ANEJO 6: ESTUDIO GEOTÉCNICO

IGEOSUMA, S.L.

ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA PROYECTO DE MODERNIZACIÓN INTEGRAL DEL REGADÍO DE LA COMUNIDAD DE REGANTES GRAÑEN-FLUMÉN ALMUNIENTE, EN LOS TT.MM. DE GRAÑÉN Y ALMUNIENTE (HUESCA)

PETICIONARIO: COMUNIDAD DE REGANTES GRAÑÉN-FLUMÉN ALMUNIENTE

INFORME: 0698

FECHA INFORME: SEPTIEMBRE 2021

INDICE

1. ANTECEDENTES

2. SITUACIÓN GEOLÓGICA

2.1. ENCUADRE GEOLÓGICO GENERAL
2.2. ESTRATIGRAFÍA
2.3. ESTRUCTURA Y TECTÓNICA
2.4. GEOMORFOLOGÍA
2.5. HIDROGEOLOGÍA
2.6. SISMICIDAD

3. TRABAJOS REALIZADOS

3.1. RECONOCIMIENTO GEOLÓGICO DE SUPERFICIE
3.2. CALICATAS MECÁNICAS
3.3. ENSAYOS DE PENETRACIÓN DINÁMICA TIPO DPSH

4. CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES

4.1. NIVEL I (UG-I). TIERRA DE LABOR / SUELO VEGETAL Y RELLENOS DE TIERRAS
4.2. NIVEL II (UG-II). RECUBRIMIENTO CUATERNARIO – (Suelos finos)
4.3. NIVEL III (UG-III). RECUBRIMIENTO CUATERNARIO – (Suelos granulares gruesos)
4.4. NIVEL IV (UG-IV). SUSTRATO TERCIARIO

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. BALSA ELEVADA
5.2. BALSA “SIEMPRE LLENA”
5.3. BALSA REGULACIÓN
5.4. ESTACIÓN DE BOMBEO
5.5. CAPTACIÓN
5.6. TUBERÍA DE IMPULSIÓN
5.7. RED DE RIEGO PRINCIPAL
5.8. CRUCES DE INFRAESTRUCTURAS Y RIOS POR LA RED DE RIEGO PRINCIPAL

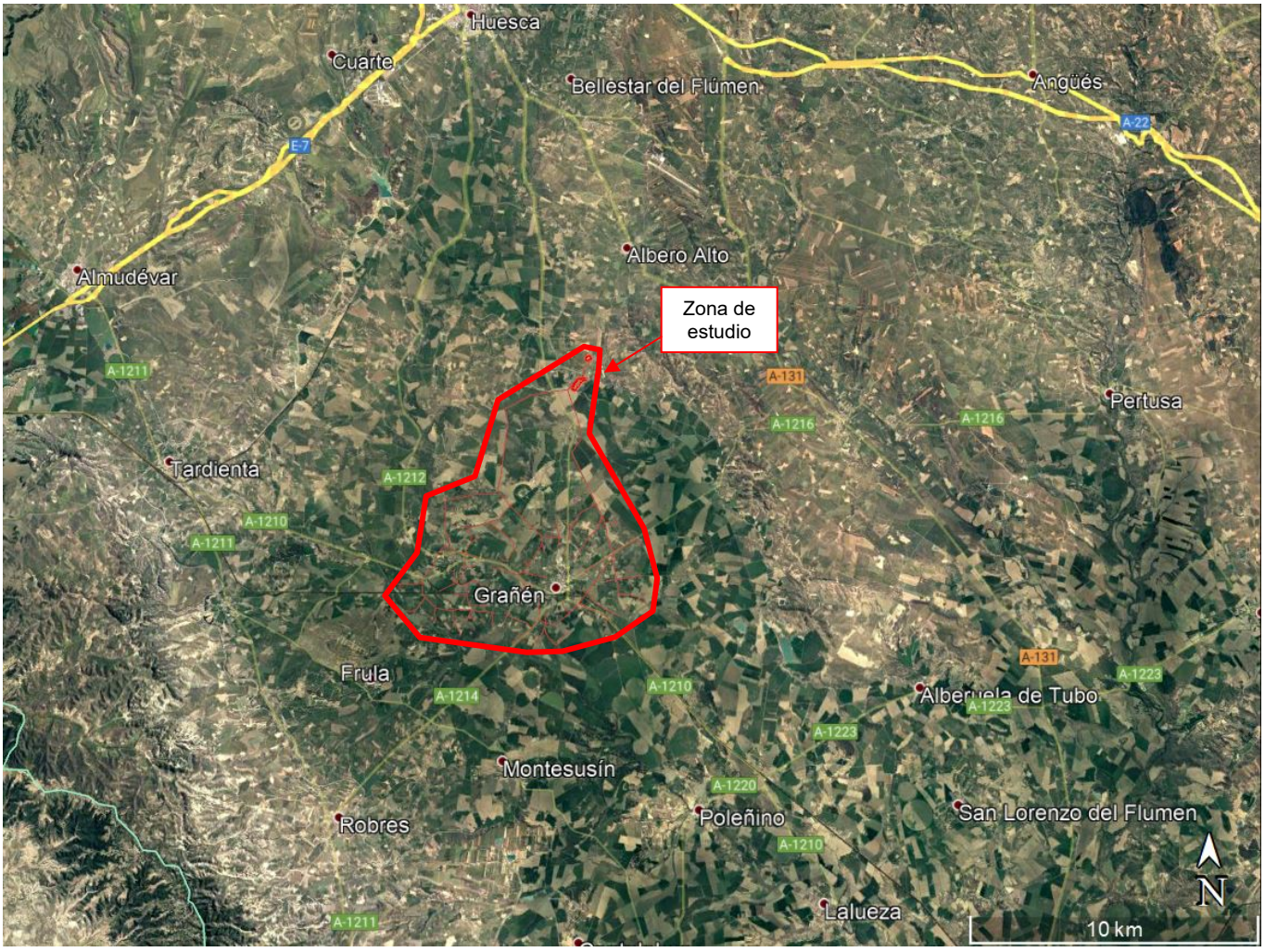
ANEJOS

I. CROQUIS DE SITUACIÓN DE LOS ENSAYOS
II. PERFILES LITOLÓGICOS DE LAS CALICATAS DE RECONOCIMIENTO
III. ENSAYOS DE PENETRACIÓN DINÁMICA TIPO DPSH
IV. CROQUIS DE TRAMIFICACIÓN GEOTÉCNICA DE LA RED DE RIEGO

1. ANTECEDENTES

Las Comunidades de Regantes de Grañen-Flumen y Almuniente, a través de la ingeniería redactora del proyecto UTE INESA-ROM VII INGENIERIA S.L., encargan a IGEOSUMA, S.L. la realización de un estudio geológico y geotécnico para el proyecto de "MODERNIZACIÓN DEL REGADÍO DE LA CR GRAÑEN-FLUMEN Y ALMUNIENTE EN LOS TT.MM. DE GRAÑEN Y ALMUNIENTE (HUESCA).

El proyecto contempla la construcción de 3 balsas de almacenamiento de agua, una estación de bombeo, una captación del canal del Cinca, una tubería de impulsión y la colocación de una red de tuberías en todo el ámbito de la zona regable. La zona afectada por el proyecto y que ha sido estudiada para el presente informe geotécnico, se refleja en la siguiente ortofoto.



Situación de la zona de estudio tomado de Google Earth.

Tanto las balsas proyectadas como la red de riego asociada se emplazan fundamentalmente sobre parcelas agrícolas, incluidas principalmente en el Término municipal de Grañen, y en menor medida en los TTMM de Albero Bajo y Almuniente. Además, dicha red afecta a varias infraestructuras ya existentes. Como son los canales del Cinca y del Flumen, las carreteras autonómicas A-1210, A-1213, A-1214 y A-1216 y la vía del tren.

En la figura adjunta se detallan las unidades de obra prevista, que son:

- Balsa elevada de una capacidad de 167.794 m^3, situada al norte del canal del Cinca.
- Balsa “siempre llena” al pie del canal del cinca y con una capacidad de 34836 m^3.
- Balsa de regulación, dispuesta junto a la balsa anterior, al norte de la misma, y con una capacidad de 464.312 m^3.
- Estación de bombeo dispuesta al suroeste de la balsa de regulación.
- Captación de agua del canal del Cinca para llenado de la balsa “siempre llena” y la balsa de regulación.
- Tubería de impulsión desde la Estación de bombeo a la Balsa elevada.
- Red Principal de tuberías de riego por gravedad para tres pisos: A, B y C.
- Red Secundaria de tuberías de riego.

Distribución de las unidades de Obra proyectadas

El estudio ha consistido en la recopilación bibliográfica, en el reconocimiento geológico por técnicos cualificados de la zona donde se ubicarán los elementos de obra antes indicados y en la valoración geotécnica del terreno basada en los observaciones geológicas de superficie, en antecedentes de estudios cercanos y en la campaña de trabajos de campo, realizados para el presente informe, y que por falta de permisos solo se ha podido realizar en la red de riego principal mediante calicatas.

Para el caso de la dos balsas al pie del canal (“siempre llena” y de regulación) se ha dispuesto de los resultados de 9 ensayos DPSH realizados el 24 de Noviembre de 2020, para un estudio geotécnico preliminar sobre un diseño de balsa inicialmente proyectado en esta zona.

Los ensayos geotécnicos realizados para el presente estudio, debido a la falta de permisos, únicamente han consistido en la realización de 27 calicatas de reconocimiento para la red de riego principal. En el resto de unidades de obra descritas, por falta de permisos, no se ha podido realizar ningún ensayo de reconocimiento de campo. Durante la ejecución de las calicatas se han tomado muestras de los diferentes terrenos reconocidos.

En el anejo I se recoge la ubicación de los ensayos geotécnicos realizados. Las coordenadas UTM de los mismos se recogen en los boletines de cada ensayo de campo, que se incluyen en el anejo correspondiente.

Dada la imposibilidad de realizar los reconocimientos de campo en las balsas, estación de bombeo, tubería de impulsión y captación, las conclusiones que se realizan en apartados posteriores están basadas en las observaciones de superficie y en antecedentes de estudios cercanos, y como tales deben considerarse como orientativas, **siendo necesario, previamente del inicio de la obra, del estudio geotécnico preceptivo y previo al inicio, con sondeos, calicatas, ensayos DPSH y ensayos de laboratorio, para caracterización geotécnica de los mismos. Este estudio será el que determine el modelo y características del terreno en cada unidad de obra y el que debe servir para su diseño.**

Para las redes de riego, las calicatas realizadas permiten de una forma general, teniendo presente el carácter puntual de las mismas respecto a la longitud de tuberías, establecer la excavabilidad y estabilidad de los terrenos afectados, el aprovechamiento de los materiales excavados, la presencia o ausencia de nivel freático, así como detectar cualquier problemática geotécnica que pudiera existir para su construcción. **No obstante, previamente al inicio de la obra, deberá completarse este estudio con calicatas adicionales en los tramos de tubería no estudiados y para el caso de los cruces de infraestructuras, será necesario complementar este estudio, con reconocimientos adicionales mediante sondeos y ensayos DPSH en los puntos más problemáticos, por característica del cruce o bien por el terreno reconocido o esperable. Este aspecto se desarrollará en el apartado 5.8.**

2. SITUACIÓN GEOLÓGICA

2.1. ENCUADRE GEOLÓGICO GENERAL

La zona de estudio, en lo que respecta a los planos geológicos de España serie Magna (Escala 1:50:000), se dispondría mayoritariamente dentro de la Hoja nº 324 (Grañén) y en menor medida en la Hoja nº 286 (Huesca).

Geológicamente la zona se ubica en el borde norte de la Cuenca del Ebro ya próxima a las Sierras exteriores Pirenaicas. Esta cuenca se encuentra limitada por los relieves pirenaicos, celtibéricos y costero-catalanes. Estos relieves conforman la Depresión en un perímetro triangular que tiene sus vértices en Logroño, Valderrobles (Teruel) y Vic (Barcelona), conectando únicamente con otra cuenca terciaria, la del Duero, por la franja deprimida situada entre la Sierra de la Demanda y la Sierra de Cantabria (La Bureba).

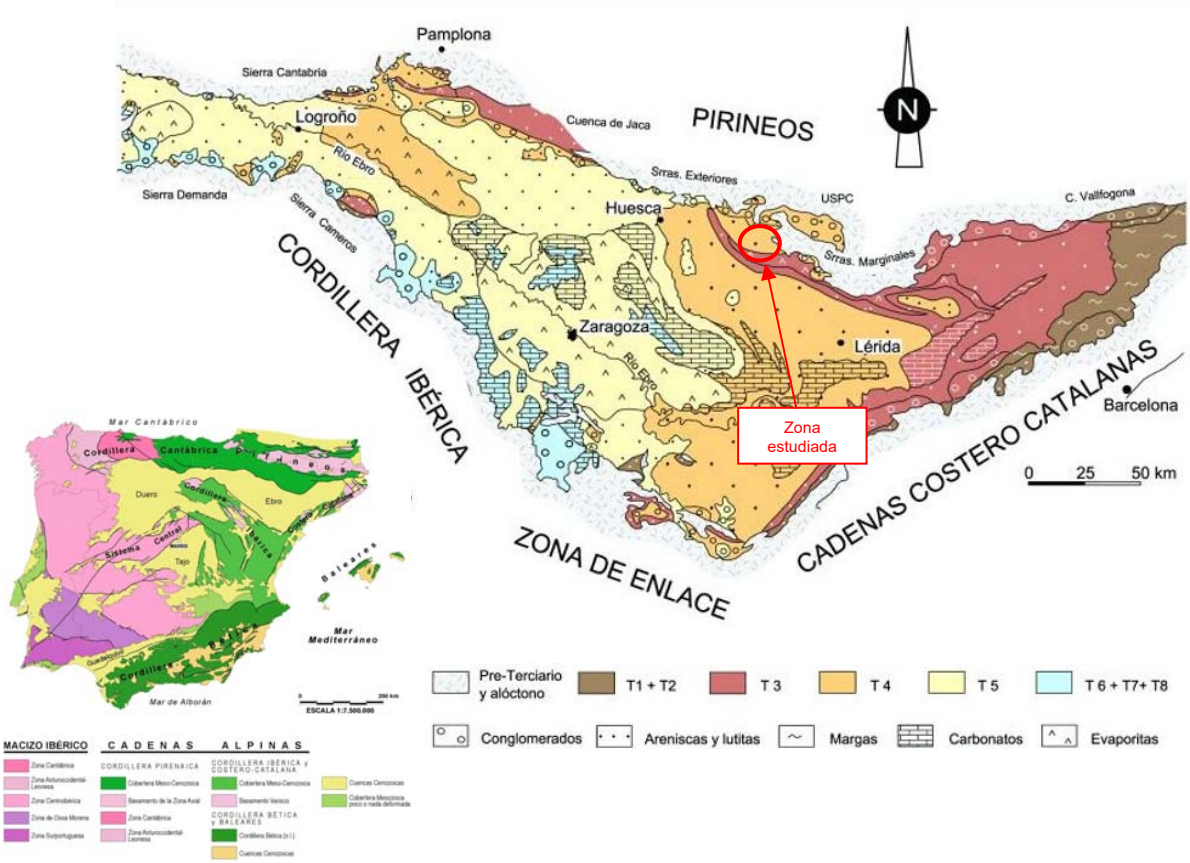
Esta cuenca corresponde a los últimos estadios de evolución de la cuenca de antepaís meridional del orógeno pirenaico relacionada también con las otras cordilleras que la circundan: los Catalánides, por el SE y la Cordillera Ibérica por el SO. De esta forma, desde el Oligoceno, hasta la actualidad, ha actuado como centro de depósito de materiales continentales procedentes del desmantelamiento de las cordilleras citadas.

La mayor parte de los materiales que configuran el territorio que comprende la zona de estudio y alrededores son de edad terciaria que aparecen variablemente cubiertos por depósitos de edad cuaternaria.

Los materiales terciarios son de edad miocena y consisten principalmente en sedimentos de origen fluvio-aluvial (abanicos aluviales) procedentes del desmantelamiento de la Cadena Pirenaica, situada al norte de la zona de estudio. En este sentido los materiales dominantes corresponden a alternancias de areniscas y lutitas con intercalaciones de conglomerados.

Los depósitos terciarios se encuentran escasamente deformados y se disponen subhorizontales.

Sobre estos materiales terciarios se implanta durante el Cuaternario la red fluvial actual, que da lugar a depósitos aluviales y coluviales compuestos fundamentalmente por materiales granulares. Consisten principalmente en varios niveles de terrazas, correspondientes a los ríos principales como el Flumen. También se encuentran depósitos poligénicos (aluvio-coluviales) que recubren los fondos de valle, laderas o constituyen glacis. Estos depósitos cuaternarios ocupan una importante extensión dentro de la zona de estudio.



Situación Geológica general dentro de la Depresión terciaria del Ebro de la Zona de Estudio *(Fuente: Vera, J.A. Editor 2004, Geología en España SGE-IGME).*

2.2. ESTRATIGRAFÍA

Tal y como ya hemos indicado anteriormente los materiales que encontramos en la zona de estudio aparecen como dos conjuntos litológicos bien diferenciados que son los materiales terciarios de relleno de la Depresión del Ebro y los depósitos cuaternarios que los recubren, tal y como se muestra en la figura de la página siguiente, tomada de las hojas nº 324 (Grañén) nº 286 (Huesca) del Mapa Geológico Nacional editado por el IGME a escala 1:50.000.

2.2.1.- Terciario

De acuerdo con el mapa geológico, la zona de estudio se incluiría en la Formación Sariñena. Esta formación se dispone por encima de la Formación Peraltilla. Mientras que los diferentes niveles de la Fm. Peraltilla presentan una inclinación pronunciada hacia el S y SO, las areniscas y margas de la Fm Sariñena no tienen dicha inclinación y aparecen con un carácter esencialmente horizontal.

La litología viene dada por un conjunto alternante de margas y areniscas, de tonalidades pardo-amarillentas y rojizas. Además cabe señalar la presencia de intercalaciones de bancos delgados de calizas margosas y margas pizarreñas hacia el E de la formación.

Dentro de la distribución irregular de areniscas de morfología lenticular o canalifome y margas se pueden distinguir:

Arenas, lutitas y microconglomerados.

Unidad denominada por Quirantes como “areniscas de Alberuela de Tubo”. Ocupa más del 50% de la superficie de la Hoja 324 (Grañen); constituyen un conjunto de margas y areniscas alternando en bancos potentes; así por ejemplo pueden medirse capas de areniscas de 5-10 m de espesor. En su base se hace más margoso. El conjunto sigue teniendo un tono rojizo y se han medido potencias de más de 170 m.

Lutitas, arenas y calizas.

La parte inferior de esta unidad pasa lateralmente a la anterior. Y está constituida por un conjunto de lutitas, limos y areniscas finas entre las que se intercalan paleocanales arenosos aislados, con espesores de 2-5 m y con una continuidad lateral máxima de 100 m. Por su parte los niveles carbonáticos presentan continuidad lateral kilométrica y unos espesores centimétricos (2 a 15 cm).

El conjunto muestra un espesor aflorante en la Hoja 324 (Grañen) de aproximadamente 600 m.

2.2.2. Cuaternario

Los depósitos cuaternarios afloran extensamente en la zona de estudio y corresponden a formaciones superficiales de génesis fluvial y poligénica:

Niveles de terrazas colgadas y glacis colgados

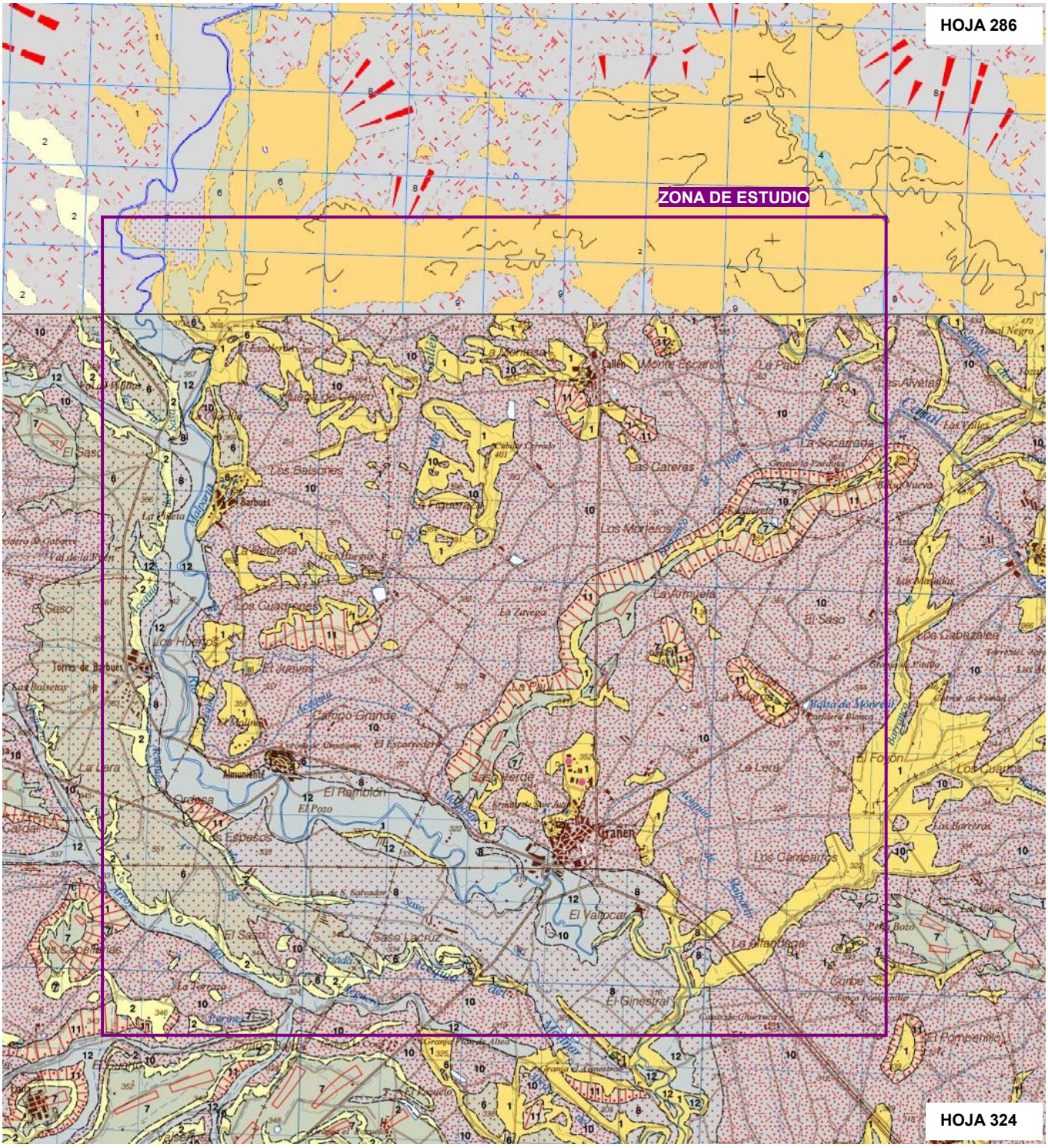
Forman parte de este grupo las terrazas colgadas de los principales cursos actuales (de 20 a 60 metros sobre los cauces actuales), así como sus depósitos de glacis correspondientes al pie de los relieves. Los depósitos de terraza están compuestos por gravas poco cementadas, que presentan lentejones de arenisca y lutitas, con espesores de 1,5 a 3 metros. Mientras que los glacis están formados por lutitas y gravas, procedentes de los relieves terciarios y de los niveles de terraza más altos.

Niveles de terrazas bajas y depósitos aluviales-coluviales

Se incluyen los depósitos más recientes de los lechos de los ríos actuales y de las terrazas más bajas, situadas a poca altura sobre éstos (a menos de 10 metros). Y están compuestos principalmente por gravas, arenas y lutitas. Por su parte los depósitos aluviales coluviales están constituidos principalmente por limos, con espesores de hasta 5 metros, y han sufrido una intensa modificación antrópica.

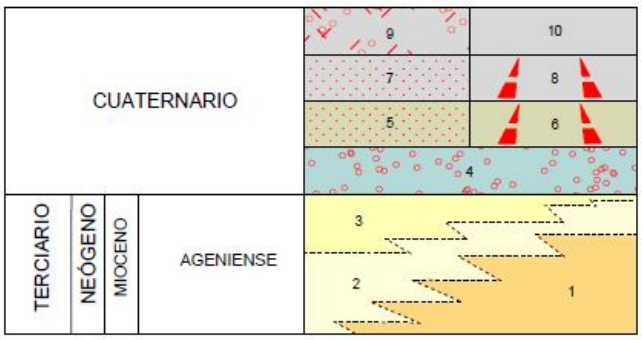
Materiales de fondo de valle, llanura aluvial, barras y “vales”

Materiales de relleno de fondo de valle y tapizado de laderas. Tienen un origen mixto aluvial-coluvial. Están formados por arcillas limosas a limos variablemente arenosos con niveles o hiladas de gravas y cantos angulosos o redondeados dependiendo de la procedencia de los mismos (sustrato rocoso terciario o niveles de terraza-glacis colgados). En general sus espesores son reducidos del orden de 2 a 4 metros, alcanzándose mayores valores en el caso de barrancos de apreciable entidad.



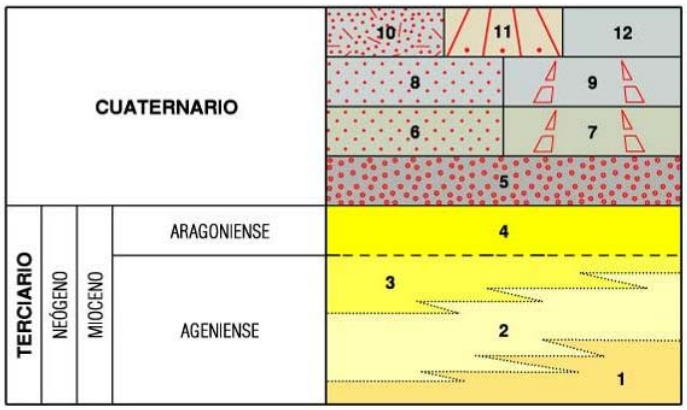
Mapa Geológico Nacional a Escala 1:50.000. Serie MAGNA.
Editado por el IGME. HOJA 324 GRAÑEN y HOJA 286 HUESCA, y leyendas de los mismos.

LEYENDA



10 Gravas, arenas y limos. Fondo de valle, llanura aluvial, barras, "valés"
9 Limos y cantos. Aluvial-coluvial
7 Gravas, arenas y lutitas. Terrazas bajas
6 Gravas y lutitas. Glacis colgados
5 Gravas, arenas y lutitas. Terrazas colgadas
4 Gravas. Niveles aluviales altos
3 Lutitas, calizas y areniscas finas (facies de la Galocha)
2 Lutitas con niveles canaliformes de areniscas y calizas
1 Areniscas y lutitas (facies tipo Sariñena)

LEYENDA



12 Gravas, arenas y limos. Fondo de valle, barras, cauces abandonados, terrazas bajas y "vales"
11 Gravas, arenas y lutitas. Coluviones
10 Limos y cantos. Aluvial-coluvial
9 Gravas y lutitas. Glacis
8 Gravas, arenas y lutitas. Terrazas
7 Gravas y lutitas. Glacis colgados
6 Gravas, arenas y lutitas. Terrazas
5 Conglomerados cementados. Terrazas altas
4 Calizas, lutitas, yesos y areniscas. Fm Alcubierre
3 Yesos, lutitas, calizas laminadas y areniscas
2 Lutitas arenas y calizas. Fm Sariñena
1 Areniscas lutitas y microconglomerados. Fm Sariñena

2.3. ESTRUCTURA Y TECTÓNICA

Tal y como ya se ha indicado anteriormente los materiales que encontramos en la zona de estudio aparecen como dos conjuntos litológicos bien diferenciados que son los materiales terciarios de relleno de la Depresión del Ebro y los depósitos cuaternarios que los recubren.

La cuenca terciaria del Ebro constituye la cuenca de antepaís meridional de la Cordillera Pirenaica. Dicha cuenca está flanqueada por el SO y SE por las Cordilleras Ibérica y Costero Catalana, de menor importancia relativa en su evolución. Consecuentemente, los mapas de isobatas de la base del Terciario de la cuenca indican un incremento progresivo de profundidad hacia el margen pirenaico (RIBA *et al*., 1986). El substrato pre-terciario se encuentra inclinado hacia el N o NNE, hallándose a profundidades de 2.600 -3.000 m. Oscilando el espesor del Terciario continental, en la hoja de Grañen, entre unos 2.100 metros al sur de la hoja y más de 2.800 metros al norte, donde se une con la hoja de Huesca.

En el área abarcada por el proyecto estudiado, la estructura en superficie de los materiales terciarios es simple, de tipo monoclinal con buzamientos suaves (entre 1º y 3º) hacia el SO. Mientras que hacia el suroeste, fuera de dicha área, las capas presentan inclinaciones entre 3º y 5º.

Las unidades terciarias generalmente presentan una red de diaclasado de tipo medio a baja, en donde puede reconocerse el sistema N-S (engloba direcciones NNO-SSE a NNE-SSO) y el sistema de dirección E-O, conjugada de la anterior, que incluiría un abanico de direcciones desde ENE-OSO hasta ESE-ONO.

2.4. GEOMORFOLOGÍA

Los rasgos geomorfológicos están relacionados directamente por el clima de la zona que corresponde al tipo mediterráneo continental de carácter semiárido, con temperaturas medias anuales de 13º-15º y precipitaciones en torno a 400-500 mm al año. Esto se traduce en que sólo los ríos principales presentan un curso permanente, mientras que el resto de los valles y vaguadas son de carácter estacional.

Las principales variaciones orográficas se producen en las transversales NE-SO, siendo perpendiculares a las franjas litológicas y al trazado de los ríos Guatizalema y Flumen, afluentes del río Alcanadre.

La red fluvial principal está constituida por el citado el rio Flumen que discurre por la zona sur del área estudiada, encajando sus terrazas recientes a menor cota que el Guatizalema. El Flumen se caracteriza por presentar cambios abruptos de orientación de su trazado, incluidos en una envolvente NO-SE. Debido a la escasez de depósitos cuaternarios recortados, su vertiente izquierda es relativamente regular y suave. Si bien, su vertiente derecha muestra un marcado relieve invertido, debido a la disección por la red torrencial actual de los depósitos de terrazas y glacis antiguos.

En el resto de la red fluvial de menor orden existente en el área, predominan los valles de fondo plano “vales”, así como algunos barrancos de incisión lineal.

Considerando la composición litológica y estructura geológica del sustrato se tiene que en la zona predominan las litologías blandas con intercalaciones más resistentes. Esto hace que se reconozcan pequeños escarpes en las laderas y un relieve en graderío provocados por la presencia de líneas de capa dura intercaladas en la serie, que se denominan graderíos estructurales escalonados.

Las capas de arenisca favorecen la exposición de superficies horizontales, separadas entre sí por cornisas y cantiles verticales que coinciden, generalmente, con planos de fracturación. En las partes bajas de los relieves, las cabeceras de los barrancos menores que drenan estas formas presentan morfologías de pequeños anfiteatros (Laity y Malin, 1985). Así estos valles de bajo orden se inician abruptamente con cabeceras verticales y mantienen una escasa pendiente. La escorrentía en la parte superior es escasa, si bien en ocasiones es posible el desarrollo de marmitas en las superficies horizontales de las areniscas como consecuencia de la abrasión mecánica causada por los cantos duros procedentes de la terraza superior, al ser movilizados por corrientes de agua superficial. Por otro lado, los escarpes verticales se activan procesos de socavación basal relacionada con mecanismos de alteración preferente en áreas de descargas de agua difusas o rezumes que favorecen la caída de bloques y la aparición, en definitiva, de morfologías semiesféricas a modo de alcobas y semiarcos (Howard y Selby, 1994; Nash, 1997). Además de estos procesos ligados preferentemente a la escorrentía, probablemente los procesos de erosión más importantes en los escarpes de las areniscas están relacionados con la caída gravitacional de bloques y desprendimientos, que regularizan las laderas y desencadenan el retroceso de los cantiles (Howard y Selby, 1994).

Las formas acumulativas poligénicas más recientes comprenden los niveles de terraza aluviales de los que los más extensos son los niveles colgados respecto al cauce actual, los derrames o glacis subactuales y los depósitos de valles de fondo plano o vales.

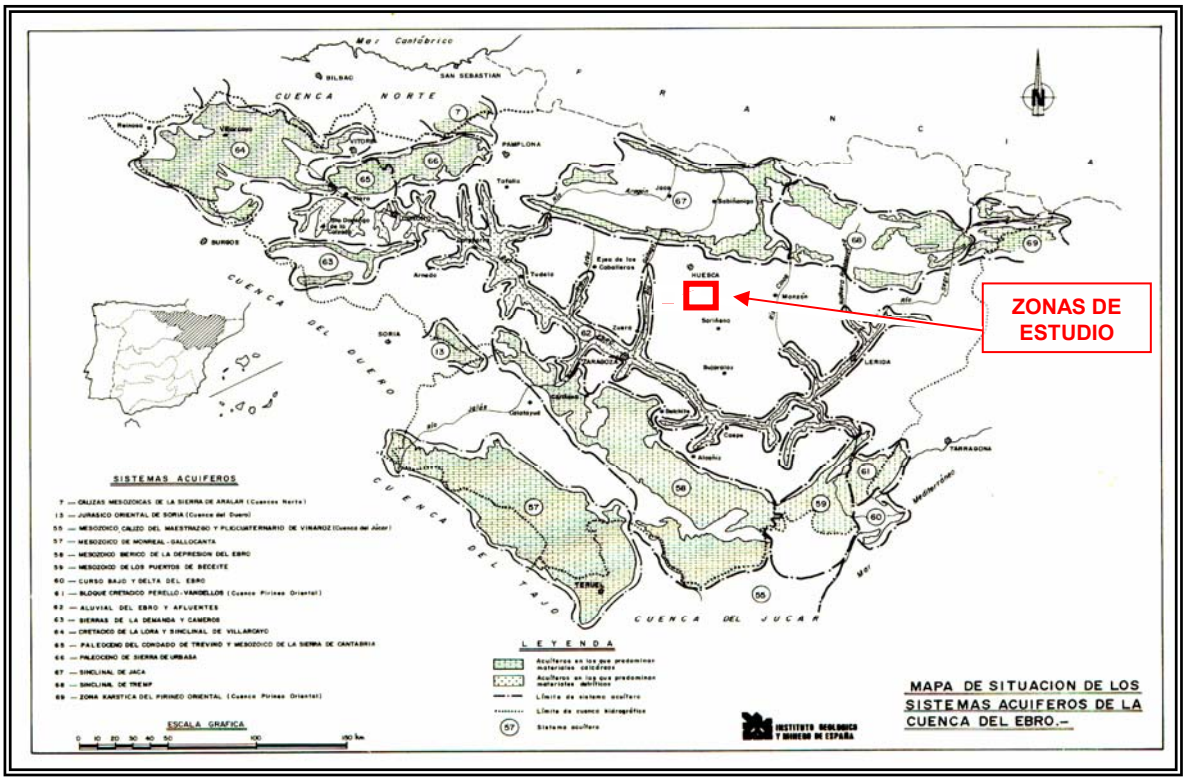
La interacción con los procesos de la dinámica fluvial es la causa principal del vaciado erosivo y del acarreo de los materiales denudados dentro del contexto de un sistema morfoclimático de carácter semiárido, siendo un importante condicionante de las morfologías presentes en la zona.

2.5. HIDROGEOLOGÍA

El cauce fluvial de mayor entidad que discurre por la zona de estudio lo constituye el río Flumen, que se cruza en tres puntos con la red de riego proyectada. El Flumen se caracteriza por presentar cambios abruptos de orientación de su trazado, incluidos en una envolvente NO-SE. El resto de la red fluvial está formada por barrancos de variable incisión línea, de una dirección general NE-SO los de mayor longitud, que son tributarios directos o indirectos del río Flumen. Así como, el arroyo del Reguero, que a grandes rasgos constituye el límite sur de la zona de estudio.

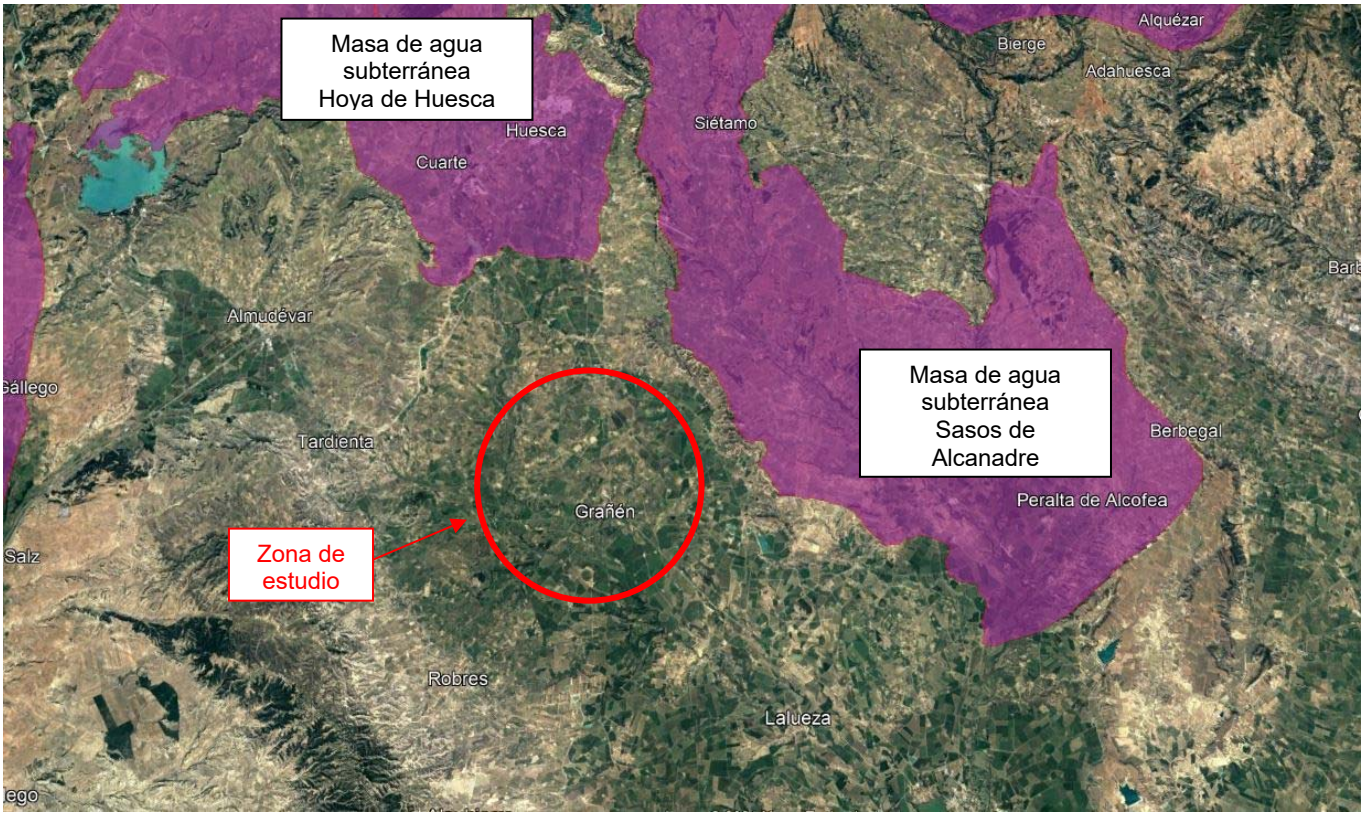
Hidrogeológicamente la zona de estudio queda encuadrada en el dominio hidrogeológico de la Depresión del Ebro (según división de la Confederación Hidrográfica del Ebro, abreviadamente CHE) o Cuenca del Ebro, según división del IGME (Instituto Geominero de España).

Concretando ese encuadre hidrogeológico y según el Instituto Geominero de España la zona investigada quedaría fuera de los sistemas acuíferos regionales, como queda reflejado en la figura siguiente.



Mapa de situación de los sistemas acuíferos de la cuenca del Ebro según el IGME.

Según la CHE, las zonas concreta de estudio quedarían fuera de cualquier unidad acuífera regional o masa de agua subterránea definida en el dominio de la Depresión del Ebro, según reflejamos en la figura adjunta.



En suma, en la zona de estudio se descarta la presencia de acuíferos regionales.

En suma, en la zona de estudio se descarta la presencia de acuíferos regionales.

A modo local pueden aparecer acumulaciones o niveles locales de agua en los siguientes contextos:

. Los recubrimientos cuaternarios están formados principalmente por materiales arcillosos, limosos y arenosos que presentan a grandes rasgos una baja permeabilidad, siendo susceptibles de poseer niveles de acumulación locales de agua con un funcionamiento de acuífero de tipo libre, si bien estos recubrimientos presentan en general un escaso interés hidrogeológico debido al escaso espesor que presentan. La acumulación de agua en estos niveles se debe principalmente a la diferente permeabilidad entre estos recubrimientos y el sustrato rocoso, que determina básicamente su acumulación inmediatamente por encima del contacto.

. Las formaciones terciarias detectadas en la zona de estudio y alrededores se caracterizan por presentar una baja permeabilidad, y aunque los niveles carbonatados o detríticos más gruesos (arenas y areniscas) presentes dentro de alguna de estas formaciones pueden tener cierta permeabilidad que facilita alguna acumulación local de agua, ésta es, en general, de muy reducida magnitud debido sobre todo en nuestro caso a que quedan intercalados dentro de las argilitas claramente impermeables y tienen una baja continuidad lateral. No obstante y como se ha observado en algunos de los sondeos y calicatas, existen acumulaciones locales de agua dentro de estas formaciones, en relación con las discontinuidades existentes en las mismas, que generan rezumes de variable entidad.

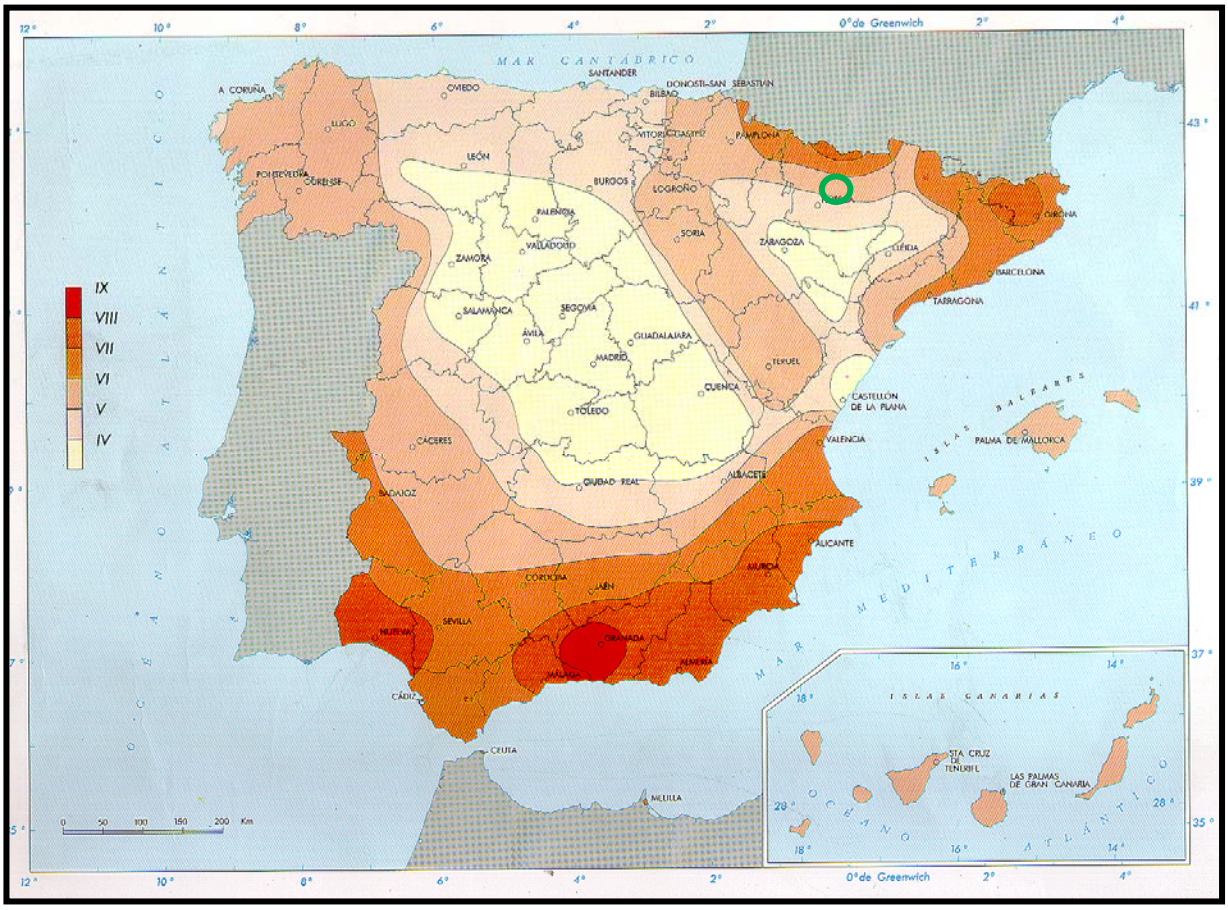
La alimentación de estos niveles locales de agua en los recubrimientos cuaternarios asi como en las formaciones terciarias está relacionada con las precipitaciones, escorrentía y riego tanto el excedente del mismo como el procedente de fugas de acequias, canales o el conducido por las zanjas de drenaje (azarbes) existentes.

Dado este esquema hidrogeológico es esperable una variabilidad destacable tanto en la presencia o no de agua como en la profundidad de aparición de la misma. Además es esperable que la profundidad de aparición del nivel freático en el área de estudio varíe según la pluviometría y sobre todo por la época de riego.

2.6. SISMICIDAD

Durante los últimos años y a partir de nuevos datos e investigaciones realizadas, el Instituto Geográfico Nacional (abreviadamente IGN) ha elaborado en el 2012 los nuevos mapas de peligrosidad sísmica para España, que todavía no se han recogido en las normas de construcción sismoresistente, quedando en la actualidad vigente la norma NCS-2002, basada en los planos de peligrosidad sísmica elaborados por el IGN en 1991.

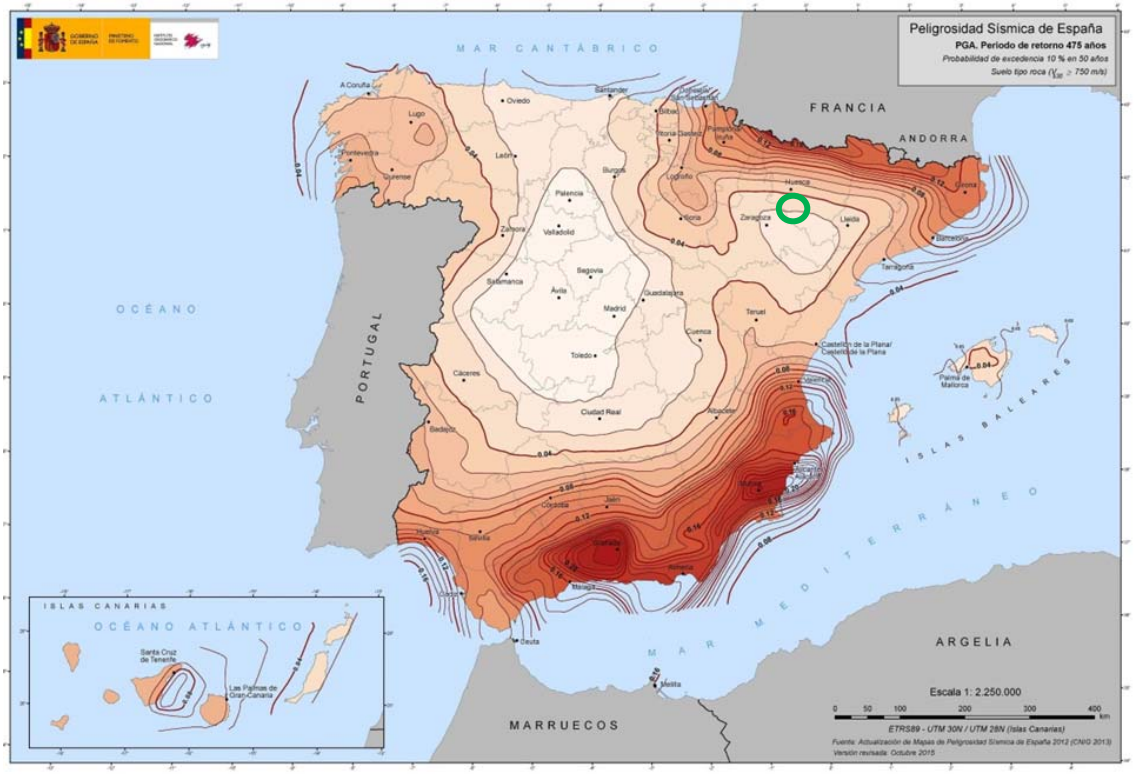
Según los planos de sismicidad histórica y de peligrosidad sísmica (recurrencia e intensidad de sismo esperable), hasta 1991 del IGN, así como los de peligrosidad sísmica elaborados por el Gobierno de Aragón (Plan especial de protección ante sismos) puede decirse que en la zona de estudio la exposición al riesgo sísmico es baja, propia de un área tectónicamente bastante estable, para la cual es esperable intensidades sísmicas en general de grado inferior a VI (escala MKS). No se prevén terremotos de carácter catastrófico o que produzcan daños elevados, correspondientes a valores de intensidad epicentral superiores a VII según escala M.K.S.



Mapa de intensidad de movimientos sísmicos para periodo de retorno de 500 años

La norma sismorresistente NCSE-02 (Parte general y edificación) asigna a los términos municipales en los que se incluye la zona de estudio (Grañen, Albero Bajo y Almuniente) una aceleración sísmica básica inferior a 0,04 g (siendo g la aceleración de la gravedad), lo que implica un riesgo asociado a movimientos sísmicos bajo que no hace necesario considerar esfuerzos sísmicos en el cálculo estructural de las cimentaciones.

Con los nuevos planos de peligrosidad sísmica, para un periodo de recurrencia de 475 años, la aceleración sísmica de referencia (sustituye a la denominada aceleración básica) definida para la zona se situaría en un valor de 0,04g para los tres términos municipales antes indicados.



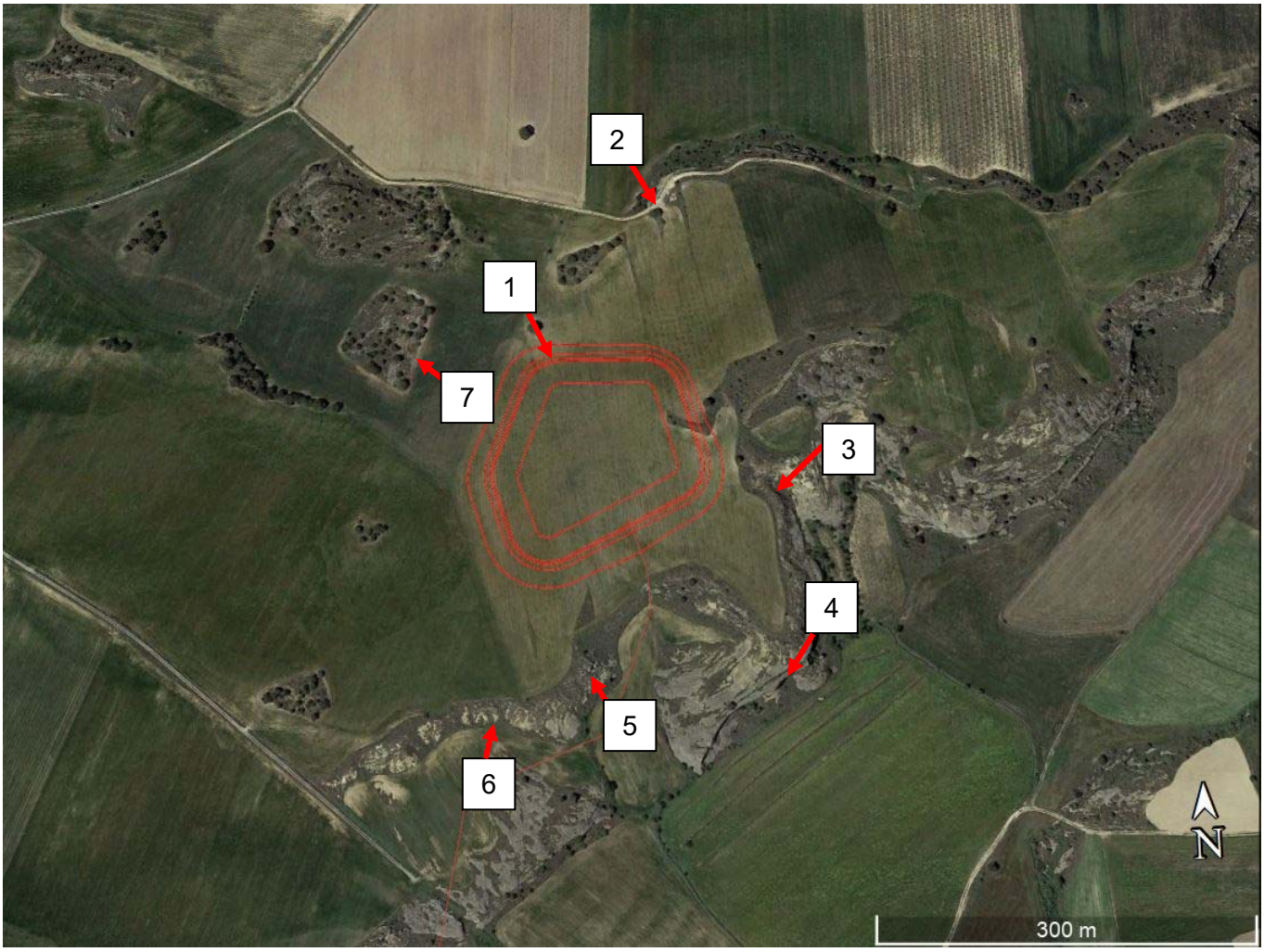
Mapa de peligrosidad sísmica de España 2015 (en valores de aceleración) para un retorno de 475 años

3. TRABAJOS REALIZADOS

3.1. RECONOCIMIENTO GEOLÓGICO DE SUPERFICIE

El reconocimiento geológico en las zonas de emplazamiento de las balsas, se ha centrado en la realización de las observaciones pertinentes sobre los rasgos geomorfológicos de las mismas, los materiales aflorantes en el entorno y la disposición estructural de las litologías, entre otros aspectos.

3.1.1.- Balsa elevada



Zonas 1 y 2. Por encima de los materiales rocosos Terciarios se dispone un nivel cuaternario aluvial (gravas, con contenido variable de bolos, en matriz areno-limosa). En la zona 2 se ha podido medir su espesor en uno de los taludes del camino existente, siendo dicho espesor de unos 0,40 metros. En la zona 1 debido a las posibles nivelaciones y explanaciones de las parcelas agrícolas los espesores podrían variar, siendo difícil diferenciar el terreno natural de dichos rellenos de explanación.

Zona 3. Talud en margen en esquina este de la balsa proyectada, donde se observa una sucesión de argilitas-arcillas con intercalaciones de bancos decimétricos de areniscas y limotitas a techo. Mientras que en la base aparece un banco de areniscas potentes de espesor métrico.

Zona 4. Detalle de los bancos potentes de areniscas indicados en la anterior fotografía. Se observan dos bancos potentes de areniscas de varios metros de espesor, separados por un nivel de argilitas-arcillas, de menos de 2 metros de espesor.

Zona 5. De techo a base se observa una sucesión formada por un banco de areniscas de 1 metro de espesor, seguido por un nivel de argilitas-arcillas con intercalaciones decimétricas de bancos de areniscas y limolitas, con un espesor total de este nivel de unos 2 metros. A base afloran los bancos potentes de areniscas descritos en las zonas 3 y 4.

Zona 5. Detalle del banco de areniscas reconocido a techo del perfil levantado, donde se observa la separación de las diaclasas en los bloques de areniscas, debido a la degradación y erosión de las argilitas-arcillas inferiores. Lo que origina la posterior caída de dichos bloques por descalce, tal y como se observa en la anterior fotografía.

Zona 6. Nivel de argilitas-arcillas con intercalaciones decimétricas de bancos de areniscas-limolitas.

Zona 7. Afloramiento en superficie de bancos de arenisca, situado a una cota inferior a 2 metros de la cota actual del lado noroeste de la parcela donde se proyecta construir la balsa.

3.1.2.- Balsa siempre llena y balsa de regulación

Zona 1. Talud anexo al camino de servicio del canal donde se observan argilitas-arcillas con intercalaciones decimétricas de bancos de areniscas-limolitas.

Zona 2. Afloramiento de arenisca en superficie.

Zona 3 Se observa una zona con abundante vegetación hidrófila. Al pie de dicha zona, en el talud del camino, afloran las argilitas-arcillas con intercalaciones de bancos de areniscas-limolitas.

Zona 4. Talud donde se observa las argilitas-arcillas con intercalaciones decimétricas de bancos de areniscas-limolitas. Al pie del talud se observa una amplia zona de rellenos no controlados, sobre la que apoya parte del terraplén de la balsa de regulación en su lado este.

Zona 5. Afloramiento de areniscas en banco potente. Posible continuidad lateral con las areniscas reconocidas en la zona 2.

Zona 6. Vertedero de tierras y rellenos no controlados. Se trata de un área de unos 1.800m^2 bien delimitada y próxima al talud de la balsa proyectada, en su lado sur.

Consideraciones generales

Otros aspectos relevantes del reconocimiento geológico realizado sobre el sustrato Terciario de la zona, son los siguientes:

- Los grandes niveles de areniscas aparecen con morfologías ligeramente canaliformes. Y presentan una extensión lateral decamétrica, incluso hectométrica, alcanzando espesores de varios metros, quedando separados por niveles constituidos básicamente por argilitas.

- Las argilitas, entre estos grandes paquetes de areniscas, intercalan bancos de areniscas-limolitas de espesor decimétrico.

- Las argilitas-arcillas Terciarias expuestas a la intemperie sufren una apreciable degradación y erosión, que posibilita en las laderas y taludes, su socavación y la inestabilización de los estratos de areniscas que se encuentran por encima, generando no sólo la separación de las diaclasas en los bloques de areniscas, sino también la caída de los mismos por descalce. Este proceso es bastante importante en toda la ladera de las parcelas agrícolas donde se proyecta construir la balsa elevada.

3.2. CALICATAS MECÁNICAS

A lo largo de la red de riego principal y en parte de los cruces de infraestructuras, se realizaron un total de 27 calicatas, sobre un total previsto de 41. Se ejecutaron entre el 16 y 17 de Septiembre de 2021 con una excavadora mixta (marca KOMATSU WB 97 S).

En las calicatas se ha observado el perfil litológico, la existencia o no de nivel freático, la estabilidad de las excavaciones, la dificultad de excavación y ha permitido además la toma de las muestras de terreno para su ensayo en laboratorio.

Los perfiles litológicos así como datos relacionados de tomas de muestra, excavabilidad, estabilidad y presencia de agua se reflejan en los boletines incluidos en el anejo II del presente informe. Su posición se incluye en el croquis de situación del anejo I, y en la tabla adjunta se reflejan las coordenadas UTM de posición de las calicatas.

REFERENCIA CALICATA	COORDENADAS UTM (ETRS89)
C1	30 T 715863 4649862
C2	30 T 713996 4649444
C3	30 T 714023 4648636
C6	30 T 713820 4645609
C9	30 T 715622 4648727
C10	30 T 716494 4647751
C11	30 T 714438 4646550
C13	30 T 717158 4647396
C15	30 T 718575 4648634
C16	30 T 719763 4648806
C18	30 T 720082 4647753
C20	30 T 719329 4647232
C22	30 T 721022 4646218
C23	30 T 719083 4646199
C24	30 T 720088 4645648
C25	30 T 718566 4645591
C26	30 T 717727 4645198
C29	30 T 715717 4645523
C31	30 T 718405 4648697
C32	30 T 718879 4645910
C34	30 T 714790 4647287
C35	30 T 713322 4646099
C36	30 T 714888 4646163
C38	30 T 715945 4648472
C39	30 T 719895 4647375
C40	30 T 719391 4646619
C41	30 T 718772 4649035

De forma sintética los materiales reconocidos en las calicatas pueden agruparse, de acuerdo a lo observado en el reconocimiento de superficie y lo consultado en informes anteriores, en los siguientes niveles:

- Nivel o Unidad Geotécnica I. Tierra de labor o suelo vegetal. También se incluyen los rellenos de tierras y antrópicos detectados en dos calicatas.

- Nivel o Unidad Geotécnica II. Está formada por arcillas, limos arcillosos, limos arenosos y arenas limosas a arcillosas. Corresponde principalmente con suelos granulares finos cuaternarios de tipo coluvial-aluvial.

- Nivel o Unidad geotécnica III. Está formado por gravas redondeadas a subredondeadas de tamaño medio con matriz desde arcillas arenosas a arenas. Se interpretan como recubrimientos cuaternarios aluviales de terrazas bajas y medias del río Flumen.

- Nivel o Unidad geotécnica IV. Esta formado por argilitas versicolores y areniscas principalmente ocres que se disponen como intercalaciones decimétricas dentro de las argilitas o bien aparecen claramente individualizadas como bancos métricos con interestratos de argilitas.

En la tabla adjunta se resume los perfiles de las calicatas, sobre la base de esa división en niveles, y se incluye también si se detecta agua y/o suelos blandos.

De todos los materiales descritos, las argilitas (UG-IV) sanas plantearon una excavabilidad regular a difícil. En el caso de las areniscas (UG-IV) la excavación fue difícil a no excavables con los medios convencionales utilizados (retroexcavadora mixta). El resto de niveles (I, II, III y parte alterada de la UG-IV) fueron de fácil excavabilidad

En corte vertical, la estabilidad es buena salvo cuando se alcanzaba el nivel de agua o terrenos muy húmedos a saturados de las unidades II y III.

Calicata		Nivel I		Nivel II Recubrimiento cuaternario. Suelos finos		Nivel III Recubrimiento cuaternario. Suelos Gruesos		Nivel IV. Sustrato Terciario		Nivel de Agua	Suelos blandos	
Referencia	Prof. Alcanzada (m)	Espesor (m)	Observaciones	Espesor (m)	Observaciones	Espesor (m)	Observaciones	Prof (m)	Observaciones	Prof. (m)	Prof. (m)	Observaciones
C1	1,4	0,6	Suelo vegetal	NO		NO		0,6	No excavable a 1,4	NO	NO	
C2	1,2	0,25	Suelo vegetal	NO		NO		0,25	No excavable a 1,2	NO	NO	
C3	1	0,2	Suelo vegetal	NO		NO		0,2	No excavable a 1,0	NO	NO	
C6	1,2	0,4	Suelo vegetal	NO		0,8	Gravas medias con matriz de arenas	NO		1,5	NO	Gravas sueltas
C9	3,5	0,3	Suelo vegetal	3,2	Limos arenosos y arcillosos	NO		NO		3,2	SI	A 2,0
C10	2,3	0,7	Suelo vegetal	0,6	Arcillas	NO		1,3		2	SI	Parte superior
C11	3	0,5	Suelo vegetal	1	Limos	NO		1,5	Excavable al menos hasta 3,0 m	NO	NO	
C13	3	0,4	Suelo vegetal	0,3	Limos con arenas	0,2	Gravas medias con matriz de limos	0,9	Excavación dificil a 2 m	NO	NO	
C15	1,5	0,3	Suelo vegetal	NO		NO		0,3	No excavable 1,5	NO	NO	
C16	1,4	0,3	Suelo vegetal	0,3	Limos arcillosos	NO		0,6	No excavable 1,4	NO	NO	
C18	2,4	0,4	Suelo vegetal	2	Limos arcillosos	NO		NO		2,2	SI	A 1,6
C20	2	0,4	Suelo vegetal	1,2	Limos a arenas	NO		1,6	No excavable a 2,0	NO	NO	
C22	2,8	0,3	Suelo vegetal	2,5	Limos arenosos y arcillosos	NO		NO		NO	NO	
C23	3,8	0,4	Suelo vegetal	3,4	Limos, arcillas y arenas	NO		NO		3,7	SI	A 3,4
C24	2,3	1,4	Relleno + suelo vegetal	0,9	Arcillas	NO		NO		Encharcado	SI	Parte superior
C25	3,1	0,7	Suelo vegetal+Relleno	2,4	Limos arenosos y arcillosos	NO		NO		NO	NO	
C26	3,1	0,4	Suelo vegetal	1,3	Limos arcillosos y Arcillas limosas	0,7	Gravas medias con matriz de arcillas arenosas	2,4	Excavable al menos hasta 3,1 m	1,8	SI	Entre 1,4 y 1,7, Gravas Inestables
C29	2,5	0,4	Suelo vegetal	0,2	Limos	0,8	Gravas medias con matriz de arcillas limosas	1,4	Excavable al menos hasta 2,5 m	1,1	NO	Gravas inestables
C31	1,7	0,4	Suelo vegetal	NO		NO		0,4	Excavación dificil a 1,7 m	NO	NO	
C32	3	0,4	Suelo vegetal	2,6	Limos y arcillas	NO		NO		NO	NO	
C34	3	0,4	Suelo vegetal	2,3	Limos	NO		2,7	Excavación dificil a 3 m	NO	NO	
C35	2,7	0,5	Suelo vegetal	NO		1,2	Gravas medias a finas con arenas	1,7	Excavación dificil a 2,7 m	1,5		Gravas inestables
C36	2,5	0,45	Suelo vegetal	0,85	Arcillas	1,2	Gravas medias a gruesas con arcillas arenosas	NO		2,2		Gravas inestables
C38	2,5	0,7	Suelo vegetal	1,8	Arcillas	NO		NO		1,8	SI	A 1,4
C39	3	0,4	Suelo vegetal	2,6	Limos y Limos arenosos	NO		NO		2,5	SI	A 2,0
C40	3	0,5	Suelo vegetal	2,5	Limos arcillosos y Arcillas limosas	NO		NO		2,5	SI	A 2,2
C41	1,3	0,3	Suelo vegetal	NO		NO		0,3	No excavable a 1,3	NO	NO	

3.3. ENSAYOS DPSH

En el entorno de las balsas al pie del canal (“siempre llena” y de regulación) se ha dispuesto de los resultados de 9 ensayos DPSH realizados el 24 de Noviembre de 2020, para un estudio geotécnico preliminar sobre un diseño de balsa inicialmente proyectado en esta zona.

Se utilizó un equipo automático montado sobre orugas, de la casa TECOINSA. Los ensayos se han realizado de acuerdo con la norma UNE 103802:1998.

Las coordenadas UTM de los mismos se resumen en la tabla adjunta y su posición se refleja en el plano del anejo I.

REFERENCIA DPSH	COORDENADAS UTM (ETRS89)
P1	30 T 718628 4653615
P2	30 T 718566 4653921
P3	30 T 718368 4653814
P4	30 T 718494 4653965
P5	30 T 718567 4653999
P6	30 T 718708 4654024
P7	30 T 718911 4654089
P8	30 T 718986 4653986
P9	30 T 718621 4653723

La metodología del ensayo y características del equipo utilizado, así como los resultados obtenidos en cada uno de los ensayos de penetración dinámica se recogen en el anejo III.

4. CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES

La agrupación de los materiales presentes en la zona de estudio en diferentes unidades o niveles geotécnicos y su caracterización geotécnica se han realizado basándonos en los datos obtenidos de los estudios e informes geotécnicos a los que hemos podido tener acceso, junto con las observaciones realizadas en el reconocimiento superficial del terreno.

En base a ello, los materiales reconocidos en el área estudiada y para el conjunto de todas las actuaciones previstas, se han agrupado en cuatro grandes unidades o niveles geotécnicos:

- Nivel I (UG-I): Tierra de labor / Suelo vegetal y Rellenos de tierras.
- Nivel II (UG-II): Recubrimientos cuaternarios de fracción granulométrica, mayoritariamente fina.
- Nivel III (UG-III): Recubrimientos cuaternarios de fracción granulométrica, mayoritariamente gruesa.
- Nivel IV (UG-IV): Sustrato Terciario (Argilitas y Areniscas).

A continuación, se caracterizan geotécnicamente estos niveles.

Señalar que la caracterización geotécnica de estos materiales se ha basado en los datos de informes cercanos de materiales similares, y que será el estudio geotécnico específico a realizar para el proyecto, el que finalmente determine estos parámetros asi como la bondad de la aproximación orientativa realizada y que vamos a ir detallando para cada una de esas unidades.

Los estudios geotécnicos cercanos a los que hemos tenido acceso han sido los siguientes:

(1) Estudio geotécnico del terreno para proyecto de transformación agraria a riego por aspersión de la Comunidad de regantes de Piraces (Huesca). Realizado por Incosuma en agosto de 2005.

(2) Estudio geológico-geotécnico de balsas para el proyecto de modernización del riego en la Comunidad de regantes de Tramaced. Realizado por Entecsa en agosto de 2005.

(3) Estudio geológico-geotécnico proyecto de modernización de infraestructuras hidráulicas de la C.R. de Callen (Huesca). Realizado por Ensaya en octubre de 2010.

(4) Estudio geológico y geotécnico para el proyecto de construcción de dos balsas de almacenamiento de agua, dos estaciones de bombeo anejas a ambas balsas y la red de riego asociada, en los terrenos situados en los términos municipales de Sangarrén, Barbues y Torres de Barbues (Huesca). Realizado por Incosuma en marzo de 2010.

(5) Estudio geotécnico para proyecto de balsa elevada en la “red A” de la C.R. del sector VII del Flumen, en Marcén (Huesca). Realizado por Igeosuma en Enero de 2017.

(6) Estudio geotécnico para el proyecto de modernización integral del regadío de la C.R. de Santa Ana, TTMM de Torralba de Aragón, Almuniente, Torres de Barbués, Senes de Alcubierre y Tardienta (Huesca). Realizado por Igeosuma en mayo de 2021

4.1.- NIVEL I (UG-I). TIERRA DE LABOR / SUELO VEGETAL Y RELLENOS DE TIERRAS

Tierra de labor/suelo vegetal

Se interpreta como un suelo vegetal o tierra de labor que a los efectos geotécnicos y de la presente obra carece de interés, ya que, deberá ser retirado en el caso de las balsas y apartado en el caso de las zanjas.

Aparece desde la superficie del terreno y presenta un espesor variable, pero en general se puede estimar del orden de 0,4 m.

Rellenos de tierras y rellenos antrópicos

En el reconocimiento superficial realizado para la red de riego principal, se ha identificado en las C24 y C25.

En la C24 es un relleno con restos antrópicos, mientras que en la C25 es un relleno de tierras que se asociaría a una nivelación agrícola.

Por otro lado, no es descartable la presencia de rellenos de tierras en otros puntos debido a la realización de nivelaciones de fincas agrícolas que pueden ser difícilmente diferenciables de la UGII o UGIII si dichos rellenos se han realizado con esas mismas unidades.

4.2.- NIVEL II (UG-II). RECUBRIMIENTO CUATERNARIO – (Suelos finos)

En este nivel se engloban los suelos limosos, limo-arcillosos, areno-arcillosos y arenosos, con variable contenido en cantos. Y que corresponden básicamente con depósitos coluviales-aluviales.

Según Casagrande se clasifican como arcillas CL y CL-ML y arenas SC, SM y SC-MC, de baja a media plasticidad.

La colapsabilidad asignada a estos materiales en los informes consultados es variable (baja a media), aunque mayoritariamente se señala que es baja. En los materiales más húmedos y saturados, la colapsabilidad sería nula.

Se descartan problemas de hinchamiento en los mismos. Pueden ser algo dispersables.

Son materiales caracterizables de forma general como no agresivos para el hormigón. No obstante, en uno de los trabajos consultados señalan que son agresivos.

La consistencia de estos materiales varía en función de su humedad, existiendo términos de consistencia media y términos de consistencia blanda a muy blanda que son los que aparecen con humedades muy elevadas a saturados.

De la información consultada, los parámetros orientativos de los mismos serían:

. De consistencia media:
- Densidad aparente: 2,0 g/cm^2.
- Cohesión a corto plazo: 0,2-1,0 Kg/cm^2, dependiendo del contenido en arenas.
- Cohesión a largo plazo: 0,05 a 0,3 Kg/cm2, dependiendo del contenido en arenas.
- Ángulo de rozamiento interno: 24-28º.
- Módulo de deformación, E=150-200 Kg/cm^2. (Deformabilidad media).

. De consistencia blanda a muy blanda:
- Densidad aparente: 2,0 g/cm^2.
- Cohesión a corto plazo: 0,1 a 0,3 Kg/cm^2.
- Cohesión a largo plazo: 0,03 Kg/cm^2.
- Ángulo de rozamiento interno: 20-23º.
- Módulo de deformación, E=20-70 Kg/cm^2. (Deformabilidad alta).

Se trata de materiales excavables mediante medios convencionales.

Para su aprovechamiento en obra, se clasificarían como suelos tolerables y serían aprovechables en rellenos de zanjas y en diques. No obstante el aprovechamiento definitivo de los mismos dependerá de su humedad. Los de consistencia blanda a muy blanda con elevados valores de humedad deberán descartarse o bien procurar un secado intenso de los mismos.

Los parámetros geotécnicos promedio asignables a los materiales compactados sobre el 98% de su proctor, serían:

. Densidad aparente: 2,1-2,2 g/cm^3.
. Cohesión efectiva (corte CD): 0,16-0,4 Kg/cm^2.
. Angulo de rozamiento interno (corte CD):28-32º

4.3.- NIVEL III (UG-III). RECUBRIMIENTO CUATERNARIO – (Suelos granulares gruesos)

Se engloban los suelos de gravas con matriz arenosa, limosa, areno-arcillosa y limo-arcillosa. Corresponden con depósitos aluviales de terrazas bajas y medias del Flumen.

Debido a sus características composicionales se descartan problemas de colapsabilidad e hinchamiento.

No son agresivos para al hormigón.

De forma orientativa, para este nivel se pueden establecer los siguientes parámetros geotécnicos:

- Densidad aparente: 2,1 g/cm^3.
- Cohesión: nula o muy baja (0,05-0,1 Kg/cm^2).
- Ángulo de rozamiento interno: 35º.
- Deformabilidad media.

Se trata de materiales excavables mediante medios convencionales ya que su grado de cementación es muy reducido y discontinuo.

Para su aprovechamiento en obra, se clasificarían como suelos seleccionados, por lo que potencialmente podrían aprovecharse en rellenos de zanjas, en saneos y en diques.

4.4.- NIVEL IV (UG-IV). SUSTRATO TERCIARIO

Está formado por una mezcla de rocas de dureza blanda como las argilitas, limolitas y de dureza media a blanda, dependiendo del grado de cementación, como las areniscas.

La parte superior de este sustrato presenta unos perfiles de alteración de espesor variable. El comportamiento de este nivel, va a depender de la litología del sustrato rocoso alterado, siendo el de un suelo granular denso (alteración de las areniscas), o el de un suelo cohesivo (alteración argilitas-limolitas).

5.4.1.- Argilitas (limolitas)

Son arcillas rígidas a argilitas con coloraciones marrones a rojizas y violáceas, localmente grisáceas o algo verdosas (versicolores).

Se clasifican como “Arcillas limosas de baja a media plasticidad” (CL según los criterios de SUCS). Minoritariamente son limos inorgánicos de baja plasticidad (ML).

De forma orientativa, para este tipo litológico pueden establecerse los siguientes parámetros geotécnicos:

. Parte alterada
- Densidad aparente: 2,1 g/cm^3.
- Resistencia a compresión simple: 2-3 Kg/cm^2.
- Deformabilidad media (E mayor de 200 Kg/cm^2).

. Parte sana
- Densidad aparente: 2,2 g/cm^3.
- Resistencia a compresión simple superior a 5-6 Kg/cm^2.
- Deformabilidad baja (E mayor de 500 Kg/cm^2).

5.4.2.- Areniscas

Los términos alterados son arenas con finos no plásticos (SW-SM).

En los términos sanos, su resistencia depende del grado de cementación de las mismas. Presentan resistencias a compresión simple muy variables desde mínimas de 11-12 Kg/cm2 a máximas de 77 a 100 Kg/cm^2.

En estos términos de areniscas sanos la densidad aparente es de 2,3-2,4 g/cm^3.

Deformabilidad muy baja.

5.4.3.- Otras características geotécnicas

Para el conjunto del nivel (argilitas y areniscas), se descartan problemas de colapsabilidad, tanto en su estado alterado como sano.

Las argilitas en su estado natural se catalogan como materiales en general de expansividad baja, minoritariamente media, con presiones de hinchamiento probables inferiores a 1,0 Kg/cm^2. Los materiales de areniscas no son expansivos.

Son materiales no agresivos para el hormigón. Localmente pueden aparecer términos de agresividad media por aparición local de yesos.

La excavabilidad del nivel es variable dependiendo de que tipo litológico es dominante (argilitas o areniscas) asi como del espesor y cementación de los términos de areniscas.

Los materiales argiliticos, son excavables con medios convencionales potentes a ripables. Por el contrario las areniscas son de excavación difícil incluso con medios potentes a no excavables, dependiendo de su espesor y cementación.

La excavación de un sustrato dominantemente formado por términos arcillosos-argiliticos, generaría un suelo tolerable (según PG-3) a todo-uno fácilmente disgregable a un suelo arcilloso tolerable por la acción de la intemperie y los medios mecánicos de compactación.

Los materiales procedentes de la excavación de las areniscas más cementadas o coherentes, se calificarían granulométricamente como un todo uno de granulometría gruesa a pedraplén. Desde el punto de vista de su resistencia mecánica y también por su densidad y absorción de agua quedarían excluidos de la calificación específica de pedraplén.

Los parámetros geotécnicos promedio asignables a los materiales compactados sobre el 98% de su proctor y de composición dominantemente argilitica, serían:

. Densidad aparente: 2,0 a 2,2 g/cm^3.
. Cohesión efectiva (corte CD): 0,1 a 0,6 Kg/cm^2.
. Angulo de rozamiento interno (corte CD): 26 a 31º

Los materiales arcillosos compactados presentan un hinchamiento potencial bajo a medio con hinchamiento libre sobre muestra remoldeada al 98% del proctor del 4 al 6%.

En uno de los informes consultados hablan de cierta dispersabilidad en los materiales compactados.

De dominar los términos de areniscas disgregables, los parámetros del material compactado al 98% de su Proctor, que se citan en los informes son:

. Densidad aparente: 2,0 a 2,1 g/cm^3.
. Cohesión efectiva (corte CD): 0,03 a 0,28 Kg/cm^2.
. Angulo de rozamiento interno (corte CD): 33 a 43º.

5.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La UTE INESA-ROM VIII., encarga a IGEOSUMA, S.L. la realización de un estudio geológico y geotécnico preliminar para el proyecto de "MODERNIZACION DEL REGADIO DE LAS COMUNIDADES DE REGANTES DE GRAÑEN-FLUMEN Y ALMUNIENTE (HUESCA)"

El proyecto contempla la construcción de 3 balsas de almacenamiento de agua, una estación de bombeo, una captación del canal del Cinca, una tubería de impulsión y la colocación de una red de tuberías en todo el ámbito de la zona regable.

El estudio ha consistido en la recopilación bibliográfica, en el reconocimiento geológico por técnicos cualificados de la zona donde se ubicarán los elementos de obra antes indicados y en la valoración geotécnica del terreno basada en los observaciones geológicas de superficie, en antecedentes de estudios cercanos y en la campaña de trabajos de campo, realizados para el presente informe, y que por falta de permisos solo se ha podido realizar en la red de riego principal mediante calicatas.

Manteniendo la separación de unidades de obra, se establecen las conclusiones y recomendaciones constructivas para cada una de ellas.

Dada la imposibilidad de realizar los reconocimientos de campo en las balsas, estación de bombeo, tubería de impulsión y captación, las conclusiones que se realizan en apartados posteriores están basadas en las observaciones de superficie y en antecedentes de estudios cercanos, y como tales deben considerarse como orientativas, **siendo necesario, previamente del inicio de la obra, del estudio geotécnico preceptivo y previo al inicio, con sondeos, calicatas, ensayos DPSH y ensayos de laboratorio, para caracterización geotécnica de los mismos. Este estudio será el que determine el modelo y características del terreno en cada unidad de obra y el que debe servir para su diseño.**

Para las redes de riego, las calicatas realizadas permiten de una forma general, teniendo presente el carácter puntual de las mismas respecto a la longitud de tuberías, establecer la excavabilidad y estabilidad de los terrenos afectados, el aprovechamiento de los materiales excavados, la presencia o ausencia de nivel freático, así como detectar cualquier problemática geotécnica que pudiera existir para su construcción. **No obstante, previamente al inicio de la obra, deberá completarse este estudio con calicatas adicionales en los tramos de tubería no estudiados y para el caso de los cruces de infraestructuras, será necesario complementar este estudio, con reconocimientos adicionales mediante sondeos y ensayos DPSH en los puntos más problemáticos, por característica del cruce o bien por el terreno reconocido o esperable.**

5.1. BALSA ELEVADA

5.1.1 Aspectos previos

Para esta unidad de obra no ha podido realizarse reconocimiento geotécnico del terreno, por lo que antes de iniciar la obra deberá realizarse el estudio geotécnico específico, que deberá incluir la realización de sondeos, calicatas y ensayos de laboratorio para caracterización tanto del terreno en su estado natural como en su estado compactado.

Las consideraciones que se realizan más adelante deben considerarse como orientativas y están basadas en: el reconocimiento superficial del terreno; y en la caracterización de materiales similares a los observados realizada en estudios geotécnicos cercanos.

5.1.2 Características

La balsa proyectada es mixta (terraplenada y excavada) y tiene las siguientes características geométricas:

- Cota de coronación: 440 m.
- Cota de fondo: 430,5 m.
- Ancho de coronación: 5,0 m.
- Talud exterior terraplén: 2H:1V.
- Talud interior balsa bajo coronación (desmonte y terraplén): 2,5H:1V.
- Capacidad almacenamiento de agua: 167794 m^3.

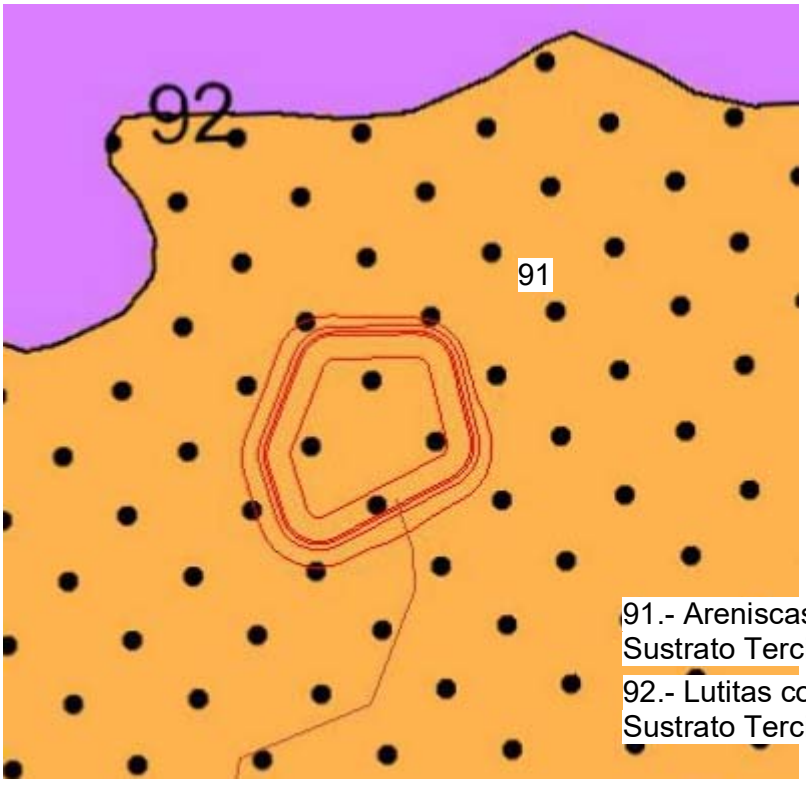
Se ha previsto la colocación de una lámina para impermeabilización del vaso de la balsa.

Según las cotas topográficas del terreno y las de coronación y fondo de balsa, la altura del terraplén de la balsa será del orden de 9 m. Las alturas de los desmontes interiores bajo coronación serían de un máximo de 7 metros.

5.1.3 Modelo geológico-geotécnico

Se han considerado las unidades cartográficas del mapa geológico continuo del IGME (web: http://info.igme.es), junto con el reconocimiento geológico superficial de la zona llevada a cabo por un geólogo y que se ha detallado en el capítulo 3.1.1.

En la figura adjunta se recoge la ubicación de la balsa y las unidades cartográficas existentes, sobre las que se situaría la misma.



91.- Areniscas ocres con lutitas. Sustrato Terciario.

92.- Lutitas con niveles de areniscas. Sustrato Terciario.

En base a la cartografía y a lo observado en el reconocimiento superficial realizado, el modelo de terreno esperable estaría formado por:

. Nivel I (UG-I): Tierra de labor / suelo vegetal. Tendría un espesor reducido. Orientativamente según las calicatas de la red de tubería podría situarse en un valor medio de 0,4 m. Este nivel deberá ser retirado.

. Nivel III (UG-III): Recubrimiento cuaternario. Aparecería con una distribución desigual y espesor reducido bajo el nivel I. A priori sus espesores serían inferiores a 1 m y estaría formado por suelos granulares gruesos: gravas con matriz limo-arenosa. Dada las nivelaciones agrícolas, no es descartable que parte de estos suelos correspondan con rellenos de tierras.

. Nivel IV (UG-IV): Sustrato Terciario.

Aparecería muy próximo a superficie. Estaría formado por argilitas con intercalaciones de areniscas en bancos de espesor decimétrico a Areniscas en bancos métricos.

. Sin Nivel de agua.

Las características geotécnicas que orientativamente pueden considerarse para estas unidades son las reflejadas en el capítulo 4, establecidas a partir de la información de materiales similares en zonas cercanas. En cualquier caso, será el estudio geotécnico que es necesario realizar previamente al inicio de la obra el que determinará dichas características asi como el modelo real de terreno en el del terreno natural asignados a los diferentes niveles esperables, se han indicado en el capítulo 5 previo, pero de forma resumida son los siguientes:

5.1.4. Dique

Según el modelo de terreno descrito, el dique apoyaría sobre un reducido espesor de recubrimiento cuaternario (III) que parte de él podría corresponder a rellenos de tierras o bien directamente sobre el sustrato Terciario (IV).

De aparecer estos rellenos de nivelación consideramos deberán ser saneados. Adicionalmente, de confirmarse el reducido espesor del nivel III consideramos que este terreno también debería eliminarse para que el dique apoye homogéneamente en la UG-IV.

En base a ello, apoyo homogéneo sobre la UG-IV, y a los datos recogidos en los informes consultados, podemos decir que no va a existir problema de rotura de la base del cimiento dada la resistencia al corte asociado a la UG-IV. Además, por la muy baja deformabilidad de la UG-IV también los asientos esperables serían reducidos.

Considerando que el dique se realiza con los materiales de la UG-IV, la situación más pésima sería la de un terraplén de unos 9 m de altura, apoyado sobre la UG-IV. Esta situación, es claramente menos desfavorable que las analizadas en algunos de los informes consultados, en los que se obtenían factores de seguridad adecuados que garantizaban una buena estabilidad para las inclinaciones de 2,5H:1V en talud interior y 2H:1V en talud exterior. Por lo tanto, podemos extrapolar dichos resultados al caso concreto de la balsa proyectada, y por lo tanto concluir en la también adecuada estabilidad de del dique para los taludes proyectados.

De aparecer argilitas-arcillas en el fondo del dique, dado que pueden tener cierta expansividad, podría contemplarse la necesidad de un labrado profundo del mismo y su compactación del lado húmedo, de confirmarse dicha expansividad.

5.1.5. Excavabilidad

La excavación de la balsa afectaría a los materiales de la unidad I, III y principalmente a la IV.

Los materiales del nivel I y III (incluidos rellenos de nivelaciones agrícolas) son excavables con medios potentes.

Los del nivel IV si tienen una composición de argilitas con intercalaciones de areniscas de espesor reducido (inferior a 0,4 m) son excavables con medios potentes y apoyo del martillo rompedor a ripables (ripabilidad media). Si las excavaciones alcanzan los niveles de areniscas de espesor métrico, será necesario el uso extensivo del martillo picador incluso la voladura.

5.1.6. Materiales para la construcción de diques.

Los materiales afectados por las excavaciones serían los señalados en el apartado 5.1.5., de todos ellos el mayoritario sería el procedente de la UG-IV.

A este respecto señalar lo siguiente:

. Los suelos vegetales (I) deberán ser retirados y su aplicación única se centraría en tareas de revegetación de taludes o en nivelaciones de parcelas próximas.

. Los suelos procedentes del nivel III y los rellenos de tierras de nivelaciones agrícolas, se consideran aptos para los rellenos del dique, no obstante el volumen que se obtendría sería muy reducido.

. De la excavación del nivel IV (Sustrato Terciario) si está formado por argilitas con intercalaciones de areniscas, y siempre que se pueda favorecer la fragmentación de las areniscas, se obtendría un todo uno disgregable a un suelo, por la acción de la intemperie o de los medios mecánicos de compactación. Se calificarían como tolerables y serían aplicables en los diques de balsas. Los materiales propiamente arcillosos pueden tener una cierta, expansividad y dispersabilidad.

. Los materiales procedentes de la excavación de los bancos métricos de areniscas generarán un pedraplén a un todo-uno de granulometría muy gruesa, caso de que las areniscas aparezcan poco cementadas. Estas areniscas son rocas que pueden presentar cierta evolutividad y disgregabilidad, además desde el punto de vista de su resistencia mecánica y también por su densidad y absorción de agua quedarían excluidos de la calificación específica de pedraplén.

El aprovechamiento final de las areniscas dependerá del grado de fragmentación que se obtenga durante su excavación asi como su disgregación durante la compactación y deberá valorarse siempre dentro de una mezcla con los términos arcillosos y también teniendo presente el grado de evolutividad y disgregabilidad de las areniscas. De garantizar un todo-uno lo más homogéneo posible podría aplicarse en el núcleo de los diques.

Es esperable fragmentos de areniscas de tamaño elevado, en el caso de alcanzar los estratos de espesor métrico, por lo que estos deberán descartarse para el uso en los diques.

Como ya hemos señalado el material excavado principal procederá de la UG-IV, y dada el alto contenido en términos de areniscas, consideramos que la selección y eliminación de fragmentos a realizar, supondrá una reducción sustancial del material aprovechable en el dique, por lo que no es descartable la necesidad de traer materiales externos para su realización.

5.1.7. Estabilidad de taludes

En este apartado tratamos la estabilidad asociable a los taludes en desmonte del interior de la balsa.

La altura de los mismos sería del orden de 7,0 m y afectaría mayoritariamente a la UG-IV. Tanto por los parámetros de corte asociables a este tipo de materiales como por los análisis realizados en los estudios consultados para condiciones más desfavorables, puede decirse que la inclinación proyectada 2,5H:1V tendría unos factores de seguridad altos que garantizarían su estabilidad.

5.1.8. Solera de Balsa

Se prevé que el fondo de la balsa se disponga sobre el nivel IV que no plantea problemas de colapsabilidad y solo los términos de arcillas-argilitas del mismo poseen una cierta, aunque baja expansividad.

En base a ello, no se espera que sea necesario adoptar medidas especiales sobre el fondo de la balsa, salvo las habituales de compactación enérgica de los materiales del vaso y de drenaje.

En el caso de las zonas donde el fondo del vaso se disponga sobre la UG-IV arcillosa, podría plantearse un labrado profundo y una compactación del lado húmedo, de confirmarse esa posible expansividad.

5.1.9. Drenaje de la balsa

No es esperable la detección de agua. No obstante por las características del material que conformaría el dique asi como el de los taludes y fondo de balsa, además de la disposición de la lámina impermeabilizante, deberán preverse unas medidas de drenaje adecuadas tanto por el interior como por el exterior del dique que minoren las infiltraciones de agua al mismo. En los taludes de desmonte, de aparecer rezumes de agua deberán conducirse a los drenes de fondo de la balsa.

5.1.10. Agresividad del terreno

Los datos consultados no son totalmente definitorios sobre este parámetro. No obstante, dado que mayoritariamente cualquiera de los niveles reconocidos ha sido catalogado como no agresivo, puede extrapolarse para el caso concreto de la balsa que estamos de forma orientativa y general en un ambiente no agresivo por sulfatos.

Todas las consideraciones señaladas asi como el modelo de terreno son a titulo orientativo, y será el estudio geotécnico preceptivo y previo a la obra el que determine el perfil geotécnico del terreno, la excavabilidad del mismo, el

aprovechamiento de los materiales y la estabilidad de los taludes del dique y de los desmontes, entre otros aspectos.

5.2. BALSA "SIEMPRE LLENA"

5.2.1 Aspectos previos

Para esta unidad de obra no ha podido realizarse reconocimiento geotécnico del terreno, por lo que antes de iniciar la obra deberá realizarse el estudio geotécnico específico, que deberá incluir la realización de sondeos, calicatas y ensayos de laboratorio para caracterización tanto del terreno en su estado natural como en su estado compactado.

Únicamente, según reflejamos en el plano del apartado 5.2.3., se dispone en las proximidades de varios ensayos DPSH (P6, 7 y 8), que fueron realizados en el año 2020 para un tanteo previo de un diseño inicial de balsa de regulación en el entorno de esta zona.

Las consideraciones que se realizan más adelante deben considerarse como orientativas y están basadas en: el reconocimiento superficial del terreno; en la caracterización de materiales similares a los observados realizada en estudios geotécnicos cercanos; y en los ensayos DPSH indicados.

5.2.2 Características

La balsa proyectada es mixta (terraplenada y excavada) y tiene las siguientes características geométricas:

- Cota de coronación: 398,2 m.
- Cota de fondo: 394 m.
- Ancho de coronación: 5,0 m.
- Talud exterior terraplén: 2H:1V.
- Talud interior balsa bajo coronación (desmonte y terraplén): 2,5H:1V.
- Talud desmonte sobre coronación: no se indica.
- Capacidad almacenamiento de agua: 34836 m^3.

Está prevista la colocación de una lámina para impermeabilización del vaso de la balsa.

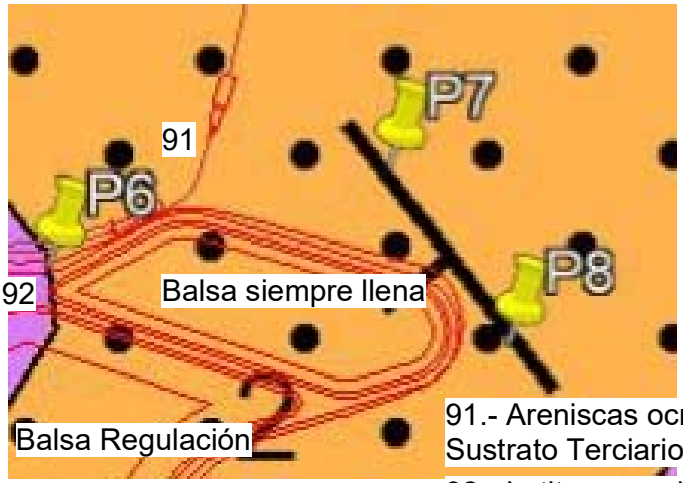
Se dispone junto a la balsa de regulación, de tal forma que el lateral sur es a la vez el límite norte de la balsa de regulación.

Según las cotas topográficas del terreno y las de coronación y fondo de balsa, la altura del terraplén de la balsa será del orden de 4,0 m. Las alturas de los desmontes interiores bajo coronación serían de un máximo de 4,2 metros. Por encima de coronación en el extremo este, se determinaría un pequeño desmonte de un máximo del orden de 2 m.

5.2.3 Modelo geológico-geotécnico

Se han considerado las unidades cartográficas del mapa geológico continuo del IGME (web: http://info.igme.es), junto con el reconocimiento geológico superficial de la zona llevada a cabo por un geólogo y que se ha detallado en el capítulo 3.1.1.

En la figura adjunta se recoge la ubicación de la balsa y las unidades cartográficas existentes, sobre las que se situaría la misma.



91.- Areniscas ocres con lutitas. Sustrato Terciario.

92.- Lutitas con niveles de areniscas. Sustrato Terciario.

En base a la cartografía, a lo observado en el reconocimiento superficial realizado asi como en los ensayos DPSH, el modelo de terreno esperable estaría formado por:

. Nivel I (UG-I): Tierra de labor / suelo vegetal. Tendría un espesor reducido. Orientativamente según las calicatas de la red de tubería podría situarse en un valor medio de 0,4 m. Este nivel deberá ser retirado.

. Nivel II (UG-II): Recubrimiento cuaternario. Aparecería debajo del nivel I y estaría formado básicamente por suelos finos de consistencia media. No es descartable que la parte superior del mismo corresponda con rellenos de tierras de nivelación de la parcela.

Según los ensayos DPSH podría extenderse a profundidades de 1,2-1,4 hasta 2,4 m. Y según las observaciones de superficie señaladas en el capítulo 3.1.1., lo esperable sería que poseyeran un espesor reducido ya que el nivel IV del sustrato Terciario se reconoce bastante cercano a superficie.

. Nivel IV (UG-IV): Sustrato Terciario.

A priori sería esperable que apareciera cercano a la superficie. Estaría formado por argilitas con intercalaciones de areniscas en bancos de espesor decimétrico a Areniscas en bancos métricos.

. No es esperable encontrar un nivel de agua, pero no es descartable que puedan aparecer rezumes asociados a filtraciones de agua procedentes de fugas del Canal del Cinca.

5.2.4. Dique

Según el modelo de terreno descrito, el dique apoyaría sobre un reducido espesor de recubrimiento cuaternario (II). De aparecer rellenos de tierras de nivelación consideramos deberán ser saneados.

Dado que la altura del dique es reducida y como se prevé según los ensayos DPSH, que la consistencia del nivel II es media, no consideramos que a priori sea necesario actuaciones en su base (saneos). No obstante de detectarse suelos de consistencia blanda deberán sanearse hasta alcanzar el nivel IV.

Considerando que el dique se realiza con los materiales de la UG-IV o de la UG-II, la situación más pésima sería la de un terraplén de unos 4 m de altura, apoyado sobre la UG-II de consistencia media. Esta situación, es claramente menos desfavorable que las analizadas en algunos de los informes consultados, en los que se obtenían factores de seguridad adecuados que garantizaban una buena estabilidad para las inclinaciones de 2,5H:1V en talud interior y 2H:1V en talud exterior. Por lo tanto, podemos extrapolar dichos resultados al caso concreto de la balsa proyectada, y por lo tanto concluir en la también adecuada estabilidad de del dique para los taludes proyectados.

De aparecer argilitas-arcillas en el fondo del dique, dado que pueden tener cierta expansividad, podría contemplarse la necesidad de un labrado profundo del mismo y su compactación del lado húmedo, de confirmarse dicha expansividad.

5.2.5. Excavabilidad

La excavación de la balsa afectaría a los materiales de la unidad I, II (de consistencia media) y IV.

Los materiales del nivel I y II (incluidos los posibles rellenos de nivelaciones agrícolas) son excavables con medios potentes.

Los del nivel IV si tienen una composición de argilitas con intercalaciones de areniscas de espesor reducido (inferior a 0,4 m) son excavables con medios potentes y apoyo del martillo rompedor a ripables (ripabilidad media). Si las excavaciones alcanzan los niveles de areniscas de espesor métrico, será necesario el uso extensivo del martillo picador incluso la voladura.

5.2.6. Materiales para la construcción de diques.

Los materiales afectados por las excavaciones serían los señalados en el apartado 5.2.5.

A este respecto señalar lo siguiente:

. Los suelos vegetales (I) deberán ser retirados y su aplicación única se centraría en tareas de revegetación de taludes o en nivelaciones de parcelas próximas.

. Los suelos procedentes del nivel II y los rellenos de tierras de nivelaciones agrícolas, se consideran aptos para los rellenos del dique. Dado que la previsión es que sean de su humedad sea baja podrán aplicarse directamente. De aparecer suelos con altas humedades o saturados, éstos deberán descartarse o bien para su aplicación requerirán de un secado intenso.

. De la excavación del nivel IV (Sustrato Terciario) si está formado por argilitas con intercalaciones de areniscas, y siempre que se pueda favorecer la fragmentación de las areniscas, se obtendría un todo uno disgregable a un suelo, por la acción de la intemperie o de los medios mecánicos de compactación. Se calificarían como tolerables y serían aplicables en los diques de balsas. Los materiales propiamente arcillosos pueden tener una cierta, expansividad y dispersabilidad.

. Los materiales procedentes de la excavación de los bancos métricos de areniscas generarán un pedraplén a un todo-uno de granulometría muy gruesa, caso de que las areniscas aparezcan poco cementadas. Estas areniscas son rocas que pueden presentar cierta evolutividad y disgregabilidad, además desde el punto de vista de su resistencia mecánica y también por su densidad y absorción de agua quedarían excluidos de la calificación específica de pedraplén.

El aprovechamiento final de las areniscas dependerá del grado de fragmentación que se obtenga durante su excavación asi como su disgregación durante la compactación y deberá valorarse siempre dentro de una mezcla con los términos arcillosos y también teniendo presente el grado de evolutividad y disgregabilidad de las areniscas. De garantizar un todo-uno lo más homogéneo posible podría aplicarse en el núcleo de los diques.

Es esperable fragmentos de areniscas de tamaño elevado, en el caso de alcanzar los estratos de espesor métrico, por lo que estos deberán descartarse para el uso en los diques.

5.2.7. Estabilidad de taludes

En este apartado tratamos la estabilidad asociable a los taludes en desmonte.

Los taludes interiores de la balsa, por debajo del camino de coronación, serán de una altura de 4,2 m, y afectarían en parte a los suelos de consistencia media de la UG-II y al sustrato Terciario (UG-IV).

Tanto por los parámetros de corte asociables de forma orientativa a este tipo de materiales como por los análisis realizados en los estudios consultados para condiciones más desfavorables, puede decirse que la inclinación proyectada 2,5H:1V tendría unos factores de seguridad altos que garantizarían su estabilidad.

Los taludes de desmonte por encima del camino de coronación serían de una altura máxima de 2,0 m y podrían afectar en parte a la UG-II (de consistencia media) y a la UG-IV. Para dichos taludes, según los parámetros orientativos asignados y en la condición más desfavorable (totalidad del talud en UG-II) podría considerarse inclinaciones de talud de 3H:2V. De estar compuestos por la UG-IV podría adoptarse taludes de inclinaciones más altas.

5.2.8. Solera de Balsa

Se prevé que el fondo de la balsa se disponga sobre el nivel IV que no plantea problemas de colapsabilidad y solo los términos de arcillas-argilitas del mismo poseen una cierta, aunque baja expansividad.

En base a ello, no se espera que sea necesario adoptar medidas especiales sobre el fondo de la balsa, salvo las habituales de compactación enérgica de los materiales del vaso y de drenaje.

En el caso de las zonas donde el fondo del vaso se disponga sobre la UG-IV arcillosa, podría plantearse un labrado profundo y una compactación del lado húmedo, de confirmarse esa posible expansividad.

5.2.9. Drenaje de la balsa

No es esperable encontrar un nivel de agua, pero no es descartable que puedan aparecer rezumes asociados a filtraciones de agua procedentes de fugas del Canal del Cinca.

En este sentido, por las características del material que conformaría el dique asi como el de los taludes y fondo de balsa, además de la disposición de la lámina impermeabilizante, deberán preverse unas medidas de drenaje adecuadas tanto por el

interior como por el exterior del dique que minoren las aguas que puedan alcanzar el interior del dique. En los taludes de desmonte, de aparecer rezumes de agua deberán conducirse a los drenes de fondo de la balsa.

5.2.10. Agresividad del terreno

Los datos consultados no son totalmente definitorios sobre este parámetro. No obstante, dado que mayoritariamente cualquiera de los niveles reconocidos ha sido catalogado como no agresivo, puede extrapolarse para el caso concreto de la balsa que estamos de forma orientativa y general en un ambiente no agresivo por sulfatos.

Todas las consideraciones señaladas asi como el modelo de terreno son a titulo orientativo, y será el estudio geotécnico preceptivo y previo a la obra el que determine el perfil geotécnico del terreno, la excavabilidad del mismo, el aprovechamiento de los materiales y la estabilidad de los taludes del dique y de los desmontes, entre otros aspectos.

5.3. BALSA DE REGULACIÓN

5.3.1 Aspectos previos

Para esta unidad de obra no ha podido realizarse reconocimiento geotécnico del terreno, por lo que antes de iniciar la obra deberá realizarse el estudio geotécnico específico, que deberá incluir la realización de sondeos, calicatas y ensayos de laboratorio para caracterización tanto del terreno en su estado natural como en su estado compactado.

Únicamente, según reflejamos en el plano del apartado 5.3.3., se dispone en las proximidades, de varios ensayos DPSH (P1 a P6 y P9), que fueron realizados en el año 2020 para un tanteo previo de un diseño inicial de balsa de regulación en el entorno de esta zona.

Las consideraciones que se realizan más adelante deben considerarse como orientativas y están basadas en: el reconocimiento superficial del terreno; en la caracterización de materiales similares a los observados realizada en estudios geotécnicos cercanos; y en los ensayos DPSH indicados.

5.3.2 Características

La balsa proyectada es mixta (terraplenada y excavada) y tiene las siguientes características geométricas:

- Cota de coronación: 398,2 m.
- Cota de fondo: 389 m.
- Ancho de coronación: 5,0 m.
- Talud exterior terraplén: 2H:1V.
- Talud interior balsa bajo coronación (desmonte y terraplén): 2,5H:1V.
- Talud desmonte sobre coronación: no se indica.
- Capacidad de almacenamiento de agua: 464312 m^3.

Está prevista la colocación de una lámina para impermeabilización del vaso de la balsa.

Se dispone junto a la balsa siempre llena, de tal forma que el lateral norte es a la vez el límite sur de la balsa “siempre llena”.

Según las cotas topográficas del terreno y las de coronación y fondo de balsa, la altura del terraplén de la balsa será de un máximo del orden de 16 m. En la zona de más altura está prevista la ejecución del dique mediante una berma intermedia.

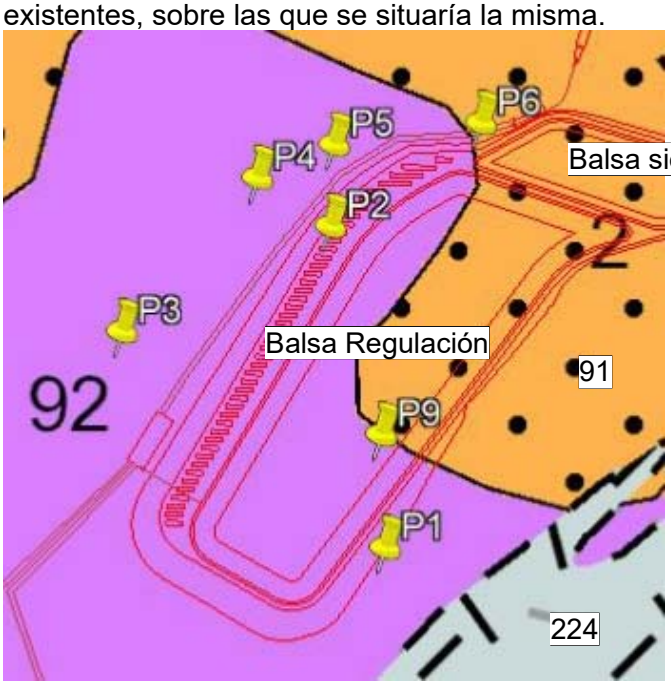
Además en la parte sur de la balsa dado que el terreno se dispone por debajo de la cota de solera proyectada será necesario realizar un relleno general de esta zona que sería de un espesor progresivo en sentido norte-sur, alcanzando un valor máximo de 5 a 6 m en el extremo dispuesto más al sur.

Las alturas de los desmontes interiores bajo coronación serían de un máximo del orden de 9,0 m. Por encima de coronación en el extremo este, se determinaría un desmonte del orden de 3,0 m.

5.3.3 Modelo geológico-geotécnico

Se han considerado las unidades cartográficas del mapa geológico continuo del IGME (web: http://info.igme.es), junto con el reconocimiento geológico superficial de la zona llevada a cabo por un geólogo y que se ha detallado en el capítulo 3.1.1.

En la figura adjunta se recoge la ubicación de la balsa y las unidades cartográficas existentes, sobre las que se situaría la misma.



91.- Areniscas ocres con lutitas.
Sustrato Terciario.

92.- Lutitas con niveles de areniscas.
Sustrato Terciario.

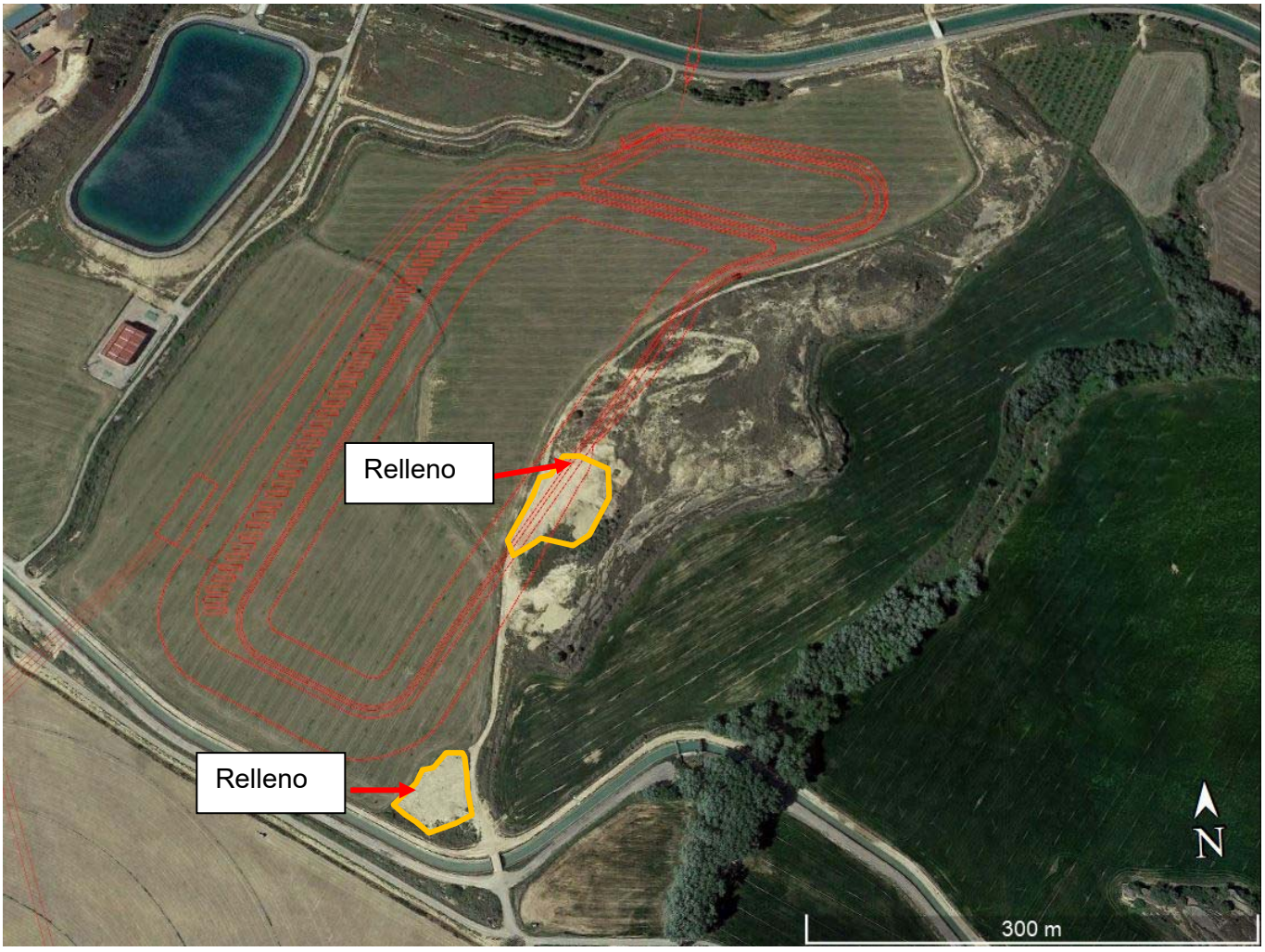
224.- Arenas, limos y arcillas.
Recubrimiento Cuaternario coluvial-aluvial.

En base a la cartografía, a lo observado en el reconocimiento superficial realizado asi como en los ensayos DPSH, el modelo de terreno esperable estaría formado por:

. Nivel I (UG-I): Tierra de labor / suelo vegetal y Rellenos antrópicos no controlados.

El terreno propiamente de tierra de labor–suelo vegetal, tendría un espesor reducido. Orientativamente según las calicatas de la red de tubería podría situarse en un valor medio de 0,4 m. Este tipo de terreno deberá ser retirado.

Los rellenos antrópicos no controlados, según hemos indicado en el apartado 3.1.1., se han reconocido en parte del lateral este y cerca del extremo sureste de la balsa (ver croquis adjunto). Están formados por una mezcla variable de limos, arenas, arcillas, gravas, fragmentos de areniscas-argilitas, restos vegetales y antrópicos (fragmentos de hormigón).



Los rellenos del extremo sureste a priori no serán alcanzados por la balsa. Pero los rellenos del lateral este, si que serán alcanzados, debiendo ser eliminados en su totalidad de la zona de la balsa y retirados a vertedero. Según lo observado estos rellenos pueden alcanzar espesores de varios metros.

. Nivel II (UG-II): Recubrimiento cuaternario. Aparecería debajo del nivel I y estaría formado básicamente por suelos finos. No es descartable que la parte superior del mismo corresponda con rellenos de tierras de nivelación de la parcela.

En el lateral este de la balsa, excluida el área de rellenos antrópicos, y coincidiendo con la zona topográficamente más alta, es previsible que no aparezca esta unidad, encontrando directamente el sustrato Terciario bajo un espesor reducido de suelos vegetales o incluso directamente en superficie.

Desde el lateral este y aproximadamente en sentido este a oeste el espesor de este nivel II se incrementaría progresivamente. Según los ensayos DPSH, podrían llegar a alcanzar espesores de 5,4 a 8 m en la parte más occidental ya cercana al azarbe existente. Esta zona de máximos espesores no llegaría a ser alcanzada por la balsa.

Desde el punto de vista del comportamiento geotécnico de este terreno, señalar que en el lateral este y norte donde el espesor sería reducido, la consistencia previsible sería en general media y no sería esperable la detección de un nivel de agua.

Por el contrario al aumentar su espesor según el sentido este a oeste, aparecen suelos de consistencia blanda a muy blanda por debajo de los 3 m de profundidad. Además es esperable la aparición de un nivel de agua saturando estos materiales, a una profundidad del orden de 4 a 5 m., para el lateral oeste y sur.

. Nivel IV (UG-IV): Sustrato Terciario.

La profundidad de aparición de este nivel sería muy variable. En la zona norte y lateral este (excluida el área de rellenos) aparecería en superficie o cercana a la misma.

En sentido norte-sur, y principalmente en sentido este a oeste profundizaría previsiblemente de forma progresiva, situándose en el lateral oeste y sur a profundidades superiores a los 5 metros.

La composición esperable de este terreno, según lo observado en taludes próximos sería de argilitas con intercalaciones de areniscas en general de espesor decimétrico pero que pueden de forma puntual alcanzar una potencia de orden métrico.

. En el lateral oeste y sur es esperable la detección de un nivel de agua saturando los materiales de la UG-II a una profundidad de 4 a 5 m. En el lateral este y sur no es esperable la aparición de agua, pero no es descartable rezumes de agua.

5.3.4. Dique

Según el modelo de terreno descrito, el dique podrá apoyar sobre un reducido espesor de suelos del nivel II de consistencia media, incluso directamente sobre la UG-IV en el lateral norte y este. Mientras que en su lateral oeste y norte se dispondría sobre un espesor elevado de suelos del nivel II que además una parte de ellos tendrían una consistencia blanda a muy blanda.

Se plantean por lo tanto dos situaciones extremas. Situación A, lateral este y norte de la balsa, donde el es esperable un espesor reducido del nivel II con una consistencia media, consideramos que a priori no sería necesario contemplar saneo de dicho nivel para garantizar un apoyo estable del dique. No obstante deberá verificarse que el nivel II es en su totalidad de consistencia media, de no ser asi deberá sanearse. Como ya hemos indicado si que deberá realizarse el saneo completo de los rellenos antrópicos detectados.

Situación B, en el lateral oeste y sur, con un espesor alto del nivel II y con una parte del mismo de consistencia blanda a muy blanda. En este caso deberá contemplarse un saneo completo de la UG-II hasta alcanzar la UG-IV, para garantizar un apoyo estable del dique asi como unos asientos no muy elevados.

Además en estas zonas se deberá contemplar medidas de drenaje que corten los flujos de agua hacia la zona de la balsa.

El dimensionado de los posibles saneos y las medidas de drenaje a aplicar deberán ser aspectos cruciales a tratar y resolver mediante el estudio geotécnico que es necesario realizar en el emplazamiento de esta balsa.

Considerando que el dique se realiza con los materiales de la UG-IV o de la UG-II, la situación más pésima sería la de un terraplén de unos 15 m de altura, apoyado sobre un saneo de espesor variable (realizado también con los materiales de las unidades citadas) y todo él apoyado sobre la UG-IV.

Se trata de una situación bastante crítica por altura de dique y posibles espesores altos de saneo, que no ha sido valorada en otros estudios consultados y que consideramos no puede abordarse con los datos orientativos que se dispone tanto del perfil como de las características geotécnicas de los materiales tanto de apoyo del dique como los de formación del mismo. Es por lo tanto el estudio geotécnico a realizar antes de la obra el que determine la viabilidad de los taludes proyectados.

5.3.5. Rellenos solera de balsa

Como se ha indicado en el apartado 5.3.2., en la parte sur de la balsa, con un terreno dispuesto por debajo de la cota de solera, será necesario realizar un relleno general de la zona que sería de un espesor progresivo en sentido norte-sur, alcanzando un valor máximo de 5 a 6 m en el extremo dispuesto más al sur.

Este relleno se dispondrá sobre la unidad II y podrán darse las dos situaciones extremas señaladas en el apartado 5.3.4. Por lo tanto puede considerarse lo indicado al respecto en dicho apartado. No obstante consideramos que la necesidad de saneos podría reducirse en las zonas donde el relleno de solera a realizar sea de una altura reducida.

5.3.6. Excavabilidad

La excavación de la balsa afectaría a los materiales de la unidad I, II (de consistencia media y blanda) y IV.

Estos materiales son también los indicados en la balsa siempre llena (excepto la UG-II de consistencia blanda) por lo que pueden considerarse lo indicado al respecto en el apartado 5.2.5.

5.3.7. Materiales para la construcción de diques.

Los materiales afectados por las excavaciones serían los señalados en el apartado 5.3.6. y semejantes a los indicados para la balsa “siempre llena”, por lo que puede considerarse al respecto lo señalado en el apartado 5.2.5.

No obstante y a diferencia de la balsa “siempre llena”, en este caso los materiales de la UG-II muy blandos a blandos que se caracterizan por una saturación y elevada humedad, consideramos no serían aplicables al dique, salvo que se garantizará su secado que a priori exigiría de tiempos de aireación muy elevados.

5.3.8. Estabilidad de taludes

Los taludes en desmonte por debajo y por encima de coronación se desarrollarán en la parte norte y este de la balsa, los primeros serían del orden de 9 m de altura y los segundos de un máximo de 3,0 m.

Los taludes de desmonte bajo coronación afectarían en parte a los suelos de consistencia media de la UG-II y al sustrato Terciario (UG-IV).

Tanto por los parámetros de corte asociables de forma orientativa a este tipo de materiales como por los análisis realizados en los estudios consultados para condiciones más desfavorables, puede decirse que la inclinación proyectada 2,5H:1V tendría unos factores de seguridad altos que garantizarían su estabilidad.

Los taludes de desmonte por encima del camino de coronación podrían afectar en parte a la UG-II (de consistencia media) y a la UG-III. Para dichos taludes, según los parámetros orientativos asignados y en la condición más desfavorable (totalidad del talud en UG-II) podría considerarse inclinaciones de talud de 3H:2V. De estar compuestos en su totalidad por la UG-IV podría adoptarse taludes de mayor inclinación.

Si los taludes de desmonte de la zona este afectan a los rellenos antrópicos, tal y como ya hemos indicado anteriormente, será necesaria su eliminación.

Para los taludes en los saneos, dado que afectarán a suelos blandos a muy blandos con unos parámetros de corte muy limitados, deberán aplicarse taludes muy tendidos, asi como medidas de achique.

5.3.9. Solera de Balsa

Como ya hemos indicado en el apartado 5.3.5. en la parte sur, la solera se dispondrá sobre un relleno a realizar para alcanzar la cota proyectada, por lo que debe considerarse lo indicado en dicho punto para garantizar el adecuado comportamiento del mismo.

En el resto, la solera podrá disponerse sobre la UG-II o la UG-IV.

Donde se disponga sobre la UG-II, si en el estudio geotécnico se verifica que toda la unidad es de consistencia media, no sería necesario medidas especiales, salvo las de compactación enérgica del fondo aplicando previamente una humectación alta del fondo con el objeto de favorecer el colapso previo de los mismos. De detectarse suelos blandos a muy blandos, sería necesario el saneo de los mismos, o en su defecto su densificación mediante el claveteado de gravas y bolos.

Donde se disponga sobre la UG-IV no sería necesario adoptar medidas especiales sobre el fondo de la balsa, salvo las habituales de compactación enérgica de los materiales del vaso y de drenaje. De verificarse una composición arcillosa de la unidad, consideramos podría plantearse un labrado profundo y una compactación del lado húmedo, de confirmarse esa posible expansividad.

Finalmente, y ante el diferente comportamiento deformativo de estos materiales (rellenos, UG-II y UG-IV) deberá procurarse la realización de pasos graduales en los contactos de dos materiales diferentes..

5.3.10. Drenaje de la balsa

Por las características del material que conformaría el dique asi como el de los taludes y fondo de balsa, además de la disposición de la lámina impermeabilizante, deberán preverse unas medidas de drenaje adecuadas tanto por el interior como por el exterior del dique que minoren las aguas que puedan alcanzar el interior del dique. En los taludes de desmonte, de aparecer rezumes de agua deberán conducirse a los drenes de fondo de la balsa.

En el lateral oeste y sur, donde existe un nivel de agua saturando la base de la UG-II, tanto para la realización de los saneos como para evitar las entradas posteriores al apoyo de la balsa, se deberá contemplar medidas de drenaje que corten los flujos de agua hacia la zona de la balsa.

El dimensionado de los posibles saneos y las medidas de drenaje a aplicar deberán ser aspectos cruciales a tratar y resolver mediante el estudio geotécnico que es necesario realizar en el emplazamiento de esta balsa.

5.3.11. Agresividad del terreno

Los datos consultados no son totalmente definitorios sobre este parámetro. No obstante, dado que mayoritariamente cualquiera de los niveles reconocidos ha sido catalogado como no agresivo, puede extrapolarse para el caso concreto de la balsa que estamos de forma orientativa y general en un ambiente no agresivo por sulfatos.

Todas las consideraciones señaladas asi como el modelo de terreno son a titulo orientativo, y será el estudio geotécnico preceptivo y previo a la obra el que determine el perfil geotécnico del terreno, la excavabilidad del mismo, el aprovechamiento de los materiales y la estabilidad de los taludes del dique y de los desmontes, entre otros aspectos.

5.4. ESTACIÓN DE BOMBEO

5.4.1 Aspectos previos

Para esta unidad de obra no ha podido realizarse reconocimiento geotécnico del terreno por falta de permisos, por lo que antes de iniciar la obra deberá realizarse el estudio geotécnico específico, que deberá incluir la realización de sondeos, ensayos DPSH y ensayos de laboratorio para caracterización del terreno.

Únicamente, según reflejamos en el plano del apartado 5.4.3., se dispone en las proximidades del ensayo DPSH denominado como P3, que fue realizado en el año 2020 para un tanteo previo de un diseño inicial de balsa de regulación en el entorno de esta zona.

Las consideraciones que se realizan más adelante deben considerarse como orientativas y están basadas en: el reconocimiento superficial del terreno; en la caracterización de materiales similares a los observados realizada en estudios geotécnicos cercanos y en el resultado del ensayo P3 indicado.

5.4.2 Características

Es de planta rectangular con unas dimensiones de 54,8x18,4 m.

Las bombas se dispondrán sobre una solera que aproximadamente desplantará a la cota del terreno existente, una vez eliminado el suelo vegetal.

Está proyectada una cimentación del edifico mediante zapatas corridas.

5.4.3 Modelo geológico-geotécnico

Se han considerado las unidades cartográficas del mapa geológico continuo del IGME (web: http://info.igme.es), junto con el reconocimiento geológico superficial de la zona llevada a cabo y el resultado del ensayo DPSH.

En la figura adjunta se recoge la ubicación de la estación de bombeo y las unidades cartográficas existentes, sobre las que se situaría la misma.

A pesar de que la cartografía marcaría la presencia de un sustrato Terciario (UG IV) muy superficial, por lo observado en superficie y el resultado del ensayo P3, es esperable un espesor significativo de suelos finos correspondientes a un recubrimiento cuaternario (UG II).

El modelo de terreno esperable estaría formado por:

. Nivel I (UG-I): Tierra de labor / suelo vegetal. Orientativamente según las calicatas de la red de tubería podría situarse en un valor medio de 0,4 m. Este nivel deberá ser retirado.

. Nivel II (UG-II): Recubrimiento cuaternario. Aparecería bajo el anterior y el espesor orientativo (según P3) sería del orden de 5 metros.

Estaría formado por suelos finos que en su parte superior serían de consistencia media y en su parte inferior serían de consistencia blanda, fruto de la presencia de un nivel de agua.

. Nivel IV (UG-IV): Sustrato Terciario.

Aparecería bajo el anterior y estaría formado por argilitas con intercalaciones de areniscas en bancos de espesor decimétrico.

. Es esperable la presencia de un nivel de agua que saturaría la base de la UG-II, a priori según el ensayo aparecería sobre los 4 m de profundidad, y su alimentación sería de excedentes de riego y fugas del canal del Cinca dispuesto aguas arriba.

5.4.4 Consideraciones geotécnicas generales

El proyecto prevé una cimentación mediante zapatas corridas de un ancho de 1,5 m. A este respecto la validez de la misma dependerá de los resultados del estudio geotécnico que deberá realizarse previamente.

Con el resultado del ensayo P-3, puede decirse de forma orientativa que esta solución de cimentación sería viable si la zapata apoya lo más superficial posible y trabaja con tensiones de contacto reducidas, iguales o inferiores a 1,0 Kg/cm^2, para minorar las tensiones que se transmitirían a los terrenos de consistencia blanda inferiores.

Los datos consultados no son totalmente definitorios sobre la agresividad del terreno a los hormigones. No obstante, y de manera mayoritaria la UG-II se ha catalogada como no agresiva, por lo que puede extrapolarse dicha calificación a estos mismos materiales que serán afectados por las cimentaciones.

Estas consideraciones señaladas asi como el modelo de terreno son a titulo orientativo, y será el estudio geotécnico preceptivo y previo a la obra el que finalmente determine el perfil geotécnico del terreno, las cimentaciones y la agresividad a los hormigones, entre otros aspectos.

5.5. CAPTACIÓN

5.5.1 Aspectos previos

Para esta unidad de obra no ha podido realizarse reconocimiento geotécnico del terreno, por lo que antes de iniciar la obra deberá realizarse el estudio geotécnico específico, que deberá incluir la realización de al menos un sondeo y los ensayos de laboratorio pertinentes de caracterización del terreno.

Únicamente, según reflejamos en el plano del apartado 5.5.3., se dispone en las proximidades (a unos 100 m de distancia) de dos ensayos DPSH denominados como P6 y P7, que fueron realizados en el año 2020 para un tanteo previo de un diseño inicial de balsa de regulación en el entorno cercano.

Las consideraciones que se realizan más adelante deben considerarse como orientativas y están basadas en: el reconocimiento superficial del terreno; en la caracterización de materiales similares a los observados realizada en estudios geotécnicos cercanos y en el resultado de los ensayos DPSH indicados anteriormente.

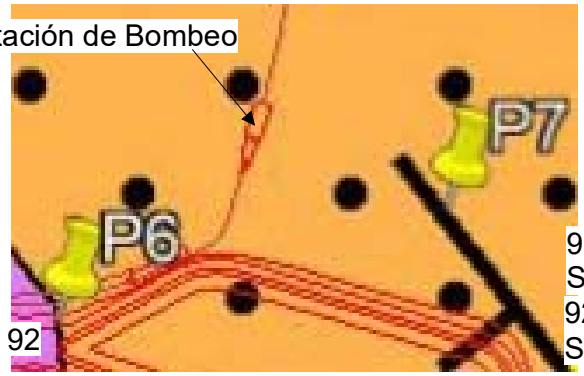
5.5.2 Características

La captación consiste en la construcción de una gran arqueta de forma rectangular junto al canal del Cinca. Sus dimensiones en planta son de aproximadamente 13x6 m y desplantará a una profundidad de algo más de 4,5 de la superficie actual del terreno, concretamente algo por debajo de la cota 397.

5.5.3 Modelo geológico-geotécnico

Se han considerado las unidades cartográficas del mapa geológico continuo del IGME (web: http://info.igme.es), junto con el reconocimiento geológico superficial de la zona llevada a cabo y el resultado de los ensayos DPSH.

En la figura adjunta se recoge la ubicación de la estación de bombeo y las unidades cartográficas existentes, sobre las que se situaría la misma.



91.- Areniscas ocres con lutitas. Sustrato Terciario.
92.- Lutitas con niveles de areniscas. Sustrato Terciario.

En el reconocimiento de superficie, se observó un relleno de tierras en la zona de ubicación de la captación, junto al camino de servicio del Canal del Cinca (ver fotografía A). A priori el espesor esperable no sería muy elevado, ya que en el lateral del barranco enfrentado a la zona de ubicación de la captación, el sustrato Terciario (UG IV) aparece cerca de la superficie (ver fotografía B).

Fotografía - A

Fotografía - B

El modelo de terreno esperable estaría formado por:

. Nivel I (UG-I): Relleno de tierras. Se dispone adosado al canal del Cinca y su espesor a priori no sería elevado.

. Nivel II (UG-II): Recubrimiento cuaternario. Aparecería bajo el anterior y a priori su espesor sería reducido y no es descartable. Estaría formado por suelos finos de consistencia media.

. Nivel IV (UG-IV): Sustrato Terciario. Aparecería bajo el anterior o incluso podría disponerse directamente bajo el relleno. Según el ensayo P7, realizado ligeramente por debajo del camino de servicio del canal, este sustrato aparecería sobre los 2,4 m de profundidad (aproximadamente a la cota 399). Estaría formado por areniscas y argilitas.

. A priori no sería esperable nivel de agua, pero no es descartable la presencia de rezumes fruto de filtraciones procedentes del Canal del Cinca.

5.5.4 Consideraciones geotécnicas generales

La excavación de la arqueta afectará a los tres niveles indicados, los dos primeros (I y II) son excavables con medios convencionales. El nivel IV a priori podrá ser excavado con medios potentes y el apoyo del martillo rompedor ya que es esperable que se alcancen niveles de areniscas potentes.

Los taludes de la excavación deberán ser tendidos en la parte superior ya que afectaran a rellenos de tierras vertidos sin tratamiento alguno. Por debajo de los mismos, en el caso de aparecer la UG-II con una consistencia media podrá aumentarse la inclinación de los mismos que podrá ser subvertical en el tramo del talud que afecte al sustrato Terciario (UG-IV).

De aparecer suelos blandos por efecto de saturaciones de la UG-II y/o rellenos (I), deberán adoptarse taludes muy tendidos.

No es descartable la existencia de rezumes de agua por lo que deberán preverse medidas de achique.

La arqueta, según el modelo orientativo establecido, apoyaría sobre la UG-IV que tiene una buena capacidad portante, suficiente para las tensiones que transmitiría.

Únicamente, si el terreno concreto de apoyo son las argilitas-arcillas, por su cierta expansividad, consideramos sería adecuada una cierta sobrexcavación (del orden de 0,4 m) de las mismas y su sustitución por un suelo seleccionado y/o zahorra con un porcentaje alto de finos y debidamente compactado. Previamente en el fondo de la zona sobrexcavada, deberá realizarse un labrado profundo y la compactación del lado húmedo.

Los datos consultados no son totalmente definitorios sobre este parámetro. No obstante, dado que mayoritariamente cualquiera de los niveles de terreno natural reconocidos (II, III y IV) han sido catalogados como no agresivos, puede extrapolarse para el caso concreto de la captación que estamos de forma orientativa y general en un ambiente no agresivo por sulfatos.

A priori si los rellenos de tierras se han realizado con materiales procedentes de las unidades II, III o IV, puede considerarse también que el relleno sería no agresivo a los hormigones.

Estas consideraciones señaladas asi como el modelo de terreno son a titulo orientativo, y será el estudio geotécnico preceptivo y previo a la obra el que finalmente determine el perfil geotécnico del terreno, la capacidad portante del mismo, su excavabilidad, estabilidad, presencia de agua, entre otros aspectos.

5.6. TUBERÍA DE IMPULSIÓN

5.6.1 Aspectos previos

Para esta unidad de obra no ha podido realizarse reconocimiento geotécnico del terreno, por lo que antes de iniciar la obra deberá realizarse el estudio geotécnico específico, que deberá incluir la realización de calicatas a lo largo de su trazado.

Únicamente, según reflejamos en el plano del apartado 5.6.3., para el tramo inicial de la tubería, se dispone en las proximidades de varios ensayos DPSH (P2, 3, 4, 5 y 6) que

fueron realizados en el año 2020 para un tanteo previo de un diseño inicial de balsa de regulación en el entorno cercano.

Las consideraciones que se realizan más adelante deben considerarse como orientativas y están basadas en: el reconocimiento superficial del terreno y en la caracterización de materiales similares a los observados realizada en estudios geotécnicos cercanos y en el resultado de los ensayos DPSH..

5.6.2 Características

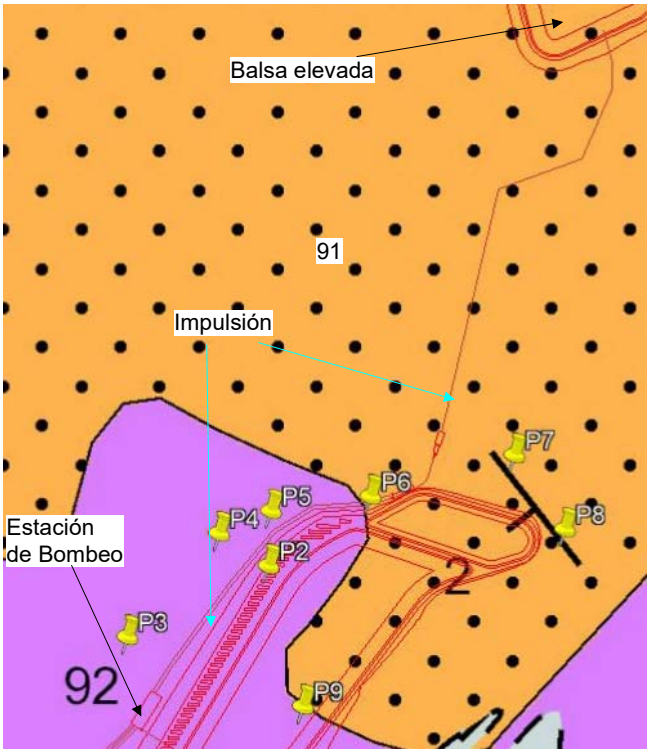
La tubería de impulsión parte de la estación de bombeo dispuesta junto a la balsa de regulación, cruza el canal del Cinca por debajo de él, finalizando en la balsa elevada.

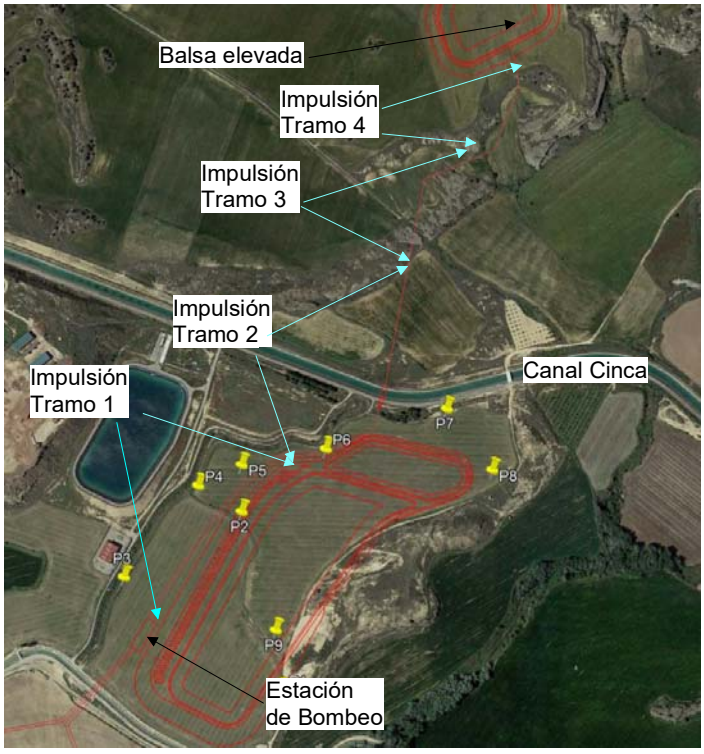
La profundidad de la tubería es previsiblemente del orden de 2,0 m salvo en el cruce del canal del cinca que profundizaría hasta más de 5 m, ya que lo cruza por debajo.

5.6.3 Modelo geológico-geotécnico

Se han considerado las unidades cartográficas del mapa geológico continuo del IGME (web: http://info.igme.es), junto con el reconocimiento geológico superficial de la zona llevada a cabo y el resultado del ensayo DPSH.

En la figura adjunta se recoge la ubicación de la tubería de impulsión y las unidades cartográficas existentes, sobre las que se situaría la misma. También se incluye una tramificación orientativa de la tubería en función de las variaciones esperables del modelo de terreno.





91.- Areniscas ocres con lutitas. Sustrato Terciario.
92.- Lutitas con niveles de areniscas. Sustrato Terciario.

El modelo de terreno esperable estaría formado por:

. Nivel I (UG-I): Tierra de labor-suelo vegetal y Relleno de tierras. El espesor de suelo vegetal que puede considerarse, basándonos en los datos de la red de riego, sería del orden de 0,4 m, aplicaría a los tramos 1, 2 y 4. En el tramo 3 no parecería este terreno ya que las areniscas afloran en superficie.

El relleno de tierras se localiza junto al canal del Cinca en el lado de aguas abajo y su espesor a priori no sería elevado, se localiza solo en parte del tramo 2.

. Nivel II (UG-II): Recubrimiento cuaternario. Aparecería bajo el anterior y estaría formado por suelos finos. Su distribución y espesor es variable. En el tramo 1, alcanzaría espesores superiores a los 4 a 5 m, tendría una consistencia media en la parte superior y por debajo de los 3 m serían de consistencia blanda a muy blanda detectándose además un nivel de agua saturándolos por debajo de los 4 a 5 m. En el tramo 2 y 4, tendrían un espesor reducido incluso podrían no aparecer en el tramo 4. En el tramo 3 no aparecería ya que las areniscas afloran en superficie.

. Nivel IV (UG-IV): Sustrato Terciario.

Aparecería a profundidades elevadas (superiores a los 4 a 5 m) en el tramo 1. En el tramo 2 y 4 previsiblemente aparecería cercano a la superficie. En estos tramos está formado por argilitas y areniscas.

En el tramo 3 aparece directamente en superficie y está formado por bancos de areniscas de espesores métricos.

Salvo en el tramo 1, en el resto de tramos no sería esperable nivel de agua, pero no es descartable la presencia de rezumes fruto de filtraciones procedentes del Canal del Cinca en el entorno del tramo 2 cercano a dicho canal.

5.6.4 Consideraciones geotécnicas generales y orientativas

Para la zona de cruce de la tubería bajo el canal del Cinca puede considerarse lo indicado al respecto de excavabilidad y taludes señalado para la captación (apartado 5.5.4).

Para el resto de la tubería, puede considerarse lo siguiente:

- El tramo 1 podrá ser excavado con medios convencionales.

- Los tramos 2 y 4 podrán ser excavadas con medios convencionales pero potentes y con el apoyo del martillo rompedor, para atravesar los estratos de areniscas.

- En el tramo 3, la excavación deberá realizarse directamente mediante martillo rompedor.

Dado el carácter temporal de los taludes de las zanjas, puede considerarse lo siguiente:

En el tramo 1 los taludes de excavación, siempre que las zanjas no alcancen los suelos blandos inferiores, situados por debajo de los 3 m, deberán ser con taludes algo tendidos, debiéndose adoptar taludes muy tendidos caso de superarse esa profundidad o de alcanzar los suelos blandos. Además en este caso deberá preverse medidas de achique y la disposición de bolos en la base.

En los tramos 2, 3 y 4 podrán adoptarse taludes subverticales.

Respecto al aprovechamiento de los materiales excavados para el relleno de las zanjas y según las especificaciones descritas en el capítulo 5.7. para la red de riego, señalaremos:

. Los procedentes de la unidad II podrán ser aprovechados directamente en rellenos ordinarios, siempre que éstos no correspondan con los suelos de consistencia blanda y que aparecen saturados. De ser suelos saturados y blandos, deberá descartarse los mismos o bien garantizar su secado.

. Los procedentes de la unidad IV podrán ser utilizados en rellenos ordinarios eliminado los fragmentos más gruesos (tamaño bolo o superior). Dado que en algunos tramos (tramo 3) y parte de los tramos 2 y 4 dado, el material que se obtendría sería un todo-uno de granulometría gruesa y con escasos finos (de excavar las argilitas con areniscas) y pedraplén (de excavar areniscas), su aprovechamiento sería limitado y reducido ya que sería necesario la eliminación de una gran cantidad de fragmentos gruesos.

Según los aprovechamientos establecidos y de acuerdo a la tramificación indicada, consideramos que los tramos 2 y 4 tendrían un déficit de material para el relleno ordinario, y en el caso del tramo 3 el déficit sería total.

Para todos los tramos, la grava 6/20 de cama y relleno del entorno de la tubería deberá ser de aportación externa.

Estas consideraciones señaladas asi como el modelo de terreno y tramificación son a titulo orientativo, y será el estudio geotécnico preceptivo y previo a la obra el que finalmente determine el perfil geotécnico del terreno atravesado por la tubería, la excavabilidad, estabilidad, presencia de agua y aprovechamiento de materiales, entre otros aspectos.

5.7. RED DE RIEGO PRINCIPAL

5.7.1 Aspectos previos

La red de tuberías de riego de este proyecto contempla diámetros variables.

La profundidad de las zanjas para las tuberías está condicionada por la topografía y por la necesidad de que en todas ellas el recubrimiento mínimo sea de 1 a 1,5 m sobre la generatriz superior. Según nos indicó la ingeniería redactora del proyecto las alturas de las zanjas podrían variar de entre 2 y 4 m.

El relleno proyectado es variable según los diámetros y tipo de tubería, pero de forma general constaría de los siguientes materiales:

- Grava 6/20 para apoyo de tubería.

- Relleno entorno de tubo con grava 6/20 hasta 0,3 m por encima de la generatriz superior de la tubería.

- Relleno ordinario, de tapado de zanja, que procederá de los materiales de la propia excavación que no sean el suelo vegetal y cuya única limitación será también el tamaño

máximo (ausencia de bolos y bloques). Para este relleno no existe una limitación por composición química o por expansividad, colapsabilidad o dispersabilidad.

Para el estudio del terreno afectado por la red de tuberías se han realizado 27 calicatas de las 41 previstas, debido a la falta de permisos o que los campos estaban con maiz-arroz o anegados por agua.

En los aproximadamente primeros 5 Km de las tuberías principales A y B, asi como en los también aproximadamente 4,5 Km iníciales de las tuberías C y A1, que parten de la estación de bombeo, no pudo realizarse ninguna calicata debido a la ausencia de permisos.

En suma, dado el bajo número de calicatas respecto a la longitud total de tuberías, asi como la falta de reconocimientos en esos tramos iníciales, consideramos que previamente al inicio de la obra será necesario completar este estudio con la realización de calicatas adicionales asi como ensayos tipo DPSH y sondeos, en los puntos de cruce de caminos, cauces e infraestructuras.

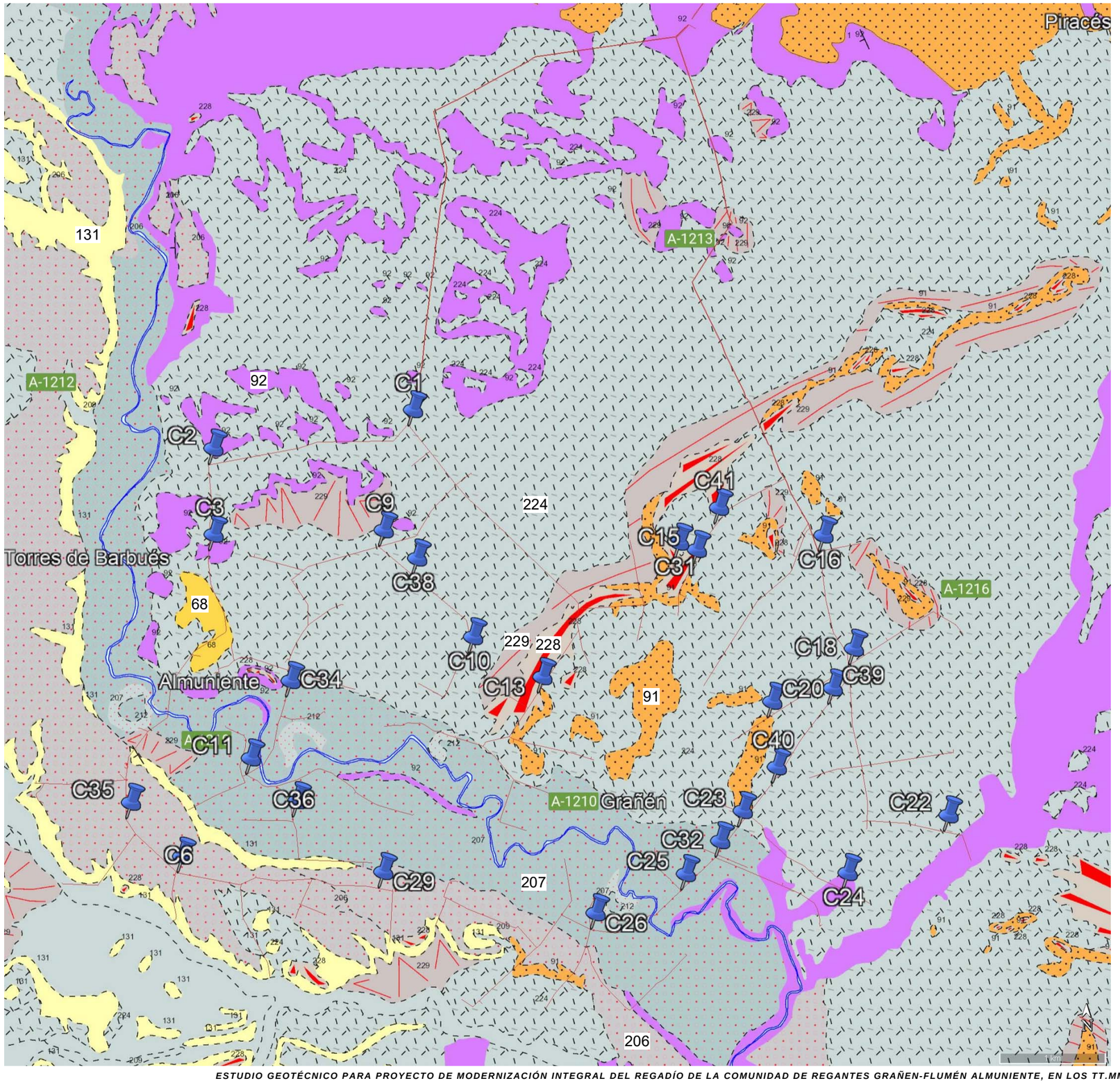
La referencia y coordenadas de las mismas se resumen en la tabla incluida en el capítulo 3.2, su posición se incluye en el plano del anejo I y los perfiles obtenidos se recogen en el anejo II.

A instancias de la ingeniería redactora del proyecto no se realizaron ensayos de laboratorio en las muestras tomadas en las calicatas.

5.7.2 Modelo geológico-geotécnico. Tramificación

Se ha considerado las unidades cartográficas del mapa geológico continuo del IGME (web: http://info.igme.es), junto con el reconocimiento geológico superficial de la zona llevada a cabo y los resultados de las calicatas realizadas.

En la figura adjunta se recoge la ubicación de las tuberías y las unidades cartográficas existentes, sobre las que se situarían.



RECUBRIMIENTO CUATERNARIO.
(Suelos principalmente finos). UG-II

224.- Arenas, limos y arcillas. Coluvial-aluvial.
228.- Arenas, limos y arcillas con cantos. Coluvial

RECUBRIMIENTO CUATERNARIO.
(Suelos principalmente gruesos). UG-III

207.- Gravas y arenas. Aluvial, Terraza baja.
208.- Gravas y arenas. Aluvial, Terraza media.
229.- Arenas, limos y gravas. Glacis

SUSTRATO TERCIARIO. UG-IV

68.- Lutitas y areniscas.
91.- Areniscas ocres con lutitas.
92.- Lutitas con niveles de areniscas.
131.- Lutitas y areniscas.

A lo largo de toda la red de tuberías las combinaciones de litologías son variadas, pero son variantes de un perfil tipo formado por las cuatro unidades geológicas-geotécnicas descritas en el capítulo 4:

- UG-I.- Tierra de labor-suelo vegetal; Rellenos de tierra y antrópicos. Se ha detectado en todas las calicatas. Los rellenos se han detectado en la calicata C-24, donde son antrópicos y se disponen sobre un resto de suelo vegetal; y en la C-25, donde son rellenos de tierras de nivelación.

- UG-II.- Recubrimiento cuaternario, de composición fina. Está formado por limos, limos arcillosos, limos arenosos, arenas limosas y arcillas. Corresponden con depósitos coluvio-aluviales.

- UG-III.- Recubrimiento cuaternario de composición gruesa. Está formado por gravas redondeadas a subredondeadas, mixtas (calizas y silíceas) con abundante matriz de arenas, arenas arcillosas a limos.

- UG-IV- Sustrato Terciario. Formado mayoritariamente por arcillas-argilitas con intercalaciones de areniscas de variable espesor y coherencia. Muy localmente, C41, se han detectado venillas de yesos.

Durante la realización de las calicatas y hasta la profundidad alcanzada en las mismas (en general de 1 a 3,8 m), en parte de ellas, se ha detectado la presencia de agua, aspecto que condiciona la realización de las zanjas, en especial la estabilidad de las mismas.

El agua se ha detectado en dos contextos:

. Saturando los suelos finos de la UG-II, lo que supone la detección de suelos de consistencia blanda a muy blanda.

. Saturando parte de las gravas del nivel III, en este caso no aparecen suelos blandos pero si una inestabilidad significativa de las paredes de la excavación en el estrato de gravas.

Teniendo presente la representatividad de los ensayos realizados, sobre la longitud de tuberías proyectadas, se ha realizado una zonificación-tramificación centrada específicamente en la presencia de un nivel de agua y de una UG-II de consistencia blanda a muy blanda.

Como ya hemos señalado, es necesario previamente al inicio de la obra, completar el estudio de redes y cruces de las mismas mediante calicatas adicionales, asi como ensayos DPSH y sondeos.

En la tabla adjunta además de los espesores y profundidades de las unidades geotécnicas y la presencia de agua y suelos blandos (datos ya reflejados en la tabla del apartado 3.2.) se incluye la asignación de cada una de las calicatas con las zonas establecidas.

En el croquis del anejo IV se refleja gráficamente la extensión que según los datos de las calicatas, observaciones de superficie y la geología de la zona, se han establecido de forma aproximada.

Calicata		Nivel I		Nivel II Recubrimiento cuaternario. Suelos finos		Nivel III Recubrimiento cuaternario. Suelos Gruesos		Nivel IV. Sustrato Terciario		Nivel de Agua	Suelos blandos		ZONA ASIGNADA
Referencia	Prof. Alcanzada (m)	Espesor (m)	Observaciones	Espesor (m)	Observaciones	Espesor (m)	Observaciones	Prof (m)	Observaciones	Prof. (m)	Prof. (m)	Observaciones	
C1	1,4	0,6	Suelo vegetal	NO		NO		0,6	No excavable a 1,4	NO	NO		A
C2	1,2	0,25	Suelo vegetal	NO		NO		0,25	No excavable a 1,2	NO	NO		A
C3	1	0,2	Suelo vegetal	NO		NO		0,2	No excavable a 1,0	NO	NO		A
C6	1,2	0,4	Suelo vegetal	NO		0,8	Gravas medias con matriz de arenas	NO		1,5	NO	Gravas sueltas	B2
C9	3,5	0,3	Suelo vegetal	3,2	Limos arenosos y arcillosos	NO		NO		3,2	SI	A 2,0	B1
C10	2,3	0,7	Suelo vegetal	0,6	Arcillas	NO		1,3		2	SI	Parte superior	B1
C11	3	0,5	Suelo vegetal	1	Limos	NO		1,5	Excavable al menos hasta 3,0 m	NO	NO		A
C13	3	0,4	Suelo vegetal	0,3	Limos con arenas	0,2	Gravas medias con matriz de limos	0,9	Excavación dificil a 2 m	NO	NO		A
C15	1,5	0,3	Suelo vegetal	NO		NO		0,3	No excavable 1,5	NO	NO		A
C16	1,4	0,3	Suelo vegetal	0,3	Limos arcillosos	NO		0,6	No excavable 1,4	NO	NO		A
C18	2,4	0,4	Suelo vegetal	2	Limos arcillosos	NO		NO		2,2	SI	A 1,6	B1
C20	2	0,4	Suelo vegetal	1,2	Limos a arenas	NO		1,6	No excavable a 2,0	NO	NO		A
C22	2,8	0,3	Suelo vegetal	2,5	Limos arenosos y arcillosos	NO		NO		NO	NO		A
C23	3,8	0,4	Suelo vegetal	3,4	Limos, arcillas y arenas	NO		NO		3,7	SI	A 3,4	B1
C24	2,3	1,4	Relleno + suelo vegetal	0,9	Arcillas	NO		NO		Encharcado	SI	Parte superior	B1
C25	3,1	0,7	Suelo vegetal+Relleno	2,4	Limos arenosos y arcillosos	NO		NO		NO	NO		A
C26	3,1	0,4	Suelo vegetal	1,3	Limos arcillosos y Arcillas limosas	0,7	Gravas medias con matriz de arcillas arenosas	2,4	Excavable al menos hasta 3,1 m	1,8	SI	Entre 1,4 y 1,7, Gravas Inestables	B2
C29	2,5	0,4	Suelo vegetal	0,2	Limos	0,8	Gravas medias con matriz de arcillas limosas	1,4	Excavable al menos hasta 2,5 m	1,1	NO	Gravas inestables	B2
C31	1,7	0,4	Suelo vegetal	NO		NO		0,4	Excavación dificil a 1,7 m	NO	NO		A
C32	3	0,4	Suelo vegetal	2,6	Limos y arcillas	NO		NO		NO	NO		A
C34	3	0,4	Suelo vegetal	2,3	Limos	NO		2,7	Excavación dificil a 3 m	NO	NO		A
C35	2,7	0,5	Suelo vegetal	NO		1,2	Gravas medias a finas con arenas	1,7	Excavación dificil a 2,7 m	1,5		Gravas inestables	B2
C36	2,5	0,45	Suelo vegetal	0,85	Arcillas	1,2	Gravas medias a gruesas con arcillas arenosas	NO		2,2		Gravas inestables	B2
C38	2,5	0,7	Suelo vegetal	1,8	Arcillas	NO		NO		1,8	SI	A 1,4	B1
C39	3	0,4	Suelo vegetal	2,6	Limos y Limos arenosos	NO		NO		2,5	SI	A 2,0	B1
C40	3	0,5	Suelo vegetal	2,5	Limos arcillosos y Arcillas limosas	NO		NO		2,5	SI	A 2,2	B1
C41	1,3	0,3	Suelo vegetal	NO		NO		0,3	No excavable a 1,3	NO	NO		A

Las zonas principales determinadas son dos:

- **Zona A**.

La casuística esperable sería la siguiente:

. No existencia de nivel de agua, a lo sumo pequeños rezumes pero que en ningún caso generan suelos blandos.

. UG-II de suelos finos y consistencia media y muy localmente suelos gruesos de la UG-III. Esta unidad tiene espesores muy variables, desde nulos a superiores a 2,3-2,6 m.

. UG-IV (Sustrato Terciario) formado por arcillas-argilitas con intercalaciones de variable espesor de areniscas. Su detección y profundidad de aparición es muy variable. En las calicatas donde los espesores de la UG-II han sido muy elevados no se detecta mientras que en otras calicatas aparece muy cerca de la superficie (profundidades inferiores a 1,5 m) por debajo de la UG-II o directamente bajo el suelo vegetal (UG-I).

- **Zona B**.

Dentro de la misma se han diferenciado dos subzonas, B1 y B2. El rasgo común de ambas es la presencia de un nivel de agua que en el caso de la B1 satura el nivel II de suelos finos y en el caso de la B2 satura el nivel III de gravas.

. Subzona B1

La casuística esperable sería la siguiente:

. Presencia de un nivel de agua saturando parte de los suelos finos del nivel II.

. La existencia de suelos blandos a muy blandos en el nivel II, a profundidades de 1,4 a 3,4 m. (mayoritariamente a profundidades de 1,5 a 2,0 m).

. En algunos casos los suelos blandos pueden aparecer también en la parte superior, fruto de encharcamientos por riego en las parcelas.

. Hasta la profundidad alcanzada en las calicatas, de 2,3 a 3,8 m, no se detecta la unidad UG-IV.

. Subzona B2

La casuística esperable sería la siguiente:

. Presencia de un nivel de agua saturando parte de los suelos granulares gruesos, UG-III, que manifiestan una marcada inestabillidad de las paredes de la excavación pero solo en el estrato de gravas.

. La unidad UG-IV (Sustrato Terciario), hasta la profundidad alcanzada por las calicatas, llega a detectarse en unas calicatas (3 de las 5 incluidas en la subzona) a una profundidad de 1,4 a 2,4 m y en otras no (las dos restantes) habiendo alcanzado en las calicatas una profundidad de investigación de 1,2 m (no pudo progresar más por caída general de las paredes) a 2,5 m. Cuando aparece este estrato, mantiene una buena estabilidad en corte vertical.

. No aparecen suelos blandos.

5.7.3 Tierra de labor-suelo vegetal-rellenos

El espesor promedio de tierra de labor-suelo vegetal a considerar a los efectos de su retirada temporal de la zona de zanja es de un promedio de 0,4 m.

Se ha detectado un relleno de tierras en la calicata C-25 de un escaso espesor.

En la C-24 el relleno es antrópico y deberá retirarse a vertedero.

5.7.4 Excavabilidad y Estabilidad de las zanjas

Basándonos en la tramificación realizada en el apartado anterior se han analizado estos aspectos para cada una de las zonas-subzonas.

Zona A

La excavación podrá realizarse con medios convencionales pero potentes y con el apoyo del martillo picador cuando aparezcan intercalaciones de espesor significativo de areniscas.

En la mayor parte de los casos la excavación podrá realizarse en condiciones secas, no obstante pueden aparecer rezumes de agua que obligarán a realizar achiques puntuales.

Según los datos de informes de referencia cercanos, independientemente de cual o cuales de los terrenos (II, III o IV) son afectados por las zanjas, consideramos que para condiciones a corto plazo y profundidades de zanjas no superiores a 3 metros, puede adoptarse con carácter general, inclinaciones subverticales (5V:1H).

Subzona B-1

La excavación podrá realizarse en su totalidad con medios convencionales.

Las excavaciones, de no ser muy superficiales (profundidades inferiores a 1,5-2,0 m), consideramos que de forma general afectarán a suelos de consistencia blanda de la UG-II y deberán realizarse con la presencia de un nivel de agua de variable entidad saturando parte de la UG-II.

En estas condiciones, será necesario contemplar medidas de achique generalizadas que rebajen el nivel de agua y permitan trabajar en condiciones secas.

En el fondo de la zanja, de confirmarse la presencia de suelos blandos a muy blandos, deberá contemplarse la colocación de una capa de bolos clavados en dichos suelos, con objeto de mejorar la capacidad soporte del terreno y garantizar un mejor apoyo de la tubería.

En lo referente al talud de excavación, deberá adoptarse taludes tendidos orientativamente de 2H:1V, pero que dependerá finalmente de la altura de la zanja y el espesor de suelos blandos a muy blandos afectados.

No debe descartarse, en las zanjas de mayor profundidad y con un nivel de agua más elevado, deba contemplarse medidas de entibación generalizadas. También en aquellas zonas que por limitaciones de espacio no pueda adoptarse las inclinaciones señaladas, deberá realizarse la entibación de las excavaciones.

Subzona B-2

La excavación podrá realizarse con medios convencionales en la mayor parte de los casos. Serán necesarios medios más potentes, incluso el martillo picador, caso de que se detecte la UG-IV y las zanjas superen profundidades de 2,5 a 3,0 m.

Las excavaciones, de no ser muy superficiales, consideramos que de forma general cortarán el nivel de agua que satura las gravas del nivel III.

En estas condiciones, será necesario contemplar medidas de achique generalizadas que rebajen el nivel de agua y permitan trabajar en condiciones secas.

Los taludes temporales a adoptar serían de 1H:1V, pudiendo verticalizarse (inclinaciones 1H:5V) de alcanzarse la unidad UG-IV (Sustrato Terciario) y solo en el tramo de zanja que afecte exclusivamente a esta unidad.

A priori, de garantizar la inclinación 1H:1V, consideramos no será necesario medidas de sostenimiento, salvo en aquellas zonas donde por limitación de espacio no pueda aplicarse dicha inclinación.

Otras consideraciones

Tanto para la subzona B1 como B2, dado que la presencia de agua en el terreno está muy relacionada con el riego, consideramos que serían las épocas de no riego las más adecuadas para la realización de las zanjas en ambas subzonas.

Para todas las zonas (A, B1 y B2), debe considerarse lo siguiente:

. La parte superior de la zanja en la que aparece el suelo vegetal-tierra de labor (UG-I), de no ser retirado de la excavación, consideramos debería adoptarse una inclinación de 1H:1V.

. En el caso particular de que se reconozca la presencia de rellenos, los taludes deberían tenderse en función de la naturaleza de los mismos, orientativamente puede considerarse una inclinación de 1H:1V.

. Cuando la profundidad de excavación sea superior a 3 metros sería conveniente prever una berma intermedia.

5.7.5 Aprovechamiento materiales excavados para relleno de zanjas

Aunque no se aplica a los rellenos de zanjas, en el capítulo 4 se ha realizado la catalogación de los materiales de la UG-II y UG-III según criterio PG-3 y a partir de la información consultada de materiales similares y cercanos a la zona. De forma resumida es la siguiente:

- Suelos finos de la UG-II, podrían catalogarse como tolerables.
- Suelos gruesos (gravas) de la unidad UG-III, podrían evaluarse como seleccionados.
- Sustrato rocoso terciario de la unidad UG-IV, va a depender del grado de alteración y al tipo de litología predominante. En base a ello:
    - Sustrato rocoso alterado formado por arenas limosas y arcillas, podría considerarse como un suelo tolerable.
    - Sustrato rocoso sano de argilitas con intercalaciones decimétricas de areniscas, se estimaría como un todo-uno.

- Sustrato rocoso sano formado mayoritariamente por areniscas, dependiendo de su grado de cementación generaría un terreno catalogable como pedraplén a todo-uno grueso.

A la vista de estas características, para el relleno ordinario (tapado de zanja), excepto los suelos vegetales (UG-I) y los materiales procedentes de la excavación de las areniscas del sustrato sano, el resto podrán ser aplicados a este tipo de relleno con las siguientes consideraciones:

. Los procedentes de la UG-II podrán utilizarse directamente, excepto los suelos blandos y saturados que se obtengan en las excavaciones de la zona B1. En este sentido, estos suelos deberán ser retirados o bien su introducción en la zanja requerirá de un secado muy intenso de los mismos.

. Los correspondientes a la UG-III, podrán aplicarse tras un secado previo y eliminación de los bolos que pudieran aparecer, a priori según lo observado son muy escasos, ya que las gravas son en general de tamaño medio.

. Los procedentes de la parte alterada de la UG-IV y la parte sana de la misma pero con una composición de argilitas con intercalaciones de areniscas, podrán aplicarse previa eliminación de los fragmentos de roca de mayor tamaño.

Para el relleno del entorno del tubo y cama de tubería (grava 6/20) podrían aplicarse únicamente los suelos granulares gruesos (UG-III) ya que los cantos son redondeados a subredondeados, pero siempre tras un tratamiento previo de clasificación de los mismos que supondrá una reducción significativa del volumen aprovechable.

Según lo indicado anteriormente, la grava 6/20 para cama y relleno del entorno de la tubería deberá proceder de fuentes externas. Solo en la subzona B2, podría obtenerse una pequeña parte de este material ya que el espesor de las gravas es muy reducido y siempre que se realice un adecuado tratamiento de clasificación de las mismas.

En la subzona B1 y B2, con los materiales excavados consideramos se cubrirían las necesidades para los rellenos ordinarios de zanja, siempre que se garantice un secado de los suelos saturados.

En la zona A, con los materiales excavados consideramos que con carácter general se cubrirían las necesidades de rellenos ordinarios, tras la eliminación de los fragmentos de mayor tamaño, que en algunos casos puede suponer una reducción significativa del material aprovechable, en especial en aquellas zonas donde las zanjas corten estratos de areniscas potentes, por lo que en estos casos no es descartable la necesidad de suelos de aportación externos o bien los excedentes de otras zonas.

5.7.6. Agresividad

Los datos consultados no son totalmente definitorios sobre este parámetro. No obstante, dado que mayoritariamente cualquiera de los niveles que atravesaran las tuberías (II, III y IV) han sido catalogados en zonas cercanas como no agresivos, puede extrapolarse para el caso de la red de tuberías que estamos de forma orientativa y general en un ambiente no agresivo por sulfatos.

5.7.7 Otras consideraciones

Dada la cierta expansividad asociada a los términos arcillosos de la unidad UG-IV, de confirmarse la misma, consideramos podría ser necesario contemplar en los caso de que

la tubería descanse sobre estos materiales, la realización de un labrado previo y una recompactación del fondo del lado húmedo.

5.8. CRUCES DE INFRAESTRUCTURAS Y RIOS POR LA RED DE RIEGO PRINCIPAL

En este apartado se trata los cruces de las tuberías principales con infraestructuras como carreteras, vías de tren y canales de riego, asi como con cauces fluviales, concretamente con el río Flumen.

No se incluyen los cruces de tuberías con caminos agrícolas, drenajes-azarbes o acequias.

Tampoco se ha incluido el cruce de la tubería de impulsión con el canal del Cinca, que se ha tratado en el apartado 5.6.

La red de tuberías cruza varias infraestructuras y el río Flumen, que resumimos en la tabla adjunta, donde además se indica la tubería que cruza, si existe un reconocimiento directo (calicata) en el punto de cruce y la asignación de dicho cruce a una de las tres zonas consideradas en la tramificación de la red de riego.

REFERENCIA CRUCE	INFRAESTRUCTURA CRUZADA		TUBERÍA	RECONOCIMIENTO DE CAMPO: CALICATA	ZONA DE TRAMIFICACIÓN DE LA RED
1	REGADÍO	CANAL DEL FLUMEN	A, A-1, B, C	NO	B1
2	CARRETERA	A-1213	A, C	NO	B1
3	CARRETERA	A-1212	A	NO	A
4	CARRETERA	A-1210	A	NO	B2
5	FERROCARRIL	FFCC CONVENCIONAL ZARAGOZA-LÉRIDA	A	C35	B2
6	CARRETERA	CTRA LOCAL A FRULA (AYTO ALMUNIENTE)	A	NO	B2
7	CARRETERA	A-1214	C-13-1	NO	B2
8	CARRETERA	A-1212	B	NO	A
9	CARRETERA	A-1210	B	C34	A
10	CARRETERA	A-1212	B-8	NO	A
11	CARRETERA	A-1210	B-10-2	NO	B2
12	CAUCE FLUVIAL	RÍO FLUMEN	B	NO	A
13	FERROCARRIL	FFCC CONVENCIONAL ZARAGOZA-LÉRIDA	B	C36	B2
14	CARRETERA	A-1214	C	NO	B2
15	CARRETERA	A-1214	C-12	NO	A
16	CARRETERA	A-1210	C	C32	A
17	CAUCE FLUVIAL	RÍO FLUMEN	C	NO	B2
18	FERROCARRIL	FFCC CONVENCIONAL ZARAGOZA-LÉRIDA	C	C23	B1
19	CARRETERA	CTRA LOCAL A FRAELLA / TRAMACED (CHE)	C-8	NO	B1
20	CARRETERA	CTRA LOCAL A FRAELLA / TRAMACED (CHE)	C	C40	B1
21	CARRETERA	A-1216	C	C18	B1
22	CARRETERA	A-1216	C-4-2	C20	A
23	CARRETERA	A-1216	C-1-2	NO	B1
24	CARRETERA	CTRA LOCAL A PIRACES (AYTO GRAÑEN)	A-1, C	NO	B1
25	CARRETERA	A-1213	A-1-2-4	C31	A
26	CAUCE FLUVIAL	RÍO FLUMEN	A	NO	B2
27	CARRETERA	A-1212	B-3	NO	A
28	FERROCARRIL	FFCC CONVENCIONAL ZARAGOZA-LÉRIDA	B-3-7	NO	B2
29	CARRETERA	A-1210	C-9-1	NO	A
30	CARRETERA	CTRA LOCAL A PIRACES (AYTO GRAÑEN)	A-1-4	NO	A
31	CARRETERA	CTRA LOCAL A FRAELLA / TRAMACED (CHE)	C-3	NO	B1
32	CARRETERA	CTRA LOCAL A FRAELLA / TRAMACED (CHE)	C-3-1	NO	B1

Concretamente, existen 32 cruces, que en función de la infraestructura se desglosan en:

. 24 cruces de carreteras, de ellas 18 son de índole autonómica (A1210, A1212, A1213, A1214 y A1216) y los seis restantes son carreteras locales pertenecientes a los Ayuntamientos de Almuniente y Grañen, y a la Confederación hidrográfica del Ebro.

. 4 cruces de la línea férrea convencional Zaragoza-Lérida.

. Un cruce con el canal del Flumen.

. 4 cruces con el río Flumen.

De todos ellos, tal como reflejamos en la tabla, solo se ha podido hacer un reconocimiento parcial mediante calicatas en 8.

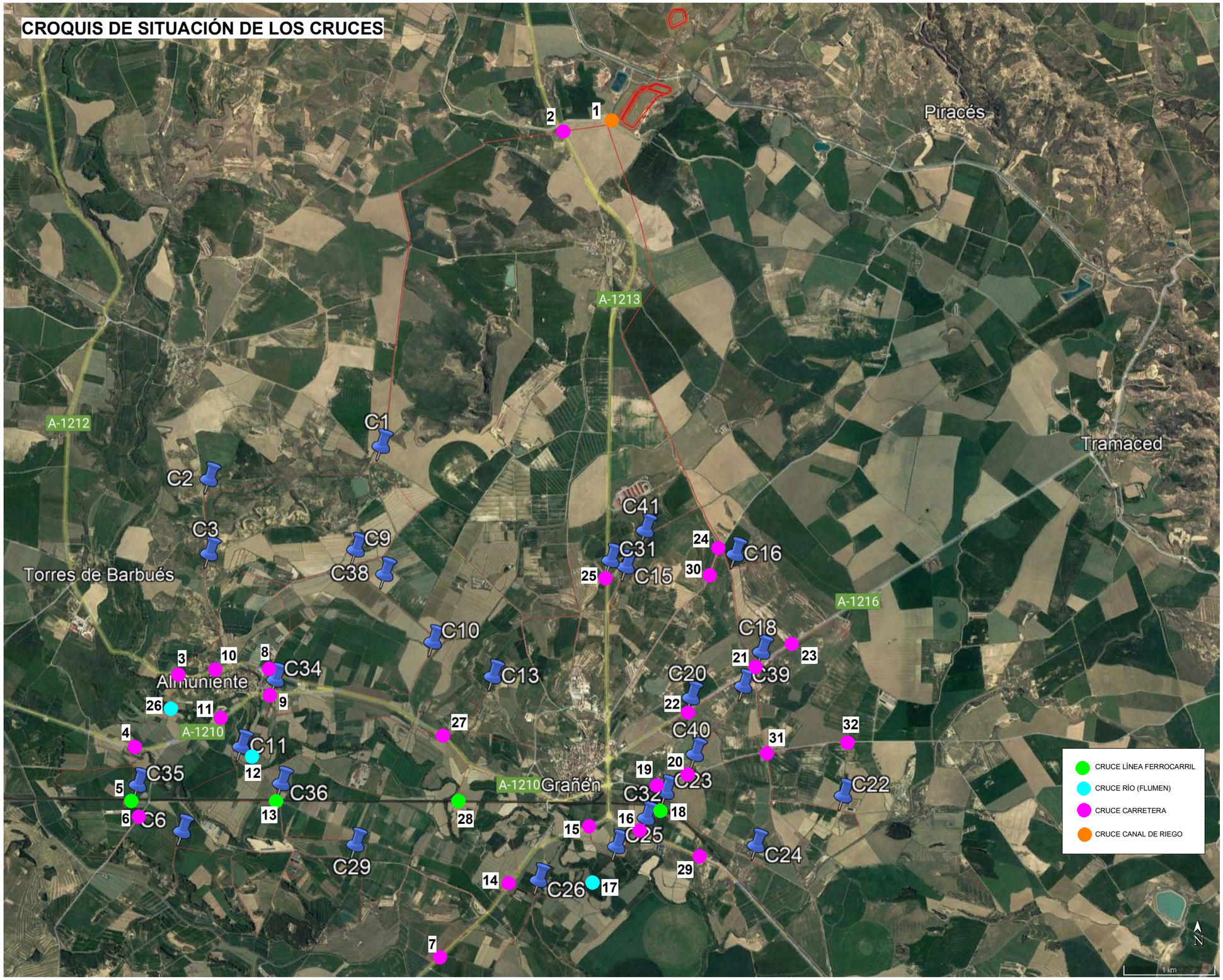
La posición de todos los cruces desglosados en la tabla, se refleja en el plano adjunto.

Según nos indicó la dirección de obra todos estos cruces se realizarían por debajo de la infraestructura por hinca o perforación. En el caso de las carreteras locales no se sabe si podrán realizarse mediante zanja por medias calzadas.

Con carácter general para los cruces por hinca-perforación bajo carretera, la condición genérica exigida es que debe garantizarse una profundidad mínima de 1,5 m desde la plataforma de la carretera hasta la generatriz superior de la vaina de protección. Y de existir cunetas perimetrales, la distancia de 1,5 m debe cumplirse desde la base de la cuneta.

En el caso de las líneas férreas, ADIF, exige una profundidad mínima de paso de la tubería de 3,4 m desde la plataforma hasta la generatriz superior de la vaina de protección.

Para los cruces bajos cauces fluviales o canales de riego se desconoce las exigencias de la CHE sobre profundidades mínimas.


CROQUIS DE SITUACIÓN DE LOS CRUCES
Piracés
Tramaced
Torres de Barbués
Almuniente
Grañén
A-1212
A-1213
A-1216
A-1210
C1
C2
C3
C6
C9
C10
C11
C13
C15
C16
C18
C20
C22
C23
C24
C25
C26
C29
C31
C32
C34
C35
C36
C38
C39
C40
C41
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
CRUCE LÍNEA FERROCARRIL
CRUCE RÍO (FLUMEN)
CRUCE CARRETERA
CRUCE CANAL DE RIEGO
N
1 km

A continuación se analizan los cruces donde se dispone de un reconocimiento directo del terreno (calicata), pero agrupados según la zona de tramificación de la red de tuberías.

5.8.1.- Cruces 9, 16, 22 y 25. En zona A.

Afectan a carreteras autonómicas. El primero a la A-1210 y en él se realizó la calicata C34. El segundo de ellos afecta a la A-1210 y en él se realizó la calicata C32. El tercero a la A-1216 y en él se realizó la calicata C-20. El cuarto a la A-1213 y en él se realizó la calicata C-31

El modelo de terreno reconocido es algo variable en estos cruces:

. Para los cruces 9 y 16 se reconoció la UG-II de suelos finos de consistencia media que alcanzaba profundidades de 2,7 m (cruce 9) y al menos los 3,0 m (cruces 16) En el caso del cruce 9, por debajo de la UG-II, se detectó 0,2 m de gravas y arenas (UG-III) y a 2,9 se alcanzó un nivel de areniscas de la UG-IV. En el cruce 16 hasta la profundidad alcanzada por la calicata, no se detecto la UG-IV.

. Para los cruces 22 y 25, la UG-II de consistencia media alcanza profundidades de 1,6 m en el cruce 22, mientras que no aparece en el cruce 25. En el cruce 22, la UG-IV aparece bajo la UG-II y está formada por areniscas de excavación difícil a no excavables. En el cruce 25, la UG-IV aparece directamente bajo el suelo vegetal y está formada por argilitas con niveles centimétricos de limolitas.

. En todos los casos y hasta la profundidad alcanzada por las calicatas (2,0 y 3,1 m) no se detectó agua.

En estas condiciones, respecto al método de cruce, señalaremos lo siguiente.

. Para los cruces 9 y 16, siempre que la base de la tubería no alcance los 2,9 m de profundidad (cruce 9) o los 3 m (cruce 16), dado que se afectará a la UG-II, la metodología de cruce más aconsejable sería la hinca convencional por empuje sin necesidad de equipo de rozado o de excavación especial en el frente.

Las excavaciones tanto del pozo de ataque como del de recepción se podrán realizar con medios mecánicos convencionales (retroexcavadora). Al tratarse de excavaciones temporales, sin presencia de agua sobre la UG-II de consistencia media, orientativamente se podrán adoptar taludes 1H:2V.

. Para los cruces 22 y 25, dada la superficialidad de la UG-IV, y que la tubería en parte o en su totalidad afectaría a dicha unidad, la metodología de cruce sería la perforación-rozado en el frente de avance mediante escudo abierto de disponerse la tubería de forma completa en la UG-IV. Para el cruce 22, ante la posibilidad de que la tubería pudiera disponerse en dos unidades de diferente comportamiento (II y IV), lo recomendable sería establecer una profundidad de cruce de la tubería que situé a la misma siempre en la UG-IV, y entonces la metodología de cruce sería la indicada anteriormente.

Las excavaciones tanto del pozo de ataque como de recepción requerirán del uso de retroexcavadoras potentes y martillo cuando se alcancen los niveles de areniscas. Al tratarse de excavaciones temporales, sin presencia de agua, se podrán adoptar taludes 1H:5V en la roca (UG-IV) reduciendo la inclinación a geometrías 1H:2V en los suelos finos (UG-II).

Para el apoyo de la solera del pozo de ataque, caso de disponerse sobre las arcillas del nivel IV, podría ser necesario un tratamiento de labrado y compactación enérgica del fondo, de verificarse su expansividad.

Los datos consultados no son totalmente definitorios sobre la agresividad del terreno. No obstante, dado que mayoritariamente cualquiera de los niveles que atravesaran las tuberías (II, II y IV) han sido catalogados en zonas cercanas como no agresivos, puede extrapolarse para el caso de los cuatro cruces, que estamos de forma orientativa y general en un ambiente no agresivo por sulfatos.

5.8.2.- Cruces 20 y 21. En zona B1.

El cruce 20 afecta a la carretera local a Fraella/Tramaced y en él se realizó la calicata C40. El cruce 21 afecta a la A-1216 y en él se realizó la calicata C18.

En ambos casos se reconoció el siguiente modelo de terreno:

. La UG-II se extendía como mínimo hasta la profundidad alcanzada por las calicatas (2,4 y 3,0 m). Por debajo de 2,2 m (cruce 20) y 1,6 m (cruce 21) los suelos finos de esta unidad son de consistencia blanda a muy blanda y aparecen muy húmedos a saturados.

. Se detecta un nivel de agua a 2,5 m (cruce 20) y a 2,2 m (cruce 21).

Si el cruce de la tubería no es muy superficial, en ambos casos se alcanzaría la UG-II de consistencia blanda y además cortaría el nivel de agua.

En estas condiciones, la metodología de cruce más aconsejable sería la hinca convencional por empuje sin necesidad de equipo de rozado o de excavación especial en el frente.

La dificultad de estos cruces radica en la ejecución de los pozos de ataque y recepción, por la presencia de un nivel de agua muy próximo a la superficie, asi como unos suelos de consistencia blanda que tienen una alta deformabilidad y baja resistencia al corte.

A la vista de ello para la realización del pozo de ataque y recepción, deberá realizarse un sostenimiento de la excavación mediante un tablestacado debidamente apuntalado que se empotre en la unidad UG-IV. Complementado con las medidas de drenaje pertinentes para mantener el nivel de agua por debajo de la cota de actuación.

En función de la cota a la que se proyecte la hinca, habrá que sanear los suelos blandos hasta la UG-IV, para apoyar la solera (con un suelo granular interpuesto y compactado) y cimentar el muro de reacción del pozo de ataque en la UG-IV.

Las excavaciones tanto del pozo de ataque como el de recepción podrán realizarse con medios convencionales.

Respecto a la agresividad del terreno a los hormigones es aplicable lo indicado en el apartado 5.8.1. Pero deberá realizarse los ensayos pertinentes para definir la agresividad del agua, ya que no se dispone de datos.

En función del diámetro de la tubería podría plantearse una perforación dirigida que eliminaría buena parte de estos inconvenientes. No obstante, su valoración deberá remitirse a empresas especializadas en este tipo de trabajos.

Para una definición adecuada de estos cruces será necesario realizar un reconocimiento geotécnico complementario mediante un sondeo y un DPSH, que se deberían distribuir en los dos lados de la infraestructura cruzada.

5.8.3.- Cruces 5 y 13. En zona B2.

Ambos cruces afectan a la FFCC convencional Zaragoza-Lérida. En el cruce 5 se realizó la calicata C35, y en el cruce 13, la C36.

El modelo de terreno reconocido en estos casos fue el siguiente:

. La UG-III (de gravas) se extendía hasta una profundidad de 1,7 m (cruce 5) y al menos hasta los 2,5 m (cruce 13), en este caso además por encima de las gravas aparecía la UG-II de consistencia media a blanda.

. La UG-IV solo se alcanzó en el cruce 5 y estaba formada por arcillas y argilitas.

. Presencia de un nivel de agua saturando las gravas a una profundidad de 1,5 m (cruce 5) y 2,2 m (cruce 2).

En esta situación la metodología de cruce sería la siguiente:

. Cruce 5. En este caso la metodología dependerá de la profundidad de la base de la tubería.

De ser inferior a 1,7 m, la metodología de cruce más aconsejable, ya que afecta a la UG-III, sería la hinca convencional por empuje sin necesidad de equipo de rozado o de excavación especial en el frente.

De disponerse por debajo de 1,7 m afectaría a la UG-III y la UG-IV

Esta situación de cruce entre dos materiales de diferente comportamiento, resulta problemática a los efectos de la definición del sistema más adecuado para la hinca. En este sentido y ante la incertidumbre de posición de ese cambio de terreno respecto a la tubería, recomendamos del lado de la seguridad establecer una profundidad de cruce de la tubería que situé a la misma siempre en la UG-IV.

En estas condiciones, la metodología de cruce más aconsejable sería la perforación-rozado en el frente de avance mediante escudo abierto.

. Cruce 13. Siempre que la base de la tubería se disponga por encima de los 2,5 m de profundidad, dado que afectaría a la UG-III, la metodología de cruce más aconsejable, sería la hinca convencional por empuje. A priori no sería necesario de equipo de rozado o de excavación especial en el frente. No obstante no es descartable por la presencia de algunas zonas algo encostradas.

A la vista de ello para la realización del pozo de ataque y recepción en ambos cruces, deberá realizarse un sostenimiento de la excavación mediante un tablestacado debidamente apuntalado que se empotre en la unidad UG-IV o bien en la UG-III de reconocerse un espesor alto. Alternativamente y en función de la profundidad de estos pozos, dado que se trata de taludes temporales, podría realizarse una excavación ataluzada. Los taludes temporales a adoptar serían de 1H:1V, pudiendo verticalizarse (inclinaciones 1H:5V) de alcanzarse la unidad UG-IV (Sustrato Terciario) y solo en el tramo que afecte exclusivamente a esta unidad.

Deberá además contemplarse las medidas de drenaje pertinentes para mantener el nivel de agua por debajo de la cota de actuación.

A priori dado que no son esperables suelos blandos no sería necesario actuaciones de saneo para el apoyo de las soleras, ni tampoco es esperable limitaciones para la cimentación del muro de reacción del pozo de ataque.

Las excavaciones tanto del pozo de ataque como el de recepción podrán realizarse, para ambos cruces, con medios convencionales al menos hasta los 2,7 a 3,0 m de profundidad.

Respecto a la agresividad del terreno a los hormigones es aplicable lo indicado en el apartado 5.8.1. Pero deberá realizarse los ensayos pertinentes para definir la agresividad del agua, ya que no se dispone de datos.

En función del diámetro de la tubería podría plantearse una perforación dirigida que eliminaría buena parte de estos inconvenientes. No obstante, su valoración deberá remitirse a empresas especializadas en este tipo de trabajos.

Para una definición adecuada de estos cruces será necesario realizar un reconocimiento geotécnico complementario mediante un sondeo y un DPSH, que se deberían distribuir en los dos lados de la infraestructura cruzada.

5.8.4.- Restos de Cruces

Del resto de cruces, en los que no se ha podido realizar reconocimiento directo alguno, no es posible definir el método de cruce y las posibles problemáticas geotécnicas. En estos casos deberá realizarse ensayos específicos, previamente al inicio de la obra, para determinación del modelo de terreno en cada cruce.

No obstante, de forma orientativa y muy aproximada, puede indicarse unas metodologías de cruce, basándonos en: la tramificación realizada para la red de riego, la casuística establecida en cada una de las tres zonas (A, B1 y B2) y también de acuerdo a lo indicado en los cruces donde si se ha podido realizar, al menos, una calicata de reconocimiento.

En este sentido señalaremos lo siguiente:

- Para los cruces en zona A.

La metodología de cruce sería la perforación-rozado en el frente de avance mediante escudo abierto de aparecer la UG-IV próxima a la superficie. De aparecer profunda y por debajo de la base de la tubería, la metodología de cruce podría ser la hinca convencional por empuje sin necesidad de equipo de rozado o de excavación especial en el frente.

En el caso de que la tubería se disponga entre la UG-II y la UG-IV, de diferente comportamiento, recomendamos establecer una profundidad de cruce de la tubería que situé a la misma siempre en la UG-IV, y por lo tanto la metodología de cruce en esta situación sería la de perforación-rozado en el frente de avance mediante escudo abierto

- Para los cruces en zona B1.

La metodología de cruce sería la hinca convencional por empuje sin necesidad de equipo de rozado o de excavación especial en el frente.

Estos cruces plantearían similares problemáticas de ejecución de los pozos de ataque y recepción, asi como de la solera, a las indicadas para los cruces descritos en el apartado 5.8.2. Por lo tanto, a los efectos son de aplicación lo indicado al respecto en el mencionado apartado, asi como lo referente a la agresividad, excavabilidad y la posibilidad de plantearse una perforación dirigida.

- Para los cruces en zona B2.

De verificarse que a base de la hinca no se alcanza la UG-IV, la metodología de cruce más aconsejable, sería la hinca convencional por empuje. A priori no sería necesario de equipo de rozado o de excavación especial en el frente. No obstante no es descartable por la presencia de algunas zonas algo encostradas.

En el caso de que la tubería se disponga entre la UG-III (Gravas) y la UG-IV, de diferente comportamiento, recomendamos establecer una profundidad de cruce de la tubería que situé a la misma siempre en la UG-IV, y por lo tanto la metodología de cruce en esta situación sería la de perforación-rozado en el frente de avance mediante escudo abierto. Esta metodología también se aplicaría caso de que la tubería afecte únicamente a la UG-IV.

Estos cruces plantearían similares problemáticas de ejecución de los pozos de ataque y recepción, a las indicadas para los cruces descritos en el apartado 5.8.3. Por lo tanto, a los efectos son de aplicación lo indicado al respecto en el mencionado apartado, asi como lo referente a la agresividad y la posibilidad de plantearse una perforación dirigida.

La excavación de los pozos podrá realizarse con medios convencionales en la mayor parte de los casos. Serán necesarios medios más potentes, incluso el martillo picador, caso de que se detecte la UG-IV y los pozos superen profundidades de 2,5 a 3,0 m.

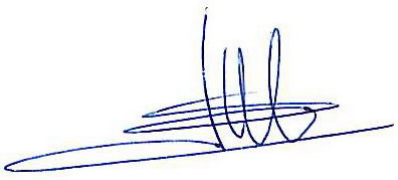
Como ya hemos indicado, para todos estos cruces, deberá realizarse ensayos concretos de reconocimiento del terreno que orientativamente plantearíamos los siguientes:

. En los cruces en zona A, realizar al menos una calicata en uno de los lados del cruce.

. En los cruces en zona B1, realizar al menos un sondeo y un ensayo DPSH, distribuidos a cada lado del cruce.

. En los cruces en zona B2, realizar un sondeo en un lado y un ensayo DPSH o calicata en el lado propuesto.

Zaragoza, Septiembre del 2021



IGEOSUMA, S.L.
GEOLOGÍA-GEOTECNIA-MEDIO AMBIENTE
C.I.F. B-99320541
Gil de Jasa, 22, 3º D
50006 Zaragoza
Tel./Fax 976 21 53 01
igeosuma@movistar.es

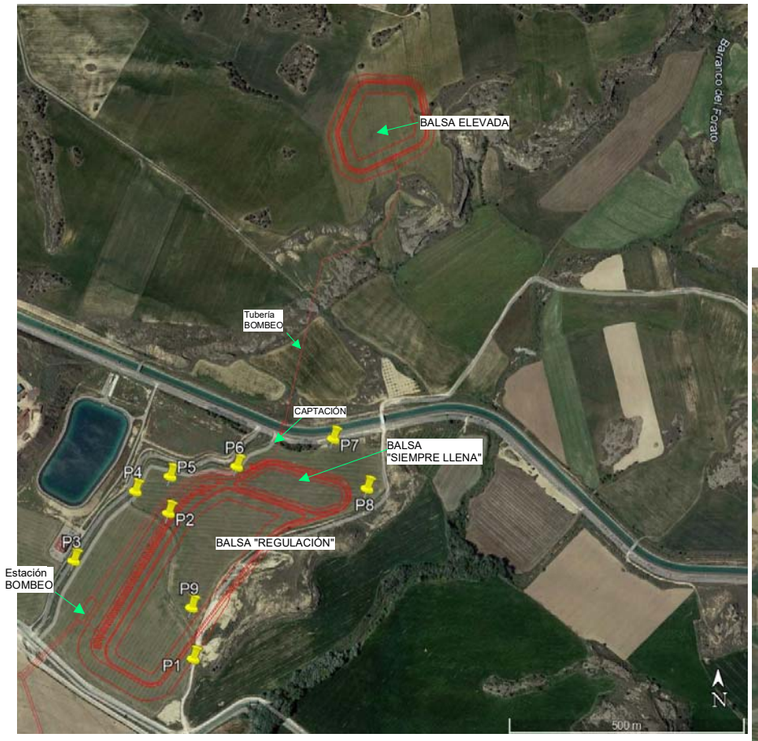
JOSE MANUEL BESCOS ROY
Geólogo
Nº de Colegiado ICOG: 5895

ALFREDO ZAMORA RADA
Geólogo
Nº de Colegiado ICOG: 2702

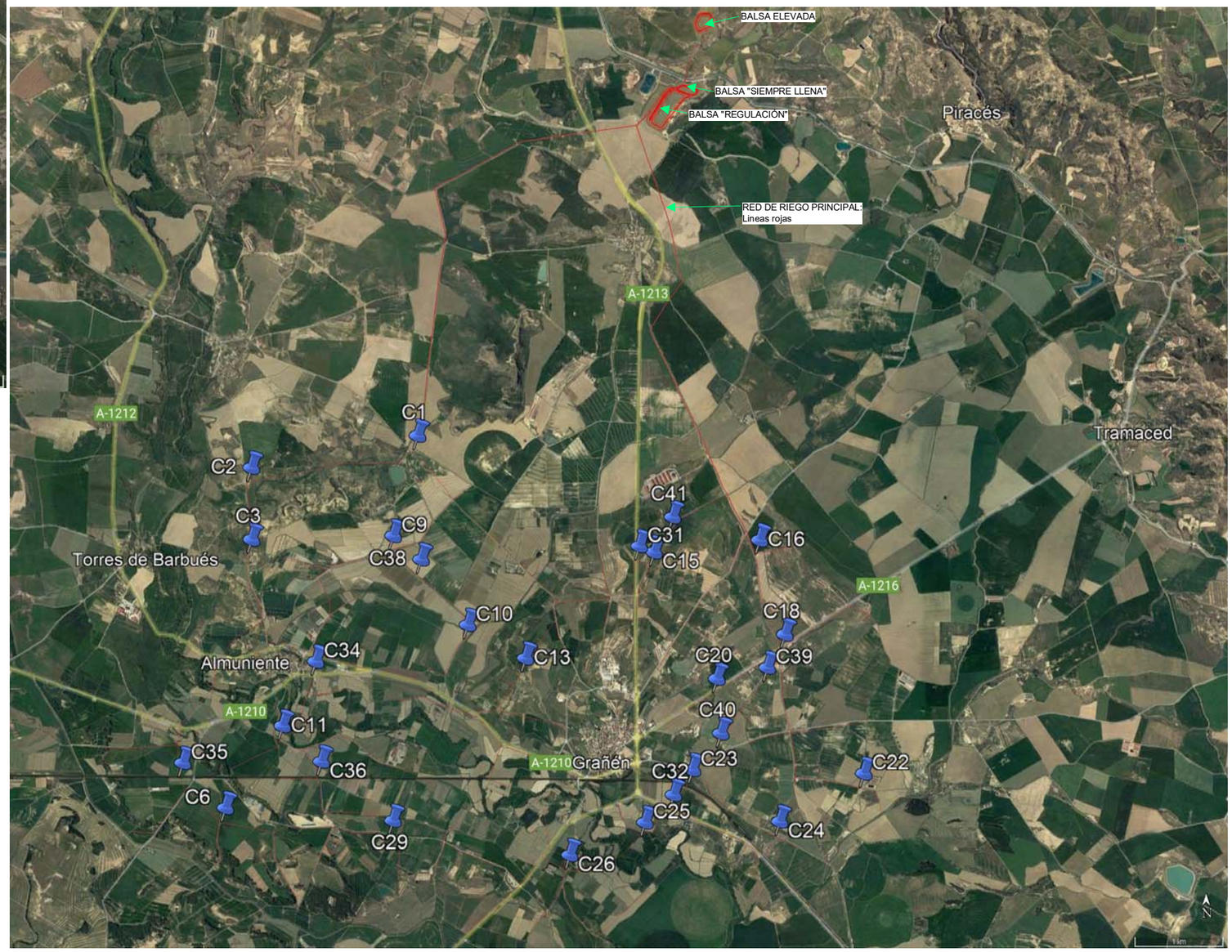
ANEJOS

I. CROQUIS DE SITUACIÓN DE LOS ENSAYOS

CROQUIS DE SITUACIÓN DE LOS ENSAYOS



P?.- Ensayo de penetración dinámica DPSH



C?.- Calicata mecánica

II.- PERFILES LITOLÓGICOS DE LAS CALICATAS DE RECONOCIMIENTO

CALICATA C1	EMPLAZAMIENTO: PARCELA 214, POLÍGONO 1 T.M. ALMUNIENTE (HUESCA)	COORDENADAS UTM (ETRS89) 30T
	Referencia: 0698 — Fecha de realización: 16 de Septiembre de 2021	X = 715863 Y = 4649862 Z =

Profundidad (metros)	Espesor (m)	Muestras	Perfil litológico	DESCRIPCIÓN	Nivel freático (metros)	Excavabilidad	Estabilidad	Ensayos de campo	NIVEL
0,60	0,60			Tierra de labor - Suelo vegetal	NO SE DETECTA	Fácil	Regular		I
0,80	0,20			Arcillas marrones y rojizas. Sustrato Terciario alterado.		Fácil	Buena		
1,20	0,40	1,0m		Argilitas versicolores		Fácil	Buena		IV
1,40	0,20			Limolitas a arenitas marrón rojizas con veteados grisáceos		Regular	Buena		
				FIN CALICATA		a Mala No Excavable			

DOCUMENTACIÓN FOTOGRÁFICA:

OBRA: ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA PROYECTO DE MODERNIZACIÓN INTEGRAL DEL REGADÍO DE LA C.R. GRAÑEN-FLUMEN ALMUNIENTE EN LOS TT.MM. DE GRAÑEN Y ALMUNIENTE (HUESCA)	Supervisión: Alfredo Zamora Rada Máquina: Excavadora mixta KOMATSU WB 97 S
PETICIONARIO: UTE INESA Y ROM VIII	

CALICATA C2	EMPLAZAMIENTO: PARCELA 79, POLÍGONO 1 T.M. ALMUNIENTE (HUESCA)	COORDENADAS
		UTM (ETRS89) 30T
		X = 713996
	Referencia: 0698 — Fecha de realización: 16 de Septiembre de 2021	Y = 4649444
		Z =

Profundidad (metros)	Espesor (m)	Muestras	Perfil litológico	DESCRIPCIÓN	Nivel freático (metros)	Excavabilidad	Estabilidad	Ensayos de campo	NIVEL
0,25	0,25			Tierra de labor - Suelo vegetal	NO SE DETECTA	Fácil	Regular		I
0,45	0,45			Areniscas y limolitas trabadas y cementadas finamente estratificadas.		Regular a Mala (1)	Buena		IV
0,70	0,40	1,0m		Argilitas versicolores		Fácil	Buena		
1,20				Areniscas marrón ocres.		No Excavable	Buena		

FIN CALICATA

(1) Se va arrancando con dificultad

DOCUMENTACIÓN FOTOGRÁFICA:

OBRA: ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA PROYECTO DE MODERNIZACIÓN INTEGRAL DEL REGADÍO DE LA C.R. GRAÑEN-FLUMEN ALMUNIENTE EN LOS TT.MM. DE GRAÑEN Y ALMUNIENTE (HUESCA)	Supervisión: Alfredo Zamora Rada
PETICIONARIO: UTE INESA Y ROM VIII	Máquina: Excavadora mixta KOMATSU WB 97 S

IGEOSUMA, S.L.

CALICATA C3	EMPLAZAMIENTO: PARCELA 65, POLÍGONO 1 T.M. ALMUNIENTE (HUESCA)	COORDENADAS UTM (ETRS89) 30T
	Referencia: 0698 — Fecha de realización: 16 de Septiembre de 2021	X = 714023
		Y = 4648636
		Z =

Profundidad (metros)	Espesor (m)	Muestras	Perfil litológico	DESCRIPCIÓN	Nivel freático (metros)	Excavabilidad	Estabilidad	Ensayos de campo	NIVEL
0,20	0,20			Tierra de labor - Suelo vegetal	NO SE DETECTA	Fácil	Regular		I
0,45	0,25			Arcillas marrones.		Fácil	Buena		
1,00	0,55			Argilitas marrones con áreas rojizas y grisáceas.		Regular a Mala a base	Buena		IV
				FIN CALICATA		No Excavable			

DOCUMENTACIÓN FOTOGRÁFICA:

OBRA: ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA PROYECTO DE MODERNIZACIÓN INTEGRAL DEL REGADÍO DE LA C.R. GRAÑEN-FLUMEN ALMUNIENTE EN LOS TT.MM. DE GRAÑEN Y ALMUNIENTE (HUESCA)	Supervisión: Alfredo Zamora Rada
PETICIONARIO: UTE INESA Y ROM VIII	Máquina: Excavadora mixta KOMATSU WB 97 S

IGEOSUMA, S.L.

CALICATA C6	EMPLAZAMIENTO: PARCELA 27, POLÍGONO 4 T.M. ALMUNIENTE (HUESCA)	COORDENADAS UTM (ETRS89) 30T
	Referencia: 0698 — Fecha de realización: 16 de Septiembre de 2021	X = 713820
		Y = 4645609
		Z =

Profundidad (metros)	Espesor (m)	Muestras	Perfil litológico	DESCRIPCIÓN	Nivel Freático (metros)	Excavabilidad	Estabilidad	Ensayos de campo	NIVEL
0,40	0,40			Tierra de labor - Suelo vegetal		Fácil	Regular		I
1,20	0,80			Gravas medias, redondeadas a subredondeadas, con abundante matriz de arenas. Muy húmedas desde 0,5 m y saturadas a base	NA 1,5	Fácil	Regular a Mala a Base		III
				FIN CALICATA					

DOCUMENTACIÓN FOTOGRÁFICA:

OBRA: ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA PROYECTO DE MODERNIZACIÓN INTEGRAL DEL REGADÍO DE LA C.R. GRAÑEN-FLUMEN ALMUNIENTE EN LOS TT.MM. DE GRAÑEN Y ALMUNIENTE (HUESCA)

PETICIONARIO: UTE INESA Y ROM VIII

Supervisión: Alfredo Zamora Rada

Máquina: Excavadora mixta KOMATSU WB 97 S

IGEOSUMA, S.L.

CALICATA C9	EMPLAZAMIENTO: PARCELA 247, POLÍGONO 1 T.M. ALMUNIENTE (HUESCA)	COORDENADAS UTM (ETRS89) 30T
		X = 715622
		Y = 4648727
	Referencia: 0698 — Fecha de realización: 16 de Septiembre de 2021	Z =

Profundidad (metros)	Espesor (m)	Muestras	Perfil litológico	DESCRIPCIÓN	Nivel Freático (metros)	Excavabilidad	Estabilidad	Ensayos de campo	NIVEL
0,30	0,30			Tierra de labor - Suelo vegetal		Fácil	Regular		I
0,80	0,50			Limos arenosos marrón claros.		Fácil	Buena		
	2,70	1,3m		Limos arcillosos a arcillas limosas con arenas, marrones. Húmedas por debajo de 1,5 m. Por debajo de 2,0 m blandas a muy blandas a base, donde estás saturadas.	NA 3,2	Fácil	Buena Regular a Mala a base		II
3,50				FIN CALICATA					

DOCUMENTACIÓN FOTOGRÁFICA:

OBRA: ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA PROYECTO DE MODERNIZACIÓN INTEGRAL DEL REGADÍO DE LA C.R. GRAÑEN-FLUMEN ALMUNIENTE EN LOS TT.MM. DE GRAÑEN Y ALMUNIENTE (HUESCA)	Supervisión: Alfredo Zamora Rada
PETICIONARIO: UTE INESA Y ROM VIII	Máquina: Excavadora mixta KOMATSU WB 97 S

CALICATA C10	EMPLAZAMIENTO: PARCELA 215, POLÍGONO 1 T.M. ALMUNIENTE (HUESCA)	COORDENADAS UTM (ETRS89) 30T
		X = 716494
	Referencia: 0698 — Fecha de realización: 16 de Septiembre de 2021	Y = 4647751
		Z =

Profundidad (metros)	Espesor (m)	Muestras	Perfil litológico	DESCRIPCIÓN	Nivel freático (metros)	Excavabilidad	Estabilidad	Ensayos de campo	NIVEL
0,70	0,70			Arcillas grisáceas con abundantes restos orgánicos. Saturadas. Terreno de cultivo	(1)	Fácil	Regular a Mala		I
1,30	0,60			Arcillas marrones muy húmedas.		Fácil	Regular (2)		II
2,00	0,50			Arenas limosas marrones, muy húmedas. Sustrato Terciario muy alterado.	NA 2,0	Fácil	Regular (2)		IV
2,30	0,30			Arenas y areniscas trabadas pero no cementadas, ocres, con intercalaciones de arcillas. Sustrato Terciario alterado.		Fácil a Regular	Buena		

FIN CALICATA

(1) Agua asociado al encharcamiento del campo de arroz.

(2) Desprendimientos peliculares en las paredes.

DOCUMENTACIÓN FOTOGRÁFICA:

OBRA: ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA PROYECTO DE MODERNIZACIÓN INTEGRAL DEL REGADÍO DE LA C.R. GRAÑEN-FLUMEN ALMUNIENTE EN LOS TT.MM. DE GRAÑEN Y ALMUNIENTE (HUESCA)

PETICIONARIO: UTE INESA Y ROM VIII

Supervisión: Alfredo Zamora Rada

Máquina: Excavadora mixta KOMATSU WB 97 S

IGEOSUMA, S.L.

CALICATA C11	EMPLAZAMIENTO: PARCELA 122, POLÍGONO 3 T.M. ALMUNIENTE (HUESCA)	COORDENADAS UTM (ETRS89) 30T
		X = 714438
		Y = 4646550
	Referencia: 0698 — Fecha de realización: 16 de Septiembre de 2021	Z =

Profundidad (metros)	Espesor (m)	Muestras	Perfil litológico	DESCRIPCIÓN	Nivel freático (metros)	Excavabilidad	Estabilidad	Ensayos de campo	NIVEL
0,50	0,50			Tierra de labor - Suelo vegetal		Fácil	Regular		I
1,50	1,00			Limos, marrones con algo de arenas y: - Raicillas en parte superior. - Porosidad vacuolar y radicular.		Fácil	Buena		II
2,70	1,20	1,7m		Arcillas gris oscuras que pasasn a gris claras a base, con: - áreas rojizas (ferruginosas) - superficies especulares. Sustrato Terciario alterado	NO SE DETECTA	Fácil	Buena		IV
3,00	0,30			Arenas finas, densas y fuertemente trabadas pero no cementadas, ocres.		Fácil	Buena		
				FIN CALICATA					

DOCUMENTACIÓN FOTOGRÁFICA:

OBRA: ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA PROYECTO DE MODERNIZACIÓN INTEGRAL DEL REGADÍO DE LA C.R. GRAÑEN-FLUMEN ALMUNIENTE EN LOS TT.MM. DE GRAÑEN Y ALMUNIENTE (HUESCA)	Supervisión: Alfredo Zamora Rada
PETICIONARIO: UTE INESA Y ROM VIII	Máquina: Excavadora mixta KOMATSU WB 97 S

CALICATA C13	EMPLAZAMIENTO: PARCELA 297, POLÍGONO 5 T.M. GRAÑÉN (HUESCA)	COORDENADAS UTM (ETRS89) 30T
	Referencia: 0698 — Fecha de realización: 16 de Septiembre de 2021	X = 717158
		Y = 4647396
		Z =

Profundidad (metros)	Espesor (m)	Muestras	Perfil litológico	DESCRIPCIÓN	Nivel Freático (metros)	Excavabilidad	Estabilidad	Ensayos de campo	NIVEL
0,40	0,40			Tierra de labor - Suelo vegetal		Fácil	Regular		I
0,60	0,20			Gravas medias con abundante matriz de limos marrón rojizas.		Fácil	Buena		III
0,90	0,30			Limos con arenas, marrón amarillentas, porosidad radicular y algo húmedas.	NO SE DETECTA	Fácil	Buena		II
1,50	0,60			Arcillas marrones y a techo pasada de 10 cm de arenas. Sustrato Terciario alterado.		Fácil	Buena		IV
2,00	0,50			Alternancia centimétrica de areniscas marrón ocres-grisáceas y argilitas versicolores (marrones, grisáceas, amarillentas).		Regular a Mala a base	Buena		
				FIN CALICATA					

DOCUMENTACIÓN FOTOGRÁFICA:

OBRA: ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA PROYECTO DE MODERNIZACIÓN INTEGRAL DEL REGADÍO DE LA C.R. GRAÑEN-FLUMEN ALMUNIENTE EN LOS TT.MM. DE GRAÑEN Y ALMUNIENTE (HUESCA)

PETICIONARIO: UTE INESA Y ROM VIII

Supervisión: Alfredo Zamora Rada

Máquina: Excavadora mixta KOMATSU WB 97 S

CALICATA C15	EMPLAZAMIENTO: PARCELA 141, POLÍGONO 6 T.M. GRAÑEN (HUESCA)	COORDENADAS UTM (ETRS89) 30T
		X = 718772
		Y = 4649035
	Referencia: 0698 — Fecha de realización: 17 de Septiembre de 2021	Z =

Profundidad (metros)	Espesor (m)	Muestras	Perfil litológico	DESCRIPCIÓN	Nivel Freático (metros)	Excavabilidad	Estabilidad	Ensayos de campo	NIVEL
0,30	0,30			Tierra de labor - Suelo vegetal	NO SE DETECTA	Fácil	Regular		I
0,50	0,20			Arcillas versicolores. Sustrato Terciario alterado.		Fácil	Buena		
	0,70			Argilitas versicolores (marrones, rojizas y grisáceas).		Fácil	Buena		IV
1,20	0,30			Limolitas a arenitas de grano fino marrones a marrón rojizas. Fuertemente trabadas pero escasamente cementadas.		Regular a Mala	Buena		
1,50				FIN CALICATA		a base No Excavable			

DOCUMENTACIÓN FOTOGRÁFICA:

OBRA: ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA PROYECTO DE MODERNIZACIÓN INTEGRAL DEL REGADÍO DE LA C.R. GRAÑEN-FLUMEN ALMUNIENTE EN LOS TT.MM. DE GRAÑEN Y ALMUNIENTE (HUESCA)	Supervisión: Alfredo Zamora Rada
PETICIONARIO: UTE INESA Y ROM VIII	Máquina: Excavadora mixta KOMATSU WB 97 S

IGEOSUMA, S.L.

CALICATA C16	EMPLAZAMIENTO: PARCELA 52, POLÍGONO 6 T.M. GRAÑÉN (HUESCA)	COORDENADAS UTM (ETRS89) 30T
		X = 719763
		Y = 4648806
	Referencia: 0698 — Fecha de realización: 17 de Septiembre de 2021	Z =

Profundidad (metros)	Espesor (m)	Muestras	Perfil litológico	DESCRIPCIÓN	Nivel freático (metros)	Excavabilidad	Estabilidad	Ensayos de campo	NIVEL
0,30	0,30			Tierra de labor - Suelo vegetal		Fácil	Regular		I
0,60	0,30			Limos arcillosos marrones con algo de arena y húmedos a base.	NO SE DETECTA	Fácil	Buena		II
1,00	0,40			Arcillas marrones a rojizas, con áreas verdosas, algo húmedas en su parte superior. Sustrato Terciario alterado.		Fácil	Buena		IV
1,20	0,20			Argilitas marrón rojizas a violáceas.		Fácil	Buena		
1,40	0,20			Arenisca a limolita versicolor, fuertemente trabada y algo cementada.		Mala a base NO Excavable	Buena		
				FIN CALICATA					

DOCUMENTACIÓN FOTOGRÁFICA:

OBRA: ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA PROYECTO DE MODERNIZACIÓN INTEGRAL DEL REGADÍO DE LA C.R. GRAÑEN-FLUMEN ALMUNIENTE EN LOS TT.MM. DE GRAÑEN Y ALMUNIENTE (HUESCA)

PETICIONARIO: UTE INESA Y ROM VIII

Supervisión: Alfredo Zamora Rada

Máquina: Excavadora mixta KOMATSU WB 97 S

IGEOSUMA, S.L.

CALICATA C18	EMPLAZAMIENTO: PARCELA 71, POLÍGONO 6 T.M. GRAÑÉN (HUESCA)	COORDENADAS
		UTM (ETRS89) 30T
		X = 720082
		Y = 4647753
	Referencia: 0698 — Fecha de realización: 17 de Septiembre de 2021	Z =

Profundidad (metros)	Espesor (m)	Muestras	Perfil litológico	DESCRIPCIÓN	Nivel freático (metros)	Excavabilidad	Estabilidad	Ensayos de campo	NIVEL
0,40	0,40			Tierra de labor - Suelo vegetal		Fácil	Regular		I
2,40	2,00			Limos con arcillas a limos arcillosos con algo de arena, marrones. Están húmedos a muy humedos por debajo de 1,4 m. Por debajo de 1,6 m blandos y por debajo de 1,8 m, saturados y muy blandos (fango arcilloso).	NA 2,2	Fácil	Buena hasta 1,6 m Por debajo Mala a Muy mala (1)		II
				FIN CALICATA (1) Flujo del terreno y caida general de las paredes.					

DOCUMENTACIÓN FOTOGRÁFICA:

OBRA: ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA PROYECTO DE MODERNIZACIÓN INTEGRAL DEL REGADÍO DE LA C.R. GRAÑEN-FLUMEN ALMUNIENTE EN LOS TT.MM. DE GRAÑEN Y ALMUNIENTE (HUESCA)

PETICIONARIO: UTE INESA Y ROM VIII

Supervisión: Alfredo Zamora Rada

Máquina: Excavadora mixta KOMATSU WB 97 S

IGEOSUMA, S.L.

CALICATA C20	EMPLAZAMIENTO: PARCELA 208, POLÍGONO 6 T.M. GRAÑÉN (HUESCA)	COORDENADAS
		UTM (ETRS89) 30T
		X = 719329
		Y = 4647232
	Referencia: 0698 — Fecha de realización: 17 de Septiembre de 2021	Z =

Profundidad (metros)	Espesor (m)	Muestras	Perfil litológico	DESCRIPCIÓN	Nivel freático (metros)	Excavabilidad	Estabilidad	Ensayos de campo	NIVEL
0,40	0,40			Tierra de labor - Suelo vegetal		Fácil	Regular		I
	1,20			Limos a arenas finas con arcillas, marrones. A base son arenas arcillosas húmedas.	NO SE DETECTA	Fácil	Buena		II
1,60	0,40			Arena de grano fino a medio, trabada pero no cementada. Están húmedas. A base más consistente y algo cementada. Sustrato Terciario alterado.		Regular a Mala a base	Buena		IV
2,00				FIN CALICATA		No Excavable			

DOCUMENTACIÓN FOTOGRÁFICA:

OBRA: ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA PROYECTO DE MODERNIZACIÓN INTEGRAL DEL REGADÍO DE LA C.R. GRAÑEN-FLUMEN ALMUNIENTE EN LOS TT.MM. DE GRAÑEN Y ALMUNIENTE (HUESCA)

PETICIONARIO: UTE INESA Y ROM VIII

Supervisión: Alfredo Zamora Rada

Máquina: Excavadora mixta KOMATSU WB 97 S

IGEOSUMA, S.L.

CALICATA C22	EMPLAZAMIENTO: PARCELA 111, POLÍGONO 7 T.M. GRAÑEN (HUESCA)	COORDENADAS UTM (ETRS89) 30T
		X = 721022
		Y = 4646218
	Referencia: 0698 — Fecha de realización: 17 de Septiembre de 2021	Z =

Profundidad (metros)	Espesor (m)	Muestras	Perfil litológico	DESCRIPCIÓN	Nivel freático (metros)	Excavabilidad	Estabilidad	Ensayos de campo	NIVEL
0,30	0,30			Tierra de labor - suelo vegetal		Fácil	Regular		I
	1,70	1,5m		Limos arenosos y arenas finas limosas, marrón ocres, con: - Porosidad radicular y raicillas en su parte superior	NO SE DETECTA	Facil	Buena		II
2,00	0,80			Limos arcillosos a arcillas limosas marrones, con algo de arena. Húmedas.		Facil	Buena		
2,80				FIN CALICATA					

DOCUMENTACIÓN FOTOGRÁFICA:

OBRA: ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA PROYECTO DE MODERNIZACIÓN INTEGRAL DEL REGADÍO DE LA C.R. GRAÑEN-FLUMEN ALMUNIENTE EN LOS TT.MM. DE GRAÑEN Y ALMUNIENTE (HUESCA)

PETICIONARIO: UTE INESA Y ROM VIII

Supervisión: Alfredo Zamora Rada

Máquina: Excavadora mixta KOMATSU WB 97 S

IGEOSUMA, S.L.

CALICATA C23	EMPLAZAMIENTO: PARCELA 21, POLÍGONO 7 T.M. GRAÑEN (HUESCA)	COORDENADAS UTM (ETRS89) 30T
		X = 719083
		Y = 4646199
	Referencia: 0698 — Fecha de realización: 16 de Septiembre de 2021	Z =

Profundidad (metros)	Espesor (m)	Muestras	Perfil litológico	DESCRIPCIÓN	Nivel freático (metros)	Excavabilidad	Estabilidad	Ensayos de campo	NIVEL
0,40	0,40			Tierra de labor.		Fácil	Regular		I
1,40	1,00			Limos con arcilla a limos arcillosos, marrón claros a marrón amarillentos. Con: . Porosidad radicular y vacuolar . Raicillas a techo.		Facil	Buena		
3,60	2,20	1,7m		Arcillas marrones, húmedas por debajo de 2,5 m. Por debajode 3,4 m muy húmedas a saturadas y blandas.	NA 3,7	Facil	Buena, Regular a Base		II
3,80	0,20			Arenas arcillosas marrones, saturadas y blandas.		Facil	Regular		
				FIN CALICATA					

DOCUMENTACIÓN FOTOGRÁFICA:

OBRA: ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA PROYECTO DE MODERNIZACIÓN INTEGRAL DEL REGADÍO DE LA C.R. GRAÑEN-FLUMEN ALMUNIENTE EN LOS TT.MM. DE GRAÑEN Y ALMUNIENTE (HUESCA)

PETICIONARIO: UTE INESA Y ROM VIII

Supervisión: Alfredo Zamora Rada

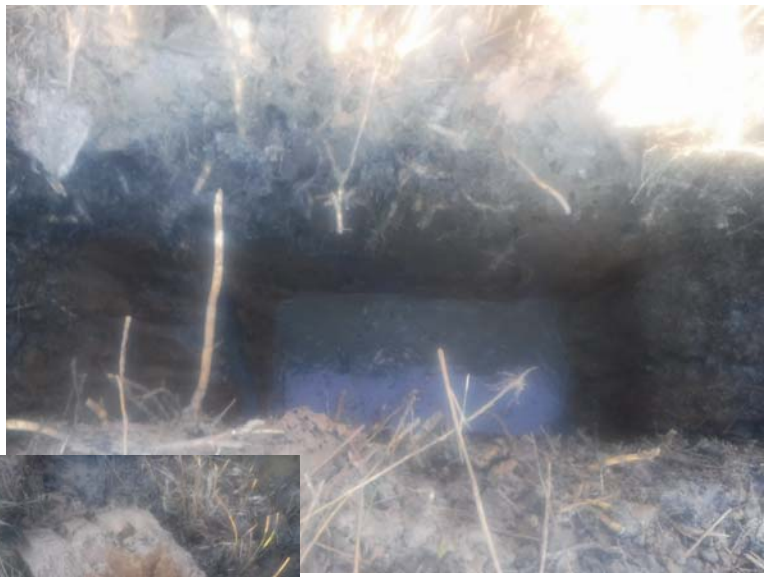
Máquina: Excavadora mixta KOMATSU WB 97 S

IGEOSUMA, S.L.

CALICATA C24	EMPLAZAMIENTO: PARCELA 56, POLÍGONO 7 T.M. GRAÑEN (HUESCA)	COORDENADAS UTM (ETRS89) 30T
	Referencia: 0698 — Fecha de realización: 17 de Septiembre de 2021	X = 720088
		Y = 4645648
		Z =

Profundidad (metros)	Espesor (m.)	Muestras	Perfil litológico	DESCRIPCIÓN	Nivel Freático (metros)	Excavabilidad	Estabilidad	Ensayos de campo	NIVEL
	1,40			Arcillas negras, saturadas con abundante restos orgánicos (cañas, raices), en su parte superior aparecen restos antrópicos: plásticos, ruedas etc. Relleno antrópico y suelo vegetal fangoso (zona encharcada).	(1)	Fácil	Regular		I
1,40	0,90			Arcillas marrones muy húmedas.		Facil	Regular a Buena		II
2,30				FIN CALICATA (1) Agua en superficie. Terreno completamente encharcado.					

DOCUMENTACIÓN FOTOGRÁFICA:



OBRA: ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA PROYECTO DE MODERNIZACIÓN INTEGRAL DEL REGADÍO DE LA C.R. GRAÑEN-FLUMEN ALMUNIENTE EN LOS TT.MM. DE GRAÑEN Y ALMUNIENTE (HUESCA)

PETICIONARIO: UTE INESA Y ROM VIII

Supervisión: Alfredo Zamora Rada

Máquina: Excavadora mixta KOMATSU WB 97 S

IGEOSUMA, S.L.

CALICATA C25	EMPLAZAMIENTO: PARCELA 233, POLÍGONO 17 T.M. GRAÑEN (HUESCA)	COORDENADAS UTM (ETRS89) 30T
		X = 718566
		Y = 4645591
	Referencia: 0698 — Fecha de realización: 16 de Septiembre de 2021	Z =

Profundidad (metros)	Espesor (m)	Muestras	Perfil litológico	DESCRIPCIÓN	Nivel freático (metros)	Excavabilidad	Estabilidad	Ensayos de campo	NIVEL
0,40	0,40			Tierra de labor.		Fácil	Regular		I
0,70	0,30			Limos marrón amarillentos. Relleno de tierras.		Facil	Buena		
	1,00	0,9m		Limos arcillosos a arcillas limosas gris oscuras a techo y más claras y marrones a base. Con abundantes raices (sin descomponer), restos carbonosos y de gasterópodos. Posible antigua tierra de labor.	NO SE DETECTA	Facil	Buena		I / II
1,70	1,10	1,9m		Arcillas marrón amarillentas con arenas. Porosidad radicular y están algo húmedas.		Facil	Buena		II
2,80	0,30			Arenas de grano fino, arcillosas, marrón amarillentas. Húmedas.		Facil	Buena		
3,10				FIN CALICATA					

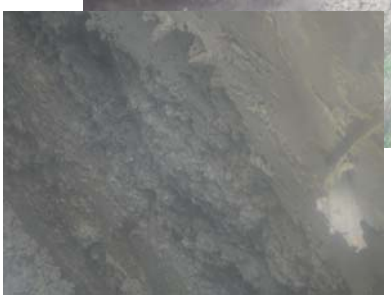
DOCUMENTACIÓN FOTOGRÁFICA:

OBRA: ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA PROYECTO DE MODERNIZACIÓN INTEGRAL DEL REGADÍO DE LA C.R. GRAÑEN-FLUMEN ALMUNIENTE EN LOS TT.MM. DE GRAÑEN Y ALMUNIENTE (HUESCA)	Supervisión: Alfredo Zamora Rada
PETICIONARIO: UTE INESA Y ROM VIII	Máquina: Excavadora mixta KOMATSU WB 97 S

CALICATA C26	EMPLAZAMIENTO: PARCELA 244, POLÍGONO 16 T.M. GRAÑÉN (HUESCA)	COORDENADAS UTM (ETRS89) 30T
		X = 717727
	Referencia: 0698 — Fecha de realización: 16 de Septiembre de 2021	Y = 4645198
		Z =

Profundidad (metros)	Espesor (m)	Muestras	Perfil litológico	DESCRIPCIÓN	Nivel freático (metros)	Excavabilidad	Estabilidad	Ensayos de campo	NIVEL
0,40	0,40			Tierra de labor - Suelo vegetal		Fácil	Regular		I
1,10	0,70			Limos arcillosos con algo de arena marrón ocres. Húmedos a base.		Fácil	Buena		II
1,70	0,60	1,2m		Arcillas limosas amarillentas a marrón amarillentas húmedas a muy húmedas y blandas a base.	NA 1,8	Fácil	Buena		
2,40	0,70	1,9m		Gravas medias, redondeadas a subredondeadas, con abundante matriz de arcillas arenosas marrones. Muy húmedas y saturadas por debajo de 1,8 m.		Fácil	Regular (1)		III
2,80	0,40			Arcillas versicolores húmedas. Sustrato Terciario alterado.		Fácil	Buena		IV
3,10	0,30	3,0m		Argilitas versicolores (marrones, grisáceas rojizas) Sustrato Terciario más sano.		Fácil	Buena		
				FIN CALICATA					
				(1) Desprendimientos peliculares en las paredes					

DOCUMENTACIÓN FOTOGRÁFICA:



OBRA: ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA PROYECTO DE MODERNIZACIÓN INTEGRAL DEL REGADÍO DE LA C.R. GRAÑEN-FLUMEN ALMUNIENTE EN LOS TT.MM. DE GRAÑEN Y ALMUNIENTE (HUESCA)	Supervisión: Alfredo Zamora Rada
PETICIONARIO: UTE INESA Y ROM VIII	Máquina: Excavadora mixta KOMATSU WB 97 S

IGEOSUMA, S.L.

CALICATA C29	EMPLAZAMIENTO: PARCELA 125, POLÍGONO 4 T.M. ALMUNIENTE (HUESCA)	COORDENADAS UTM (ETRS89) 30T
		X = 715717
		Y = 4645523
	Referencia: 0698 — Fecha de realización: 16 de Septiembre de 2021	Z =

Profundidad (metros)	Espesor (m)	Muestras	Perfil litológico	DESCRIPCIÓN	Nivel freático (metros)	Excavabilidad	Estabilidad	Ensayos de campo	NIVEL
0,40	0,40			Tierra de labor - Suelo vegetal		Fácil	Regular		I
0,60	0,20			Limos, marrones con gravas redondeadas-subredondeadas.		Fácil	Buena		II
1,40	0,80			Gravas medias, redondeadas a subredondeadas, con abundante matriz de arcillas limosas marrón rojizas. Muy húmedas y saturadas por debajo de 1,1 m.	NA 1,1	Fácil	Buena Regular por debajo de 1,0 (1)		III
1,90	0,50			Arcillas versicolores húmedas. Sustrato Terciario alterado.		Fácil	Buena		
2,50	0,60			Argilitas versicolores (marrones, grisáceas) con delgadas intercalaciones (cm) de limolitas-arenitas trabadas pero no cementadas, ocres. Sustrato Terciario mas sano.		Fácil	Buena		IV
				FIN CALICATA					

(1) Desprendimientos peliculares en las paredes

DOCUMENTACIÓN FOTOGRÁFICA:

OBRA: ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA PROYECTO DE MODERNIZACIÓN INTEGRAL DEL REGADÍO DE LA C.R. GRAÑEN-FLUMEN ALMUNIENTE EN LOS TT.MM. DE GRAÑEN Y ALMUNIENTE (HUESCA)

PETICIONARIO: UTE INESA Y ROM VIII

Supervisión: Alfredo Zamora Rada

Máquina: Excavadora mixta KOMATSU WB 97 S

IGEOSUMA, S.L.

CALICATA C31	EMPLAZAMIENTO: PARCELA 7, POLÍGONO 5 T.M. GRAÑEN (HUESCA)	COORDENADAS
		UTM (ETRS89) 30T
		X = 718405
		Y = 4648697
	Referencia: 0698 — Fecha de realización: 17 de Septiembre de 2021	Z =

Profundidad (metros)	Espesor (m)	Muestras	Perfil litológico	DESCRIPCIÓN	Nivel freático (metros)	Excavabilidad	Estabilidad	Ensayos de campo	NIVEL
0,40	0,40			Tierra de labor - Suelo vegetal	NO SE DETECTA	Fácil	Regular		I
0,70	0,30			Arcillas marrones y rojizas. Sustrato Terciario alterado.		Fácil	Buena		
1,70	1,00			Argilitas versicolores (marrones, rojizas y grisáceas) con delgados niveles intercalados (centimétricos) de limolitas versicolores.		Fácil a base Regular	Buena		IV
				FIN CALICATA					

DOCUMENTACIÓN FOTOGRÁFICA:

OBRA: ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA PROYECTO DE MODERNIZACIÓN INTEGRAL DEL REGADÍO DE LA C.R. GRAÑEN-FLUMEN ALMUNIENTE EN LOS TT.MM. DE GRAÑEN Y ALMUNIENTE (HUESCA)

PETICIONARIO: UTE INESA Y ROM VIII

Supervisión: Alfredo Zamora Rada

Máquina: Excavadora mixta KOMATSU WB 97 S

CALICATA C32	EMPLAZAMIENTO: PARCELA 5, POLÍGONO 17 T.M. GRAÑEN (HUESCA)	COORDENADAS UTM (ETRS89) 30T
		X = 718879
		Y = 4645910
	Referencia: 0698 — Fecha de realización: 16 de Septiembre de 2021	Z =

Profundidad (metros)	Espesor (m)	Muestras	Perfil litológico	DESCRIPCIÓN	Nivel freático (metros)	Excavabilidad	Estabilidad	Ensayos de campo	NIVEL
0,40	0,40			Tierra de labor.		Fácil	Regular		I
	1,60			Limos con arcilla a limos arcillosos, marrón claros. Con: . Porosidad radicular y vacuolar . Raicillas a techo.	NO SE DETECTA	Facil	Buena		II
2,00	1,00			Arcillas grisáceas y marrón ocres, a techo (de 2,0 a 2,2 m) son arcillas gris oscuras con superficies ferruginosas.		Facil	Buena		
3,00				FIN CALICATA					

DOCUMENTACIÓN FOTOGRÁFICA:

OBRA: ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA PROYECTO DE MODERNIZACIÓN INTEGRAL DEL REGADÍO DE LA C.R. GRAÑEN-FLUMEN ALMUNIENTE EN LOS TT.MM. DE GRAÑEN Y ALMUNIENTE (HUESCA)

PETICIONARIO: UTE INESA Y ROM VIII

Supervisión: Alfredo Zamora Rada

Máquina: Excavadora mixta KOMATSU WB 97 S

IGEOSUMA, S.L.

CALICATA C34	EMPLAZAMIENTO: PARCELA 170, POLÍGONO 2 T.M. ALMUNIENTE (HUESCA)	COORDENADAS UTM (ETRS89) 30T
		X = 714790
		Y = 4647287
	Referencia: 0698 — Fecha de realización: 16 de Septiembre de 2021	Z =

Profundidad (metros)	Espesor (m)	Muestras	Perfil litológico	DESCRIPCIÓN	Nivel Freático (metros)	Excavabilidad	Estabilidad	Ensayos de campo	NIVEL
0,40	0,40			Tierra de labor - Suelo vegetal		Fácil	Regular		I
	2,30	1,0m		Limos, marrones con algo de arenas y: - Raicillas en parte superior. - Porosidad vacuolar y radicular - Algunos restos carbonosos y de gasterópodos. - Gravas redondeadas (finas a gruesas) dispersas.	NO SE DETECTA	Fácil	Buena		II
2,70	0,20			Mezcla de arenas y gravas redondeadas de tamaño medio.		Fácil	Buena		III
2,90	0,50			Areniscas-arenas fuertemente trabadas pero no cementadas, ocres.		Regular	Buena		IV
3,00				FIN CALICATA					

DOCUMENTACIÓN FOTOGRÁFICA:

OBRA: ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA PROYECTO DE MODERNIZACIÓN INTEGRAL DEL REGADÍO DE LA C.R. GRAÑEN-FLUMEN ALMUNIENTE EN LOS TT.MM. DE GRAÑEN Y ALMUNIENTE (HUESCA)

PETICIONARIO: UTE INESA Y ROM VIII

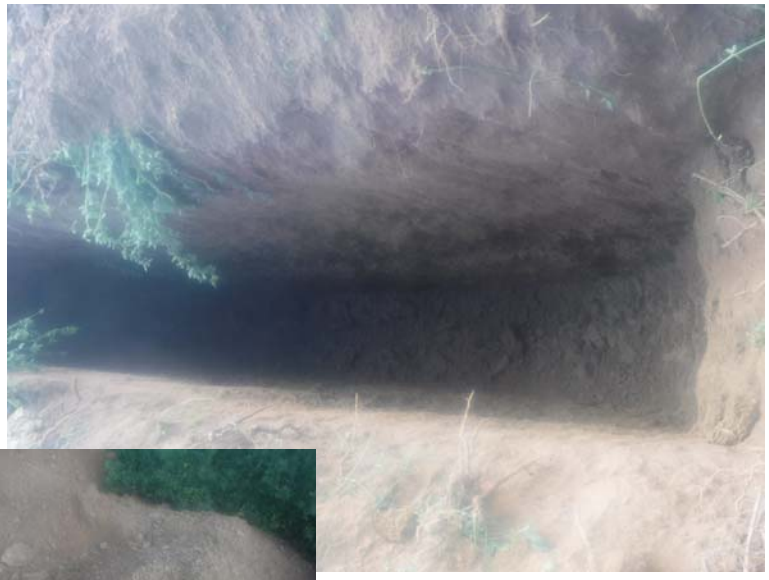
Supervisión: Alfredo Zamora Rada

Máquina: Excavadora mixta KOMATSU WB 97 S

CALICATA C35	EMPLAZAMIENTO: PARCELA 14, POLÍGONO 4 T.M. ALMUNIENTE (HUESCA)	COORDENADAS UTM (ETRS89) 30T
	Referencia: 0698 — Fecha de realización: 16 de Septiembre de 2021	X = 713322
		Y = 4646099
		Z =

Profundidad (metros)	Espesor (m)	Muestras	Perfil litológico	DESCRIPCIÓN	Nivel freático (metros)	Excavabilidad	Estabilidad	Ensayos de campo	NIVEL
0,50	0,50			Tierra de labor - Suelo vegetal		Fácil	Regular		I
0,70	0,20			Arenas con gravas medias redondeadas a subredondeadas.					
1,70	1,00	1,0m		Gravas medias a finas, redondeadas a subredondeadas, con abundante matriz de arenas. A techo los cantos presentan tapizados de carbonatos y algunos encostramientos. A 1,5 m aparecen muy húmedas a saturadas.	NA 1,5	Regular	Buena Regular a base		III
2,00	0,30			Arcillas grisáceas y marrones, húmedas. Sustrato Terciario alterado		Fácil	Buena		
2,70	0,70	2,0m 2,5m		Argilitas marrones y grisáceas, con tapizados de óxidos en discontinuidades. Sustrato Terciario más sano.		Fácil Regular a base	Buena		IV
				FIN CALICATA					

DOCUMENTACIÓN FOTOGRÁFICA:



OBRA: ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA PROYECTO DE MODERNIZACIÓN INTEGRAL DEL REGADÍO DE LA C.R. GRAÑEN-FLUMEN ALMUNIENTE EN LOS TT.MM. DE GRAÑEN Y ALMUNIENTE (HUESCA)

PETICIONARIO: UTE INESA Y ROM VIII

Supervisión: Alfredo Zamora Rada

Máquina: Excavadora mixta KOMATSU WB 97 S

IGEOSUMA, S.L.

CALICATA C36	EMPLAZAMIENTO: PARCELA 373, POLÍGONO 3 T.M. ALMUNIENTE (HUESCA)	COORDENADAS UTM (ETRS89) 30T
	Referencia: 0698 — Fecha de realización: 16 de Septiembre de 2021	X = 714888
		Y = 4646163
		Z =

Profundidad (metros)	Espesor (m)	Muestras	Perfil litológico	DESCRIPCIÓN	Nivel freático (metros)	Excavabilidad	Estabilidad	Ensayos de campo	NIVEL
0,45	0,45			Tierra de labor - Suelo vegetal		Fácil	Regular		I
	0,85	1,0m		Arcillas marrones, rojizas y grisáceas, húmedas a muy húmedas a base. Con raicillas y porosidad radicular.		Facil	Buena		II
1,30	1,20			Gravas medias a gruesas, redondeadas a subredondeadas, con abundante matriz de arcillas arenosas a arenas arcillosas. A techo los cantos presentan tapizados de carbonatos y entre 1,9-2,1 aparece un encostramiento de las gravas. Múy húmedas y por debajo de 1,6 m saturadas.	NA 2,2	Fácil Regular en zona cementada	Buena Regular a mala a base		III
2,50				FIN CALICATA					

DOCUMENTACIÓN FOTOGRÁFICA:

OBRA: ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA PROYECTO DE MODERNIZACIÓN INTEGRAL DEL REGADÍO DE LA C.R. GRAÑEN-FLUMEN ALMUNIENTE EN LOS TT.MM. DE GRAÑEN Y ALMUNIENTE (HUESCA)	Supervisión: Alfredo Zamora Rada
PETICIONARIO: UTE INESA Y ROM VIII	Máquina: Excavadora mixta KOMATSU WB 97 S

CALICATA C38	EMPLAZAMIENTO: PARCELA 209, POLÍGONO 1 T.M. ALMUNIENTE (HUESCA)	COORDENADAS
		UTM (ETRS89) 30T
		X = 715945
		Y = 4648472
	Referencia: 0698 — Fecha de realización: 16 de Septiembre de 2021	Z =

Profundidad (metros)	Espesor (m)	Muestras	Perfil litológico	DESCRIPCIÓN	Nivel freático (metros)	Excavabilidad	Estabilidad	Ensayos de campo	NIVEL
0,70	0,70			Arcillas marrones con abundantes restos orgánicos (carrizos, cañas). Tierra de labor.		Fácil	Regular		I
1,20	0,50			Arcillas limosas marrón ocres.		Facil	Buena		II
2,50	1,30			Arcillas marrón rojizas a marrón ocres con veteados grisáceos. A 1,4 m aparecen saturadas y muy blandas. Por debajo de 1,9 m es un fango arcilloso.	NA 1,8	Fácil	Regular y Mala a muy mala por debajo de 1,5 m		
				FIN CALICATA					

DOCUMENTACIÓN FOTOGRÁFICA:

OBRA: ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA PROYECTO DE MODERNIZACIÓN INTEGRAL DEL REGADÍO DE LA C.R. GRAÑEN-FLUMEN ALMUNIENTE EN LOS TT.MM. DE GRAÑEN Y ALMUNIENTE (HUESCA)	Supervisión: Alfredo Zamora Rada
PETICIONARIO: UTE INESA Y ROM VIII	Máquina: Excavadora mixta KOMATSU WB 97 S

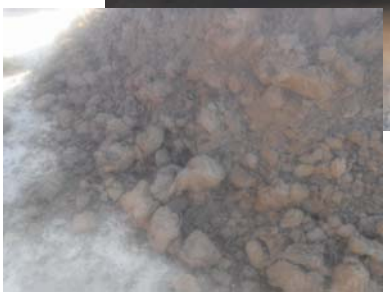
IGEOSUMA, S.L.

CALICATA C39	EMPLAZAMIENTO: PARCELA 244, POLÍGONO 6 T.M. GRAÑEN (HUESCA)	COORDENADAS UTM (ETRS89) 30T
	Referencia: 0698 — Fecha de realización: 17 de Septiembre de 2021	X = 719895
		Y = 4647375
		Z =

Profundidad (metros)	Espesor (m)	Muestras	Perfil litológico	DESCRIPCIÓN	Nivel Freático (metros)	Excavabilidad	Estabilidad	Ensayos de campo	NIVEL
0,40	0,40			Tierra de labor - suelo vegetal		Fácil	Regular		I
	0,60			Limos arcillosos, marrones.	NO SE DETECTA (1)	Facil	Buena		
1,00	2,00			Limos arenosos a arenas finas limosas, por debajo de 1,7 m son arenas-limos arcillosos. De coloración marrón. Por debajo de 2,0 m muy húmedos a saturados en la base, y blandos.		Facil	Buena Regular a base		II
3,00				FIN CALICATA					

(1) No aparece agua pero por la saturación del terreno, el nivel de agua podría situarse sobre los 2,5 m.

DOCUMENTACIÓN FOTOGRÁFICA:

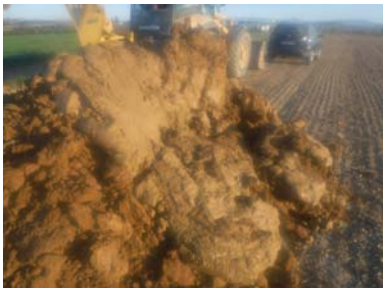


OBRA: ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA PROYECTO DE MODERNIZACIÓN INTEGRAL DEL REGADÍO DE LA C.R. GRAÑEN-FLUMEN ALMUNIENTE EN LOS TT.MM. DE GRAÑEN Y ALMUNIENTE (HUESCA)	Supervisión: Alfredo Zamora Rada
PETICIONARIO: UTE INESA Y ROM VIII	Máquina: Excavadora mixta KOMATSU WB 97 S

CALICATA C40	EMPLAZAMIENTO: PARCELA 226, POLÍGONO 6 T.M. GRAÑEN (HUESCA)	COORDENADAS UTM (ETRS89) 30T
		X = 719391
		Y = 4646619
	Referencia: 0698 — Fecha de realización: 17 de Septiembre de 2021	Z =

Profundidad (metros)	Espesor (m)	Muestras	Perfil litológico	DESCRIPCIÓN	Nivel freático (metros)	Excavabilidad	Estabilidad	Ensayos de campo	NIVEL
0,50	0,50			Tierra de labor.		Fácil	Regular		I
	2,50			Limos arcillosos a arcillas limosas marrones. Con: . Porosidad radicular y vacuolar, y raicillas a techo . Algunos restos de gasterópodos Por debajo de 1,9 m húmedas. A 2,2 m muy húmedas y blandas; y a 2,5 m saturadas y muy blandas (fango arcilloso)	(1) 2,5	Facil	Buena Por debajo de 2,0 m Regular a Mala. Muy mala a base		II
3,00				FIN CALICATA (1) No llega aparecer agua ni un rezume claro, pero si una saturación general del terreno por debajo de 2,5 m.					

DOCUMENTACIÓN FOTOGRÁFICA:



OBRA: ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA PROYECTO DE MODERNIZACIÓN INTEGRAL DEL REGADÍO DE LA C.R. GRAÑEN-FLUMEN ALMUNIENTE EN LOS TT.MM. DE GRAÑEN Y ALMUNIENTE (HUESCA)

PETICIONARIO: UTE INESA Y ROM VIII

Supervisión: Alfredo Zamora Rada

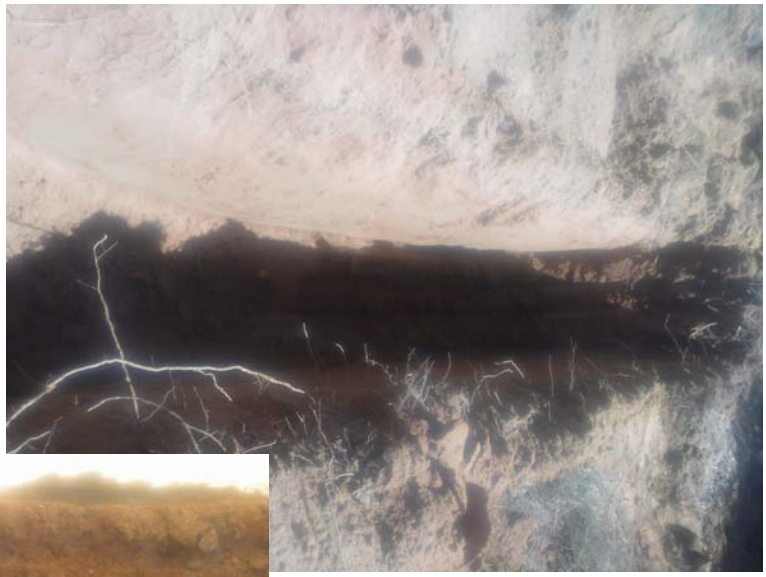
Máquina: Excavadora mixta KOMATSU WB 97 S

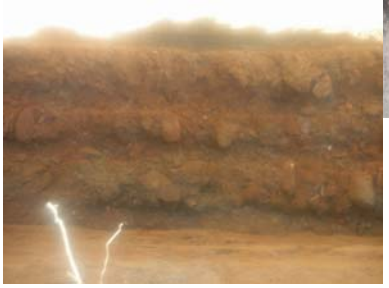
IGEOSUMA, S.L.

CALICATA C41	EMPLAZAMIENTO: PARCELA 16, POLÍGONO 6 T.M. GRAÑEN (HUESCA)	COORDENADAS
		UTM (ETRS89) 30T
		X = 718772
	Referencia: 0698 — Fecha de realización: 17 de Septiembre de 2021	Y = 4649035
		Z =

Profundidad (metros)	Espesor (m)	Muestras	Perfil litológico	DESCRIPCIÓN	Nivel Freático (metros)	Excavabilidad	Estabilidad	Ensayos de campo	NIVEL
0,30	0,30			Tierra de labor - Suelo vegetal	NO SE DETECTA	Fácil	Regular		I
0,80	0,50			Arenas grisáceas y rojizas. Sustrato Terciario alterado.		Fácil	Buena		IV
1,30	0,50			Areniscas de gano fino a medio, fuertemente trabadas, marrón rojizas a grisáceas. Con venillas blanquecinas de Yesos. Algo húmedas.		Regular a Mala a base	Buena		
				FIN CALICATA		No Excavable			

DOCUMENTACIÓN FOTOGRÁFICA:





OBRA: ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA PROYECTO DE MODERNIZACIÓN INTEGRAL DEL REGADÍO DE LA C.R. GRAÑEN-FLUMEN ALMUNIENTE EN LOS TT.MM. DE GRAÑEN Y ALMUNIENTE (HUESCA)

PETICIONARIO: UTE INESA Y ROM VIII

Supervisión: Alfredo Zamora Rada

Máquina: Excavadora mixta KOMATSU WB 97 S

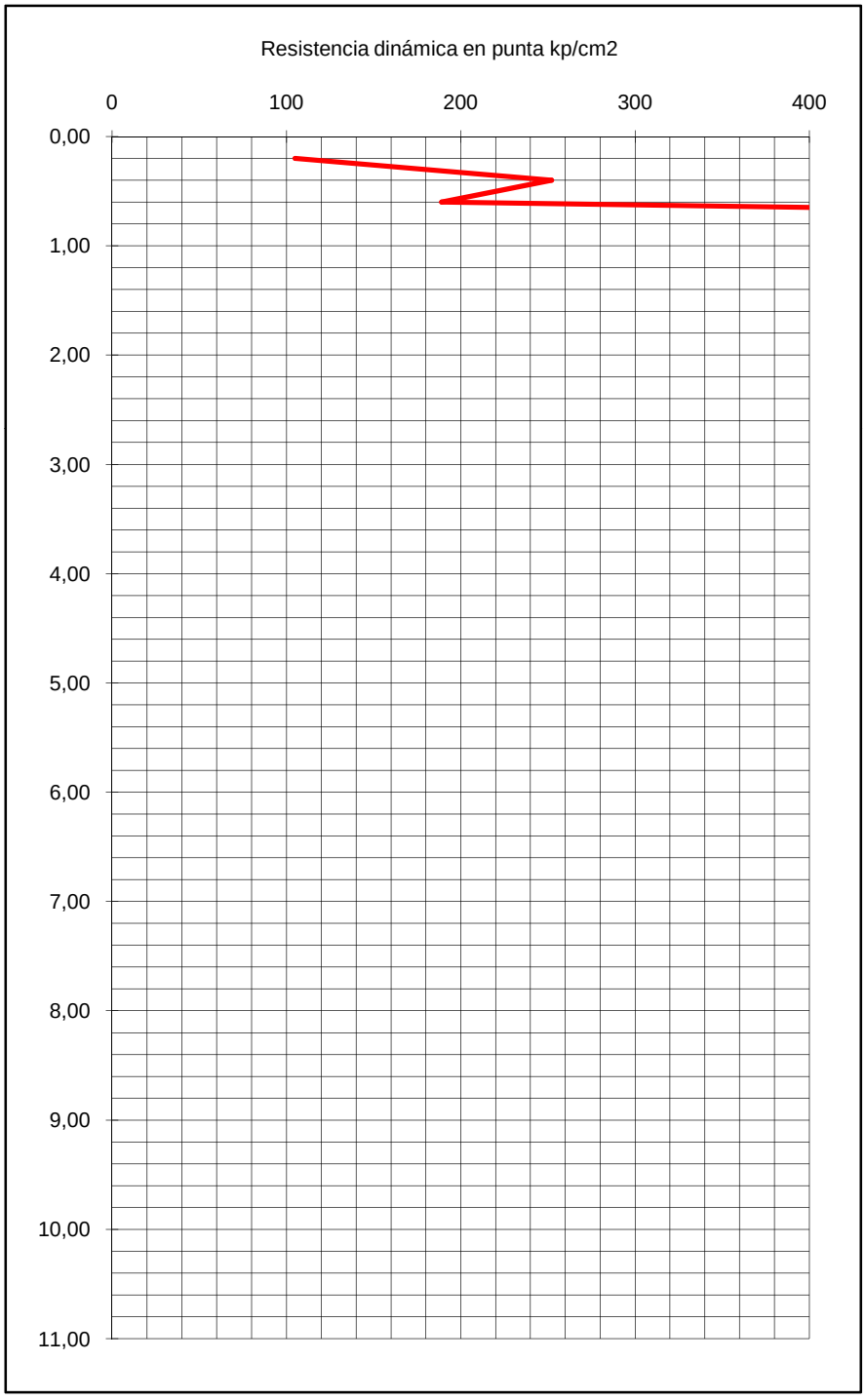
III.- ENSAYOS DE PENETRACIÓN DINÁMICA TIPO DPSH

IGEOSUMA, S.L.

CLIENTE: UTE INESA - ROM VIII
OBRA: ESTUDIO PREVIO BALSA EN GRAÑÉN (HUESCA)

FECHA: 24.11.20
ENSAYO Nº: P-1
COTA: 387,0 Aprox. **CORDENADAS:** UTM 30 T 718628 4653615
EQUIPO: DPSH

ENSAYO DE PENETRACIÓN DINÁMICA CONTINUA



GOLPEO

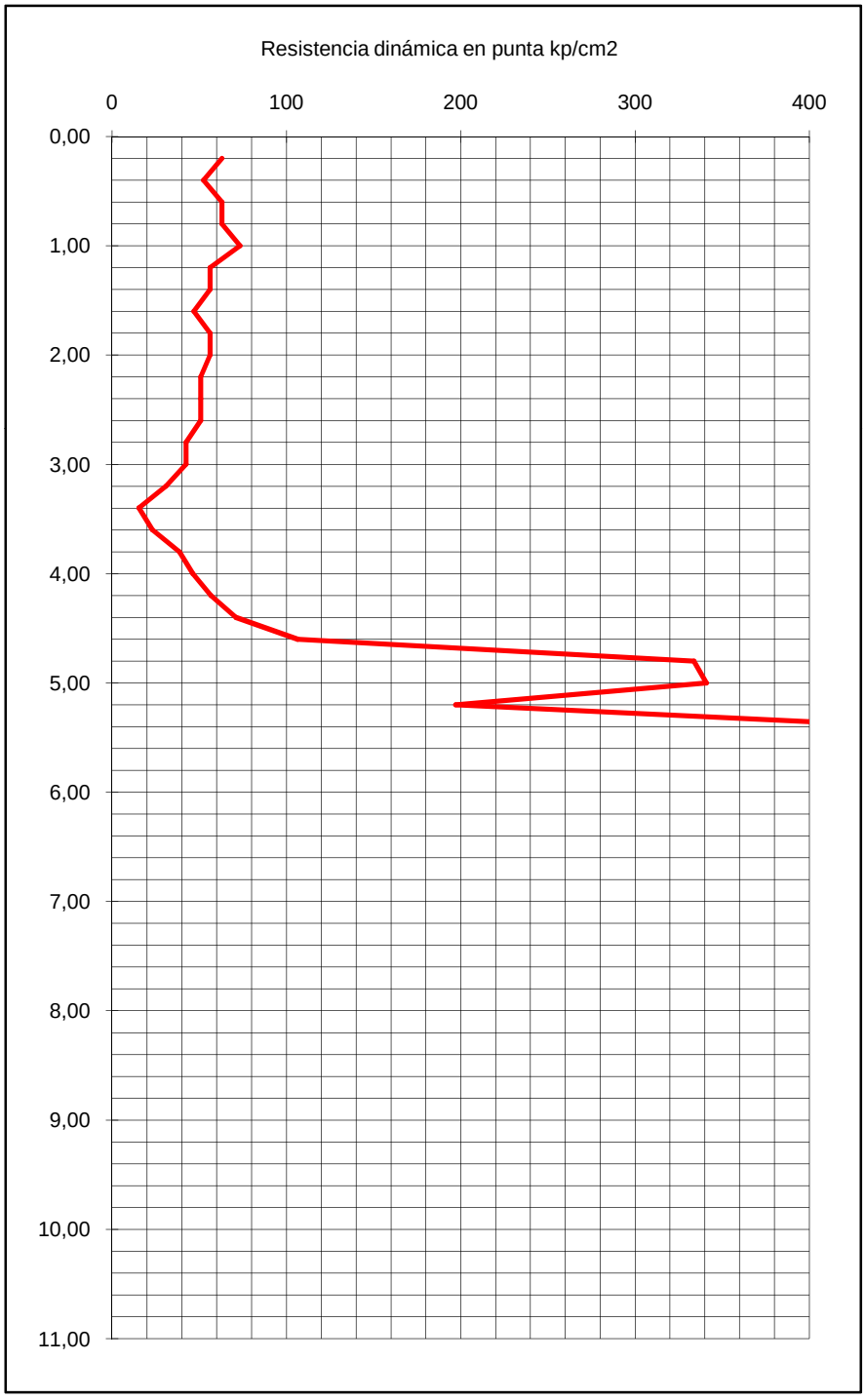
Prof (m)	N_{DPSH}	Prof (m)	N_{DPSH}
0,20	10	8,20	.....
0,40	24	8,40	.....
0,60	18	8,60	.....
0,80	100	8,80	.....
1,00	.....	9,00	.....
1,20	.....	9,20	.....
1,40	.....	9,40	.....
1,60	.....	9,60	.....
1,80	.....	9,80	.....
2,00	.....	10,00	.....
2,20	.....	10,20	.....
2,40	.....	10,40	.....
2,60	.....	10,60	.....
2,80	.....	10,80	.....
3,00	.....	11,00	.....
3,20	.....	11,20	.....
3,40	.....	11,40	.....
3,60	.....	11,60	.....
3,80	.....	11,80	.....
4,00	.....	12,00	.....
4,20	.....	12,20	.....
4,40	.....	12,40	.....
4,60	.....	12,60	.....
4,80	.....	12,80	.....
5,00	.....	13,00	.....
5,20	.....	13,20	.....
5,40	.....	13,40	.....
5,60	.....	13,60	.....
5,80	.....	13,80	.....
6,00	.....	14,00	.....
6,20	.....	14,20	.....
6,40	.....	14,40	.....
6,60	.....	14,60	.....
6,80	.....	14,80	.....
7,00	.....	15,00	.....
7,20	.....	15,20	.....
7,40	.....	15,40	.....
7,60	.....	15,60	.....
7,80	.....	15,80	.....
8,00	.....	16,00	.....

IGEOSUMA, S.L.

CLIENTE: UTE INESA - ROM VIII
OBRA: ESTUDIO PREVIO BALSA EN GRAÑÉN (HUESCA)

FECHA: 24.11.20
ENSAYO Nº: P-2
COTA: 391,5 Aprox. **CORDENADAS:** UTM 30 T 718566 4653921
EQUIPO: DPSH

ENSAYO DE PENETRACIÓN DINÁMICA CONTINUA



GOLPEO

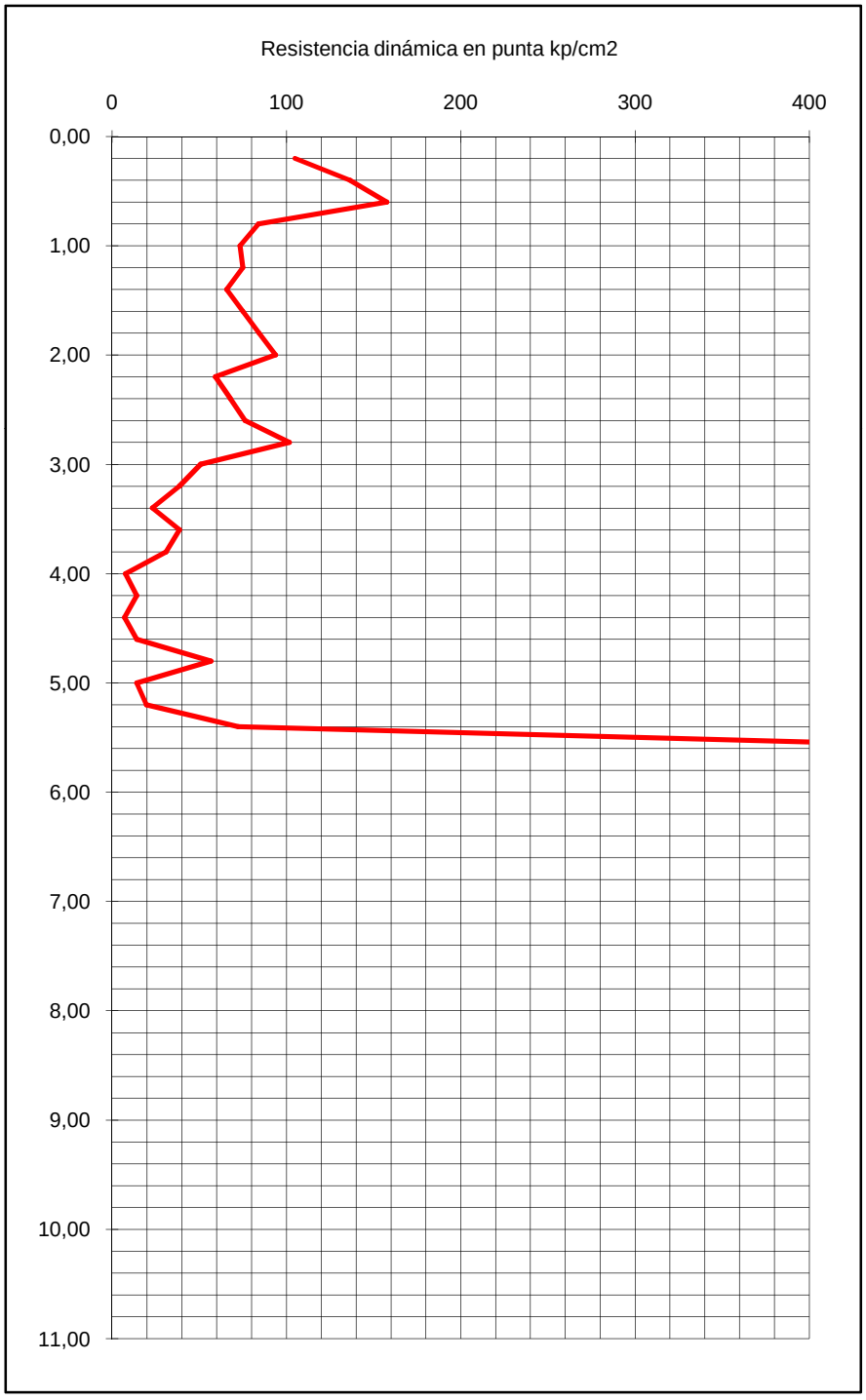
Prof (m)	N_{DPSH}	Prof (m)	N_{DPSH}
0,20	6	8,20	.....
0,40	5	8,40	.....
0,60	6	8,60	.....
0,80	6	8,80	.....
1,00	7	9,00	.....
1,20	6	9,20	.....
1,40	6	9,40	.....
1,60	5	9,60	.....
1,80	6	9,80	.....
2,00	6	10,00	.....
2,20	6	10,20	.....
2,40	6	10,40	.....
2,60	6	10,60	.....
2,80	5	10,80	.....
3,00	5	11,00	.....
3,20	4	11,20	.....
3,40	2	11,40	.....
3,60	3	11,60	.....
3,80	5	11,80	.....
4,00	6	12,00	.....
4,20	8	12,20	.....
4,40	10	12,40	.....
4,60	15	12,60	.....
4,80	47	12,80	.....
5,00	48	13,00	.....
5,20	30	13,20	.....
5,40	70	13,40	.....
5,60	100	13,60	.....
5,80	.....	13,80	.....
6,00	.....	14,00	.....
6,20	.....	14,20	.....
6,40	.....	14,40	.....
6,60	.....	14,60	.....
6,80	.....	14,80	.....
7,00	.....	15,00	.....
7,20	.....	15,20	.....
7,40	.....	15,40	.....
7,60	.....	15,60	.....
7,80	.....	15,80	.....
8,00	.....	16,00	.....

IGEOSUMA, S.L.

CLIENTE: UTE INESA - ROM VIII
OBRA: ESTUDIO PREVIO BALSA EN GRAÑÉN (HUESCA)

FECHA: 24.11.20
ENSAYO Nº: P-3
COTA: 386,0 Aprox. **CORDENADAS:** UTM 30 T 718368 4653814
EQUIPO: DPSH

ENSAYO DE PENETRACIÓN DINÁMICA CONTINUA



GOLPEO

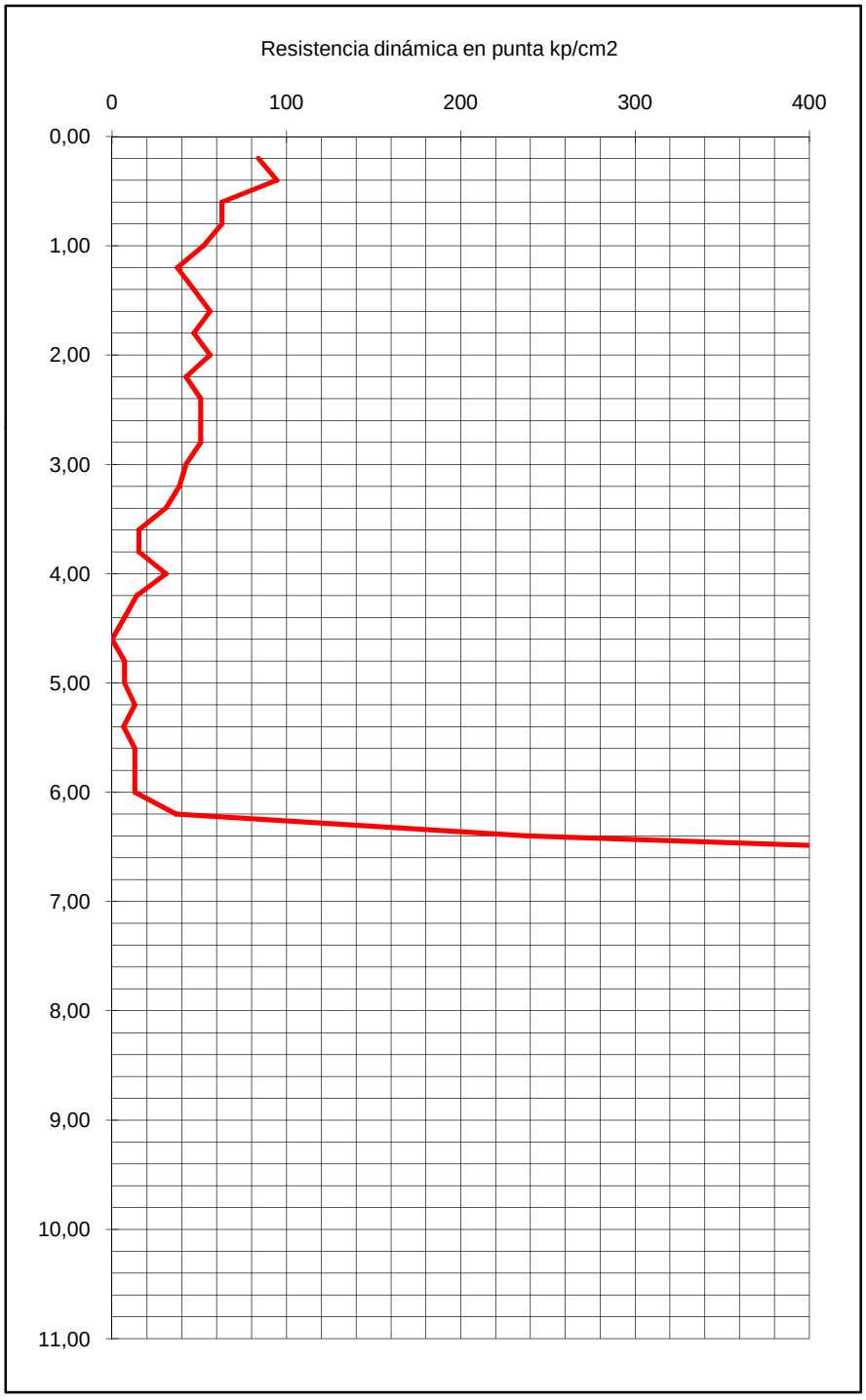
Prof (m)	N_{DPSH}	Prof (m)	N_{DPSH}
0,20	10	8,20	.....
0,40	13	8,40	.....
0,60	15	8,60	.....
0,80	8	8,80	.....
1,00	7	9,00	.....
1,20	8	9,20	.....
1,40	7	9,40	.....
1,60	8	9,60	.....
1,80	9	9,80	.....
2,00	10	10,00	.....
2,20	7	10,20	.....
2,40	8	10,40	.....
2,60	9	10,60	.....
2,80	12	10,80	.....
3,00	6	11,00	.....
3,20	5	11,20	.....
3,40	3	11,40	.....
3,60	5	11,60	.....
3,80	4	11,80	.....
4,00	1	12,00	.....
4,20	2	12,20	.....
4,40	1	12,40	.....
4,60	2	12,60	.....
4,80	8	12,80	.....
5,00	2	13,00	.....
5,20	3	13,20	.....
5,40	11	13,40	.....
5,60	82	13,60	.....
5,80	100	13,80	.....
6,00	.....	14,00	.....
6,20	.....	14,20	.....
6,40	.....	14,40	.....
6,60	.....	14,60	.....
6,80	.....	14,80	.....
7,00	.....	15,00	.....
7,20	.....	15,20	.....
7,40	.....	15,40	.....
7,60	.....	15,60	.....
7,80	.....	15,80	.....
8,00	.....	16,00	.....

IGEOSUMA, S.L.

CLIENTE: UTE INESA - ROM VIII
OBRA: ESTUDIO PREVIO BALSA EN GRAÑÉN (HUESCA)

FECHA: 24.11.20
ENSAYO Nº: P-4
COTA: 390,0 Aprox. **CORDENADAS:** UTM 30 T 718494 4653965
EQUIPO: DPSH

ENSAYO DE PENETRACIÓN DINÁMICA CONTINUA



GOLPEO

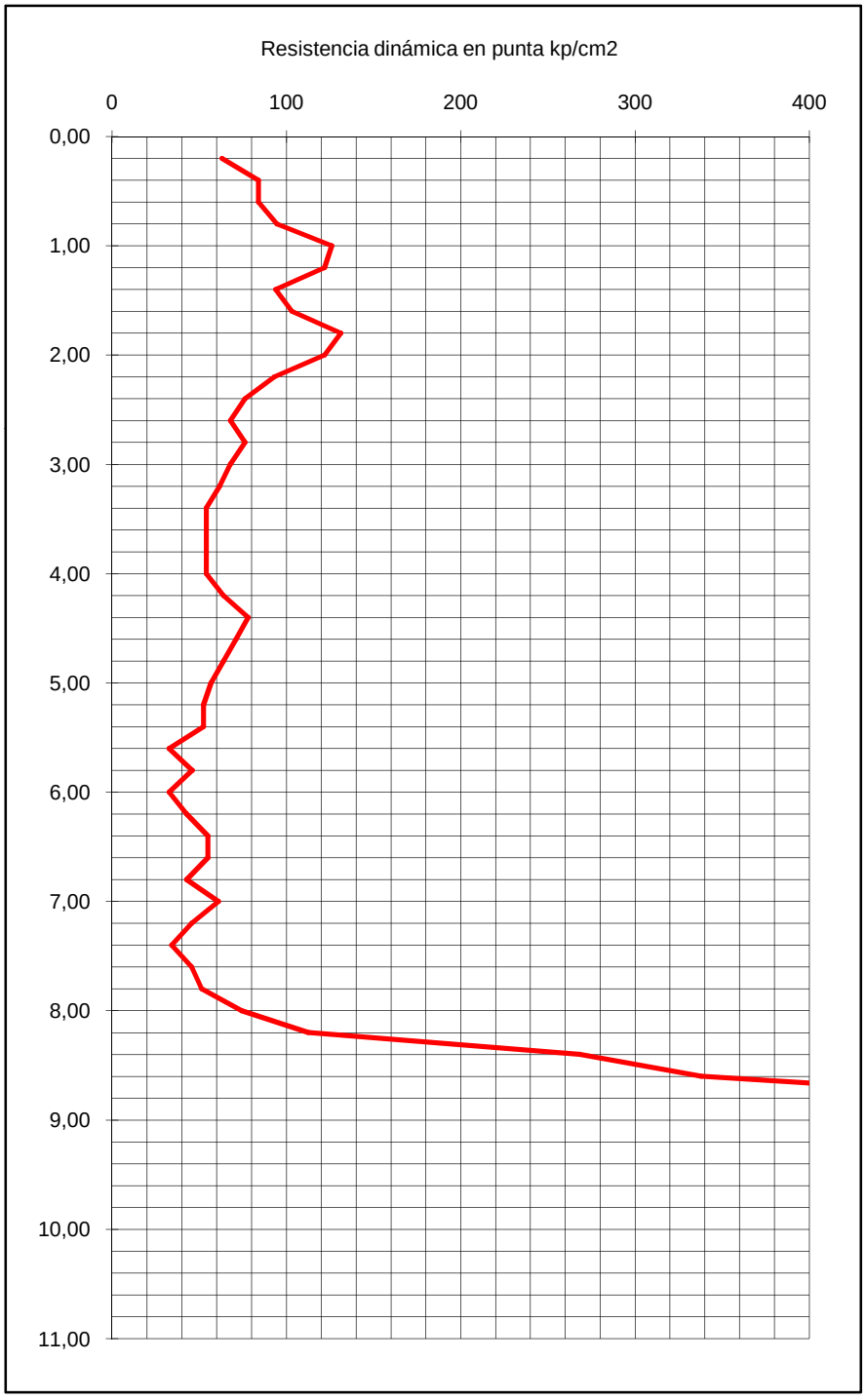
Prof (m)	N_{DPSH}	Prof (m)	N_{DPSH}
0,20	8	8,20	.....
0,40	9	8,40	.....
0,60	6	8,60	.....
0,80	6	8,80	.....
1,00	5	9,00	.....
1,20	4	9,20	.....
1,40	5	9,40	.....
1,60	6	9,60	.....
1,80	5	9,80	.....
2,00	6	10,00	.....
2,20	5	10,20	.....
2,40	6	10,40	.....
2,60	6	10,60	.....
2,80	6	10,80	.....
3,00	5	11,00	.....
3,20	5	11,20	.....
3,40	4	11,40	.....
3,60	2	11,60	.....
3,80	2	11,80	.....
4,00	4	12,00	.....
4,20	2	12,20	.....
4,40	1	12,40	.....
4,60	0	12,60	.....
4,80	1	12,80	.....
5,00	1	13,00	.....
5,20	2	13,20	.....
5,40	1	13,40	.....
5,60	2	13,60	.....
5,80	2	13,80	.....
6,00	2	14,00	.....
6,20	6	14,20	.....
6,40	39	14,40	.....
6,60	100	14,60	.....
6,80	.....	14,80	.....
7,00	.....	15,00	.....
7,20	.....	15,20	.....
7,40	.....	15,40	.....
7,60	.....	15,60	.....
7,80	.....	15,80	.....
8,00	.....	16,00	.....

IGEOSUMA, S.L.

CLIENTE: UTE INESA - ROM VIII
OBRA: ESTUDIO PREVIO BALSA EN GRAÑÉN (HUESCA)

FECHA: 24.11.20
ENSAYO Nº: P-5
COTA: 392,5 Aprox. **CORDENADAS:** UTM 30 T 718567 4653999
EQUIPO: DPSH

ENSAYO DE PENETRACIÓN DINÁMICA CONTINUA



GOLPEO

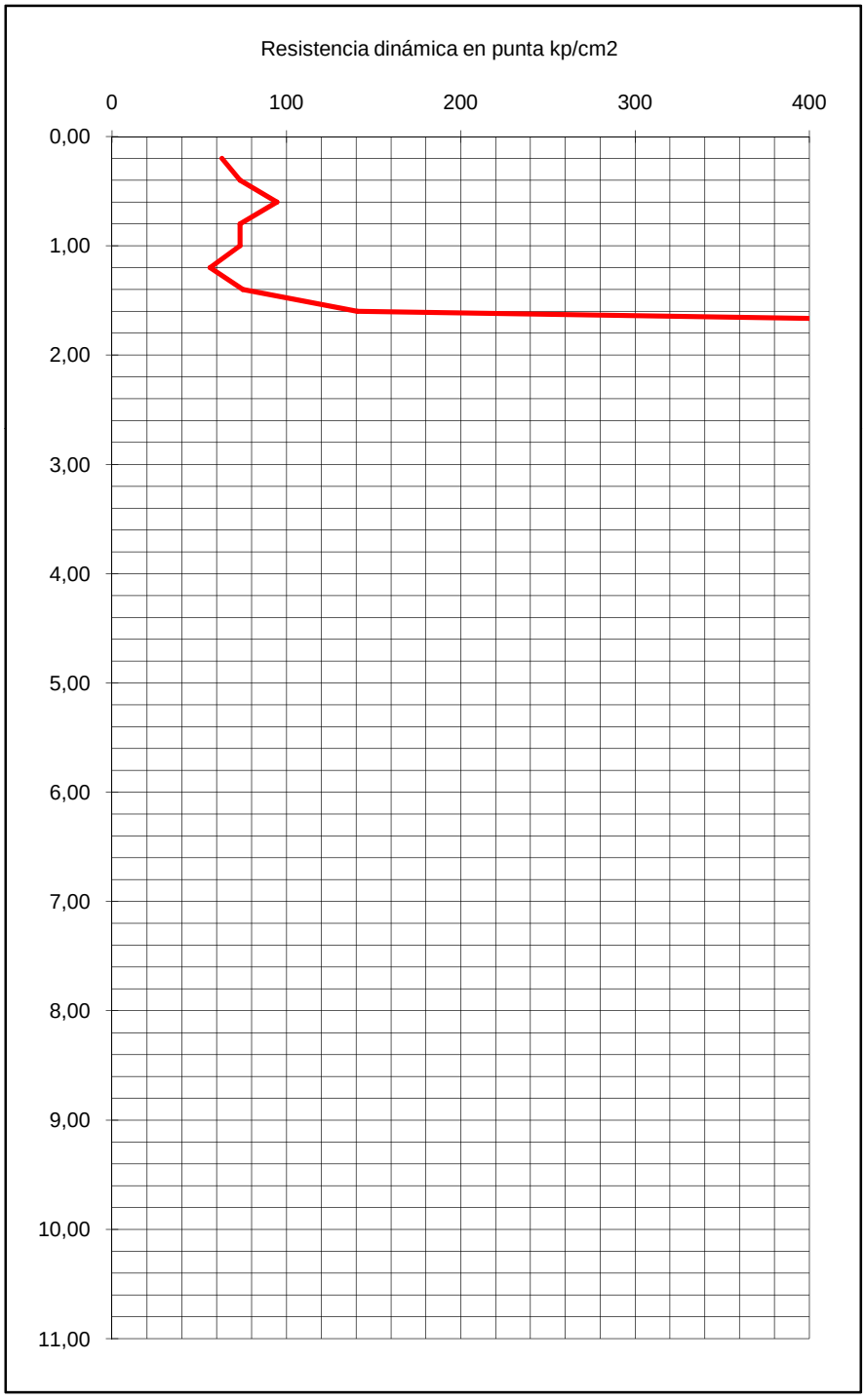
Prof (m)	N_{DPSH}	Prof (m)	N_{DPSH}
0,20	6	8,20	21
0,40	8	8,40	50
0,60	8	8,60	63
0,80	9	8,80	100
1,00	12	9,00	.....
1,20	13	9,20	.....
1,40	10	9,40	.....
1,60	11	9,60	.....
1,80	14	9,80	.....
2,00	13	10,00	.....
2,20	11	10,20	.....
2,40	9	10,40	.....
2,60	8	10,60	.....
2,80	9	10,80	.....
3,00	8	11,00	.....
3,20	8	11,20	.....
3,40	7	11,40	.....
3,60	7	11,60	.....
3,80	7	11,80	.....
4,00	7	12,00	.....
4,20	9	12,20	.....
4,40	11	12,40	.....
4,60	10	12,60	.....
4,80	9	12,80	.....
5,00	8	13,00	.....
5,20	8	13,20	.....
5,40	8	13,40	.....
5,60	5	13,60	.....
5,80	7	13,80	.....
6,00	5	14,00	.....
6,20	7	14,20	.....
6,40	9	14,40	.....
6,60	9	14,60	.....
6,80	7	14,80	.....
7,00	10	15,00	.....
7,20	8	15,20	.....
7,40	6	15,40	.....
7,60	8	15,60	.....
7,80	9	15,80	.....
8,00	13	16,00	.....

IGEOSUMA, S.L.

CLIENTE: UTE INESA - ROM VIII
OBRA: ESTUDIO PREVIO BALSA EN GRAÑÉN (HUESCA)

FECHA: 24.11.20
ENSAYO Nº: P-6
COTA: 392,5 Aprox. **CORDENADAS:** UTM 30 T 718708 4654024
EQUIPO: DPSH

ENSAYO DE PENETRACIÓN DINÁMICA CONTINUA



GOLPEO

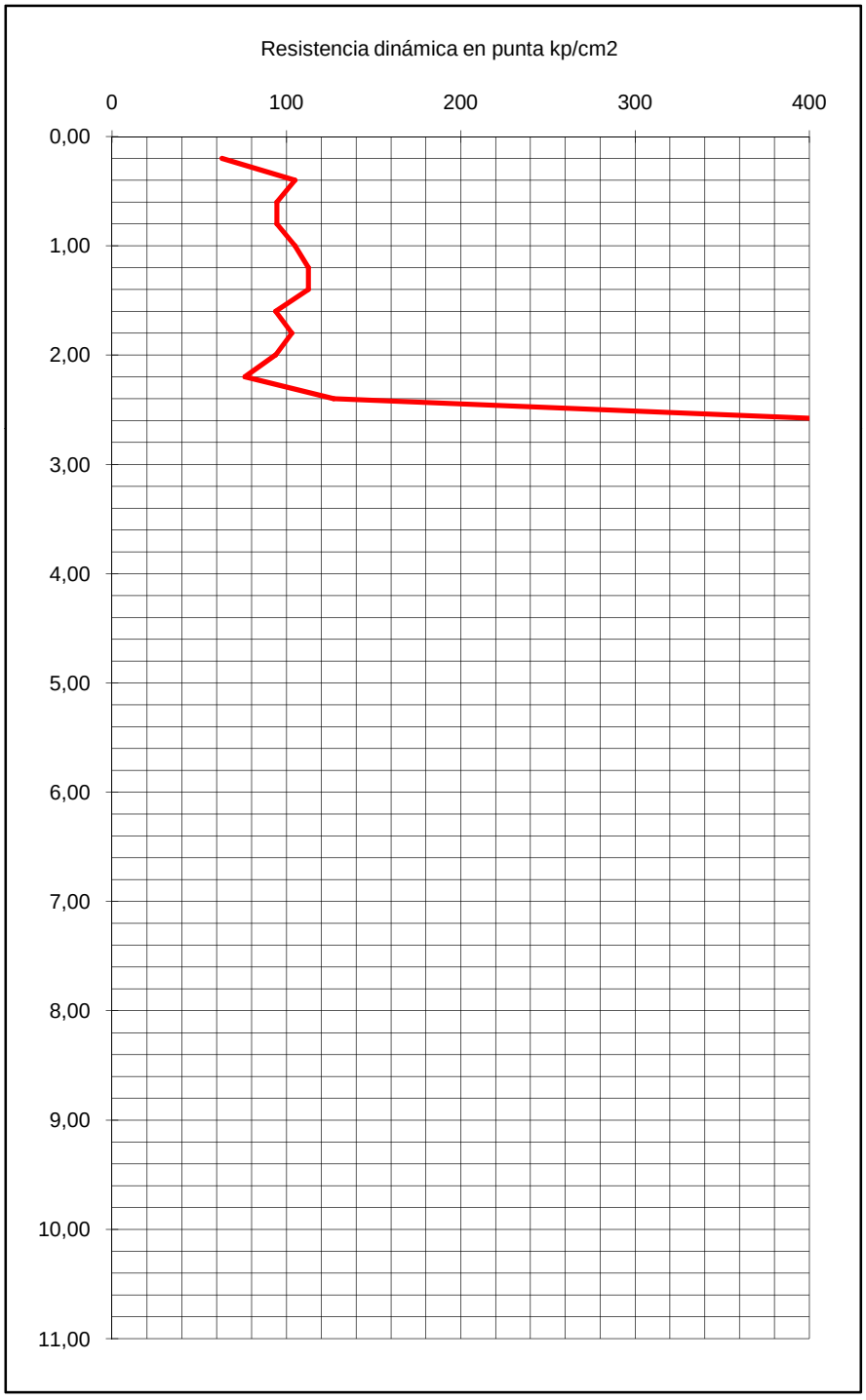
Prof (m)	N_{DPSH}	Prof (m)	N_{DPSH}
0,20	6	8,20	.....
0,40	7	8,40	.....
0,60	9	8,60	.....
0,80	7	8,80	.....
1,00	7	9,00	.....
1,20	6	9,20	.....
1,40	8	9,40	.....
1,60	15	9,60	.....
1,80	100	9,80	.....
2,00	.....	10,00	.....
2,20	.....	10,20	.....
2,40	.....	10,40	.....
2,60	.....	10,60	.....
2,80	.....	10,80	.....
3,00	.....	11,00	.....
3,20	.....	11,20	.....
3,40	.....	11,40	.....
3,60	.....	11,60	.....
3,80	.....	11,80	.....
4,00	.....	12,00	.....
4,20	.....	12,20	.....
4,40	.....	12,40	.....
4,60	.....	12,60	.....
4,80	.....	12,80	.....
5,00	.....	13,00	.....
5,20	.....	13,20	.....
5,40	.....	13,40	.....
5,60	.....	13,60	.....
5,80	.....	13,80	.....
6,00	.....	14,00	.....
6,20	.....	14,20	.....
6,40	.....	14,40	.....
6,60	.....	14,60	.....
6,80	.....	14,80	.....
7,00	.....	15,00	.....
7,20	.....	15,20	.....
7,40	.....	15,40	.....
7,60	.....	15,60	.....
7,80	.....	15,80	.....
8,00	.....	16,00	.....

IGEOSUMA, S.L.

CLIENTE: UTE INESA - ROM VIII
OBRA: ESTUDIO PREVIO BALSA EN GRAÑÉN (HUESCA)

FECHA: 24.11.20
ENSAYO Nº: P-7
COTA: 401,5 Aprox. **CORDENADAS:** UTM 30 T 718911 4654089
EQUIPO: DPSH

ENSAYO DE PENETRACIÓN DINÁMICA CONTINUA



GOLPEO

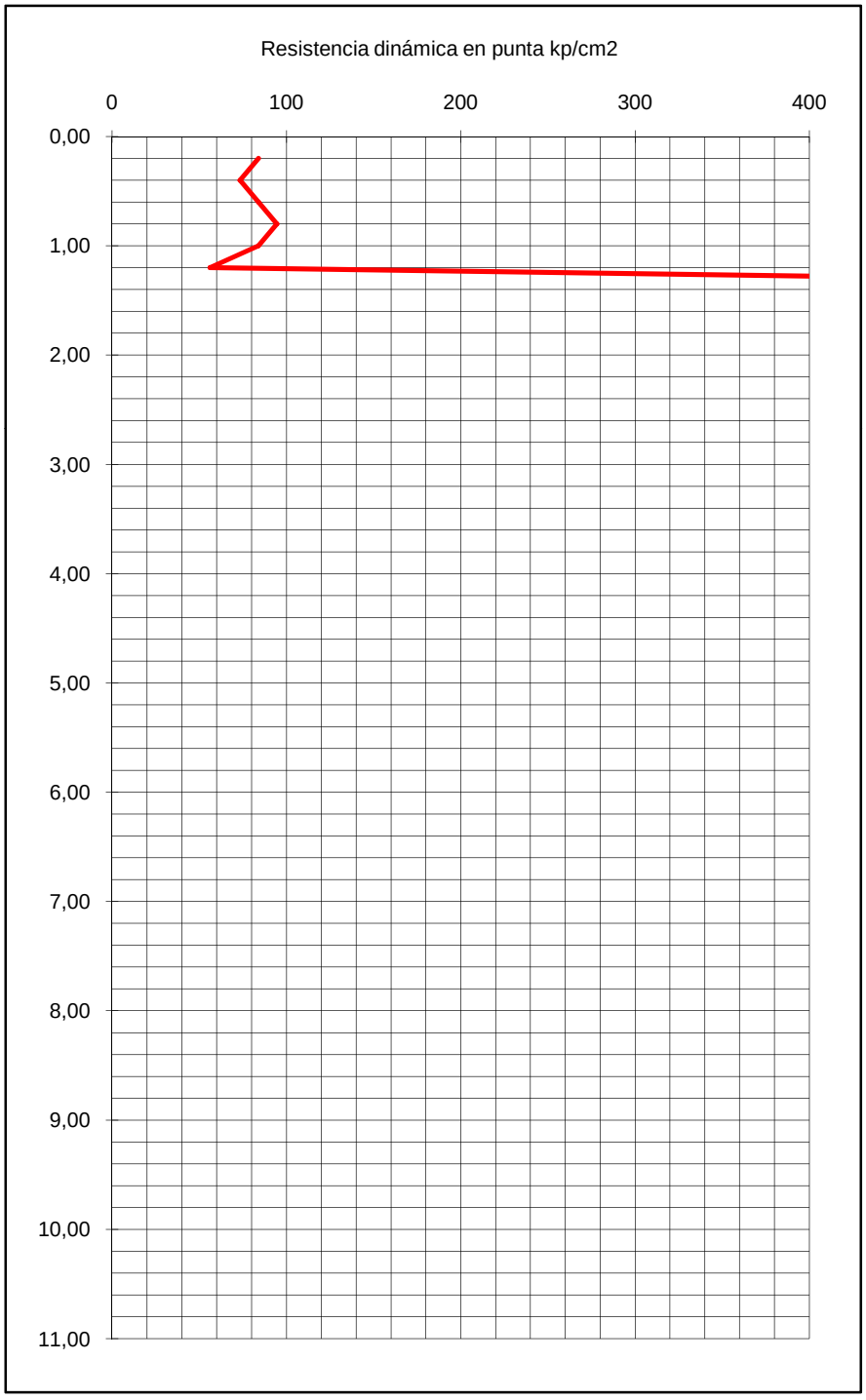
Prof (m)	N_{DPSH}	Prof (m)	N_{DPSH}
0,20	6	8,20	.....
0,40	10	8,40	.....
0,60	9	8,60	.....
0,80	9	8,80	.....
1,00	10	9,00	.....
1,20	12	9,20	.....
1,40	12	9,40	.....
1,60	10	9,60	.....
1,80	11	9,80	.....
2,00	10	10,00	.....
2,20	9	10,20	.....
2,40	15	10,40	.....
2,60	51	10,60	.....
2,80	100	10,80	.....
3,00	.....	11,00	.....
3,20	.....	11,20	.....
3,40	.....	11,40	.....
3,60	.....	11,60	.....
3,80	.....	11,80	.....
4,00	.....	12,00	.....
4,20	.....	12,20	.....
4,40	.....	12,40	.....
4,60	.....	12,60	.....
4,80	.....	12,80	.....
5,00	.....	13,00	.....
5,20	.....	13,20	.....
5,40	.....	13,40	.....
5,60	.....	13,60	.....
5,80	.....	13,80	.....
6,00	.....	14,00	.....
6,20	.....	14,20	.....
6,40	.....	14,40	.....
6,60	.....	14,60	.....
6,80	.....	14,80	.....
7,00	.....	15,00	.....
7,20	.....	15,20	.....
7,40	.....	15,40	.....
7,60	.....	15,60	.....
7,80	.....	15,80	.....
8,00	.....	16,00	.....

IGEOSUMA, S.L.

CLIENTE: UTE INESA - ROM VIII
OBRA: ESTUDIO PREVIO BALSA EN GRAÑÉN (HUESCA)

FECHA: 24.11.20
ENSAYO Nº: P-8
COTA: 399,0 Aprox. **CORDENADAS:** UTM 30 T 718986 4653986
EQUIPO: DPSH

ENSAYO DE PENETRACIÓN DINÁMICA CONTINUA



GOLPEO

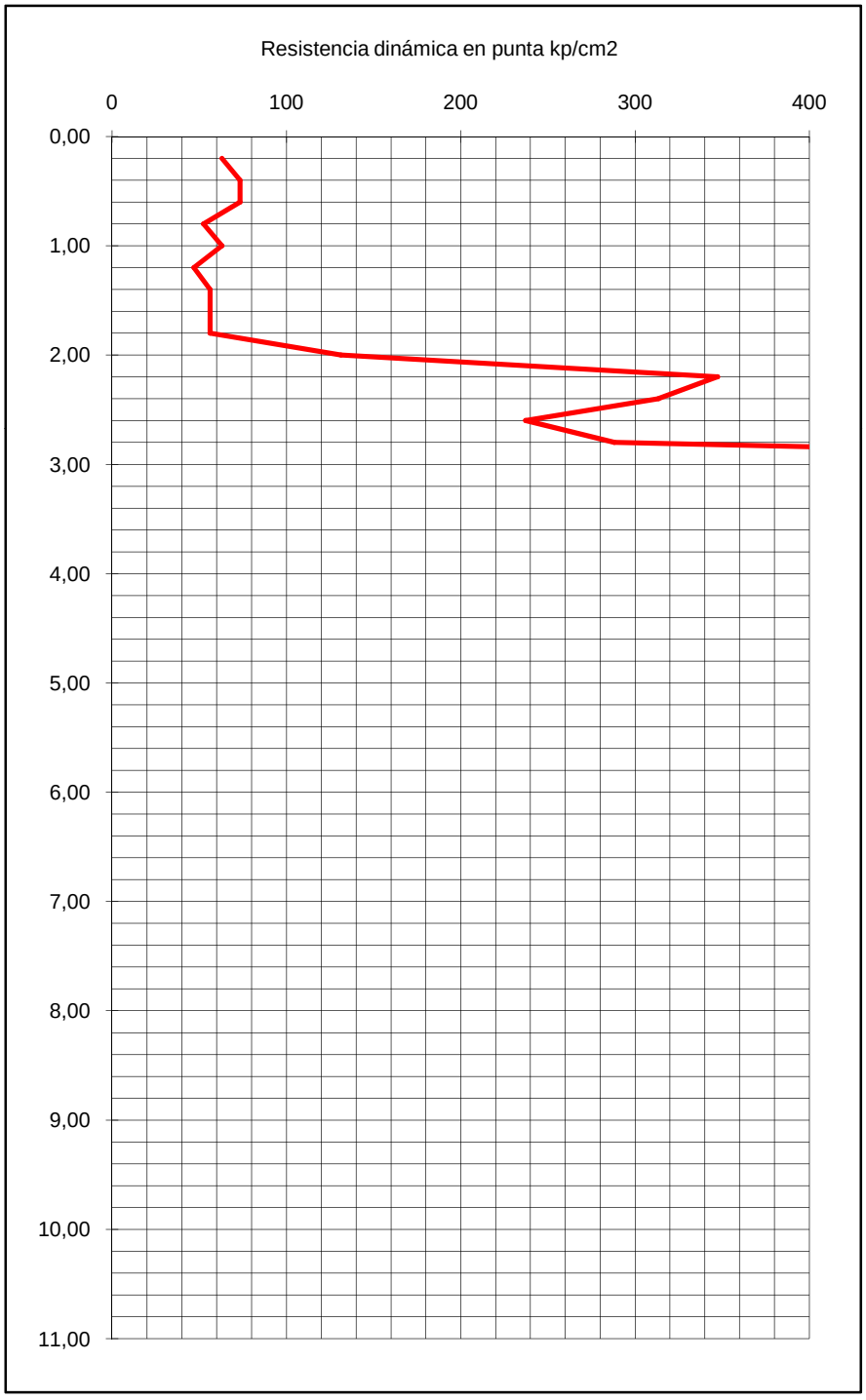
Prof (m)	N_{DPSH}	Prof (m)	N_{DPSH}
0,20	8	8,20	.....
0,40	7	8,40	.....
0,60	8	8,60	.....
0,80	9	8,80	.....
1,00	8	9,00	.....
1,20	6	9,20	.....
1,40	100	9,40	.....
1,60	.....	9,60	.....
1,80	.....	9,80	.....
2,00	.....	10,00	.....
2,20	.....	10,20	.....
2,40	.....	10,40	.....
2,60	.....	10,60	.....
2,80	.....	10,80	.....
3,00	.....	11,00	.....
3,20	.....	11,20	.....
3,40	.....	11,40	.....
3,60	.....	11,60	.....
3,80	.....	11,80	.....
4,00	.....	12,00	.....
4,20	.....	12,20	.....
4,40	.....	12,40	.....
4,60	.....	12,60	.....
4,80	.....	12,80	.....
5,00	.....	13,00	.....
5,20	.....	13,20	.....
5,40	.....	13,40	.....
5,60	.....	13,60	.....
5,80	.....	13,80	.....
6,00	.....	14,00	.....
6,20	.....	14,20	.....
6,40	.....	14,40	.....
6,60	.....	14,60	.....
6,80	.....	14,80	.....
7,00	.....	15,00	.....
7,20	.....	15,20	.....
7,40	.....	15,40	.....
7,60	.....	15,60	.....
7,80	.....	15,80	.....
8,00	.....	16,00	.....

IGEOSUMA, S.L.

CLIENTE: UTE INESA - ROM VIII
OBRA: ESTUDIO PREVIO BALSA EN GRAÑÉN (HUESCA)

FECHA: 24.11.20
ENSAYO Nº: P-9
COTA: 392,0 Aprox. **CORDENADAS:** UTM 30 T 718621 4653723
EQUIPO: DPSH

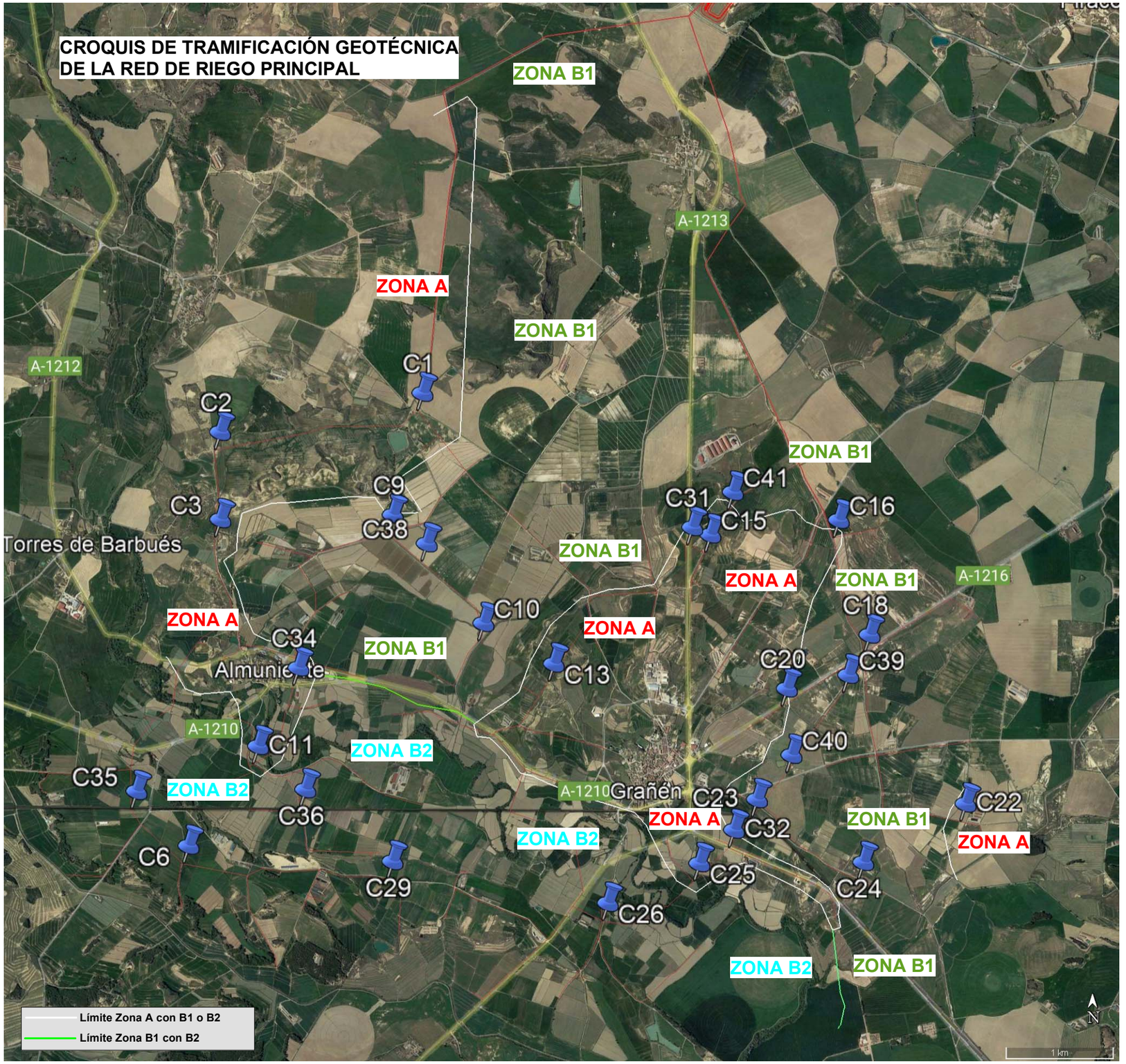
ENSAYO DE PENETRACIÓN DINÁMICA CONTINUA



GOLPEO

Prof (m)	N_{DPSH}	Prof (m)	N_{DPSH}
0,20	6	8,20	.....
0,40	7	8,40	.....
0,60	7	8,60	.....
0,80	5	8,80	.....
1,00	6	9,00	.....
1,20	5	9,20	.....
1,40	6	9,40	.....
1,60	6	9,60	.....
1,80	6	9,80	.....
2,00	14	10,00	.....
2,20	41	10,20	.....
2,40	37	10,40	.....
2,60	28	10,60	.....
2,80	34	10,80	.....
3,00	100	11,00	.....
3,20	.....	11,20	.....
3,40	.....	11,40	.....
3,60	.....	11,60	.....
3,80	.....	11,80	.....
4,00	.....	12,00	.....
4,20	.....	12,20	.....
4,40	.....	12,40	.....
4,60	.....	12,60	.....
4,80	.....	12,80	.....
5,00	.....	13,00	.....
5,20	.....	13,20	.....
5,40	.....	13,40	.....
5,60	.....	13,60	.....
5,80	.....	13,80	.....
6,00	.....	14,00	.....
6,20	.....	14,20	.....
6,40	.....	14,40	.....
6,60	.....	14,60	.....
6,80	.....	14,80	.....
7,00	.....	15,00	.....
7,20	.....	15,20	.....
7,40	.....	15,40	.....
7,60	.....	15,60	.....
7,80	.....	15,80	.....
8,00	.....	16,00	.....

IV.- CROQUIS DE TRAMIFICACIÓN GEOTÉCNICA DE LA RED DE RIEGO


CROQUIS DE TRAMIFICACIÓN GEOTÉCNICA
DE LA RED DE RIEGO PRINCIPAL
ZONA B1
A-1213
ZONA A
ZONA B1
A-1212
C1
C2
ZONA B1
C41
C9
C31
C16
C3
C15
C38
Torres de Barbués
ZONA B1
ZONA A
ZONA B1
A-1216
C10
C18
ZONA A
C34
ZONA B1
C20
C39
Almuniente
C13
A-1210
C11
ZONA B2
C40
C35
ZONA B2
A-1210Grañén
C23
C22
C36
ZONA A
C32
ZONA B1
ZONA B2
ZONA A
C6
C25
C24
C29
C26
ZONA B2
ZONA B1
Límite Zona A con B1 o B2
Límite Zona B1 con B2
N
1 km