

ANEJO Nº2

INFORME GEOTÉCNICO

CURSO 2016-2017

TITULACIÓN: GRADO EN INGENIERÍA CIVIL

TUTOR: CARLOS MANUEL LÁZARO FERNÁNDEZ

COTUTOR: JOSÉ CASANOVA COLÓN

AUTOR: CARMEN DEL MAR PÉREZ DELGADO

JUNIO 2017, VALENCIA



ANEJO Nº2

INFORME GEOTÉCNICO

INDICE

1. INTRODUCCIÓN	2
2. ANTECEDENTES Y OBJETO DE ESTUDIO	2
2.1 LOCALIZACIÓN	2
3. GEOMORFOLOGÍA Y MARCO GEOLÓGICO	2
3.1 Geomorfología.....	2
3.2 Geología.....	2
3.3 Hidrogeología	2
3.4 Sismicidad.....	2
3.5 Nivel freático	3
3.6 Agresividad al hormigón.....	3
3.6.1 Agresividad de los suelos.....	3
3.6.2 Agresividad de las aguas.....	3
4. CAMPAÑAS DE RECONOCIMIENTO. TRABAJOS REALIZADOS.....	4
4.1 CAMPAÑA DE CALICATAS	4
4.1.1 Trabajos de campo.....	4
4.1.2 Trabajos de laboratorio	4
4.2 CAMPAÑA DE SONDEOS Y PENETRACIONES DINÁMICAS	5
4.2.1 Trabajos de campo.....	5
4.2.2 Trabajos de laboratorio	5
5. UNIDADES LITOLÓGICAS.....	5
6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	7
APENDICE A	
APENDICE B	

CLASIFICACIÓN DE LAS CONSTRUCCIONES

Según lo establecido en la Norma, las construcciones se clasifican en función del uso al que se destinan y los daños que puede ocasionar su destrucción.

Teniendo en cuenta las características de esta estructura y su uso principal, es una obra de paso peatonal sobre el río Júcar cuyo objetivo principal es dar continuidad a una ruta rural, se puede clasificar la obra como de importancia normal. Según la norma:

“Construcciones de importancia normal: Aquellas cuya destrucción por el terremoto pueda ocasionar víctimas, interrumpir un servicio para la colectividad, o producir importantes pérdidas económicas, sin que en ningún caso se trate de un servicio imprescindible ni pueda dar lugar a efectos catastróficos.”

MAPA DE PELIGROSIDAD SÍSMICA. ACELERACIÓN SÍSMICA BÁSICA

La peligrosidad sísmica se define por medio del mapa de peligrosidad sísmica nacional, este proporciona la aceleración sísmica básica (a_b) y el coeficiente de contribución (k) de los diferentes lugares de la península.

La aceleración sísmica básica es un valor característico de aceleración de la superficie del terreno, mientras que el coeficiente de contribución es un valor que depende del tipo de terreno que tiene en cuenta la influencia de los distintos tipos de terremotos esperados en la peligrosidad sísmica de cada punto.

Teniendo en cuenta esto y analizando el mapa de peligrosidad, la aceleración sísmica básica en el entorno de la actuación es inferior a 0,04g.



Figura 2. Mapa de Peligrosidad Sísmica

CRITERIOS DE APLICACIÓN DE LA NORMA

Según lo expuesto en la Norma Sismorresistente:

“La aplicación de esta Norma es obligatoria en las construcciones recogidas en el artículo 1.2.1, excepto: las construcciones de importancia moderada; en las edificaciones de importancia normal o especial cuando la aceleración sísmica básica a_b sea inferior 0.04g, siendo g la aceleración de la gravedad, [...]”

En este caso, la zona dónde se realizará la actuación presenta una aceleración básica inferior a 0,04g y la construcción se ha clasificado como de importancia normal, por tanto, la Norma Sismorresistente no es de aplicación en este ámbito.

3.5 NIVEL FREÁTICO

Los datos de los que se disponen son una serie de prospecciones realizadas en zonas cercanas a la situación de las pasarelas. Las profundidades alcanzadas por las mismas oscilan entre los 11 m. y los 8 m., NO hallándose en ninguna de ellas nivel freático.

3.6 AGRESIVIDAD AL HORMIGÓN

3.6.1 Agresividad de los suelos

Se ha realizado un ensayo para el caso de las calicatas y dos para los sondeos, en ellos se han analizado el contenido en sulfatos del suelo y la acidez de Baumann-Gully.

El Artículo nº 37.3.4 de la EHE, establece que para un contenido de ión sulfato mayor a 2.000 mg SO₄/Kg suelo y menor a 3.000 mg SO₄/Kg suelo el cemento deberá poseer características especiales ante el ataque de los sulfatos.

Por otra parte, la tabla nº8.2.3.b del artículo nº8.2.3 de la EHE-08 establece que si el terreno presenta una agresividad de Baumann-Gully superior a 20, el cemento también deberá poseer características especiales ante el ataque de los sulfatos.

En este caso no se cumplen ninguno de los condicionantes, por lo que no se requerirá ningún tipo de ambiente de exposición específico para el hormigón.

3.6.2 Agresividad de las aguas

Se ha realizado un análisis de una muestra de agua freática, extraída de las cercanías de uno de los sondeos efectuados. Los resultados de este análisis son los siguientes:

- Valor del PH: 7,1 mg/l
- Residuo seco a 110°C: 2610 mg/l
- Contenido en sulfatos: 1230 mg/l
- Contenido en magnesio: 196 mg/l
- Dióxido de carbono libre: 73,2 mg/l
- Contenido en amonio: 7,78 mg/l

En el artículo nº 8.2.3 de la EHE-08, figura una tabla que establece, para cada una de las sustancias analizadas, los intervalos que determinan la agresividad de las aguas hacia el hormigón.

TIPO DE MEDIO AGRESIVO	PARÁMETROS	TIPO DE EXPOSICIÓN		
		Qa	Qb	Qc
		Ataque débil	Ataque medio	Ataque fuerte
AGUA	VALOR DEL pH, según UNE 83.952	6,5-5,5	5,5-4,5	< 4,5
	CO ₂ AGRESIVO (mg CO ₂ /l), según UNE-EN 13.577	15-40	40-100	> 100
	IÓN AMONIO (mg NH ₄ ⁺ /l), según UNE 83.954	15-30	30-60	> 60
	IÓN MAGNESIO (mg Mg ²⁺ /l), según UNE 83.955	300-1.000	1.000-3.000	> 3.000
	IÓN SULFATO (mg SO ₄ ²⁻ /l), según UNE 83.956	200-600	600-3.000	> 3.000
	RESIDUO SECO (mg/l), según UNE 83.957	75-150	50-75	< 50
SUELO	GRADO DE ACIDEZ BAUMANN-GULLY (ml/kg), según UNE 83.962	> 200	(*)	(*)
	IÓN SULFATO (mg SO ₄ ²⁻ /kg de suelo seco), según UNE 83.963	2.000-3.000	3.000-12.000	> 12.000

(*) Estas condiciones no se dan en la práctica.

Figura 3. Tabla de Clasificación de la Agresividad Química, EHE-08

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos y tras su posterior comparación con los valores expuestos en la tabla, se concluye que el agua contiene una cantidad de Ión sulfato y CO₂ agresivo suficientes para considerar un ambiente específico de exposición para los hormigones en contacto con las aguas.

Por tanto, los hormigones en contacto con las aguas deberán estar fabricados para un ambiente agresivo medio, Q_b.

4. CAMPAÑAS DE RECONOCIMIENTO. TRABAJOS REALIZADOS.

La campaña de reconocimiento se ha extraído de la campaña realizada para el proyecto anteriormente citado, "Ejecución del Centro Agroambiental Los Nuevos, (Cuenca) Fase III". Sin embargo, este proyecto tenía un alcance mucho más amplio que este trabajo, debido a esto se han seleccionado los trabajos ejecutados en el entorno más próximo a la ubicación que se ha elegido para las pasarelas peatonales a diseñar.

La metodología empleada en los trabajos es:

- Sondeos mecánicos a rotación.
- Penetraciones dinámicas DPSH.
- Calicatas.

El plano de "Ubicación de las prospecciones en la campaña" se adjunta en el "Apéndice B" de este documento.

4.1 CAMPAÑA DE CALICATAS

4.1.1 Trabajos de campo

En el Estudio del que se ha extraído esta información se han realizado 6 calicatas, sin embargo, tan solo son de utilidad para este trabajo la N°5 y N°3.

4.1.2 Trabajos de laboratorio

Se han realizado en laboratorio los ensayos establecidos según el Pliego de Carreteras (PG-3) para caracterizar el suelo, como son: Granulometría, Límites de Attenberg, contenido en yesos, contenido en sales solubles (SS) y contenido en materia orgánica. Por otra parte, para definir la capacidad portante del material se han llevado a cabo los ensayos de Índice C.B.R. y el Próctor modificado.

En total se obtuvieron las siguientes muestras extraídas y ensayadas en cada estrato:

- Calicata 3:

El estrato 2 está compuesto por arenas bien graduadas y arenas limosas, desde la cota -0,8 m. hasta la -1,40 m. Suelo seleccionado.

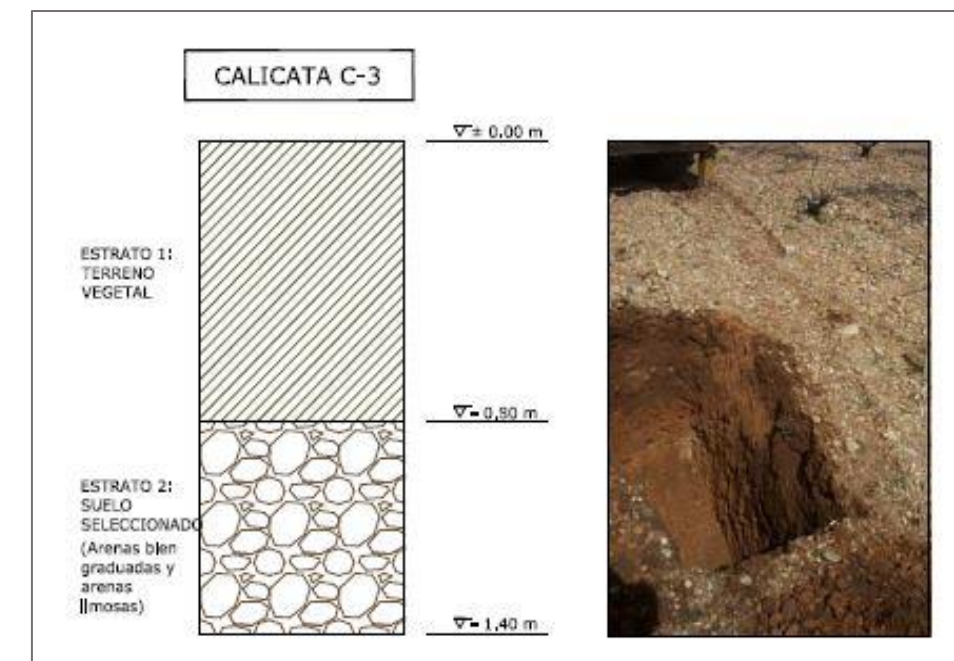


Figura 4. Perfil de la calicata N°3

- Calicata 5:

No se detectó nivel freático hasta profundidades próximas a -3,50 m., sin embargo, sí se aprecia un aumento de la humedad del material extraído. Esto indica que el nivel debe estar cercano, quizás un par de metros por debajo de la excavación de la calicata.

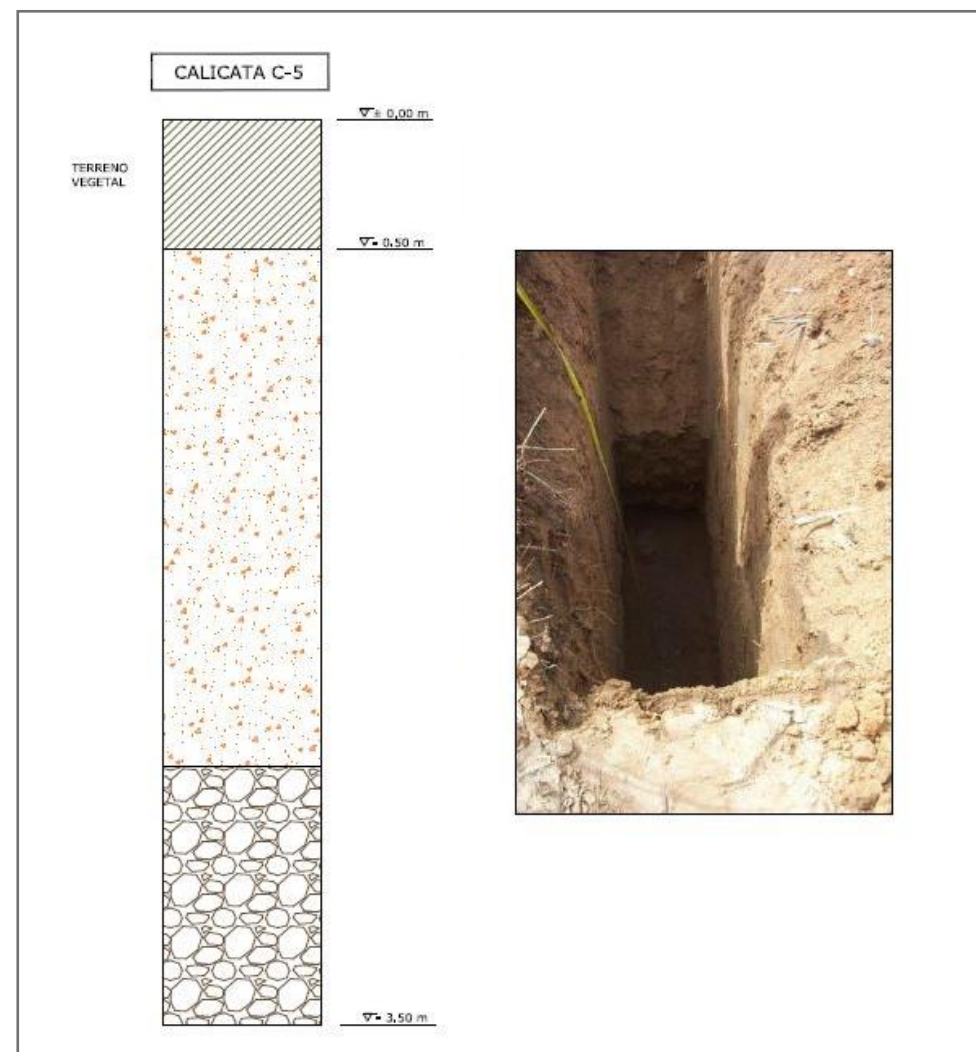


Figura 5. Perfil de la calicata Nº5.

4.2 CAMPAÑA DE SONDEOS Y PENETRACIONES DINÁMICAS

En cuanto a los sondeos realizados, el más cercano y por tanto más representativo para este trabajo es el sondeo nº4, situado en el entorno de la minicentral hidroeléctrica abandonada.

4.2.1 Trabajos de campo

En el sondeo se han extraído tanto muestras alteradas como inalteradas, con ensayos de penetración dinámica estándar (SPT), en el sentido de avance.

Su emplazamiento está detallado en el plano de ubicación de prospecciones, adjunto en el “Apéndice B”.

4.2.2 Trabajos de laboratorio

Se han extraído un total de dos muestras inalteradas en suelos, allí donde el terreno lo permitió, para su posterior ensayo en laboratorio de resistencia a compresión simple en suelos.

5. UNIDADES LITOLÓGICAS

A partir del sondeo efectuado se puede confeccionar el siguiente listado de niveles de terreno, ordenados desde la superficie hasta la cota más profunda del sondeo.

SONDEO Nº4, COORDENADAS UTM: X /Y		
COTA TECHO DEL ESTRATO COTA MURO DEL ESTRATO	CLASIFICACIÓN SUCS	NOMENCLATURA
0,00 – 2,00 m.	-	Rellenos
2,00 – 3,00 m.	SM (M.A. 2,4 – 2,6 m.)	Arenas limosas, mezcla de arena y limo
3,00 – 8,00 m.	SC (M.A. 5,00 – 5,20 m.)	Arenas arcillosas, mezclas de arena y arcilla
	GM (M.A. 7,4 – 7,7 m.)	Gravas limosas, mezcla de gravas, arena y limo

Tabla 1. Clasificación según el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS), de los estratos hallados en el Sondeo 4.

El primer estrato está compuesto por rellenos, los cuales no disponen de importancia geotécnica y, por tanto, no son de interés en cuanto a este análisis. Debajo de los rellenos se encuentra una capa de arenas limosas de 1 m de espesor, y, por debajo de la misma, una capa de arenas arcillosas y un estrato de gravas limosas.

Teniendo en cuenta que los dos últimos estratos hallados en el sondeo se tratan de niveles cohesivo/granulares, se pueden extraer una serie de conclusiones respecto a su compacidad. Para ello, se han realizado ensayos de penetración dinámica estándar (SPT) y, a continuación, se reflejan los resultados obtenidos:

SONDEO	COTAS ENSAYO SPT	REGISTRO SPT	N ₃₀
S4	2,40 – 2,60	37 – 51R	R
S4	7,40 – 7,70	36 – 45 – 51R	R

Tabla 2. Resultados del Ensayo de Penetración Estándar, SPT, en el Sondeo 4.

Los resultados de este ensayo para los dos niveles del terreno analizados son de rechazo, ya que se han superado los 50 golpes en la hincada de uno de los tramos del tomamuestras. Por tanto se puede concluir que, a la hora de correlacionar el índice N_{SPT} con los parámetros del suelo, se puede afirmar que su valor supera los 50 golpes (N_{SPT} > 50).

Según la tabla nº 3.2. extraída de la “Guía de Cimentaciones para Obras de Carreteras”, se puede determinar la consistencia en suelos granulares en función de su resistencia en el ensayo del SPT, es decir en función del índice N₃₀ obtenido en el ensayo.

TIPO DE SUELO		PESO ESPECÍFICO SECO (kN/m^3)	COHESIÓN EFECTIVA c' (kPa)	ÁNGULO DE ROZAMIENTO EFECTIVO ϕ' (°)	MÓDULO DE DEFORMACIÓN E_d (MPa)
Tierra vegetal		*	*	*	*
Coluviones		15-22	0-10	20-40	20-100
Acarreos fluviales		17-22	0-10	25-40	20-50
Gravas		17-22	0	25-40	20-50
Arenas		16-20	0	30-35	10-30
Limos		12-18	0-10	25-30	5-20
Arcillas normalmente consolidadas		11-16	0-10	15-25	1-20
Suelos fangosos y turbas		5-10	0	10-20	0,1-1
Vertidos artificiales		*	*	*	*
Roca alterada con indicación del grado de alteración (tabla 3.3)		15-22	0-50	15-35	1-50

NOTAS:

- Tanto la tierra vegetal, por su probable alto contenido en materia orgánica, como los vertidos artificiales, por su posible gran heterogeneidad, no pueden clasificarse como suelos, y no es posible definir para ellos unas características geotécnicas genéricas, ni siquiera a nivel preliminar.
- Los datos se refieren a suelos normalmente consolidados y son sólo orientativos.
- Pueden encontrarse consistencias flojas de menor densidad, resistencia y módulo y también pueden darse consistencias firmes de mejores características que las indicadas.
- El peso específico relativo de las partículas de los suelos más frecuentes es próximo a $G = 2,65$, lo cual permite estimar el índice de poros a partir del peso específico seco.
- El grado de saturación de los suelos, de manera preliminar, puede suponerse igual a 100% bajo el nivel freático y comprendido entre el 80% y el 100% en suelos húmedos próximos al nivel freático.
- La consistencia de los suelos granulares suele recibir la siguiente calificación en función de su resistencia en el ensayo SPT.

CALIFICACIÓN	ÍNDICE N DEL ENSAYO SPT
Muy floja	< 5
Floja	5 a 10
Media	11 a 30
Densa	31 a 50
Muy densa	> 50

Figura 6. Tabla Nº 3.2 de la "Guía de cimentaciones para obra de carretera.

Teniendo en cuenta lo expuesto en la anterior tabla, y el resultado del sondeo y de los ensayos SPT, se puede afirmar la compacidad del terreno como **muy denso**.

A continuación, considerando el resultado del SPT, se procederá a determinar los parámetros del suelo teniendo en cuenta las correlaciones empíricas establecidas como más adecuadas para el terreno hallado, dado que se trata de gravas y arenas con un contenido en finos mayor al 12%.

Material	Compacidad	D_r (%)	N_L	Densidad seca γ_d (g/cm^3)	Índice de poros e	Ángulo de rozamiento interno
GW: Gravas bien graduadas, mezclas de gravas y de arena	Densa	75	90	2.21	0.22	40
	Medianamente densa	50	55	2.08	0.28	36
	Suelta	25	<28	1.97	0.36	32
GW: Gravas mal graduadas, mezclas de gravas y arena	Densa	75	70	2.04	0.33	38
	Medianamente densa	50	50	1.92	0.39	35
	Suelta	25	<20	1.83	0.47	32
SW: Arenas bien graduadas, arenas con gravas	Densa	75	65	1.89	0.43	37
	Medianamente densa	50	35	1.79	0.49	34
	Suelta	25	<15	1.70	0.57	30
SP: Arenas mal graduadas, arenas con gravas	Densa	75	50	1.76	0.52	36
	Medianamente densa	50	30	1.67	0.60	33
	Suelta	25	<10	1.59	0.65	29
SM: arenas limosas	Densa	75	45	1.65	0.62	35
	Medianamente densa	50	25	1.55	0.74	32
	Suelta	25	<8	1.49	0.80	29
ML: limos inorgánicos, arenas muy finas	Densa	75	35	1.49	0.80	33
	Medianamente densa	50	20	1.41	0.90	31
	Suelta	25	<4	1.35	1.00	27

Figura 7. Tabla de propiedades comunes de los suelos cohesivos (Hunt, 1984)

Según las correlaciones con el índice SPT y el tipo de material, el terreno presenta un ángulo de rozamiento interno alto para las gravas limosas, cuyo valor es de $\phi' = 38^\circ$, en cuanto a su densidad esta es $\gamma_d = 2 \text{ T/m}^3$. Por otra parte, las arenas limosas (SM) tienen un ángulo de rozamiento $\phi' = 35^\circ$, y una densidad seca de $\gamma_d = 1,65 \text{ T/m}^3$.

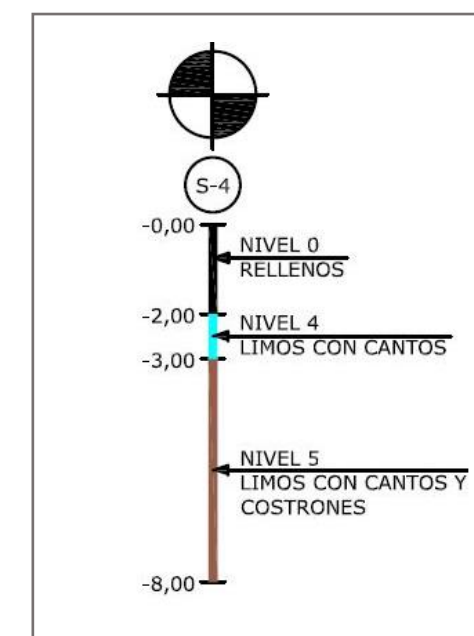


Figura 8. Perfil del sondeo N°4.

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Teniendo en cuenta los ensayos realizados y analizados, datos obtenidos del proyecto “Ejecución del centro agroambiental Los Nuevos (Cuenca), fase III”, se ha determinado las características y el tipo de terreno de la zona donde se ubicarán las pasarelas.

En lo relativo a la estatigrafía, el perfil del terreno es el siguiente:

- El primer nivel está caracterizado por la presencia de rellenos, los cuales no tienen interés geotécnico en este Informe. El espesor de esta capa son 2 m.
- En cuanto al segundo nivel, este está compuesto por arenas limosas con cantos, cuyo ángulo de rozamiento es $\varphi' = 35^\circ$ y su densidad seca es de $\gamma_d = 1,65 \text{ T/m}^3$. Dado que la proporción de arenas es $>50\%$ se considera un terreno granular y, por tanto, el valor de la cohesión es igual a 0.

El espesor del estrato es de 1m.

- El tercer nivel, está formado por arenas arcillosas bien graduadas, cuyo ángulo de rozamiento es $\varphi' = 35^\circ$ y su densidad seca es de $\gamma_d = 1,65 \text{ T/m}^3$, al igual que el estrato superior. Además, se dispone del valor de la resistencia a compresión simple de este estrato, que es $R_u = 322,42 \text{ kN/m}^2$. El espesor del estrato es de 4 m.
- El cuarto nivel es el más profundo, se caracteriza por ser gravas limosas cuyo ángulo de rozamiento es $\varphi' = 38^\circ$ y su densidad seca $\gamma_d = 2 \text{ T/m}^3$. Dado que la proporción de gravas es $>50\%$ se considera, al igual que en el caso anterior, un terreno granular y, por tanto, el valor de la cohesión es igual a 0.

El espesor de este estrato es de 2 m, llega hasta el final del sondeo realizado. No se ha detectado nivel freático.

En lo que respecta al Nivel Freático, no se ha detectado ni en los sondeos, profundidades de -8 m, ni en las calicatas analizadas, profundidad máxima de -3,5 m. Sin embargo, en la calicata N°5, se ha detectado un aumento de la humedad considerable en el fondo de la misma, lo que indica que probablemente el nivel freático no se encuentre muy alejado de la cota de excavación, -3,5 m, pudiéndose encontrar a uno o dos metros por debajo.

Teniendo en cuenta la zona dónde se sitúa el Estudio, su sismicidad es baja lo que, unido a la clasificación de la estructura como de “Importancia Normal”, se concluye que no es necesario tener en cuenta el efecto del sismo en el cálculo estructural de la misma.

Por otra parte, los hormigones que se empleen en obra, y estén en contacto con las aguas, deberán estar fabricados para un ambiente agresivo medio Q_b , ya que el agua contiene una cantidad significativa de Ión sulfato y CO_2 agresivo suficientes para considerar un ambiente específico de exposición.

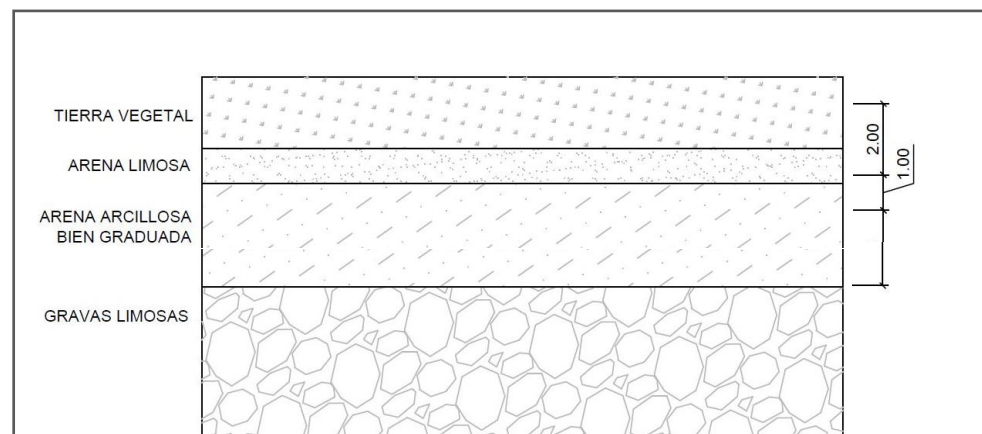
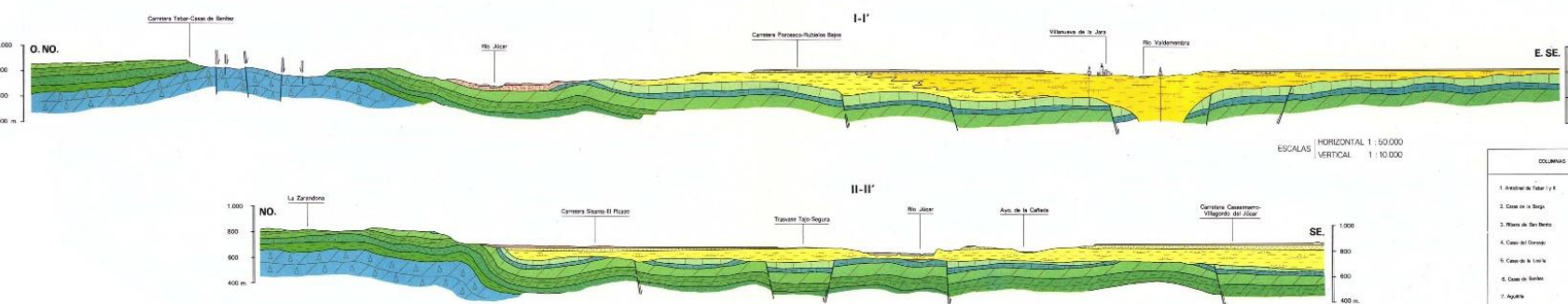
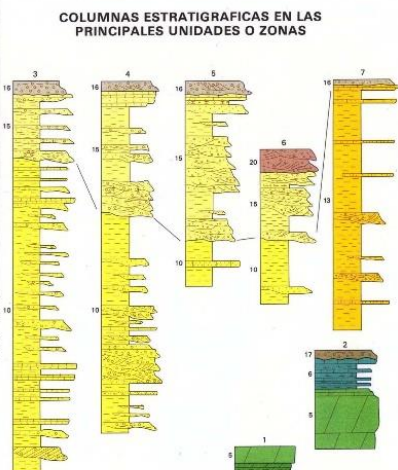
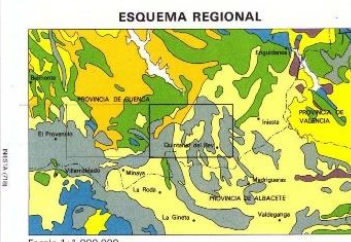
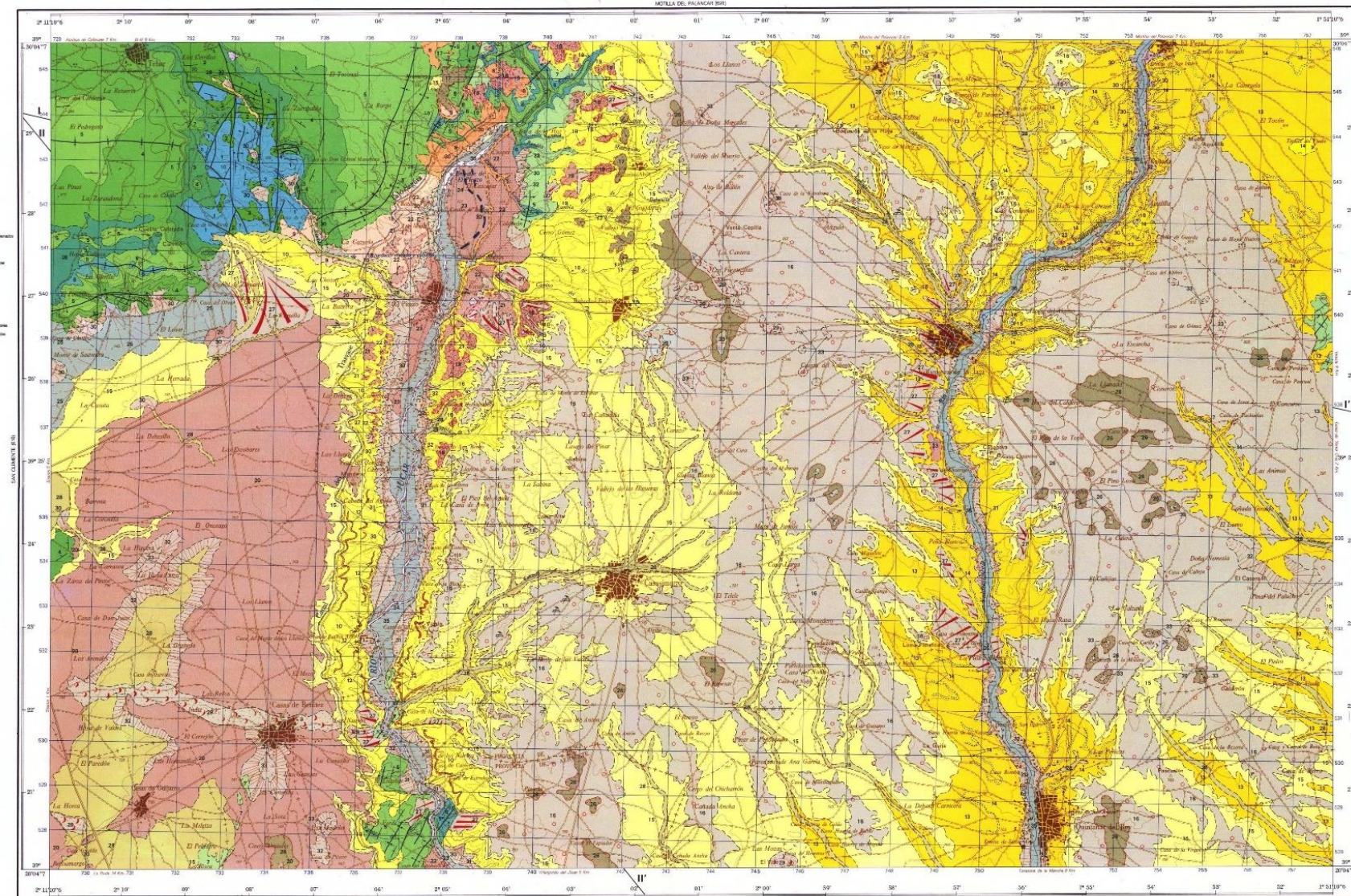


Figura 9. Estatigrafía del terreno donde se ubicarán las pasarelas

APENDICE A.

MAPA GEOLÓGICO

QUINTANAR DEL REY	717
	24-28



COLUMBUS	MUPO			TRONC	
	A	Y	X		
1. Análisis de Tablar y T				SW535	
2. Casa en la Barga	330.000	545.000	85.000	54	
3. Hacia de San Benito				SW535	
4. Casa del Comercio	727.800	534.800	735.200	93	
5. Casa de la Unión	727.800	532.800	797.700	72	
6. Casa de Sancho	730.000	530.200	779.500	93	
7. Aguila	795.400	542.900	763.600	84	

APENDICE B.

UBICACIÓN DE LAS PROSPECCIONES DE LA CAMPAÑA DE RECONOCIMIENTO

CAMPAÑA PROPUESTA

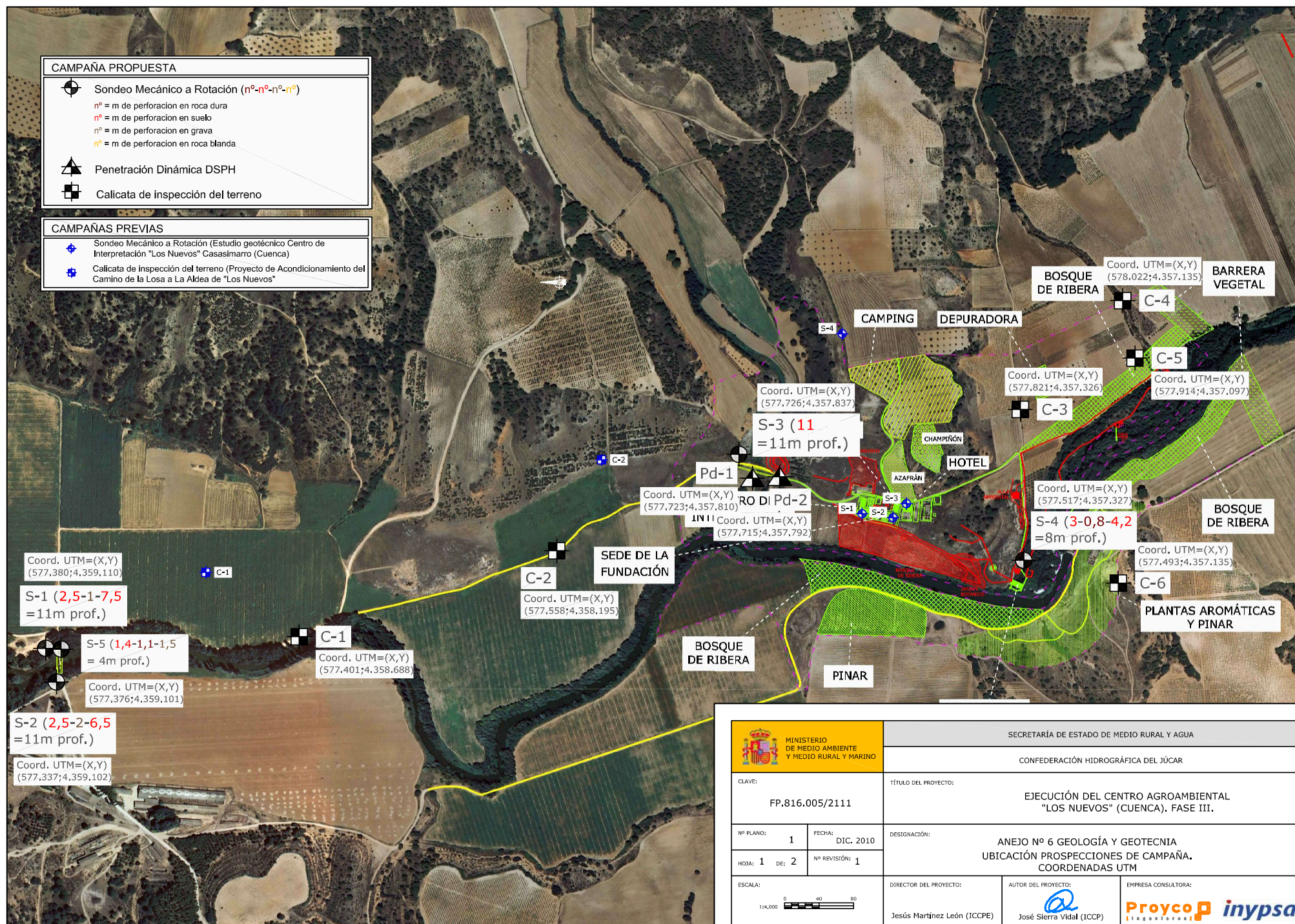
-  Sondeo Mecánico a Rotación (n° - n° - n°)
 - n° = m de perforación en roca dura
 - n° = m de perforación en suelo
 - n° = m de perforación en grava
 - n° = m de perforación en roca blanda

-  Penetración Dinámica DSPH

-  Calicata de inspección del terreno

CAMPAÑAS PREVIAS

-  Sondeo Mecánico a Rotación (Estudio geotécnico Centro de Interpretación "Los Nuevos" Casasimarro (Cuenca))
-  Calicata de inspección del terreno (Proyecto de Acondicionamiento del Camino de la Losa a La Aldea de "Los Nuevos")



 MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE Y MEDIO RURAL Y MARINO		SECRETARÍA DE ESTADO DE MEDIO RURAL Y AGUA	
		CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL JÚCAR	
CLAVE: FP.816.005/2111		TÍTULO DEL PROYECTO: EJECUCIÓN DEL CENTRO AGROAMBIENTAL "LOS NUEVOS" (CUENCA). FASE III.	
Nº PLANO: 1	FECHA: DIC. 2010	DESIGNACIÓN: ANEJO Nº 6 GEOLOGÍA Y GEOTECNIA UBICACIÓN PROSPECCIONES DE CAMPAÑA. COORDENADAS UTM	
HOJA: 1 DE: 2	Nº REVISIÓN: 1		
ESCALA: 1:4,000 		DIRECTOR DEL PROYECTO: Jesús Martínez León (ICCP)	AUTOR DEL PROYECTO:  José Sierra Vidal (ICCP)
		EMPRESA CONSULTORA: 	