

Ayuntamiento de
Cuarte de Huerva
Primaria
D. OSIT
12/02/15

ESTUDIO GEOTÉCNICO

**COLEGIO DE EDUCACIÓN INFANTIL Y
PRIMARIA.
CUARTE DE HUERVA (ZARAGOZA)**

**EXCMO. AYUNTAMIENTO DE CUARTE DE
HUERVA.**

Cuarte de Huerva (Zaragoza), Enero de 2015

ÍNDICE

- 1.- INTRODUCCIÓN
- 2.- TRABAJOS REALIZADOS
- 3.- NIVEL FREÁTICO Y PERMEABILIDAD
- 4.- CARACTERÍSTICAS DEL TERRENO
- 5.- SISMICIDAD
- 6.- TIPO DE CIMENTACIÓN Y RECOMENDACIONES CONSTRUCTIVAS

PLANOS

- Plano 1.- Distribución de los elementos de urbanización y edificación. E:1/1.000.
- Plano 2.- Planta geológica y situación de trabajos. E:1/1.000.
- Plano 3.- Isoespesores de rellenos antrópicos. E: 1/1.000.
- Plano 4.- Isoespesores de limos yesíferos de fondo de val. E:1/1.000
- Plano 5.- Isoespesores de limos yesíferos+rellenos antrópicos. E:1/1.000.

APÉNDICES

- APÉNDICE 1. REPORTAJE FOTOGRÁFICO
- APÉNDICE 2. PERFILES LITOLÓGICOS DE LOS SONDEOS Y FOTOGRAFÍAS.
- APÉNDICE 3. PERFILES LITOLÓGICOS DE CALICATAS Y FOTOGRAFÍAS.
- APÉNDICE 4. GRÁFICOS DE PENETRACIÓN DINÁMICA.
- APÉNDICE 5. BOLETINES DE ENSAYO.

1.- INTRODUCCIÓN

En este informe se presentan los resultados del estudio geotécnico realizado en una parcela ubicada junto al polígono industrial "Valdeconsejo", en Cuarte de Huerva (Zaragoza), donde se prevé construir un nuevo colegio de infantil y primaria (C.E.I.P).

El solar tiene forma elíptica alargada en el sentido E-W y se localiza entre el acceso al polígono industrial Valdeconsejo y la calle 0 de la urbanización contigua. Se encuentra más elevado en su parte central (cotas en torno a 292-293) y desciende homogéneamente hacia el Este (hasta la cota 285 aprox.) y hacia el Oeste hasta la cota 288.

Para su urbanización está previsto realizar un escalonado paralelo y en sentido E-W, siguiendo la topografía actual del terreno y ligeramente por encima de la misma. No se prevén sótanos. (Plano 1).

Geológicamente nos encontramos en la parte central de la cuenca Terciaria del Ebro. El sustrato corresponde a la Formación "Yesos de Zaragoza" (J.Quirantes, 1978) o a la Unidad Evaporítica definida por el IGME (1996) de edad Mioceno y constituida por yesos y lutitas margosas.

El sustrato se encuentra cubierto parcialmente por limos yesíferos depositados en el fondo de los valles de la red de drenaje secundaria (vales). Su espesor máximo en la zona es del orden de 2-3 m. En el solar aparecen en su extremo oriental.

El emplazamiento previsto para el colegio ha sufrido profundas transformaciones de su estado original, principalmente relacionadas con la construcción de los polígonos industriales del entorno, donde fue utilizado como vertedero y posteriormente en la urbanización del polígono de Valdeconsejo, donde se excavó en gran parte. Por todo ello tenemos:

- La zona central y occidental del solar donde aparece el sustrato terciario con escasos e irregulares rellenos de explanación. Se trata de la parte del solar que fue excavada.

- El extremo suroriental. Excavada ligeramente. Aparecen superficialmente limos yesíferos de fondo de val sobre el sustrato terciario. Su espesor máximo es del orden de 2 m.
- Una franja entre 15 y 30 m de anchura junto al borde septentrional del solar en su parte central y oriental. Tenemos rellenos antrópicos (limos, tierra vegetal y escombros) con un espesor máximo del orden de 3,5 m.

En el borde centro septentrional del solar reposan sobre el sustrato escasamente alterado y en su borde oriental sobre limos yesíferos de fondo de val.

Su distribución se refleja en la planta geológica adjunta (plano 2).

El objeto del presente estudio es efectuar un reconocimiento del terreno en el emplazamiento y definir las condiciones de urbanización y cimentación de las instalaciones proyectadas. Se realiza atendiendo a las especificaciones definidas en el Código Técnico de Edificación (CTE), en concreto el Documento Básico SE-C "Seguridad Estructural Cimientos".

2.- TRABAJOS REALIZADOS

2.1.- En campo

La campaña de investigación se plantea en función del tipo de construcción (C) y el tipo de terreno (T) definido en el CTE. Según el artículo 3.2 (Tablas 3.1 y 3.2) nos encontramos en la siguiente situación:

- C-1: Aislada de 3 plantas y más de 300 m² construidos.
- T-2: Terrenos intermedios.

Conforme a la citada tabla 3.3 y a la tabla 3.4, así como a las características específicas de la zona, su accesibilidad y el contexto geológico, se pudo ajustar la campaña prevista inicialmente realizándose finalmente 6 sondeos mecánicos con profundidades entre 7 y 8 m de profundidad, 7 ensayos de penetración dinámica y 6 calcatas.

La situación de los trabajos, junto con las plantas de isoespesores de los diversos materiales se señalan en los planos adjuntos.

2.1.1.- Sondeos mecánicos

Entre los días 12 y 16 Enero de 2015 se efectuaron seis sondeos mecánicos, denominados como S-1 a S-6, hasta profundidades entre 7 y 8,20 m.

Los sondeos se realizaron con una máquina TECOINSA montada sobre orugas. Se perforaron en seco y con agua, a rotación, con obtención continua de testigo mediante batería provista de corona de widia de 113 a 86 mm de diámetro. Dada la aparición muy superficial del sustrato rocoso sano, el número de ensayos estándar de penetración (SPT) y la toma de muestras inalteradas ha sido escasa, tomándose por el contrario diversas muestras plastificadas del testigo obtenido.

Sondeo	Profundidad (m)	SPT	M. Inalterada	M. Plastificada
		Profundidad (m)	Golpeo	
S-1	8,00	1,20-1,47	11-Rechazo	2
S-2	7,00	-	-	2
S-3	7,20	-	-	3
S-4	8,20	2,40-2,67	13-Rechazo	2
S-5	8,20	-	-	2
S-6	7,20	-	-	3

Los sondeos nº 2, 3, 5 y 6 emboquillan directamente en el sustrato terciario, con un espesor parcialmente alterado inferior a 1 m y con la aparición de rellenos de explanación en el sondeo 5 de 0,15 m.

En el sondeo 1 aparecen rellenos antrópicos con un espesor de 1 m sobre la antigua tierra vegetal (0,30 m) y el sustrato Terciario. En el sondeo S-4 el espesor de rellenos antrópicos es de 1,80 m y se localizan sobre limos yesíferos de fondo de val (0,30 m) y sobre el sustrato terciario.

Las columnas estratigráficas, descripción de los materiales y fotografías se adjuntan en el apéndice 2.

2.1.2.- Calicatas

Excavamos seis calicatas mediante retroexcavadora. Principalmente se utilizan para determinar el espesor de los rellenos antrópicos en la parte oriental del solar. Su profundidad queda determinada por la aparición del sustrato terciario sano, difícilmente excavable en corte cerrado:

Calicata	Situación	Profundidad (m)	Espesor de		
			Rellenos (m)	Limos yesíferos (m)	Sustrato alterado (m)
C-1	Parte occidental	0,80	0,30 (rellenos explanación)	-	-
C-2	Extremo oriental	2,20	0,75	0,80	0,50
C-3	Borde Nororiental	3,50	1,45	1,35	0,50
C-4	Extremo Suroriental	2,80	0,30 (rellenos explanación)	1,80	0,40
C-5	Borde Nororiental	2,50	1,80	-	0,90
C-6	Borde Nororiental	2,10	1,45	-	0,45

En las calicatas se observa que en el extremo oriental del solar tenemos zonas exclusivamente con limos yesíferos del fondo de val (C-4), zonas donde los rellenos antrópicos se sitúan sobre limos yesíferos (C-2 y C-3) y otras donde los rellenos se localizan sobre el sustrato (C-5 y C-6).

Los rellenos de explanación son de escasa entidad (0,30 m) y distribución aleatoria. El máximo espesor excavado de rellenos antrópicos ha sido de 1,45 m en las calicatas 3 y 6. El máximo espesor excavado de limos yesíferos ha sido 1,80 m en la calicata 4. El espesor del sustrato parcialmente alterado es inferior a 0,90 m.

Las columnas litoestratigráficas y fotografías se incluyen en el apéndice 3.

2.1.4.- Penetraciones dinámicas

Como complemento a los sondeos perforados se efectuaron siete ensayos de penetración dinámica, denominados P-1 a P-7 hasta obtener rechazo. Su localización se refleja en el plano adjunto. Los correspondientes registros de golpes se adjuntan en el apéndice 4.

Los ensayos se hacen según la norma D.P.S.H. con una máquina ROLATEC que cumple con las normas siguientes del I.S.S.M.F.E. Sociedad Internacional de Mecánica del Suelo y Cimentaciones, Comité Técnico de Pruebas de Penetración en Suelos:

D.P.S.H.- Dynamic Probing Super Heavy

S.P.T.- Standard Penetration Test

Se ha realizado siguiendo la norma D.P.S.H., con las características siguientes:

Masa de la maza.....	63,5 Kg (0,5 Kg)
Altura de caída	75,0 cm. (\pm 2,0 cm)
Relación longitud/diámetro de la maza	≥ 1 y < 2
Masa máxima del yunque.....	30,0 Kg
Longitud de la varilla.....	1,0-2,0 m
Diámetro exterior de la varilla	32,0 mm.
Masa máxima varilla + niple	8,0 Kg/m.
Desviación máxima en primeros 5 m.	1 %
Desviación máxima a partir de 5 m ...	2 %
Sección de la puntaza	Circular
Área de la puntaza	20,0 cm ²
Ángulo de la punta	90°
Conteo de golpes cada N	20,0 cm

Se considera "Rechazo" cuando no se obtiene una penetración de 20 cm para 100 golpes o cuando se obtienen golpes mayores que 75 en tres tramos de 20 cm consecutivos.

Ensayo nº	Profundidad (m)
P-1	0,64
P-2	3,27
P-3	0,62
P-4	1,67
P-5	1,30
P-6	1,03
P-7	2,27

Los rechazos se producen en el sustrato terciario sano de yesos, por lo que vistos los resultados, se deduce su presencia a escasa profundidad.

2.2.- Ensayos de laboratorio

Con algunas de las muestras tomadas en los sondeos de reconocimiento se han efectuado diversos ensayos de laboratorio de acuerdo con normas UNE, concretamente de identificación, compactación y resistencia.

Los boletines de los ensayos con los resultados obtenidos se adjuntan en el Apéndice 5.

3 - NIVEL FREÁTICO Y PERMEABILIDAD

Durante la ejecución de los trabajos de campo no se ha detectado la presencia de nivel freático en toda la profundidad reconocida.

Respecto a permeabilidad de los terrenos investigados, estamos ante rellenos antrópicos, limos yesíferos y materiales del sustrato Terciario (yesos con lutitas margosas).

Los rellenos se consideran materiales semipermeables-permeables por porosidad intergranular, en los que influye decisivamente la presencia de finos arcillosos. El coeficiente de permeabilidad, dada la variabilidad litológica del relleno, se situaría entre 10^{-2} y 10^{-5} cm/s en función del contenido arcilloso.

Los limos yesíferos de fondo de val son materiales permeables por porosidad intergranular y dada su estructura. Puede considerarse con un coeficiente de permeabilidad del orden de 10^{-3} cm/s.

En el sustrato terciario la permeabilidad viene determinada por las discontinuidades. En conjunto resulta poco permeable, con valores del coeficiente de permeabilidad inferiores a 10^{-5} m/s.

Las permeabilidades son estimadas ya que no se han realizado ensayos específicos. Se ha determinado según los parámetros litológicos indicados en el CTE y en función de la granulometría y litología de los materiales.

4 - CARACTERÍSTICAS DEL TERRENO

Originalmente el solar estudiado correspondía a una ladera y un cerro en yesos en la margen derecha del valle del río Huerva. Constituía el interfluvio entre dicho valle y la val principal de Valdeconsejo, en las proximidades de su confluencia. Posteriormente sufrió importantes modificaciones de su topografía original por acciones antrópicas:

- En primer lugar se utilizó como vertedero de escombros de obras y de materiales sobrantes de la construcción de los polígonos industriales en el valle del río.
- Posteriormente queda incluido dentro del nuevo polígono industrial de Valdeconsejo y en sus obras de urbanización se realiza una importante excavación en su parte central y occidental.

El resultado es que nos encontramos con gran parte del solar excavado en los yesos del sustrato terciario, con una pequeña parte suroriental donde aparecen superficialmente limos yesíferos del recubrimiento del fondo de val y una franja junto a su borde Nororiental donde tenemos rellenos antrópicos que reposan tanto sobre el sustrato Terciario como sobre los limos yesíferas del recubrimiento.

En los planos adjuntos se reflejan las zonas de aparición de los diversos materiales diferenciados y su entidad (isoespesores).

El sustrato Terciario

Lo constituyen yesos con diversas formas de cristalización: alabastrinos blanquecinos en forma de nódulos y agregados nodulosos, yesos espejuelos y yesos fibrosos, en general con inclusiones o amalgamados por lutitas margosas de tonos gris-verdosos. Se disponen en forma de niveles hasta de orden métrico separados por delgadas intercalaciones margosas.

Su parte más superficial, con espesores en torno o inferiores a 1 m, se encuentra parcialmente alterada y junto a los yesos y lutitas margosas tenemos algunos limos de alteración.

Aparece superficialmente en la mayor parte del solar, en sus zonas central y occidental, mientras que en su borde septentrional y extremo oriental se encuentra recubierto por limos y rellenos antrópicos.

En conjunto se trata de rocas de dureza media-baja donde se obtiene rechazo en las penetraciones dinámicas DPSH. Las muestras ensayadas presentan humedades naturales entre 0,8 y 4,2 % con densidades secas entre 2,02 y 2,15 t/m³, obteniéndose resistencias a la rotura por compresión simple entre 12,3 y 172,6 Kg/cm².

Una muestra del sustrato excavado en la calicata 1 (C-1) presenta una humedad natural del 9,5%, un contenido en tamaño finos (arcilla+limo) del 44%, en tamaño arena del 5% y en tamaño grava del 51%. Los finos presentan un límite líquido de 36,8 y un límite plástico y un índice de plasticidad de 18,4. Se clasifica según Casagrande (USCS) como GC (grava arcillosa) donde los cantos corresponden a fragmentos de yeso. En el ensayo de compactación Proctor Modificado se obtiene una densidad máxima de 1,86 gr/cm³ para una humedad óptima del 14,5%.

De los resultados de los ensayos y de la recopilación bibliográfica damos los siguientes parámetros para el sustrato:

- Densidad aparente: 2,2 t/m³
- Cohesión ≈ 10 t/m²
- Ángulo de rozamiento interno $\approx 30^\circ$
- Resistencia a la rotura por compresión simple ≥ 12 kg/cm²
- Módulo de deformación ≥ 20000 t/m²

Consideramos que en excavación abierta y para espesores pequeños (< 1 m) pueden excavarse con retroexcavadora potente y puntualmente deberá emplearse martillo rompedor. No obstante para la excavación de los huecos de las zapatas hay que prever que sea necesario emplear una retroexcavadora provista de martillo rompedor. Los taludes temporales de excavación para alturas inferiores a 2 m pueden proyectarse subverticales (1H:3V). El fondo de excavación no constituye ninguno de los tipos de explanada contemplados en la instrucción 6.1-I.C., debiendo considerarse a tales efectos como SUELO 0.

Los materiales producto de su excavación podrán utilizarse en la realización de rellenos tipo "todo uno" en zonas no inundables, debidamente impermeabilizados y cumpliendo las siguientes condiciones para no dejar macrohuecos: procurar la máxima trituración en los procesos de excavado y extendido; tamaño máximo de canto limitado a 2/3 del espesor de la tongada; espesor máximo de las tongadas del orden de 40 cm; contenido en finos entre el 15 y el 30% y densidad a obtener en obra superior al 100%PN. Taludes recomendados en rellenos realizados con estos materiales de 3H:2V.

Las cimentaciones en estos materiales serán superficiales, con presiones admisibles del orden o superiores a 4 kg/cm². Necesidad de cementos sulforresistentes para el hormigón que quede en contacto con el terreno. Tipo de exposición Q_c.

El recubrimiento cuaternario

Lo constituyen limos yesíferos de tonos blanquecinos y pardos que se corresponden con el fondo de una antigua val que discurría por el extremo oriental del solar.

En esta parte aparecen superficialmente y recubren al sustrato terciario. El máximo espesor detectado ha sido de 1,80 m en la calicata 4 (C-4). Plano 4.

Se trata de suelos cohesivos colapsables, por lo que no debe cimentarse sobre ellos. Tampoco deben colocarse soleras o pavimentos ni rellenos sobre ellos si previamente no se recompactan.

Ensayamos en laboratorio muestras de las calicatas nº 2 y 4, resultado que presentan humedades naturales del 9,3 y 13,2% con densidades secas de 1,23 y 1,39 t/m³. Sus contenidos en tamaños finos (arcilla+limo) han sido del 72 y 79%, en tamaño arena del 20 y 27% y en gravas del 1%. Los finos presentan límites líquidos de 23,3 y 29,1 e índices de plasticidad de 5,5 y 6,5. Se clasifican según Casagrande (USCS) como CL y CL-ML (arcillas de baja plasticidad y limos).

En sendos ensayos de colapso a 1 kg/cm² se obtienen índices de colapso de 0,97 y 2,13%.

En un ensayo de compactación Proctor Modificado se obtiene una densidad máxima de 1,62 gr/cm³ para una humedad óptima del 16,5%.

Atribuimos a estos materiales los siguientes parámetros geotécnicos:

- Densidad aparente: 1,40 t/m³
- Cohesión ≈ 1 t/m²
- Ángulo de rozamiento interno $\approx 28^\circ$
- Módulo de deformación ≈ 1500 t/m² en seco.
- Suelo potencialmente colapsable.

Son materiales excavables donde pueden plantearse taludes temporales subverticales (1H:3V). El fondo de excavación en estos materiales no constituye ninguno de los tipos de explanada contemplados en la instrucción 6.1-I.C, debiendo conformarse la explanada deseada considerándolos como SUELO 0. Los materiales excavados se pueden reutilizar en rellenos si se compactan adecuadamente, ya que así pierden su carácter colapsable.

No deben apoyarse cimentaciones sobre estos materiales. Si se colocan soleras sobre ellos deben recompactarse o sustituirse. En edificios conviene proyectar forjados sanitarios. El hormigón que quede en contacto con estos materiales debe fabricarse con cemento sulforresistente.

Los rellenos antrópicos

Se trata principalmente de limos arcillosos y tierra vegetal que incluyen niveles a muro de escombros y restos de obras. Aparecen en una franja paralela al límite septentrional del solar, en su parte central y oriental. Los espesores máximos son del orden de 3-3,5 m en la coronación del talud que señala el límite del solar y disminuye progresivamente hacia el Sur hasta desaparecer a 20-30 m de dicho límite. También aparecen por todo el solar rellenos de explanación dispersos y de escasa entidad (máximo de 0,30 m).

Hemos ensayada en el laboratorio muestras de la calicata 6 y del sondeo 4 resultando que presentan una humedad natural del 3,8 y 9,1%, con un contenido en tamaños finos del 55 y 71%, en tamaño arena del 14-15% y en tamaño grava del 15 y 30%, correspondiendo este último a fragmentos de ladrillo y cascotes. Los finos resultan con un límite líquido de 27,2 y 29,6, un límite plástico de 15,8 y 16,3 y un índice de plasticidad de 10,9 y 13,7, clasificándose según Casagrande como CL (arcillas de baja plasticidad). Los contenidos en sulfatos han sido de 33990 y 35811 mg/kg suelo seco lo que implica ATAQUE FUERTE

al hormigón. En sendos ensayos de compactación Proctor Modificado se obtienen densidades máximas de 1,94 y 1,97 t/m³ para humedades óptimas del 9,8 y 12,5%.

Son materiales heterométricos, no compactados, colapsables y arrastrables, tal como se observa actualmente con la aparición de numerosos "piping" (arrastre y socavación) junto al talud del límite Norte.

Son materiales excavables donde recomendamos plantear taludes del orden de 1H:1V. Para el apoyo de cualquier solera o firme, o bien se sustituyen por materiales de mayor calidad o bien se recompantan con densidades próximas al P.M.

No son aptos para el apoyo de cimentaciones. El hormigón que quede en contacto con ellos debe fabricarse con cemento sulforresistente suponiendo un tipo de exposición Q_c.

5 - SISMICIDAD

Para la consideración de la acción sísmica en el término municipal de Cuarte de Huerva es de aplicación la Norma de Construcción Sismorresistente: Parte General y Edificación (NCSE-02), publicada en el BOE del 11 de octubre de 2002. Dicho término municipal no figura en la relación del anejo 1 de la citada Norma, de modo que la aceleración sísmica básica (a_b) se considera inferior a 0,04 g, siendo g la aceleración de la gravedad y no es obligatoria la aplicación de la Norma.

6 - TIPO DE CIMENTACIÓN Y RECOMENDACIONES CONSTRUCTIVAS

En el solar se proyecta una urbanización escalonada siguiendo la topografía del terreno y siempre a ras o ligeramente por encima de la superficie actual, sin sótanos (Plano 1). Por tanto, prácticamente no están previstos desmontes y los rellenos máximos se proyectan en ambos extremos del solar, con alturas del orden de 2 m.

Teniendo en cuenta lo anterior, la distribución de materiales y sus características geotécnicas, agrupamos los diferentes elementos de edificación por características comunes:

Zona centro-meridional y occidental del solar

Se trata de la zona donde no tenemos rellenos antrópicos ni limos yesíferos (ver plano nº 5).

Incluiría las aulas de primaria, almacén, aula de informática y secretaría, gimnasio, sala de usos múltiples y comedor, además de las aulas 1 y 2 de infantil. Pistas deportivas y aparcamientos de la zona centro-oriental y oriental (al Oeste de la pasarela peatonal).

Aparece superficialmente el sustrato de yesos con escasos y dispersos rellenos de explanación. Recomendamos:

- Eliminar de forma general los 30 cm más superficiales. Estos materiales pueden reutilizarse en labores de restitución-revegetación.
- Escarificar y compactar la superficie resultante.
- Realizar los rellenos con material de aportación debidamente compactado.
- Cimentación directa mediante zapatas apoyadas en sustrato sano o ligeramente alterado. Presión admisible igual o superior a 4 kg/cm². El sustrato de apoyo por esta zona puede considerarse a unos 50 m de profundidad.
- El extremo de la zona cubierta hacia la pasarela debe cimentarse con pozos hasta una profundidad máxima de 2 m.
- Las soleras y pavimentos pueden colocarse directamente sobre los rellenos compactados.

Zona centro-septentrional y oriental del solar

Tenemos rellenos antrópicos y limos yesíferos sobre el sustrato Terciario (ver plano nº 5).

Incluye las aulas 3 a 9 de infantil, recreos y aparcamientos anexos, la sala de psicomotricidad y el porche y la plaza de primaria. También la parte más próxima a la pasarela peatonal de acceso.

Para colocar soleras y pavimentos en esta zona lo más aconsejable sería recomparar los materiales presentes (rellenos y limos) en un espesor medio de 1,5 m. Recomparar implica excavar estos materiales y volverlos a colocar por tongadas debidamente compactados con densidades próximas al 100% PN. Una vez recomparados puede procederse a realizar los rellenos previstos en la urbanización. Deben desecharse (a vertedero o para labores de

restitución) los 30 cm más superficiales. Otra opción es eliminar estos materiales y sustituirlos por materiales granulares debidamente compactados.

La cimentación de los edificios debe realizarse por pozos que alcancen el sustrato. En el plano nº 5 se señala la profundidad de aparición respecto de la cota actual del terreno. La presión admisible es igual o superior a 4 kg/cm².

En toda la zona perimetral con rellenos antrópicos, dado el talud con fuerte pendiente que existe hacia la calle de acceso al polígono, sin que sea seguro a la largo plazo en la parte correspondiente a rellenos, la solución para el vallado perimetral más adecuada sería la excavación hasta el yeso y sobre él la construcción de un muro verde o similar que siguiese la inclinación del talud actual, pudiendo efectuar el vallado y su cimentación sobre el relleno del trasdós de dicho muro. Con esta solución puede ocuparse toda la parcela.

Como alternativas, para evitar la construcción del muro verde puede preverse la excavación de los rellenos y su compactación por tongadas pero con un talud 3H:2V, cimentando la valla de cerramiento en la coronación del relleno.

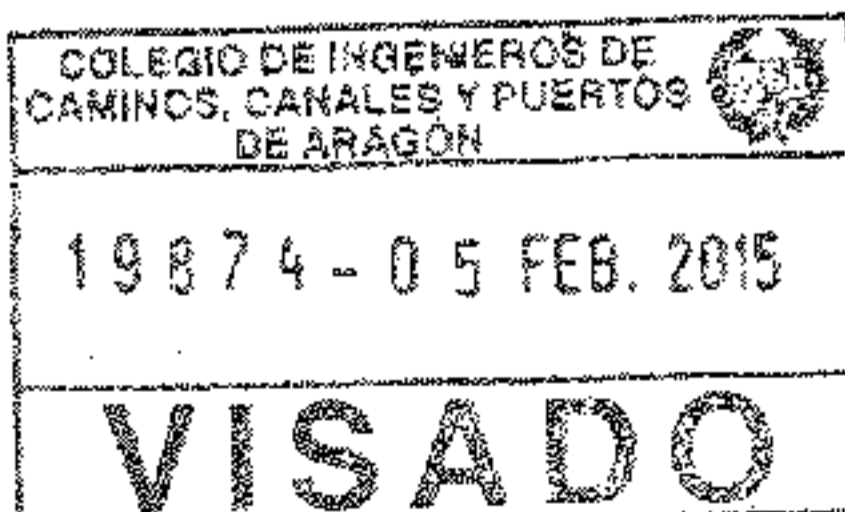
Otra opción sería no tocar los rellenos existentes en la zona más próxima a la cabeza del talud, retranquear unos 2 m la valla y prever una zapata corrida, apoyada cada 6-8 m en pozos de cimentación que alcancen el sustrato de yesos.

Fdo. Víctor Hernández Hinojo
Geólogo



VºBº del Director

Fdo. Octavio Plumed Parrilla
Ingeniero de Caminos



Fdo. Javier Prats Rivera
Ingeniero de Caminos

APÉNDICES