

ESTUDIO GEOTÉCNICO MEDIANTE ENSAYOS DE PENETRACIÓN DINÁMICA SUPERPESADA Y SONDEO

PETICIONARIO: INSTITUTO ARAGONES DEL AGUA (IAA)
AVENIDA DE JOSE ATARÉS Nº 101. CP: 50018 ZARAGOZA (ZARAGOZA)

FECHA: 20/09/2024

INFORME: 3008930

OBRA: ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA CONSTRUCCIÓN DE EDAR
SOTERRADA EN PIEDRAFITA DE JACA (HUESCA)

La información contenida en el presente documento sólo afecta al material sometido a ensayo / inspección.

Este documento no podrá ser reproducido total ni parcialmente sin la autorización escrita de IGEO-2 S.L.

Ensayo realizado por Laboratorio IGEO-2, S.L. inscrito en el Registro General del Código Técnico de la Edificación Sección 5-1 con el nº ARA-L-002, según Real Decreto

410/2010 de 31 de marzo.

Página 1 de 57



1	ANTECEDENTES	4
2	OBJETIVO DEL PROYECTO GEOTECNICO	4
3	DESCRIPCIÓN DE LA OBRA PROYECTADA Y DEL SOLAR	5
3.1	DESCRIPCIÓN Y LOCALIZACION DEL SOLAR	5
3.2	DESCRIPCIÓN DE LA OBRA PROYECTADA	6
4	CAMPAÑA GEOTECNICA	7
4.1	NORMATIVA UTILIZADA	7
4.2	TRABAJOS DE CAMPO, TOMA DE MUESTRAS	8
4.3	ENSAYOS DE LABORATORIO	11
5	ENCUADRE TOPOGRÁFICO Y GEOLOGICO	11
5.1	MAPA TOPOGRÁFICO Y GEOLÓGICO DE LA ZONA	13
6	ANÁLISIS DE LOS RIESGOS GEOLÓGICOS	15
6.1	RIESGO POR COLAPSO	15
6.2	RIESGO POR DESLIZAMIENTO	16
6.3	RIESGO POR INUNDACIÓN	16
6.4	SISMICIDAD	18
6.5	PROTECCIÓN FRENTE A LA EXPOSICIÓN AL RADÓN	21
7	PERFIL LITOLÓGICO DEL TERRENO	22
7.1	NIVEL FREÁTICO	23
8	PROPIEDADES GEOTECNICAS DE LOS MATERIALES	24
8.1	NIVEL DE TERRENO VEGETAL	24
8.2	NIVEL DE ARCILLAS Y LIMOS CON CANTOS	25
8.3	NIVEL DE RESISTENTE Y DE RECHAZO A LA PENETRACIÓN	26
9	TALUDES DE EXCAVACIÓN	26
10	ANÁLISIS DE LA CIMENTACION	27
10.1	CIMENTACIÓN DE GRÚA	28
11	PARÁMETROS DE CÁLCULO	28
11.1	CIMENTACION EN TERRENOS COHESIVOS	28
11.1.1	PRESIÓN DE HUNDIMIENTO	28
11.1.2	PRESIÓN ADMISIBLE	30
11.1.3	ASIENTOS	30
11.2	CIMENTACION EN TERRENOS GRANULARES	32
11.2.1	ASIENTOS	33

La información contenida en el presente documento sólo afecta al material sometido a ensayo / inspección.

Este documento no podrá ser reproducido total ni parcialmente sin la autorización escrita de IGEO-2 S.L.

Ensayo realizado por Laboratorio IGEO-2, S.L. inscrito en el Registro General del Código Técnico de la Edificación Sección 5-1 con el nº ARA-L-002, según Real Decreto

410/2010 de 31 de marzo.

Página 2 de 57



12 RECOMENDACIONES Y CONCLUSIONES 35

ANEXO 1: CROQUIS DE SITUACIÓN

ANEXO 2: TRABAJOS DE CAMPO

ANEXO 3: ENSAYOS DE LABORATORIO

ANEXO 4: REPORTAJE FOTOGRÁFICO

La información contenida en el presente documento sólo afecta al material sometido a ensayo / inspección.

Este documento no podrá ser reproducido total ni parcialmente sin la autorización escrita de IGEO-2 S.L.

Ensayo realizado por Laboratorio IGEO-2, S.L. inscrito en el Registro General del Código Técnico de la Edificación Sección 5-1 con el nº ARA-L-002, según Real Decreto

410/2010 de 31 de marzo.

Página 3 de 57



1 ANTECEDENTES

El INSTITUTO ARAGONÉS DEL AGUA, encarga a IGEO-2, s.l., la realización de un estudio geotécnico para la futura construcción de la nueva EDAR de Piedrafita de Jaca, próximo al término municipal de Saqués (Huesca).

Para la realización del presente informe se han llevado a cabo un total de: un sondeo mecánico y dos ensayos de penetración dinámica superpesada (DPSH), así como una visita técnica por medio de geólogos especializados y la toma de muestra de los diferentes niveles para su posterior ensayo en el laboratorio.

Para poder acceder a la zona de actuación con el camión de sondeos, la empresa constructora VIACRON, S.A., llevó a cabo los accesos necesarios a principios del mes de septiembre de 2024, solicitados por la topografía e ingeniería de la obra.

Se hace llegar al personal del Departamento de Geología y Geotecnia de IGEO-2, s.l., la siguiente documentación para la ejecución del proyecto geotécnico:

- Fotografía aérea general posicionando de forma aproximada la implantación de la depuradora. Los ensayos fueron distribuidos en la zona explanada por la empresa constructora. Ningún técnico de la obra se desplazó para confirmar la ubicación de la misma.

Días previos a la realización de los ensayos de campo, hubo episodios de intensas lluvias, estando tanto la pista de acceso, como la zona de actuación explanada con fangos que dificultaron considerablemente el acceso de la maquinaria.

2 OBJETIVO DEL PROYECTO GEOTECNICO

El objetivo de este proyecto geotécnico es dar a conocer al peticionario y al proyectista el perfil del terreno existente en la parcela (determinar la naturaleza, espesor y distribución de los materiales que aparecen en la zona de estudio), las características y propiedades geotécnicas de cada uno de ellos, así como situar el nivel freático, determinar la carga admisible del terreno

La información contenida en el presente documento sólo afecta al material sometido a ensayo / inspección.

Este documento no podrá ser reproducido total ni parcialmente sin la autorización escrita de IGEO-2 S.L.

Ensayo realizado por Laboratorio IGEO-2, S.L. inscrito en el Registro General del Código Técnico de la Edificación Sección 5-1 con el nº ARA-L-002, según Real Decreto

410/2010 de 31 de marzo.

Página 4 de 57



(con objeto de recomendar la cimentación más apropiada y estimar los asentamientos generados bajo estas condiciones), y otras recomendaciones en cuanto a las características de los taludes, excavabilidad del terreno, tipo de hormigón a utilizar en función de la agresividad del mismo y otras recomendaciones que se consideren oportunas, con el fin de ofrecer todos los datos necesarios para el cálculo de las estructuras proyectadas.

3 DESCRIPCIÓN DE LA OBRA PROYECTADA Y DEL SOLAR

3.1 DESCRIPCIÓN Y LOCALIZACIÓN DEL SOLAR

El solar a estudio se localiza próximo al término municipal de Saqués (Huesca), en la posición señalada en la siguiente fotografía aérea sacada del programa informático Google Earth:



La información contenida en el presente documento sólo afecta al material sometido a ensayo / inspección.

Este documento no podrá ser reproducido total ni parcialmente sin la autorización escrita de IGEO-2 S.L.

Ensayo realizado por Laboratorio IGEO-2, S.L. inscrito en el Registro General del Código Técnico de la Edificación Sección 5-1 con el nº ARA-L-002, según Real Decreto

410/2010 de 31 de marzo.

Página 5 de 57



En el momento de la ejecución de los ensayos de campo, no se detectaron desniveles importantes en la zona despejada de actuación, por lo que se estima que se llevaron a cabo a una misma cota hipotética estimada como cota 0,00 metros, (rasante del terreno en el momento de la ejecución de los ensayos de campo).

Como se puede apreciar en el anexo I del croquis de situación, así como en el anexo IV de reportaje fotográfico y en la fotografía aérea superior, existen construcciones cercanas, pero no anexas a la zona de actuación, ni a las estructuras proyectadas.

Por conocimiento geológico de la zona por numerosos ensayos llevados a cabo en los alrededores, el perfil de terreno identificado en el solar se clasifica como grupo de terreno **T-1** según Código Técnico de la Edificación Documento Básico SE-C de Seguridad Estructural y Cimientos. Lo cual se corrobora con los datos obtenidos con los ensayos de campo para la ejecución del presente informe.

3.2 DESCRIPCIÓN DE LA OBRA PROYECTADA

Se proyecta la construcción de una EDAR soterrada, estimando excavaciones máximas de unos 4,00 metros, según información facilitada por técnicos del Instituto Aragonés de Agua.

La ingeniería de la obra facilitó a IGEO-2, s.l. la siguiente fotografía aérea con todas las instalaciones proyectadas para la EDAR:

La información contenida en el presente documento sólo afecta al material sometido a ensayo / inspección.

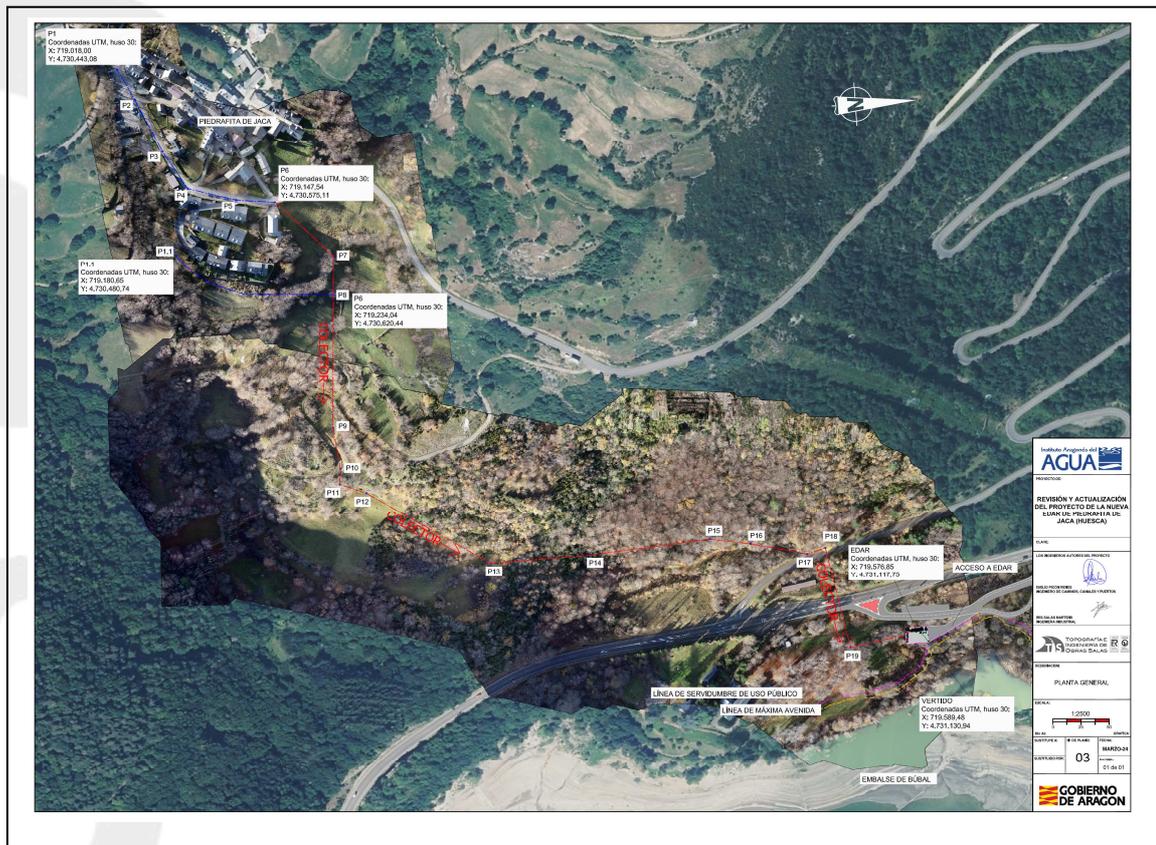
Este documento no podrá ser reproducido total ni parcialmente sin la autorización escrita de IGEO-2 S.L.

Ensayo realizado por Laboratorio IGEO-2, S.L. inscrito en el Registro General del Código Técnico de la Edificación Sección 5-1 con el nº ARA-L-002, según Real Decreto

410/2010 de 31 de marzo.

Página 6 de 57





La EDAR tendrá unas dimensiones aproximadas de 8,00 metros de ancho y 26,40 metros de largo aproximadamente según indicaciones de técnicos del Instituto Aragonés del Agua (211,2 m² totales construidos aproximadamente).

La obra proyectada se clasifica como tipo de construcción **C-0** según Código Técnico de la Edificación Documento Básico SE-C de Seguridad Estructural y Cimientos.

4 CAMPAÑA GEOTECNICA

4.1 **NORMATIVA UTILIZADA**

- ❑ Código Técnico de la Edificación (CTE 2019). Documento Básico SE-C de Seguridad Estructural y Cimientos.
- ❑ NCSR-02. Norma de la construcción sismorresistente: Parte general y edificación.
- ❑ Norma Tecnológica de la Edificación. Estudios Geotécnicos.

La información contenida en el presente documento sólo afecta al material sometido a ensayo / inspección.

Este documento no podrá ser reproducido total ni parcialmente sin la autorización escrita de IGEO-2 S.L.

Ensayo realizado por Laboratorio IGEO-2, S.L. inscrito en el Registro General del Código Técnico de la Edificación Sección 5-1 con el nº ARA-L-002, según Real Decreto

410/2010 de 31 de marzo.

Página 7 de 57



- ❑ Normas UNE, relativas a los procedimientos de ensayo ejecutados "in situ" o en el laboratorio.
- ❑ Código Estructural RD 470/2021.

4.2 TRABAJOS DE CAMPO, TOMA DE MUESTRAS

Se han llevado a cabo los siguientes ensayos de campo:

1. El día 11 de Septiembre de 2024, un sondeo mecánico a rotación con extracción continua de muestra.

El sondeo se realiza a rotación con obtención continua de muestra mediante batería provista de corona de widia o diamante.

Para la realización de los trabajos se empleó, una máquina de rotación, sobre LAND ROVER DEFENDER 4X4, modelo TECOINSA TP-30LR con un diámetro máximo de 113 mm.

Para obtener una orden de magnitud acerca de la capacidad portante del terreno se realizaron diversos ensayos de penetración (S.P.T), a distintas profundidades.

El S.P.T según la norma UNE-EN ISO 22476-3, consiste en lo siguiente: Se trata de contar el numero de golpes necesario para hincar 60 cms (15 + 15 + 15 + 15) un tomamuestras de 2" x 1 3/8" de diámetro con tubo bipartido, normalizado, mediante golpeo de una maza de 63,5 Kg de peso que cae desde una altura de 75 cms.

Para realizar el ensayo se marcan en el varillaje 60 cms, en tramos de 15 cms, contándose los golpes para los 30 centrales. Se considera que se obtiene rechazo y se suspende el ensayo cuando después de dar una serie de 100 golpes no se introducen los 30 cm, en su totalidad o cuando tras dar 50 golpes el tomamuestras no se ha introducido 5 cm.

Así mismo se toman varias muestras inalteradas a percusión mediante un tomamuestras G.M.P.V de pared gruesa en cuyo interior se aloja un tubo de PVC donde se introduce la muestra. Inmediatamente después de su extracción se parafinan sus extremos para evitar pérdidas de humedad. La hincada del tomamuestras se realiza mediante una maza de 63,5 Kg que cae desde una altura de 75 cm.

La información contenida en el presente documento sólo afecta al material sometido a ensayo / inspección.

Este documento no podrá ser reproducido total ni parcialmente sin la autorización escrita de IGEO-2 S.L.

Ensayo realizado por Laboratorio IGEO-2, S.L. inscrito en el Registro General del Código Técnico de la Edificación Sección 5-1 con el nº ARA-L-002, según Real Decreto

410/2010 de 31 de marzo.

Página 8 de 57



- El día 12 de Septiembre de 2024, dos pruebas de penetración dinámica superpesada (DPSH), según Norma UNE EN ISO 22476-2.

Definición

El ensayo continuo de penetración dinámica consiste en clavar en el terreno, una puntaza maciza de hierro, situada en el extremo de una varilla.

La hincia se consigue golpeando el conjunto en su parte superior con una maza en caída libre.

Este varillaje tiene un diámetro inferior al de la puntaza para evitar, en lo posible, el rozamiento del mismo con el suelo.

En este ensayo la puntaza es redonda, de base cónica, con un área de 20 cm², una altura total de 7,5 cm y terminada en un cono de altura 25 mm y ángulo de 90º en el vértice. El varillaje tiene un diámetro de 32 mm y la maza tiene un peso de 63,5 kg y se deja caer desde una altura de 75 cm.

La resistencia del terreno, a la penetración dinámica, se expresa por el número de golpes necesarios para clavar la varilla una longitud de 20 cm. Dicho número de golpes se designará, en lo sucesivo, por n20.

Realización del ensayo

Introducida la primera varilla en la meseta de guía, se comienza por fijar la puntaza a su extremo por debajo de la misma y se procede a situar la meseta en su posición definitiva. Como la puntaza sobresale por su parte inferior, al poner la meseta horizontal, se clava en parte en el terreno. Dado que esta magnitud que se introduce normalmente es del orden de 20 cm, no se consideran los golpes correspondientes a esta primera división.

Cuando se necesite hacer alguna pequeña excavación en el terreno para la introducción de la puntaza al comienzo del ensayo (por ejemplo perforar un firme), se descenderá 20 cm o un múltiplo de esta cantidad, con objeto de poder comenzar el ensayo a una cota determinada (20 cm, 40 cm, etc).

Se continúa el ensayo mediante los golpes necesarios para introducir cada una de las divisiones de 20 cm de las varillas.

La velocidad de golpeo de la maza se debe estimar a razón de 30 golpes por minuto.

La información contenida en el presente documento sólo afecta al material sometido a ensayo / inspección.

Este documento no podrá ser reproducido total ni parcialmente sin la autorización escrita de IGEO-2 S.L.

Ensayo realizado por Laboratorio IGEO-2, S.L. inscrito en el Registro General del Código Técnico de la Edificación Sección 5-1 con el nº ARA-L-002, según Real Decreto

410/2010 de 31 de marzo.

Página 9 de 57



Se dará por finalizado el ensayo cuando dadas 2 andanadas, de 100 golpes cada una, la penetración sea igual o inferior a 5 cm (en cada una de ellas aisladamente).

Siempre que la penetración sea inferior a 20 cm, el número de golpes que se considerará será el proporcional correspondiente.

Realización del ensayo

Basándose en los resultados del ensayo de penetración dinámica superpesada (DPSH), se puede estimar la resistencia dinámica del terreno utilizando la fórmula holandesa de hincas:

$$Q_d = \frac{P_m^2 \times H}{(P_m + P_p) A 20/n10} \quad \text{donde:}$$

Q_d = Resistencia dinámica unitaria en kg/cm^2 .

P_m = Peso de la maza (63,5 kg.)

H = Altura de caída libre (75 cm).

P_p = Peso de la puntaza y cabeza de golpeo (1,5 kg) + varillas (8,84 kg/m).

A = Sección de la puntaza (20 cm^2).

$20/n20$ = Penetración por golpe (cm).

A partir del valor de la resistencia dinámica Q_d se puede estimar la resistencia estática unitaria R_p (véase Buisson y otros).

Los coeficientes de transformación dependen fundamentalmente de la naturaleza de terreno y de su estado en el momento de realizar el ensayo.

La carga admisible del terreno puede estimarse a partir de la resistencia estática unitaria R_p según diversas correlaciones (véase Sanglerat, Meyerhof y otros).

La situación de dichos ensayos en el solar, figura en el anexo 1 de CROQUIS DE SITUACIÓN.

La información contenida en el presente documento sólo afecta al material sometido a ensayo / inspección.

Este documento no podrá ser reproducido total ni parcialmente sin la autorización escrita de IGEO-2 S.L.

Ensayo realizado por Laboratorio IGEO-2, S.L. inscrito en el Registro General del Código Técnico de la Edificación Sección 5-1 con el nº ARA-L-002, según Real Decreto

410/2010 de 31 de marzo.

Página 10 de 57



4.3 ENSAYOS DE LABORATORIO

Código muestra	Procedencia	Nivel ensayado	Muestra	Ensayos											
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
3008930-M1	S-1 de 0,00 a 0,60 m.	1	MA							X					
3008930-M2	S-1 de 1,60 a 3,00 m.	2	MA			X	X	X	X						
3008930-M3	S-1 de 3,60 a 7,00 m.	3	MA			X	X	X	X						

* MI: muestra inalterada/ TP: testigo parafinado/ MA: muestra alterada

1. Determinación de la humedad de un suelo mediante secado en estufa s/Norma UNE-EN ISO 17892-1:2015
2. Determinación de la densidad de un suelo s/Norma UNE 103301
3. Análisis granulométrico de suelos por tamizado s/Norma UNE-EN ISO 17892-4:2019
4. Determinación del límite líquido de un suelo, método de Casagrande, s/Norma UNE EN ISO 17892-12:2019.
5. Determinación del límite plástico de un suelo s/Norma UNE EN ISO 17892-12:2019.
6. Determinación cuantitativa del contenido en sulfatos solubles de suelo, s/Norma UNE 83963, según Código Estructural RD 470/2021.
7. Ensayo de rotura a compresión simple en probetas de suelo, s/Norma UNE-EN ISO 17892-7:2019.
8. Determinación cuantitativa del contenido de sulfatos en agua, s/Código Estructural RD 470/2021 (UNE 83956).
9. Determinación de la presión de hinchamiento: UNE 103602 / Ensayo de hinchamiento libre UNE 103601
10. Ensayo de colapso en suelos: UNE 103406.

5 ENCUADRE TOPOGRÁFICO Y GEOLOGICO.

En este punto se expone una síntesis geológica de la zona más amplia que la ocupada por la parcela estudiada, de tal modo que nos permite tener una visión geológica mayor del área.

La zona a estudio se localiza en la Hoja nº 145 de SALLEN T de la colección de Mapas Geológicos de España E.1:50.000 del Instituto Tecnológico Geominero de España IGME.

La información contenida en el presente documento sólo afecta al material sometido a ensayo / inspección.

Este documento no podrá ser reproducido total ni parcialmente sin la autorización escrita de IGEO-2 S.L.

Ensayo realizado por Laboratorio IGEO-2, S.L. inscrito en el Registro General del Código Técnico de la Edificación Sección 5-1 con el nº ARA-L-002, según Real Decreto

410/2010 de 31 de marzo.

Página 11 de 57



El territorio de la Hoja de Sallent está formado en gran parte por materiales paleozoicos pertenecientes a la zona pirenaica denominada “Alta Cadena Paleozoica” o “Zona Axial” en el sentido orográfico del término. Estos materiales son del Silúrico o más modernos; en ellos abundan las pizarras con algunos potentes tramos calcáreos. Están afectados por un intenso plegamiento hercínico acompañado por un metamorfismo de bajo grado. En ellos han intruido plutones graníticos calcoalcalinos que se encuentran en la parte norte de la Hoja y cuyos contornos son circulares; uno de ellos es el de Cauterets-Oeste (granito del Balsitous), cuyo máximo desarrollo está en Francia; el otro es el granito de Panticosa, que aflora íntegramente en España.

En la parte oeste de la Hoja afloran terrenos del Estefaniense y Pérmico post-hercínicos acompañados de un vulcanismo andesítico subsecuente a la Cadena hercínica.

Los terrenos pertenecientes al ciclo alpino presentan una laguna estratigráfica desde el Triásico al Cretácico interior inclusive. Se sitúan en la parte meridional de la Hoja y comprenden la serie calcárea de las sierras interiores pertenecientes a la Zona Surpirenaica. Su potencia ronda el millar de metros, y su edad va desde el Cenomaniense superior al Ilerdiense basal, tras la cual tiene lugar el depósito de la cuenca del flysch eoceno de Jaca, apenas representado en el ángulo suroeste de la Hoja.

Todos estos materiales, tanto hercínicos como su cobertura alpina, pertenecen al manto de Gavarnie, cuyo sustrato autóctono aflora al Este de la Hoja en la ventana tectónica de Gavarnie. La llegada de la unidad tectónica de Gavarnie hacia el sur, durante la orogenia alpina acompañada de deformación, bien visible en los terrenos post-hercínicos y más difícilmente diferenciable en los hercínicos.

Desde el punto de vista geográfico (salvo una parte oeste menor de la Hoja que pertenece a la cuenca hidrográfica del alto río Aragón), la superficie de la misma corresponde a la red hidrográfica del alto río Gállego, al cual todos sus afluentes confluyen para atravesar la sierra cretácica por la cerrada de Santa Elena, donde la cota del río está a unos 970 metros. Las culminaciones más famosas de esta sierra en el interior de la Hoja son Collarada (2886 m), Peña Telera (2704 m) y Tendeñera (2853 m). Al Norte se extiende la vasta depresión del llamado Valle de Tena, de morfología en general blanda por la abundancia de pizarras, hasta llegar a los

La información contenida en el presente documento sólo afecta al material sometido a ensayo / inspección.

Este documento no podrá ser reproducido total ni parcialmente sin la autorización escrita de IGEO-2 S.L.

Ensayo realizado por Laboratorio IGEO-2, S.L. inscrito en el Registro General del Código Técnico de la Edificación Sección 5-1 con el nº ARA-L-002, según Real Decreto

410/2010 de 31 de marzo.

Página 12 de 57



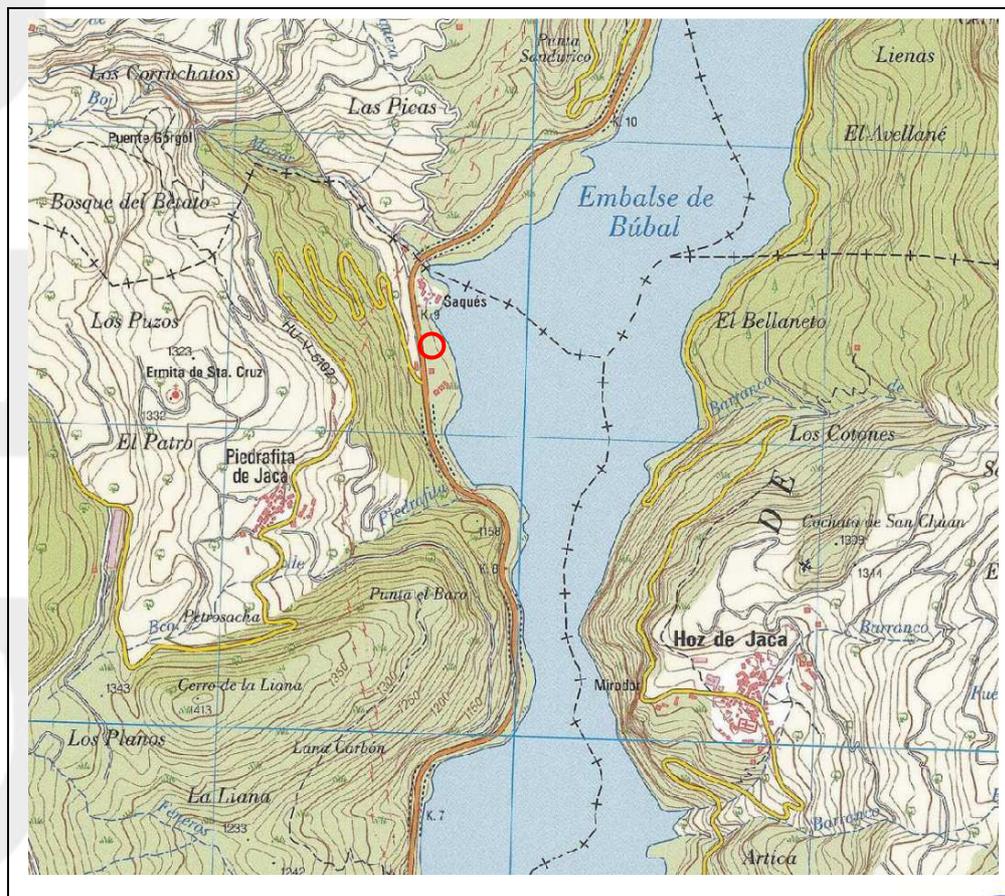
macizos graníticos de la parte norte de la Hoja. En el interior de los macizos graníticos abundan los pequeños lagos (ibones) y de origen glaciar, la mayoría de ellos recrecidos artificialmente mediante represas.

Concretamente la zona a estudio se ubica sobre una potente masa de materiales de edad Cuaternario compuestos por Morrenas, cordones morrénicos. Por la buena conservación de su estructura, podría tratarse de depósitos más recientes, posiblemente de un glaciario en retroceso ligado de manera más restrictiva a las laderas norte de las Sierras de Peña Telera a Picos de Escarra e Izas.

Hacia el sur, se testifican materiales Devónicos compuesto por calizas tableadas negras "Dale".

5.1 MAPA TOPOGRÁFICO Y GEOLÓGICO DE LA ZONA

- MAPA TOPOGRÁFICO NACIONAL DE ESPAÑA E.1:25.000 HOJA 145-IV DE PANTICOSA.



La información contenida en el presente documento sólo afecta al material sometido a ensayo / inspección.

Este documento no podrá ser reproducido total ni parcialmente sin la autorización escrita de IGEO-2 S.L.

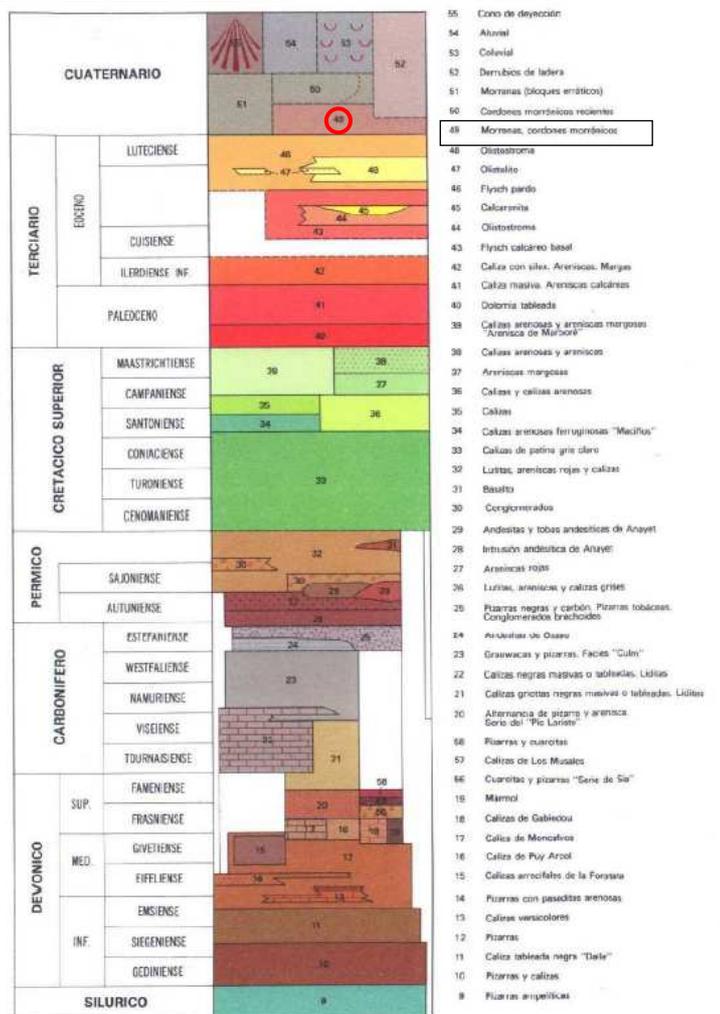
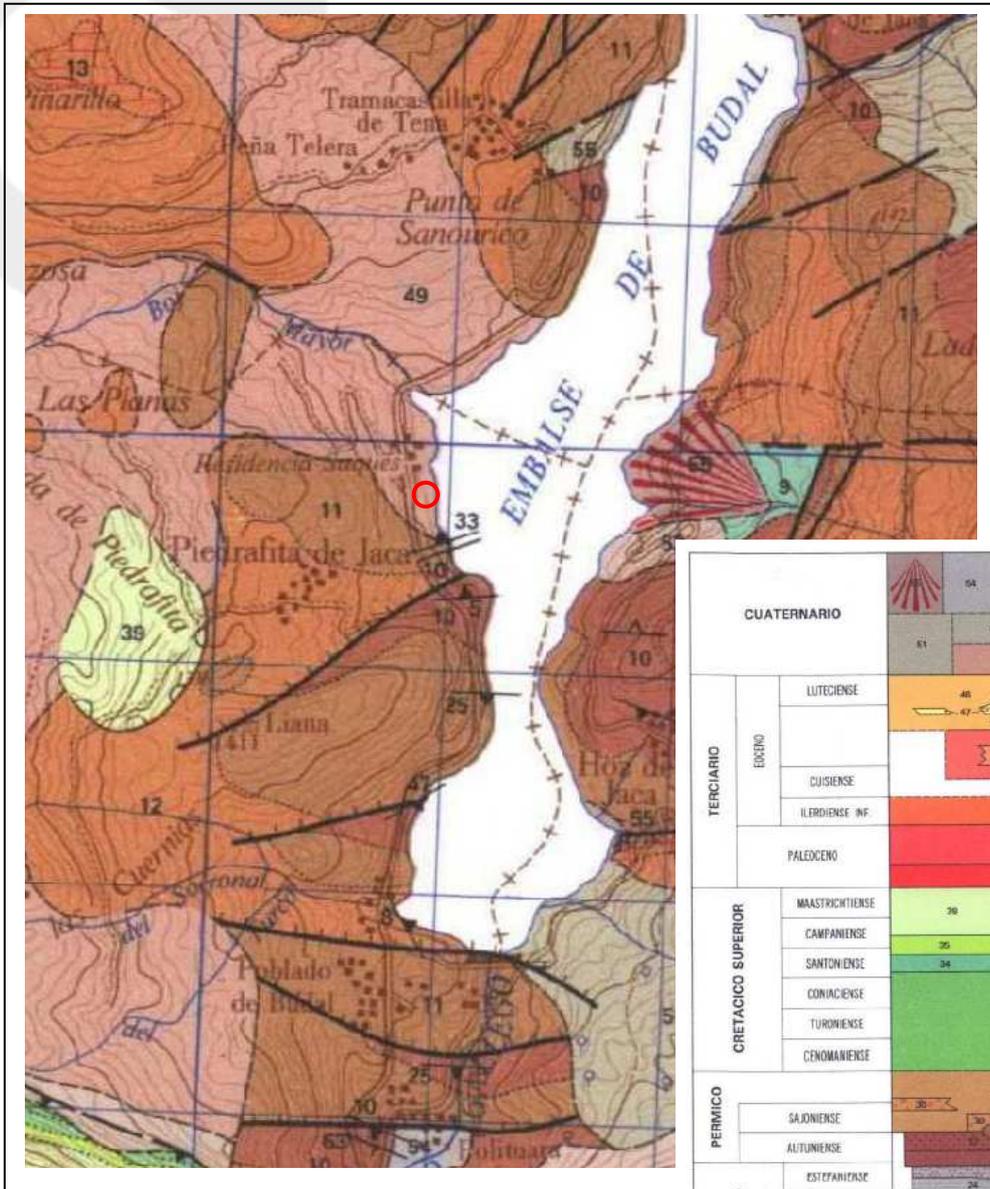
Ensayo realizado por Laboratorio IGEO-2, S.L. inscrito en el Registro General del Código Técnico de la Edificación Sección 5-1 con el nº ARA-L-002, según Real Decreto

410/2010 de 31 de marzo.

Página 13 de 57



➤ MAPA GEOLÓGICO DE ESPAÑA E. 1:50.000 HOJA 145 DE SALLENT, Y LEYENDA.



La información contenida en el presente documento sólo afecta al material sometido a ensayo / inspección.

Este documento no podrá ser reproducido total ni parcialmente sin la autorización escrita de IGEO-2 S.L.

Ensayo realizado por Laboratorio IGEO-2, S.L. inscrito en el Registro General del Código Técnico de la Edificación Sección 5-1 con el nº ARA-L-002, según Real Decreto

410/2010 de 31 de marzo.

Página 14 de 57

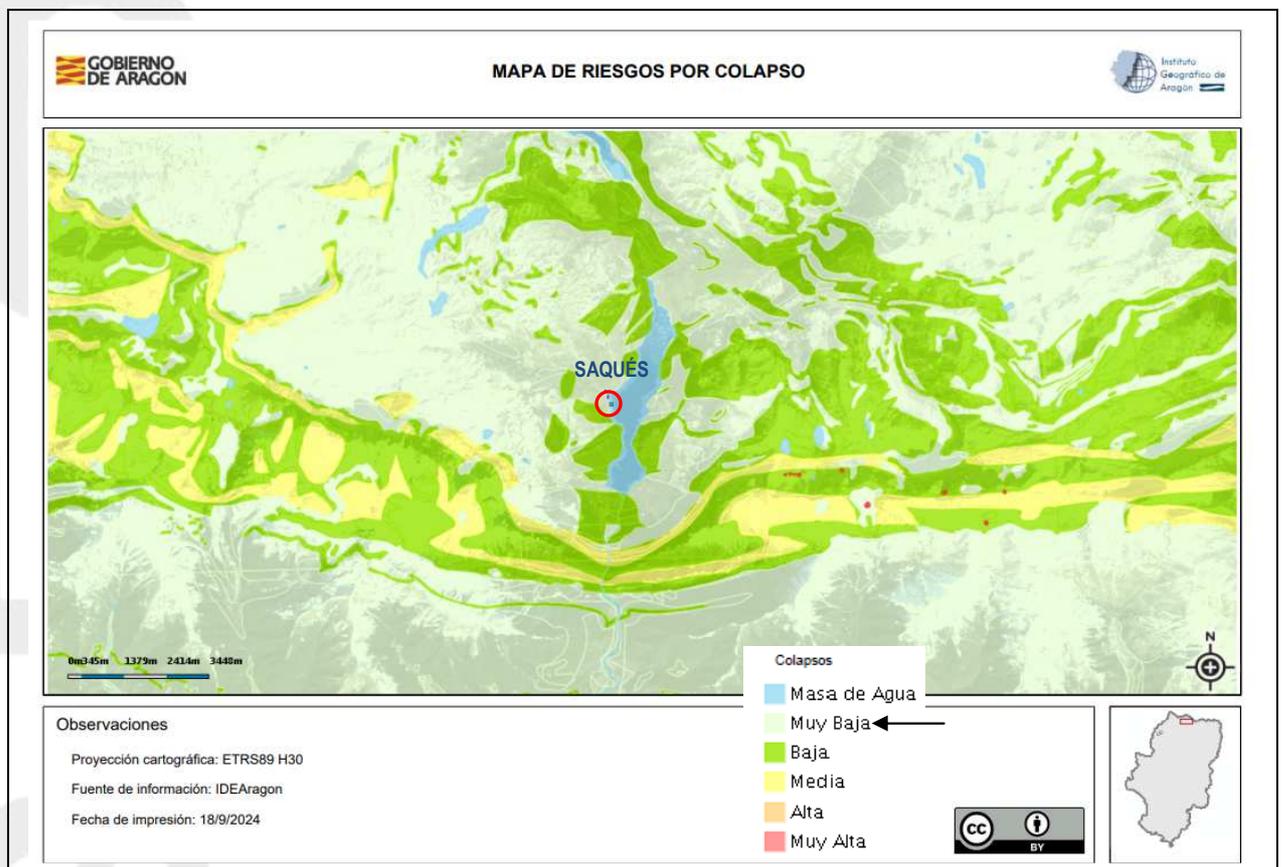


6 ANALISIS DE LOS RIESGOS GEOLÓGICOS.

Siguiendo los mapas de riesgos por: colapso, deslizamiento o inundación sacados de la página Web IDEARAGÓN del Gobierno de Aragón, se analizarán los potenciales riesgos geológicos que puedan afectar al solar o a su entorno:

6.1 RIESGO POR COLAPSO

Siguiendo el mapa adjunto, el solar y el entorno al mismo se encuentran en una zona de riesgo por colapso muy bajo a bajo, lo cual se corrobora con el perfil de terreno testificado y ensayado en la parcela a estudio para la redacción del presente estudio geotécnico.



La información contenida en el presente documento sólo afecta al material sometido a ensayo / inspección.

Este documento no podrá ser reproducido total ni parcialmente sin la autorización escrita de IGEO-2 S.L.

Ensayo realizado por Laboratorio IGEO-2, S.L. inscrito en el Registro General del Código Técnico de la Edificación Sección 5-1 con el nº ARA-L-002, según Real Decreto

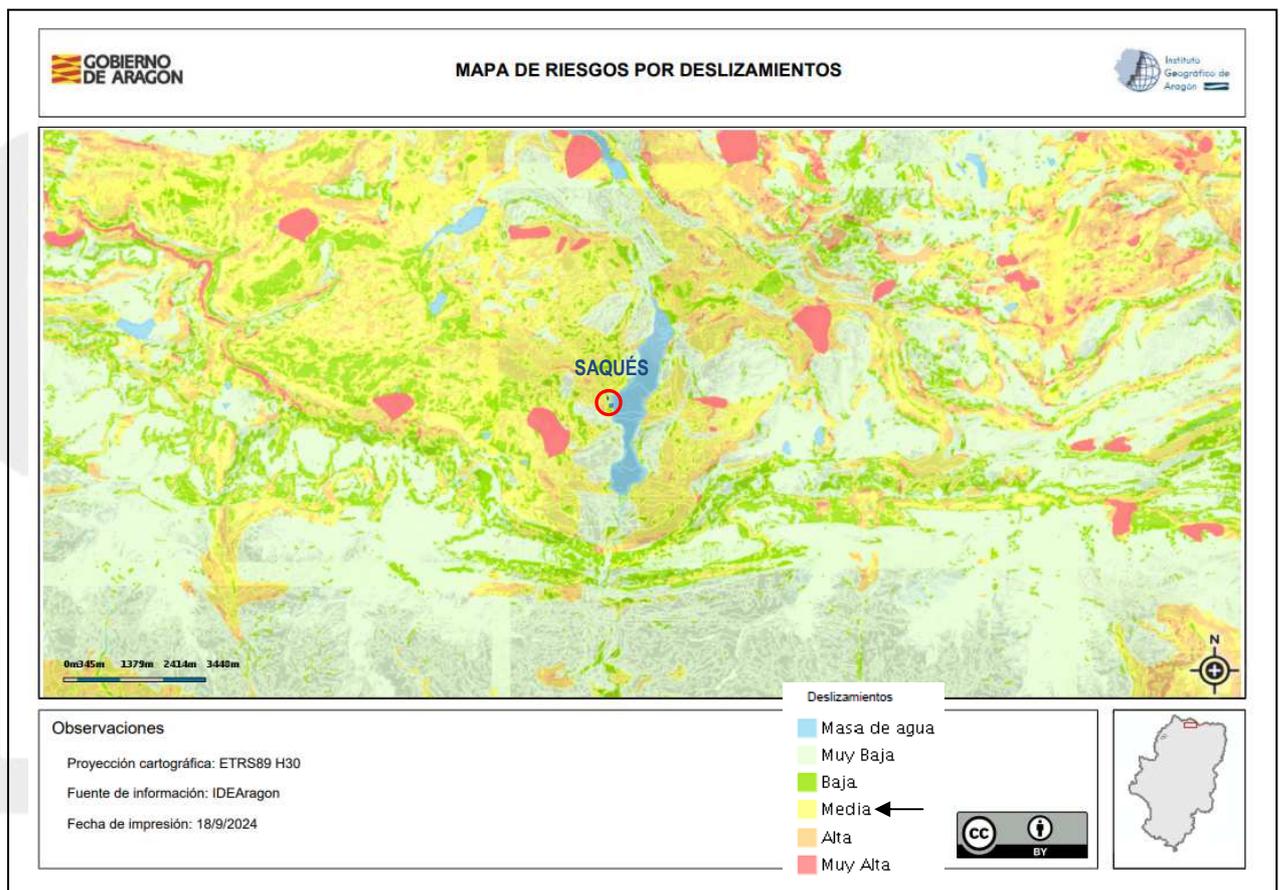
410/2010 de 31 de marzo.

Página 15 de 57



6.2 RIESGO POR DESLIZAMIENTO

Siguiendo el mapa adjunto, el solar y el entorno al mismo se encuentran en una zona de riesgo por deslizamiento medio, con zonas próximas catalogadas con riesgo puntualmente alto. La zona de actuación presenta desniveles topográficos considerables, si bien, se presenta muy revegetada y emboscada, en los alrededores más próximos a la misma no se observan signos de recientes ni antiguos deslizamientos, en la situación observada en el momento de la realización de los ensayos de campo se estima un riesgo por deslizamiento bajo.



6.3 RIESGO POR INUNDACIÓN

Siguiendo el mapa adjunto, el solar y el entorno al mismo se encuentran en una zona de riesgo por inundación bajo. Las zonas de alto riesgo suelen coincidir con el curso de ríos y barrancos próximos.

La información contenida en el presente documento sólo afecta al material sometido a ensayo / inspección.

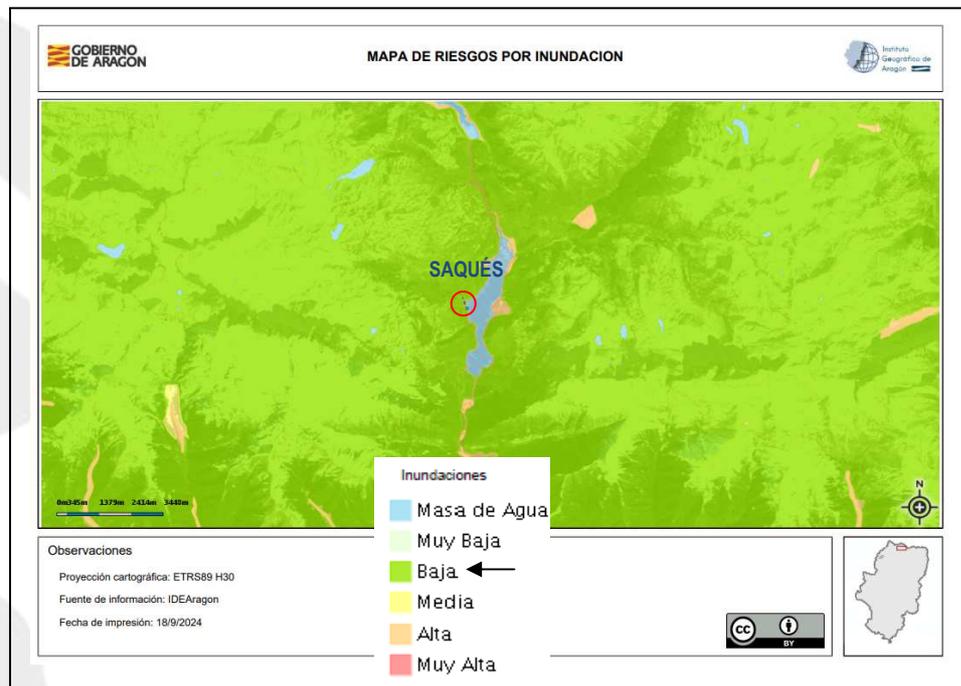
Este documento no podrá ser reproducido total ni parcialmente sin la autorización escrita de IGEO-2 S.L.

Ensayo realizado por Laboratorio IGEO-2, S.L. inscrito en el Registro General del Código Técnico de la Edificación Sección 5-1 con el nº ARA-L-002, según Real Decreto

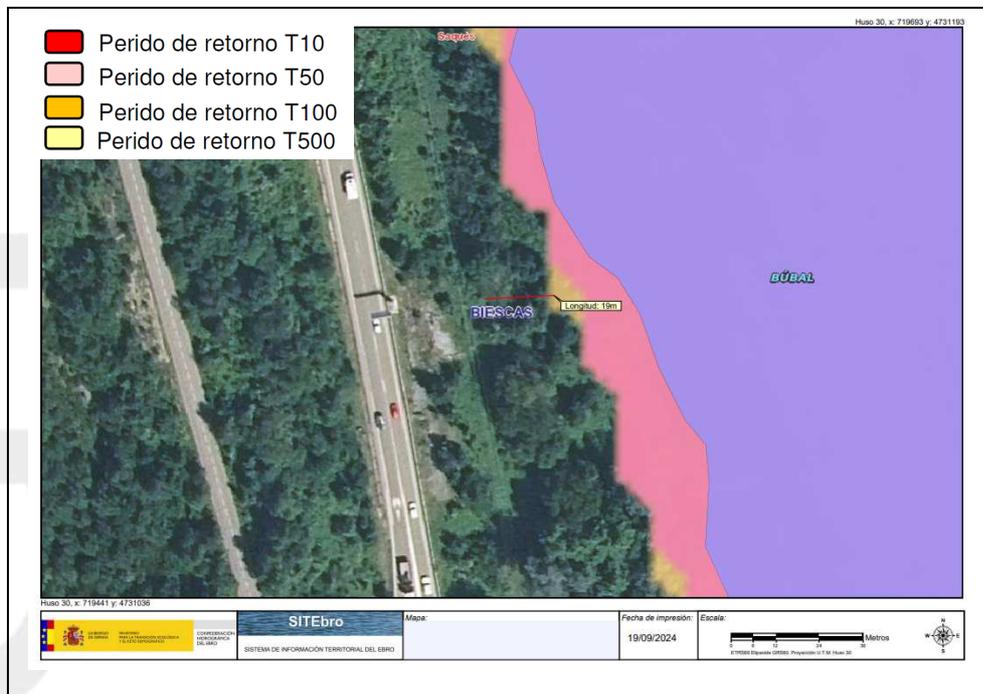
410/2010 de 31 de marzo.

Página 16 de 57





En este punto también analizaremos los mapas de riesgos facilitados en la página Web de Confederación Hidrográfica del Ebro. Observando en el mapa adjunto, tanto el solar como el entorno del mismo se encuentra en una zona fuera de riesgo por inundación tanto en la zona inundable por máxima crecida ordinaria, así como en ninguno de los periodos de retorno (T10, T50, T100 y T500).



La información contenida en el presente documento sólo afecta al material sometido a ensayo / inspección.

Este documento no podrá ser reproducido total ni parcialmente sin la autorización escrita de IGEO-2 S.L.

Ensayo realizado por Laboratorio IGEO-2, S.L. inscrito en el Registro General del Código Técnico de la Edificación Sección 5-1 con el nº ARA-L-002, según Real Decreto

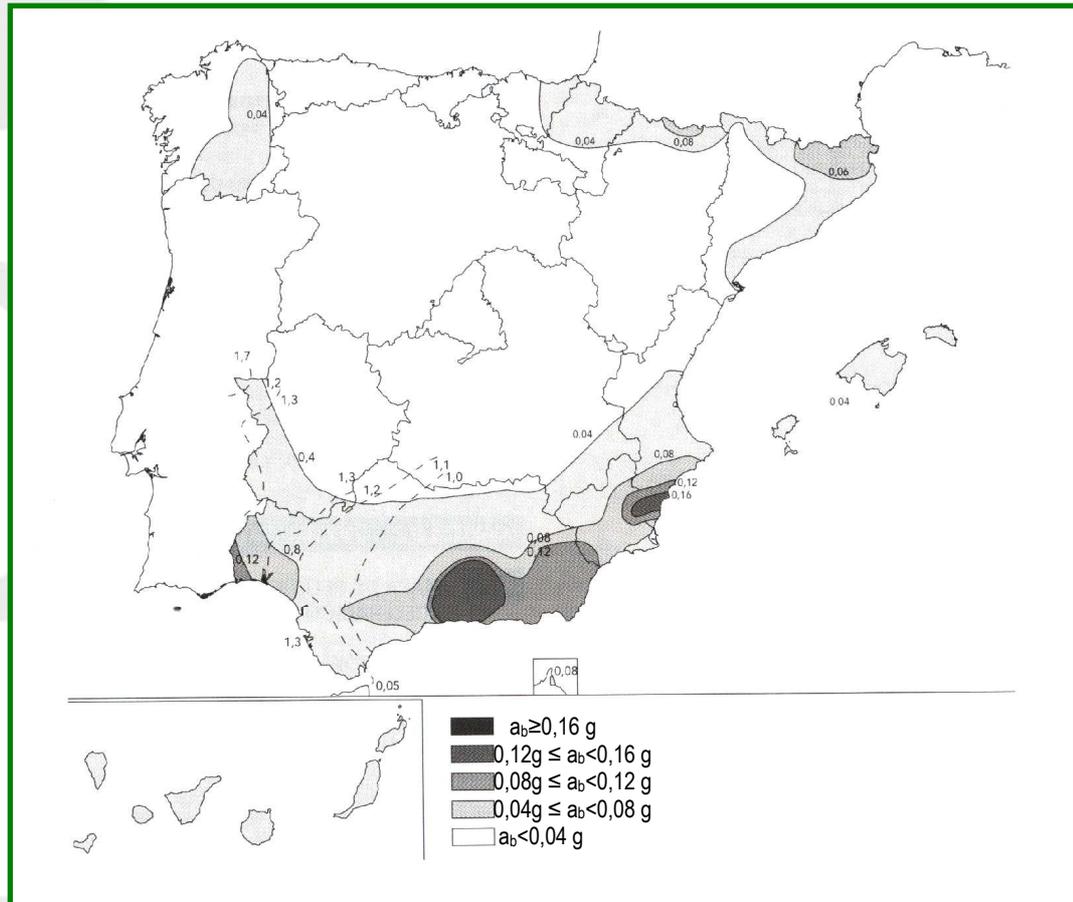
410/2010 de 31 de marzo.

Página 17 de 57



6.4 SISMICIDAD

El territorio nacional se encuentra dividido en zonas sísmicas, según la Norma de Construcción sismorresistente: Parte General y Edificación (NCSE-02), según lo establecido en el Real Decreto 997/2002 del 27 de septiembre (B.O.E. nº 244 del 11 de octubre de 2002):



La aceleración sísmica viene definida por la expresión: $a = S \times \rho \times a_b$, siendo ρ = coeficiente de riesgo en función del periodo de vida con el que se proyecta la construcción y S un coeficiente de amplificación de terreno dependiente del valor de $\rho \times a_b$.

En cuanto a la sismicidad, la localidad de Piedrafita de Jaca (Huesca) presenta, según la norma NCSE-02 (Parte General y Edificación), una aceleración sísmica básica (a_b) = 0,09 g. Por lo que será necesario la aplicación de la citada norma para el cálculo estructural.

La información contenida en el presente documento sólo afecta al material sometido a ensayo / inspección.

Este documento no podrá ser reproducido total ni parcialmente sin la autorización escrita de IGEO-2 S.L.

Ensayo realizado por Laboratorio IGEO-2, S.L. inscrito en el Registro General del Código Técnico de la Edificación Sección 5-1 con el nº ARA-L-002, según Real Decreto

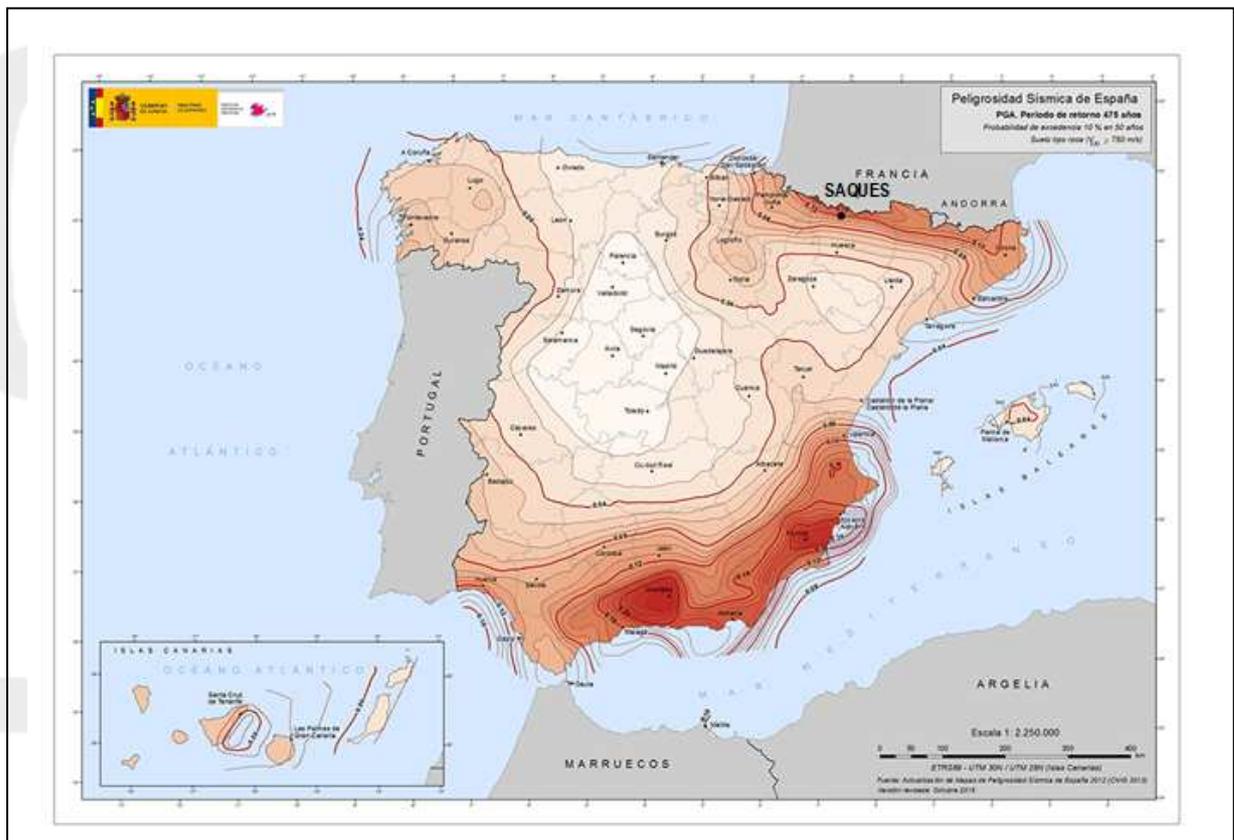
410/2010 de 31 de marzo.

Página 18 de 57



La aceleración sísmica viene definida por la expresión: $a = S \times \rho \times a_b$, siendo ρ =coeficiente de riesgo en función del periodo de vida con el que se proyecta la construcción y S un coeficiente de amplificación de terreno dependiente del valor de $\rho \times a_b$.

Si bien, hay que tener en cuenta que la citada norma se encuentra en revisión, especialmente a partir del terremoto de Lorca de 2011, fruto del cual se ha desarrollado el nuevo mapa de peligrosidad sísmica, actualizado en 2015. Esta actualización editada por el Instituto Geográfico Nacional IGN, no es de obligado cumplimiento, el nuevo mapa de riesgos sísmicos si implica un aumento de la fuerza sísmica:



Si bien, y siguiendo la actualización adjunta “Actualización de los Mapas de Peligrosidad Sísmica de España de 2015”, la localidad de Piedrafita de Jaca (Huesca) se encuentra en una zona con una aceleración sísmica básica (a_b)=0,10 – 0,12 g. Por lo que será necesario la aplicación de la citada norma para el cálculo estructural.

La información contenida en el presente documento sólo afecta al material sometido a ensayo / inspección.

Este documento no podrá ser reproducido total ni parcialmente sin la autorización escrita de IGEO-2 S.L.

Ensayo realizado por Laboratorio IGEO-2, S.L. inscrito en el Registro General del Código Técnico de la Edificación Sección 5-1 con el nº ARA-L-002, según Real Decreto

410/2010 de 31 de marzo.

Página 19 de 57



Según el código técnico de la edificación CTE, Documento Básico SE-C de Seguridad estructural y Cimientos, apartado 3.3 Contenido del estudio geotécnico, punto 4 *“En municipios con aceleración sísmica de al menos 0,08 g, o si se ha solicitado expresamente, de cada sondeo, se identificará la clasificación de cada unidad geotécnica o estrato a efectos de su comportamiento sísmico, según la NSCE.”*

Clasificación de los tipos de terreno según NSCE:

- Terreno tipo I: Roca compacta, suelo cementado o granular muy denso. Velocidad de propagación de las ondas elásticas transversales o de cizalla, $V_s > 750$ m/s.
- Terreno tipo II: Roca muy fracturada, suelos granulares densos o cohesivos duros. Velocidad de propagación de las ondas elásticas transversales o de cizalla, $750 \text{ m/s} \geq V_s > 400$ m/s.
- Terreno tipo III: Suelo granular de compacidad media, o suelo cohesivo de consistencia firme a muy firme. Velocidad de propagación de las ondas elásticas transversales o de cizalla, $400 \text{ m/s} \geq V_s > 200$ m/s.
- Terreno tipo IV: Suelo granular suelto, o suelo cohesivo blando. Velocidad de propagación de las ondas elásticas transversales o de cizalla, $V_s \leq 200$ m/s.

A cada uno de estos tipos de terreno se le asigna el valor del coeficiente C indicado en la siguiente tabla:

COEFICIENTES DEL TERRENO

TIPO DE TERRENO	COEFICIENTE C
I	1,0
II	1,3
III	1,6
IV	2,0

Para obtener el valor del coeficiente C de cálculo se determinarán los espesores de cada tipo de terreno existentes en los primeros 30 metros bajo la superficie.

Se adoptará como valor de C, el valor medio obtenido al ponderar los coeficientes C de cada estrato con su espesor e, en metros, mediante la expresión:

La información contenida en el presente documento sólo afecta al material sometido a ensayo / inspección.

Este documento no podrá ser reproducido total ni parcialmente sin la autorización escrita de IGEO-2 S.L.

Ensayo realizado por Laboratorio IGEO-2, S.L. inscrito en el Registro General del Código Técnico de la Edificación Sección 5-1 con el nº ARA-L-002, según Real Decreto

410/2010 de 31 de marzo.

Página 20 de 57



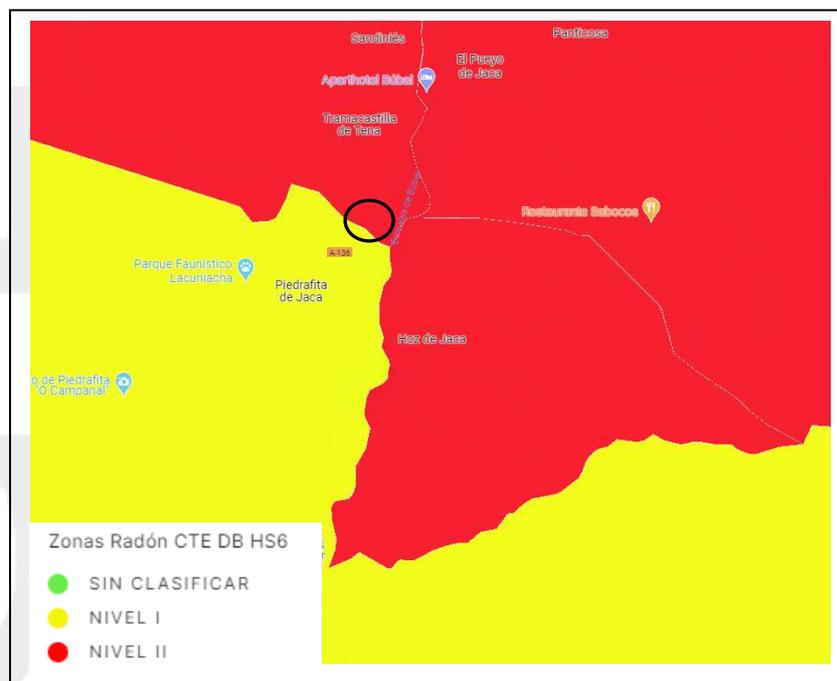
En los edificios con sótano bajo el nivel general de la superficie del terreno, los espesores de las distintas capas para clasificar las condiciones de cimentación deben, normalmente, medirse a partir de la rasante.

$$C = \frac{\sum C_i \cdot e_i}{30}$$

En nuestro caso en concreto el valor estimado de **C es de 1,5**, estimando un perfil de terreno formado por un primer nivel de “suelo cohesivo blando” seguido de un nivel estimado como “suelo granular de compacidad media y/o cohesivo de consistencia firme a muy firme” y por ultimo, a partir de la cota de rechazo a la penetración el sustrato rocoso de la zona, interpretado como “Roca muy fracturada o Suelo cohesivo duro”.

6.5 PROTECCIÓN FRENTE A LA EXPOSICIÓN AL RADÓN

Según el ANEJO II- Documento Básico HS Salubridad – Sección HS-6 “Protección frente a la exposición al radón”. El municipio de Saqués (Huesca), se encuentra dentro de la ZONA 1, como se observa en el mapa adjunto.



La información contenida en el presente documento sólo afecta al material sometido a ensayo / inspección.

Este documento no podrá ser reproducido total ni parcialmente sin la autorización escrita de IGEO-2 S.L.

Ensayo realizado por Laboratorio IGEO-2, S.L. inscrito en el Registro General del Código Técnico de la Edificación Sección 5-1 con el nº ARA-L-002, según Real Decreto

410/2010 de 31 de marzo.

Página 21 de 57

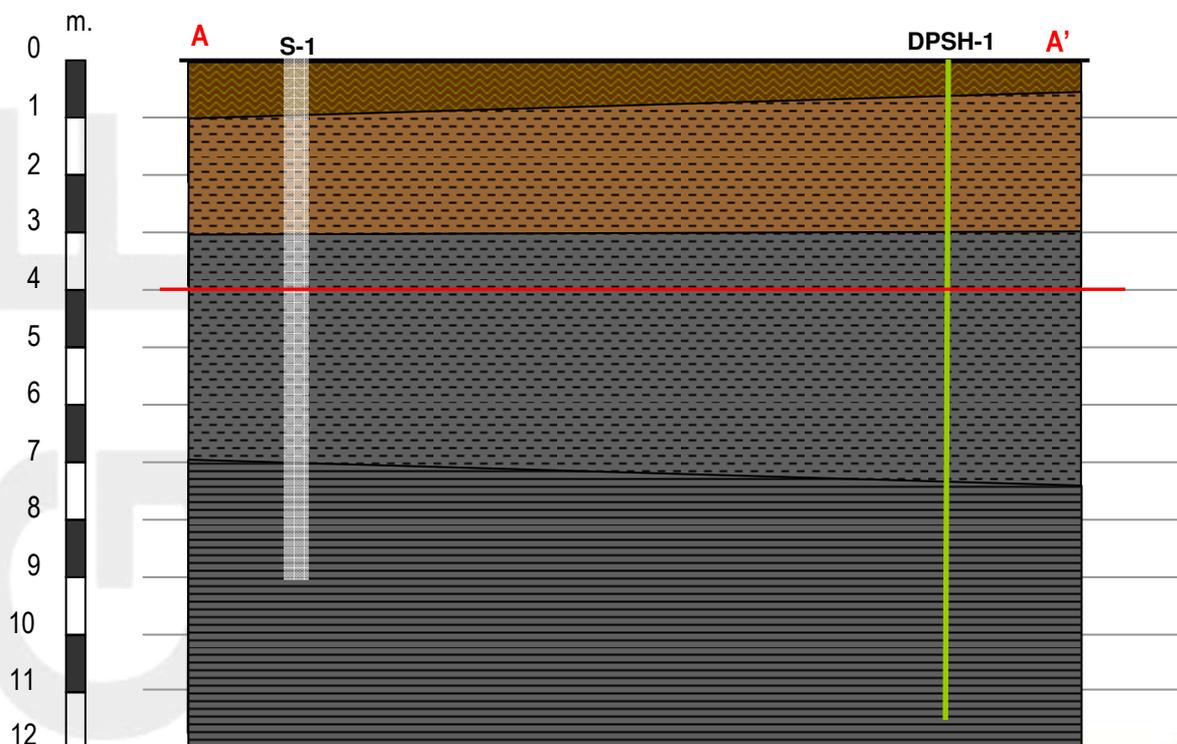
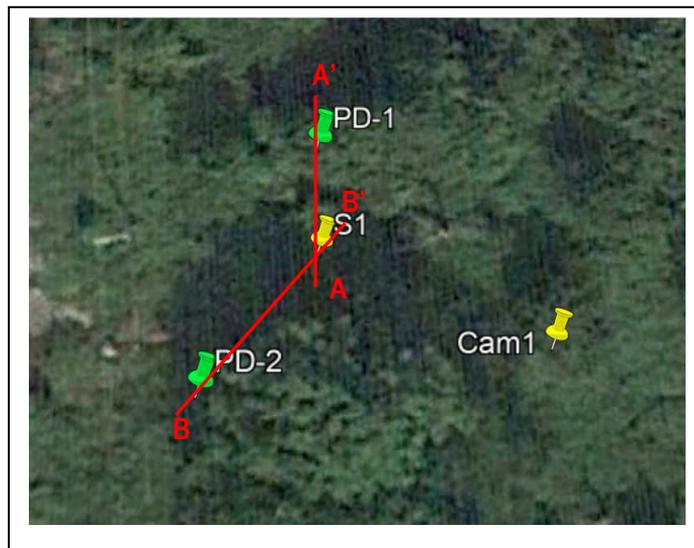


7 PERFIL LITOLÓGICO DEL TERRENO

El perfil litológico en profundidad es el siguiente:

- **Nivel 1**, terreno vegetal superficial.
- **Nivel 2**, arcillas y limos.
- **Nivel 3**, nivel resistente y de rechazo a la penetración.

CROQUIS EN PLANTA



La información contenida en el presente documento sólo afecta al material sometido a ensayo / inspección.

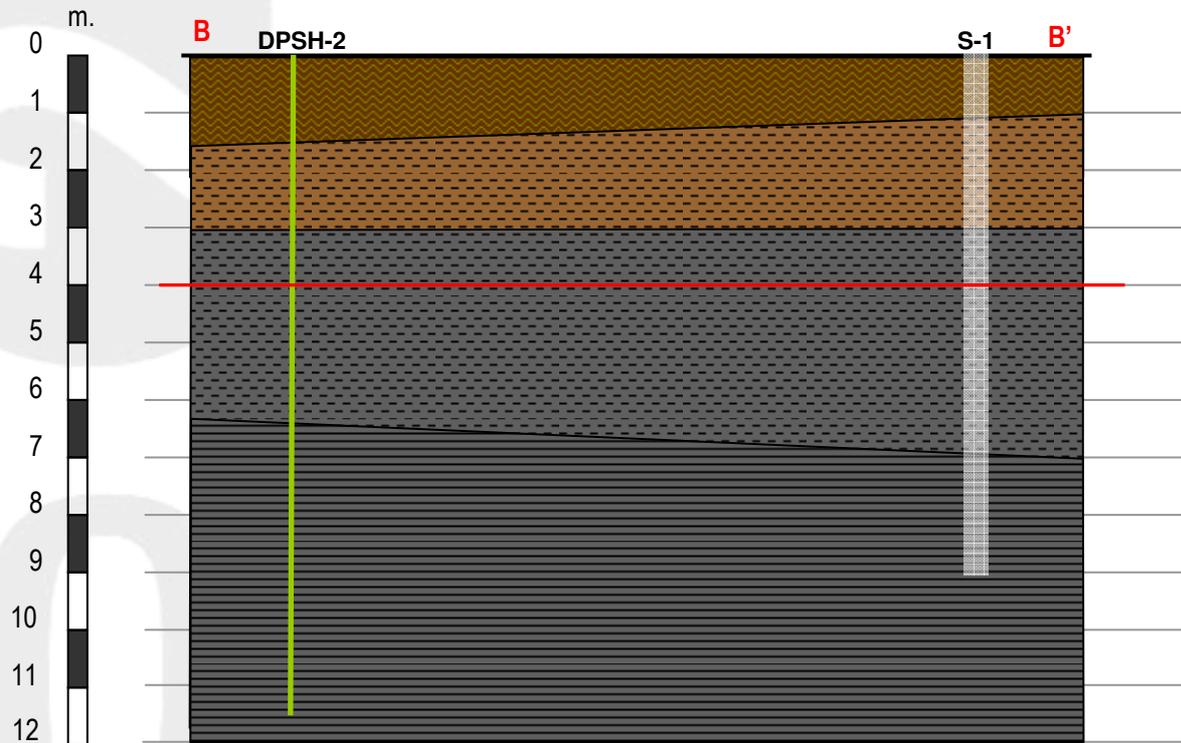
Este documento no podrá ser reproducido total ni parcialmente sin la autorización escrita de IGEO-2 S.L.

Ensayo realizado por Laboratorio IGEO-2, S.L. inscrito en el Registro General del Código Técnico de la Edificación Sección 5-1 con el nº ARA-L-002, según Real Decreto

410/2010 de 31 de marzo.

Página 22 de 57





LEYENDA:

-  Terreno vegetal.
-   Arcillas y limos.
-  Nivel resistente y de rechazo a la penetración.
-  Cota estimada de excavación para la implantación de la EDAR.

7.1 NIVEL FREÁTICO

En el momento de la realización de los ensayos de campo (11 y 12 de Septiembre de 2024), no se detectó ningún nivel de agua local hasta la cota de ensayo alcanzada.

Se tiene que tener en cuenta que el nivel freático local no se trata de un nivel estable, sino que puede sufrir continuas variaciones por épocas de crecidas o estiajes, así como por la frecuencia o no de precipitaciones en las diferentes estaciones.

La información contenida en el presente documento sólo afecta al material sometido a ensayo / inspección.

Este documento no podrá ser reproducido total ni parcialmente sin la autorización escrita de IGEO-2 S.L.

Ensayo realizado por Laboratorio IGEO-2, S.L. inscrito en el Registro General del Código Técnico de la Edificación Sección 5-1 con el nº ARA-L-002, según Real Decreto

410/2010 de 31 de marzo.

Página 23 de 57



8 PROPIEDADES GEOTECNICAS DE LOS MATERIALES

Para determinar las características geotécnicas y conocer la naturaleza y el estado del terreno, a parte de los trabajos de campo, son necesarios los ensayos de laboratorio.

Se han tomado muestras representativas de cada tipo de material con el objeto de determinar sus características geotécnicas (los resultados pueden consultarse en el Anexo 3: ENSAYOS DE LABORATORIO).

A continuación, se describen las características geotécnicas de los materiales que aparecen:

8.1 NIVEL DE TERRENO VEGETAL

Se trata de un nivel arcilloso de color marrón con abundantes raíces y cantos dispersos.

Del nivel se identificó el techo y el muro a las siguientes cotas aproximadas:

ENSAYOS	S-1	DPSH-1*	DPSH-2*
COTA TECHO (m)	0,00	0,00	0,00
COTA MURO (m)	-1,00	-1,00	-1,80

*Estas profundidades son las interpretadas con los golpes obtenidos por lo que en ocasiones puede existir alguna variación.

Los parámetros geotécnicos del material son:

PARAMETROS GEOTECNICOS Y QUIMICOS			
Densidad, γ	1,75 gr/cm ³ *		
Cohesión, Cu	$\approx 0,02 \text{ kp/cm}^2$ *	Angulo rozamiento interno, Φ	$\approx 14^\circ - 15^\circ$ *
Cohesión, C'	$\approx 0,01 \text{ kp/cm}^2$ *	Angulo rozamiento interno, Φ'	$\approx 15^\circ - 16^\circ$ *
Meteorización	Alta	Ripabilidad	Alta
Sulfatos solubles en agua	0,01 % / 88 mg/Kg de SO ₄ (No agresivo al hormigón, según Código Estructural RD 470/2021)		

*→ Valor estimado por experiencia en materiales similares analizados en infinidad de ocasiones y por correlación con fórmulas recogidas en bibliografía reconocida.

La información contenida en el presente documento sólo afecta al material sometido a ensayo / inspección.

Este documento no podrá ser reproducido total ni parcialmente sin la autorización escrita de IGEO-2 S.L.

Ensayo realizado por Laboratorio IGEO-2, S.L. inscrito en el Registro General del Código Técnico de la Edificación Sección 5-1 con el nº ARA-L-002, según Real Decreto

410/2010 de 31 de marzo.

Página 24 de 57



8.2 NIVEL DE ARCILLAS Y LIMOS CON CANTOS

Se trata de un nivel compuesto por arcillas y limos marrones con ocasionales cantos heterométricos y poligénicos dispersos subangulosos a subredondeados. En el sondeo, a partir de 3,00 metros de profundidad, se observa un cambio brusco en la coloración, testificando arcillas y limos grises oscuras, con presencia de fragmentos de roca margosa y pizarrosa subangulosos y heterométricos.

Del nivel se identificó el techo y el muro a las siguientes cotas aproximadas:

ENSAYOS	S-1	DPSH-1*	DPSH-2*
COTA TECHO (m)	-1,00	-1,00	-1,80
COTA MURO (m)	-7,00	-7,40	-6,60

*Estas profundidades son las interpretadas con los golpes obtenidos por lo que en ocasiones puede existir alguna variación.

Los parámetros geotécnicos del material son:

PARAMETROS GEOTECNICOS Y QUIMICOS					
Densidad, γ	1,80 – 1,90 gr/cm ³ *				
Límites de Atterberg, %	L. Líquido (w_p)	L. Plástico (w_L)	I. Plasticidad (I_p)		
	34,1 – 36,4	20,4 – 21,2	13,7 – 15,2		
Presión de hinchamiento	Bajo a medio*		Colapsabilidad	No colapsable *	
Cohesión, C_u	$\approx 0,30 - 0,75 \text{ kp/cm}^2$ *	Angulo rozamiento interno, Φ		$\approx 21^\circ - 22^\circ$ *	
Cohesión, C'	$\approx 0,10 - 0,30 \text{ kp/cm}^2$ *	Angulo rozamiento interno, Φ'		$\approx 22^\circ - 23^\circ$ *	
Coeficiente de permeabilidad k_z , m/s	$10^{-7} - 10^{-9}$ (Según CTE) *				
Módulo de deformación, E_0	$\approx \text{de } 100,00 - 300,00 \text{ kp/cm}^2$ *				
Módulo balasto (30 x 30 cm), K_{30}	$\approx \text{de } 1,50 - 3,00 \text{ kp/cm}^3$ *				
Ensayo penetración	N ₂₀ D.P.S.H. (Rp)			N ₃₀ S.P.T. (Rp)	
	Mín. de 2 y máx. de 16 (25)			Mín. de 8 y máx. de 28	
Clasificación S.U.C.S	CL / SC	Meteorización	Alta	Ripabilidad	Alta
Sulfatos solubles en agua	0,01 – 0,02 % / 83 – 204 mg/Kg de SO ₄ (No agresivo al hormigón, según Código Estructural RD 470/2021)				

*→ Valor estimado por experiencia en materiales similares analizados en infinidad de ocasiones y por correlación con fórmulas recogidas en bibliografía reconocida.

S.U.C.S. Sistema Unificado de Clasificación de Suelos.

La información contenida en el presente documento sólo afecta al material sometido a ensayo / inspección.

Este documento no podrá ser reproducido total ni parcialmente sin la autorización escrita de IGEO-2 S.L.

Ensayo realizado por Laboratorio IGEO-2, S.L. inscrito en el Registro General del Código Técnico de la Edificación Sección 5-1 con el nº ARA-L-002, según Real Decreto

410/2010 de 31 de marzo.

Página 25 de 57



8.3 NIVEL RESISTENTE Y DE RECHAZO A LA PENETRACIÓN

Se trata de un nivel en el que se observa un aumento progresivo en la resistencia del material hasta alcanzar el rechazo a la penetración. Podría interpretarse como un nivel granular, sin descartar que pudiese ser debido a la presencia del sustrato rocoso de la zona, muy fracturado y alterado en los primeros metros.

Del nivel se identificó el techo y el muro a las siguientes cotas aproximadas:

ENSAYOS	S-1	DPSH-1*	DPSH-2*
COTA TECHO (m)	-7,00	-7,40	-6,60
COTA MURO (m)	-9,00	-11,40**	-10,00**

*Estas profundidades son las interpretadas con los golpes obtenidos por lo que en ocasiones puede existir alguna variación.

**Cota de rechazo a la penetración.

9 TALUDES DE EXCAVACIÓN

Para la colocación de la EDAR, y siguiendo la información facilitada por técnicos del Instituto Aragonés del Agua, se rebajará el terreno unos 4,00 metros aproximadamente.

Estos taludes de excavación se compondrán de un primer nivel de cobertera vegetal superficial (nivel 1), seguido de un potente nivel de arcillas y limos con cantos de color marrón a techo y de un marcado color gris a partir de aproximadamente los 3,00 metros de profundidad (nivel 2).

TALUDES ESTABLES A CORTO PLAZO:

Por experiencia en la zona, taludes con geometrías 1H:3V serán estables a corto plazo.

TALUDES ESTABLES A LARGO PLAZO:

Por experiencia en la zona, para trabajar del lado de la seguridad y a largo plazo se recomienda la excavación de taludes con geometrías 1H:1V.

O bien geometrías subverticales con métodos de contención adecuados. Siguiendo lo establecido en el Código Técnico de la Edificación, como elemento de contención para los

La información contenida en el presente documento sólo afecta al material sometido a ensayo / inspección.

Este documento no podrá ser reproducido total ni parcialmente sin la autorización escrita de IGEO-2 S.L.

Ensayo realizado por Laboratorio IGEO-2, S.L. inscrito en el Registro General del Código Técnico de la Edificación Sección 5-1 con el nº ARA-L-002, según Real Decreto

410/2010 de 31 de marzo.

Página 26 de 57



taludes que se generarán, podrían ser perfectamente ejecutables entre otras las siguientes opciones:

- MUROS POR BATACHES.

→ En caso de realizar **MUROS POR BATACHES**, estos muros no se empotrarán en el terreno por debajo del nivel de excavación, por lo que su estabilidad se logrará exclusivamente por medio de los anclajes.

NOTA: Según CTE, Documento Básico SE-C Cimientos “*Salvo justificación en contra, este procedimiento se utilizará únicamente en excavaciones sobre el nivel freático*”.

10 ANALISIS DE LA CIMENTACION

A continuación, se plantean las siguientes opciones de cimentación dado el perfil de terreno identificado una vez realizado el rebaje de terreno necesario para la implantación de la EDAR proyectada:

OPCIÓN 1: Cimentación de tipo continuo, basada en zapata corrida y/o losa de reparto de cargas apoyada en el nivel 2 de arcillas y limos con cantos.

OPCIÓN 2: Cimentación semiprofunda mediante pozos de cimentación excavados hasta el nivel 3 de nivel resistente y de rechazo a la penetración y rellenos de hormigón de limpieza hasta la cota de las zapatas de hormigón armado.

OPCIÓN 3: Cimentación semiprofunda, de tipo continuo mediante zanjas de cimentación excavadas hasta el nivel 3 de nivel resistente y de rechazo a la penetración y rellenos de hormigón de limpieza hasta la cota de las zapatas corridas de hormigón armado.

OPCIÓN 4: Cimentación mediante pilotes perforados y hormigonados in situ o micropilotes empotrados en el nivel 3 a partir de la cota de rechazo a la penetración. La presión de diseño para este tipo de cimentación dependerá tanto del tipo y diámetro del pilote elegido como del empotramiento del mismo en el estrato resistente.

La información contenida en el presente documento sólo afecta al material sometido a ensayo / inspección.

Este documento no podrá ser reproducido total ni parcialmente sin la autorización escrita de IGEO-2 S.L.

Ensayo realizado por Laboratorio IGEO-2, S.L. inscrito en el Registro General del Código Técnico de la Edificación Sección 5-1 con el nº ARA-L-002, según Real Decreto

410/2010 de 31 de marzo.

Página 27 de 57



Cualquiera de estas posibilidades de cimentación se podrá ejecutar, siendo la dirección facultativa de la obra la que determine cual de ellas se ajusta más al proyecto realizado.

La presión de diseño para las tres primeras opciones de cimentación se determina en el apartado siguiente. En caso de optar por una cimentación de tipo profundo, será necesario la realización de un sondeo adicional en el que se alcance el nivel de rechazo a la penetración para identificar su litología, y realizar los ensayos de laboratorio necesarios para calcular los parámetros de fuste y punta de los pilotes / micropilotes.

10.1 CIMENTACIÓN DE GRÚA

Para el caso de grúa, dado el perfil de terreno identificado se plantean las siguientes opciones de cimentación:

OPCIÓN 1: Una grúa automontante que no transmita al terreno una tensión de contacto superior a 0,75 kp/cm², una vez retirada toda la cobertera vegetal existente y evitando colocarla en zonas donde el material se observe con mucha humedad y/o embebido en agua (ver DPSH-2).

11 PARÁMETROS DE CÁLCULO

11.1 CIMENTACION EN TERRENOS COHESIVOS

11.1.1 PRESIÓN DE HUNDIMIENTO

LOSA

Para la cimentación en faja sobre un terreno con carga vertical centrada, cohesión y sobrecarga, la presión de hundimiento neta es:

$$q_{h_{neta}} = (C_u * 5,14) * \left(1 + \frac{0,195B}{L}\right) * \left(1 + 0,4 \frac{D_f}{B}\right)$$

La información contenida en el presente documento sólo afecta al material sometido a ensayo / inspección.

Este documento no podrá ser reproducido total ni parcialmente sin la autorización escrita de IGEO-2 S.L.

Ensayo realizado por Laboratorio IGEO-2, S.L. inscrito en el Registro General del Código Técnico de la Edificación Sección 5-1 con el nº ARA-L-002, según Real Decreto

410/2010 de 31 de marzo.

Página 28 de 57



C_u = resistencia al corte sin drenaje

B = Ancho de la losa

L = Longitud de la losa

D_f = Cota de la base de la losa

γ = Densidad del terreno bajo la cimentación

Para la cimentación mediante losa de dimensiones estimadas de aproximadamente $B= 8,00$ m. y $L= 12,70$ m. (dimensiones aproximadas facilitadas por técnicos del Instituto Aragonés del Agua), sobre un nivel de arcillas y limos con una cohesión $C_u= 0,50$ kg/cm² y a una profundidad de 4,00 m., la carga de hundimiento vendrá dada por:

$$q_{h_{neta}} = (C_u * 5,14) * \left(1 + \frac{0,195B}{L} \right) * \left(1 + 0,4 \frac{D_f}{B} \right) = 3,46 \text{ kp/cm}^2$$

**Valores de C_u recogidos de bibliografía especializada:
Mecánica de suelos y cimentaciones
Guía geotécnica para cimentaciones de edificios
Geotecnia y cimientos III

ZAPATA CORRIDA

$$q_h = (C * N_c) + (q * N_q) + (0,5 * \gamma_a * B * N_\gamma)$$

según Terzaghi

Siendo:

C = Cohesión del terreno

N_c, N_q, N_γ = Factores de capacidad de carga, dependen únicamente del ángulo de rozamiento interno ϕ

q = Sobrecarga sobre el nivel de cimentación = $\gamma_1 \times D$

γ_1 = Densidad del terreno por encima de la cota de cimentación

D = Espesor del terreno por encima de la cota de cimentación

B = Ancho de las zapatas

γ = Densidad del terreno bajo la cimentación

γ_a = Densidad del terreno del cimiento

La información contenida en el presente documento sólo afecta al material sometido a ensayo / inspección.

Este documento no podrá ser reproducido total ni parcialmente sin la autorización escrita de IGEO-2 S.L.

Ensayo realizado por Laboratorio IGEO-2, S.L. inscrito en el Registro General del Código Técnico de la Edificación Sección 5-1 con el nº ARA-L-002, según Real Decreto

410/2010 de 31 de marzo.

Página 29 de 57



Para la cimentación sobre un nivel de arcillas y limos con una cohesión $C' = 0,10 \text{ kp/cm}^2$, una densidad de $1,80 \text{ g/cm}^3$, un ángulo de rozamiento interno $\varphi = 22^\circ$, la carga de hundimiento vendrá dada por:

$$q_h = (C' \cdot N_c) + (q \cdot N_q) + (0,5 \cdot \gamma_a \cdot B \cdot N_\gamma) = 7,88 \text{ kg/cm}^2$$

11.1.2 PRESIÓN ADMISIBLE

En función de la presión de hundimiento y tomando como coeficiente de seguridad $F_s = 3$, la presión admisible calculada es:

LOSA DE REPARTO DE CARGAS

$$q_{ad} \leq \frac{q_{h_{neta}}}{F_s}$$

$$q_{ad} \leq \frac{q_h}{3} = 1,15 \text{ kg/cm}^2$$

ZAPATA CORRIDA

$$q_{ad} \leq \frac{q_{h_{neta}}}{F_s}$$

$$q_{ad} \leq \frac{q_h}{3} = 2,63 \text{ kg/cm}^2$$

Otro factor a tener en cuenta, a la hora de determinar la presión de diseño para el cálculo de la cimentación una vez conocida la carga admisible del terreno, son los asientos.

11.1.3 ASIENTOS

Los asientos se podrán determinar utilizando el Método elástico;

Los asientos totales (asiento inicial + asiento de consolidación) se calculan a partir de la fórmula:

$$At = q \times B \times (1 - \nu'^2) \times I / E'$$

Siendo:

q = Presión de diseño

B = Ancho de la cimentación

ν' = Coeficiente de Poisson

E' = Módulo de deformación

I = Coeficiente de influencia (dependiente de la morfología de la zapata)

La información contenida en el presente documento sólo afecta al material sometido a ensayo / inspección.

Este documento no podrá ser reproducido total ni parcialmente sin la autorización escrita de IGEO-2 S.L.

Ensayo realizado por Laboratorio IGEO-2, S.L. inscrito en el Registro General del Código Técnico de la Edificación Sección 5-1 con el nº ARA-L-002, según Real Decreto

410/2010 de 31 de marzo.

Página 30 de 57



El asiento total se producirá tras el desalojo del agua intersticial debido a la presión transmitida al terreno, por lo que el Módulo de deformación (E') y Coeficiente de Poisson (ν) serán los correspondientes al material tras disiparse las presiones intersticiales

Previamente al asiento total se producirá el asiento inicial a partir de la misma fórmula pero partiendo de Coeficiente de Poisson (ν) y Módulo de deformación (E) previos a la realización de la cimentación.

$$At = q \times B \times (1 - \nu^2) \times l / E$$

Se puede determinar un módulo edométrico a partir de la cohesión sin drenaje del terreno según la relación:

$$*Em = 250 \times Cu = 125,00 \text{ kp/cm}^2$$

*Hartman y Schmertman 1978.

A partir de este módulo edométrico se determinará el valor del Módulo de deformación final E' a partir de:

$$E' = (2/3) \times Em \times (1 + \nu) = 108,33 \text{ kp/cm}^2$$

Tomando como valores de ν (Ref: Manual del US Department of the Navy (1982) y Bowles (1982)):

Arcillas duras $\nu = 0,15$

Arcillas medias $\nu = 0,3$

Arcillas blandas $\nu = 0,4$

Una vez determinado el módulo de deformación final y los valores de Coeficiente de Poisson según el tipo de material sobre el que se realizará la cimentación, se podrá ya determinar el asiento final:

LOSA

$$At = q \times B \times (1 - \nu^2) \times l / E' = \mathbf{4,6 \text{ cm}}$$

Asientos estimados para una tensión de contacto de $1,00 \text{ kp/cm}^2$ y un ancho de cimentación estimado en 8,00 metros y un largo de 12,70 metros.

ZAPATA CORRIDA

$$At = q \times B \times (1 - \nu^2) \times l / E' = \mathbf{1,7 \text{ cm}}$$

Asientos estimados para una tensión de contacto de $1,25 \text{ kp/cm}^2$ y un ancho de cimentación estimado en 1,50 metros.

La información contenida en el presente documento sólo afecta al material sometido a ensayo / inspección.

Este documento no podrá ser reproducido total ni parcialmente sin la autorización escrita de IGEO-2 S.L.

Ensayo realizado por Laboratorio IGEO-2, S.L. inscrito en el Registro General del Código Técnico de la Edificación Sección 5-1 con el nº ARA-L-002, según Real Decreto



NOTA IMPORTANTE: Según la información facilitada, se proyectan dos losas de las dimensiones utilizadas para cálculo (8,00 metros de ancho y 12,70 metros de largo), separadas entre ellas entre 0,50 a 1,00 metro, se aconseja que se analicen los bulbos de transmisión de cargas de la zona de contacto entre las dos losas, ya que al solaparse, podrían generar asientos mayores a los obtenidos en cálculo.

Remarcar que las tensiones admisibles expuestas, llevan implícitas un factor de seguridad de 3 (F=3) para un asiento máximo de una pulgada (2,54 cm) en el caso de zapatas y un máximo de 2 pulgadas (5,08 cm) en el caso de losa de reparto de cargas.

11.2 CIMENTACION EN TERRENOS GRANULARES

Tanto las gravas como las arenas se pueden considerar como suelos granulares. Para este tipo de suelos se puede determinar la carga admisible a partir de la resistencia en punta (basados en los golpes de las pruebas de penetración).

En este caso, además de la resistencia en punta para determinar la carga admisible del terreno, habrá que tener en cuenta el volumen de material retirado a la hora de realizar la excavación del sótano de las viviendas.

$$Q_{adm} (total) \leq Q_{adm} (rp) + Q_{ad} (exc)$$

La carga admisible en función de los valores de resistencia en punta ($Q_{adm} (rp)$) para suelos granulares, según Meyerhorf:

$$*Q_{adm} = 12N_{SPT}(1+D/3B) * (S_t/25) \text{ en kN/m}^2 \quad \text{para } B < 1,20 \text{ mts}$$

**Según Código Técnico de la Edificación y estimando un ancho de zapata (B) de metros.*

$$*Q_{adm} = 8N_{SPT}(1+D/3B) * (S_t/25) * ((B+0.3)/B)^2 \text{ en kN/m}^2 \quad \text{para } B > 1,20 \text{ mts}$$

**Según Código Técnico de la Edificación y estimando un ancho de zapata / losa (B) de metros.*

Siendo:

S_t Asiento total admisible en mm

La información contenida en el presente documento sólo afecta al material sometido a ensayo / inspección.

Este documento no podrá ser reproducido total ni parcialmente sin la autorización escrita de IGEO-2 S.L.

Ensayo realizado por Laboratorio IGEO-2, S.L. inscrito en el Registro General del Código Técnico de la Edificación Sección 5-1 con el nº ARA-L-002, según Real Decreto

410/2010 de 31 de marzo.

Página 32 de 57



N_{SPT} Valor medio de los resultados, obtenidos en una zona de influencia de la cimentación comprendida entre un plano situado a una distancia $0.5B$ por encima de su base y otro situado a una distancia mínima de $2B$ por debajo de la misma

D Profundidad

B Ancho de la cimentación

Dado que por debajo de la cota de cimentación, los valores de la prueba de penetración (y a su vez la resistencia en punta) son ascendentes y la carga transmitida en profundidad es descendente (a mayor profundidad menor es la carga transmitida), se determina que el terreno va a ser capaz de resistir la carga transmitida.

Otro factor a tener en cuenta, a la hora de determinar la presión de diseño para el cálculo de la cimentación una vez conocida la carga admisible del terreno, son los asientos:

11.2.1 ASIENTOS

Siguiendo las expresiones matemáticas propuestas en el apartado F.1.2.2 “Suelos granulares con una proporción en peso de partículas de más de 20 mm inferior al 30%”, del Código Técnico de la Edificación CTE, Documento Básico de Seguridad Estructural y Cimiento SE-C

En dicho apartado se marcan las fórmulas matemáticas para el cálculo del asiento de una cimentación directa en un terreno de las características señaladas. Empleando la expresión de Burland y Burbidge, que se basa directamente en los resultados obtenidos en el ensayo SPT o deducidos de ensayos de penetración a través de correlaciones debidamente contrastadas.

$$S_i = f_l \cdot f_s \cdot q'_b \cdot B^{0.7} \cdot I_c$$

Siendo:

S_i el asiento instantáneo al final de la construcción, en mm

q'_b la presión efectiva bruta aplicada en la base de la cimentación, en KN/m^2

B el ancho de la zapata o losa, en m

I_c el índice de compresibilidad definido en función del valor medio de golpeo N_{SPT} del ensayo SPT en una zona de influencia (Z_i) bajo la zapata o losa, cuya profundidad viene determinada en función del ancho de la cimentación.

f_s un coeficiente dependiente de las dimensiones de la cimentación directa, supuesta esta rectangular. Su valor viene dado por:

La información contenida en el presente documento sólo afecta al material sometido a ensayo / inspección.

Este documento no podrá ser reproducido total ni parcialmente sin la autorización escrita de IGEO-2 S.L.

Ensayo realizado por Laboratorio IGEO-2, S.L. inscrito en el Registro General del Código Técnico de la Edificación Sección 5-1 con el nº ARA-L-002, según Real Decreto

410/2010 de 31 de marzo.

Página 33 de 57



$$f_s = ((1,25 \cdot L/B) / (L/B + 0,25))^2$$

donde, L es el largo de la zapata o losa en metros y B el ancho (m).

f_l es un factor de corrección que permite considerar la existencia de una capa rígida por debajo de la zapata a una profundidad H_s , ($H_s < Z_I$), donde Z_I es la profundidad de influencia bajo la zapata dentro de la cual se produce el 75% del asiento. Su valor viene dado por la expresión:

$$f_l = H_s/Z_I (2 - H_s/Z_I)$$

ZAPATAS (POZOS DE CIMENTACIÓN):

Para unas dimensiones de cimentación de aproximadamente 1,50 metros de lado, calculadas para una tensión de contacto con el terreno de 2,00 kp/cm², los asientos que se generarán serán del orden de **1,6 cm**.

ZAPATA CORRIDA (ZANJA CORRIDA DE CIMENTACIÓN):

Para unas dimensiones de cimentación de aproximadamente 1,50 metros de ancho y 26,00 metros de largo, calculadas para una tensión de contacto con el terreno de 2,00 kp/cm², los asientos que se generarán serán del orden de **2,4 cm**.

NOTA: Los asientos calculados, se estiman sean los máximos que llegarían a producirse, ya que para el cálculo de los mismos se han tomado los valores de golpeo más desfavorables obtenidos en los ensayos de campo llevados a cabo.

La información contenida en el presente documento sólo afecta al material sometido a ensayo / inspección.

Este documento no podrá ser reproducido total ni parcialmente sin la autorización escrita de IGEO-2 S.L.

Ensayo realizado por Laboratorio IGEO-2, S.L. inscrito en el Registro General del Código Técnico de la Edificación Sección 5-1 con el nº ARA-L-002, según Real Decreto

410/2010 de 31 de marzo.

Página 34 de 57



12 RECOMENDACIONES Y CONCLUSIONES

EL INSTITUTO ARAGONÉS DEL AGUA, encarga a IGEO-2, s.l., la realización de un estudio geotécnico para la futura construcción de la nueva EDAR de Piedrafita de Jaca próxima al término municipal de Saqués (Huesca).

Según el Código Técnico de la Edificación Documento Básico SE-C de Seguridad Estructural y Cimientos el perfil de terreno identificado en el solar se clasifica como **grupo de terreno T-1**, y la obra proyectada se clasifica como **tipo de construcción C-0**.

PERFIL DEL TERRENO:

- ❑ Nivel 1: terreno vegetal.
- ❑ Nivel 2: arcillas y limos.
- ❑ Nivel 3: nivel resistente y de rechazo a la penetración.

Los espesores y las características geotécnicas de cada nivel figuran en el apartado 8 del presente informe.

NIVEL FREÁTICO:

Como ya se ha comentado en el apartado 7.1 del presente informe, en el momento de la realización de los ensayos de campo (11 y 12 de Septiembre de 2024), no se detectó ningún nivel de agua local hasta la cota de ensayo alcanzada.

Se tiene que tener en cuenta que el nivel freático local no se trata de un nivel estable, sino que puede sufrir continuas variaciones por épocas de crecidas o estiajes, así como por la frecuencia o no de precipitaciones en las diferentes estaciones.

HORMIGÓN:

- ❑ Requisitos generales:

Para conseguir una durabilidad adecuada del hormigón se debe cumplir la **máxima relación agua/cemento**, el **contenido mínimo de cemento** y la **resistencia característica** recogidos en la Código Estructural RD 470/2021 Tablas: 43.2.1.a y 43.2.1.b:

La información contenida en el presente documento sólo afecta al material sometido a ensayo / inspección.

Este documento no podrá ser reproducido total ni parcialmente sin la autorización escrita de IGEO-2 S.L.

Ensayo realizado por Laboratorio IGEO-2, S.L. inscrito en el Registro General del Código Técnico de la Edificación Sección 5-1 con el nº ARA-L-002, según Real Decreto

410/2010 de 31 de marzo.

Página 35 de 57



Tabla 43.2.1.a Contenido mínimo de cemento y máxima relación agua/cemento

Parámetro de dosificación	Tipo de hormigón	Clase de exposición																				
		XO	XC1	XC2	XC3	XC4	XS1	X32	XS3	XD1	XD2	XD3	XF1	XF2	XF3	XF4	XA1	XA2	XA3	XM1	XM2	XM3
Máxima relación agua/cemento.	Masa	0,60	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,55	0,50	0,55	0,50	0,50	0,50	0,45	0,50	0,50	0,50
	Armado	0,60	0,60	0,60	0,55	0,55	0,50	0,50	0,45	0,50	0,50	0,50	0,55	0,50	0,55	0,50	0,50	0,50	0,45	0,50	0,50	0,50
	Pretensado	0,60	0,60	0,60	0,55	0,55	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,50	0,45	0,50	0,50	0,45	0,45	0,50	0,50	0,50

Parámetro de dosificación	Tipo de hormigón	Clase de exposición																				
		XO	XC1	XC2	XC3	XC4	XS1	X32	XS3	XD1	XD2	XD3	XF1	XF2	XF3	XF4	XA1	XA2	XA3	XM1	XM2	XM3
Contenido mínimo de cemento (kg/m ³).	Masa	200	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	275	300	275	300	275	300	325	300	300	300
	Armado	250	275	275	300	300	300	325	350	325	325	325	300	325	300	325	325	350	350	325	325	325
	Pretensado	275	300	300	300	300	300	325	350	325	325	325	300	325	300	325	325	350	350	325	325	325

Tabla 43.2.1.b Resistencia característica mínima esperada para el hormigón (*)

Parámetro de dosificación	Tipo de hormigón	Clase de exposición																				
		XO	XC1	XC2	XC3	XC4	XS1	XS2	XS3	XD1	XD2	XD3	XF1	XF2	XF3	XF4	XA1	XA2	XA3	XM1	XM2	XM3
Resistencia característica (N/mm ²).	Masa	20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	30	30	30	30	30	30	35	30	30	30
	Armado	25	25	25	30	30	30	30	35	30	30	30	30	30	30	30	30	30	35	30	30	30
	Pretensado	25	25	25	30	30	30	35	35	35	35	35	30	30	30	30	30	35	35	30	30	30

(*) Resistencia característica mínima alcanzable para un hormigón fabricado con cemento de categoría resistente 32,5 R con un contenido mínimo de cemento y máxima relación agua/cemento, conformes a lo indicado en la tabla 43.2.1a.

La información contenida en el presente documento sólo afecta al material sometido a ensayo / inspección.

Este documento no podrá ser reproducido total ni parcialmente sin la autorización escrita de IGEO-2 S.L.

Ensayo realizado por Laboratorio IGEO-2, S.L. inscrito en el Registro General del Código Técnico de la Edificación Sección 5-1 con el nº ARA-L-002, según Real Decreto

410/2010 de 31 de marzo.

Página 36 de 57



Tabla 27.1.b Clasificación de la agresividad química

Tipo de medio agresivo	Parámetros	Tipo de exposición		
		XA1	XA2	XA3
		Ataque débil	Ataque medio	Ataque fuerte
AGUA.	VALOR DEL pH, según UNE 83952.	6,5 - 5,5	5,5 - 4,5	< 4,5
	CO ₂ AGRESIVO (mg CO ₂ / l), según UNE-EN 13577.	15 - 40	40 - 100	> 100
	IÓN AMONIO (mg NH ₄ ⁺ / l), según UNE 83954.	15 - 30	30 - 60	> 60
	IÓN MAGNESIO (mg Mg ²⁺ / l), según UNE 83955.	300 - 1000	1000 - 3000	> 3000
	IÓN SULFATO (mg SO ₄ ²⁻ / l), según UNE 83956.	200 - 600	600 - 3000	> 3000
	RESIDUO SECO (mg / l), según UNE 83957.	75 - 150	50 - 75	< 50
SUELO.	GRADO DE ACIDEZ. BAUMANN-GULLY (ml/kg), según UNE-EN 16502.	> 200	(*)	(*)
	IÓN SULFATO (mg SO ₄ ²⁻ / kg de suelo seco), según UNE 83963.	2000 - 3000	3000 - 12000	> 12000

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

6. Ataque químico		
XA1	Ambiente de una débil agresividad química conforme a la tabla 27.1.b.	Terrenos naturales y aguas (subterráneas, industriales, residuales, etc.).
XA2	Ambiente de una moderada agresividad química conforme a la tabla 27.1.b.	Terrenos naturales y aguas (subterráneas, industriales, residuales, etc.).
XA3	Ambiente de una alta agresividad química conforme a la tabla 27.1.b.	Terrenos naturales y aguas (subterráneas, industriales, residuales, etc.).

El **porcentaje de ión sulfato** determinado en laboratorio para los niveles estudiados, dio valores entre 0,01 – 0,02 % (83 – 204 mg/Kg de SO₄), por lo que en ambos casos se clasifican como **No agresivo al hormigón** según el Código Estructural RD 470/2021. Con estos porcentajes de SO₄, **no se hace necesario el uso de cemento (SR) sulfo-resistente** en todo elemento estructural en contacto con dichos niveles.

La clase de exposición según el tipo de ambiente y la agresividad del terreno es **no agresivo* (Ila según EHE-08)**.

*Para terrenos **no agresivos al hormigón**, las clases de exposición posibles según el Código Estructural serían: **XC1** (seco o permanentemente húmedo) – **XC2** (húmedo, raramente seco) – **XC3** (humedad moderada).

La información contenida en el presente documento sólo afecta al material sometido a ensayo / inspección.

Este documento no podrá ser reproducido total ni parcialmente sin la autorización escrita de IGEO-2 S.L.

Ensayo realizado por Laboratorio IGEO-2, S.L. inscrito en el Registro General del Código Técnico de la Edificación Sección 5-1 con el nº ARA-L-002, según Real Decreto

410/2010 de 31 de marzo.

Página 37 de 57



Si bien, para **cimentaciones profundas** “*pilotes hormigonados in situ*”, en el Código Técnico de la Edificación (CTE), Documento Básico de Seguridad Estructural y Cimientos (SE-C), puntos 2 y 3 del subapartado 5.4.1.1.2 *Dosificación y propiedades del hormigón*, se recogen los criterios de contenido mínimo de cemento, relación agua / cemento y contenido mínimo de finos, así como valores de consistencia del hormigón según diferentes condiciones de colocación:

Tabla 5.2. Dosificaciones de amasado

Contenido de cemento	
- vertido en seco	$\geq 325 \text{ Kg/m}^3$
- hormigonado sumergido	$\geq 375 \text{ Kg/m}^3$
Relación agua-cemento (A/C)	
	$< 0,6$
Contenido de finos $d < 0,125 \text{ mm}$ (cemento incluido)	
- árido grueso $d > 8 \text{ mm}$	$\geq 400 \text{ kg/m}^3$
- árido grueso $d \leq 8 \text{ mm}$	$\geq 450 \text{ kg/m}^3$

Tabla 5.3. Consistencia del hormigón

Asientos de cono de Abrams mm	Condiciones típicas de uso (ejemplos)
$130 \leq H \leq 180$	Hormigón vertido en seco
$H \geq 160$	Hormigón bombeado o bien hormigón sumergido, vertido bajo agua con tubo tremie
$H \geq 180$	Hormigón sumergido, vertido bajo fluido estabilizador con tubo tremie

Nota.- Los valores medidos del asiento (H) deben redondearse a los 10 mm

SISMICIDAD:

En cuanto a la sismicidad, la localidad de Piedrafita de Jaca (Huesca) presenta, según la norma NCSE-02 (Parte General y Edificación), una aceleración sísmica básica (a_b)=0,09 g. Por lo que será necesario la aplicación de la citada norma para el cálculo estructural.

EXCAVABILIDAD DEL TERRENO:

La excavabilidad del terreno es alta en todos los niveles testificados, es decir la excavación de los mismos se podrá realizar con una retroexcavadora convencional.

La información contenida en el presente documento sólo afecta al material sometido a ensayo / inspección.

Este documento no podrá ser reproducido total ni parcialmente sin la autorización escrita de IGEO-2 S.L.

Ensayo realizado por Laboratorio IGEO-2, S.L. inscrito en el Registro General del Código Técnico de la Edificación Sección 5-1 con el nº ARA-L-002, según Real Decreto

410/2010 de 31 de marzo.

Página 38 de 57



TALUDES:

En el apartado 9 del presente informe se expone detalladamente una serie de recomendaciones sobre los taludes que se generarán con la excavación proyectada para la implantación de la EDAR.

Según la información facilitada por técnicos del Instituto Aragonés del Agua, se proyecta una excavación de unos 4,00 metros, los taludes se compondrán del perfil de terreno descrito (nivel 1 de terreno vegetal, seguido del nivel 2 de arcillas y limos).

TALUDES ESTABLES A CORTO PLAZO

Por experiencia en la zona, taludes con geometrías 1H:3V serán estables a corto plazo.

TALUDES ESTABLES A LARGO PLAZO

Para trabajar del lado de la seguridad y a largo plazo se recomienda la excavación de taludes con geometrías 1H:1V.

O bien geometrías subverticales con métodos de contención adecuados. Siguiendo lo establecido en el Código Técnico de la Edificación, como elemento de contención, podrían ser perfectamente ejecutables entre otras las siguientes opciones:

- MUROS REALIZADOS POR BATACHES.

NOTA IMPORTANTE: No se detectó freático en el momento de la realización de los ensayos de campo, pero si una elevada humedad en los primeros centímetros a metro del tramo debido a episodios de intensas lluvias de días anteriores a su ejecución.

Estos materiales arcillosos en caso de presentarse saturados en agua disminuyen considerablemente sus parámetros de cohesión y ángulo de rozamiento interno, por lo que en caso de abrir la excavación en temporadas de intensas lluvias, sería más aconsejable llevarla a cabo con elementos de contención (bataches).

CIMENTACIÓN Y PRESION DE DISEÑO:

Ante la edificación proyectada y el perfil de terreno analizado se plantean una serie de opciones de cimentación (ver apartados 10 y 11 del presente informe), aquí se expone un breve resumen de las posibles opciones planteadas y los parámetros requeridos para su ejecución una vez realizado el rebaje de terreno necesario para la construcción de la EDAR proyectada:

La información contenida en el presente documento sólo afecta al material sometido a ensayo / inspección.

Este documento no podrá ser reproducido total ni parcialmente sin la autorización escrita de IGEO-2 S.L.

Ensayo realizado por Laboratorio IGEO-2, S.L. inscrito en el Registro General del Código Técnico de la Edificación Sección 5-1 con el nº ARA-L-002, según Real Decreto

410/2010 de 31 de marzo.

Página 39 de 57



- Una cimentación superficial empotrada en el nivel 2 de arcillas y limos, la cota de aparición del mismo figura en el apartado 8.2 del presente informe.
Se realizará mediante zapatas corridas de hormigón armado.
La presión de diseño para el cálculo de la cimentación será de $\sigma = 1,25 \text{ kp/cm}^2$.
El coeficiente de balasto (k_{30}) es de $2,00 \text{ kp/cm}^3$.
El asiento máximo calculado para la presión de diseño estimada y las dimensiones de la edificación proyectadas es de 1,7 cm.

- Una cimentación superficial empotrada en el nivel 2 de arcillas y limos, la cota de aparición del mismo figura en el apartado 8.2 del presente informe.
Se realizará mediante losa de reparto de cargas.
La presión de diseño para el cálculo de la cimentación será de $\sigma = 1,00 \text{ kp/cm}^2$.
El coeficiente de balasto (k_{30}) es de $2,00 \text{ kp/cm}^3$.
El asiento máximo calculado para la presión de diseño estimada y las dimensiones de la edificación proyectadas es de 4,6 cm.

- Una cimentación semiprofunda empotrada en el nivel 3 de resistencia elevada (estimado de composición granular por conocimiento de la zona a estudio), la cota de aparición del mismo figura en el apartado 8.3 del presente informe.
Se realizará mediante pozos de cimentación rellenos de hormigón de limpieza hasta la cota de las zapatas de hormigón armado.
La presión de diseño para el cálculo de la cimentación será de $\sigma = 2,00 \text{ kp/cm}^2$.
El asiento máximo calculado para la presión de diseño estimada y las dimensiones de la edificación proyectadas es de 1,6 cm.

- Una cimentación semiprofunda empotrada en el nivel 3 de resistencia elevada (estimado de composición granular por conocimiento de la zona a estudio), la cota de aparición del mismo figura en el apartado 8.3 del presente informe.
Se realizará mediante zanjas de cimentación rellenas de hormigón de limpieza hasta la cota de las zapatas corridas de hormigón armado.
La presión de diseño para el cálculo de la cimentación será de $\sigma = 2,00 \text{ kp/cm}^2$.

La información contenida en el presente documento sólo afecta al material sometido a ensayo / inspección.

Este documento no podrá ser reproducido total ni parcialmente sin la autorización escrita de IGEO-2 S.L.

Ensayo realizado por Laboratorio IGEO-2, S.L. inscrito en el Registro General del Código Técnico de la Edificación Sección 5-1 con el nº ARA-L-002, según Real Decreto

410/2010 de 31 de marzo.

Página 40 de 57



El coeficiente de balasto (k_{30}) es de 15,00 kp/cm³.

El asiento máximo calculado para la presión de diseño estimada y las dimensiones de la edificación proyectadas es de 2,4 cm.

NOTA: Otra posible opción de cimentación planteada, es de tipo profundo, mediante pilotes o micropilotes empotrados a partir de la cota de rechazo a la penetración.

En caso de optar por la opción de cimentación de tipo profundo, será necesario la realización de un sondeo adicional en el que se alcance el nivel de rechazo a la penetración para identificar su litología, y realizar los ensayos de laboratorio necesarios para calcular los parámetros de fuste y punta de la misma.

Remarcar que las tensiones admisibles expuestas, llevan implícitas un factor de seguridad de 3 ($F=3$) para un asiento máximo de una pulgada (2,54 cm) en caso de zapatas y de dos pulgadas (5,08 cm) en caso de losa de reparto de cargas.

Por último, se recuerda que el espesor de las capas puede variar a lo largo del solar, así como sus propiedades geotécnicas y las cotas a las que aparece tampoco son constantes.

NOTA: Todas las alturas-profundidades se refieren a la cota del solar en el momento de la realización de los ensayos.

PROGRAMA DE SUPERVISION:

En caso de que se produzca algún tipo de anomalía durante la ejecución de la excavación, respecto a lo indicado en el Proyecto Geotécnico (diferentes materiales a los indicados en el informe, excavaciones más profundas de las indicadas en el informe, etc.), el personal del laboratorio visitará la obra con el objeto de reconocer, confirmar y corroborar los perfiles estratigráficos determinados y los materiales que aparecen, y elaborar un Acta de supervisión.

Recomendamos la presencia de la Dirección Técnica de la obra durante el Programa de supervisión para corroborar la tipología y la cota de cimentación.

La información contenida en el presente documento sólo afecta al material sometido a ensayo / inspección.

Este documento no podrá ser reproducido total ni parcialmente sin la autorización escrita de IGEO-2 S.L.

Ensayo realizado por Laboratorio IGEO-2, S.L. inscrito en el Registro General del Código Técnico de la Edificación Sección 5-1 con el nº ARA-L-002, según Real Decreto

410/2010 de 31 de marzo.

Página 41 de 57



Este informe consta de cuarenta y dos páginas, debidamente selladas y numeradas, así como de anexos de croquis de situación, trabajos de campo, boletines de laboratorio y fotografías.

Huesca, 20 de septiembre de 2024.

VºBº



LORETO PASCUAL SESÉ

Jefa de Departamento de Geología y Geotecnia



ASUNCIÓN BELLÓN BURGASÉ

Directora de Laboratorio

La información contenida en el presente documento sólo afecta al material sometido a ensayo / inspección.

Este documento no podrá ser reproducido total ni parcialmente sin la autorización escrita de IGEO-2 S.L.

Ensayo realizado por Laboratorio IGEO-2, S.L. inscrito en el Registro General del Código Técnico de la Edificación Sección 5-1 con el nº ARA-L-002, según Real Decreto

410/2010 de 31 de marzo.

Página 42 de 57



ANEXO 1

CROQUIS DE SITUACIÓN

La información contenida en el presente documento sólo afecta al material sometido a ensayo / inspección.

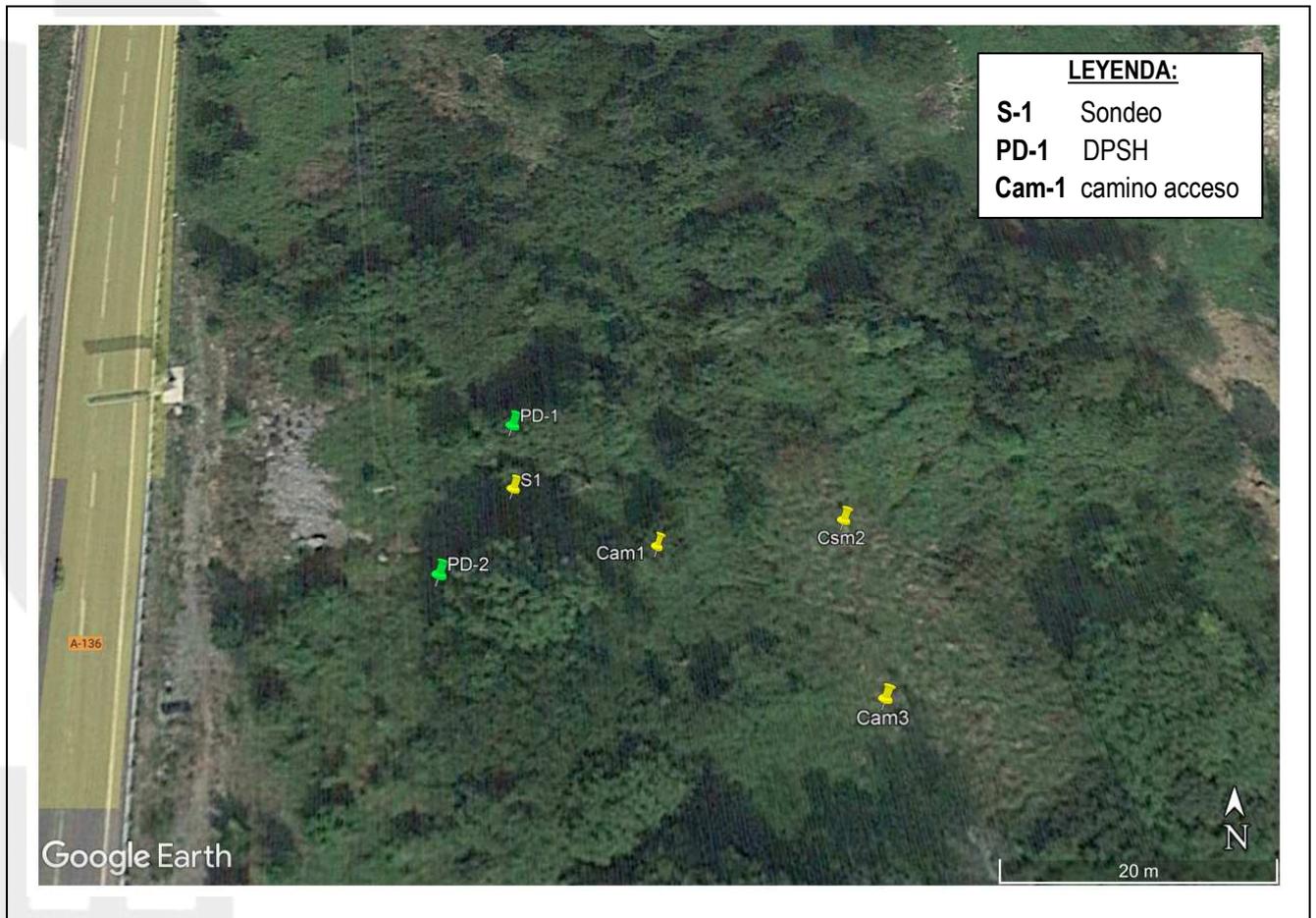
Este documento no podrá ser reproducido total ni parcialmente sin la autorización escrita de IGEO-2 S.L.

Ensayo realizado por Laboratorio IGEO-2, S.L. inscrito en el Registro General del Código Técnico de la Edificación Sección 5-1 con el nº ARA-L-002, según Real Decreto

410/2010 de 31 de marzo.

Página 43 de 57





La información contenida en el presente documento sólo afecta al material sometido a ensayo / inspección.

Este documento no podrá ser reproducido total ni parcialmente sin la autorización escrita de IGEO-2 S.L.

Ensayo realizado por Laboratorio IGEO-2, S.L. inscrito en el Registro General del Código Técnico de la Edificación Sección 5-1 con el nº ARA-L-002, según Real Decreto

410/2010 de 31 de marzo.

Página 44 de 57



ANEXO 2

TRABAJOS DE CAMPO

La información contenida en el presente documento sólo afecta al material sometido a ensayo / inspección.

Este documento no podrá ser reproducido total ni parcialmente sin la autorización escrita de IGEO-2 S.L.

Ensayo realizado por Laboratorio IGEO-2, S.L. inscrito en el Registro General del Código Técnico de la Edificación Sección 5-1 con el nº ARA-L-002, según Real Decreto

410/2010 de 31 de marzo.

Página 45 de 57



Peticionario	INSTITUTO ARAGONES DEL AGUA (IAA)				
Obra	ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA CONSTRUCCIÓN DE EDAR SOTERRADA, SAQUES Y, PIEDRAFITA DE JACA, HUESCA				
Nº Acta	Nº Albarán	Fecha Ensayo	Fecha muestreo	Muestra	Tipo de material y procedencia de la muestra
1807488	3008930	11/09/2024	11/09/2024	3008930-S1	COTA INICIO ENSAYO, RASANTE DEL TERRENO. COORDENADA X: 719567,85 Y; 4731106,93

Ensayos:

METRO LINEAL DE SONDEO
UD. SONDEO A ROTACIÓN (6M), EN
CUALQUIER TIPO DE TERRENO, INCLUIDOS
DESPLAZAMIENTOS, CAJAS, ENSAYOS "IN
SITU" ETC.

Destinatario:

INSTITUTO ARAGONES DEL AGUA (IAA)
AVENIDA DE JOSE ATARÉS Nº 101
50018 - ZARAGOZA
ZARAGOZA

Resultados:

PROF.	PERFIL LITOLÓGICO	MUESTRA	SPT	ENSAYOS					DESCRIPCIÓN LITOLÓGICA
				N.F.	GR	IP	ION SO ₄	C.S.	
0,00 m		3008930-M1 0,00 a 0,60 m			X	X	88	X	Terreno vegetal arcilloso marrón con abundantes raíces y cantos dispersos.
1,00 m		3008930-M2 1,60 a 3,00 m	1,00-1,60 N ₃₀ =8		CL	13,7	204	X	Arcillas y limos marrones versicolores con ocasionales cantos heterométricos dispersos subangulosos a subredondeados y poligénicos.
3,00 m		3008930-M3 3,60 a 7,00 m	3,00-3,60 N ₃₀ =28		SC	15,2	83	X	A partir de 3,00 metros, las arcillas cambian a una coloración gris oscuro, y con presencia ocasional de fragmentos de roca margosa angulosos a subangulosos heterométricos.
4,00 m			5,00-5,60 N ₃₀ =11						A partir de 7,00 metros aumenta ligeramente la litificación del material, así como el contenido en fragmentos de roca testificados.
5,00 m			7,00-7,60 N ₃₀ =14						
6,00 m			8,40-9,00 N ₃₀ =17						
7,00 m									
8,00 m									
9,00 m									
10,0 m									
11,0 m									
12,0 m									
13,0 m									
14,0 m									
15,0 m									
16,0 m									

Observaciones:

Huesca, a 20 de septiembre de 2024

VºBº Director de Laboratorio:

ASUNCION BELLON BURGASE

Jefe de Departamento:

LORETO PASCUAL SESE

La información contenida en el presente documento sólo afecta al material sometido a ensayo / inspección.

Este documento no podrá ser reproducido total ni parcialmente sin la autorización escrita de IGEO-2 S.L.

Ensayo realizado por Laboratorio IGEO-2, S.L. inscrito en el Registro General del Código Técnico de la Edificación Sección 5-1 con el nº ARA-L-002, según Real Decreto

410/2010 de 31 de marzo.

Página 46 de 57



Peticionario		INSTITUTO ARAGONES DEL AGUA (IAA)			
Obra		ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA CONSTRUCCIÓN DE EDAR SOTERRADA, SAQUES Y, PIEDRAFITA DE JACA, HUESCA			
Nº Acta	Nº Albarán	Fecha Ensayo	Fecha muestreo	Muestra	Tipo de material y procedencia de la muestra
1807489	3008930	12/09/2024	12/09/2024	3008930-DPSH1	COTA INICIO ENSAYO:

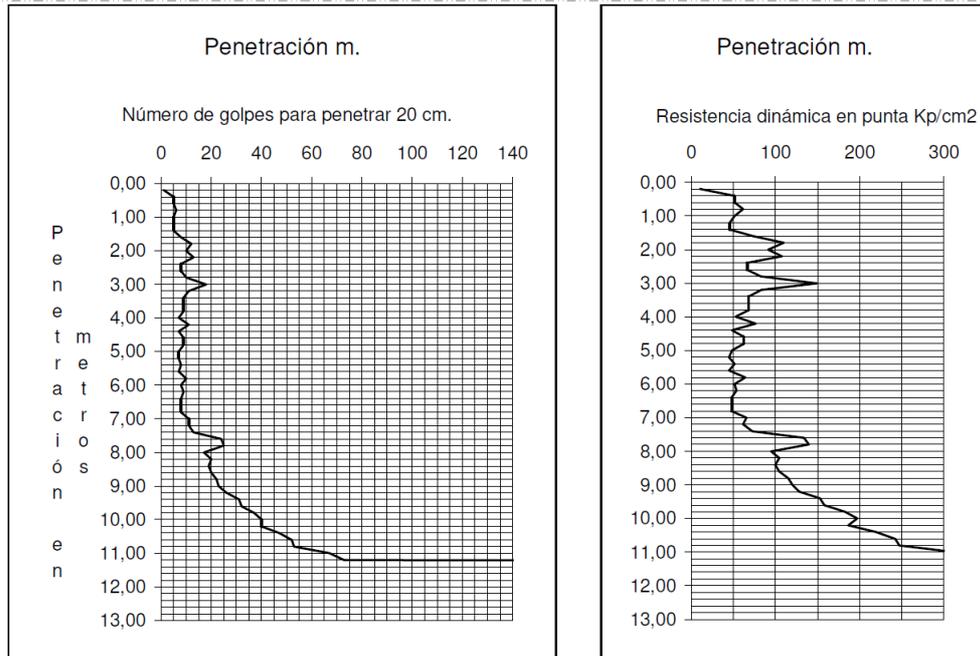
Ensayos:

Destinatario:

UD PRUEBA DE PENETRACIÓN DINÁMICA SUPERPESADA (DPSH), S/
 NORMA ISO 22476-2 (UNE 103801), INCLUIDOS DESPLAZAMIENTOS.

INSTITUTO ARAGONES DEL AGUA (IAA)
AVENIDA DE JOSE ATARÉS Nº 101
50018 - ZARAGOZA
ZARAGOZA

Resultados:



Profundidad (m)	0,20	0,40	0,60	0,80	1,00	1,20	1,40	1,60	1,80	2,00	2,20
Número de Golpes	1	5	5	6	5	5	5	8	12	10	13
Profundidad (m)	2,40	2,60	2,80	3,00	3,20	3,40	3,60	3,80	4,00	4,20	4,40
Número de Golpes	8	8	10	18	11	9	9	9	7	11	7
Profundidad (m)	4,60	4,80	5,00	5,20	5,40	5,60	5,80	6,00	6,20	6,40	6,60
Número de Golpes	9	9	7	7	8	7	10	8	9	8	8
Profundidad (m)	6,80	7,00	7,20	7,40	7,60	7,80	8,00	8,20	8,40	8,60	8,80
Número de Golpes	8	11	11	13	24	25	17	20	19	20	22
Profundidad (m)	9,00	9,20	9,40	9,60	9,80	10,00	10,20	10,40	10,60	10,80	11,00
Número de Golpes	23	26	31	32	37	40	40	47	52	53	67
Profundidad (m)	11,20	11,40	11,60	11,80	12,00	12,20	12,40	12,60	12,80	13,00	
Número de Golpes	73	RZO.	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....

Observaciones:

Huesca, a 20 de septiembre de 2024

VºBº Director de Laboratorio: ASUNCION BELLON BURGASE

Jefe de Departamento:

LORETO PASCUAL SESE

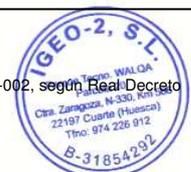
La información contenida en el presente documento sólo afecta al material sometido a ensayo / inspección.

Este documento no podrá ser reproducido total ni parcialmente sin la autorización escrita de IGEO-2 S.L.

Ensayo realizado por Laboratorio IGEO-2, S.L. inscrito en el Registro General del Código Técnico de la Edificación Sección 5-1 con el nº ARA-L-002, según Real Decreto

410/2010 de 31 de marzo.

Página 47 de 57



Peticionario	INSTITUTO ARAGONES DEL AGUA (IAA)				
Obra	ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA CONSTRUCCIÓN DE EDAR SOTERRADA, SAQUES Y, PIEDRAFITA DE JACA, HUESCA				
Nº Acta	Nº Albarán	Fecha Ensayo	Fecha muestreo	Muestra	Tipo de material y procedencia de la muestra
1807490	3008930	12/09/2024	12/09/2024	3008930-DPSH2	COTA INICIO ENSAYO:

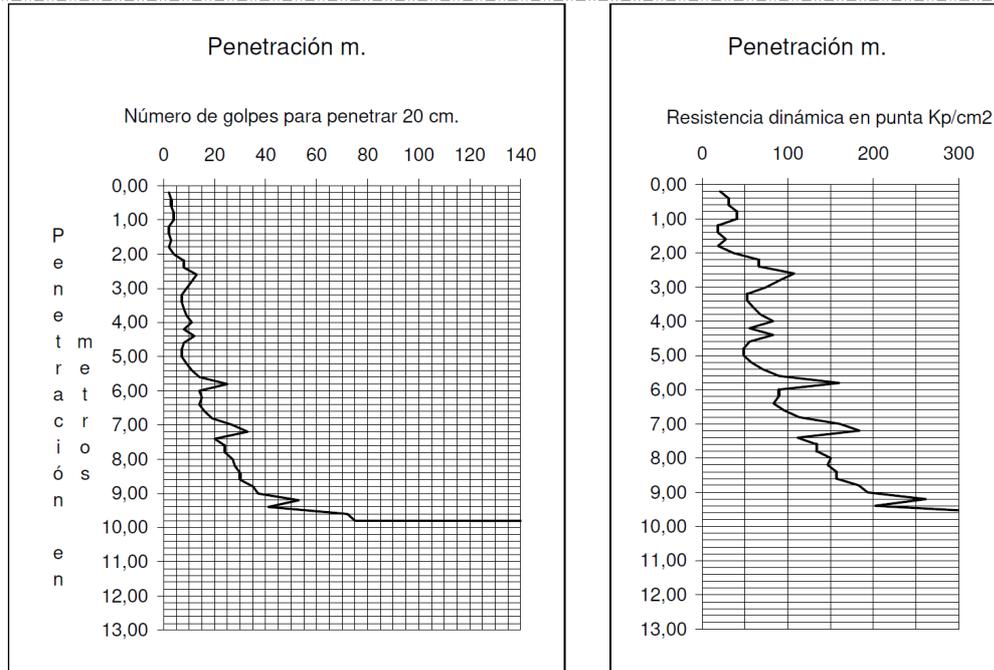
Ensayos:

UD PRUEBA DE PENETRACIÓN DINÁMICA SUPERPESADA (DPSH), S/
 NORMA ISO 22476-2 (UNE 103801), INCLUIDOS DESPLAZAMIENTOS.

Destinatario:

INSTITUTO ARAGONES DEL AGUA (IAA)
AVENIDA DE JOSE ATARÉS Nº 101
50018 - ZARAGOZA
ZARAGOZA

Resultados:



Profundidad (m)	0,20	0,40	0,60	0,80	1,00	1,20	1,40	1,60	1,80	2,00	2,20
Número de Golpes	2	3	3	4	4	2	2	3	2	4	8
Profundidad (m)	2,40	2,60	2,80	3,00	3,20	3,40	3,60	3,80	4,00	4,20	4,40
Número de Golpes	8	13	11	9	7	7	8	9	11	8	12
Profundidad (m)	4,60	4,80	5,00	5,20	5,40	5,60	5,80	6,00	6,20	6,40	6,60
Número de Golpes	8	7	7	9	11	14	25	14	15	14	16
Profundidad (m)	6,80	7,00	7,20	7,40	7,60	7,80	8,00	8,20	8,40	8,60	8,80
Número de Golpes	19	27	33	20	24	24	27	28	30	30	35
Profundidad (m)	9,00	9,20	9,40	9,60	9,80	10,00	10,20	10,40	10,60	10,80	11,00
Número de Golpes	37	53	41	72	75	RZO.	.....	.....	.....	.....	.....
Profundidad (m)	11,20	11,40	11,60	11,80	12,00	12,20	12,40	12,60	12,80	13,00	
Número de Golpes	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....

Observaciones:

Huesca, a 20 de septiembre de 2024

VºBº Director de Laboratorio: **ASUNCION BELLON BURGASE**

Jefe de Departamento: **LORETO PASCUAL SESE**

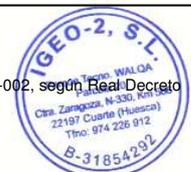
La información contenida en el presente documento sólo afecta al material sometido a ensayo / inspección.

Este documento no podrá ser reproducido total ni parcialmente sin la autorización escrita de IGEO-2 S.L.

Ensayo realizado por Laboratorio IGEO-2, S.L. inscrito en el Registro General del Código Técnico de la Edificación Sección 5-1 con el nº ARA-L-002, según Real Decreto

410/2010 de 31 de marzo.

Página 48 de 57



ANEXO 3

ENSAYOS DE LABORATORIO

La información contenida en el presente documento sólo afecta al material sometido a ensayo / inspección.

Este documento no podrá ser reproducido total ni parcialmente sin la autorización escrita de IGEO-2 S.L.

Ensayo realizado por Laboratorio IGEO-2, S.L. inscrito en el Registro General del Código Técnico de la Edificación Sección 5-1 con el nº ARA-L-002, según Real Decreto

410/2010 de 31 de marzo.

Página 49 de 57



Peticionario	INSTITUTO ARAGONES DEL AGUA (IAA)				
Obra	ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA CONSTRUCCIÓN DE EDAR SOTERRADA, SAQUES Y, PIEDRAFITA DE JACA, HUESCA				
Nº Acta	Albarán	F. ensayo	F. muestreo	Muestra	Tipo de material y Procedencia de la muestra
1807491	3008930	16-18/09/24	18/09/2024	3008930-M1	SONDEO Nº 1 DE 0,00 A 0,60 METROS

Destinatario:
INSTITUTO ARAGONES DEL AGUA (IAA)
AVENIDA DE JOSE ATARÉS Nº 101
50018 - ZARAGOZA
ZARAGOZA

Resultados:

MUESTRA RECOGIDA SEGÚN NORMA ASTM-D2113-99, XP P94-202

- Contenido en ión sulfato (SO_4) según norma UNE 83963
 SO_4 88 mg/Kg

NOTA: Se clasifica como **NO AGRESIVO**, según CÓDIGO ESTRUCTURAL RD 470/2021

Parámetro	Tipo de exposición, tabla 27.1.b		
	XA1 Ataque débil	XA2 Ataque medio	XA3 Ataque fuerte
ión sulfato SO_4 , UNE EN 83963, mg/kg	2.000-3.000	3.000-12.000	> 12.000

Huesca, a 20 de septiembre de 2024

VºBº: Directora de Laboratorio: ASUNCION BELLON BURGASE Jefe de Departamento: LORETO PASCUAL SESE

La información contenida en el presente documento sólo afecta al material sometido a ensayo / inspección.

Este documento no podrá ser reproducido total ni parcialmente sin la autorización escrita de IGEO-2 S.L.

Ensayo realizado por Laboratorio IGEO-2, S.L. inscrito en el Registro General del Código Técnico de la Edificación Sección 5-1 con el nº ARA-L-002, según Real Decreto

410/2010 de 31 de marzo.

Página 50 de 57



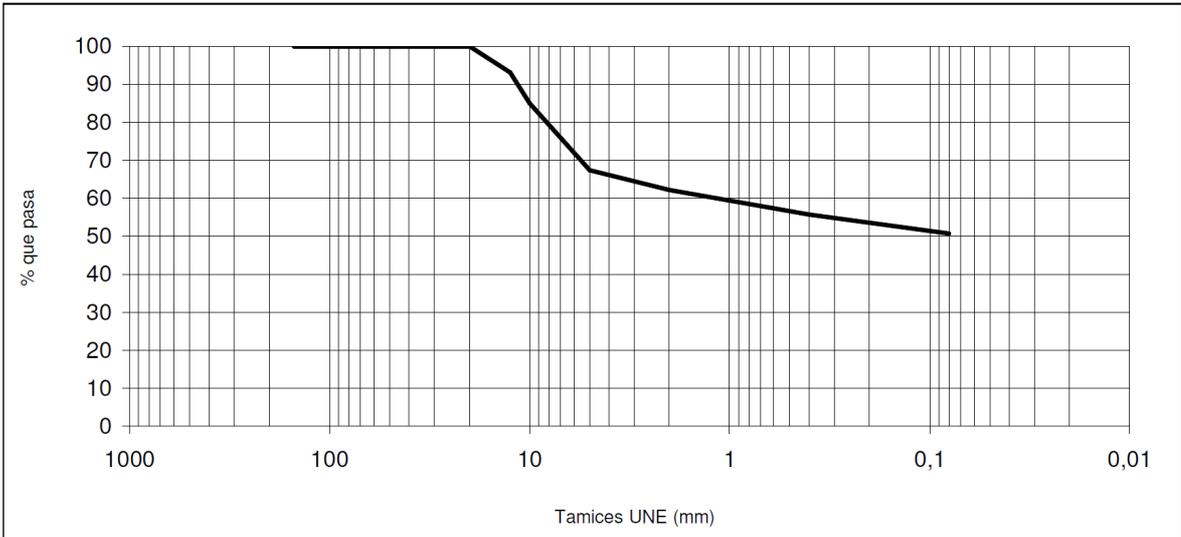
Peticionario						INSTITUTO ARAGONES DEL AGUA (IAA)					
Obra						ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA CONSTRUCCIÓN DE EDAR SOTERRADA, SAQUES Y, PIEDRAFITA DE JACA, HUESCA					
Nº Acta	Nº Albarán	Fecha Ensayo	Fecha muestreo	Muestra	Tipo de material y procedencia de la muestra						
1807492	3008930	16-18/09/24	18/09/2024	3008930-M2	SONDEO Nº 1 DE 1,60 A 3,00 METROS						

Destinatario:

INSTITUTO ARAGONES DEL AGUA (IAA)
 AVENIDA DE JOSE ATARÉS Nº 101
 50018 - ZARAGOZA
 ZARAGOZA

Resultados:

ANALISIS GRANULOMETRICO UNE 103101



Tamices	150	100	80	63	50	40	25	20	12,5	10	5	2	0,4	0,08
% pasa	100	100	100	100	100	100	100	100	93	85	67	62	56	51

LIMITES ATTERBERG UNE EN ISO 17892-12

Límite Líquido (LL).....	34,1
Límite Plástico (LP).....	20,4
Indice Plasticidad (IP).....	13,7

EQUIVALENTE DE ARENA UNE EN 933-8

Equivalente.....	-
------------------	---

DESGASTE ANGELES UNE EN 1097-2

Coefficiente desgaste,%.....	-
------------------------------	---

HUMEDAD NATURAL UNE 103300

Humedad natural, %.....	-
-------------------------	---

COLAPSO UNE103406

Pot. Porcent.colapso 98%PM, Ic....	-
------------------------------------	---

PROCTOR MODIFICADO UNE103501

Máxima Densidad, g/cm ³	-
Humedad Optima, %.....	-

PROCTOR NORMAL UNE103500

Máxima Densidad, g/cm ³	-
Humedad Optima, %.....	-

INDICE CBR UNE 103502

CBR 95%PM compactación.....	-
CBR 98%PM compactación.....	-
CBR 100%PM compactación.....	-

HINCHAMIENTO LIBRE UNE 103601

% Hinchamiento libre 98%PM....	-
--------------------------------	---

ANALISIS QUIMICOS

UNE 103201/103206/103205/103204	
Sulfatos solubles, % SO ₃	-
Ión sulfato, mg SO ₄ /kg muestra	204
Yeso, % CaSO ₄ ·2H ₂ O.....	-
Sales solubles, %	-
Materia orgánica,%.....	-

CLASIFICACION PG-3

Casagrande.....	CL
H.R.B.	A-6
Indice de grupo.....	(4)
ARCILLAS DE MEDIANA PLASTICIDAD	

Huesca, a 20 de septiembre de 2024

VºBºDirector de Laboratorio: ASUNCION BELLON BURGASE

Jefe de Departamento: LORETO PASCUAL SESE

La información contenida en el presente documento sólo afecta al material sometido a ensayo / inspección.

Este documento no podrá ser reproducido total ni parcialmente sin la autorización escrita de IGEO-2 S.L.

Ensayo realizado por Laboratorio IGEO-2, S.L. inscrito en el Registro General del Código Técnico de la Edificación Sección 5-1 con el nº ARA-L-002, según Real Decreto

410/2010 de 31 de marzo.

Página 51 de 57



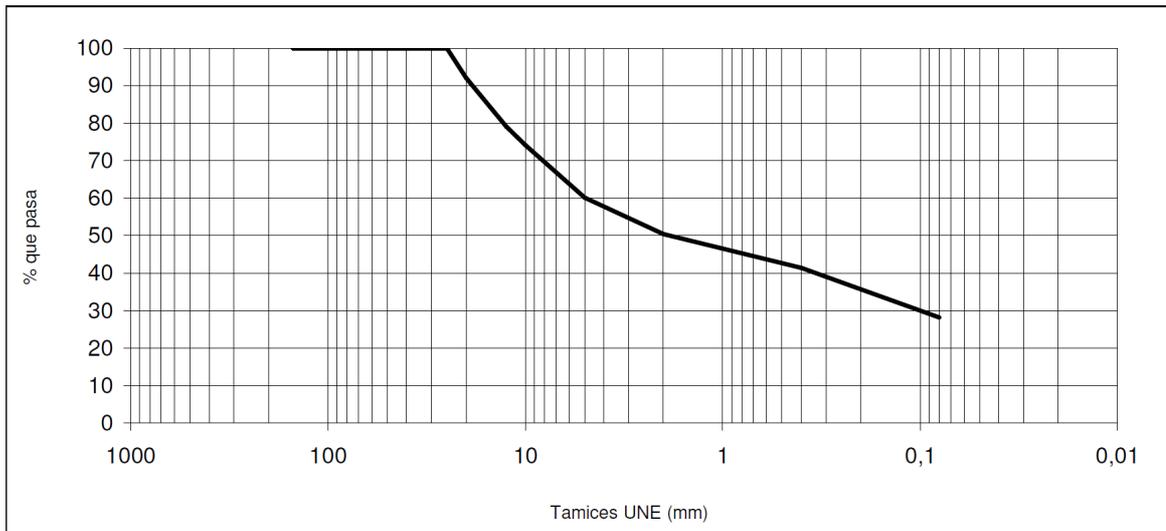
Peticionario						INSTITUTO ARAGONES DEL AGUA (IAA)					
Obra						ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA CONSTRUCCIÓN DE EDAR SOTERRADA, SAQUES Y, PIEDRAFITA DE JACA, HUESCA					
Nº Acta	Nº Albarán	Fecha Ensayo	Fecha muestreo	Muestra	Tipo de material y procedencia de la muestra						
1807493	3008930	16-18/09/24	18/09/2024	3008930-M3	SONDEO Nº 1 DE 3,60 A 7,00 METROS						

Destinatario:

INSTITUTO ARAGONES DEL AGUA (IAA)
AVENIDA DE JOSE ATARÉS Nº 101
50018 - ZARAGOZA
ZARAGOZA

Resultados:

ANALISIS GRANULOMETRICO UNE 103101



Tamices	150	100	80	63	50	40	25	20	12,5	10	5	2	0,4	0,08
% pasa	100	100	100	100	100	100	100	92	79	74	60	50	41	28

LIMITES ATTERBERG UNE EN ISO 17892-12

Límite Líquido (LL).....	36,4
Límite Plástico (LP).....	21,2
Índice Plasticidad (IP).....	15,2

EQUIVALENTE DE ARENA UNE EN 933-8

Equivalente.....	-
------------------	---

DESGASTE ANGELES UNE EN 1097-2

Coefficiente desgaste,%.....	-
------------------------------	---

HUMEDAD NATURAL UNE 103300

Humedad natural, %.....	-
-------------------------	---

COLAPSO UNE103406

Pot. Porcent.colapso 98%PM, Ic....	-
------------------------------------	---

PROCTOR MODIFICADO UNE103501

Máxima Densidad, g/cm ³	-
Humedad Optima, %.....	-

PROCTOR NORMAL UNE103500

Máxima Densidad, g/cm ³	-
Humedad Optima, %.....	-

INDICE CBR UNE 103502

CBR 95%PM compactación.....	-
CBR 98%PM compactación.....	-
CBR 100%PM compactación.....	-

HINCHAMIENTO LIBRE UNE 103601

% Hinchamiento libre 98%PM....	-
--------------------------------	---

ANALISIS QUIMICOS

UNE 103201/103206/103205/103204	
Sulfatos solubles, % SO ₃	-
Ión sulfato, mg SO ₄ /kg muestra	83
Yeso, % CaSO ₄ ·2H ₂ O.....	-
Sales solubles, %	-
Materia orgánica,%.....	-

CLASIFICACION PG-3

Casagrande.....	SC
H.R.B.	A-2-6
Índice de grupo.....	(1)
ARENAS ARCILLOSAS	

Huesca, a 20 de septiembre de 2024

VºBºDirector de Laboratorio: ASUNCION BELLON BURGASE

Jefe de Departamento: LORETO PASCUAL SESE

La información contenida en el presente documento sólo afecta al material sometido a ensayo / inspección.

Este documento no podrá ser reproducido total ni parcialmente sin la autorización escrita de IGEO-2 S.L.

Ensayo realizado por Laboratorio IGEO-2, S.L. inscrito en el Registro General del Código Técnico de la Edificación Sección 5-1 con el nº ARA-L-002, según Real Decreto

410/2010 de 31 de marzo.

Página 52 de 57



ANEXO 4

FOTOGRAFÍAS

La información contenida en el presente documento sólo afecta al material sometido a ensayo / inspección.

Este documento no podrá ser reproducido total ni parcialmente sin la autorización escrita de IGEO-2 S.L.

Ensayo realizado por Laboratorio IGEO-2, S.L. inscrito en el Registro General del Código Técnico de la Edificación Sección 5-1 con el nº ARA-L-002, según Real Decreto

410/2010 de 31 de marzo.

Página 53 de 57



FOTOGRAFÍAS GENERALES DEL SOLAR A ESTUDIO

Fotografías de detalle de la zona desbrozada para la realización de los ensayos de campo.



La información contenida en el presente documento sólo afecta al material sometido a ensayo / inspección.

Este documento no podrá ser reproducido total ni parcialmente sin la autorización escrita de IGEO-2 S.L.

Ensayo realizado por Laboratorio IGEO-2, S.L. inscrito en el Registro General del Código Técnico de la Edificación Sección 5-1 con el nº ARA-L-002, según Real Decreto

410/2010 de 31 de marzo.

Página 54 de 57



Fotografías de detalle de la pista de acceso a la zona explanada / desbrozada, de implantación de la EDAR:



La información contenida en el presente documento sólo afecta al material sometido a ensayo / inspección.

Este documento no podrá ser reproducido total ni parcialmente sin la autorización escrita de IGEO-2 S.L.

Ensayo realizado por Laboratorio IGEO-2, S.L. inscrito en el Registro General del Código Técnico de la Edificación Sección 5-1 con el nº ARA-L-002, según Real Decreto

410/2010 de 31 de marzo.

Página 55 de 57



REALIZACIÓN DE LOS ENSAYOS DE PENETRACIÓN DINÁMICA SUPERPESADA DPSH



La información contenida en el presente documento sólo afecta al material sometido a ensayo / inspección.

Este documento no podrá ser reproducido total ni parcialmente sin la autorización escrita de IGEO-2 S.L.

Ensayo realizado por Laboratorio IGEO-2, S.L. inscrito en el Registro General del Código Técnico de la Edificación Sección 5-1 con el nº ARA-L-002, según Real Decreto

410/2010 de 31 de marzo.

Página 56 de 57



REALIZACIÓN DEL SONDEO Nº 1 Y PERFIL LITOLÓGICO



La información contenida en el presente documento sólo afecta al material sometido a ensayo / inspección.

Este documento no podrá ser reproducido total ni parcialmente sin la autorización escrita de IGEO-2 S.L.

Ensayo realizado por Laboratorio IGEO-2, S.L. inscrito en el Registro General del Código Técnico de la Edificación Sección 5-1 con el nº ARA-L-002, según Real Decreto

410/2010 de 31 de marzo.

Página 57 de 57

