécnicos para la pantalla A1-14.25-MD-1 (2)	27	Figura 15. Perfil longitudinal Pantalla A1-14.25-MI-1	28
Tabla 59. Parámetros geotécnicos para la pantalla A1-14.25-MD-2 (1)	27	Figura 16. Perfil longitudinal Pantalla A1-14.25-MI-2	29
Tabla 60. Parámetros geotécnicos para la pantalla A1-14.25-MD-2 (2)	28	Figura 17. Perfil longitudinal Pantalla A1-14.25-MD-2 (2)	29
Tabla 61. Parámetros geotécnicos para la pantalla A1-14.25-MI-1	28	Figura 18. Perfil longitudinal Pantalla A1-16-MD-1(1)	30
Tabla 62. Parámetros de cálculo obtenidos para la pantalla A1-14.25-MI-2.	29	Figura 19. Perfil transversal Pantalla A1-16-MD-1(1).....	30
Tabla 63. Parámetros geotécnicos para la pantalla A1-14.25-MD-2 (2)	29	Figura 20. Perfil longitudinal Pantalla A1-16-MD-1(2)	31
Tabla 64. Parámetros geotécnicos para la pantalla A1-16-MD-1 (1)	30	Figura 21. Perfil longitudinal Pantalla A1-16-MI-2	32
Tabla 65. Parámetros geotécnicos para la pantalla A1-16-MD-1(2)	30	Figura 22. Perfil transversal Pantalla A1-16-MI-2I.	32
Tabla 66. Parámetros geotécnicos para la pantalla A1-16-MI-2	31	Figura 23. Perfil longitudinal Pantalla A1-16-MD-2	33
Tabla 67. Parámetros geotécnicos para la pantalla A1-16-MI-2	31	Figura 24. Perfil longitudinal Pantalla A1-16-MD-3	33
Tabla 68. Parámetros geotécnicos para la pantalla A1-16-MD-2	32	Figura 25. Perfil longitudinal Pantalla A1-16-MI-1	34
Tabla 69. Parámetros geotécnicos para la pantalla A1-16-MD-3	33	Figura 26. Perfil longitudinal Pantalla A1-16-MI-3	34
Tabla 70. Parámetros geotécnicos para la pantalla A1-16-MI-3	33		
Tabla 71. Parámetros geotécnicos para la pantalla A1-16-MI-3	34		

FIGURAS

Figura 1. Tabla de compacidades de suelos granulares respecto a los valores N SPT.	9
Figura 2. Tabla compacidad a partir del N_{SPT} , según el CTE.	9
Figura 3. Tabla 2.4.3 de las recomendaciones geotécnicas de la ROM.	9
Figura 4. Parámetros geotécnicos obtenidos para la pantalla	13
Figura 5. Parámetros geotécnicos obtenidos para la pantalla	14
Figura 6. Valores recomendados para el tope estructural de los pilotes.	24
Figura 7. Valores de n_h en MPa/m^3	24
Figura 8. Perfil longitudinal Pantalla A1-13.3-MD-1 (1)	25
Figura 9. Perfil longitudinal Pantalla A1-13.3-MD-1 (2)	25

1.- INTRODUCCIÓN

El presente anejo constituye el Estudio Geotécnico para la cimentación de Estructuras del Proyecto 39-M-15110 / A-1-(I), englobado dentro del contrato "Redacción (por lotes) de proyectos de construcción de actuaciones para el desarrollo del plan de acción contra el ruido Fase II (PAR2) (BA+PV). Provincia de Madrid. PLAN DE RECUPERACIÓN, TRANSFORMACIÓN Y RESILIENCIA FINANCIADO POR LA UNIÓN EUROPEA NEXT GENERATION EU., clave AC-R-551/21 (Lote 1).

El proyecto contempla la instalación de 10 pantallas acústicas en 3 zonas de actuación de la Carretera A-1, entre los PP.KK. aproximados 12+200 y 36+240. En total, se han proyectado unos 4.372 m de pantallas.

1.1.- ANTECEDENTES

A continuación, se describen los antecedentes que se conocen de la zona de estudio, así como los trabajos de campo y ensayos de laboratorio realizados para la redacción del presente anejo.

1.1.1.- Referencias cruzadas

Las referencias empleadas en el desarrollo de este anejo son las siguientes:

- Proyecto Constructivo de Línea de Alta Velocidad Madrid-Alcázar de San Juan-Jaén. Tramo: Alcázar de San Juan-Manzanares. Actuaciones Complementarias.
- Proyecto de Construcción para el incremento de capacidad del tramo: Nudo de Pinar de Las Rozas-Estación de Las Matas, en la Línea Madrid-Hendaya. Vía y electrificación.
- Proyecto de Construcción para la mejora de las condiciones de evacuación y ventilación en caso de incendio de la estación subterránea de Cercanías de Alcobendas-San Sebastián de los Reyes.
- Proyecto Constructivo para la implantación del esquema 4+4+2 en la estación de Atocha Cercanías.

Además, se han tenido en cuenta los resultados obtenidos de este Proyecto recogidos en los Anejos:

- Anejo Nº7: Geología y procedencia de materiales.
- Anejo Nº12: Estudio geotécnico de la zona

1.2.- MARCO NORMATIVO DE APLICACIÓN

A continuación, se nombra la normativa técnica y recomendaciones utilizadas en relación con los códigos y normativas vigentes para cumplimentar el presente anejo:

- Pliego de Prescripciones técnicas generales para obras de carreteras y puentes de la Dirección General de Carreteras, PG-3. ORDEN de 2 de julio de 1976. B.O.E.: 07-jul-1976 y derogaciones y modificaciones posteriores:
 - ✓ (O.M. de 31-7-86, ORDEN de 21 de enero de 1988, O.M de 8-8-89, O.M. de 28-9- 89, O.M. de 27-12-99, O.M. de 28-12-99, ORDEN FOM /475/2002, ORDEN FOM/1382/2002, ORDEN FOM/891/2004 y ORDEN FOM/3818/2007)
 - ✓ OC 293/86 T sobre ligantes bituminosos.
 - ✓ OC 325/97 T sobre señalización, balizamiento y defensa de las carreteras en lo referente a sus materiales constituyentes.
 - ✓ O.C 326/00 sobre geotecnia vial en lo referente a materiales para la construcción de explanaciones y drenajes.
 - ✓ O.C 5/ 2001 sobre riegos auxiliares, mezclas bituminosas y pavimentos de hormigón (con las modificaciones recogidas en las O.C.5bis/02 y O.C. 10bis/02.
 - ✓ O.C. 10/2002 sobre capas estructurales de firmes.
 - ✓ O.C. 21/2007 sobre el uso y especificaciones que deben cumplir los ligantes y mezclas bituminosas que incorporen caucho procedente de neumáticos fuera de uso.
 - ✓ O.C. 24/08 artículos 542 y 543.
- EC-7. Eurocódigo 7. Proyecto Geotécnico. UNE-EN 1997-1:2016.
- EC-7. Eurocódigo 7. Proyecto geotécnico. Parte 2: Proyecto asistido por ensayos de laboratorio. UNE-ENV 1997-2:2001.
- EC-8. Eurocódigo 8. Proyecto de estructuras sismorresistentes. UNE-EN 1998-5:2018
- Guía de cimentaciones en obras de carreteras. Dirección General de Carreteras, 3ªedición revisada. Diciembre de 2009.
- Guía para el proyecto y la ejecución de micropilotes en obras de carretera. DGC, octubre de 2005.
- Tipología de muros de carretera. Dirección General de Carreteras, 2º edición revisada julio de 2002.
- Protección contra desprendimientos de rocas. Pantallas dinámicas. Dirección General de Carreteras 1996.

- Colección de estudios previos de terrenos, Dirección General de Carreteras. 138 volúmenes (incluye mapas geotécnicos-geológicos a escala 1:50.000).
- Guía para el diseño y ejecución de anclajes al terreno. DGC del Ministerio de Fomento, 2003.
- ROM 0.5-05 Recomendaciones geotécnicas para obras marítimas y portuarias. Puertos del Estado, 2005.
- Recomendaciones para el proyecto, construcción y control de anclajes al terreno. Colegio de Caminos, Canales y Puertos. 2005.
- NAP 1-2-0.2 Estudios geotécnicos. Reconocimientos geológicos. Edición 1ª 01/01/03.
- NAP 1-2-9.3 Estudios geotécnicos. Proyectos. Taludes. Edición 1ª 01/10/03.
- NS 2012.3 Recomendaciones sobre la campaña geotécnica en los proyectos de la Dirección General de Carreteras.
- UNE-EN 1536:200 Ejecución de trabajos especiales de geotecnia. Pilotes perforados.
- UNE-EN 12063:2000 Ejecución de trabajos geotécnicos especiales. Tablestacas.
- UNE-EN 12699:2001 Realización de trabajos geotécnicos especiales. Pilotes de desplazamiento.
- UNE-EN 14199:2006 Ejecución de trabajos geotécnicos especiales. Micropilotes.

2.- ESTUDIO DE LAS CIMENTACIONES

A continuación, se describen la hipótesis, metodología y parámetros de cálculo para llevar a cabo las cimentaciones teniendo en cuenta los obtenidos de los ensayos de laboratorio y de la bibliografía existente en términos geotécnicos.

2.1.- HIPÓTESIS DE CÁLCULO

En este apartado se analizan las condiciones geotécnicas del terreno para el estudio de las cimentaciones de las pantallas.

A partir de las características geológicas-geotécnicas de los materiales reconocidos en la zona de la traza y de los condicionantes de ejecución de las obras en un ámbito urbano con escaso espacio, se considera proponer una cimentación profunda preferentemente mediante pilotes con equipos de dimensiones adecuadas para que puedan trabajar desde la plataforma existente.

En los siguientes apartados se expone la metodología empleada para establecer unas recomendaciones geotécnicas adecuadas para la cimentación de las pantallas, en base a los reconocimientos de campo y caracterización geotécnica realizada.

2.2.- METODOLOGÍA DE CÁLCULO

Mediante el empleo de bibliografía o de los resultados obtenidos de los ensayos de laboratorio, se han obtenido los parámetros de cálculo para los distintos materiales que forman los suelos objeto de estudio.

Las correlaciones se han llevado a cabo mediante el valor del SPT, del cual se obtiene el ángulo de fricción interna y la cohesión, de ellos se pueden obtener el resto de los parámetros de cálculo mediante el empleo de la bibliografía, en este caso se ha empleado la tabla de parámetros característicos del suelo (según el Grundbau-Taschenbuch. 3ª ed. 1ª. Parte, 1980).

Además, también se ha empleado bibliografía disponible de los parámetros típicos de las litologías que constituyen la facies Madrid, como se muestra a continuación:

De esta manera, según el contenido en finos (fracciones que pasan por el tamiz 0,08 mm) que presenten, se denominan de la forma siguiente:

- Arena de Miga: Menos del 25% en peso de finos.
- Arena tosquiza: Del 25 al 40% de finos.
- Tosco arenoso: Contenido del 40 al 60% en finos.
- Tosco: Del 60 al 85% en finos.

- Tosco arcilloso: Contenido en finos superior al 85% en peso.

De esta clasificación se puede correlacionar los valores típicos para estas litologías por comparativa:

Unidad geotécnica	γ	γ sum	c'	φ'
	kN/m3	kN/m3	kPa	°
Relleno arenoso	18	10,5	2	28
Arenas de miga	20	10	5	35
Arena tosquiza	20,5	10,5	15	33
Tosco arenoso	21	11	25	32,5
Tosco	21	7	40	30

Tabla 1. Parámetros bibliográficos de las litologías de la facies Madrid.

A partir de los resultados de los penetrómetros se hacen las correlaciones para la determinación de los parámetros geotécnicos. La correlación para suelos granulares entre SPT y DPSH es la siguiente: $N_{SPT} = 1,33 \times N_{DPSH}$

Según los valores de golpeo obtenidos del SPT también se han podido definir la compactad/consistencia para las arenas/arcillas respectivamente, en función de las correlaciones siguientes (según tablas del CTE):

Clasificación	Índice N_{SPT}
Muy floja	< 4
Floja	4-10
Media	11-30
Densa	31-50
Muy densa	>50

Figura 1. Tabla de compactades de suelos granulares respecto a los valores N_{SPT} .

Clasificación	Resistencia a compresión simple q_u (kPa)
Muy blanda	0-25
Blanda	25-50
Media	50-100
Firme	100-200
Muy firme	200-400
Dura	> 400

Figura 2. Tabla compactad a partir del N_{SPT} , según el CTE.

Tabla 2.4.3. Algunas características elementales de los suelos que pueden utilizarse para estimaciones previas

	Tipo de suelos	Compactad	Índice de poros ⁽²⁾	Cohesión (kPa)	Ángulo de Rozamiento (ϕ^0)	Módulo de deformación ⁽⁵⁾ drenado (MPa)	Coficiente de permeabilidad ⁽³⁾ (cm/s)
Suelos granulares ⁽¹⁾	Gravas y arenas limpias (arenas > 10%)	Densa	0,25	0	45	100	10 ⁻²
		Media	0,35	0	40	50	
		Floja	0,45	0	35	20	
		Muy floja	0,60	0	30	10	
	Gravas y arenas con algo de limos y/o arcillas (5-10%) ⁽⁴⁾	Densa	0,20	10	40	50	10 ⁻³
		Media	0,30	5	35	20	
		Floja	0,40	2	30	10	
		Muy floja	0,60	0	27	5	
	Gravas y arenas con gran contenido en suelos finos (5-10%) ⁽⁴⁾	Densa	0,15	20	35	50	10 ⁻⁴
		Media	0,25	10	30	20	
		Floja	0,35	5	27	10	
		Muy floja	0,50	0	25	5	

	Tipo de suelos	Consistencia	Índice de poros ⁽²⁾	Resis. al corte sin drenaje ⁽⁶⁾ (kPa)	Resistencia con drenaje C(kPa) (ϕ^0)	Módulo de deformación ⁽⁵⁾ drenado (MPa)	Coficiente de permeabilidad ⁽³⁾ (cm/s)	
Suelos cohesivos	Limos de granulometría uniforme con algo de arena y arcilla	Dura o firme	0,40	100	50	30	10 ⁻⁶	
		Media	0,60	60	20	25		
		Blanda	0,80	20	10	20		
		Muy blanda	I	10	0	18		
	Arcilla y limos arcillosos. Pueden contener gravas y/o arenas en proporciones menores del 70%	Dura o firme	0,35	>100	50	28	50	10 ⁻⁸
		Media	0,50	80	20	23	20	
		Blanda	0,70	40	10	19	5	
		Muy blanda	I	20	0	15	I	

Figura 3. Tabla 2.4.3 de las recomendaciones geotécnicas de la ROM.

N_{SPT}	c_u Kg/cm ²
< 2	< 0.125
2 - 4	0.125 - 0.25
4 - 8	0.25 - 0.5
8 - 15	0.5 - 1
15 - 30	1 - 2
> 30	> 2

Tabla 2. Correlaciones entre C_u y golpeo N_{SPT} (Terzaghi y Peck 1948).

Además, se realiza el análisis con datos bibliográficos (ROM y Terzaghi-Peck 1948), para completar de definir los parámetros geotécnicos de cada unidad geotécnica.

2.2.1.- Obtención de los parámetros de cálculo

El cálculo de los parámetros de los suelos se ha obtenido directamente de los resultados de los ensayos de laboratorio realizados a las muestras y/o mediante los valores obtenidos del golpeo del SPT en los sondeos y del N_{DPSH} de los ensayos de penetración dinámica continua.

2.2.1.1.- Pantalla A1-13.2-MD-1 (1)

Las prospecciones realizadas para la Pantalla A1-13.2-MD-1 (1) han sido los sondeos S-1 y S-2, en los cuales se han realizado seis (6) ensayos SPT.

SONDEOS	Profundidad (m)	COORDENADAS		Ensayo SPT		Fecha
		X	Y	Prof. (m)	N_{SPT}	
S-1	8,5	444361,555	4484745,25	2,3	7	11/04/2023
				5,25	50	
				8,25	53	
S-2	8,6	44442,031	4484897,69	2,7	26	11/04/2023
				5,7	54	
				8,3	48	

Tabla 3. Resultados obtenidos de los sondeos

De los ensayos de laboratorio de las muestras ensayadas se han obtenido los siguientes resultados:

SONDEO	TIPO	PROF. (m)	PROF. MEDIA (m)	Golpeo N_{spt} / N_{mi}	U.G.	LITOLOGIA	ENSAYOS DE RESISTENCIA Y DEFORMABILIDAD			HINCHAMIENTO (Edómetro)	COLAPSO
							CORTE DIRECTO				
							TIPO	f (°)	c (Kpa)		
S1	M1	3,40-3,70	3,55		UG- T _{ARC2}	Arcillas arcósicas con cantos	CD	31,6	22,8	0,72	
S1	M2	7,70-8,00	7,85		UG- T _{ARC2}	Arenas y arcillas arcósicas con cantos					
S2	M1	2,10-2,40	2,25		UG- T _{ARC1}	Arenas y arcillas arcósicas con cantos					
S2	M2	6,20-6,50	6,35		UG- T _{ARC2}	Arenas y arcillas arcósicas con cantos				0,45	

Tabla 4. Resultados obtenidos del ensayo de penetración dinámica continua P-1

Para la Pantalla A1-13.2-MD-1 (1) se ha realizado el ensayo de penetración dinámica continua P-1. Los resultados obtenidos de este ensayo in situ, se recoge en la siguiente tabla:

Prof. (m)	P-1		Prof. (m)	P-1	
	N_{DPSH}	N_{SPT}		N_{DPSH}	N_{SPT}
0	0	0	4,4	3	4
0,2	0	0	4,6	3	4
0,4	0	0	4,8	4	5
0,6	7	9	5	2	3
0,8	5	7	5,2	4	5
1	6	8	5,4	3	4
1,2	7	9	5,6	4	5
1,4	7	9	5,8	7	9
1,6	7	9	6	7	9
1,8	6	8	6,2	9	12
2	6	8	6,4	9	12
2,2	9	12	6,6	9	12
2,4	6	8	6,8	16	21
2,6	6	8	7	25	33
2,8	7	9	7,2	25	33
3	4	5	7,4	32	42
3,2	4	5	7,6	40	52
3,4	3	4	7,8	44	57
3,6	3	4	8	63	82
3,8	4	5	8,2	81	105
4	3	4	8,4	100	130
4,2	3	4			

Tabla 5. Resultados obtenidos del ensayo de penetración dinámica continua P-1

Los resultados del ensayo de penetración dinámica continua (P-1) muestran unos valores medios de golpeo iniciales de muy flojo a flojos; aumentando a partir 6,2 m de profundidad con valores de compacidad media a muy densa, y llegando a alcanzar el rechazo ($N_{DPSH} = 100$) a los 8,40 m de profundidad desde la superficie del ensayo. La compacidad de los materiales en esta zona es de floja a muy densa, según los valores obtenidos de los seis (6) ensayos SPT realizados en los sondeos.

A partir del análisis de los valores de SPT y de N_{DPSH} , y empleando datos bibliográficos bibliografía, se han definido los siguientes parámetros:

Actuación	Cotas niveles		Espesor	UG	Descripción	SPT N_{60} (medio)	USCS	γ seca	γ sum	Compresión simple		Cohesión c'	Fricción ϕ'	Elasticidad	
	Inicio	Fin								$su=0,5 \cdot q_u$	q_u			E	ν
A1-13.2-MD-1 (1) (S-1)	0,0 m	3,4 m	3,4 m	R _{AV}	Rellenos antrópicos vertidos	9	CL-SC	21,5 KN/m ³	11,0 KN/m ³			5 KN/m ²	27 °	10000 KN/m ²	0,35
	3,4 m	3,7 m	0,3 m	T _{ARC2}	Arcillas	42	CL	19,4 KN/m ³	9,5 KN/m ³	360,0 KN/m ³	180 KN/m ²	23 KN/m ²	32 °	20000 KN/m ²	0,35
	3,7 m	8,5 m	4,8 m	T _{ARC2}	Arenas	63	SC	21,0 KN/m ³	11,0 KN/m ³			20 KN/m ²	30 °	50000 KN/m ²	0,35

Tabla 6. Parámetros geotécnicos obtenidos para la pantalla

2.2.1.2.- Pantalla A1-13.2-MD-1 (2)

Para esta pantalla se ha obtenido la información de la proyección de los sondeos S-2 (8,6 m de profundidad) y S-3 (8,9 m de profundidad), en los cuales se han realizado seis (6) ensayos SPT y se han ensayado cuatro (4) muestras. Para la Pantalla A1-13.2-MD-1 (2) no se han realizado ensayos de penetración dinámica continua.

SONDEOS	Profundidad (m)	COORDENADAS		Ensayo SPT		Fecha
		X	Y	Prof. (m)	N _{SPT}	
S-2	8,6	44442,031	4484897,69	2,7	26	11/04/2023
				5,7	54	
				8,3	48	
S-3	8,9	444500,47	4484979,88	2,7	36	11/04/2023
				5,85	58	
				8,65	89	

Tabla 7. Resultados obtenidos de los sondeos

De los ensayos de laboratorio de las muestras ensayadas se han obtenido los siguientes resultados:

SONDEO	TIPO	PROF. (m)	PROF. MEDIA (m)	U.G.	LITOLOGIA	ENSAYOS DE RESISTENCIA Y DEFORMABILIDAD	HINCHAMIENTO (Edómetro)
						Cc	Presión de hinchamiento (kPa)
S2	M1	2,10-2,40	2,25	UG- T _{ARC1}	Arenas y arcillas arcósicas con cantos		
S2	M2	6,20-6,50	6,35	UG- T _{ARC2}	Arenas y arcillas arcósicas con cantos	0,14	0,45
S3	M1	2,40-3,00	2,7	UG- T _{ARC1}	Arenas arcósicas con cantos		
S3	M2	5,30-5,60	5,45	UG- T _{ARC2}	Arenas y arcillas arcósicas con cantos		
S3	M3	8,10-8,40	8,25	UG- T _{ARC2}	Arenas y arcillas arcósicas con cantos		

Tabla 8. Parámetros geotécnicos obtenidos del laboratorio

La compacidad de los materiales en esta zona es de media a muy densa, según los valores obtenidos de los seis (6) ensayos SPT realizados en los sondeos.

A partir del análisis de los valores de SPT y de N_{DPSH}, y empleando datos bibliográficos bibliografía, se han definido los siguientes parámetros:

Actuación	Cotas niveles		Espesor	UG	Descripción	SPT	USCS	γ seca	γ sum	Cohesión	Fricción	Elasticidad	
	N60 (medio)	c'				φ'				E	v		
A1-13.2-MD-1 (2) (S-2)	0,0 m	1,5 m	1,5 m	R _{AV}	Rellenos antrópicos vertidos	9	CL-SC	21,5 KN/m ³	11,0 KN/m ³	5 KN/m ²	27 °	10000 KN/m ²	0,35
	1,5 m	3,0 m	1,5 m	T _{ARC1}	Arena tosquiza	33	SC	19,0 KN/m ³	11,0 KN/m ³	10 KN/m ²	33 °	80000 KN/m ²	0,35
	3,0 m	8,6 m	5,6 m	T _{ARC2}	Arena tosquiza	63	SC	19,0 KN/m ³	11,0 KN/m ³	15 KN/m ²	33 °	90000 KN/m ²	0,35

Tabla 9. Parámetros geotécnicos obtenidos para la pantalla

2.2.1.3.- Pantalla A1-13.2-MD-1 (2)

Se han llevado a cabo el sondeo S-3 (8,9 m de profundidad) en el cual se han realizado tres (3) ensayos SPT y se han ensayado tres (3) muestras. En este sondeo no se detectó el nivel freático.

SONDEOS	Profundidad (m)	COORDENADAS		Ensayo SPT		Fecha
		X	Y	Prof. (m)	N _{SPT}	
S-3	8,9	444500,47	4484979,88	2,7	36	11/04/2023
				5,85	58	
				8,65	89	

Tabla 10. Resultados obtenidos del sondeo

No se han obtenido resultados de laboratorio en las muestras ensayadas de los cuales obtener los parámetros de cálculo, por lo que se han empleado los resultados obtenidos del golpeo en el ensayo SPT y de penetración dinámica continua para correlacionarlos con la bibliografía.

Prof. (m)	P-3		Prof. (m)	P-3	
	N DPSH	N SPT		N DPSH	N SPT
0	0	0	3,8	36	47
0,2	6	8	4	31	40
0,4	7	9	4,2	36	47
0,6	9	12	4,4	44	57
0,8	11	14	4,6	60	78
1	7	9	4,8	61	79
1,2	7	9	5	50	65
1,4	4	5	5,2	51	66
1,6	3	4	5,4	52	68
1,8	15	20	5,6	42	55
2	25	33	5,8	5	7
2,2	30	39	6	46	60
2,4	27	35	6,2	46	60
2,6	20	26	6,4	45	59
2,8	22	29	6,6	44	57
3	24	31	6,8	44	57
3,2	27	35	7	56	73
3,4	23	30	7,2	100	130
3,6	32	42			

Tabla 11. Ensayo de penetración dinámica continua P-3

Además de los valores de N_{SPT} obtenidos en los tres (3) SPT de los sondeos se realizó un (1) ensayo de penetración dinámica continua (P-3) en el que se obtienen unos valores medios de golpeo iniciales de muy flojo a flojos; aumentando a partir 1,8 m de profundidad con valores de compacidad media a muy densa, y llegando a alcanzar el rechazo ($N_{DPSH} = 100$) a los 7,20 m de profundidad desde la superficie del ensayo.

La compacidad de los materiales en esta zona es de media a muy densa, según los valores obtenidos de los tres (3) ensayos SPT realizados en el sondeo y de la información de golpeo obtenida en el ensayo de penetración dinámica continua.

A partir del análisis de los valores de SPT y de N_{DPSH} , y empleando datos bibliográficos bibliografía, se han definido los siguientes parámetros:

Actuación	Cotas niveles		Espesor	UG	Descripción	SPT N60 (medio)	USCS	γ seca	γ sum	Cohesión c'	Fricción ϕ'	Elasticidad	
	Inicio	Fin										E	ν
A1-13.2-MD-1 (3) (S-3)	0,0 m	0,7 m	0,7 m	Q_{EL}	Cuaternario eluvial	13		20 KN/m ²	11 KN/m ²	9 KN/m ²	30 °	18000 KN/m ²	0,35
	0,7 m	3,0 m	2,3 m	T_{ARC2}	Arena de Miga	45	SM	18,0 KN/m ³	10,0 KN/m ³	0 KN/m ²	35 °	55000 KN/m ²	0,35
	3,0 m	8,9 m	5,9 m	T_{ARC2}	Arena tosquiza	63	SC	19,0 KN/m ³	11,0 KN/m ³	10 KN/m ²	33 °	80000 KN/m ²	0,35

Tabla 12. Parámetros geotécnicos obtenidos para la pantalla

2.2.1.4.- Pantalla A1-14.25-MD-1 (1)

Para esta pantalla se ha obtenido la información del sondeo S-4 (9,8 m de profundidad) en el que se han realizado tres (3) ensayos SPT y se han ensayado dos (2) muestras. No se detectó el nivel freático.

SONDEOS	Profundidad (m)	COORDENADAS		Ensayo SPT		Fecha
		X	Y	Prof. (m)	N_{SPT}	
S-4	9,8	444703,175	4485303,61	2,9	42	13/04/2023
				5,9	36	
				8,9	56	

Tabla 13. Resultados obtenidos de los sondeos.

De los ensayos de laboratorio de las muestras ensayadas se han obtenido los siguientes resultados:

SONDEO	TIPO	PROF. (m)	PROF. MEDIA (m)	U.G.	LITOLOGIA	ENSAYOS DE RESISTENCIA Y DEFORMABILIDAD					
						CORTE DIRECTO			TRIAXIAL		
						TIPO	f	c	TIPO	f	c
							(°)	(kg/cm ²)		(°)	(kg/cm ²)
S4	M1	1,20-1,50	8,35	UG- T_{ARC2}	Arenas y arcillas arcósicas con cantos	UU	26,9	16,1			
S4	M2	4,20-4,50	4,35	UG- T_{ARC2}	Arenas y arcillas arcósicas con cantos				TX UU	20,25	113,11

Tabla 14. Parámetros geotécnicos obtenidos del laboratorio

Del ensayo de penetración dinámica continua se obtuvieron los siguientes valores de golpeo:

Prof. (m)	P-4		Prof. (m)	P-4	
	N DPSH	N SPT		N DPSH	N SPT
0	0	0	2,2	26	34
0,2	3	4	2,4	29	38
0,4	2	3	2,6	32	42
0,6	3	4	2,8	35	46
0,8	16	21	3	50	65
1	22	29	3,2	61	79
1,2	41	53	3,4	46	60
1,4	33	43	3,6	73	95
1,6	27	35	3,8	70	91
1,8	30	39	4	71	92
2	23	30	4,2	100	130

Tabla 15. Ensayo de penetración dinámica continua P-4

Además de los valores de N_{SPT} obtenidos en los SPT del sondeo, se realizó un (1) ensayo de penetración dinámica continua (P-4) en el que se obtienen unos valores medios de golpeo iniciales de muy flojo a flojos; aumentando a partir 0,8 m de profundidad con valores de compacidad media a muy densa, y llegando a alcanzar el rechazo ($N_{DPSH} = 100$) a los 4,20 m de profundidad desde la superficie del ensayo.

La compacidad de los materiales en esta zona es de densa a muy densa, según los valores obtenidos de los tres (3) ensayos SPT realizados en el sondeo y de la información de golpeo obtenida en el ensayo de penetración dinámica continua.

A partir del análisis de los valores de SPT y de N_{DPSH} , y empleando datos bibliográficos bibliografía, se han definido los siguientes parámetros:

Actuación	Cotas niveles		Espesor	UG	Descripción	SPT		USCS	γ seca	γ sum	Cohesión		Fricción		Elasticidad	
	Inicio	Fin				N60 (medio)					c'	ϕ'	E	ν		
A1-14.25-MD-1 (1) (S-4)	0,0 m	1,0 m	1,0 m	Q_{EL}	Cuaternario eluvial	6			18,0 KN/m ³	9,0 KN/m ³	0 KN/m ²	27 °	5000 KN/m ²	0,35		
	1,0 m	9,8 m	8,8 m	T_{ARC2}	Arena tosquiza	45	SC		19,0 KN/m ³	10,0 KN/m ³	15 KN/m ²	33 °	100000 KN/m ²	0,35		

Figura 4. Parámetros geotécnicos obtenidos para la pantalla

2.2.1.5.- Pantalla A1-14.25-MD-1 (2)

Para esta pantalla se ha obtenido la información del sondeo S-5 (9,2 m de profundidad) en el que se han realizado tres (3) ensayos SPT y se han ensayado tres (3) muestras. No se detectó el nivel freático.

SONDEOS	Profundidad (m)	COORDENADAS		Ensayo SPT		Fecha
		X	Y	Prof. (m)	N_{SPT}	
S-5	9,2	444754,65	4485514,64	2,7	52	13/04/2023
				6,1	49	
				8,9	57	

Tabla 16. Resultados obtenidos de los sondeos.

De los ensayos de laboratorio de las muestras ensayadas se han obtenido los siguientes resultados:

SONDEO	TIPO	PROF. (m)	PROF. MEDIA (m)	U.G.	LITOLOGIA	ENSAYOS DE RESISTENCIA Y DEFORMABILIDAD	
						COMPRESIÓN SIMPLE	
						q_u	e
						(kg/cm ²)	(%)
S5	M1	2,40-3,00	2,7	UG- T_{ARC2}	Arenas y arcillas arcósicas con cantos		
S5	M2	5,80-6,40	6,1	UG- T_{ARC2}	Arenas arcósicas con cantos		
S5	M3	8,30-8,60	8,45	UG- T_{ARC2}	Arenas y arcillas arcósicas con cantos	0,40	9,90

Tabla 17. Parámetros geotécnicos obtenidos del laboratorio

Del ensayo de penetración dinámica continua se obtuvieron los siguientes valores de golpeo:

Prof. (m)	P-5		Prof. (m)	P-5	
	N DPSH	N SPT		N DPSH	N SPT
0	0	0	3	3	4
0,2	0	0	3,2	4	5
0,4	0	0	3,4	6	8
0,6	35	46	3,6	6	8
0,8	37	48	3,8	6	8
1	20	26	4	4	5
1,2	23	30	4,2	9	12
1,4	23	30	4,4	20	26
1,6	27	35	4,6	25	33
1,8	25	33	4,8	41	53
2	9	12	5	44	57
2,2	3	4	5,2	64	83
2,4	3	4	5,4	70	91
2,6	7	9	5,6	76	99
2,8	6	8	5,8	100	130

Tabla 18. Ensayo de penetración dinámica continua P-5.

Prof. (m)	P-6		Prof. (m)	P-6	
	N DPSH	N SPT		N DPSH	N SPT
0	0	0	2,2	18	23
0,2	0	0	2,4	17	22
0,4	0	0	2,6	20	26
0,6	6	8	2,8	24	31
0,8	4	5	3	32	42
1	7	9	3,2	33	43
1,2	13	17	3,4	44	57
1,4	18	23	3,6	50	65
1,6	17	22	3,8	70	91
1,8	23	30	4	83	108
2	21	27	4,2	100	130

Tabla 19. Resultados obtenidos del ensayo de penetración dinámica continua P-6

Además de los valores de N_{SPT} obtenidos en los SPT del sondeo, se realizaron dos (2) ensayo de penetración dinámica continua (P-5 y P-6) se obtienen unos valores medios de golpeo iniciales de muy flojo a flojos; aumentando a compacidad media-muy densa a partir de 0,60-1 m en profundidad, llegando a alcanzar el rechazo ($N_{DPSH} = 100$) a los 5,80-4,20 m de profundidad desde el inicio.

La compacidad de los materiales en esta zona es de densa a muy densa, según los valores obtenidos de los tres (3) ensayos SPT realizados en el sondeo y de la información de golpeo obtenida en el ensayo de penetración dinámica continua.

A partir del análisis de los valores de SPT y de N_{DPSH} , y empleando datos bibliográficos bibliografía, se han definido los siguientes parámetros:

Actuación	Cotas niveles		Espesor	UG	Descripción	SPT N60 (medio)	USCS	γ seca	γ sum	Cohesión c'	Fricción ϕ'	Elasticidad	
	Inicio	Fin										E	ν
A1-14.25-MD-1 (2) (S-5)	0,0 m	1,0 m	1,0 m	R _{AC}	Rellenos antrópicos compactos	9		21,5 KN/m ³	11,0 KN/m ³	5 KN/m ²	27 °	10000 KN/m ²	0,35
	1,0 m	9,2 m	8,2 m	T _{ARC2}	Arena tosquiza	63	SC-SM	19,0 KN/m ³	11,0 KN/m ³	15 KN/m ²	33 °	55000 KN/m ²	0,35

Tabla 20. Parámetros geotécnicos obtenidos para la pantalla

2.2.1.6.- Pantalla A1-14.25-MD-2 (1)

Para esta pantalla A1-14.25-MD-2 (1), no se han realizado sondeos ni por lo tanto ensayos de laboratorio. Sin embargo, para esta pantalla se realizó un ensayo de penetración dinámica continua P-10, cuyos resultados se muestran a continuación:

Prof. (m)	P-10		Prof. (m)	P-10	
	N DPSH	N SPT		N DPSH	N SPT
0	0	0	2,6	10	13
0,2	7	9	2,8	10	13
0,4	6	8	3	9	12
0,6	4	5	3,2	9	12
0,8	7	9	3,4	17	22
1	6	8	3,6	16	21
1,2	9	12	3,8	14	18
1,4	10	13	4	10	13
1,6	10	13	4,2	12	16
1,8	12	16	4,4	11	14
2	13	17	4,6	31	40
2,2	12	16	4,8	62	81
2,4	10	13	5	72	94
			5,2	100	130

Tabla 21. Resultados obtenidos del ensayo de penetración dinámica continua P-10.

En el ensayo de penetración dinámica continua (P-10) se obtuvieron unos valores medios de golpeo iniciales de muy flojo a flojos; aumentando a media a partir de 1,40 m en profundidad, llegando a alcanzar el rechazo ($N_{DPSH} = 100$) a los 5,2 m de profundidad desde el inicio.

A partir del análisis de los valores de SPT y de N_{DPSH} , y empleando datos bibliográficos bibliografía, se han definido los siguientes parámetros:

Actuación	Cotas niveles		Espesor	UG	Descripción	SPT N60 (medio)	γ seca	γ sum	Cohesión c'	Fricción ϕ'	Elasticidad	
	Inicio	Fin									E	ν
A1-14.25-MD-2 (1) (P-10)	0,0 m	1,2 m	1,2 m	Q _{EL}	Cuatenario eluvial	18	19,0 KN/m ³	12,0 KN/m ³	10 KN/m ²	33 °	10000 KN/m ²	0,35
	1,2 m	4,6 m	3,4 m	T _{ARC1}	Arenas	38	18,8 KN/m ³	9,5 KN/m ³	15 KN/m ²	35 °	75000 KN/m ²	0,35
	4,6 m	5,2 m	0,6 m	T _{ARC2}	Arenas	63	19,0 KN/m ³	15,0 KN/m ³	15 KN/m ²	33 °	100000 KN/m ²	0,35

Figura 5. Parámetros geotécnicos obtenidos para la pantalla

2.2.1.7.- Pantalla A1-14.25-MD-2 (2)

Para la Pantalla A1-14.25-MD-2 (2), se ha realizado el sondeo S-8, en el que se han realizado tres (3) ensayos SPT. En el sondeo realizado, se ha detectado el nivel freático a 5 m de profundidad medido desde el inicio del sondeo. Los resultados realizados in situ, se recogen en la tabla siguiente

SONDEOS	Profundidad (m)	COORDENADAS		Ensayo SPT		Fecha	Prof. NF (m)
		X	Y	Prof. (m)	N _{SPT}		
S-8	9,4	445094,862	4486306,26	2,7	38	18/04/2023	5
				5,8	47		
				9,1	58		

Tabla 22. Resultados obtenidos en el sondeo.

No se han obtenido parámetros geotécnicos mediante ensayos de laboratorio.

La compacidad de los materiales en esta zona es de media a muy densa, según los valores obtenidos de los tres (3) ensayos SPT realizados en el sondeo.

A partir del análisis de los valores de SPT y de N_{DPSH}, y empleando datos bibliográficos bibliografía, se han definido los siguientes parámetros:

Actuación	Cotas niveles		Espesor	Cota nivel freático	UG	Descripción	SPT N60 (medio)	USCS	γ seca	γ sum	Cohesión		Fricción		Elasticidad	
	Inicio	Fin									c'	φ'	E	v		
A1-14.25-MD-2 (2) (S-8)	0,0 m	1,0 m	1,0 m	5,0 m	R _{AC}	Rellenos antrópicos compactos	9		21,5 KN/m ³	11,0 KN/m ³	5 KN/m ²	27 °	10000 KN/m ²	0,35		
	1,0 m	9,4 m	8,4 m		T _{ARC2}	Arena de miga	53	SM	18,0 KN/m ³	10,0 KN/m ³	0 KN/m ²	35 °	55000 KN/m ²	0,35		

Tabla 23. Parámetros geotécnicos obtenidos para la pantalla

2.2.1.8.- Pantalla A1-14.25-MI-1

Se han llevado a cabo el sondeo S-6 (6 m de profundidad) en el cual se han realizado dos (2) ensayos SPT y se han ensayado dos (2) muestras. En este sondeo no se detectó el nivel freático.

SONDEOS	Profundidad (m)	COORDENADAS		Ensayo SPT		Fecha
		X	Y	Prof. (m)	N _{SPT}	
S-6	6	444694,579	4485736,14	2,5	30	18/04/2023
				5,65	43	

Tabla 24. Resultados obtenidos del sondeo

De los ensayos de laboratorio de las muestras ensayadas se han obtenido los siguientes resultados:

SONDEO	TIPO	PROF.	PROF. MEDIA	U.G.	LITOLOGIA	ENSAYOS DE RESISTENCIA Y DEFORMABILIDAD	
						COMPRESIÓN SIMPLE	
		q _u	e				
		(kg/cm ²)	(%)				
S6	M1	1,50-1,80	1,65	UG- T _{ARC1}	Arcillas arcósicas con cantos		
S6	M2	5,00-5,30	5,15	UG- T _{ARC2}	Arenas y arcillas arcósicas con cantos	0,55	12,00

Tabla 25. Parámetros geotécnicos obtenidos del laboratorio

Prof. (m)	P-7		Prof. (m)	P-7	
	N _{DPSH}	N _{SPT}		N _{DPSH}	N _{SPT}
0	0	0	2,2	33	43
0,2	4	5	2,4	24	31
0,4	3	4	2,6	14	18
0,6	3	4	2,8	14	18
0,8	6	8	3	20	26
1	3	4	3,2	41	53
1,2	3	4	3,4	43	56
1,4	3	4	3,6	54	70
1,6	4	5	3,8	57	74
1,8	4	5	4	66	86
2	36	47	4,2	80	104
			4,4	100	130

Tabla 26. Resultados obtenidos del ensayo de penetración dinámica continua P-7

Además de los valores de N_{SPT} obtenidos en los SPT del sondeo, se realizó un (1) ensayo de penetración dinámica continua (P-7) se obtienen unos valores medios de golpeo iniciales de muy flojo a flojos; aumentando a media-muy densa partir de 2 m en profundidad, llegando a alcanzar el rechazo (N_{DPSH} =100) a los 4,40 m de profundidad desde el inicio.

La consistencia de los materiales en esta zona es de muy dura a firme, según los valores obtenidos de los dos (2) ensayos SPT realizados en el sondeo y de la información de golpeo obtenida en el ensayo de penetración dinámica continua.

A partir del análisis de los valores de SPT y de N_{DPSH}, y empleando datos bibliográficos bibliografía, se han definido los siguientes parámetros:

Actuación	Cotas niveles		Espesor	UG	Descripción	SPT N60 (medio)	USCS	γ seca	γ sum	Compresión simple		Cohesión c'	Fricción φ'	Elasticidad	
	Inicio	Fin								qu	su=0,5*qu			E	v
A1-14.25-MI-1 (S-6)	0,0 m	1,2 m	1,2 m	R _{AC}	Rellenos antrópicos compactos	9		21,5 KN/m ³	11,0 KN/m ³			5 KN/m ²	27 °	10000 KN/m ²	0,35
	1,2 m	2,8 m	1,6 m	T _{ARC1}	Tosco arenoso	38	SC	20,0 KN/m ³	12,0 KN/m ³			20 KN/m ²	33 °	130000 KN/m ²	0,35
	2,8 m	6,0 m	3,2 m	T _{ARC2}	Tosco	54	CL	16,5 KN/m ³	7,0 KN/m ³	546 KN/m ²	273 KN/m ²	35 KN/m ²	30 °	150000 KN/m ²	0,35

Tabla 27. Parámetros geotécnicos obtenidos para la pantalla

2.2.1.9.- Pantalla A1-14.25-MI-2 (2)

No hay sondeos realizados para la Pantalla A1-14.25-MD-2 (2), ya que no ha ejecutado el sondeo S-7 tal y como se había planificado en la campaña geotécnica. Los resultados han sido interpretados de la información obtenida en el ensayo de penetración continua P-8 por su proximidad a esta pantalla:

Prof. (m)	P-8		Prof. (m)	P-8	
	N DPSH	N SPT		N DPSH	N SPT
0	0	0	2	21	27
0,2	2	3	2,2	23	30
0,4	7	9	2,4	30	39
0,6	10	13	2,6	42	55
0,8	14	18	2,8	45	59
1	12	16	3	51	66
1,2	9	12	3,2	60	78
1,4	9	12	3,4	67	87
1,6	6	8	3,6	77	100
1,8	7	9	3,8	100	130

Prof. (m)	P-9		Prof. (m)	P-9	
	N DPSH	N SPT		N DPSH	N SPT
0	0	0	2,2	11	14
0,2	22	29	2,4	25	33
0,4	25	33	2,6	23	30
0,6	17	22	2,8	23	30
0,8	14	18	3	10	13
1	18	23	3,2	10	13
1,2	22	29	3,4	11	14
1,4	20	26	3,6	11	14
1,6	14	18	3,8	13	17
1,8	14	18	4	40	52
2	13	17	4,2	63	82
			4,4	100	130

Tabla 28. Resultados obtenidos del ensayo de penetración dinámica continua P-8 y P-9

De los ensayos de penetración dinámica continua (P-8 y P-9) se obtienen unos valores medios de golpeo iniciales de muy flojo a flojos; aumentando a media-densa partir de 0,60-1 m en profundidad, llegando a alcanzar el rechazo (N_{DPSH} = 100) a los 3,80-4,40 m de profundidad desde el inicio.

A partir del análisis de los valores de SPT y de N_{DPSH}, y empleando datos bibliográficos bibliografía, se han definido los siguientes parámetros:

Actuación	Cotas niveles		Espesor	UG	Descripción	SPT N60 (medio)	γ seca	γ sum	Cohesión c'	Fricción φ'	Elasticidad	
	Inicio	Fin									E	v
A1-14.25-MI-2 (P-8)	0,0 m	1,2 m	1,2 m	Q _{EL}	Cuaternario eluvial	18	19,0 KN/m ³	12,0 KN/m ³	10 KN/m ²	33 °	10000 KN/m ²	0,35
	1,2 m	4,6 m	3,4 m	T _{ARC1}	Arenas	38	18,8 KN/m ³	9,5 KN/m ³	15 KN/m ²	35 °	75000 KN/m ²	0,35
	4,6 m	5,2 m	0,6 m	T _{ARC2}	Arenas	63	19,0 KN/m ³	15,0 KN/m ³	15 KN/m ²	33 °	100000 KN/m ²	0,35

Tabla 29. Parámetros geotécnicos para la pantalla

2.2.1.10.- Pantalla A1-16-MD-1 (1)

Se han llevado a cabo el sondeo S-10 (8,9 m de profundidad) en el cual se han realizado tres (3) ensayos SPT y se han ensayado dos (2) muestras. En este sondeo se detectó el nivel freático a 8 m de profundidad.

SONDEOS	Profundidad (m)	COORDENADAS		Ensayo SPT		Fecha	Prof. NF (m)
		X	Y	Prof. (m)	N _{SPT}		
S-10	10	445952,249	4487087,06	2,3	14	18/04/2023	8
				5,3	46		
				8,3	39		

Tabla 30. Resultados obtenidos del sondeo

De los ensayos de laboratorio de las muestras ensayadas se han obtenido los siguientes resultados:

SONDEO	TIPO	PROF. (m)	PROF. MEDIA (m)	U.G.	LITOLÓGIA	ENSAYOS DE RESISTENCIA Y DEFORMABILIDAD			HINCHAMIENTO (Edómetro)	COLAPSO
						CORTE DIRECTO				
						TIPO	f (°)	c Kpa	Presión de hinchamiento (kPa)	Potencial col. (%)
S10	M1	2,90-3,20	3,01	UG- R _{AC}	Rellenos antrópicos compactos	UU	34,64	88,56	0,35	
S10	M2	7,00-7,30	7,15	UG- T _{ARC2}	Arcillas arcósicas con cantos	CD	38,7	39,45		

Tabla 31. Parámetros geotécnicos obtenidos del laboratorio

Prof. (m)	P-13		Prof. (m)	P-13	
	N DPSH	N SPT		N DPSH	N SPT
0	0	0	2,6	26	34
0,2	43	56	2,8	33	43
0,4	48	62	3	39	51
0,6	41	53	3,2	37	48
0,8	27	35	3,4	39	51
1	11	14	3,6	52	68
1,2	10	13	3,8	66	86
1,4	17	22	4	53	69
1,6	21	27	4,2	50	65
1,8	23	30	4,4	58	75
2	28	36	4,6	59	77
2,2	32	42	4,8	61	79
2,4	28	36	5	74	96
			5,2	100	130

Tabla 32. Resultados obtenidos del ensayo de penetración dinámica continua P-13

Además de los valores de N_{SPT} obtenidos en los SPT del sondeo, se realizó un (1) ensayo de penetración dinámica continua (P-13) se obtienen unos valores de golpeo entre densa-muy densa hasta llegar a alcanzar el rechazo ($N_{DPSH} = 100$) a los 5,2 m de profundidad desde el inicio.

La compacidad de los materiales en esta zona es de media a muy densa, según los valores obtenidos de los tres (3) ensayos SPT realizados en el sondeo y de la información de golpeo obtenida en el ensayo de penetración dinámica continua

A partir del análisis de los valores de SPT y de N_{DPSH} , y empleando datos bibliográficos bibliografía, se han definido los siguientes parámetros:

Actuación	Cotas niveles		Espesor	Cota nivel freático	UG	Descripción	SPT N60 (medio)	USCS	γ seca	γ sum	Cohesión c'	Fricción ϕ'	Elasticidad	
	Inicio	Fin											E	v
A1-16-MD-1 (1) (S-10)	0,0 m	4,5 m	4,5 m	8,0 m	R _{AC}	Rellenos antrópicos compactos	18	SC	18,0 KN/m ³	10,0 KN/m ³	39 KN/m ²	39 °	5 KN/m ²	0,35
	4,5 m	10,0 m	5,5 m		T _{ARC1}	Tosco arenoso	43	CL	18,8 KN/m ³	9,5 KN/m ³	39 KN/m ²	39 °	5 KN/m ²	0,35

Tabla 33. Parámetros geotécnicos obtenidos para la pantalla

2.2.1.11.- Pantalla A1-16-MD-1 (2)

No se han realizado sondeos para la pantalla A1-16-MD-1 (2), por lo tanto, no se han caracterizado los materiales en esta zona de actuación. Para esta pantalla se han realizado cuatro (4) ensayos de

penetración dinámica continua P15, P16, P18 y P-19. Los resultados obtenidos de este ensayo in situ, se recoge en las siguientes tablas:

Prof. (m)	P-15		Prof. (m)	P-15	
	N DPSH	N SPT		N DPSH	N SPT
0	0	0	2,2	36	47
0,2	3	4	2,4	40	52
0,4	3	4	2,6	44	57
0,6	7	9	2,8	46	60
0,8	22	29	3	46	60
1	25	33	3,2	51	66
1,2	25	33	3,4	52	68
1,4	34	44	3,6	43	56
1,6	44	57	3,8	50	65
1,8	53	69	4	83	108
2	40	52	4,2	100	130

Prof. (m)	P-16		Prof. (m)	P-16	
	N DPSH	N SPT		N DPSH	N SPT
0	0	0	1,8	30	39
0,2	2	3	2	36	47
0,4	3	4	2,2	36	47
0,6	2	3	2,4	52	68
0,8	3	4	2,6	52	68
1	7	9	2,8	55	72
1,2	12	16	3	71	92
1,4	22	29	3,2	92	120
1,6	27	35	3,4	100	130

Prof. (m)	P-18		Prof. (m)	P-18	
	N DPSH	N SPT		N DPSH	N SPT
0	0	0	3,8	21	27
0,2	2	3	4	21	27
0,4	2	3	4,2	23	30
0,6	2	3	4,4	21	27
0,8	3	4	4,6	20	26
1	3	4	4,8	20	26
1,2	3	4	5	24	31
1,4	2	3	5,2	25	33
1,6	5	7	5,4	30	39
1,8	7	9	5,6	31	40
2	4	5	5,8	30	39
2,2	4	5	6	25	33
2,4	6	8	6,2	25	33
2,6	3	4	6,4	41	53
2,8	7	9	6,6	41	53
3	6	8	6,8	52	68
3,2	6	8	7	32	42
3,4	10	13	7,2	32	42
3,6	20	26	7,4	74	96
			7,6	100	130

Prof. (m)	P-19	
	N DPSH	N SPT
0	0	0
0,2	10	13
0,4	11	14
0,6	25	33
0,8	27	35
1	47	61
1,2	47	61
1,4	43	56
1,6	65	85
1,8	67	87
2	85	111
2,2	100	130

Tabla 34. Ensayos DPSH realizados en la campaña geotécnica

De los ensayos de penetración dinámica continua (P-18, P-15, P-16 y P-19) se obtienen unos valores medios de golpeo iniciales de muy flojo a flojos aumentando a partir de 0,60-1,20 m en profundidad (puntualmente hasta 3,4 m de profundidad en el P-18) y pasan a densa-muy densa, llegando a alcanzar el rechazo ($N_{DPSH} = 100$) a los 3,40-5,20 m de profundidad. En el ensayo P-19 se alcanza el rechazo a 2,20 m de profundidad.

Estos valores de SPT y de N_{DPSH} y empleando bibliografía, se han obtenido mediante correlación los siguientes parámetros:

Actuación	Cotas niveles		Espesor	UG	Descripción	SPT N60 (medio)	γ seca	γ sum	Cohesión c'	Fricción ϕ'	Elasticidad	
	Inicio	Fin									E	ν
A1-16-MD-1 (2) (P-18)	0,0 m	3,2 m	3,2 m	R _{AC}	Relleno antrópico compacto	9	21,5 KN/m ³	11,0 KN/m ³	5 KN/m ²	27 °	10000 KN/m ²	0,35
	3,2 m	6,2 m	3,0 m	T _{ARC1}	Arenas	35	18,8 KN/m ³	9,5 KN/m ³	15 KN/m ²	35 °	75000 KN/m ²	0,35
	6,2 m	7,6 m	1,4 m	T _{ARC2}	Arenas limo-arcillosas	63	19,0 KN/m ³	15,0 KN/m ³	10 KN/m ²	33 °	80000 KN/m ²	0,35

Tabla 35. Parámetros geotécnicos obtenidos para la pantalla

2.2.1.12.- Pantalla A1-16-MD-2

Se han llevado a cabo el sondeo S-19 (7 m de profundidad) en el cual se han realizado dos (2) ensayos SPT y se han ensayado dos (2) muestras. En este sondeo se detectó el nivel freático a 4 m de profundidad.

SONDEOS	Profundidad (m)	COORDENADAS		Ensayo SPT		Fecha	Prof. NF (m)
		X	Y	Prof. (m)	N _{SPT}		
S-19	7	447234,96	4486941,95	2,5	13	19/04/2023	4
				5,8	59		

Tabla 36. Resultados obtenidos del sondeo

De los ensayos de laboratorio de las muestras ensayadas se han obtenido los siguientes resultados:

SONDEO	TIPO	PROF.	PROF. MEDIA	U.G.	LITOLÓGIA	ENSAYOS DE RESISTENCIA Y DEFORMABILIDAD	
						COMPRESIÓN SIMPLE	
		q _u	e				
		(kg/cm ²)	(%)				
S19	M1	1,90-2,20	2,05	UG- R _{AC}	Rellenos antrópicos compactos		
S19	M2	4,50-4,80	4,65	UG- T _{ARC2}	Arcillas arcóscicas con cantos	0,38	14,2

Tabla 37. Parámetros geotécnicos obtenidos del laboratorio

Tabla 38. A partir del análisis de los valores de SPT y de N_{DPSH} , y empleando datos bibliográficos bibliografía, se han definido los siguientes parámetros:

Actuación	Cotas niveles		Espesor	Cota nivel freático	UG	Descripción	SPT N60 (medio)	USCS	γ seca	γ sum	Compresión simple		Cohesión c'	Fricción φ'	Elasticidad	
	Inicio	Fin									qu	su=0,5*qu			E	v
	A1-A6-MD-2 (S-19)	0,0 m									2,8 m	2,8 m			4,0 m	R _{AC}
2,8 m		7,0 m	4,2 m	T _{ARC2}	Tosco arenoso	63	CL	18,8 KN/m³	12,0 KN/m³	380 KN/m²	190 KN/m²	25 KN/m²	33 °	4000 KN/m²		0,35

Tabla 39. Parámetros geotécnicos obtenidos para la pantalla

2.2.1.13.- Pantalla A1-A6-MD-3

Se han llevado a cabo los sondeos S-20 y S-21 (ambos de 10 m de profundidad) en los cuales se han realizado cinco (5) ensayos SPT y se han ensayado seis (6) muestras. En ninguno de los sondeos se detectó el nivel freático.

SONDEOS	Profundidad (m)	COORDENADAS		Ensayo SPT		Fecha
		X	Y	Prof. (m)	N _{SPT}	
S-20	10	447658,32	4487066,67	2,3	11	19/04/2023
				5,3	23	
S-21	10	447800,009	4487145,67	2,3	14	20/04/2023
				5,3	31	
				8,3	59	

Tabla 40. Resultados obtenidos de los sondeos

De los ensayos de laboratorio de las muestras ensayadas se han obtenido los siguientes resultados:

SONDEO	TIPO	PROF. (m)	PROF. MEDIA (m)	U.G.	LITOLOGIA	ENSAYOS DE RESISTENCIA Y DEFORMABILIDAD				
						COMPRESIÓN SIMPLE		CORTE DIRECTO		
						qu	e	TIPO	f	c
						(kg/cm²)	(%)		(°)	Kpa
S20	M1	4,00-4,30	4,15	UG- T _{ARC1}	Arenas y arcillas arcósicas con cantos			CU	23,2	78,9
S20	M2	6,00-6,30	6,15	UG- T _{ARC2}	Arenas y arcillas arcósicas con cantos	0,71	19,50			
S20	M3	9,70-10,00	9,85	UG- T _{ARC2}	Arenas y arcillas arcósicas con cantos	0,63	19,40			
S21	M1	2,90-3,20	3,05	UG- R _{AC}	Rellenos antrópicos compactos					
S21	M2	7,30-7,60	7,45	UG- T _{ARC1}	Arcillas arcósicas con cantos	0,6	11,50			
S21	M3	9,70-10,00	9,85	UG- T _{ARC2}	Arenas y arcillas arcósicas con cantos	0,85	17,00			

Tabla 41. Parámetros geotécnicos obtenidos del laboratorio

Para la Pantalla A1-16-MD-3 se ha realizado el ensayo de penetración dinámica continua P-24. Los resultados obtenidos de este ensayo in situ, se recoge en la siguiente tabla:

Prof. (m)	P-24		Prof. (m)	P-24	
	N DPSH	N SPT		N DPSH	N SPT
0	0	0	5,4	12	16
0,2	24	31	5,6	12	16
0,4	34	44	5,8	10	13
0,6	19	25	6	9	12
0,8	12	16	6,2	8	10
1	13	17	6,4	10	13
1,2	17	22	6,6	12	16
1,4	14	18	6,8	15	20
1,6	15	20	7	14	18
1,8	12	16	7,2	26	34
2	10	13	7,4	28	36
2,2	9	12	7,6	28	36
2,4	11	14	7,8	40	52
2,6	10	13	8	37	48
2,8	9	12	8,2	31	40
3	10	13	8,4	28	36
3,2	13	17	8,6	42	55
3,4	11	14	8,8	52	68
3,6	12	16	9	54	70
3,8	12	16	9,2	48	62
4	12	16	9,4	48	62
4,2	13	17	9,6	50	65
4,4	10	13	9,8	49	64
4,6	10	13	10	56	73
4,8	13	17	10,2	54	70
5	11	14	10,4	67	87
5,2	14	18	10,6	100	130

Tabla 42. Resultados obtenidos del ensayo de penetración dinámica continua P-24

Además de los valores de N_{SPT} obtenidos en los SPT de los sondeos, se realizó un (1) ensayo de penetración dinámica continua (P-17) se obtienen unos valores medios de golpeo iniciales de compacidad media; aumentando a densa-muy densa, a partir de 6,2 m en profundidad, llegando a alcanzar el rechazo (N_{DPSH} =100) a los 10,60 m de profundidad desde el inicio del ensayo.

A partir del análisis de los valores de SPT y de N_{DPSH}, y empleando datos bibliográficos bibliografía, se han definido los siguientes parámetros:

Actuación	Cotas niveles		Espesor	UG	Descripción	SPT N60 (medio)	USCS	γ seca	γ sum	Compresión simple		Cohesión c'	Fricción ϕ'	Elasticidad	
	Inicio	Fin								qu	su=0,5*qu			E	v
	A1-AG-MD-3 (S-20)	0,0 m								2,6 m	2,6 m			R _{AC}	Rellenos antrópicos compactos
2,6 m		6,3 m	3,7 m	T _{ARC1}	Arena tosquiza	29	SC	19,0 KN/m ³	10,5 KN/m ³	710 KN/m ²	355 KN/m ²	15 KN/m ²	33 °	80000 KN/m ²	0,35
6,3 m		10,0 m	3,7 m	T _{ARC2}	Arena tosquiza	63	SC	19,0 KN/m ³	10,5 KN/m ³	630 KN/m ²	315 KN/m ²	15 KN/m ²	33 °	90000 KN/m ²	0,35

Tabla 43. Parámetros de cálculo para la pantalla

Prof. (m)	P-17	
	N _{DPSH}	N _{SPT}
0	0	0
0,2	7	9
0,4	6	8
0,6	6	8
0,8	9	12
1	9	12
1,2	11	14
1,4	30	39
1,6	42	55
1,8	40	52
2	62	81
2,2	64	83
2,4	64	83
2,6	100	130

Tabla 45. Resultados obtenidos del ensayo de penetración dinámica continua P-17

2.2.1.14.- Pantalla A1-16-MI-2

Se han llevado a cabo los sondeos S-14 y S-15 (de 5,8 a 7,7 m de profundidad respectivamente) en los cuales se han realizado cinco (5) ensayos SPT y se han ensayado seis (6) muestras. En ninguno de los sondeos se detectó el nivel freático.

SONDEOS	Profundidad (m)	COORDENADAS		Ensayo SPT		Fecha
		X	Y	Prof. (m)	N _{SPT}	
S-14	5,8	446485,14	4487098,6	2,1	18	16/04/2023
				4,9	57	
S-15	7,7	446652,512	4487041,62	2,7	37	19/04/2023
				5,7	47	

Tabla 44. Resultados obtenidos de los sondeos

No se han realizado ensayos mecánicos a las seis (6) muestras ensayadas de los que obtener los parámetros de cálculo.

Para esta pantalla se ha realizado el ensayo de penetración dinámica continua P-17. Los resultados obtenidos de este ensayo in situ, se recoge en la siguiente tabla:

Además de los valores de N_{SPT} obtenidos en los SPT del sondeo, se realizó un (1) ensayo de penetración dinámica continua (P-17) se obtienen unos valores medios de golpeo iniciales de muy flojo a flojos; aumentando a compacidad media-muy densa a partir de 1 m en profundidad, llegando a alcanzar el rechazo (N_{DPSH} =100) a los 2,60 m de profundidad desde el inicio del ensayo.

La compacidad de los materiales en esta zona es densa, según los valores obtenidos de los dos (2) ensayos SPT realizados en el sondeo y de la información de golpeo obtenida en el ensayo de penetración dinámica continua

A partir del análisis de los valores de SPT y de N_{DPSH}, y empleando datos bibliográficos bibliografía, se han definido los siguientes parámetros:

Actuación	Cotas niveles		Espesor	UG	Descripción	SPT N60 (medio)	USCS	γ seca	γ sum	Cohesión c'	Fricción ϕ'	Elasticidad	
	Inicio	Fin										E	v
	A1-16-MD-4 (S-14)	0,0 m										2,8 m	2,8 m
2,8 m		5,8 m	3,0 m	T _{ARC2}	Arena de miga	63	SC	18,8 KN/m ³	9,5 KN/m ³	12 KN/m ²	35 °	55000 KN/m ²	0,35

Tabla 46. Parámetros de cálculo para la pantalla

2.2.1.15.- Pantalla A1-16-MI-1

Las prospecciones realizadas para la pantalla han sido los sondeos S-9 (10,20 m de profundidad) y el S-11 (10 m de profundidad) y el ensayo de penetración dinámica continua P-17. En el sondeo realizado, se ha detectado el nivel freático a 6,5 y 6,8 m de profundidad

SONDEOS	Profundidad (m)	COORDENADAS		Ensayo SPT		Fecha	Prof. NF (m)
		X	Y	Prof. (m)	N _{SPT}		
S-9	10,2	445832,415	4487097,07	1,8	17	27/04/2023	6,5
				4,8	54		
				8,2	R		
S-11	10	445978,675	4487127,09	2,7	21	26/04/2023	6,8
				6,5	40		
				8,9	49		

Tabla 47. Resultados obtenidos del sondeo S-18

De los ensayos de laboratorio de la muestra ensayada se han obtenido los siguientes resultados:

SONDEO	TIPO	PROF. (m)	PROF. MEDIA (m)	U.G.	LITOLÓGIA	ENSAYOS DE RESISTENCIA COMPRESIÓN SIMPLE		HINCHAMIENTO (Edómetro) Presión de hinchamiento (kPa)
						q _u (kg/cm ²)	e (%)	
						S9	M1	
S9	M2	8,70-9,00	8,85	UG- T _{ARC2}	Arenas y arcillas arcósicas con cantos			
S11	M1	1,50-1,80	1,65	UG- R _{AC}	Rellenos antrópicos compactos			
S11	M2	8,00-8,30	8,15	UG- T _{ARC2}	Arcillas arcósicas con cantos	0,36	10,50	0,2

Tabla 48. Parámetros geotécnicos obtenidos del laboratorio

Para la Pantalla A1-16-MI-1 se ha realizado el ensayo de penetración dinámica continua P-17. Los resultados obtenidos de este ensayo in situ, se recoge en la siguiente tabla:

Prof. (m)	P-17	
	N _{DPSH}	N _{SPT}
0	0	0
0,2	7	9
0,4	6	8
0,6	6	8
0,8	9	12
1	9	12
1,2	11	14
1,4	30	39
1,6	42	55
1,8	40	52
2	62	81
2,2	64	83
2,4	64	83
2,6	100	130

Tabla 49. Resultados obtenidos del ensayo de penetración dinámica continua P-17

Además de los valores de N_{SPT} obtenidos en los SPT del sondeo, se realizó un (1) ensayo de penetración dinámica continua (P-17) se obtienen unos valores medios de golpeo iniciales de muy flojo a flojos; aumentando a densa-muy densa a partir de 1,2 m en profundidad, llegando a alcanzar el rechazo (N_{DPSH} =100) a los 2,60 m de profundidad desde el inicio del ensayo

Estos valores de SPT y de N_{DPSH} y empleando bibliografía, se han obtenido mediante correlación los siguientes parámetros:

Actuación	Cotas niveles		Espesor	Cota nivel freático	UG	Descripción	SPT N60 (medio)	USCS	γ seca	γ sum	Compresión simple		Cohesión c'	Fricción φ'	Elasticidad	
	Inicio	Fin									qu	su=0,5*qu			E	v
A1-16-MI-1 (S-11)	0,0 m	2,7 m	2,7 m	6,5 m	R _{AC}	Rellenos antrópicos compactos	28	SC	21,5 KN/m ³	11,0 KN/m ³	-	-	5 KN/m ²	27 °	10000 KN/m ²	0,35
	2,7 m	10,0 m	7,3 m		T _{ARC2}	Tosco arenoso	53	CL	18,8 KN/m ³	12,0 KN/m ³	364 KN/m ²	182 KN/m ²	25 KN/m ²	33 °	4000 KN/m ²	0,35

Tabla 50. Parámetros geotécnicos obtenidos para la pantalla

2.2.1.16.- Pantalla A1-16-MI-3

Se ha llevado a cabo el sondeo S-18 (5,8 m de profundidad) en el cual se han realizado dos (2) ensayos SPT y se ha ensayado (1) muestra. En este sondeo no se detectó el nivel freático.

SONDEOS	Profundidad (m)	COORDENADAS		Ensayo SPT		Fecha
		X	Y	Prof. (m)	N _{SPT}	
S-18	5,8	447138,14	4486983,09	2,3	15	19/04/2023
				5,5	44	

Tabla 51. Resultados obtenidos del sondeo S-18

No se han realizado ensayos mecánicos a la muestra ensayada de los que obtener los parámetros de cálculo. Para la Pantalla A1-16-MI-3 se ha realizado el ensayo de penetración dinámica continua P-21. Los resultados obtenidos de este ensayo in situ, se recoge en la siguiente tabla:

Prof. (m)	P-21	
	N DPSH	N SPT
0	0	0
0,2	2	3
0,4	3	4
0,6	7	9
0,8	7	9
1	7	9
1,2	11	14
1,4	25	33
1,6	35	46
1,8	37	48
2	44	57
2,2	47	61
2,4	63	82
2,6	76	99
2,8	100	130

Tabla 52. Resultados obtenidos del ensayo de penetración dinámica continua P-21

Además de los valores de N_{SPT} obtenidos en los SPT del sondeo, se realizó un (1) ensayo de penetración dinámica continua (P-21) se obtienen unos valores medios de golpeo iniciales de muy flojo a flojos; aumentando a densa-muy densa a partir de 1,2 m en profundidad, llegando a alcanzar el rechazo (N_{DPSH} =100) a los 2,80 m de profundidad desde el inicio del ensayo

A partir del análisis de los valores de SPT y de N_{DPSH}, y empleando datos bibliográficos bibliografía, se han definido los siguientes parámetros:

Actuación	Cotas niveles		Espesor	UG	Descripción	SPT N60 (medio)	USCS	γ seca	γ sum	Cohesión c'	Fricción φ'	Elasticidad	
	Inicio	Fin										E	v
A1-16-MI-3 (S-18)	0,0 m	3,2 m	3,2 m	R _{AC}	Rellenos antrópicos compactos	19	-	22,5 KN/m ³	13,0 KN/m ³	10 KN/m ²	32 °	2000 KN/m ²	0,35
	3,2 m	5,8 m	2,6 m	T _{ARC2}	Arena de miga	55	SM	19,0 KN/m ³	11,0 KN/m ³	0 KN/m ²	35 °	55000 KN/m ²	0,35

Tabla 53. Parámetros geotécnicos obtenidos para la pantalla

2.2.2.- Cimentaciones profundas

Para el cálculo y definición de este tipo de cimentación, se ha empleado la teoría de la "Guía Para el Proyecto y la Ejecución de Micropilotes en Obras de Carretera" de la Dirección General de Carreteras.

A continuación, se presentan las metodologías para esta tipología de cimentaciones, de las cuales se escogerá la más adecuada para la resolución en la construcción de las pasarelas.

2.2.2.1.- Pilotes en suelos

Dadas las características, tanto del terreno de apoyo de las pantallas como de la geometría y el espacio disponible para su construcción en muchos casos, se proyectan cimentaciones profundas mediante pilotes en la mayor parte de las pantallas.

Para ello se debe tener en cuenta la aportación tanto de la punta de estos como del fuste.

Para el cálculo de cimentaciones profundas la carga de hundimiento (Q_h) es:

$$Q_h(t) = Q_p + Q_f$$

donde:

Q_p: carga por punta

Q_f: carga por fuste en la zona de empotramiento

A su vez:

$$Q_p = q_p \times A_p$$

$$Q_f = \int \tau_f \times p_f \cdot dz$$

donde:

q_p: resistencia unitaria por punta

A_p: área punta

τ_f: resistencia unitaria por fuste

p_f: perímetro de la sección transversal del pilote

z: profundidad contada desde la parte superior del pilote en contacto con el terreno.

L: longitud del pilote dentro del terreno.

2.2.2.1.1.- Resistencia unitaria por punta

En caso de caracterizar el terreno mediante los parámetros c y φ, la resistencia unitaria por punta viene dada por la siguiente expresión:

$$r_p = Nq^* \cdot \sigma'_{v0} + Nc^* \cdot c$$

donde:

- r_p = Carga de hundimiento unitaria por punta.
- σ'_{v0} = Presión vertical efectiva al nivel de la punta del pilote.
- N_q^* , N_c^* = Factores de capacidad de carga para cimentaciones profundas.
- c = Cohesión.

A su vez, N_c^* y N_q^* son función del ángulo de fricción:

$$N_q^* = 1,5 \cdot \frac{1 + \operatorname{sen} \phi}{1 - \operatorname{sen} \phi} \cdot e^{\pi \operatorname{tg} \phi} \cdot f_D$$

$$N_c^* = \frac{N_q^* - 1}{\operatorname{tg} \phi}$$

donde:

- ϕ = Ángulo de rozamiento interno.
- f_D = Factor que tiene en cuenta el tamaño del pilote y es igual $1 - 1/3 \cdot D$, y siempre inferior a $2/3$.

Para comprobar las situaciones de corto plazo, en las que se supone que $\phi_{\text{cálculo}} = 0$, el valor de N_c^* dado por las expresiones anteriores, debe tomarse igual a:

- $N_c^*(\phi_{\text{cálculo}} = 0) = 9 \times f_D$

2.2.2.1.2.- Resistencia unitaria por fuste

Por su parte, la resistencia unitaria por fuste puede obtenerse por dos caminos, siendo la expresión general:

- $r_f = c + K_0 \cdot \operatorname{tg} \delta \times \sigma'_{v0} \leq 90 \text{ kPa}$

donde:

- r_f = Resistencia unitaria por fuste al nivel considerado.
- c = Cohesión al nivel considerado.
- K_0 = Coeficiente de empuje al reposo.
- δ = Ángulo de fricción del contacto pilote-terreno.

- σ'_{v0} = Presión vertical efectiva al nivel considerado.

Cuando no se disponga de información fehaciente, acerca de los valores de K_0 , y/o del ángulo δ , se puede suponer:

- $K_0 \times \operatorname{tg} \delta = 0,3$

Para el caso de pilotes cuyo fuste esté en contacto con suelos arcillosos saturados, y para el análisis concreto de situaciones de corto plazo, se utilizará el valor:

$$r_f = c_u \cdot \frac{p_0}{p_0 + c_u} \leq 70 \text{ kPa}$$

donde:

- c_u = Resistencia al corte sin drenaje al nivel considerado.
- p_0 = Presión de referencia, que se toma igual a 100 kPa.

2.2.2.2.- Carga admisible

La carga admisible de trabajo vendrá dada por la expresión:

$$Q_{adm} = \frac{Q_P}{F_P} + \frac{Q_F}{F_F}$$

Donde:

- F_P y F_F : Factores o coeficientes de seguridad frente al hundimiento por punta y fuste.
- Q_{adm} : Carga admisible del terreno.

La resistencia del terreno en aquellos pilotes sometidos a tracciones es del orden del 70% de la carga admisible por fuste, sin contar con la contribución de la punta.

En lo que respecta al tope estructural considerado para los pilotes, según la Guía de Cimentaciones los valores recomendados para el tope estructura de los pilotes son:

TABLA 5.5. VALORES RECOMENDADOS PARA EL TOPE ESTRUCTURAL DE LOS PILOTES
 $Q_{\text{tope estructural}} = \sigma \cdot A$, A = área de la sección transversal

TIPO DE PILOTE		VALORES DE σ (MPa)	
Hincado	Hormigón pretensado	0,30 ($f_{ck} - 0,90 f_p$)	
	Hormigón armado	0,30 f_{ck}	
	Metálico	0,33 f_{yk}	
	Madera	5	
		TIPO DE APOYO	
		SUELO FIRME	ROCA
Perforado de hormigón «in situ»	Entubado	5	6
	Con lodos	4	5
	En seco	4	5
	Barrenado	4	No aplicable

NOTAS:

- Con un control de ejecución especialmente intenso, los pilotes perforados y empotrados en roca pueden ser utilizados con topes estructurales un 20% mayores que los indicados en la tabla.
- En la tabla precedente se usan las notaciones siguientes:
 f_{ck} = Resistencia característica de proyecto del hormigón (a compresión).
 f_p = Tensión (compresión) introducida en el hormigón por el pretensado.
 f_{yk} = Límite elástico del acero.
- El área A, de la sección transversal, es el área real del pilote, que puede ser claramente distinta (pilotes metálicos, secciones tubulares o en H, etc.) de la utilizada para calcular la carga de hundimiento del mismo (véase apartado 5.10).

Figura 6. Valores recomendados para el tope estructural de los pilotes.

2.2.3.- Coeficiente de balasto horizontal

Para la determinación de los esfuerzos en el caso de pilotes es necesario considerar la deformabilidad del terreno.

El modelo más sencillo sería el denominado modelo de Winkler en el que el terreno es sustituido por unos “resortes” cuya rigidez viene determinada por la expresión siguiente:

El módulo de balasto (k) viene definido por:

- $k=q/s$.

Donde

- q = Carga actuante sobre la cimentación.
- s = Asiento producido debido a q.

La elección de un valor adecuado para el parámetro K resulta complicada y no es una constante para un suelo dado. Depende de múltiples factores tales como la longitud y el diámetro de la cimentación, la profundidad de empotramiento y el estado tensional alcanzado, existiendo numerosas expresiones de carácter empírico y correlaciones.

No obstante, teniendo en cuenta las características de la Teoría de Winkler, en la que el coeficiente de balasto no es un parámetro constante del terreno, sino variable con la geometría del problema a estudiar, conviene realizar cálculos considerando valores inferiores y superiores que permitan evaluar la sensibilidad del parámetro.

Para el caso del coeficiente de balasto horizontal, se han adoptado las siguientes correlaciones para el caso de pilotes, en función de su diámetro:

- Según la ROM:
 - ✓ Suelos cohesivos: $KH = 75 C_u / D$.
 - ✓ Suelos granulares: $KH = nh Z / D$.

Siendo:

- C_u : Resistencia al corte sin drenaje.
- D: Diámetro del pilote.
- nh: Valor que se obtiene de la siguiente tabla, en función de la compacidad del terreno.

Compacidad de la arena	Situación respecto al nivel freático	
	Por encima	Por debajo
Floja	2	1,2
Media	5	3
Compacta	10	6
Densa	20	12

Figura 7. Valores de nh en MPa/m³.

2.3.- DIMENSIONAMIENTO, CÁLCULOS Y VERIFICACIONES GEOTÉCNICAS

De los parámetros geotécnicos anteriormente obtenidos, se han calculado las cimentaciones profundidad para pilotes y el coeficiente de balasto horizontal.

A continuación, se detalla para cada pantalla un resumen de los parámetros geotécnicos de las unidades geológico-geotécnicas definidas:

2.3.1.- Pantalla A1-13.2-MD-1 (1)

Las prospecciones realizadas para la pantalla han sido los sondeos S-1 y S-2 y el ensayo de penetración dinámica continua P-1. En los sondeos mencionados anteriormente, no se ha detectado el nivel freático.

Los parámetros geotécnicos obtenidos para los materiales que afectarán a la pantalla se resumen en la siguiente tabla:

Actuación	Cotas niveles		Espesor	UG	Descripción	SPT N60 (medio)	USCS	Cálculo pilote		Coeficiente de balasto horizontal Kh (KN/m ³)
	Inicio	Fin						t fuste	q punta	
A1-13.2-MD-1 (1) (S-1)	0,0 m	3,4 m	3,4 m	R _{AV}	Rellenos antrópicos vertidos	9	CL-SC	18 KN/m ²		6800 KN/m ³
	3,4 m	3,7 m	0,3 m	T _{ARC2}	Arcillas	42	CL	70 KN/m ²		22500 KN/m ³
	3,7 m	8,5 m	4,8 m	T _{ARC2}	Arenas	63	SC	90 KN/m ²	600 KN/m ²	12000*(Z/0,6)

Tabla 54. Parámetros geotécnicos para la pantalla A1-13.3-MD-1 (1)

2.3.1.1.- Perfil litológico longitudinal

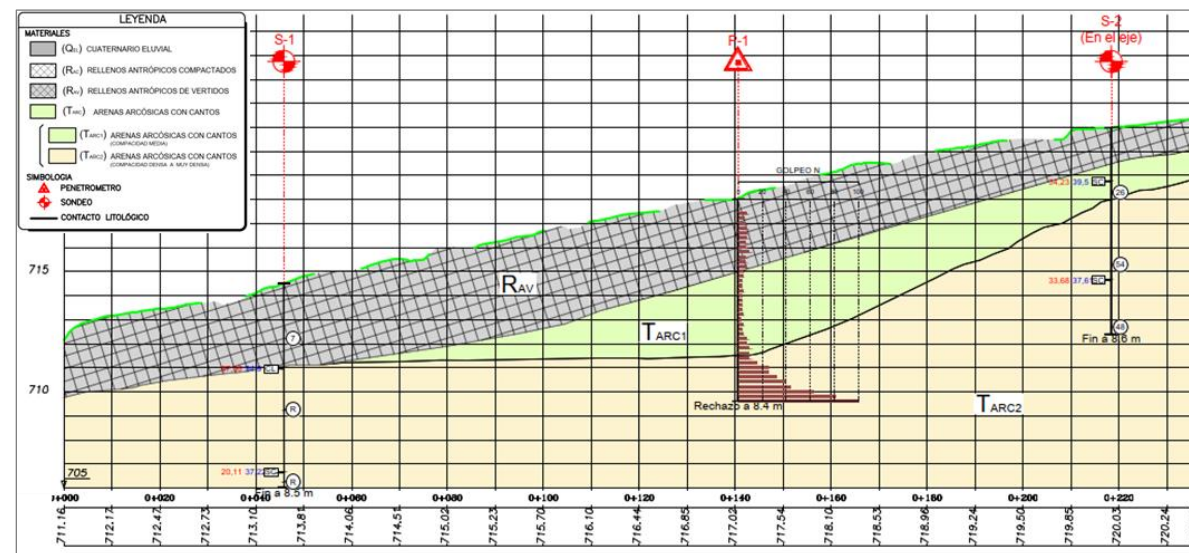


Figura 8. Perfil longitudinal Pantalla A1-13.3-MD-1 (1)

2.3.2.- Pantalla A1-13.2-MD-1 (2)

Se han proyectado los sondeos S-2 y S-3 para la pantalla en los que no se ha detectado el nivel freático. Los resultados obtenidos de estos ensayos in situ, se recogen en la siguiente tabla:

Los parámetros geotécnicos obtenidos para los materiales que afectarán a la pantalla se resumen en la siguiente tabla:

Actuación	Cotas niveles		Espesor	UG	Descripción	SPT N60 (medio)	USCS	Cálculo pilote		Coeficiente de balasto horizontal Kh (KN/m ³)
	Inicio	Fin						t fuste	q punta	
A1-13.2-MD-1 (2) (S-2)	0,0 m	1,5 m	1,5 m	R _{AV}	Rellenos antrópicos vertidos	9	CL-SC	18 KN/m ²		3000 KN/m ³
	1,5 m	3,0 m	1,5 m	T _{ARC1}	Arena tosquiza	33	SC	66 KN/m ²		15000 KN/m ³
	3,0 m	8,6 m	5,6 m	T _{ARC2}	Arena tosquiza	63	SC	90 KN/m ²	600 KN/m ²	12000*(Z/0,6)

Tabla 55. Parámetros geotécnicos para la pantalla A1-13.3-MD-1 (2)

2.3.2.1.- Perfil litológico

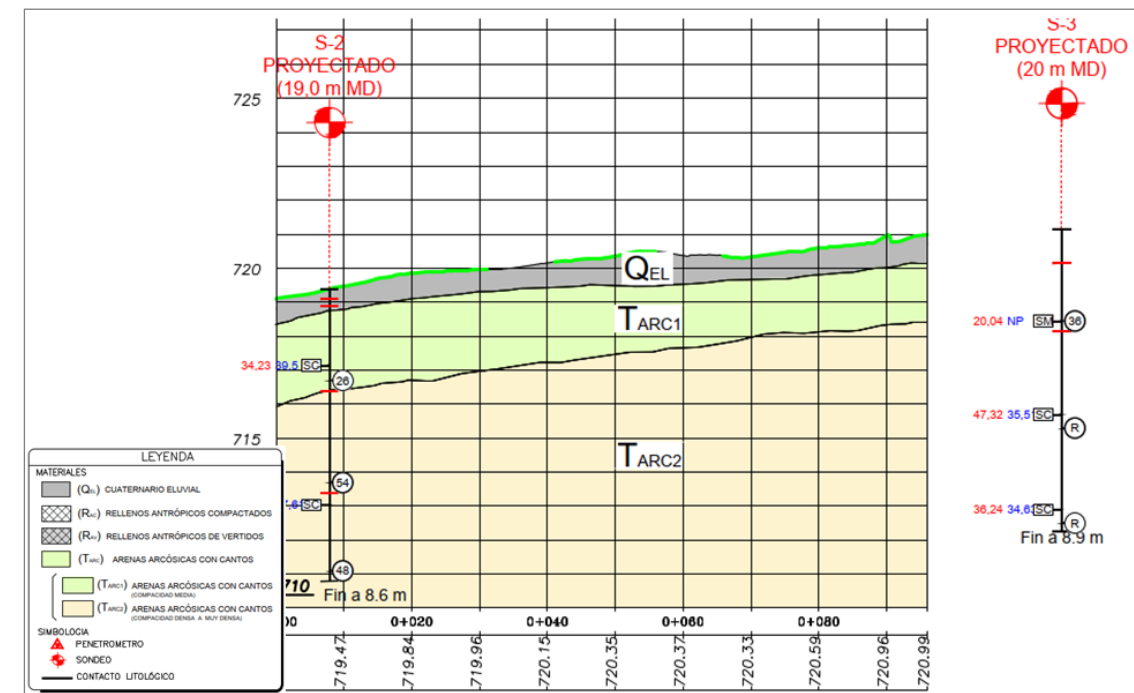


Figura 9. Perfil longitudinal Pantalla A1-13.3-MD-1 (2)

2.3.3.- Pantalla A1-13.2-MD-1 (3)

Las prospecciones realizadas para la pantalla han sido el sondeo S-3 y el ensayo de penetración dinámica continua P-3. En el sondeo realizado, no se ha detectado el nivel freático.

Los parámetros geotécnicos obtenidos para los materiales que afectarán a la pantalla se resumen en la siguiente tabla:

Actuación	Cotas niveles		Espesor	UG	Descripción	SPT	USCS	Cálculo pilote		Coeficiente de balasto horizontal Kh (KN/m ³)
	Inicio	Fin						t fuste	q punta	
A1-13.2-MD-1 (3) (S-3)	0,0 m	0,7 m	0,7 m	Q _{EL}	Cuaternario eluvial	13		26 KN/m ²		3500 KN/m ³
	0,7 m	3,0 m	2,3 m	T _{ARC2}	Arena de Miga	45	SM	90 KN/m ²		30000 KN/m ³
	3,0 m	8,9 m	5,9 m	T _{ARC2}	Arena tosquiza	63	SC	90 KN/m ²	600 KN/m ²	12000 (Z/0,6)

Tabla 56. Parámetros geotécnicos para la pantalla A1-13.5-MD (3)

2.3.3.1.- Perfil litológico longitudinal

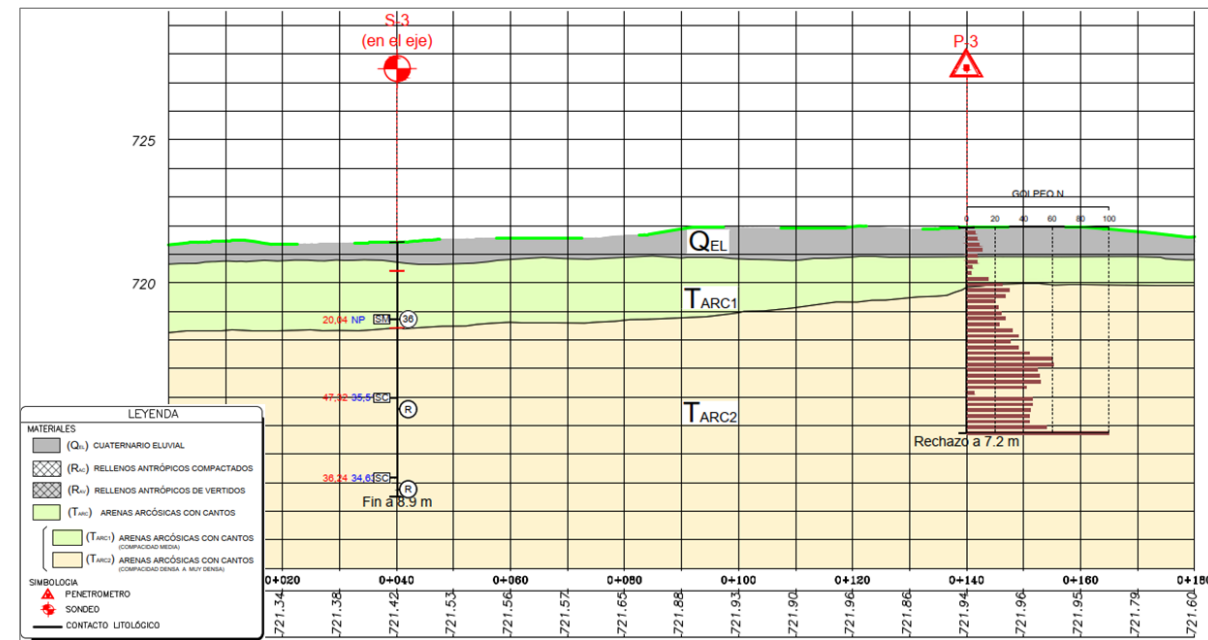


Figura 10. Perfil longitudinal Pantalla A1-13.5-MD (3)

2.3.4.- Pantalla A1-14.25-MD-1 (1)

Las prospecciones realizadas para la pantalla han sido sondeo S-4 y el ensayo de penetración dinámica continua P-4. En el sondeo realizado, no se ha detectado el nivel freático.

Los parámetros geotécnicos obtenidos para los materiales que afectarán a la pantalla se resumen en la siguiente tabla:

Actuación	Cotas niveles		Espesor	UG	Descripción	SPT	USCS	Cálculo pilote		Coeficiente de balasto horizontal Kh (KN/m ³)
	Inicio	Fin						t fuste	q punta	
A1-14.25-MD-1 (1) (S-4)	0,0 m	1,0 m	1,0 m	Q _{EL}	Cuaternario eluvial	6		13 KN/m ²		2000 KN/m ³
	1,0 m	9,8 m	8,8 m	T _{ARC2}	Arena tosquiza	45	SC	89 KN/m ²	360 KN/m ²	6000*(Z/0,60)

Tabla 57. Parámetros geotécnicos para la pantalla A1-14.25-MD-1 (1)

2.3.4.1.- Perfil litológico longitudinal

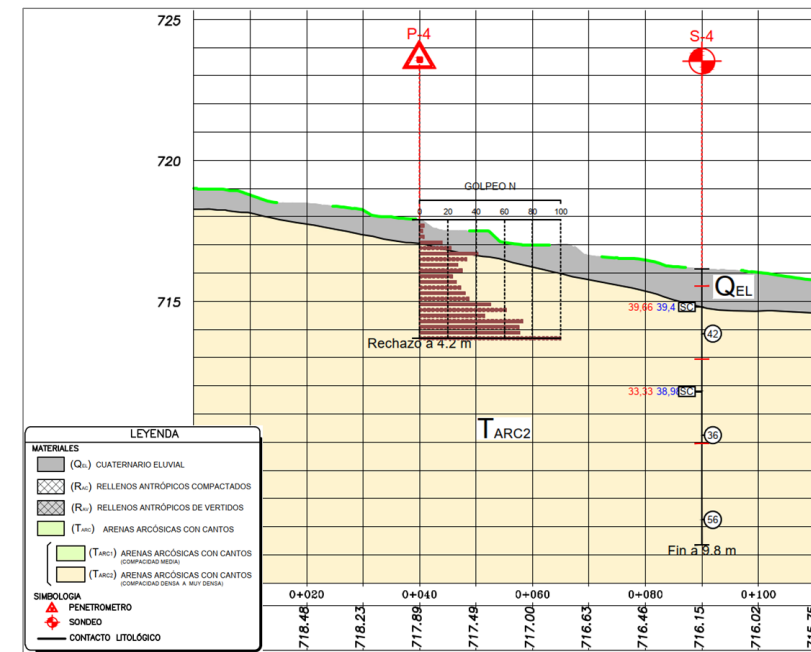


Figura 11. Perfil longitudinal Pantalla A1-14.25-MD-1 (1)

2.3.5.- Pantalla A1-14.25-MD-1 (2)

Las prospecciones realizadas para la pantalla han sido el sondeo S-5 y los ensayos de penetración dinámica continua P-5 y P-6. En el sondeo realizado, no se ha detectado el nivel freático.

Los parámetros geotécnicos obtenidos para los materiales que afectarán a la pantalla se resumen en la siguiente tabla:

Actuación	Cotas niveles		Espesor	UG	Descripción	SPT N60 (medio)	USCS	Cálculo pilote		Coeficiente de balasto horizontal Kh (KN/m ³)
	Inicio	Fin						t fuste	q punta	
A1-14.25-MD-1 (2) (S-5)	0,0 m	1,0 m	1,0 m	R _{AC}	Rellenos antrópicos compactos	9		18 KN/m ²		2000 KN/m ³
	1,0 m	9,2 m	8,2 m	T _{ARC2}	Arena tosquiza	63	SC-SM	90 KN/m ²	600 KN/m ²	12000(Z/0,6)

Tabla 58. Parámetros geotécnicos para la pantalla A1-14.25-MD-1 (2)

2.3.5.1.- Perfil litológico longitudinal

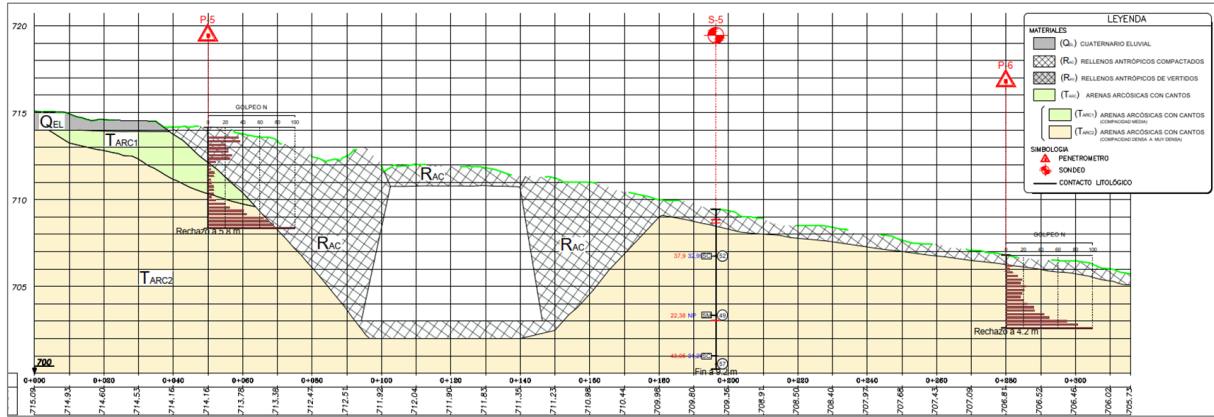


Figura 12. Perfil litológico Pantalla A1-14.25-MD-1 (2)

2.3.6.- Pantalla A1-14.25-MD-2 (1)

Para la pantalla, se ha realizado un ensayo de penetración dinámica continua (P-10).

Los parámetros geotécnicos obtenidos para los materiales que afectarán a la pantalla se resumen en la siguiente tabla:

Actuación	Cotas niveles		Espesor	UG	Descripción	SPT N60 (medio)	Cálculo pilote		Coeficiente de balasto horizontal Kh (KN/m ³)
	Inicio	Fin					t fuste	q punta	
A1-14.25-MD-2 (1) (P-10)	0,0 m	1,2 m	1,2 m	Q _{EL}	Cuaternario eluvial	18	36 KN/m ²		6000 KN/m ³
	1,2 m	4,6 m	3,4 m	T _{ARC1}	Arenas	38	79 KN/m ²		46000 KN/m ³
	4,6 m	5,2 m	0,6 m	T _{ARC2}	Arenas	63	90 KN/m ²	600 KN/m ²	12000(Z/0,6)

Tabla 59. Parámetros geotécnicos para la pantalla A1-14.25-MD-2 (1)

2.3.6.1.- Perfil litológico longitudinal

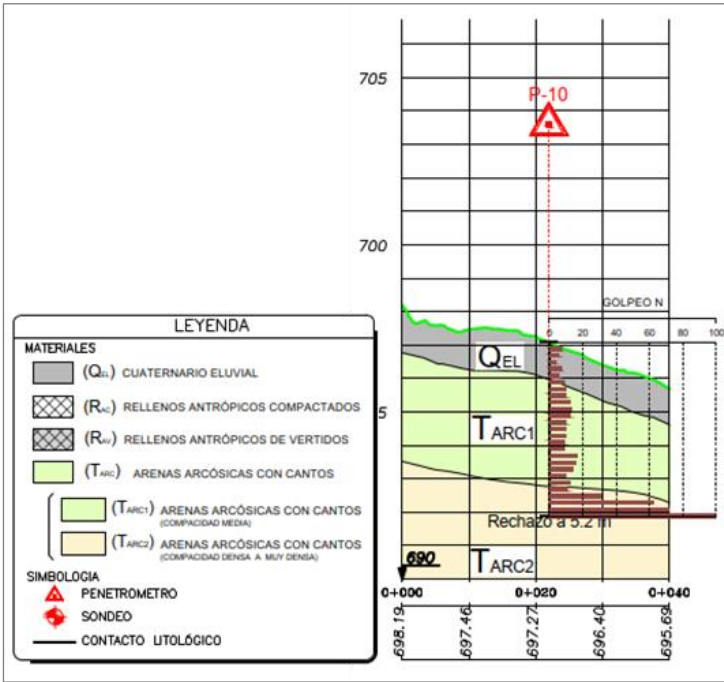


Figura 13. Perfil longitudinal Pantalla A1-14.25-MD-2 (1)

2.3.7.- Pantalla A1-14.25-MD-2 (2)

Para la pantalla, se ha realizado el sondeo S-8. En el sondeo realizado, se ha detectado el nivel freático a 5 m de profundidad medido desde el inicio del sondeo.

Los parámetros geotécnicos obtenidos para los materiales que afectarán a la pantalla se resumen en la siguiente tabla:

5403454-W-DE-A1(1)-113_02

Actuación	Cotas niveles		Espesor	Cota nivel freático	UG	Descripción	SPT N60 (medio)	Cálculo pilote		Coeficiente de balasto horizontal Kh (KN/m ³)
	Inicio	Fin						t fuste	q punta	
A1-14.25-MD-2 (2) (S-8)	0,0 m	1,0 m	1,0 m	5,0 m	R _{AC}	Rellenos antrópicos compactos	9	18 KN/m ²		2000 KN/m ³
	1,0 m	9,4 m	8,4 m		T _{ARC2}	Arena de miga	53	90 KN/m ²	600 KN/m ²	6000*(Z/0,6)

Tabla 60. Parámetros geotécnicos para la pantalla A1-14.25-MD-2 (2).

Actuación	Cotas niveles		Espesor	UG	Descripción	SPT N60 (medio)	USCS	Cálculo pilote		Coeficiente de balasto horizontal Kh (KN/m ³)
	Inicio	Fin						t fuste	q punta	
A1-14.25-MI-1 (S-6)	0,0 m	1,2 m	1,2 m	R _{AC}	Rellenos antrópicos compactos	9		18 KN/m ²		2400 KN/m ³
	1,2 m	2,8 m	1,6 m	T _{ARC1}	Tosco arenoso	38	SC	76 KN/m ²		28000 KN/m ³
	2,8 m	6,0 m	3,2 m	T _{ARC2}	Tosco	54	CL	70 KN/m ²	600 KN/m ²	34139 KN/m ³

Tabla 61. Parámetros geotécnicos para la pantalla A1-14.25-MI-1

2.3.7.1.- Perfil litológico longitudinal

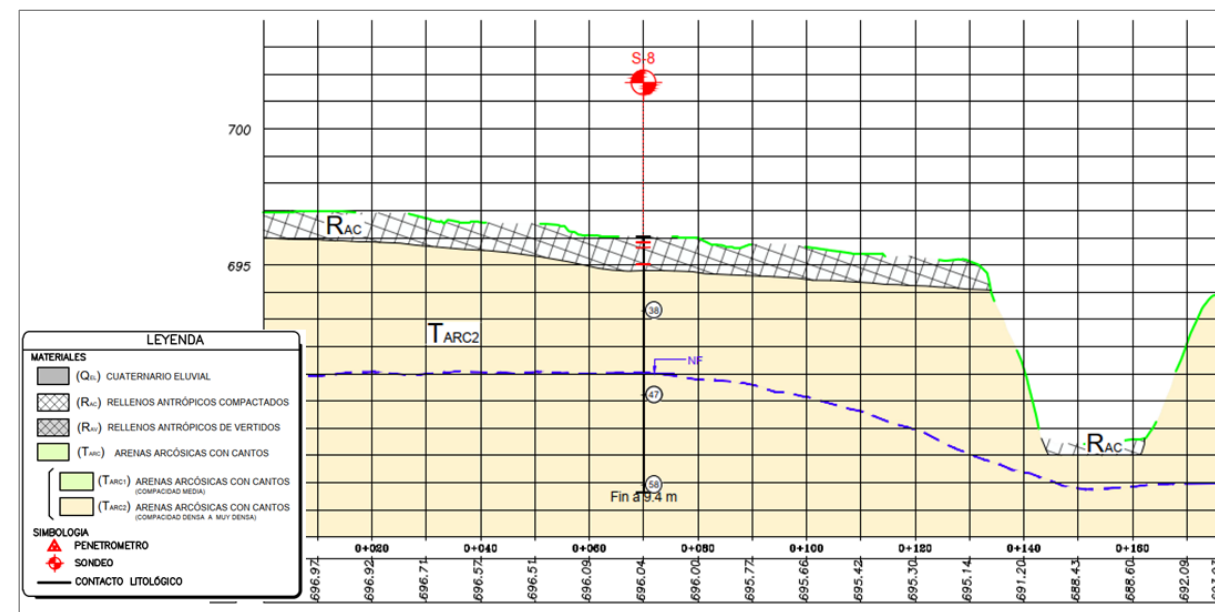


Figura 14. Perfil longitudinal Pantalla A1-14.25-MD-2 (2)

2.3.8.- Pantalla A1-14.25-MI-1

Las prospecciones realizadas para la pantalla han sido el sondeo S-6 y el ensayo de penetración dinámica continua P-7. En el sondeo realizado, no se ha detectado el nivel freático.

Los parámetros geotécnicos obtenidos para los materiales que afectarán a la pantalla se resumen en la siguiente tabla:

2.3.8.1.- Perfiles litológico longitudinal

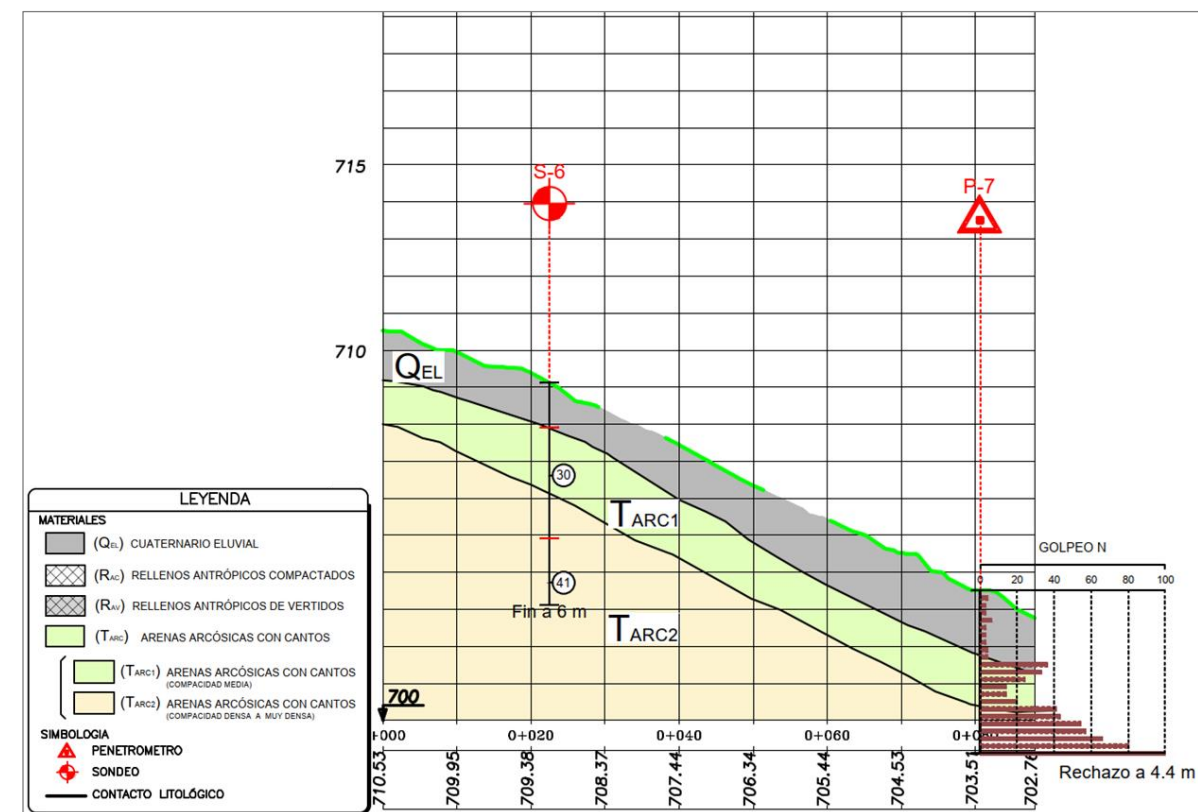


Figura 15. Perfil longitudinal Pantalla A1-14.25-MI-1

2.3.9.- Pantalla A1-14.25-MI-2

No hay prospecciones realizadas para la pantalla, ya que no han ejecutado el sondeo S-7 tal y como se había planificado en la campaña geotécnica. Los resultados han sido interpretados de la información obtenida en el ensayo de penetración continua P-8 por su proximidad a esta pantalla.

Los parámetros geotécnicos obtenidos para los materiales que afectarán a la pantalla se resumen en la siguiente tabla:

Actuación	Cotas niveles		Espesor	UG	Descripción	SPT	Cálculo pilote		Coeficiente de balasto horizontal Kh (KN/m ³)
	Inicio	Fin				N60 (medio)	t fuste	q punta	
A1-14.25-MI-2 (P-8)	0,0 m	1,2 m	1,2 m	Q _{EL}	Cuaternario eluvial	18	36 KN/m ²		6000 KN/m ³
	1,2 m	4,6 m	3,4 m	T _{ARC1}	Arenas	38	79 KN/m ²		46000 KN/m ³
	4,6 m	5,2 m	0,6 m	T _{ARC2}	Arenas	63	90 KN/m ²	600 KN/m ²	12000(Z/0,6)

Tabla 62. Parámetros de cálculo obtenidos para la pantalla A1-14.25-MI-2.

2.3.9.1.- Perfil litológico longitudinal

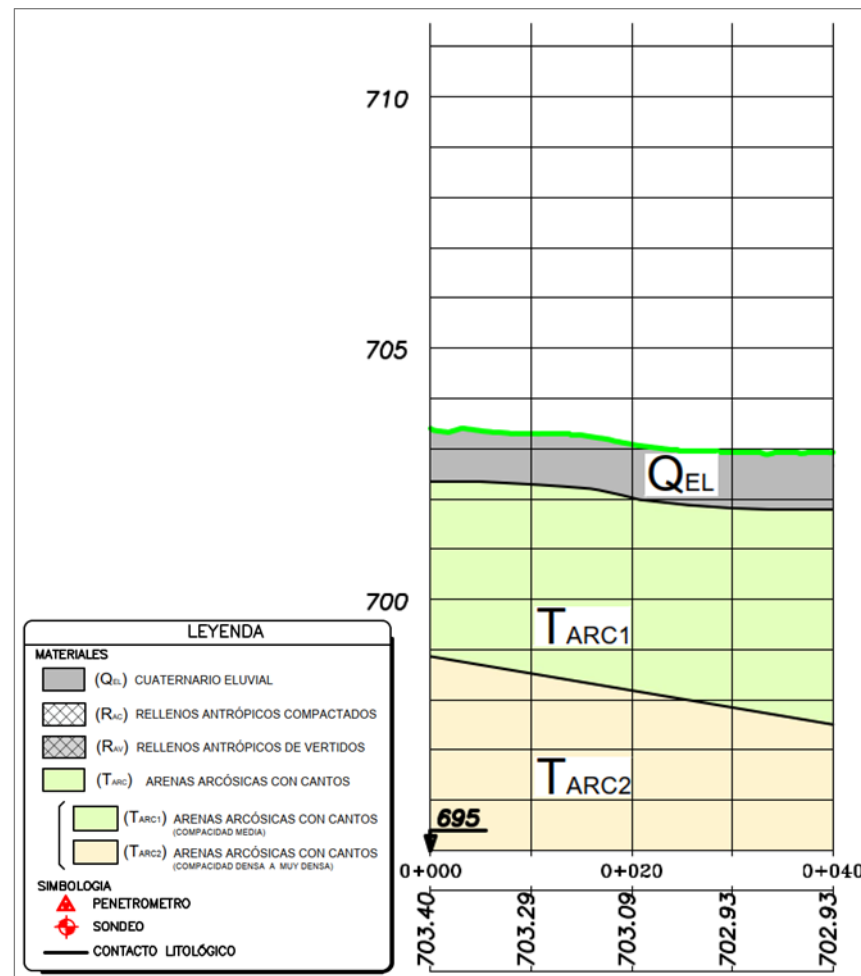


Figura 16. Perfil longitudinal Pantalla A1-14.25-MI-2

2.3.10.- Pantalla A1-14.25-MD-2 (2)

Las prospecciones realizadas para la pantalla han sido los ensayos de penetración dinámica continua P-8 y P-9. Los resultados obtenidos de los ensayos in situ, se recogen en las siguientes tablas:

Los parámetros geotécnicos obtenidos para los materiales que afectarán a la pantalla se resumen en la siguiente tabla:

Actuación	Cotas niveles		Espesor	UG	Descripción	SPT	Cálculo pilote		Coeficiente de balasto horizontal Kh (KN/m ³)
	Inicio	Fin				N60 (medio)	t fuste	q punta	
A1-14.25-MD-2 (P-8)	0,0 m	1,2 m	1,2 m	Q _{EL}	Cuaternario eluvial	18	36 KN/m ²		6000 KN/m ³
	1,2 m	4,6 m	3,4 m	T _{ARC1}	Arenas	38	79 KN/m ²		46000 KN/m ³
	4,6 m	5,2 m	0,6 m	T _{ARC2}	Arenas	63	90 KN/m ²	600 KN/m ²	12000(Z/0,6)

Tabla 63. Parámetros geotécnicos para la pantalla A1-14.25-MD-2 (2)

2.3.10.1.- Perfil litológico

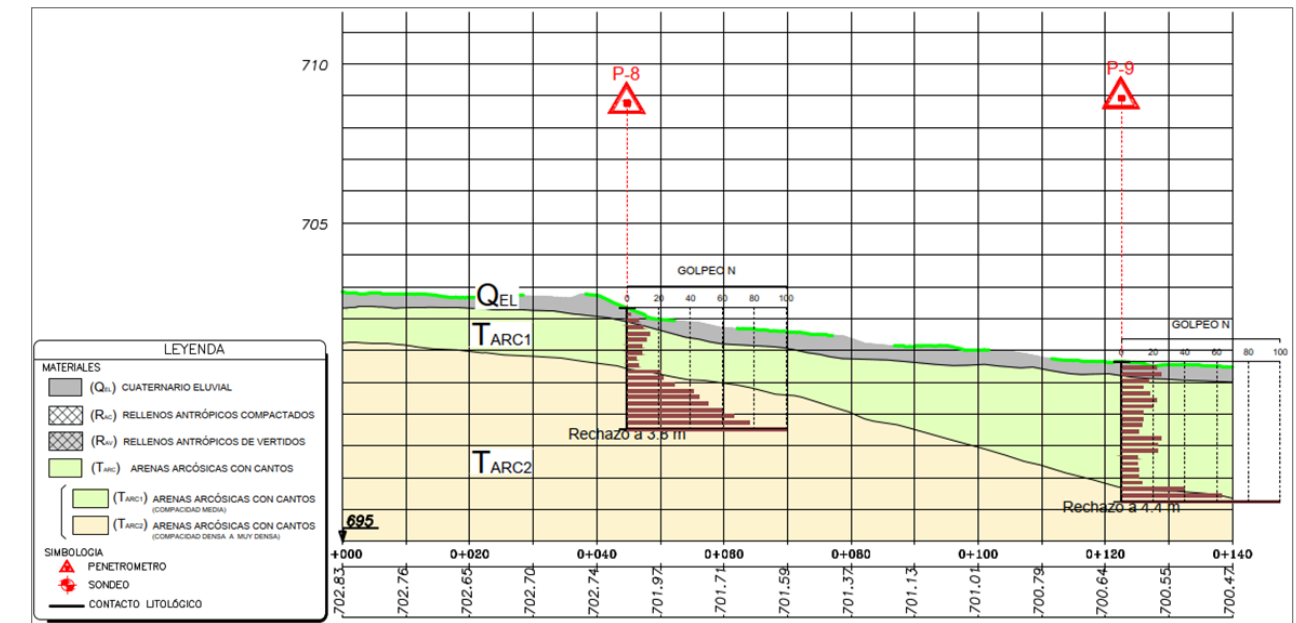


Figura 17. Perfil longitudinal Pantalla A1-14.25-MD-2 (2)

2.3.11.- Pantalla A1-16-MD-1 (1)

Las prospecciones realizadas para la pantalla han sido el sondeo S-10 y el ensayo de penetración dinámica continua P-13. En el sondeo realizado, se ha detectado el nivel freático a 8 m de profundidad medido desde el inicio de dicha prospección.

Los parámetros geotécnicos obtenidos para los materiales que afectarán a la pantalla se resumen en la siguiente tabla:

Actuación	Cotas niveles		Espesor	Cota nivel freático	UG	Descripción	SPT N60 (medio)	USCS	Cálculo pilote		Coeficiente de balasto horizontal Kh (KN/m ³)
	Inicio	Fin							t fuste	q punta	
A1-16-MD-1 (1) (S-10)	0,0 m	4,5 m	4,5 m	8,0 m	R _{AC}	Rellenos antrópicos compactos	18	SC	35 KN/m ²	-	2250 KN/m ³
	4,5 m	10,0 m	5,5 m		T _{ARC1}	Tosco arenoso	43	CL	70 KN/m ²	600 KN/m ²	75°CU/0,6

Tabla 64. Parámetros geotécnicos para la pantalla A1-16-MD-1 (1)

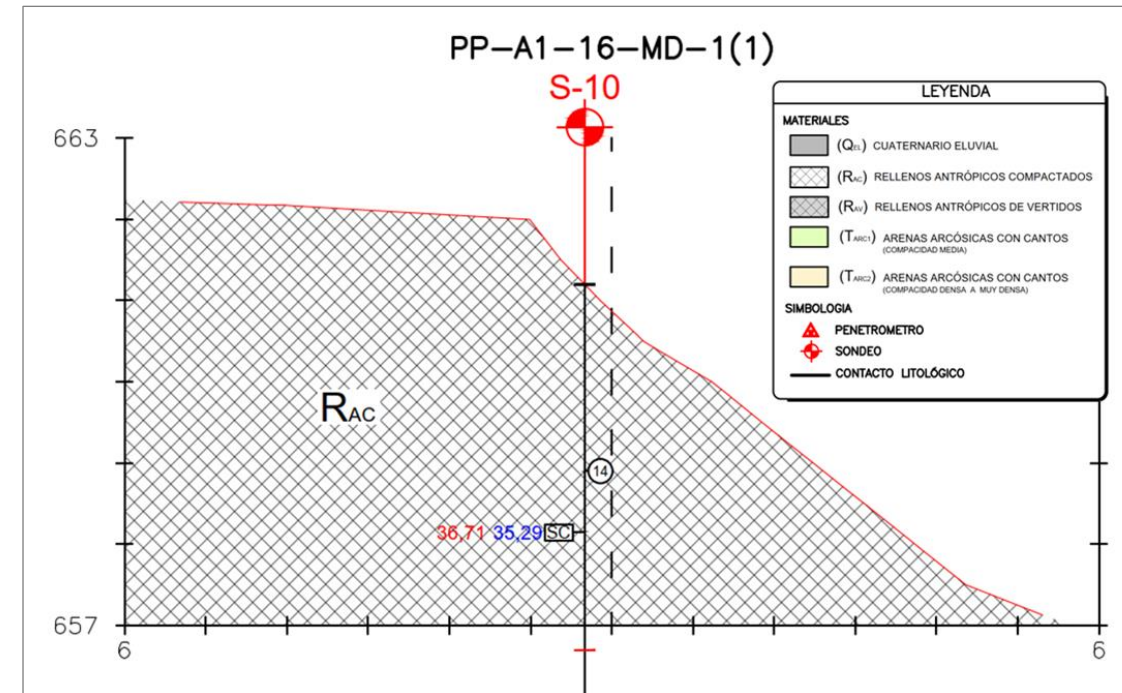


Figura 19. Perfil transversal Pantalla A1-16-MD-1(1).

2.3.12.- Pantalla A1-16-MD-1 (2)

Las prospecciones realizadas para la pantalla han sido los ensayos de penetración dinámica continua P-15, P-16, P-18 y P-19.

Los parámetros geotécnicos obtenidos para los materiales que afectarán a la pantalla se resumen en la siguiente tabla:

Actuación	Cotas niveles		Espesor	UG	Descripción	SPT N60 (medio)	Cálculo pilote		Coeficiente de balasto horizontal Kh (KN/m ³)
	Inicio	Fin					t fuste	q punta	
A1-16-MD-1 (2) (P-18)	0,0 m	3,2 m	3,2 m	R _{AC}	Relleno antrópico compacto	9	18 KN/m ²	-	6400 KN/m ³
	3,2 m	6,2 m	3,0 m	T _{ARC1}	Arenas	35	70 KN/m ²	-	31000 KN/m ³
	6,2 m	7,6 m	1,4 m	T _{ARC2}	Arenas limo-arcillosas	63	90 KN/m ²	600 KN/m ²	12000(Z/0,6)

Tabla 65. Parámetros geotécnicos para la pantalla A1-16-MD-1(2)

2.3.11.1.- Perfiles litológicos longitudinal y transversal

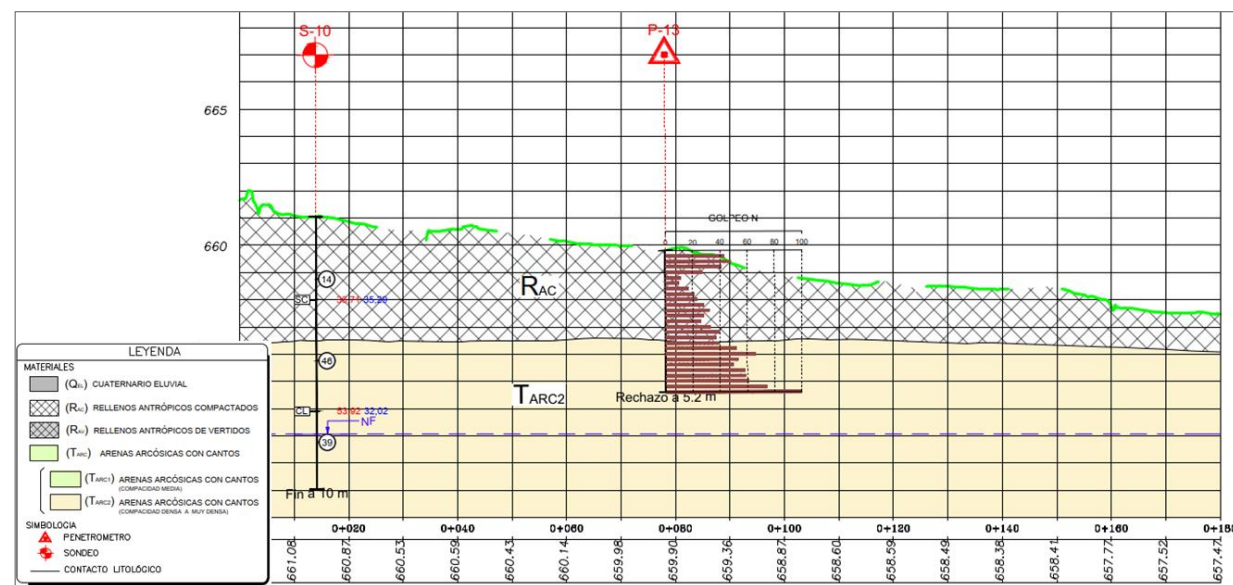


Figura 18. Perfil longitudinal Pantalla A1-16-MD-1(1)

2.3.12.1.- Perfiles litológicos longitudinales

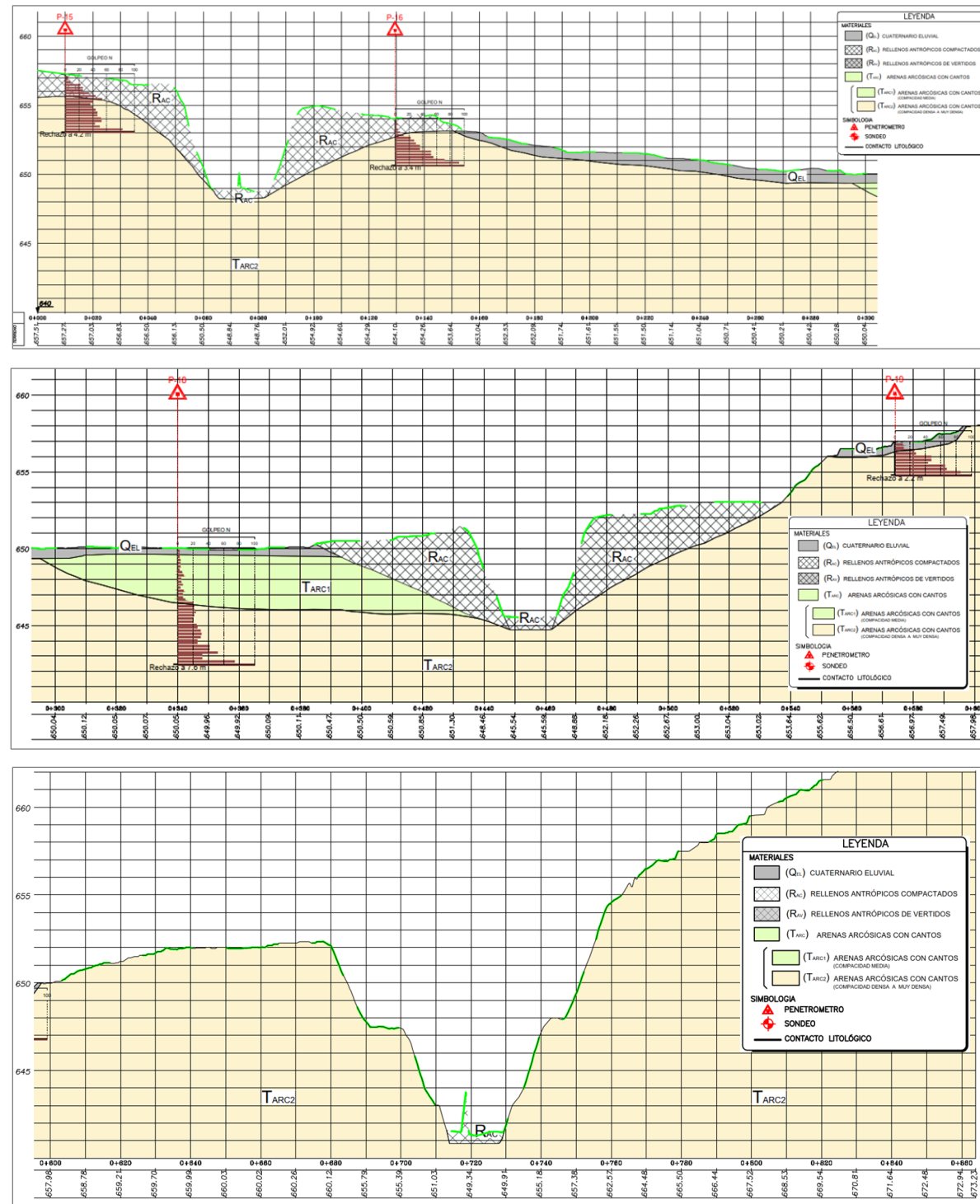


Figura 20. Perfil longitudinal Pantalla A1-16-MD-1(2)

2.3.13.- Pantalla A1-16-MI-2

Las prospecciones realizadas para la pantalla han sido los sondeos S-12, S-14 y S-15 y el ensayo de penetración dinámica continua P-17. En los sondeos realizados, no se ha detectado el nivel freático.

Los parámetros geotécnicos obtenidos para los materiales que afectarán a la pantalla se resumen en las siguientes tablas:

Actuación	Cotas niveles		Espesor	UG	Descripción	SPT N60 (medio)	USCS	Cálculo pilote		Coeficiente de balasto horizontal Kh
	Inicio	Fin						t fuste	q punta	
A1-16-MI-2 (S-12)	0,0 m	1,0 m	1,0 m	R _{AC}	Rellenos antrópicos compactos	9		18 KN/m ²		2000 KN/m ³
	1,0 m	6,0 m	5,0 m	T _{ARC2}	Arena de miga	55	SC-SM	90 KN/m ²	600 KN/m ²	6000(Z/0,6)

Tabla 66. Parámetros geotécnicos para la pantalla A1-16-MI-2

Actuación	Cotas niveles		Espesor	UG	Descripción	SPT N60 (medio)	USCS	Cálculo pilote		Coeficiente de balasto horizontal Kh (KN/m ³)
	Inicio	Fin						t fuste	q punta	
A1-16-MI-2 (S-14)	0,0 m	2,8 m	2,8 m	R _{AC}	Rellenos antrópicos compactos	23		45 KN/m ²		1400 KN/m ³
	2,8 m	5,8 m	3,0 m	T _{ARC2}	Arena de miga	63	SC	90 KN/m ²	600 KN/m ²	12000*(Z/0,6)

Tabla 67. Parámetros geotécnicos para la pantalla A1-16-MI-2

2.3.13.1.- Perfiles litológicos longitudinales y transversales

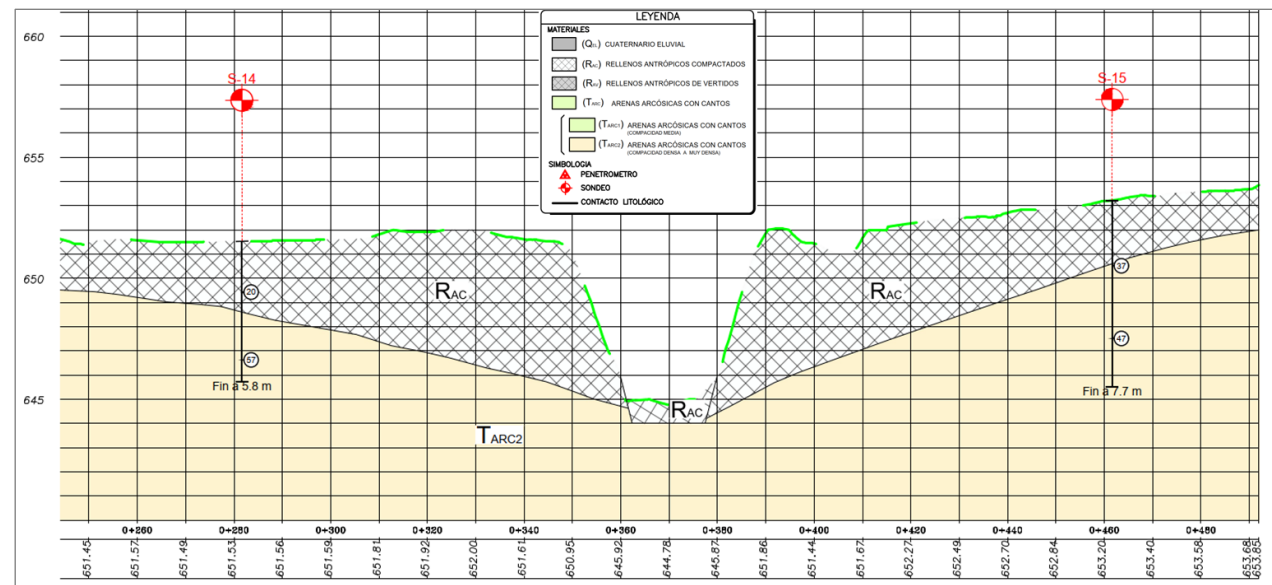
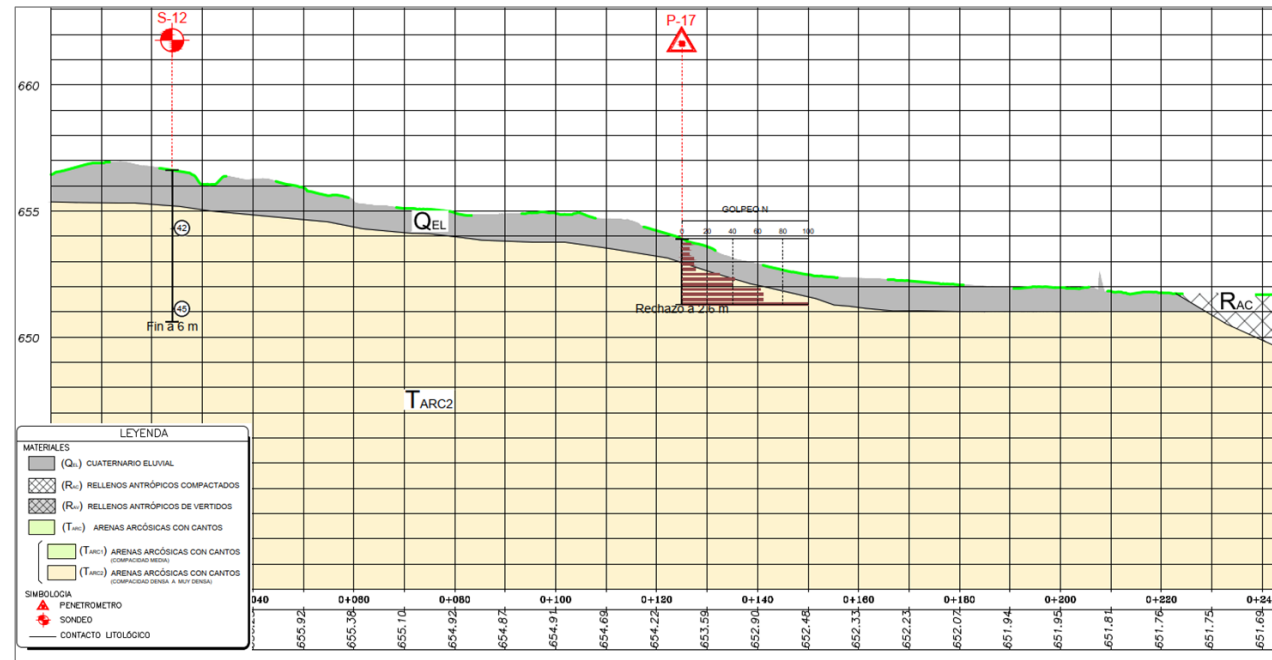


Figura 21. Perfil longitudinal Pantalla A1-16-MI-2

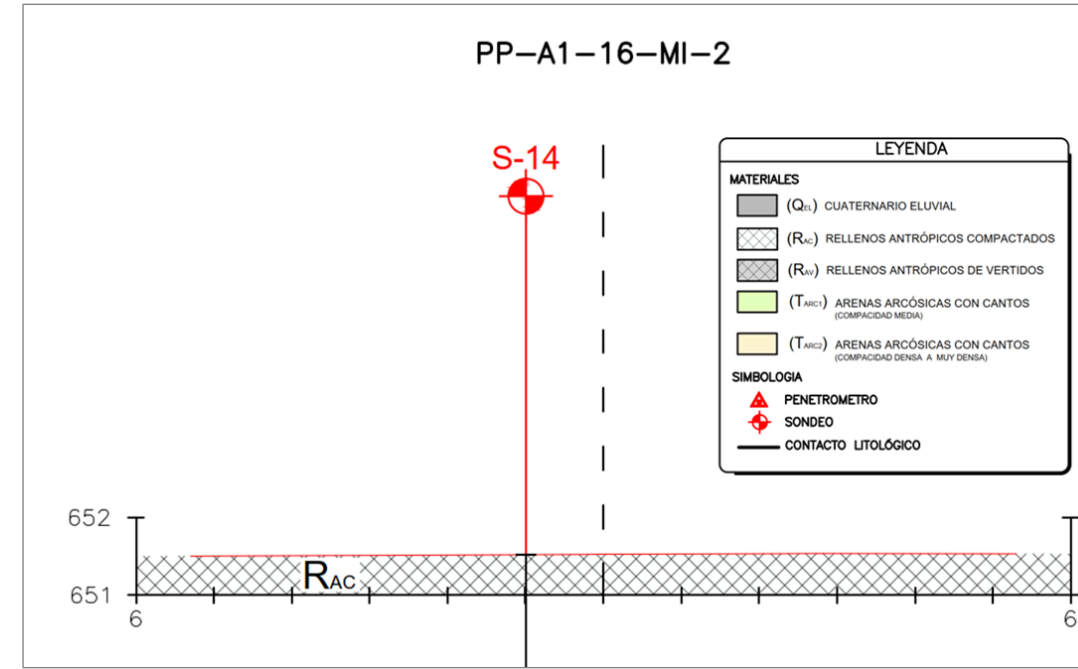


Figura 22. Perfil transversal Pantalla A1-16-MI-2.

2.3.14.- Pantalla A1-16-MD-2

La prospección realizada para la pantalla ha sido el sondeo S-19. En éste se ha detectado el nivel freático a 4 m de profundidad.

Los parámetros geotécnicos obtenidos para los materiales que afectarán a la pantalla se resumen en la siguiente tabla:

Actuación	Cotas niveles		Espesor	Cota nivel freático	UG	Descripción	SPT N60 (medio)	USCS	Cálculo pilote		Coeficiente de balasto horizontal Kh (KN/m ³)
	Inicio	Fin							t fuste	q punta	
A1-A6-MD-2 (S-19)	0,0 m	2,8 m	2,8 m	4,0 m	R _{AC}	Rellenos antrópicos compactos	16	SM	33 KN/m ²		14000 KN/m ³
	2,8 m	7,0 m	4,2 m		T _{ARC2}	Tosco arenoso	63	CL	70 KN/m ²	600 KN/m ²	23750 KN/m ³

Tabla 68. Parámetros geotécnicos para la pantalla A1-16-MD-2

2.3.14.1.- Perfil litológico longitudinal

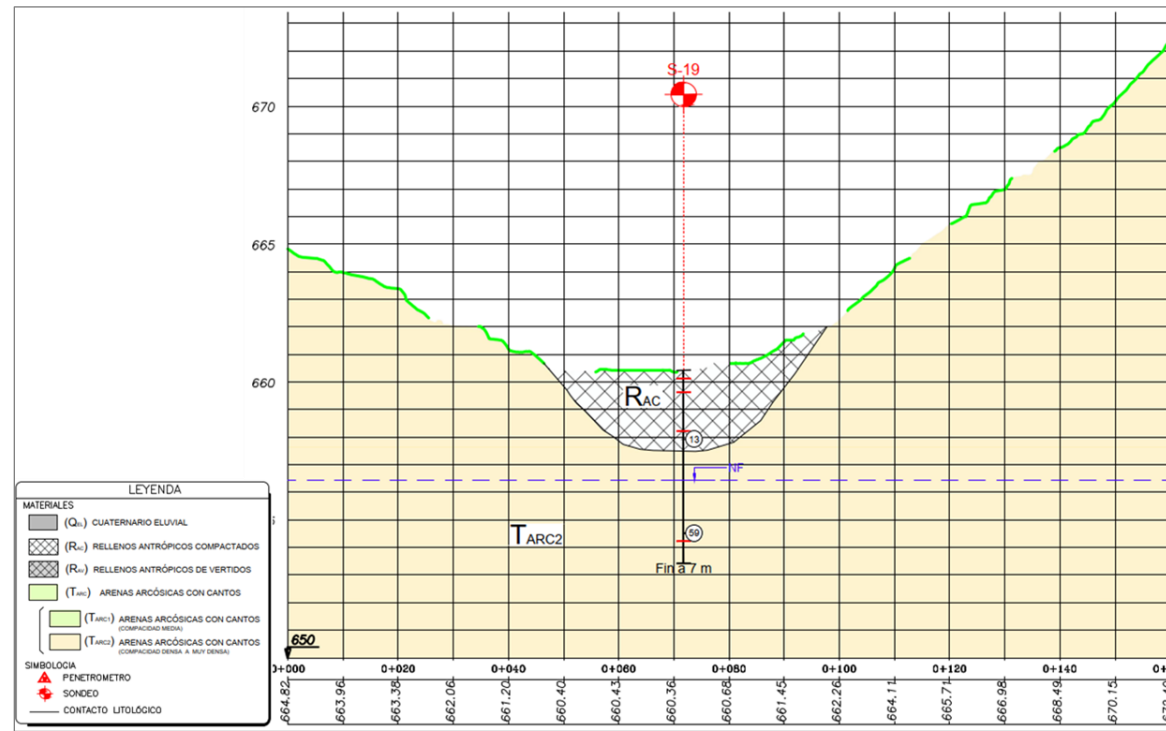


Figura 23. Perfil longitudinal Pantalla A1-16-MD-2

2.3.15.- Pantalla A1-16-MD-3

Las prospecciones realizadas para la pantalla han sido los sondeos S-20 y S-21 y el ensayo de penetración dinámica continua P-24. En los sondeos realizados, no se ha detectado el nivel freático.

Los parámetros geotécnicos obtenidos para los materiales que afectarán a la pantalla se resumen en la siguiente tabla:

Actuación	Cotas niveles		Espesor	UG	Descripción	SPT N60 (medio)	USCS	Cálculo pilote		Coeficiente de balasto horizontal Kh (KN/m ³)
	Inicio	Fin						t fuste	q punta	
A1-16-MD-3 (S-20)	0,0 m	2,6 m	2,6 m	R _{AC}	Rellenos antrópicos compactos	14		28 KN/m ²		5200 KN/m ³
	2,6 m	6,3 m	3,7 m	T _{ARC1}	Arena tosquiza	29	SC	58 KN/m ²		31500 KN/m ³
	6,3 m	10,0 m	3,7 m	T _{ARC2}	Arena tosquiza	63	SC	90 KN/m ²	600 KN/m ²	12000*(Z/0.6)

Tabla 69. Parámetros geotécnicos para la pantalla A1-16-MD-3

2.3.15.1.- Perfil litológico longitudinal

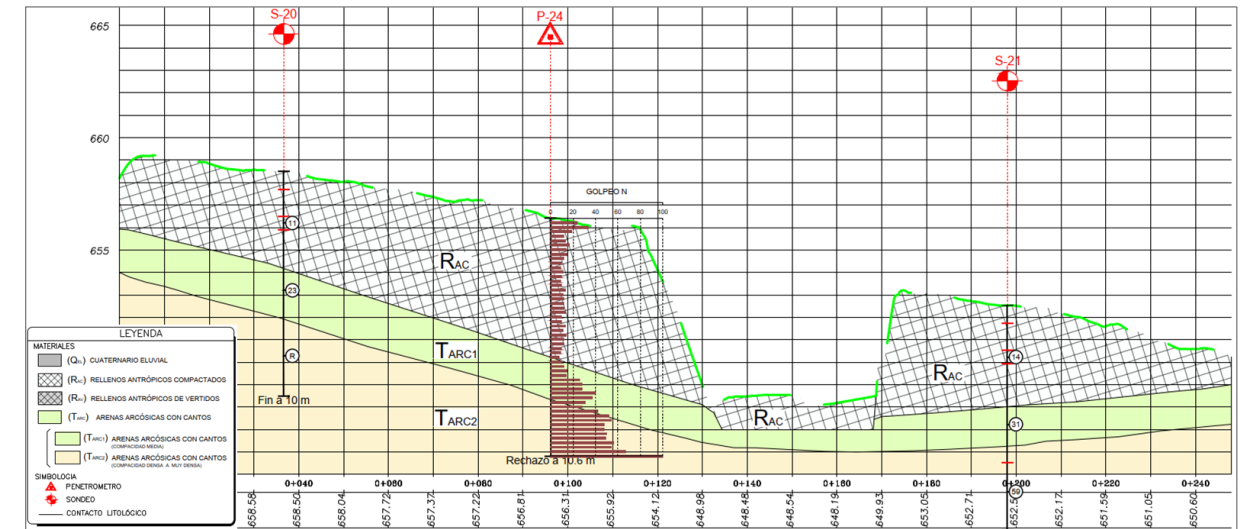


Figura 24. Perfil longitudinal Pantalla A1-16-MD-3

2.3.16.- Pantalla A1-16-MI-1

Las prospecciones realizadas para la pantalla han sido los sondeos S-9 y S-11 y el ensayo de penetración dinámica continua P-12. En el sondeo realizado, se ha detectado el nivel freático a 6,5 y 6,8 m de profundidad.

Los parámetros geotécnicos obtenidos para los materiales que afectarán a la pantalla se resumen en la siguiente tabla:

Actuación	Cotas niveles		Espesor	Cota nivel freático	UG	Descripción	SPT N60 (medio)	USCS	Cálculo pilote		Coeficiente de balasto horizontal Kh (KN/m ³)
	Inicio	Fin							t fuste	q punta	
A1-16-MI-1 (S-11)	0,0 m	2,7 m	2,7 m	6,5 m	R _{AC}	Rellenos antrópicos compactos	28	SC	56 KN/m ²	-	13500 KN/m ³
	2,7 m	10,0 m	7,3 m		T _{ARC2}	Tosca arenosa	53	CL	70 KN/m ²	600 KN/m ²	22750 KN/m ³

Tabla 70. Parámetros geotécnicos para la pantalla A1-16-MI-3

2.3.16.1.- Perfil litológico longitudinal

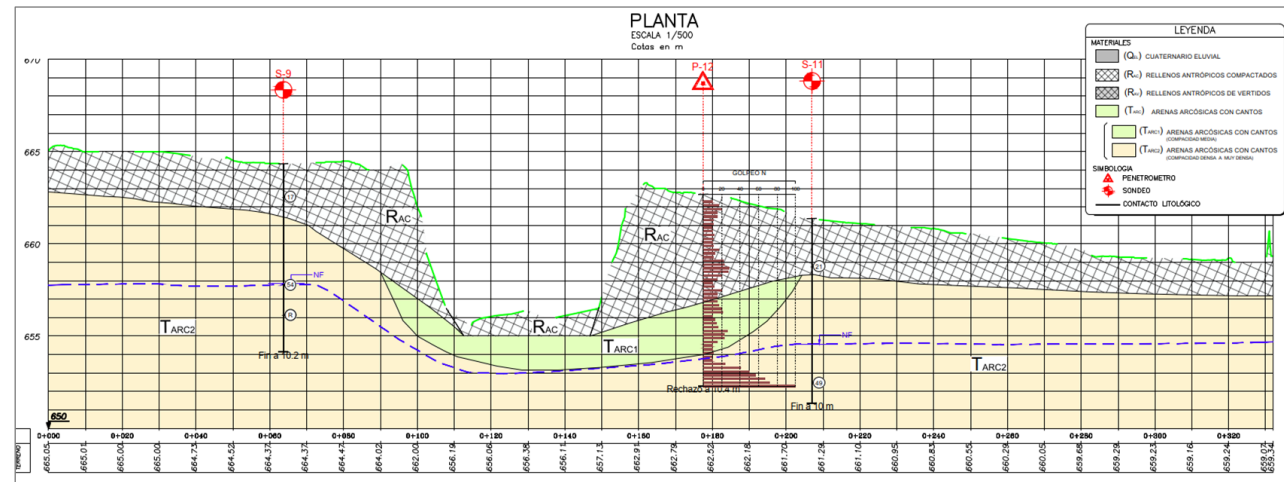


Figura 25. Perfil longitudinal Pantalla A1-16-MI-1

2.3.17.- Pantalla A1-16-MI-3

Las prospecciones realizadas para la pantalla han sido el sondeo S-18 y el ensayo de penetración dinámica continua P-21. En el sondeo realizado, no se ha detectado el nivel freático.

Los parámetros geotécnicos obtenidos para los materiales que afectarán a la pantalla se resumen en la siguiente tabla:

Actuación	Cotas niveles		Espesor	UG	Descripción	SPT N60 (medio)	USCS	Cálculo pilote		Coeficiente de balasto horizontal Kh (KN/m ³)
	Inicio	Fin						t fuste	q punta	
A1-16-MI-3 (S-18)	0,0 m	3,2 m	3,2 m	R _{AC}	Rellenos antrópicos compactos	19	-	38 KN/m ²	-	16000 KN/m ³
	3,2 m	5,8 m	2,6 m	T _{ARC2}	Arena de miga	55	SM	90 KN/m ²	600 KN/m ²	6000*(Z/0,6)

Tabla 71. Parámetros geotécnicos para la pantalla A1-16-MI-3

2.3.17.1.- Perfil litológico longitudinal

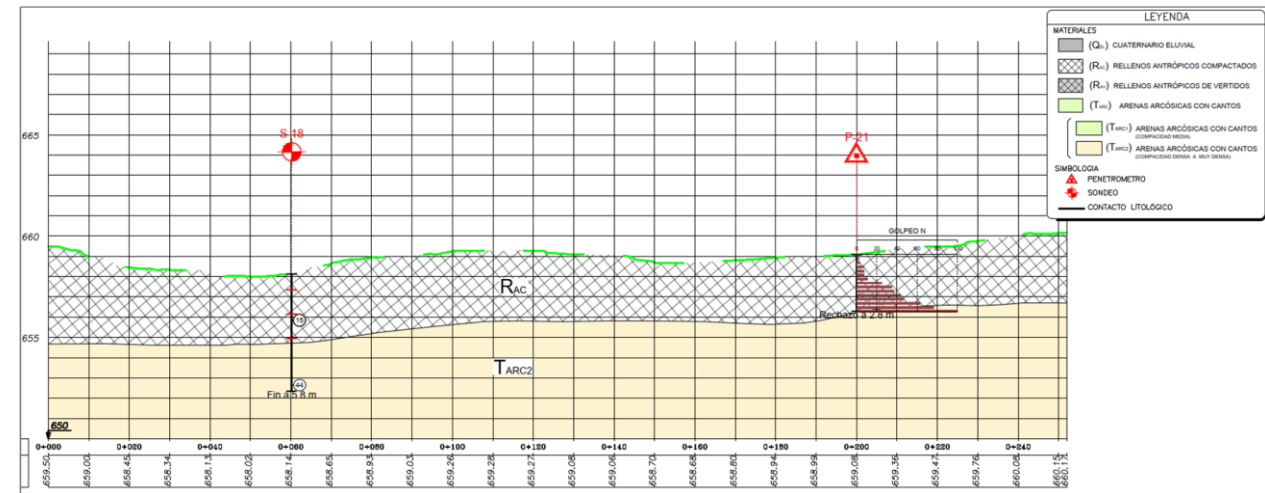


Figura 26. Perfil longitudinal Pantalla A1-16-MI-3

2.4.- PLAN DE INSTRUMENTACIÓN / AUSCULTACIÓN

En base al tipo de cimentaciones que se llevarán a cabo, se prevé la auscultación de pilotes mediante ensayos "in situ" cross-hole para la determinación de la existencia de posibles defectos en la ejecución de pilotes.

2.5.- RESUMEN Y CONCLUSIONES

Para llevar a cabo el estudio geológico-geotécnico se han completado una campaña geotécnica compuesta por los siguientes trabajos:

- 19 sondeos.
- 22 penetrómetros.
- Ensayos de laboratorio.

A partir de la información obtenida en la campaña geotécnica y de la información revisada, se definen las siguientes unidades geológico-geotécnicas en el área de estudio.

- Arenas arcósicas de Facies Madrid (Mioceno) - T_{ARC}, compuestos por materiales granulares formados por arenas cuarzo feldespáticas, de grano medio a grueso, algo limosas y/o arcillosas, de tonos marrones a amarillentos. Esta unidad se ha dividido en función de su compacidad en: arenas de compacidad media (T_{ARC1}) y arenas de compacidad densa a muy densa (T_{ARC2}).

- Rellenos antrópicos compactos (Cuaternario) - T_{AC}, se corresponden a terraplenes de las vías de comunicación afectadas o zonas urbanizadas que se hayan correctamente compactado por ello, presentan una granulometría y naturaleza controlada.
- Rellenos antrópicos vertidos (Cuaternario) - T_{AV}, se trata de acopios de material sin compactar, heterogéneos. Pueden incluir escombros (madera, ladrillo, ferralla, plásticos, etc.).
- Depósitos eluviales (Cuaternario) - Q_{EL}, constituidos por materiales finos y de colores oscuros recubriendo una arena de tipo medio-grueso y gravilla con bastantes finos, resultado de la alteración del sustrato terciarios.

Se ha detectado el nivel freático en la zona de la traza en los sondeos S-8, S-9, S-10, S-11, S-19 y S-22, que oscila de 4 a 8 m de profundidad medido desde el inicio de los ensayos entre los días 18 y 27 de abril de 2023. Las pantallas que podrían verse afectadas por el nivel freático son: A1-14.25-MD-2 (2), A1-16-MD-1 (1), A1-16-MD-2 y A1-16-MI-4 (1).

El contenido en sulfatos solubles para muestras de suelo ensayadas no presenta agresividad al hormigón, sin embargo, no se han realizado ensayos de Acidez Bauman-Gully. Del mismo modo, se han tomado dos (2) muestras de agua próximos a las pantallas A1-16-MD-1 (1) y A1-16-MD-2 en sondeos (S-10 y S-19 respectivamente) que no presentan agresividad al hormigón.

Se exponen las metodologías de análisis de las cimentaciones que se podrán definir para la construcción de cada una de las pantallas y se detallan las recomendaciones de cimentaciones profundas.

3.- APÉNDICES.

3.1.- PLANOS DE PLANTA Y ENSAYOS DE LABORATORIO

Los planos de planta y perfil geológico-geotécnico se incluyen en el Anejo nº 12, así como los registros de prospecciones y ensayos de laboratorio realizados.