

ANEJO 4

GEOLOGÍA Y GEOTECNIA

Estudio básico del nuevo ramal ferroviario en la línea C3 de cercanías entre el P.K. 78+000 de la línea 310 Utiel-Valencia F.S.L. y el Centro Comercial Bonaire (T.M. de Aldaya, Valencia)

Álvaro Ibáñez Cerrillo

ÍNDICE

1.	INTRODUCCIÓN	5
2.	FUENTES DE INFORMACIÓN.....	5
3.	GEOLOGÍA	6
3.1	Hidrogeología	7
3.2	Geomorfología	7
4.	GEOTECNIA.....	8
4.1	Trabajos de campo	8
4.1.1	Sondeos mecánicos	8
4.1.2	Penetraciones dinámicas	8
4.1.3	Ensayos in-situ y toma de muestras.....	8
4.2	Trabajos de laboratorio.....	10
4.3	Caracterización del terreno.....	10
4.4	Conclusión	15
	ANEXO 1	17
	ANEXO 2	22

Índice de figuras

Figura 1. Mapa de situación de las zonas de estudio geotécnico. (Fuente: Visor cartográfico de la GVA y elaboración propia)	5
Figura 2. Mapa geológico del área de estudio. (Fuente: Hoja 722-MAGNA 50 IGME y elaboración propia)	6
Figura 3. Fotografía de un corte del terreno tomada durante una visita de campo. (Fuente: Elaboración propia)	7
Figura 4. Mapa de situación de las zonas de estudio geotécnico. (Fuente: Visor cartográfico de la GVA y elaboración propia)	17
Figura 5. Cuadro resumen de la columna estratigráfica correspondiente al sondeo S-1. (Fuente: Estudio geotécnico zona de estudio 1.).....	18
Figura 6. Cuadro resumen de la columna estratigráfica correspondiente al sondeo S-2. (Fuente: Estudio geotécnico zona de estudio 1.).....	19
Figura 7. Cuadro resumen de la columna estratigráfica correspondiente al sondeo SR-1. (Fuente: Estudio geotécnico zona de estudio 2.).....	20
Figura 8. Cuadro resumen de la columna estratigráfica correspondiente al sondeo SR-2. (Fuente: Estudio geotécnico zona de estudio 2.).....	21
Figura 9. Columnas ordenadas del sondeo S-1 (Fuente: Estudio geotécnico zona de estudio 1.).....	22
Figura 10. Columnas ordenadas del sondeo S-1 (Fuente: Estudio geotécnico zona de estudio 1.).....	23
Figura 11. Columnas ordenadas del sondeo S-2 e imágenes de campo (Fuente: Estudio geotécnico zona de estudio 1.).....	24
Figura 12. Columnas ordenadas del sondeo S-2 (Fuente: Estudio geotécnico zona de estudio 1.).....	25
Figura 13. Columnas ordenadas del sondeo S-2 e imágenes de campo (Fuente: Estudio geotécnico zona de estudio 1.).....	26
Figura 14. Imágenes de campo (Fuente: Estudio geotécnico zona de estudio 1.).....	27
Figura 15. Columnas ordenadas del sondeo SR-1. (Fuente: Estudio geotécnico zona de estudio 2.).....	28
Figura 16. Columnas ordenadas del sondeo SR-1 y SR-2. (Fuente: Estudio geotécnico zona de estudio 2.)	29
Figura 17. Columnas ordenadas del sondeo SR-2. (Fuente: Estudio geotécnico zona de estudio 2.).....	30
Figura 18. Columnas ordenadas del sondeo SR-2 e imágenes de campo. (Fuente: Estudio geotécnico zona de estudio 2.)	31
Figura 19. Imagen de campo. (Fuente: Estudio geotécnico zona de estudio 2.)	32

Índice de tablas

Tabla 1. Profundidad, tipo y nº de golpes N30 de las diferentes muestras obtenidas del sondeo 1 de la zona de estudio 1. (Fuente: Estudio geotécnico zona de estudio 1)	9
Tabla 2. Profundidad, tipo y nº de golpes N30 de las diferentes muestras obtenidas del sondeo 2 de la zona de estudio 1. (Fuente: Estudio geotécnico zona de estudio 1)	9
Tabla 3. Profundidad, tipo y nº de golpes N30 de las diferentes muestras obtenidas del sondeo 1 de la zona de estudio 2. (Fuente: Estudio geotécnico zona de estudio 2)	9
Tabla 4. Profundidad, tipo y nº de golpes N30 de las diferentes muestras obtenidas del sondeo 2 de la zona de estudio 2. (Fuente: Estudio geotécnico zona de estudio 2)	10
Tabla 5. Resultados de los ensayos de laboratorio de varias muestras del nivel 2 de la zona de estudio 1. (Fuente: Estudio geotécnico zona de estudio 1)	11
Tabla 6. Resultados de los ensayos de laboratorio de una muestra del nivel 4 de la zona de estudio 1. (Fuente: Estudio geotécnico zona de estudio 1)	12
Tabla 7. Resultados de los ensayos de laboratorio de una muestra del nivel 5 de la zona de estudio 1. (Fuente: Estudio geotécnico zona de estudio 1)	12
Tabla 8. Resultados de los ensayos de laboratorio de dos muestras del nivel 2 de la zona de estudio 2. (Fuente: Estudio geotécnico zona de estudio 2)	13
Tabla 9. Número de golpes N15 y N30 en muestras del nivel 3 y sondeo 1 de la zona de estudio 2 (Fuente: Estudio geotécnico zona de estudio 2)	14
Tabla 10. Número de golpes N15 y N30 en muestras del nivel 3 y sondeo 2 de la zona de estudio 2 (Fuente: Estudio geotécnico zona de estudio 2)	14
Tabla 11. Resultados de los ensayos de laboratorio de varias muestras del nivel 3 de la zona de estudio 2. (Fuente: Estudio geotécnico zona de estudio 2)	15
Tabla 12. Resultados de los ensayos de laboratorio de una muestra del nivel 4 de la zona de estudio 2. (Fuente: Estudio geotécnico zona de estudio 2)	15

1. INTRODUCCIÓN

En el Anejo 4 se va a proceder a describir la geología y geotecnia aproximadas del área de estudio por la que va a transcurrir el trazado del nuevo ramal ferroviario en la línea C3 de cercanías entre el P.K. 78+000 de la línea 310 Utiel-Valencia F.S.L. y el Centro Comercial Bonaire. Toda la información que se incluye en este anejo es menor que la que se debería especificar realmente debido a los recursos limitados al tratarse de un proyecto final de grado.

2. FUENTES DE INFORMACIÓN

Para llevar a cabo el anejo actual es necesario la recopilación de información de fuentes públicas, así como de estudios geotécnicos privados realizados para otros proyectos de obras lo más próximas a la nueva traza ferroviaria. La realización de un estudio específico para la presente infraestructura queda fuera del alcance de un proyecto final de grado. Por tanto, se considerará aproximada y válida toda la información adoptada cuyos documentos de origen se detallan a continuación:

- Hoja 722 (29-28)-Valencia del Mapa Geológico de España 1:50000 del IGME (Instituto Geológico y Minero de España).
- Hoja 56 (8-7)-Valencia del Mapa Hidrogeológico de España 1:200000 del IGME.
- Hoja 56 (8-7)-Valencia del Mapa Geotécnico de España 1:200000 del IGME.
- Estudio geotécnico realizado por la empresa *C2C Servicios Técnicos de Inspección S.L.* para el proyecto de construcción de un edificio de viviendas y garajes en la C/ Pessebret (Zona de estudio 1), en el municipio de Aldaya, Valencia.
- Estudio geotécnico realizado por la empresa *C2C Servicios Técnicos de Inspección S.L.* para el proyecto de construcción de un edificio de viviendas y garajes en la C/Major (Zona de estudio 2), perteneciente al municipio de Aldaya, Valencia.



Figura 1. Mapa de situación de las zonas de estudio geotécnico. (Fuente: Visor cartográfico de la GVA y elaboración propia)

3. GEOLOGÍA

En este apartado se va a describir la geología del área aproximada por la que discurrirá el nuevo ramal ferroviario, con datos obtenidos de las fuentes de información indicadas en el apartado anterior.

Como introducción en rasgos generales, la zona de estudio está situada sobre una dilatada llanura prelitoral, que está ocupada hacia el sureste por la Albufera y sus sedimentos asociados como los limos pardos. Por otra parte, hacia el norte y noreste predominan los limos-arcillosos y gravas de inundación del río Turia.

Los materiales que pueden ser encontrados en la zona tienen como origen estratigráfico el cuaternario, con depósitos mixtos continentales-marinos de limos de inundación arenosos grises y pardos, gravas y arenas arcillosas. Por tanto, pueden ser agrupados como rocas sedimentarias no consolidadas.

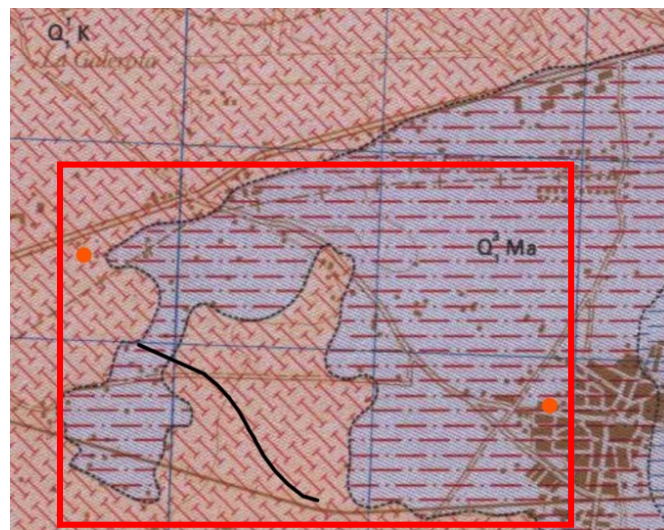


Figura 2. Mapa geológico del área de estudio. (Fuente: Hoja 722-MAGNA 50 IGME y elaboración propia)

Como se puede apreciar en la imagen anterior, los dos materiales que afloran en la traza son los siguientes:

- Q^1_K : Cuaternario pleistoceno inferior. Costra calcárea.
- Q^3_Ma : Cuaternario pleistoceno superior. Mantos de arroyada modernos. Arcillas arenosas rojas con cantos de costra.

En una visita de campo realizada a la zona, se ha podido confirmar que uno de los materiales que afloran es el Q^3_Ma , como se puede apreciar en la siguiente imagen de un corte del terreno, realizado en una excavación abandonada muy próxima al eje del futuro trazado ferroviario:



Figura 3. Fotografía de un corte del terreno tomada durante una visita de campo. (Fuente: Elaboración propia)

3.1 Hidrogeología

Toda el área de estudio pertenece a la unidad hidrogeológica 51 “Sistema acuífero Plana de Valencia”. Se trata de un acuífero libre, cuya litología en la zona de construcción de la nueva traza ferroviaria pertenece al cenozoico pliocuaternario, constituido por conglomerados y arcillas con cantos (mantos de arroyada y pie de monte); arenas gravas y limos (aluviales y terrazas), y costras calcáreas. A la hora de realizar explanaciones y excavaciones se debe tener en cuenta que los materiales anteriores son permeables y semipermeables. Ambos estudios geotécnicos tomados como fuente de información proporcionan datos de permeabilidades para varios materiales: rellenos antrópicos y suelo vegetal con $k \approx 10^{-4}$ m/s, arcillas y limos arcillosos o arenosos $k \approx 10^{-7}$ m/s, .También se indica que no ha habido presencia de agua libre en ninguna de las prospecciones efectuadas. Es por ello que se puede afirmar que el nivel freático estará por debajo de los 12 a 15 metros, que son las máximas alcanzadas en los distintos sondeos realizados.

3.2 Geomorfología

Tal y como se ha podido constatar con el visor cartográfico de la GVA, así como en la visita de campo realizada, la topografía es prácticamente horizontal con pendientes inferiores al 5 %. En el estudio geotécnico realizado por la empresa *C2C Servicios Técnicos de Inspección S.L.* para el proyecto de construcción de un edificio de viviendas y garajes en la C/ Pessebret (Aldaya, Valencia) además incluyen la siguiente afirmación: “*El área es totalmente estable, tanto naturalmente como bajo la acción del hombre*”, referida al terreno existente en el solar dónde se construirá el edificio correspondiente. Esta información debería ser contrastada para el área ocupada por la futura traza ferroviaria, ya que el terreno puede ser muy cambiante en un área pequeña.

4. GEOTECNIA

En el presente apartado del Anejo 4 se procederá a detallar el terreno existente en la traza del nuevo ramal ferroviario desde el punto de vista geotécnico, considerando como válidos y aproximados los trabajos, ensayos y resultados obtenidos en los dos estudios geotécnicos que se han tomado como fuentes de información.

4.1 Trabajos de campo

A continuación se van a numerar y describir los diferentes trabajos y estudios que se han hecho sobre el terreno en las dos zonas de estudio.

4.1.1 Sondeos mecánicos

En ambas zonas de estudio se han efectuado dos sondeos a rotación con extracción continua del testigo de perforación con una sonda TP-30. En la zona de estudio 1 (C/Pessebret, Aldaya; ver figura 1) se alcanzó una profundidad de **15 metros (S-1 y S-2)**, mayor que la de la zona de estudio 2 (C/Major, Aldaya; ver figura 1) que alcanzó **12 metros (SR-1 y SR-2)**.

Ambas perforaciones se realizaron mediante baterías simples, tipo B, y útil de corte de corona de widia, con diámetros de entre 86 y 101 mm, sin haber sido necesario el uso de tubería de revestimiento al sostenerse las paredes de estas perforaciones por si solas. Además, como ya se indicó en el apartado de Geología en ninguno de los cuatro sondeos efectuados se ha detectado agua libre, por lo que el nivel freático N.F. se encontrará por debajo de, al menos, los 12-15 metros.

4.1.2 Penetraciones dinámicas

En la zona de estudio 1 se han realizado dos penetraciones dinámicas, mientras que en la zona de estudio 2 solo se ha realizado 1. Las tres son penetraciones dinámicas superpesadas DPSH que se ejecutaron con las mismas sondas con las que se realizaron los sondeos en cada zona.

Tal y como indican ambos estudios geotécnicos: *“La penetración dinámica DPSH, según la UNE 103801/94, consiste en contabilizar el número de golpes necesarios para la penetración en el terreno de una puntaza cónica de 50 mm de diámetro, registrados en tramos de 20 cm. La energía de golpeo la proporciona una maza de 63.50 Kg, en caída libre desde 76 cm. El varillaje utilizado es macizo de 32 mm de diámetro.”*

De nuevo, en la zona de estudio 1 se ejecutaron dos con mayor profundidad (**4,20 m y 4,60 m**) que en la zona de estudio 2 (**2,71 m**). Por último, en los dos documentos empleados como fuente de información se especifica lo siguiente: *“La penetración se dio por finalizada al obtenerse el rechazo a la hincia justo antes de la profundidad indicada.”*

4.1.3 Ensayos in-situ y toma de muestras

Cuando se ejecutan sondeos para estudios geotécnicos, habitualmente se aprovecha para realizar ensayos in-situ y tomar muestras para su posterior análisis con los ensayos de laboratorio. Es el caso de los dos estudios geotécnicos tomados como fuentes de información. En la primera zona de estudio se llevaron a cabo 7 ensayos estándar de penetración (SPT),

mientras que en la segunda se realizaron 10 ensayos SPT. En cuanto a muestras, en la zona 1 se tomó una muestra inalterada de pared dura (MRG) y una muestra del testigo de perforación. En la zona 2 se extrajeron dos muestras plastificadas (MP).

La explicación del ensayo SPT indicada en ambos estudios geotécnicos es la siguiente: “Los ensayos SPT (Standard Penetration Test), según la Norma UNE 103800-92, consisten en contabilizar el número de golpes necesarios para la penetración en el terreno de una cuchara normalizada de 2" de diámetro. La energía de golpeo la proporciona una maza de 63.50 Kg., en caída libre, desde 76 cm. En suelos granulares densos o muy cementados, se utiliza una puntaza ciega de forma cónica, con lo que no se obtiene muestra.”

A continuación, se van a mostrar cuatro tablas que indican la procedencia, tipo y profundidad de las muestras que se han obtenido y los valores de golpeo N30 de los ensayos realizados en los sondeos (SPT). Las dos primeras son de la zona de estudio 1 y las dos últimas de la zona de estudio 2.

Sondeo	Profundidad (m)	Tipo	N30
1	3-3,6	SPT	37
1	3,6-3,8	Alterada	
1	6-6,35	MRG	50R
1	9-9,25	SPT	50R
1	12-12,6	SPT	31

Tabla 1. Profundidad, tipo y nº de golpes N30 de las diferentes muestras obtenidas del sondeo 1 de la zona de estudio 1. (Fuente: Estudio geotécnico zona de estudio 1)

Sondeo	Profundidad (m)	Tipo	N30
2	3-3,6	SPT	83
2	3,9-4,1	Alterada	
2	6-6,2	SPT	50R
2	9-9,4	SPT	50R
2	12-12,15	SPT	50R

Tabla 2. Profundidad, tipo y nº de golpes N30 de las diferentes muestras obtenidas del sondeo 2 de la zona de estudio 1. (Fuente: Estudio geotécnico zona de estudio 1)

Sondeo	Profundidad (m)	Tipo	N30
1	1,2-1,8	SPT	16
1	2-2,1	MP	
1	3,5-3,55	SPT	50R
1	6-6,1	SPT	50R
1	8,4-9	SPT	69
1	11,4-12	SPT	32

Tabla 3. Profundidad, tipo y nº de golpes N30 de las diferentes muestras obtenidas del sondeo 1 de la zona de estudio 2. (Fuente: Estudio geotécnico zona de estudio 2)

Sondeo	Profundidad (m)	Tipo	N30
2	1,2-1,8	SPT	18
2	1,8-2	MP	
2	3,5-3,55	SPT	50R
2	6-6,04	SPT	50R
2	9-9,07	SPT	50R
2	11,4-12	SPT	32

Tabla 4. Profundidad, tipo y nº de golpes N30 de las diferentes muestras obtenidas del sondeo 2 de la zona de estudio 2. (Fuente: Estudio geotécnico zona de estudio 2)

4.2 Trabajos de laboratorio

Como ya se indicó en el anterior punto, las muestras recogidas durante los trabajos de campo se etiquetan correctamente y se llevan a laboratorio para ser analizadas mediante ensayos. Los realizados en los dos estudios geotécnicos tomados como fuentes de información aproximada para el presente estudio básico son los siguientes:

- **Humedad natural:** (UNE 103300-93 C) se han realizado dos unidades de ensayo (dos veces, cada una en una muestra diferente) en cada estudio geotécnico analizado.
- **Densidad aparente:** (UNE 103301-94) se han realizado dos unidades de ensayo en cada estudio geotécnico.
- **Granulometría por tamizado:** (UNE 103101-95) se han realizado 6 unidades de ensayo en cada uno.
- **Límite líquido:** (UNE 103103-94) se han realizado 6 unidades en cada uno.
- **Límite plástico:** (UNE 103104-93) se han realizado 6 unidades en cada uno.
- **Compresión simple en suelos:** (UNE 103400-93) se ha ejecutado una unidad en el estudio geotécnico de la zona 1 y dos unidades en la zona de estudio 2.
- **Contenido de sulfatos solubles en suelos:** (Anejo 5, EHE) se han realizado 2 unidades en cada estudio geotécnico.

4.3 Caracterización del terreno

• Zona de estudio 1

- Nivel 1: Rellenos antrópicos y suelo vegetal

Las profundidades dónde se han prospectado los citados materiales van desde 0 hasta 1 metros aproximadamente.

El estudio geotécnico de la zona de estudio 1 indica los siguientes datos importantes: *“Los valores de golpeo obtenidos en la penetración dinámica PD-1, indican una compacidad media-densa para los rellenos superficiales, que seguramente habrán sido compactados de alguna forma, y una compacidad media-firme para el suelo vegetal arcilloso probablemente atravesado en la penetración dinámica PD-2, mostrando una cierta consolidación todos los materiales, al menos en las zonas donde se realizaron los ensayos.”*

Estos materiales deberán ser excavados y retirados, con medios mecánicos habituales, apoyando la plataforma en el siguiente nivel ya que tiene mayor consistencia.

Los parámetros geotécnicos que han sido estimados para los materiales de este nivel son los siguientes:

Densidad: 1.70 t/m³

Cohesión 0.01: kp/cm²

Angulo de rozamiento: 16 °

■ Nivel 2: Limos arenosos-arcillosos con niveles de carbonatos

Los materiales del presente nivel se han encontrado a diversas profundidades: desde los 1,1 hasta los 4,4 metros, desde los 7,5 hasta los 9 metros y desde los 12 hasta los 13 metros, todos ellos de forma aproximada.

Los valores de golpeo (N₃₀) que han sido obtenidos en los dos sondeos realizados en esta zona 1 son de 37 golpes para el primero de ellos y de 83 golpes para el segundo. Es por ello que estos materiales presentan compacidades densas o muy densas, con algún nivel de compacidad media.

Los resultados de los ensayos de laboratorio ejecutados para el estudio geotécnico de la zona de estudio 1 en los materiales del nivel 2 son los siguientes:

Prospección	Cota muestra (m)	S.U.C.S.	#0,08 (%)	wl	I.P.	W%	γ _d (T/m ³)	qu (kp/cm ²)	mg SO ₄ 2- /kg s.s.
S1	3-3,6	ML	78,4	27,3	3,5				186,97
S1	3,6-3,8					11,4	1,91		
S2	3-3,6	GM	17,3	N.P.	N.P.	N.P.			
S2	3,6-4,1					5.6	2,09		

Tabla 5. Resultados de los ensayos de laboratorio de varias muestras del nivel 2 de la zona de estudio 1. (Fuente: Estudio geotécnico zona de estudio 1)

Tal y como indica el estudio geotécnico empleado como fuente de información: “Se descarta el riesgo de colapso de estos materiales de acuerdo con el criterio de colapsabilidad de Gibbs. No son materiales agresivos con el hormigón.” Estos datos son de interés a la hora de realizar excavaciones y obras de fábrica como la del paso inferior planificado en el presente estudio básico.

Los parámetros geotécnicos que han sido estimados para los materiales de este nivel son los siguientes:

Densidad: 2.15 t/m³

Cohesión: 0.50 kp/cm²

Angulo de rozamiento: 30 °

▪ Nivel 3: Costra calcárea y conglomerado

También se ha encontrado en varias profundidades: 4,4-5,4 m, 9-10 m y 13-14, todo ello aproximado.

La compacidad de estos materiales es muy densa ya que se da el rechazo de la hincia en los ensayos SPT.

▪ Nivel 4: Arcillas limosas y arenosas

Prospectados a profundidades con intervalos aproximados de 6-6,5 m y de 14-15 m, su valor de resistencia a compresión simple indica que los materiales existentes en él presentan una compacidad muy densa, al alcanzar valores de rechazo. Al igual que en el nivel 2, se ha descartado en el estudio el riesgo de colapso de acuerdo con el criterio de colapsabilidad de Gibbs, y además no presentarán expansividad.

Los resultados de los ensayos de laboratorio ejecutados en los materiales del nivel 4 son los siguientes:

Prospección	Cota muestra (m)	S.U.C.S.	#0,08 (%)	wl	I.P.	W%	γ_d (T/m ³)	qu (kp/cm ²)	mg SO ₄ 2- /kg s.s.
S1	6-6,35	CL	86,1	31	13,3	14,64	1,82	2,16	

Tabla 6. Resultados de los ensayos de laboratorio de una muestra del nivel 4 de la zona de estudio 1. (Fuente: Estudio geotécnico zona de estudio 1)

Los parámetros geotécnicos que han sido estimados para los materiales de este nivel son los siguientes:

Densidad: 2.09 t/m³

Cohesión: 0.8 kp/cm²

Angulo de rozamiento: 18º

▪ Nivel 5: Gravas calcáreas con arenas limosas

Encontrados a profundidades de 6,5 a 7,5 m y de 10 a 13 m aproximadamente, se trata de materiales granulares gruesos de compacidad muy densa ya que se han alcanzado valores de rechazo en los ensayos SPT.

Los resultados de los ensayos de laboratorio ejecutados en los materiales del nivel 5 son los siguientes:

Prospección	Cota muestra (m)	S.U.C.S.	#0,08 (%)	wl	I.P.	W%	γ_d (T/m ³)	qu (kp/cm ²)	mg SO ₄ 2- /kg s.s.
S1	12-12,1	GW	7,7	N.P.	N.P.				

Tabla 7. Resultados de los ensayos de laboratorio de una muestra del nivel 5 de la zona de estudio 1. (Fuente: Estudio geotécnico zona de estudio 1)

• **Zona de estudio 2**

▪ Nivel 1: Rellenos antrópicos y suelo edáfico (arcillo-arenoso)

Las profundidades dónde se han prospectado superficialmente los citados materiales van desde 0 hasta 1 metros.

El estudio geotécnico de la zona de estudio 2 indica los siguientes datos importantes: *“Los valores de golpeo obtenidos en la penetración dinámica PD-1, indican una compacidad media para los rellenos superficiales, que seguramente habrían sido compactados de alguna forma, y una compacidad media para el suelo vegetal arcillo-arenoso, mostrando una cierta consolidación de los materiales, al menos en la zona donde se realizó el ensayo.”*

Estos materiales deberán ser excavados y retirados, con medios mecánicos habituales, apoyando la plataforma en el siguiente nivel ya que tiene mayor consistencia.

Los parámetros geotécnicos que han sido estimados para los materiales de este nivel son los siguientes:

Densidad: 1.70 t/m³

Cohesión: 0.2 kp/cm²

Angulo de rozamiento: 16 °

▪ Nivel 2: Arcillas limo-arenosas

Las profundidades dónde se han prospectado los citados materiales van desde 1 hasta 3,2 metros, aproximadamente.

Los valores de golpeo N₁₅ que han sido obtenidos en los dos sondeos realizados en esta zona 1 son de 6,8 y 8 golpes para el primero de ellos y de 7,8 y 10 golpes para el segundo. Por otra parte los valores N₃₀ han sido de 16 para el sondeo 1 y de 18 para el sondeo 2. Por todo ello, se puede afirmar que los materiales de este nivel presentan compacidades firmes.

Los resultados de los ensayos de laboratorio ejecutados en los materiales del nivel 2 son los siguientes:

Prospección	Cota muestra (m)	S.U.C.S.	#0,08 (%)	wl	I.P.	W%	γ _d (T/m ³)	qu (kp/cm ²)	mg SO ₄ 2-/kg s.s.	γ (T/m ³)
S1	2-2,1	CL-ML	59,6	24,3	6,3	11,65	1,87	0,91	537,46	2,08
S2	1,8-2	CL	66,5	30,1	9,9	14,87	1,76	1,28	573,27	2,03

Tabla 8. Resultados de los ensayos de laboratorio de dos muestras del nivel 2 de la zona de estudio 2. (Fuente: Estudio geotécnico zona de estudio 2)

Tal y como indica el estudio geotécnico empleado como fuente de información: *“Se descarta el riesgo de colapso de estos materiales de acuerdo*

con el criterio de colapsabilidad de Gibbs, al igual que el de expansividad según Oteo. Son materiales no agresivos al hormigón.” Estos datos son de importancia a la hora de realizar excavaciones y obras de fábrica como la del paso inferior planificado para el presente estudio básico.

Los parámetros geotécnicos que han sido estimados para los materiales de este nivel son los siguientes:

Densidad: 2.05 t/m³

Cohesión: 0.5 kp/cm²

Angulo de rozamiento: 29°

■ Nivel 3: Gravas densas-muy densas con arenas limosas

Los materiales del presente nivel se han encontrado a diversas profundidades: desde los 3 hasta los 7,5 metros y desde los 10 hasta los 12 metros, aproximadamente.

Las tablas a continuación muestran los valores de golpeo N₁₅ y N₃₀ obtenidos en los ensayos SPT:

Sondeo	Profundidad (m)	N15	N30	Compacidad
1	3,5-3,55	50R	50R	Muy densa
1	6-6,1	50R	50R	Muy densa
1	11,4-12	14-18-14	32	Densa

Tabla 9. Número de golpes N15 y N30 en muestras del nivel 3 y sondeo 1 de la zona de estudio 2 (Fuente: Estudio geotécnico zona de estudio 2)

Sondeo	Profundidad (m)	N15	N30	Compacidad
2	3,5-3,55	50R	50R	Muy densa
2	6-6,04	50R	50R	Muy densa
2	11,4-12	30-25-7	32	Densa

Tabla 10. Número de golpes N15 y N30 en muestras del nivel 3 y sondeo 2 de la zona de estudio 2 (Fuente: Estudio geotécnico zona de estudio 2)

Los datos de las tablas anteriores revelan que los materiales del nivel 3 presentan una compacidad muy densa al alcanzarse el rechazo a la hincia. Además, el estudio geotécnico de la zona de estudio 2 revela que estos materiales han sido encontrados hasta el final de todas las prospecciones, teniendo un gran espesor y homogeneidad.

Los resultados de los ensayos de laboratorio ejecutados en los materiales del nivel 3 son los siguientes:

Prospección	Cota muestra (m)	S.U.C.S.	#0,08 (%)	wl	I.P.	W%	γ _d (T/m ³)	qu (kp/cm ²)	mg SO ₄ 2-/kg s.s.	γ (T/m ³)
S1	6-6,1	GP-GM	10,7	N.P.	N.P.					
S2	3,5-3,55	GM	17,2	N.P.	N.P.					
S2	11,4-12	GM	18,8	18,1	3,9	3,6	2,18			2,26

Tabla 11. Resultados de los ensayos de laboratorio de varias muestras del nivel 3 de la zona de estudio 2. (Fuente: Estudio geotécnico zona de estudio 2)

Los parámetros geotécnicos que han sido estimados para los materiales de este nivel son los siguientes:

Densidad: 2.20 t/m³

Cohesión: 0 kp/cm²

Angulo de rozamiento: 35°

▪ Nivel 4: Limos con arenas

Las profundidades dónde se han prospectado los citados materiales van desde 7 hasta 10,2 metros.

Los valores de golpeo N₁₅ que han sido obtenidos en los dos sondeos realizados en esta zona 1 son de 16, 21 y 48 para el primero de ellos y de rechazo para el segundo. Por otra parte los valores N₃₀ han sido de 69 para el sondeo 1 y de rechazo para el sondeo 2. Por todo ello, se puede afirmar que los materiales de este nivel presentan compacidades muy densas.

Los resultados de los ensayos de laboratorio ejecutados en los materiales del nivel 4 son los siguientes:

Prospección	Cota muestra (m)	S.U.C.S.	#0,08 (%)	wl	I.P.	W%	γ _d (T/m ³)	qu (kp/cm ²)	mg SO ₄ 2-/kg s.s.	γ (T/m ³)
S1	8,4-9	ML	71,2	N.P.	N.P.	7,8	1,95			2,11

Tabla 12. Resultados de los ensayos de laboratorio de una muestra del nivel 4 de la zona de estudio 2. (Fuente: Estudio geotécnico zona de estudio 2)

Asimismo, los parámetros geotécnicos que han sido estimados para los materiales de este nivel son los siguientes:

Densidad: 2.10 t/m³

Cohesión: 0 kp/cm²

Angulo de rozamiento: 33°

4.4 Conclusión

Como ya se ha indicado y citado en numerosas ocasiones a lo largo del anejo actual, toda la información reflejada en él ha sido obtenida de dos estudios geotécnicos cercanos (indicados en el apartado 2), entre 500 y 1000 metros de distancia, denominándose el área del primero

zona de estudio 1, y zona de estudio 2 para el área del segundo. También los mapas del IGME indicados en el apartado 2 han servido de referencia para elaborar dicho documento.

Hay que destacar que si se realiza un estudio o proyecto del nuevo trazado ferroviario al C.C. Bonaire con mayor extensión, es necesaria la elaboración de una campaña geotécnica específica para lograr mayor detalle en todas las características descritas en este anejo, además de asegurar que el terreno exacto por el que discurre la traza no presente problemas importantes.

ANEXO 1

Para finalizar el Anejo 4 de Geología y Geotecnia, se van a incluir dos anexos que corresponden con los anejos II y VI de los estudios geotécnicos tomados como fuentes de información para el presente estudio básico. Ambos se han incluido para reflejar la información con mayor detalle y mostrar el trabajo que se debe ejecutar en un estudio o proyecto más avanzado que el actual.

En primer lugar, el Anexo 1 muestra los cuadros resumen de las diferentes columnas estratigráficas de los sondeos realizados, indicando las profundidades alcanzadas y la descripción visual de los distintos niveles. Además, en los correspondientes a la zona de estudio 1 se incluyen los resultados de los ensayos de laboratorio efectuados.



Figura 4. Mapa de situación de las zonas de estudio geotécnico. (Fuente: Visor cartográfico de la GVA y elaboración propia)

Zona de estudio 1

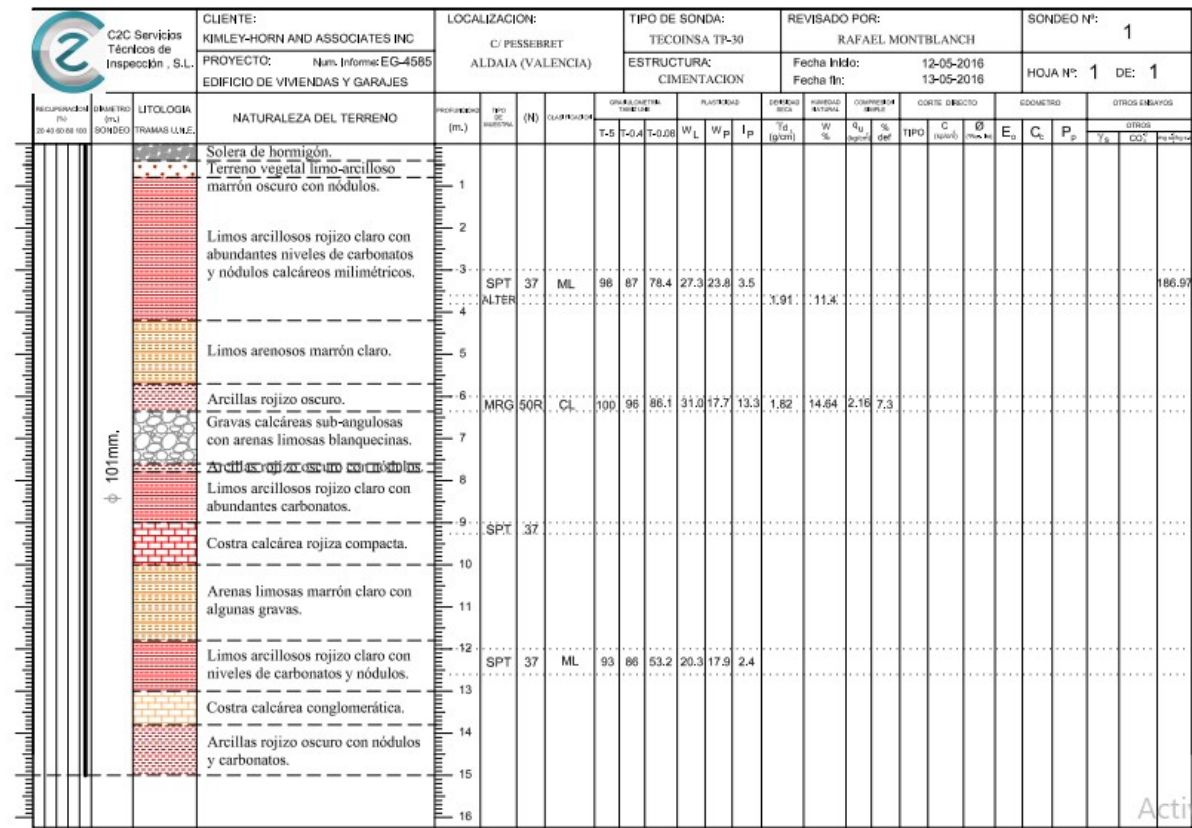


Figura 5. Cuadro resumen de la columna estratigráfica correspondiente al sondeo S-1. (Fuente: Estudio geotécnico zona de estudio 1.)

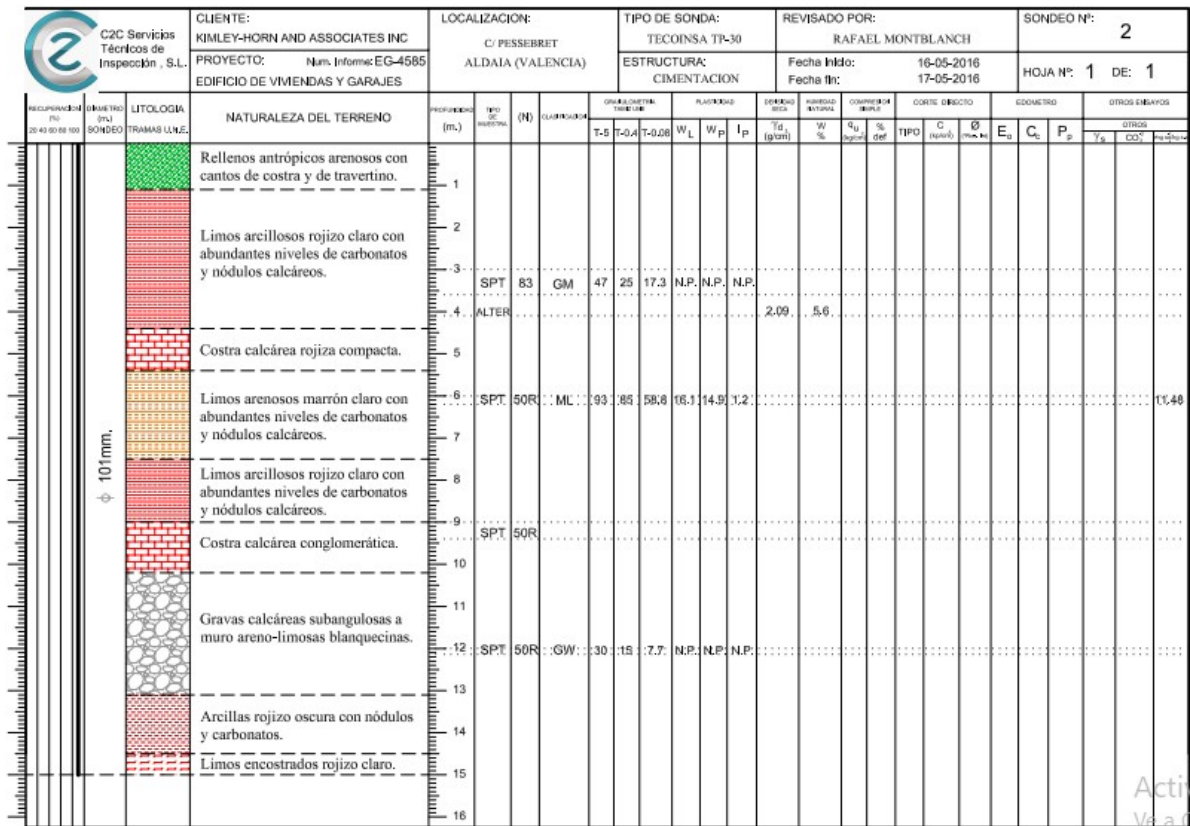


Figura 6. Cuadro resumen de la columna estratigráfica correspondiente al sondeo S-2. (Fuente: Estudio geotécnico zona de estudio 1.)

Estudio básico del nuevo ramal ferroviario en la línea C3 de cercanías entre el P.K. 78+000 de la línea 310 Utiel-Valencia F.S.L. y el Centro Comercial Bonaire (T.M. de Aldaya, Valencia)

Zona de estudio 2

OBRA: EDIFICIO DE 7 VIVIENDAS EM PLANTAS ALTAS Y GARAJE										SONDEO: SR - 1	
C/ MAJOR, 64-ALBAIDA-VALENCIA										HOJA 1 DE 1	
PETICIONARIO: INVERSIONES ALMADARA, S.L.										FECHA COMIENZO 13/02/2019 (10:00)	
										FECHA FINALIZ. : 14/02/2019 (11:00)	
N.º	COTA (m)		LITOLÓGICA	ENSAYOS DE CAMPO						N ₆₀	DESCRIPCIÓN ESTRATIGRÁFICA
	REL.	COTA		TIPO	GOLPEO						
					15	15	15	15			
		0,0									RELLENO ARENOSO CON CANTOS
		-0,5		-0,30							
		-1,0		-0,90							T.V. ARCILLO-ARENOSO OSCURO
		-1,5			SPT (-1,20;-1,80)	6	8	8	10	16	ARCILLAS LIMOARENOSAS ANARANJADAS CON NÓDULOS
		-2,0			M.P (-2,00;-2,10)						
		-2,5									
		-3,0		-3,20							
		-3,5			SPT (-3,50;-3,55)	50R	-	-	-	-	
		-4,0									GRAVAS CALCÁREAS CEMENTADAS SUBANGULOSAS EN MATRIZ DE RELLENO ARENOLIMOSA BLANQUECINA
		-4,5									
		-5,0									
		-5,5									
		-6,0			SPT (-6,00;-6,10)	50R	-	-	-	-	
		-6,5									LIMOS MARRÓN CLARO CON ARENAS SUBNIVELES INTERCALADOS ENCOSTRADOS
		-7,0									
		-7,5									
		-8,0		-8,40	SPT (-8,40;-9,00)	16	21	48	27	69	
		-8,5									
		-9,0									GRAVAS CALCÁREAS DUBREDONDEADAS EN M.R. ARENOSA MARRÓN CLARO
		-9,5									
		-10,0		-9,90							
		-10,5									
		-11,0			SPT (-11,40;-12,00)	14	18	14	13	32	
		-11,5									
		-12,0									
FIN DEL SONDEO											

Figura 7. Cuadro resumen de la columna estratigráfica correspondiente al sondeo SR-1. (Fuente: Estudio geotécnico zona de estudio 2.)

Estudio básico del nuevo ramal ferroviario en la línea C3 de cercanías entre el P.K. 78+000 de la línea 310 Utiel-Valencia F.S.L. y el Centro Comercial Bonaire (T.M. de Aldaya, Valencia)

OBRA: EDIFICIO DE 7 VIVIENDAS EM PLANTAS ALTAS Y GARAJE C/ MAJOR, 64-ALBAIDA-VALENCIA						SONDEO: SR - 2 HOJA 1 DE 1					
PETICIONARIO: INVERSIONES ALMADARA, S.L.						FECHA COMIENZO 14/02/2019 (12:00) FECHA FINALIZ. : 15/02/2019 (12:00)					
N.º	COTA (m)		LITOLÓGICA	ENSAYOS DE CAMPO						N ₆₀	DESCRIPCIÓN ESTRATIGRÁFICA
	REL.	COTA		TIPO	GOLPEO						
					15	15	15	15			
	0,0									RELLENO ARENOSO CON ESCOMBROS	
	-0,5			-0,30							
	-1,0			-0,80							T.V. ARCILLO-ARENOSO OSCURO
	-1,5			-1,20	SPT (-1,20.-1,80)	7	8	10	-	18	ARCILLAS ARENOSAS ANARANJADAS CON NÓDULOS
	-2,0			-1,80	M.P (-1,80.-2,00)						
	-2,5										
	-3,0			-2,80							
	-3,5										GRAVAS CALCÁREAS CEMENTADAS SUBANGULOSAS EN M.R ARENOLIMOSA BLANQUECINA
	-4,0										
	-4,5			-4,60							COSTRA CALCÁREA
	-5,0										GRAVAS CALCÁREAS CEMENTADAS SUBREDONDEADAS EN MATRIZ DE RELLENO MARRÓN CLARO
	-5,5										
	-6,0										
	-6,5										
	-7,0										
	-7,5										
	-8,0										COSTRA CALCÁREA
	-8,5										LIMOS ARENOSOS MARRÓN CLARO SUBNIVELES INTERCALADOS ENCOSTRADOS
	-9,0										
	-9,5										
	-10,0										
	-10,5										GRAVAS CALCÁREAS DUBREDONDEADAS EN M.R. ARENOSA MARRÓN CLARO
	-11,0										
	-11,5										
	-12,0										
FIN DEL SONDEO											

Figura 8. Cuadro resumen de la columna estratigráfica correspondiente al sondeo SR-2. (Fuente: Estudio geotécnico zona de estudio 2.)

ANEXO 2

Por último, este segundo anexo incluye un reportaje fotográfico, ejecutado por la empresa encargada de realizar los estudios geotécnicos en cuestión, de las columnas de sondeo ordenadas de menor a mayor profundidad, además de imágenes tomadas en las zonas de estudio durante los trabajos.

Zona de estudio 1

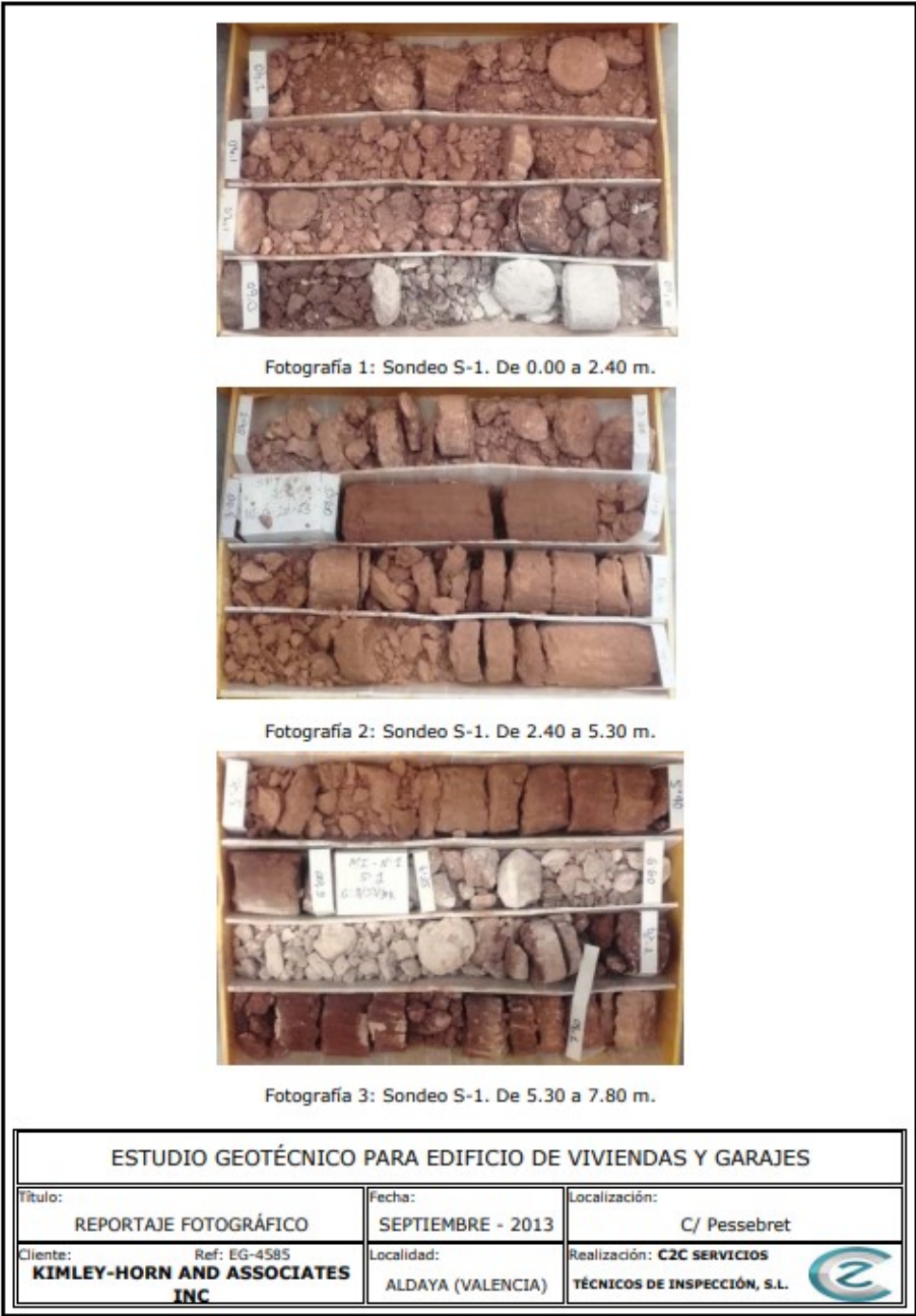


Figura 9. Columnas ordenadas del sondeo S-1 (Fuente: Estudio geotécnico zona de estudio 1.)

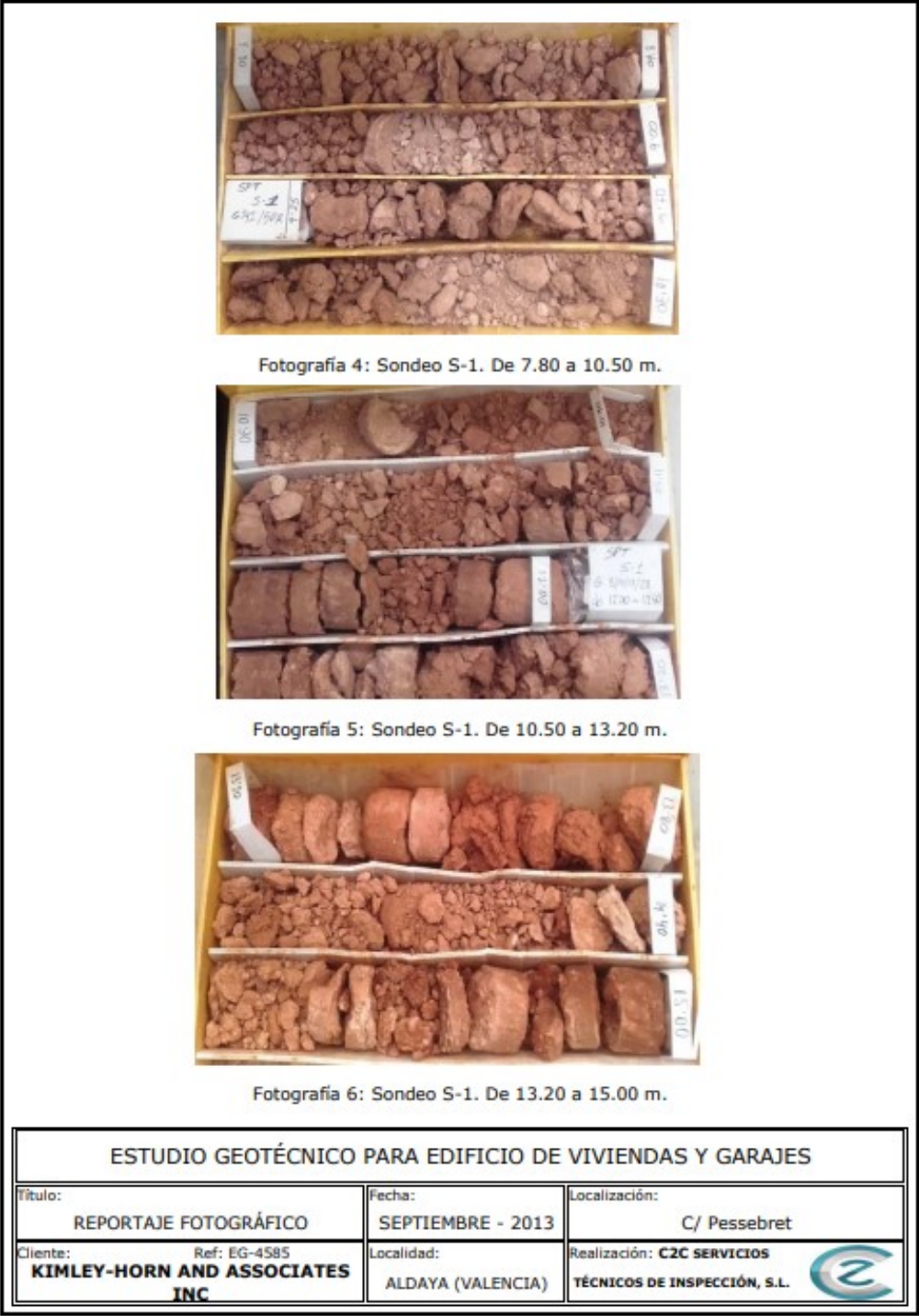


Figura 10. Columnas ordenadas del sondeo S-1 (Fuente: Estudio geotécnico zona de estudio 1.)



Fotografía 7: Vista de la sonda durante la realización del Sondeo S-2.



Fotografía 8: Sondeo S-2. De 0.00 a 2.40 m.



Fotografía 9: Sondeo S-2. De 2.40 a 5.30 m.

ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA EDIFICIO DE VIVIENDAS Y GARAJES		
Título: REPORTAJE FOTOGRÁFICO	Fecha: SEPTIEMBRE - 2013	Localización: C/ Pessebret
Cliente: KIMLEY-HORN AND ASSOCIATES INC	Ref: EG-4585 Localidad: ALDAYA (VALENCIA)	Realización: C2C SERVICIOS TÉCNICOS DE INSPECCIÓN, S.L.

Figura 11. Columnas ordenadas del sondeo S-2 e imágenes de campo (Fuente: Estudio geotécnico zona de estudio 1.)



Fotografía 10: Sondeo S-2. De 5.30 a 7.80 m.



Fotografía 11: Sondeo S-2. De 7.80 a 10.50 m.



Fotografía 12: Sondeo S-2. De 10.50 a 12.90 m.

ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA EDIFICIO DE VIVIENDAS Y GARAJES		
Título: REPORTAJE FOTOGRÁFICO	Fecha: SEPTIEMBRE - 2013	Localización: C/ Pessebret
Cliente: KIMLEY-HORN AND ASSOCIATES INC	Localidad: ALDAYA (VALENCIA)	Realización: C2C SERVICIOS TÉCNICOS DE INSPECCIÓN, S.L.

Figura 12. Columnas ordenadas del sondeo S-2 (Fuente: Estudio geotécnico zona de estudio 1.)



Fotografía 13: Sondeo S-2. De 12.90 a 15.00 m.



Fotografía 14: Vista del punto donde se realizó la penetración PD-1.



Fotografía 15: Vista del punto donde se realizó la penetración PD-2

ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA EDIFICIO DE VIVIENDAS Y GARAJES			
Título:	REPORTAJE FOTOGRÁFICO	Fecha:	SEPTIEMBRE - 2013
Localización:	C/ Pessebret	Realización:	C2C SERVICIOS
Cliente:	Ref: EG-4585 KIMLEY-HORN AND ASSOCIATES INC	Localidad:	ALDAYA (VALENCIA)
		TÉCNICOS DE INSPECCIÓN, S.L.	

Figura 13. Columnas ordenadas del sondeo S-2 e imágenes de campo (Fuente: Estudio geotécnico zona de estudio 1.)



Fotografía 16: Vista del punto donde se realizó el sondeo S-1.



Fotografía 17: Vista del solar.

ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA EDIFICIO DE VIVIENDAS Y GARAJES		
Título: REPORTAJE FOTOGRÁFICO	Fecha: SEPTIEMBRE - 2013	Localización: C/ Pessebret
Cliente: KIMLEY-HORN AND ASSOCIATES INC	Ref: EG-4585 Localidad: ALDAYA (VALENCIA)	Realización: CIC SERVICIOS TÉCNICOS DE INSPECCIÓN, S.L.

Figura 14. Imágenes de campo (Fuente: Estudio geotécnico zona de estudio 1.)

Zona de estudio 2



Fotografía 1: Sondeo S-1. De 0.00 a 2.90 m



Fotografía 2: Sondeo S-1. De 2.40 a 5.20 m



Fotografía 3: Sondeo S-1. De 5.20 a 7.60 m

EDIFICIO DE 7 VIVIENDAS EN PLANTAS ALTAS Y GARAJE EN PLANTA BAJA		
Título:	Fecha:	Localización:
REPORTAJE FOTOGRÁFICO	FEBRERO 2019	C/ MAYOR, 64-ALDAIA-VALENCIA
Cliente:	Localidad:	Realización:
Ref 1053/19 INVERSORES ALMADARA, S.L.	ALDAIA	C2C Servicios Técnicos de Ins S. L.

Figura 15. Columnas ordenadas del sondeo SR-1. (Fuente: Estudio geotécnico zona de estudio 2.)



Fotografía 4: Sondeo S-1. De 7.60 a 10.50 m



Fotografía 5: Sondeo S-1. De 10.50 a 12.00 m



Fotografía 6: Sondeo S-2. De 0.00 a 2.90 m

EDIFICIO DE 7 VIVIENDAS EN PLANTAS ALTAS Y GARAJE EN PLANTA BAJA		
Título:	Fecha:	Localización:
REPORTAJE FOTOGRÁFICO	FEBRERO 2019	C/ MAYOR, 64-ALDAIA-VALENCIA
Cliente:	Localidad:	Realización:
Ref 1053/19	ALDAIA	C2C Servicios Técnicos de Ins
INVERSORES ALMADARA, S.L.		S. L.

Figura 16. Columnas ordenadas del sondeo SR-1 y SR-2. (Fuente: Estudio geotécnico zona de estudio 2.)



Fotografía 7: Sondeo S-2. De 2.90 a 5.30 m



Fotografía 8: Sondeo S-2. De 5.30 a 7.80 m



Fotografía 9: Sondeo S-2. De 7.80 a 10.10 m

EDIFICIO DE 7 VIVIENDAS EN PLANTAS ALTAS Y GARAJE EN PLANTA BAJA		
Título:	Fecha:	Localización:
REPORTAJE FOTOGRÁFICO	FEBRERO 2019	C/ MAYOR, 64-ALDAIA-VALENCIA
Cliente:	Localidad:	Realización:
Ref 1053/19 INVERSORES ALMADARA, S.L.	ALDAIA	C2C Servicios Técnicos de Ins S. L.

Figura 17. Columnas ordenadas del sondeo SR-2. (Fuente: Estudio geotécnico zona de estudio 2.)



Fotografía 10: Sondeo S-2. De 10.10 a 12.00 m



Fotografía 11: Vista de la maquinaria emplazada para el sondeo S-1.



Fotografía 12: Vista de la maquinaria emplazada para el sondeo S-2.

EDIFICIO DE 7 VIVIENDAS EN PLANTAS ALTAS Y GARAJE EN PLANTA BAJA		
Título:	Fecha:	Localización:
REPORTAJE FOTOGRÁFICO	FEBRERO 2019	C/ MAYOR, 64-ALDAIA-VALENCIA
Cliente:	Localidad:	Realización:
Ref 1053/19 INVERSORES ALMADARA, S.L.	ALDAIA	C2C Servicios Técnicos de Ins S. L.

Figura 18. Columnas ordenadas del sondeo SR-2 e imágenes de campo. (Fuente: Estudio geotécnico zona de estudio 2.)



Fotografía 13: Vista de la maquinaria empleada para la penetración PD-1

EDIFICIO DE 7 VIVIENDAS EN PLANTAS ALTAS Y GARAJE EN PLANTA BAJA		
Título:	Fecha:	Localización:
REPORTAJE FOTOGRÁFICO	FEBRERO 2019	C/ MAYOR, 64-ALDAIA-VALENCIA
Cliente:	Ref:1053/19	Localidad:
INVERSORES ALMADARA, S.L.	ALDAIA	Realización:
		C2C Servicios Técnicos de Ins. S. L.

Figura 19. Imagen de campo. (Fuente: Estudio geotécnico zona de estudio 2.)

