

ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA EL PROYECTO DE CONSERVACIÓN DE LOS TORREONES DE SANT ELOI, TÀRREGA



INFORME: 29328

CLIENTE: AYUNTAMIENTO DE TÀRREGA

FECHA: 1 DE OCTUBRE DE 2024

ÍNDEX

1. INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS	3
2. TRABAJOS REALIZADOS	8
2.1. SONDEOS A ROTACIÓN CON EXTRACCIÓN DE TESTIMONIO CONTINUO	9
2.2. ASSAJOS SPT	10
2.3. ENSAYO DE PENETRACIÓN DINÁMICA (DPSH)	11
2.4. CALICATAS MECÁNICAS	12
2.5. MOSTRES INALTERADES I REPRESENTATIVES.....	14
2.6. CAMPANYA D'ASSAJOS DE LABORATORI	15
2.6.1. ASSAJOS REALITZATS A L'ESTUDI	16
3. GEOLOGIA.....	17
3.1. CONTEXTO GEOLÓGICO.....	17
3.2. DESCRIPCIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO.....	19
3.3. CARACTERÍSTICAS GEOTÉCNICAS DE LA ZONA DE ESTUDIO	20
3.4. NIVEL FREÁTICO	24
4. ANÁLISIS DE RESULTADOS	24
4.1. CÁLCULO DE CIMENTACIONES SUPERFICIALES	24
4.2. CÁLCULO DE ASIENTOS	26
4.3. PATOLOGÍAS DETECTADAS	27
5. RIPABILIDAD	28
6. SISMICIDAD.....	28
7. RESUMEN Y CONCLUSIONES	30

Anejos

Plano de situación de ensayos

Actas de Sondeos

Actas de ensayos DPSH

Acta de Calicata

Perfiles Geotécnicos

Actas de Ensayos de Laboratorio

Tabla Resumen de Ensayos de Laboratorio

Reportaje Fotográfico

1. INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

A petición del **AYUNTAMIENTO DE TÀRREGA** se han realizado una serie de trabajos geotécnicos en los torreones de la sección sur de la fortificación de Sant Eloi situado en el Paseo de Simó Canet núm. 14, en la localidad de Tàrrega.

Las estructuras que se analizan en este informe corresponderían a unos de los elementos del fortín de la iglesia de Sant Eloi, que se levantó el año 1876, y posteriormente se restauró el año 1964.



Figura 1. Fotografía aérea de la zona de estudio.

Este informe tiene como objetivo principal confirmar las conclusiones que se aportaron en el informe geotécnico Q14X0058 y evaluar la cota y el estado de la cimentación del edificio actual.

A continuación, se presenta una sección facilitada por el cliente correspondiente a la edificación actual.

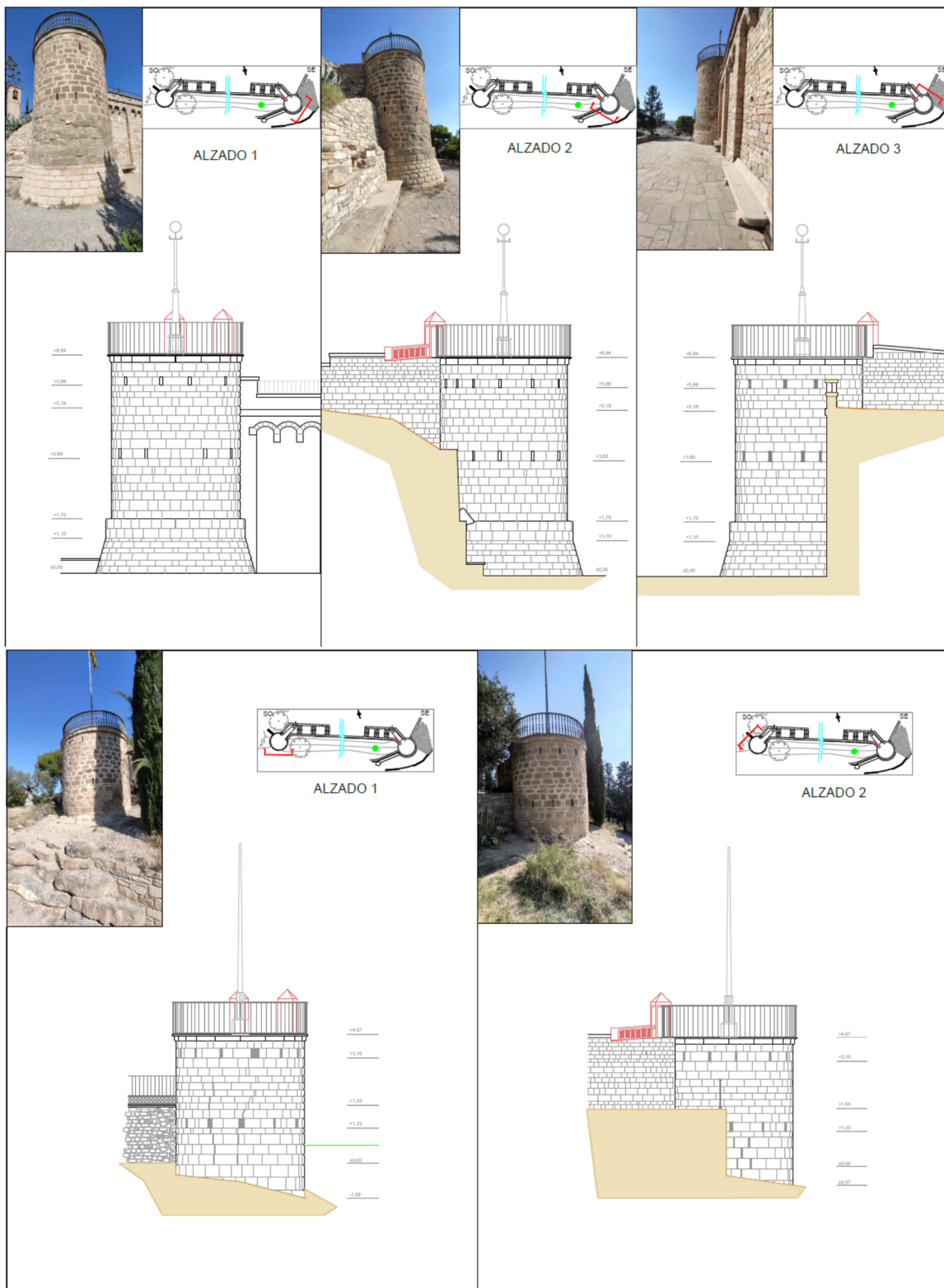


Figura 2. Sección facilitada por el cliente correspondiente a la edificación actual

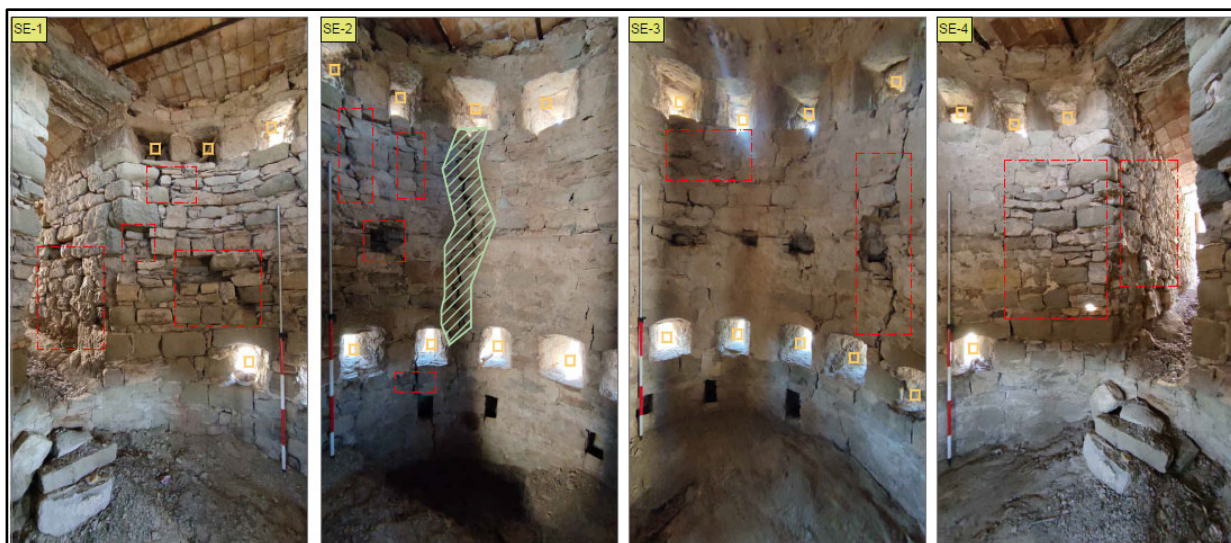


Figura 3. Sección interior facilitada por el cliente correspondiente al torreó SE.



Figura 4. Sección interior facilitada por el cliente correspondiente al torreón SO.

Como se observan en las imágenes proporcionadas por el cliente, se pueden ver diferentes grietas, tanto en la parte exterior como el interior, con unas dimensiones de apertura del orden centimétrico.

Adicionalmente, para este estudio se han ejecutado una calicata mecánica en el exterior del torreón sudeste, para conocer la tipología y el material de apoyo de la cimentación actual del mismo.

En la siguiente imagen se presenta la situación de la calicata mecánica realizada.

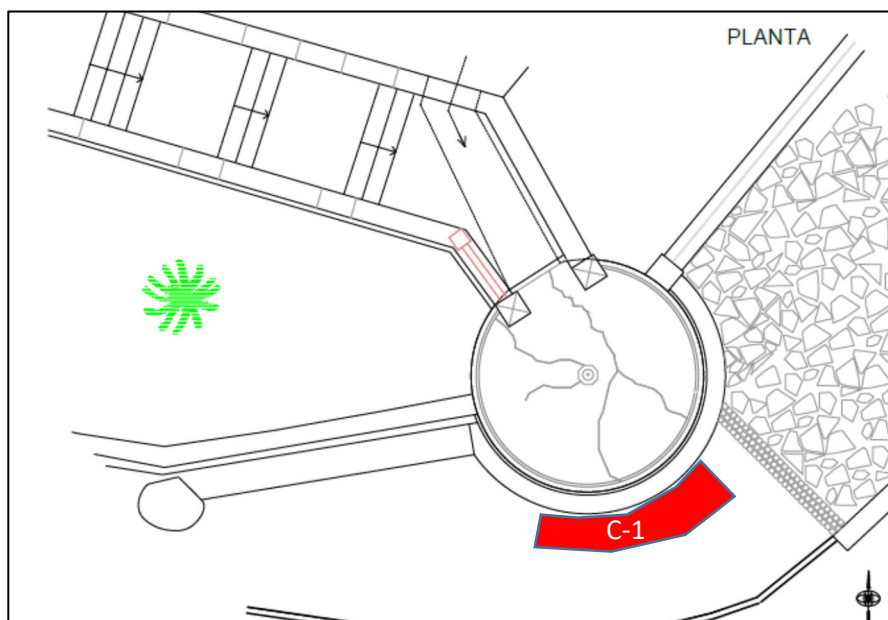


Figura 5. Situación de la calicata mecánica realizada.

La cimentación identificada sobre la cual se apoya el actual edificio, identificada en la calicata C-1, que correspondería a sillares, actuarían como zapatas rígidas, las cuales se hallarían apoyadas sobre areniscas.

Estos trabajos fueron llevados a cabo por personal del Ayuntamiento de Tàrrega y supervisados por el personal del Departamento de Geotecnia de la empresa Bac Engineering Consultancy Group SLU (Socotec Spain).

A continuación, se presentan una serie de figuras sobre la actuación realizada, el estado y la profundidad de la cimentación actual.



Figura 6. Estado y profundidad de la cimentación actual identificada en la zona de estudio. A) Visualización general de la calicata. B) Profundidad de la base de la cimentación. C) Sustrato donde se apoya la cimentación. D) Estado final de la calicata.

Los **objetivos adicionales** en los que se ha centrado este estudio han consistido en:

- Caracterización geológica-geotécnica del subsuelo hasta la máxima profundidad alcanzada con los ensayos de campo.
- Determinación de los parámetros tenso-deformacionales del suelo.
- Análisis de las condiciones hidrogeológicas existentes: determinación de la cota del nivel freático.
- Cálculo de la capacidad portante del terreno.

2. TRABAJOS REALIZADOS

Los trabajos de campo se han realizado durante el mes de julio de 2024 y han consistido en la ejecución de los siguientes trabajos:

- Perforación de 2 sondeos a rotación con obtención de testimonio continuo de 5 metros de profundidad.
- Ejecución de 2 ensayos de penetración dinámica tipo DPSH.
- Realización de 1 calicata mecánica a cota de base de cimentación.
- Campaña de ensayos de laboratorio.

En la siguiente imagen se muestra la distribución de los ensayos de campo realizados en la zona de estudio:

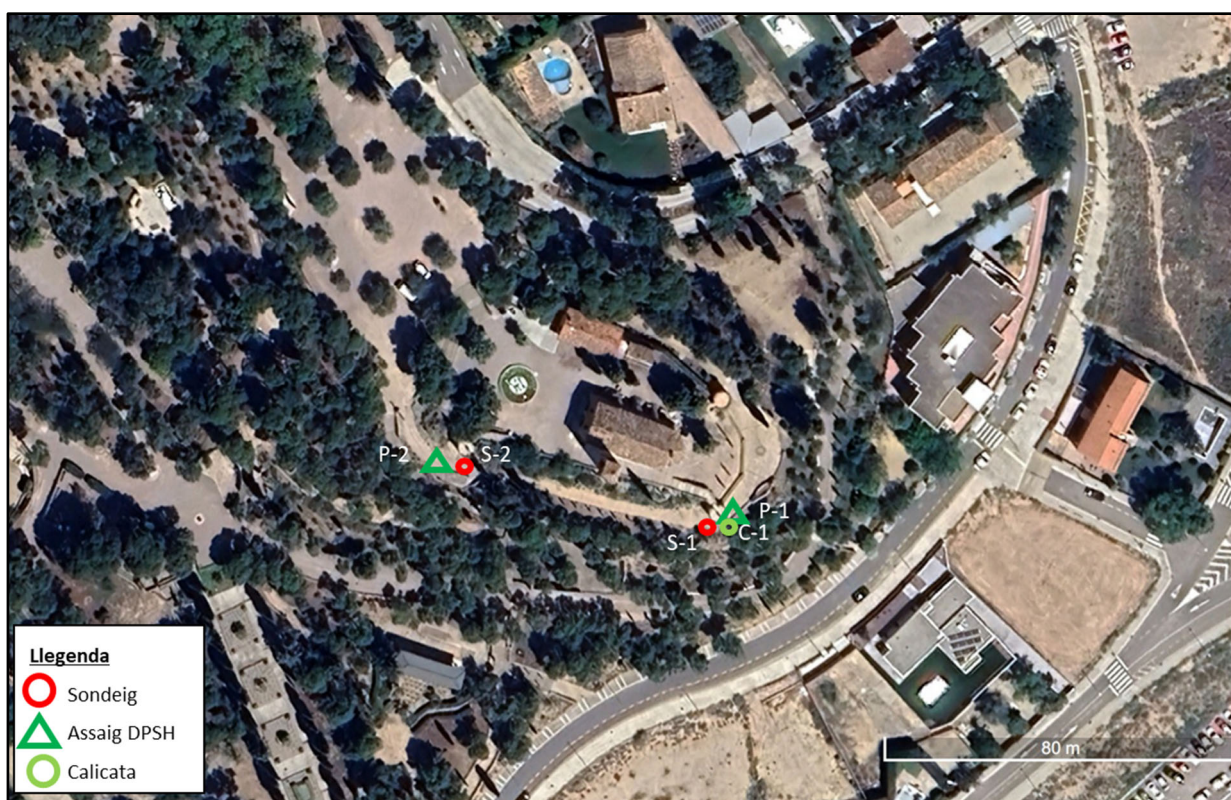


Figura 7. Situación de los ensayos de campo realizados.

La situación y las profundidades de los sondeos y ensayos ejecutados fueron definidos previamente por un técnico especialista en geotecnia de BAC ENGINEERING CONSULTANCY GROUP SLU, de acuerdo con la Dirección Técnica del proyecto.

A continuación, se describen detalladamente cada uno de los trabajos realizados.

2.1. SONDEOS A ROTACIÓN CON EXTRACCIÓN DE TESTIMONIO CONTINUO

Los sondeos se han ejecutado con una sonda TP-30 montada sobre un vehículo todo terreno, y la situación de los mismos ha sido definida por la Dirección Técnica del proyecto.

En general, los sondeos han sido perforados con diámetro de 86 mm mediante batería simple y corona de widia (B86W).



Figura 8. Maquinaria utilizada para la ejecución de los sondeos.

Los trabajos de perforación se han llevado a cabo siguiendo la norma XP 94-202. El testigo obtenido ha sido depositado en cajas porta testigos, realizando fotografía de cada una de ellas y con descripción in situ de los testigos por un geólogo.

En la tabla siguiente se muestra el resumen de los sondeos realizados, las coordenadas UTM aproximadas y la profundidad alcanzada en cada uno de ellos.

SONDEO	PROFUNDIDAD (m)	X UTM	Y UTM	Z (msnm)
S-1	5,00	344809	4612666	+404,64
S-2	5,25	344755	4612679	+406,20

Tabla 1. Relación de sondeos ejecutados, profundidades y coordenadas UTM aproximadas.

Las actas correspondientes a cada uno de los sondeos realizados, así como el reportaje fotográfico, es presenten en el apartado Anejos.

2.2. ASSAJOS SPT

En el interior de los sondeos se han realizado un total de 4 ensayos de resistencia *in situ* S.P.T., consistentes en la hincas de un aparato normalizado mediante la caída automatizada de una masa de 63,5 kg de peso, con una caída libre de 76 cm. La hincas se efectúa en cuatro tramos de 15 cm cada uno, denominándose valor N a la suma de los valores de los dos tramos intermedios. Este ensayo se realiza siguiendo la normativa vigente (norma UNE-EN ISO 22476-3:2006).

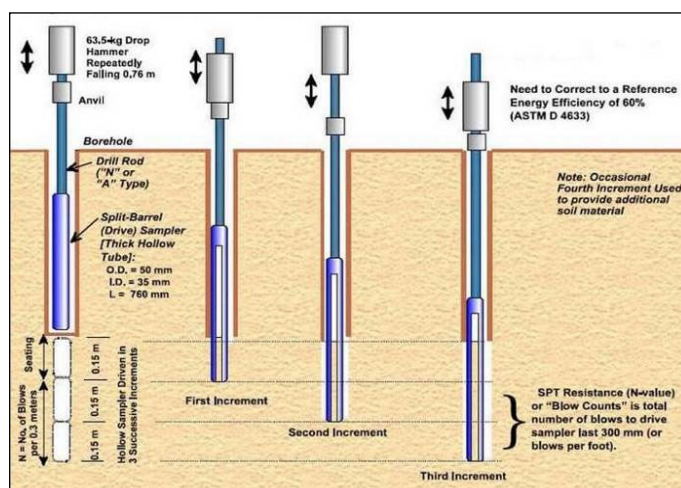


Figura 9. Esquema del funcionamiento del ensayo de penetración estándar (SPT).

De forma sintética, se trata de la hincas de un tubo cilíndrico de acero mediante un mecanismo de golpeo normalizado hasta 60 cm, en tramos de 15 cm, sumando los dos tramos intermedios y dando un valor de N_{30} de resistencia a la penetración.

A continuación, se muestra una tabla resumen con los resultados de los 36 ensayos SPT realizados.

SONDEO	COTA (m)		TIPO DE MUESTRA	GOLPEO				N ₃₀
	De	A						
S-1	0,60	1,20	SPT	3	3	3	4	6
S-1	3,20	3,35	SPT	37	50	-	-	Rechazo
S-2	0,50	0,80	SPT	10	38	50	-	Rechazo
S-2	4,80	5,25	SPT	12	20	20	50	40

Tabla 2. Relación de ensayos SPT ejecutados por sondeo con los valores de golpeo y N_{30} .

2.3. ENSAYO DE PENETRACIÓN DINÁMICA (DPSH)

En total se han realizado 2 ensayos de penetración dinámica, tomando datos de resistencia cada 20 cm hasta alcanzar 'rechazo' ($N_p > 100$).

El ensayo de Penetración Dinámica Continua DPSH se realiza bajo la norma UNE-103-801-94 y consiste en la hinca de una puntaza de sección cilíndrica de diámetro $50,5 \pm 0,5$ mm acoplada a un varillaje de 33 ± 2 mm de diámetro, mediante golpes propinados por una maza de $63,5 \text{ kg} \pm 0,5$ Kg que cae desde una altura de $76 \text{ cm} \pm 1,0$ cm impactando sobre una cabeza o "yunque" rígidamente unido al varillaje.

La resistencia a la penetración se define como el número de golpes requerido para hacer avanzar el penetrómetro una longitud de 20 cm designándose a este valor como N_{DPSH} , representándose los resultados en gráficos que reflejan los diferentes golpeos obtenidos en función de la profundidad.

El ensayo penetrométrico es de tipo DPSH y las características del ensayo son las siguientes:

Peso de la maza	63,5 Kg
Altura de caída	76,2 cm
Superficie del cono	$20,0 \text{ cm}^2$
Ángulo del cono	90°
Peso del varillaje	6,1 Kg/m



Figura 10. Maquinaria utilizada para la ejecución de los ensayos de penetración dinámica DPSH.

En la siguiente tabla se indican los ensayos DPSH realizados, la profundidad alcanzada y las coordenadas UTM aproximadas de cada uno de ellos.

ENSAYO	PROFUNDIDAD (m)	X UTM	Y UTM	Z (msnm)
DPSH-1	1,80*	344814	4612667	+404,8
DPSH-2	1,00*	344747	4612683	+404,2

Tabla 3. Resumen de los ensayos DPSH realizados, la profundidad alcanzada y las coordenadas UTM aproximadas. *Profundidad máxima alcanzada por finalización del ensayo (Rechazo).

Las actas correspondientes a cada uno de los ensayos de penetración DPSH realizados se muestran en el apartado Anejos.

2.4. CALICATAS MECÁNICAS

Una calicata de reconocimiento (calicata, pozo, zanja...) es una excavación realizada con medios mecánicos convencionales, que permite la observación directa desde la superficie hasta una profundidad moderada del perfil geológico del terreno. También se pueden realizar de forma manual en casos especiales como, por ejemplo, cuando se quieren observar los cimientos de un edificio o cuando no se puede acceder a la zona de trabajo con medios mecánicos.

Las calicatas también permiten la toma de muestras alteradas o inalteradas de suelo o roca, control de espesores y la realización de ensayos in situ.

En total se ha realizado 1 calicata mecánica, con obtención de muestras representativas de los diferentes niveles identificados.



Figura 11. Maquinaria utilizada para la ejecución de la calicata mecánica.

Normalmente, las calicatas mecánicas tienen una anchura similar a una o dos veces el cazo de la retroexcavadora, y una profundidad similar a la de la longitud del brazo de la máquina, aunque, excepcionalmente, se pueden alcanzar profundidades mayores procediendo a la realización de bermas o bancales.

El grado de excavabilidad se puede comparar a partir de los medios mecánicos utilizados, según la siguiente tabla:

GRADO DE EXCAVABILIDAD	
TipO	Medis mecànics
Fácilmente excavable	Avance con retroexcavadora mixta
Difícilmente excavable	Avance con retroexcavadora
No excavable	Avance con martillo neumático/explosivos

Tabla 4. Grados de excavabilidad en una calicata mecánica.

El grado de estabilidad de las paredes de la calicata se puede obtener a partir de la siguiente tabla:

GRADO DE ESTABILIDAD		
Tipo	Comportamiento	Tipo de terreno
1	Paredes estables	Suelos arcillosos cohesivos. Macizo rocoso masivo
2	Caída de gravas y bolos	Suelos granulares. Macizo rocoso diaclasado
3	Caída de bloques	Macizo rocoso diaclasado

4	Inestabilidades per descalce	Alternanza de niveles duros y blandos
5	Inestabilidades por rotura circular	Suelos arcillosos y limos de cohesión baja
6	Desplome	Rellenos antrópicos. Suelos granulares con niveles freáticos. Suelos arcillosos y limosos de cohesión baja con nivel freático.

Tabla 5. Grado de estabilidad en las paredes de una calicata.

A continuación, se presentan una tabla resumen con la calicata mecánica realizada, la profundidad alcanzada y las coordenadas UTM aproximadas:

CALA DE RECONOCIMIENTO	UTM X	UTM Y	UTM Z (msnm)	PROFUNDIDAD (m)
C-1	344812,93	4612667,15	+404,64	1,15*

Tabla 6. Resumen de la calicata mecánica realizada, la profundidad alcanzada y las coordenadas UTM aproximadas. * Profundidad máxima alcanzada por finalización del ensayo (Material No Ripable).

El acta correspondiente a la calicata realizada en campo se presenta en el apartado Anejos.

2.5. MOSTRES INALTERADES I REPRESENTATIVES

Los trabajos de campo se han complementado con la ejecución de ensayos para la obtención de muestras inalteradas y/o representativas de los materiales investigados.

Estas muestras son indicadas para la realización de los ensayos de laboratorio que requieran conservar de forma íntegra, o lo menos alterada posible, las características del suelo en su estado natural. Por tanto, conservan la estructura física del suelo y su estado natural en el momento de la extracción.

En los sondeos la toma de muestras se realiza con los utensilios de la extracción de muestras inalteradas o del ensayo Standard Penetración Test (SPT), o bien de los materiales sacados directamente a través de la batería de perforación.

Siguiendo la nomenclatura que indica el apartado 3.4.2. 'Toma de muestras' del **Documento Básico SE-C**, las muestras son del tipo:

TIPO DE MUESTRA	DENOMINACIÓN	FORMA DE EXTRACCIÓN	CARACTERÍSTICAS
A	Inalterada (MI/SH)	Sacamuestras de pared gruesa de 5,9 cm de diámetro o sacamuestras de pared delgada	Mantiene inalteradas las propiedades de estructura, densidad, humedad, granulometría, plasticidad y componentes químicos del terreno en su estado natural
	Parafinada (TP)	Con batería	

B	Representativa (SPT)	Sacamuestras bipartido del ensayo SPT	Mantiene inalterada la humedad del terreno en su estado natural
C	Ripios (MA)	Mediante el ascenso de la sarta de perforación	Muestra la naturaleza del terreno

Tabla 7. Tipos de muestras según el Código Técnico de la Edificación (CTE).

Cada grado abarca las características del tipo de muestra posterior. El número y tipo de muestras a obtener depende del tipo de campaña de reconocimiento (en función del objetivo del estudio) y de las exigencias del terreno.

Para este estudio se han tomado un total de 8 muestras de las cuales: 4 testigos parafinados (TP) que corresponden a muestras tipo A, y 4 muestras representativas (SPT) que corresponden a muestras tipo B.

En la siguiente tabla se muestra un resumen de la profundidad de las muestras obtenidas en campo en cada uno de los distintos sondeos ejecutados:

SONDEO	COTA (m)		TIPO DE MUESTRA	GOLPEO				N ₃₀
	De	A						
S-1	0,60	1,20	SPT	3	3	3	4	6
S-1	2,70	3,00	TP	-	-	-	-	-
S-1	3,20	3,35	SPT	37	50	-	-	Rechazo
S-2	0,50	0,80	SPT	10	38	50	-	Rechazo
S-2	0,80	1,20	TP	-	-	-	-	-
S-2	3,00	3,20	TP	-	-	-	-	-
S-2	4,80	5,25	SPT	12	20	20	50	40

Tabla 8. Resumen de las muestras obtenidas en campo para cada uno de los sondeos ejecutados.

2.6. CAMPANYA D'ASSAJOS DE LABORATORI

Las muestras procedentes de los sondeos realizados han sido trasladadas al laboratorio de BAC ENGINEERING CONSULTANCY GROUP SLU (laboratorio acreditado por la Generalitat de Cataluña bajo Declaración Responsable, para la realización de los ensayos necesarios para la caracterización de los materiales extraídos.

En líneas generales y teniendo en cuenta los objetivos de esta investigación, se distinguen los siguientes grupos de ensayos:

Identificación y caracterización geotécnica

- Análisis granulométrico de suelos por tamizado (norma UNE 17892-4:2019).

- Límites de Atterberg (normas UNE 103103:1994 i UNE 103104:1993).
- Determinación de la humedad de un suelo mediante secado en estufa (norma UNE 103300:1993).
- Determinación de la densidad aparente del suelo (norma UNE-EN ISO 17892-2:2015).
- Determinación cuantitativa del contenido de sulfatos solubles en suelos (norma UNE 103201:2019).
- Determinación cuantitativa del contenido de sales solubles en suelos (norma UNE 103205:2019).
- Determinación de la presión de hinchamiento por el método del edómetro en suelos (norma UNE 103602:1996).
- Determinación de la resistencia a la compresión uniaxial de probetas de roca (norma UNE 22950-1:1990).

2.6.1. ASSAJOS REALITZATS A L'ESTUDI

El tipo, Norma y nombre de ensayos de laboratorio realizados en las muestras obtenidas se describen en la tabla siguiente:

GRUPO DE ENSAYOS	ENSAYOS	NORMA	Nº ENSAYOS
Identificación (SUCS)	Granulometría por tamizado	UNE 17892-4:2019	1
	Límites de Atterberg	UNE 103103/94 – 103104/93	1
	Humedad	UNE 103300:1993	1
	Densidad	UNE-EN ISO 17892-2:2015	2
Químicos Suelos	Sulfatos Solubles	UNE 103201:2019	1
	Sales Solubles	UNE 103205:2019	1
Mecánica de Resistencia	Compresión Uniaxial en Roca	UNE 22950-1:1990	1
	Presión de hinchamiento	UNE103602:1996	1

Tabla 9. Resumen de los tipos y número de ensayos de laboratorio realizados.

A continuación, se presenta una tabla resumen con los resultados de laboratorio correspondientes a los ensayos ejecutados:

SONDEIG/ CALICATA	TIPIUS DE MOSTRA	COTA INICI (m)	COTA FINAL (m)	GOLPEIG				N30	GRANULOMETRIA PER TAMISAT (% QUE PASSA)					LÍMITS D' ATTERBERG			CLASSIFICACIÓ U.S.C.S.	HUMITAT (%)	DENSITAT APARENT (gr/cm3)	DENSITAT SECA (gr/cm3)	RESISTENCIA	EXPANSIVITAT	QUÍMICS	
				15	30	45	60		#20	#5	#2	#0,4	#0,06	L.L.	L.P	I.P.					Compressió Uniaxial en Roca	Pressió d'inflament segons el mètode edomètric (KPa)	Sulfats Solubles (%)	Sals solubles
S-1	TP	2,7	3,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Roca	3,51	2,52	2,43	25,8	-	-	-	
S-2	TP	0,8	1,2	-	-	-	-	-	59	37	32	28	23,3	26,53	14,23	12,30	GC	13,28	2,24	1,98	-	22,46	0,02	0,24

Tabla 10. Tabla resumen de los resultados de laboratorio realizados en las muestras ensayadas.

Las actas de laboratorio correspondientes a cada uno de los ensayos de laboratorio realizados se muestran en el apartado de Anejos.

3. GEOLOGIA

3.1. CONTEXTO GEOLÓGICO

La zona de estudio se emplaza en la localidad de Tàrrega, la cual se sitúa en la comarca del Urgell, en la provincia de Lleida.

Geológicamente, Tàrrega se ubica dentro del sector catalán de la cuenca del Ebro, concretamente en el sector central. Esta cuenca se configura como una cuenca de antepaís. Relacionada con la evolución del orógeno pirenaico, actuando en esta área como centro de depósitos de materiales continentales procedentes del desmantelamiento de las cordilleras circundantes.

Los materiales que constituyen el territorio comprendido en este sector son de edad oligocena y cuaternaria. Los materiales correspondientes al Oligoceno consisten en arcillas y areniscas de origen fluvial, y estos materiales se intercalan con niveles de areniscas y calizas de origen lacustre.

Los materiales cuaternarios consisten, principalmente, en diversos niveles correspondientes a depósitos de conos de deyección de los ríos Ondara y Corb. También aparecen depósitos cuaternarios correspondientes a rellenos de aluviales y coluviales de diferentes extensiones.

A continuación, se incluye un extracto del mapa geológico a escala 1:50.000 para tener una visión global de la zona de estudio.

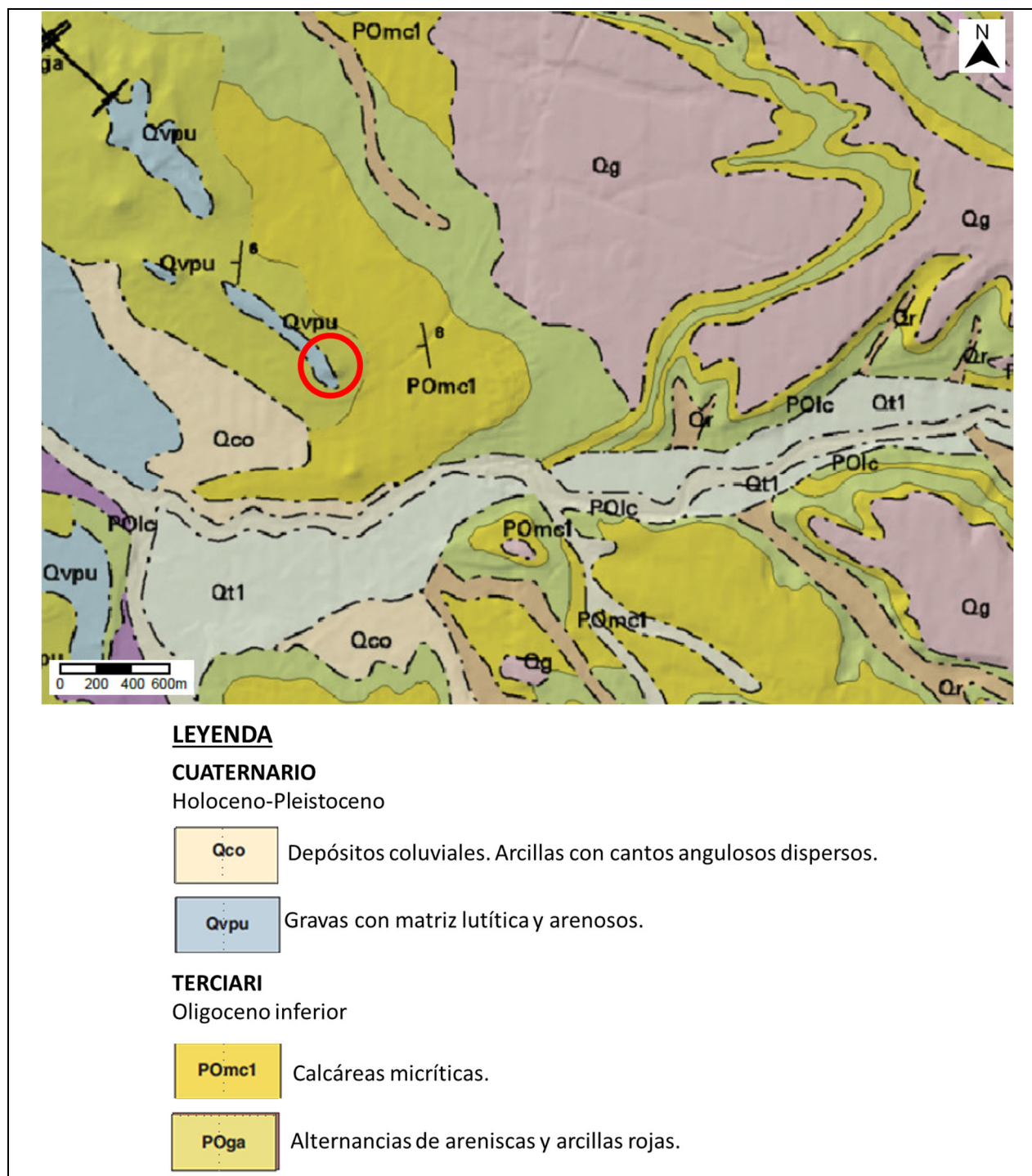


Figura 12. Mapa geológico 1:50.000 de la zona de estudio (ICGC).

3.2. DESCRIPCIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO

Las zonas de estudio se hallan dentro del recinto correspondiente a la fortificación de Sant Eloi, localizada en el paseo de Simó Canet nº14, en el municipio de Tárrega, los cuales, según información facilitada por el cliente, presentan algunas patologías.



Figura 13. Vista general de la zona de estudio en el momento de la ejecución de los trabajos de campo.

En el momento de la ejecución de los trabajos de campo, se pueden observar *in situ* algunas grietas en las zonas exteriores de los torreons.



Figura 14. A la izquierda, fotografía de la torre de la zona oeste, donde se observa alguna grieta. A la derecha, fotografía de la torre de la zona este donde también se observa alguna grieta.

3.3. CARACTERÍSTICAS GEOTÉCNICAS DE LA ZONA DE ESTUDIO

Después de la ejecución de los ensayos de campo y los ensayos de laboratorio realizados sobre las muestras obtenidas, se han definido las unidades geotécnicas siguientes:

UNIDAD GEOTÉCNICA 0: UG0 Relleno

Esta unidad geotécnica se ha identificado en superficie en toda la zona de estudio y consiste en un relleno muy heterogéneo formado por niveles de arenas, de grano fino medio, con gravas subredondeadas y heterométricas. En el sondeo S-1, este nivel también presenta niveles formados por limos arenosos.

Esta unidad presenta un espesor que varía desde los 0,30 metros identificados en el sondeo S-2 hasta los 1,80 metros identificados en el sondeo S-1, pudiendo considerarse un espesor promedio de 1,05 metros.

En la tabla siguiente, se muestran los espesores identificados para la unidad geotécnica UG0 (Relleno) en cada uno de los ensayos de campo realizados:

ENSAYO	POTENCIA UG0 (m)
S-1	1,80
S-2	0,30
P-1	1,00
P-2	0,80

Taula 11. Potencia identificada para la unidad UG0 en los trabajos de campo realizados.

A continuación, se presenta el aspecto del terreno de la unidad descrita:



Figura 15. Detalle de los sondeos donde se observan los materiales que pertenecen a la UG0.

Desde el punto de vista geotécnico se trata, en general, de materiales granulares con algo de fracción cohesiva, de plasticidad baja y compacidad débil, con valores de N30 obtenidos del ensayo SPT ejecutado en campo de 6.

En la tabla siguiente se presentan las características geotécnicas de la unidad UG0, determinadas a partir de correlaciones empíricas ampliamente aceptadas:

:

PROPIEDADES GEOTÉCNICAS UG0: RELLENO		
DESCRIPCIÓN		Arenas con gravas
Clasificación de arenas según USCS		GM-GC
Límites Atterberg	Límite líquido	20,0
	Límite plástico	16,0
	Índice de plasticidad (I_p)	4,0
Granulometría	Finos ($\Phi \leq 0,08$ mm) (%)	20,0

Tabla 12. Resumen de las propiedades geotécnicas consideradas para la unidad UG0 de los niveles granulares. *Valores no representativos de la unidad geotécnica considerada.

A partir de los ensayos *in situ* realizados y de correlaciones empíricas ampliamente contrastadas, se pueden considerar como a representativas los siguientes parámetros:

UG0: RELLENO	
Densidad aparente (ρ) (g/cm ³)	1,70 – 1,75
Cohesión efectiva (C') (Kg/cm ²)	0,03 – 0,05
Ángulo de rozamiento interno (\emptyset) (°)	30 – 32
Módulo de elasticidad (E) (Kg/cm ²)	60 – 80

Tabla 13. Resumen de las propiedades geotécnicas consideradas para la unidad UG0 obtenidas a partir de los ensayos *in situ* y correlaciones.

A causa de la naturaleza antrópica de estos materiales se desaconseja el uso como nivel de soporte y/o cimentación de estructuras futuras.

UNIDAD GEOTÉCNICA 1: UG1 Sustrato Terciario

Bajo la unidad geotécnica UG0 aparece el sustrato terciario, caracterizado en la zona de estudio por intercalaciones de niveles de lutitas arcillosas (M: III-IV R: 0-1) con areniscas (M: II-III R: 2-3).

El espesor total de esta unidad no se ha podido determinar debido a la finalización de los trabajos de campo, aunque, según la bibliografía consultada, se estima una potencia superior a los 10 metros para la zona de estudio.

En la tabla siguiente se muestran los espesores identificados para la unidad UG1 en cada uno de los trabajos de campo realizados:

ENSAYO	POTENCIA UG1 (m)
S-1	3,20
S-2	4,95*
DPSH-1	0,20
DPSH-2	0,60

Taula 14. Potencias identificadas para la unidad UG1 en los trabajos de campo realizados. *Potencia máxima identificada debido a la finalización del ensayo.

Desde el punto de vista geotécnico, los niveles de lutitas arcillosas consisten en materiales cohesivos parcial o totalmente litificados, de plasticidad baja y consistencia media-muy firme, con valores de N30 obtenidos de los ensayos SPT ejecutados en campo de 40 y rechazo.

Por lo que respecta a los niveles de areniscas, consisten en una roca de origen sedimentario de tonalidad gris, con un grado de alteración M:II-III y con una resistencia de 2-3 (según ISMR89), con valores de resistencia a la compresión uniaxial obtenidos a partir de los ensayos de laboratorio realizados de 25 MPa.

A continuación, se muestra el aspecto del terreno de la unidad descrita:



Figura 16. Detalle de los sondeos donde se observan los materiales que pertenecen a la UG1.

En la tabla siguiente se presentan las características geotécnicas de la unidad UG1 determinadas a partir de los ensayos de laboratorio realizados y de correlaciones empíricas ampliamente contrastadas:

PROPIEDADES GEOTÉCNICAS UG1: Sustrato Terciario. Intercalaciones de areniscas y lutitas.		
DESCRIPCIÓN		Intercalaciones de areniscas y lutitas arcillosas
Clasificación de arenas según USCS		Roca/CL/GC
Límites Atterberg	Límite líquido	26,53
	Límite plástico	14,23
	Índice de plasticidad (I_p)	12,30
Granulometría	Finos ($\Phi \leq 0,08$ mm) (%)	23,5*
Relaciones Volumétricas	Humedad H (%)	3,51 - 13,28
	Densidad aparente ρ (g/cm ³)	2,24 – 2,52
Agresividad Química	Sulfatos solubles (%)	0,02
	Sales solubles (%)	0,24
Resistencia	Resistencia a la compresión uniaxial (MPa)	25 (Areniscas)

Tabla 15. Resumen de las propiedades geotécnicas consideradas para la unidad UG1. *Valores no representativos de la unidad geotécnica considerada.

A partir de los ensayos *in situ* realizados, los ensayos de laboratorio realizados y de las correlaciones empíricas ampliamente contrastadas, se pueden considerar como representativas los siguientes parámetros:

UG1.1: SUSTRATO TERCIARIO. Intercalaciones de lutitas arcillosas.	
Densidad aparente ρ (g/cm ³)	2,10 – 2,24
Cohesión No Drenada C_u (Kg/cm ²) (Materiales cohesivos)*	1,00 – 1,10
Cohesión efectiva C' (Kg/cm ²)**	0,25 – 0,35
Ángulo de rozamiento interno de rotura ϕ (°)	26 – 28
Módulo de elasticidad E (Kg/cm ²)	200-250

Tabla 16. Resumen de las propiedades geotécnicas de la unidad UG1 (intercalaciones de lutitas arcillosas) obtenidas a partir de los ensayos *in situ* y de laboratorio realizados y correlaciones empíricas.

UG1.2: SUSTRATO TERCIARIO. Intercalaciones de areniscas	
Densidad aparente ρ (g/cm³)	2,30 – 2,52
Resistencia a la compresión uniaxial (Kg/cm²)	110 – 250
Módulo de elasticidad E (Kg/cm²)	3000-5000

Taula 17. Resumen de las propiedades geotécnicas de la unidad UG1 (intercalaciones de arenisca) obtenidas a partir de los ensayos *in situ*, *ensayo* y de laboratorio realizados y correlaciones empíricas.

3.4. NIVEL FREÁTICO

Durante la ejecución de los trabajos de campo (julio de 2024) **NO** se detectó el nivel freático en la zona de estudio en ninguno de los trabajos ejecutados.

4. ANÁLISIS DE RESULTADOS

4.1. CÁLCULO DE CIMENTACIONES SUPERFICIALES

La presión admisible en una cimentación viene limitada por dos factores que, al no guardar relación entre ellos, deben ser considerados por separado.

- Seguridad frente al hundimiento por rotura o punzonamiento del terreno, que depende de la resistencia de este al romper por esfuerzo cortante.
- Seguridad frente al asentamiento del terreno que puede perjudicar a la estructura del edificio, que depende de la compresibilidad del terreno, la profundidad de la zona intersecada por la carga y de la tolerancia de la estructura a los asientos diferenciales.

La carga última o de hundimiento de una cimentación superficial puede definirse como el valor al que ésta está sometida para que llegue a alcanzarse la rotura en un amplio volumen de suelo subyacente.

Los estudios teóricos de la presión de hundimiento se basan en la hipótesis de un mecanismo o modelo de rotura bidimensional junto con una ley de resistencia del terreno, estableciéndose las condiciones límite de equilibrio entre las fuerzas aplicadas exteriormente y las desarrolladas en el terreno para contrarrestarlas.

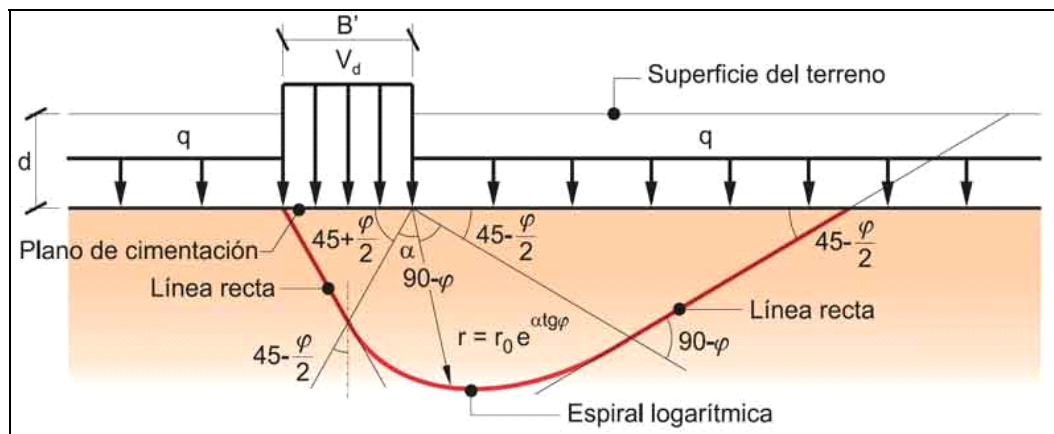


Figura 3. Distribución de esfuerzos en las principales formulaciones.

Existen numerosas soluciones o formulaciones de la carga de hundimiento, entre las cuales, las más conocidas, o habituales por su utilización, son la de Terzaghi (1943), Meyerhof (1963), Hansen (1970) y Vesic (1973, 1975).

El Código Técnico de la Edificación (CTE) y la Guía de Cimentaciones en Obras de Carretera del Ministerio de Fomento se basan en la formulación de B. Hansen. Esta última proporciona coeficientes correctores que tienen en cuenta la forma del cimiento, la excentricidad, la inclinación de la carga de hundimiento y del terreno.

$$q_h = c_K N_c d_c s_c i_c t_c + q_{0K} N_q d_q s_q i_q t_q + \frac{1}{2} B^* \gamma_K N_\gamma d_\gamma s_\gamma i_\gamma t_\gamma$$

Para la verificación del estado límite último frente al hundimiento en suelos es necesario contar con una estimación fiable de la resistencia al corte, característica de las unidades geotécnicas relevantes. Esta resistencia vendrá expresada, en términos de tensiones efectivas, por el ángulo de rozamiento interno (ϕ') y la cohesión (c'), preferiblemente obtenidas mediante ensayos de corte directo o triaxiales (tipo CD).

En el análisis cabe distinguir entre condiciones drenadas ($\phi > 0$) y no drenadas ($\phi = 0$), correspondientes estas últimas a suelos cohesivos saturados.

La carga admisible vendrá dada por la siguiente expresión:

$$Q_{ad} = q_h / FS$$

Donde:

q_h : carga de hundimiento;

FS: Factor de Seguridad = 3.

Aplicando las fórmulas antes descritas y las características geotécnicas también descritas en capítulos anteriores, se obtienen las siguientes cargas para los elementos de cimentación superficial considerados:

Unidad Geotécnica	Potencia media (m)	Tipo suelo	Carga admisible zapata cuadrada* (Kg/cm ²)	Carga admisible zapata corrida* (Kg/cm ²)	Carga admisible Cimentaciones Flexibles** (Kg/cm ²)
UG0	1,05	Granular	No apoyar		
UG1.1	2,02	Cohesivo	2,39	2,03	4,05
UG1.2	3,20	Roca	4,50	3,92	5,40

Tabla 18. Carga admisible calculada para las diferentes tipologías de cimentación superficial consideradas.

*Carga admisible considerando zapatas cuadradas de 2,00x2,00m y zapatas corridas de 2,00 xL (siendo L una longitud total indeterminada) en un empotramiento mínimo de 0,60 metros en cada unidad geotécnica considerada. En el caso de la unidad geotécnica UG1 mediante pozos de cimentación.

**Carga admisible considerando una losa de 13,50x13,50 m en un empotramiento mínimo de 0,30 metros en cada unidad geotécnica considerada.

4.2. CÁLCULO DE ASIENTOS

CÁLCULO DE ASIENTOS SEGÚN LA TEORÍA ELÁSTICA (MÉTODO SCHLEICHER)

Una vez obtenidos los datos necesarios, se ha realizado una estimación de los asientos mediante la fórmula de Schleicher (1926) ofrecida por Terzaghi (1943) sobre un semiespacio de Boussinesq (método elástico).

ASIENTOS			
Carga flexible			Carga rígida
Esquina: $s = q \cdot b \cdot \frac{1-\nu^2}{E} \cdot I_p$	Centro: $s = 2 \cdot q \cdot b \cdot \frac{1-\nu^2}{E} \cdot I_p$	Valor medio: $s = s_{(centro)} \cdot 0.848$	Carga rígida: $s = 93\% \cdot s_{(valor\ medio)}$

Tabla 19. Cálculo de asientos según el método elástico.

Siendo:

$$I_p = \frac{1}{\pi} \cdot \left[m \cdot \ln \left(\frac{(m^2 + 1)^{1/2} + 1}{m} \right) + \ln \left[(m^2 + 1)^{1/2} + m \right] \right]$$

Donde:

m = L/B;

L = largo de la cimentación;

B = ancho de la cimentación.

A continuación, se muestran los asientos calculados para la tensión de trabajo máxima considerada.

Unidad Geotécnica	Tipo suelo	Potencia media (m)	Carga admisible zapata cuadrada* (Kg/cm ²)	Carga admisible zapata corrida* (Kg/cm ²)	Asientos (cm)	Carga admisible Cimentaciones Flexibles** (Kg/cm ²)	Asientos (cm)
UG0	Granular	1,18	No apoyar				
UG1.1	Cohesivo	7,78	2,39	2,03	2,05	4,05	5,04
UG1.2	Roca	3,20	4,50	3,92	0,22	5,00	0,60

Taula 20. Cálculo de asientos considerando la tensión de trabajo máxima.

*Carga admisible considerando zapatas cuadradas de 2,00x2,00m y zapatas corridas de 2,00 xL (siendo L una longitud total indeterminada) en un empotramiento mínimo de 0,60 metros en cada unidad geotécnica considerada. En el caso de la unidad geotécnica UG1 mediante pozos de cimentación.

**Carga admisible considerando una losa de 13,50x13,50 m en un empotramiento mínimo de 0,30 metros en cada unidad geotécnica considerada.

4.3. PATOLOGÍAS DETECTADAS

Las patologías identificadas en las estructuras objeto de estudio, se corresponden a grietas detectadas principalmente en la parte interior de los torreones. En términos generales, se han podido observar grietas de varios metros de longitud y con una apertura de aproximadamente 1-3 mm.

A partir de las observaciones realizadas en la cata realizada en el torreón sudeste, podemos determinar que los cimientos de la estructura actual se apoyan sobre las areniscas de la unidad UG1, y por tanto, corroborar la información presentada en el informe Q14X0058. A partir de esta información podemos determinar la estabilidad del edificio respecto a la interacción subsuelo-cimentación.

A partir de la confirmación de la estabilidad de la cimentación, será decisión de la dirección técnica la adopción de la solución estructural más adecuada, descartando el origen de las patologías a causa del fallo en la cimentación.

5. RIPABILIDAD

Las unidades geotécnicas identificadas en la zona de estudio como UG0, UG1 y UG2.1 (lutitas arcillosas) se podrán excavar mediante maquinaria convencional de movimientos de tierras, pero, debido a la naturaleza de la unidad UG2.1 (areniscas) es probable que el rendimiento disminuya notablemente, llegando a ser necesario el uso del martillo neumático y maquinaria de gran tonelaje, en los tramos de las areniscas.

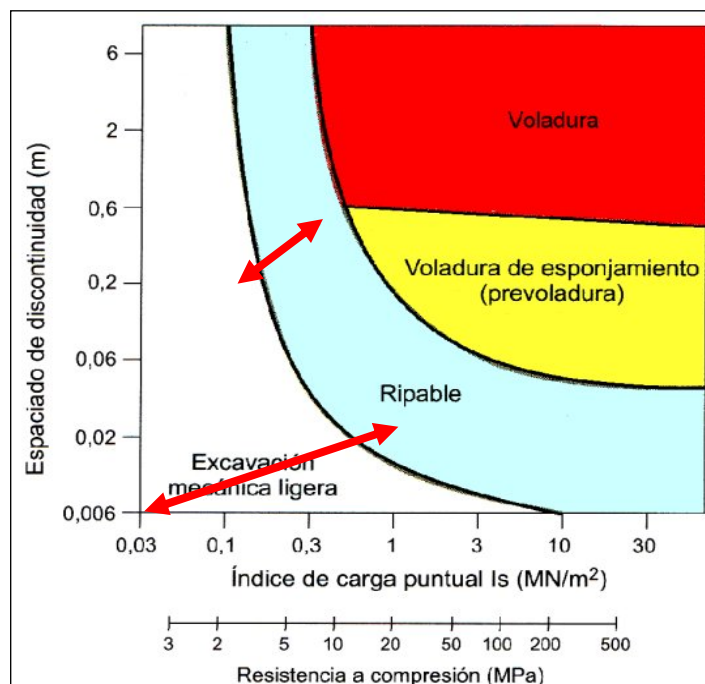


Figura 18. Clasificación de la ripabilidad de las unidades geotécnicas identificadas en función de los parámetros resistentes característicos de cada unidad.

6. SISMICIDAD

Se han analizado globalmente las características sísmicas de la zona, siguiendo la "Norma de Construcción Sismorresistente: Parte General y Edificación (NCSE-02)", según lo establecido en el Real Decreto 997/2002, de 27 de septiembre (BOE núm. 244 de 11 de octubre de 2002)".

El ámbito de aplicación de la norma se extiende a todos los proyectos y obras de construcción relativos a edificación y, en lo que corresponda, a los otros tipos de construcciones, mientras no se aprueben para las mismas normas o disposiciones específicas con prescripciones de contenido sismorresistente.

A continuación, se presenta el mapa de peligrosidad sísmica del territorio nacional donde se indica la zona de estudio.

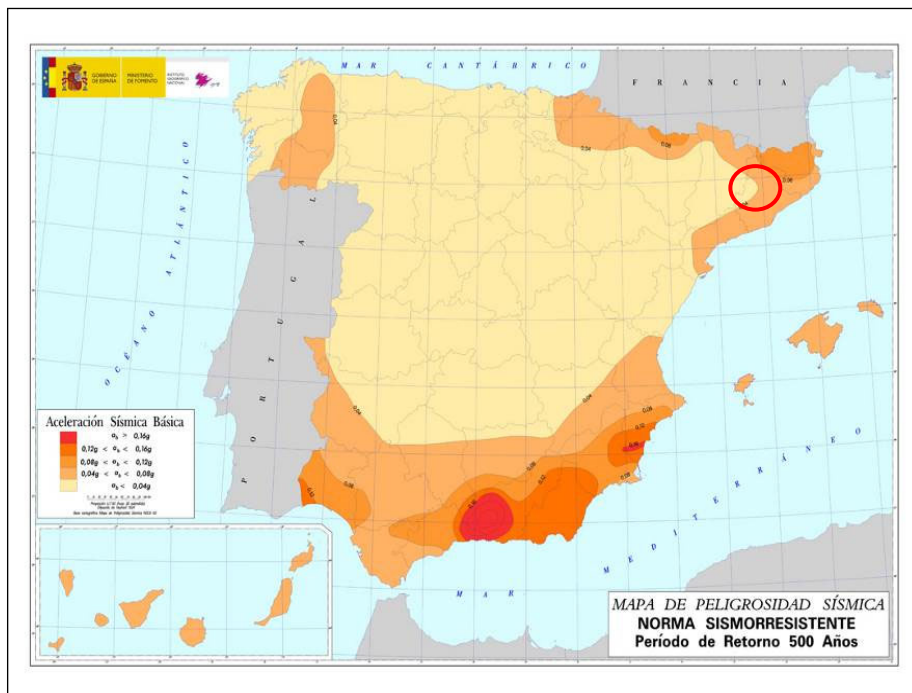


Figura 19. Mapa de peligrosidad sísmica/acceleración sísmica básica.

Para la población de Tàrraga se considera un valor de aceleración sísmica básica $a_b=0,04g$, siendo g la aceleración de la gravedad, y un coeficiente de contribución $K=1$.

En este caso de estudio, al ser la construcción actual un monumento histórico, las estructuras tendrán una importancia especial ($p=1,3$).

La unidad geotécnica UG 0, con un espesor máximo de 1,80 metros, se clasifica como terreno Tipo IV. Finalmente, la unidad geotécnica UG1.1 (lutitas arcillosas), con un espesor máximo de 4,95 metros se clasifica como terreno Tipo II, y la unidad geotécnica UG1.2 (areniscas) con un espesor máximo de 4,95 metros se clasifica como terreno Tipo I.

En función del tipo de terreno, se adoptará un coeficiente de tipo de suelo $C = 1,14$; y un coeficiente de riesgo de $p = 1,3$. El coeficiente de amplificación (S) del terreno calculado corresponde a $S = 0,912$.

La aceleración de cálculo (a_c) se calcula a partir de:

$$a_c = S \cdot p \cdot a_b$$

En este caso obtenemos un valor de a_c de **0,047424**.

7. RESUMEN Y CONCLUSIONES

A petición del **AYUNTAMIENTO DE TÀRREGA** se han realizado una serie de trabajos geotécnicos en los torreones de la sección sur de la fortificación de Sant Eloi situado en el Paseo de Simó Canet núm. 14, en la localidad de Tàrrega.

En el momento de la ejecución de los trabajos de campo, julio de 2024, se puede observar in situ algunas grietas en la fachada de los torreones.

Después de la ejecución de los ensayos de campo y los ensayos de laboratorio realizados sobre las muestras obtenidas para el presente estudio, se han definido las siguientes unidades geotécnicas:

- **UNIDAD GEOTÉCNICA 0: UG0 Relleno**

Esta unidad geotécnica se ha identificado en superficie en toda la zona de estudio y consiste en un relleno muy heterogéneo formado por niveles de arenas, de grano fino medio, con gravas subredondeadas y heterométricas. En el sondeo S-1, este nivel también presenta niveles formados por limos arenosos.

Desde el punto de vista geotécnico, se trata en general de materiales granulares con algo de fracción cohesiva, compacidad débil-media, con valores de N30 obtenidos del ensayo SPT ejecutado en campo de 6.

Debido a la naturaleza antrópica de estos materiales se desaconseja su uso como nivel de apoyo y/o cimentación de estructuras futuras.

- **UNIDAD GEOTÉCNICA 1: UG1 Sustrato Terciario**

Esta unidad aparece en la zona de estudio bajo la unidad geotécnica UG0, y está formada por intercalaciones de niveles de lutitas arcillosas (M:III-IV R:0-1) con areniscas (M:II-III R: 2-3).

Desde el punto de vista geotécnico, los niveles de lutitas arcillosas (**UNIDAD UG1.1**) consisten en materiales cohesivos parcial o totalmente litificados, de plasticidad baja y consistencia media-muy firme, con valores de N30 obtenidos de los ensayos SPT ejecutados en campo de 40 y rechazo.

Por lo que respecta a los niveles de areniscas (**UNIDAD UG1.2**), consisten en una roca de origen sedimentario de tonalidad gris, con un grado de alteración M:II-III y con una resistencia de 2-3 (según ISMR89) con valores de resistencia a la compresión uniaxial obtenidos a partir de los ensayos de laboratorio realizados de 25 MPa.

Durante la ejecución de los trabajos de campo (julio de 2024) **NO** se detectó el nivel freático en la zona de estudio.

A continuación, se presenta una tabla resumen con los **parámetros geotécnicos** a considerar para las diferentes unidades geotécnicas identificadas en la zona de estudio:

Unidad Geotécnica	Tipo de suelo	Potencia media (m)	N ₃₀	ρ (g/cm ³)	Cu (kg/cm ²)	C' (kg/cm ²)	Resistencia Compresión Uniaxial (MPa)	E (kg/cm ²)
UG0	Granular	1,05	6	-	-	0,03-0,05	-	-
UG1.1	Cohesivo	2,02	40 - R	2,10-2,24	1,00 – 1,10	0,25-0,35	-	200-250
UG1.2	Roca	3,20	R	2,30-2,52	-	-	25	3000-5000

Resumen con los parámetros geotécnicos a considerar para las diferentes unidades geotécnicas identificadas según los ensayos *in situ* y de laboratorio realizados y correlaciones empíricas ampliamente contrastadas.

Durante la ejecución de los trabajos de campo (julio del 2024) **NO** se detectó el nivel freático en la zona de estudio.

CIMENTACIÓN SUPERFICIAL

Según la información facilitada por el cliente, se proyecta la ampliación del edificio existente, añadiendo una nueva edificación de planta baja.

Unidad Geotécnica	Tipo de suelo	Carga admisible zapata cuadrada* (Kg/cm ²)	Carga admisible zapata corrida* (Kg/cm ²)	Asientos (cm)	Carga admisible Cimentaciones flexibles** (Kg/cm ²)	Asientos (cm)
UG0	Granular	No apoyar				
UG1.1	Cohesivo	2,39	2,03	2,05	4,05	5,04
UG1.2	Roca	4,50	3,92	0,22	5,00	0,60

Cálculo de asientos considerando la tensión de trabajo máxima.

*Carga admisible considerando zapatas cuadradas de 2,00x2,00m y zapatas corridas de 2,00 xL (siendo L una longitud total indeterminada) en un empotramiento mínimo de 0,60 metros en cada unidad geotécnica considerada. En el caso de la unidad geotécnica UG1 mediante pozos de cimentación.

**Carga admisible considerando una losa de 13,50x13,50 m en un empotramiento mínimo de 0,30 metros en cada unidad geotécnica considerada.

PATOLOGÍAS DETECTADAS

Las patologías identificadas en las estructuras objeto de estudio, corresponden a grietas detectadas principalmente en la parte interior de los torreones. En términos generales, se han podido observar grietas de varios metros de longitud y con una apertura de aproximadamente 1-3 mm.

A partir de las observaciones realizadas en la cata efectuada en el torreón sureste, podemos determinar que los cimientos de la estructura actual se apoyan sobre las areniscas de la unidad UG1, y por tanto, corroborar la información presentada en el informe Q14X0058. A partir de esta información podemos determinar la estabilidad del edificio respecto a la interacción subsuelo-cimentación.

A partir de la confirmación de la estabilidad de la cimentación, será decisión de la dirección técnica la adopción de la solución estructural más adecuada, descartando el origen de las patologías a causa del fallo en la cimentación.

Las unidades geotécnicas identificadas en la zona de estudio como UG0 y UG1.1 (lutitas arcillosas) se podrán excavar mediante maquinaria convencional de movimientos de tierras, pero, debido a la naturaleza de la unidad UG1.2 (areniscas) es probable que el rendimiento disminuya notablemente, llegando a ser necesario el uso del martillo neumático y maquinaria de gran tonelaje, en los tramos de las areniscas.

En el momento de la redacción de este estudio geotécnico, se desconoce la existencia de cimientos antiguos en la zona de estudio. En caso de que, durante los trabajos de excavación se detectaran estas estructuras, sería necesario utilizar martillo neumático para su retirada/excavación.

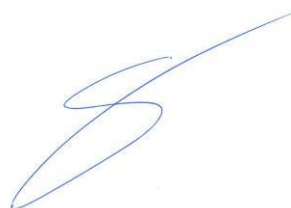
En cuanto al **riesgo de peligrosidad sísmica**, para la zona de estudio se ha calculado un valor de aceleración de cálculo (**ac**) de **0,047424**.

Quedamos a su disposición para cualquier consulta.

Montcada i Reixac, 1 de octubre de 2024
Por BAC ENGINEERING CONSULTANCY GROUP (SOCOTEC Spain)



Jonatan Valera Córdoba
Geólogo – Colegiado 6736



José Luis Rubio Álvarez
Director Técnico – Colegiado 6907

ANEJOS

PLANO DE SITUACIÓN DE ENSAYOS



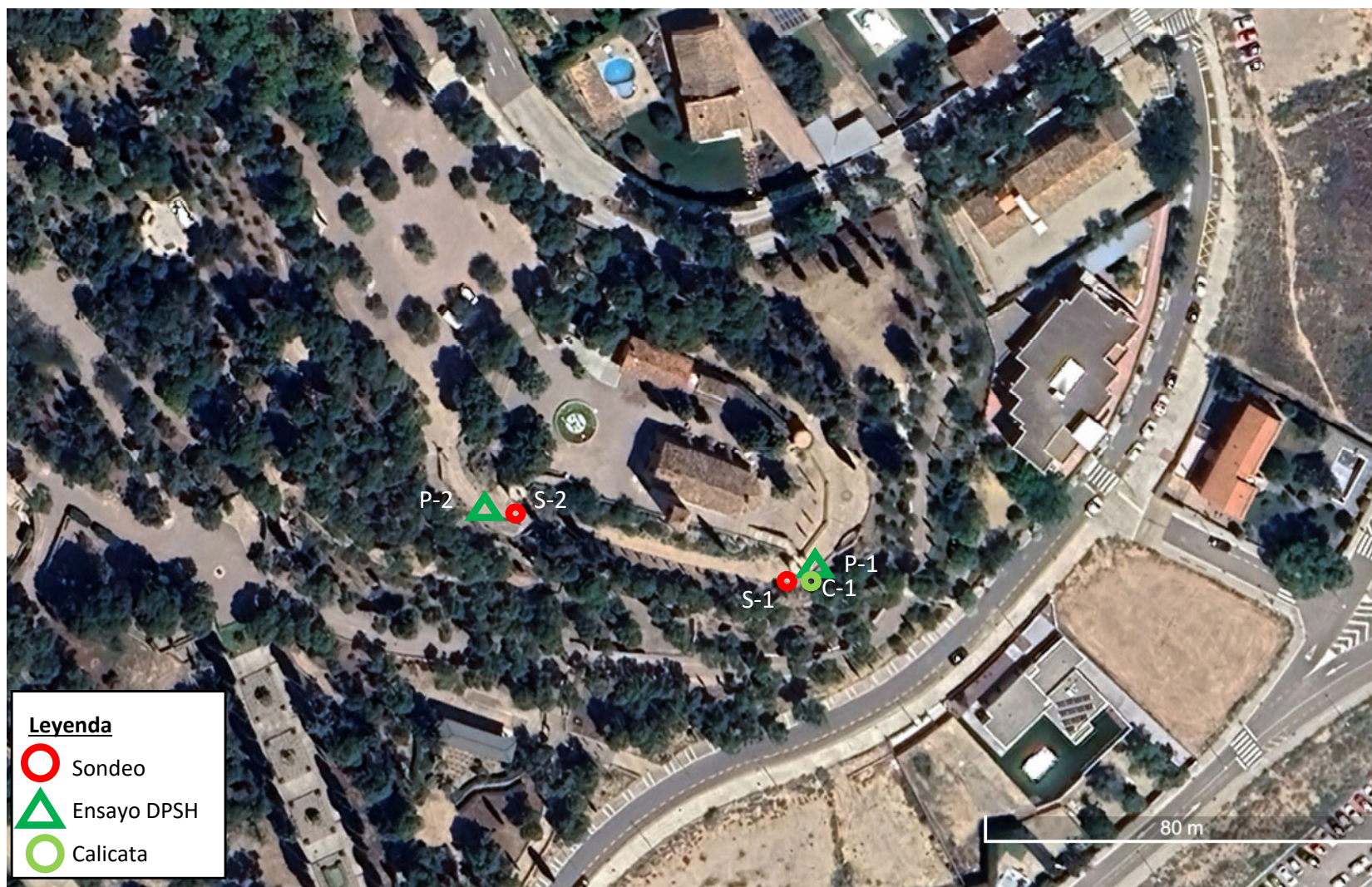
CLIENTE: Ayuntamiento de Tàrraga

Nº INFORME: 29328

PROYECTO: Estudio geotécnico para el proyecto de conservación de los torreones de Sant Eloi, Tàrraga

**PLANO
SITUACIÓN DEL
PROYECTO**





CLIENTE: Ayuntamiento de Tàrraga

Nº INFORME: 29328

PROYECTO: Estudio geotécnico para el proyecto de conservación de los torreones de Sant Eloi, Tàrraga

**PLANO
SITUACIÓN
ENSAYOS**





CLIENTE: Ayuntamiento de Tàrraga


Nº INFORME: 29328

PROYECTO: Estudio geotécnico para el proyecto de conservación de los torreones de Sant Eloi, Tàrraga


**PERFILES
GEOTÉCNICOS**



ACTAS DE SONDEOS

PROYECTO: Estudio geotécnico para el proyecto de conservación de los torreones de Sant Eloi										<div>ENGINEERING CONSULTANCY GROUP A SOCOTEC COMPANY</div>										FECHA INICIO: 24/07/2024				UTM X: 344809				SONDEO: S-1									
SITUACIÓN: Pasep de Simó Canet 14, Tárrega										CÓDIGO OBRA: 29328										FECHA FIN: 24/07/2024				UTM Y: 4612666 Z: 404,64													
TRABAJO DE CAMPO															ENSAYOS DE LABORATORIO																				OTROS		
T.PERFORACIÓN	NIVEL FREÁTICO	U. GEOTÉCNICA	PROFUNDIDAD (m)	LITOLOGÍA	DESCRIPCIÓN LITOLÓGICA	MUESTRAS y ENSAYOS "IN SITU"							RECUPERACIÓN (%)	GRANULOMETRIA			LÍMITES DE ATTERBERG			CLASIFICACIÓN U.S.C.S	HUM. NATURAL %	DENSIDAD (g/cm3)		RESISTENCIA			EXPANSIVIDAD			QUÍMICOS			PERMEABILIDAD (cm/s)				
						Profundidad (m)	Tipo Muestra	Resistencia		Presiómetro		por tamizado (% que pasa) UNE			C.Simple									Corte Directo			LAMBE			QUÍMICOS							
								Golpeo	Kg/cm2	Ep MPa	PI MPa							Inf.Li.Edómetro (%)	Ind. Expansiv. (MPa)			Camb.Pot.Vol.	Clasif.											SO4 (%)	Sales sol. (%)	M.O. (%)	Baumann-Gully (ml/Kg)
						# 5	# 2	# 0.08	L.L.	L.P.	I.P.	Apar.		Seca	Cs (Kg/cm2)	Deform. (%)	Tipo de Tri.	Cohesión (Kg/cm2)	A. rozam. (°)			Inf.Li.Edómetro (%)	Ind. Expansiv. (MPa)	Camb.Pot.Vol.	Clasif.	SO4 (%)	Sales sol. (%)	M.O. (%)	Baumann-Gully (ml/Kg)								

R: Rotación con muestra P: Percusión con muestra Rv: Revestimiento temporal T: Batería doble B: Batería sencilla W: Widia D: Diamante ☒ : Nivel freático	OBSERVACIONES:	Legenda: ☒ : Ens. Penetración Estandar S.P.T ☐ : Muestra Inalterada ● : Muestra representativa PB : Penetrómetro de Bolsillo Soil Test	Profundidad Nivel freático N.D.	ANÁLISIS DE AGUA										Método: Rotación con muestra continua		
				pH	Residuo seco (mg/l)	Cloruros (mg/l)	Sulfatos (mg/l)	Nitratos (mg/l)	Amonio (mg/l)	Calcio (mg/l)	Magnesio (mg/l)	CO2 (mg/l)	Sulfuros (mg/l)	Agresiv.	Supervisor/a: Jonatan Valera	Sonda: TP-30
															Sondista: Fran Nolla	Fluido de perforación: Agua

PROYECTO: Estudio geotécnico para el proyecto de conservación de los torreones de Sant Eloi										<div><div>ENGINEERING CONSULTANCY GROUP A SOCOTEC COMPANY</div></div>										FECHA INICIO: 12/07/2024				UTM X: 344755				SONDEO: S-2					
SITUACIÓN: Pasep de Simó Canet 14, Tárrega										CÓDIGO OBRA: 29328										FECHA FIN: 12/07/2024				UTM Y: 4612679 Z: 406,2									
TRABAJO DE CAMPO														ENSAYOS DE LABORATORIO																		OTROS	
T.PERFORACIÓN	NIVEL FREÁTICO	U. GEOTÉCNICA	PROFUNDIDAD (m)	LITOLOGÍA	DESCRIPCIÓN LITOLÓGICA	MUESTRAS y ENSAYOS "IN SITU"						RECUPERACIÓN (%)	GRANULOMETRIA			LÍMITES DE ATTERBERG			CLASIFICACIÓN U.S.C.S	HUM. NATURAL %	DENSIDAD (g/cm3)		RESISTENCIA			EXPANSIVIDAD			QUÍMICOS			PERMEABILIDAD (cm/s)	
						Profundidad (m)	Tipo Muestra	Resistencia		Presiómetro			por tamizado (% que pasa) UNE													C.Simple		Corte Directo		Inf.Li.Edómetro (%)	LAMBE		SO4 (%)
								Golpeo	Kg/cm2	Ep MPa	PI MPa					Cs (Kg/cm2)	Deform. (%)	Tipo de Tri.			Cohesión (Kg/cm2)	A. rozam. (°)				Ind. Expansiv. (MPa)	Camb.Pot.Vol.	Clasif.					
						# 5	# 2	# 0.08	L.L.	L.P.	I.P.		Apar.	Seca	Cs	Deform. (%)	Tipo de Tri.	Cohesión (Kg/cm2)			A. rozam. (°)	Inf.Li.Edómetro (%)	Ind. Expansiv. (MPa)	Camb.Pot.Vol.	Clasif.	SO4 (%)	Sales sol. (%)	M.O. (%)	Baummann-Gully (ml/Kg)				

R: Rotación con muestra P: Percusión con muestra Rv: Revestimiento temporal T: Batería doble B: Batería sencilla W: Widia D: Diamante ☒ : Nivel freático	OBSERVACIONES:	Legenda: ☒ : Ens. Penetración Estandar S.P.T ☐ : Muestra Inalterada ● : Muestra representativa PB : Penetrómetro de Bolsillo Soil Test	Profundidad Nivel freático N.D.	ANÁLISIS DE AGUA										Método: Rotación con muestra continua		
				pH	Residuo seco (mg/l)	Cloruros (mg/l)	Sulfatos (mg/l)	Nitratos (mg/l)	Amonio (mg/l)	Calcio (mg/l)	Magnesio (mg/l)	CO2 (mg/l)	Sulfuros (mg/l)	Agresiv.	Supervisor/a: Jonatan Valera	Sonda: TP-30
															Sondista: Fran Nolla	Fluido de perforación: Agua

ACTAS DE ENSAYOS DPSH



INFORME: Estudio geotécnico para el proyecto de conservación de los torreones de Sant Eloi.

REFERENCIA: 29328

SITUACIÓN: Tàrrega

DATA: 15 de julio de 2024

SONDA: ML-76A

ENSAYO DPSH

Dispositivo automático. Punta redonda y perdida. Area de la punta 20 cm²

Peso de la masa: 63.5 kg
Altura caída libre: 76 cm
Cadencia: 15-30 golpes/minuto
Diámetro varillas: 32 mm
Longitud varillas: 1,0 m
Masa varillas: 8 kg/m
Intervalo penetración: 20 cm

Núm. DPSH: DPSH-1

Cota (m):

Coordenadas UTM:
X: 344814
Y: 4612667
Z: 404,84

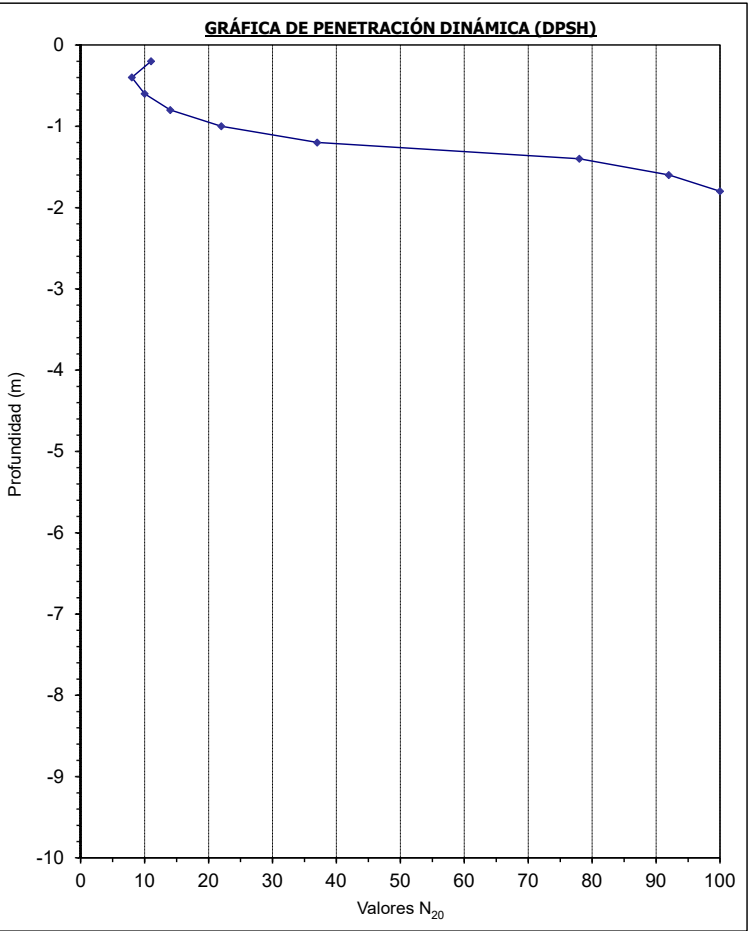
DATOS DE CAMPO:


PROFUNDIDAD (m)	GOLPEO
-0,2	11
-0,4	8
-0,6	10
-0,8	14
-1,0	22
-1,2	37
-1,4	78
-1,6	92
-1,8	100
-2	
-2,2	
-2,4	
-2,6	
-2,8	
-3,0	
-3,2	
-3,4	
-3,6	
-3,8	
-4,0	
-4,2	
-4,4	
-4,6	
-4,8	
-5,0	
-5,2	
-5,4	
-5,6	
-5,8	
-6,0	
-6,2	
-6,4	
-6,6	
-6,8	
-7,0	
-7,2	
-7,4	
-7,6	
-7,8	
-8,0	
-8,2	
-8,4	
-8,6	
-8,8	
-9,0	
-9,2	
-9,4	
-9,6	
-9,8	
-10,0	
-10,2	
-10,4	
-10,6	
-10,8	
-11,0	
-11,2	
-11,4	
-11,6	
-11,8	
-12,0	

PROFUNDIDAD (m)	GOLPEO
-12,2	
-12,4	
-12,6	
-12,8	
-13,0	
-13,2	
-13,4	
-13,6	
-13,8	
-14,0	
-14,2	
-14,4	
-14,6	
-14,8	
-15,0	
-15,2	
-15,4	
-15,6	
-15,8	
-16,0	
-16,2	
-16,4	
-16,6	
-16,8	
-17,0	
-17,2	
-17,4	
-17,6	
-17,8	
-18,0	
-18,2	
-18,4	
-18,6	
-18,8	
-19,0	
-19,2	
-19,4	
-19,6	
-19,8	
-20,0	
-20,2	
-20,4	
-20,6	
-20,8	
-21,0	
-21,2	
-21,4	
-21,6	
-21,8	
-22,0	
-22,2	
-22,4	
-22,6	
-22,8	
-23,0	
-23,2	
-23,4	
-23,6	
-23,8	
-24,0	

PROFUNDIDAD (m)	GOLPEO
-24,2	
-24,4	
-24,6	
-24,8	
-25,0	
-25,2	
-25,4	
-25,6	
-25,8	
-26,0	
-26,2	
-26,4	
-26,6	
-26,8	
-27,0	
-27,2	
-27,4	
-27,6	
-27,8	
-28,0	
-28,2	
-28,4	
-28,6	
-28,8	
-29,0	
-29,2	
-29,4	
-29,6	
-29,8	
-30,0	

Prueba de Penetración Dinámica Superpesada DPSH efectuada según la Norma UNE 103-801-94





ENGINEERING
CONSULTANCY GROUP
A SOGOTEC COMPANY

INFORME:

Estudio geotécnico para el proyecto de conservación de los torreones de Sant Eloi.

REFERENCIA:

29328

SITUACIÓN:

Tàrrega

DATA:

15 de julio de 2024

SONDA:

ML-76A

ENSAYO DPSH

Dispositivo automático. Punta redonda y perdida. Area de la punta 20 cm²
Peso de la masa: 63.5 kg
Altura caída libre: 76 cm
Cadencia: 15-30 golpes/minuto
Diámetro varillas: 32 mm
Longitud varillas: 1,0 m
Masa varillas: 8 kg/m
Intervalo penetración: 20 cm

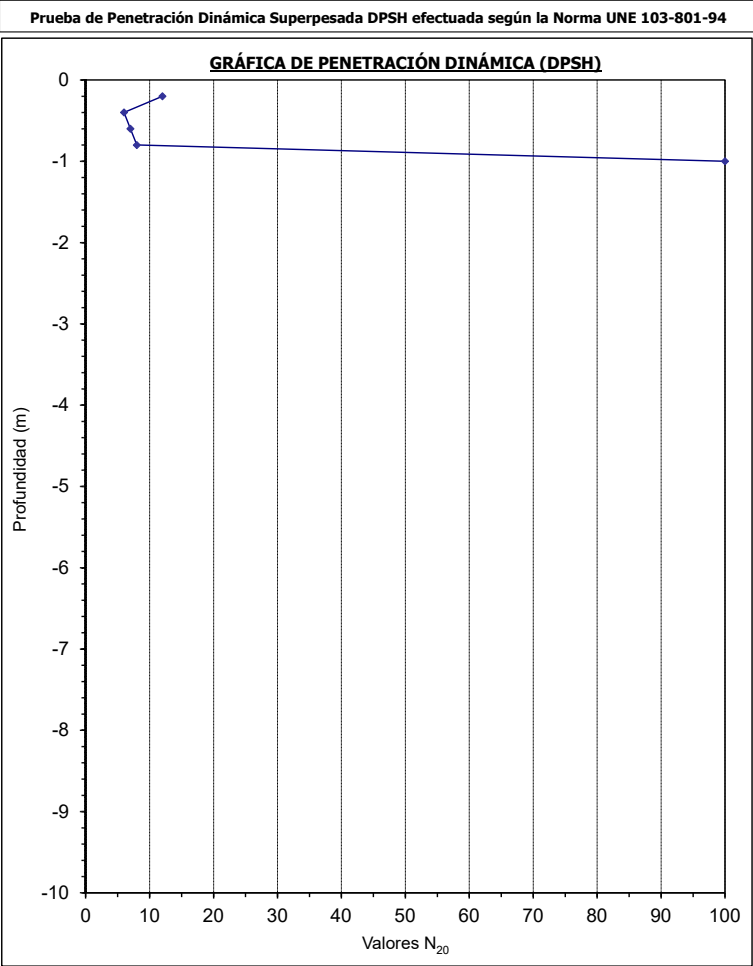
Núm. DPSH:

DPSH-2

Cota (m):

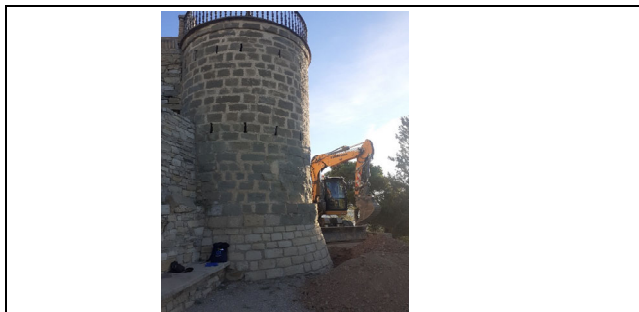
Coordenadas UTM:
X: 344747
Y: 4612683
Z: 404,24

DATOS DE CAMPO:					
PROFUNDIDAD (m)		GOLPEO	PROFUNDIDAD (m)		GOLPEO
-0.2		12	-12.2		
-0.4		6	-12.4		
-0.6		7	-12.6		
-0.8		8	-12.8		
-1.0		100	-13.0		
-1.2			-13.2		
-1.4			-13.4		
-1.6			-13.6		
-1.8			-13.8		
-2			-14.0		
-2.2			-14.2		
-2.4			-14.4		
-2.6			-14.6		
-2.8			-14.8		
-3.0			-15.0		
-3.2			-15.2		
-3.4			-15.4		
-3.6			-15.6		
-3.8			-15.8		
-4.0			-16.0		
-4.2			-16.2		
-4.4			-16.4		
-4.6			-16.6		
-4.8			-16.8		
-5.0			-17.0		
-5.2			-17.2		
-5.4			-17.4		
-5.6			-17.6		
-5.8			-17.8		
-6.0			-18.0		
-6.2			-18.2		
-6.4			-18.4		
-6.6			-18.6		
-6.8			-18.8		
-7.0			-19.0		
-7.2			-19.2		
-7.4			-19.4		
-7.6			-19.6		
-7.8			-19.8		
-8.0			-20.0		
-8.2			-20.2		
-8.4			-20.4		
-8.6			-20.6		
-8.8			-20.8		
-9.0			-21.0		
-9.2			-21.2		
-9.4			-21.4		
-9.6			-21.6		
-9.8			-21.8		
-10.0			-22.0		
-10.2			-22.2		
-10.4			-22.4		
-10.6			-22.6		
-10.8			-22.8		
-11.0			-23.0		
-11.2			-23.2		
-11.4			-23.4		
-11.6			-23.6		
-11.8			-23.8		
-12.0			-24.0		



ACTA DE CALICATA

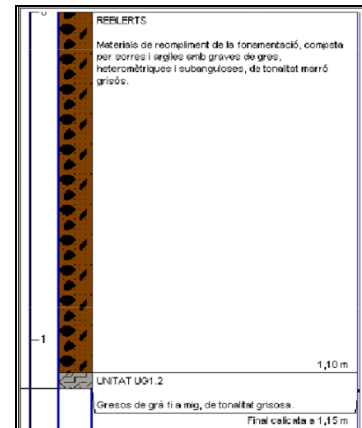
Situación calicata



Vista de las paredes de la cala



Perfil litológico



DATOS CALICATA

COORDENADAS UTM 31N/ETRS89:

X: 344812,93
Y: 4612667,15
Z: +404,64 msnm

PROFUNDIDAD CALICATA: 1,15m
PROFUNDIDAD NIVEL FREÁTICO: No detectado
PROFUNDIDAD MUESTRA: -

DESCRIPCIÓN DEL TERRENO

0,00 - 1,10 m RELLENO. Material de relleno de la cimentación actual compuesta por arenas y arcillas con gravas de arenisca, de tonalidad marrón grisáceo.
1,10 - 1,15 m Unitat UG1.2. Areniscas de grano fino, de tonalidad gris.

MUESTRA	GRANULOMETRIA POR TAMIZADO					LÍMITES DE ATTERBERG			CLASIFICACIÓN U.S.C.S.	HINCHAMIENTO LIBRE	ÍNDICE DE COLAPSO	SULFATOS SOLUBLES	MATERIA ORGÁNICA	YESOS	SALES SOLUBLES	PROCTOR MODIFICADO		C.B.R.					
	#20	#5	#2	#0,4	#0,08	L.L.	L.P.	I.P.		(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	Densidad máxima	Humedad óptima	95%		98%		100%	
																(g/cm3)	(%)	Densidad (g/cm3)	índice CBR	Densidad (g/cm3)	índice CBR	Densidad (g/cm3)	índice CBR

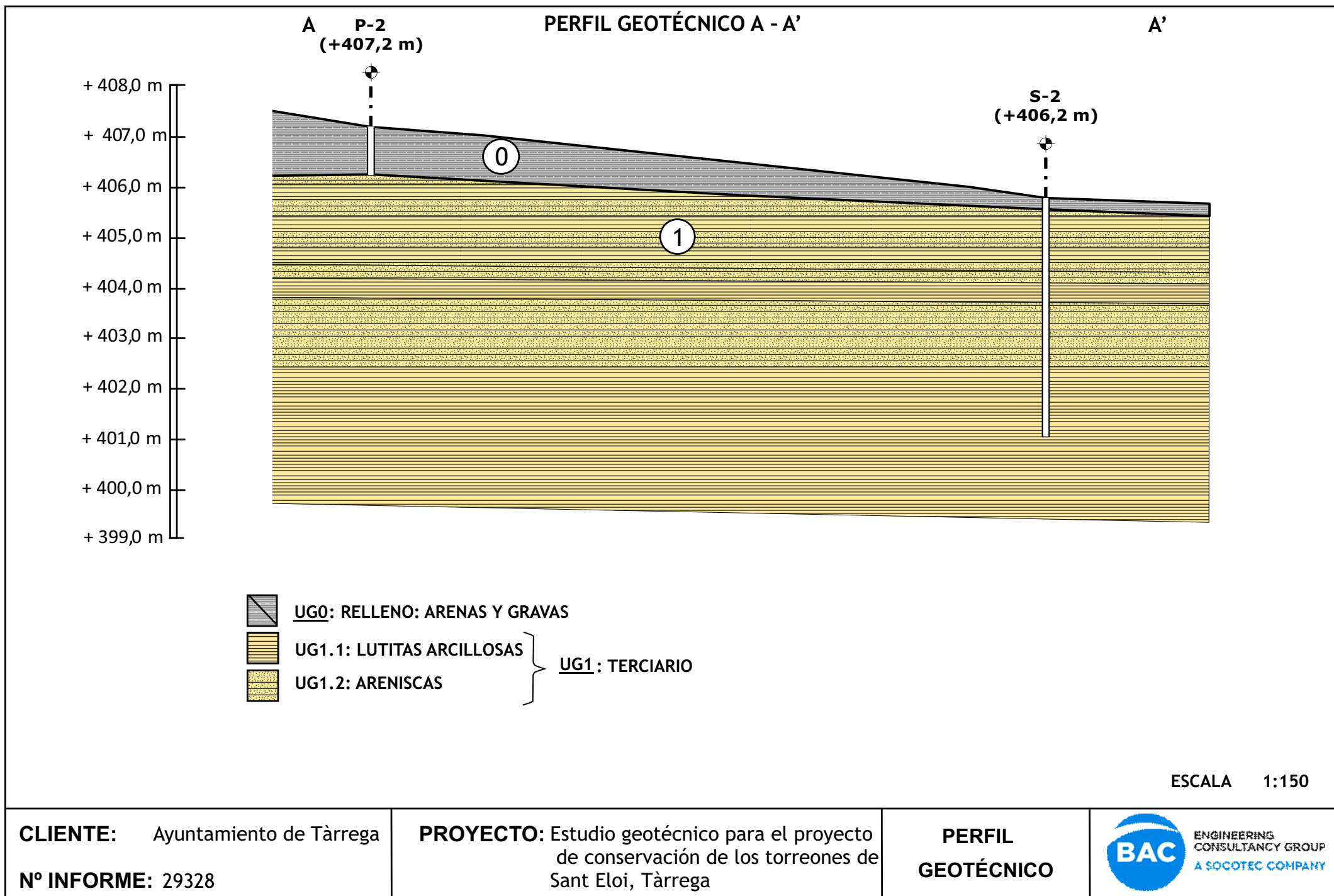
OBSERVACIONES:

DIFICULTAD EXCAVACIÓN: 0,00 - 1,10 m: Fácil
1,10 - 1,15 m: Alta
ESTABILIDAD DE LAS PAREDES: 0,00 - 1,15 m: Buena
CLASIFICACIÓN PG3:

SUPERVISOR: Jonatan Valera

MAQUINÀRIA: LIEBHERR 910

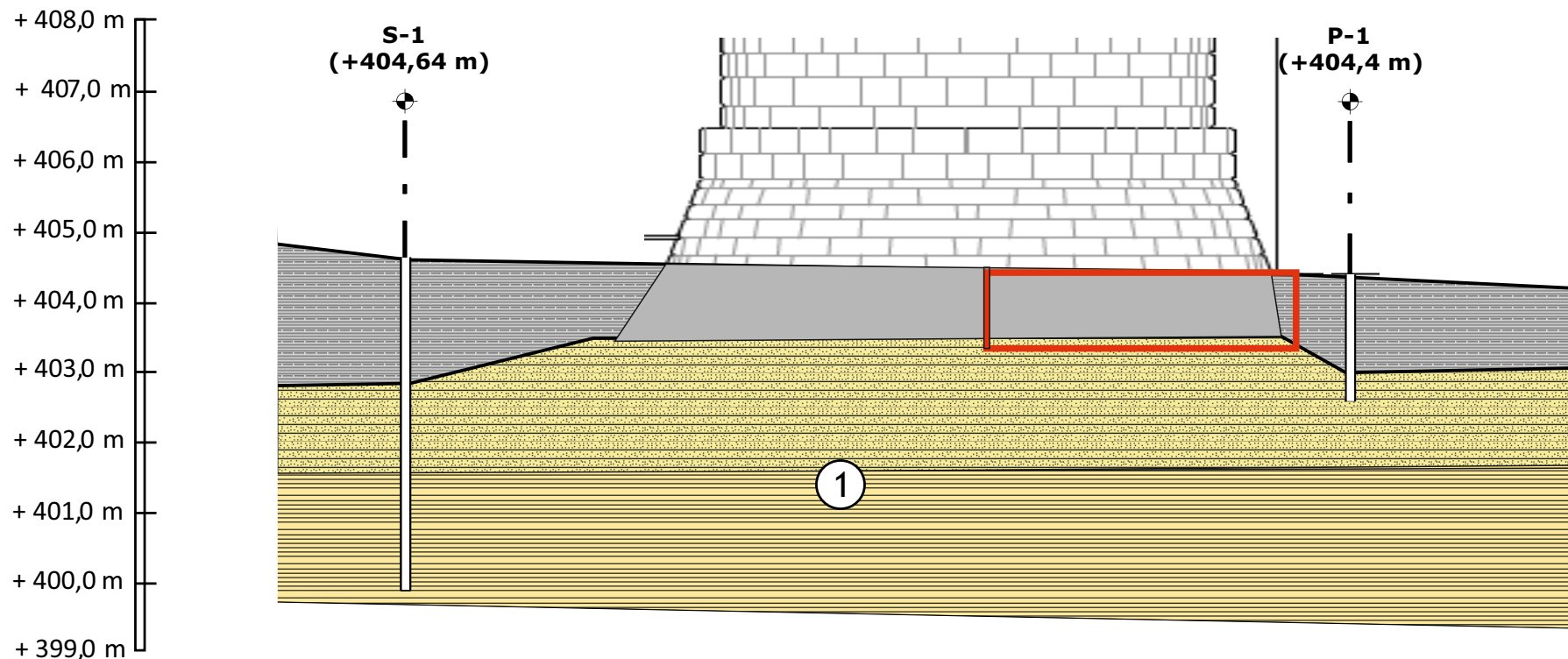
PERFILES GEOTÉCNICOS



B

PERFIL GEOTÉCNICO B - B'

B'



ESCALA 1:150

CLIENTE: Ayuntamiento de Tàrraga

Nº INFORME: 29328

PROYECTO: Estudio geotécnico para el proyecto de conservación de los torreones de Sant Eloi, Tàrraga

**PERFIL
GEOTÉCNICO**



ACTAS DE ENSAYO DE LABORATORIO

DATA D' ACTA Fecha de acta	Nº ACTA	ACTA OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRE (O)	DATA MOSTREIG/INSPECCIÓ Fecha muestreo/inspección
27/08/2024	2024/68221	1	76857	GS.2024/637	30/07/2024

CLIENT / Cliente

10188: AJUNTAMENT DE TÀRREGA, PLAÇA MAJOR 1, 25300-TÀRREGA, Lleida

DOCUMENT / Documento

Acta de resultats dels assajos realitzats a la mostra presa en data, 30/07/2024 i amb les següents dades d'identificació

Acta de resultados de los ensayos realizados a la muestra tomada en fecha 30/07/2024 y con los siguientes datos de identificación

DADES DE LA MOSTRA / Datos de la muestra

TIPUS/ Tipo: MOSTRA PARAFINADA

DESCRIPCIÓ / Descripción: GRAVES AMB FINS I SORRES

PROCEDENCIA: TARREGA, S-2, TP, 0,8-1,2 m

ASSAIGS REALITZATS / Ensayos realizados

Investigació i assaigs geotècnics. Identificació i classificació de sòls s/norma UNE-EN ISO 14688-1/2:2019 i carta Munsell

(*) Investigació i assaigs geotècnics. Assaigs de laboratori de sòls. Part 4: Determinació de la distribució granulomètrica per tamisat. UNE-EN ISO 17892-4:2019

(*) Determinació dels límits d'Atterberg (límit líquid i límit plàstic) d'una mostra de sòl, segons la norma UNE-EN ISO 17892-12:2019 (UNE 103104:1993-UNE103103:1994)

(*) Determinació de la humitat, mitjançant assecatge en estufa d'una mostra de sòl, segons la norma UNE-EN ISO 17892-1:2015- (UNE103300:1993)

(*) Investigació i assaigs geotècnics. Assaigs de laboratori de sòls. Part 2: determinació de la densitat aparent. UNE-EN ISO 17892-2:2015

(*) Determinació quantitativa del contingut de sulfats solubles d'una mostra de sòl, segons la norma UNE 103201:2019 (UNE 103201:1996)

Erratum

Determinació del contingut de sals solubles d'un sòl, segons la norma UNE 103205:2019

(*) Determinació de la pressió d'inflament pel mètode de l'edòmetre d'una mostra de sòl, segons la norma UNE 103602:1996

(*) Assajos inclosos a la D.R.

EXPEDIENT / Expediente 29328 / 21888

Estudi Geotècnic base fonamentació de torres al Parc de Sant Eloi TÀRREGA (LLEIDA)

Els assajos compresos en aquest informe s'han realitzat segons la normativa corresponent i al nostre lleial saber i entendre, directament sobre els materials assajats i / o sobre les mostres preses in situ o remeses al laboratori, sense més responsabilitat que la derivada de la correcta utilització de les tècniques i l'aplicació dels procediments apropiats. Els resultats d'aquest informe es refereixen exclusivament a la mostra, producte o material indicat en l'apartat corresponent.

Els resultats es consideren propietat del Client i, sense autorització prèvia, BAC s'abstindrà de comunicar a un tercer.

BAC no es fa responsable, en cap cas, de la interpretació o ús indegut que es pugui fer d'aquest document, la reproducció parcial està totalment prohibida. No s'autoritza la seva publicació o reproducció sense el consentiment previ de BAC.

Laboratori d'Assaig per al control de Qualitat de l'Edificació, amb Declaració responsable presentada a la Generalitat de Catalunya amb codi d'inscripció CAT-L-104. Empresa certificada per OCA CERT conforme la norma UNE-EN ISO 9001:2015

L'abast d'actuació inclòs a la Declaració responsable inscrit al Registre General del codi Tècnic de l'Edificació es pot consultar a www.gencat.cat i www.codigotecnico.org.

Laboratorio:
Maresme, 8
08880 CUBELLES

Resultats dels assaigs realitzats a la mostra / Resultados de los ensayos realizados a la muestra : GS.2024/637
Data de finalitació del assaig / Fecha de finalización del ensayo : 27/08/2024

DESCRIPCIÓ DE LA MOSTRA / DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	
Tipus de mostra / Tipo de muestra	T.P. (Testimoni parafinat / Testigo parafinado)
Diametre / Diámetro (M.I, T.P, T.R)	7,0
Longitud / Longitud (M.I, T.P, T.R)	20

DESCRIPCIÓ APARENT / DESCRIPCIÓN APARENTE	
Identificació tram/ Identificación tramo	únic
Longitud/ Longitud cm	20
Tipus de sòl / Tipo de suelo	altres
Fracció primària / Fracción primaria	graves amb fins i sorres
Ambient sedimentari/ Ambiente sedimentario	---
Minerals apreciables a visu/ Minerales apreciables a visu	no s'aprecien
Consistència de la mostra/ Consistencia de la muestra	tova
Color segons:/Color según: -MUNSELL SOIL COLOR CHART-	marró (7,5YR 4/4)
Matèria orgànica/ Materia orgánica	no apreciable
Carbonats / Carbonatos	sense presència apreciable
Estratificacions/ Estratificaciones	no s'aprecien
Estructures sedimentàries primàries/ Estructuras sedimentarias primarias	no s'aprecien
Estructures sedimentàries secundàries/ Estructuras sedimentarias secundarias	no s'aprecien
Contingut fòssilífer/ Contenido fosilífero	no s'aprecia
FORMA DE LES PARTÍCULES/FORMA DE LAS PARTÍCULAS	
Angulositat/ Angulosidad	no s'aprecia
Forma dels components/ Forma de los componentes	no s'aprecia
Textura superficial/ Textura superficial	rugosa

OBSERVACIONS / Observaciones:

RESP. AMBIT (O)

Vº Bº DTOR DEL LABORATORI (O)

ROLDAN GUAMIS, LLUIS

RODRIGUEZ ALONSO, LUIS
GEOLOGO

DATA D' ACTA Fecha de acta	Nº ACTA	ACTA OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRE (O)	DATA MOSTREIG/INSPECCIÓ Fecha muestreo/inspección
27/08/2024	2024/68221	1	76857	GS.2024/637	30/07/2024

Laboratorio:
Maresme, 8
08880 CUBELLES

Resultats dels assaigs realitzats a la mostra / Resultados de los ensayos realizados a la muestra : GS.2024/637
Data de finalització del assaig / Fecha de finalización del ensayo : 27/08/2024



FOTOGRAFIA IDENTIFICATIVA

OBSERVACIONS / Observaciones:

RESP. AMBIT (O)

Vº Bº DTOR DEL LABORATORI (O)

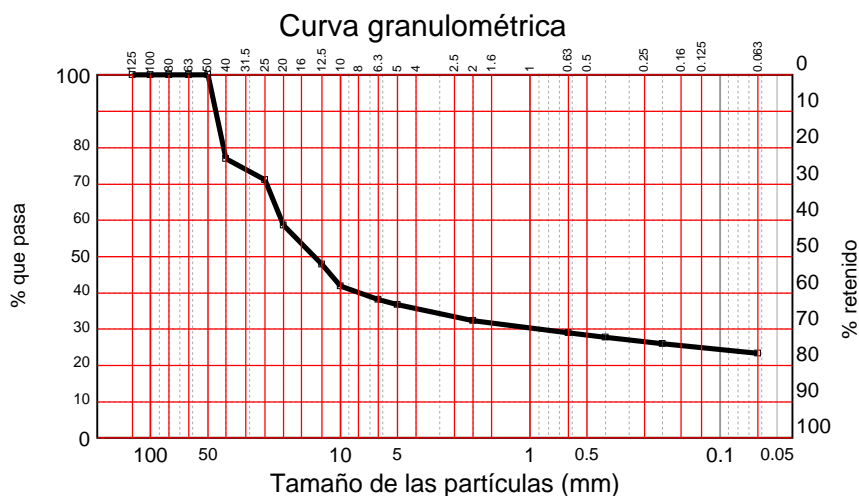
ROLDAN GUAMIS, LLUIS

RODRIGUEZ ALONSO, LUIS
GEOLOGO

Laboratorio:
Maresme, 8
08880 CUBELLES

Análisis granulométric de sols / Análisis granulométrico de suelos
UNE-EN ISO 17892-4:2019

Tamiz (mm)	Pasa (%)
125	100
100	100
80	100
63	100
50	100
40	77
25	71
20	59
12,5	48
10	42
6,3	38
5	37
2	32
0,63	29
0,4	28
0,2	26
0,063	23,3



Clasificación USCS S/ASTM D2487

GC : Grava arcillosa

DISTRIBUCION GRANULOMÉTRICA S/ASTM Y COEFICIENTES DE UNIFORMIDAD Y CONCAVIDAD

Distribución granulométrica S/ASTM-D 2487			
Gravas (63,7%)	gruesas	De 19 a 75 mm.	42,7%
	finas	De 4,75 a 19 mm.	20,9%
Arenas (12,8%)	gruesas	De 2 a 4,75 mm.	4,0%
	medias	De 0,425 a 2 mm.	4,4%
	finas	De 0,075 a 0,425 mm.	4,4%
Limos y arcillas		Menos de 0,075 mm.	23,5%

En base a l'anteriorment exposada corba granulométrica s'obté l'anterior distribució granulométrica s/ASTM i els corresponents Coeficients d'Uniformitat (Cu) i de Curvatura (Cc)

El coeficient d'uniformitat, definit originalment per Terzaghi i Peck, es fa servir per avaluar la uniformitat de la mida de les partícules d'un sòl. S'expressa com la relació entre D60 i D10;

D60 = el diàmetre o mida per sota del qual queda el 60% del terra, en pes; i,
D10 = el diàmetre o mida per sota del qual queda el 10% del terra, en pes.

Un sòl amb un coeficient d'uniformitat menor de 3 es considera molt uniforme. Al límit, si un terreny estigués format per esferes perfectament iguals, el seu coeficient d'uniformitat seria 1.

El Coeficient de concavitat Cc o de curvatura és una mesura de la forma de la corba entre el D60 i el D10,

Valors de Cc molt diferents de 1,0 indiquen que falten una sèrie de diàmetres entre les mides corresponents al D10 i al D60

OBSERVACIONS / Observaciones:

RESP. AMBIT (O)

Vº Bº DTOR DEL LABORATORI (O)



ROLDAN GUAMIS, LLUIS

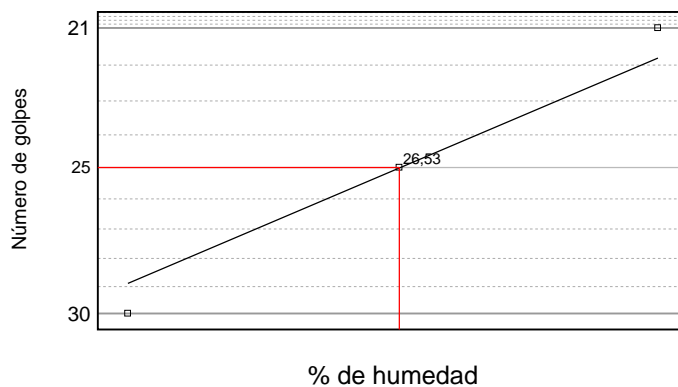
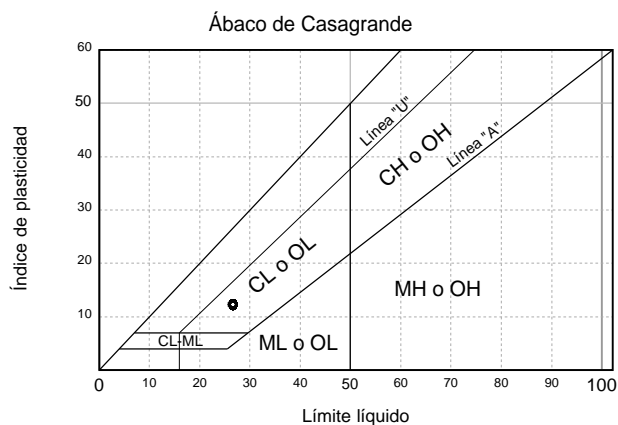


RODRIGUEZ ALONSO, LUIS
GEOLOGO

Laboratorio:
Maresme, 8
08880 CUBELLES

Resultats dels assaigs realitzats a la mostra / Resultados de los ensayos realizados a la muestra : GS.2024/637
Data de finalització del assaig / Fecha de finalización del ensayo : 27/08/2024

LÍMITES DE ATTERBERG	
Límite líquido	26,53
Límite plástico	14,23
Índice de plasticidad	12,30



	Límite líquido					Límite plástico		
Número de golpes	21	30	---	---	---	---	---	---
Agua	3,200	3,120	---	---	---	0,680	---	---
Tara+Suelo+Agua	44,660	44,140	---	---	---	23,300	---	---
Tara+Suelo	41,460	41,020	---	---	---	22,620	---	---
Tara	29,590	29,060	---	---	---	17,840	---	---
Suelo	11,870	11,960	---	---	---	4,780	---	---
Humedad	26,96%	26,09%	---	---	---	14,23%	---	---

OBSERVACIONS / Observaciones:

RESP. AMBIT (O)

Vº Bº DTOR DEL LABORATORI (O)



ROLDAN GUAMIS, LLUIS



RODRIGUEZ ALONSO, LUIS
GEOLOGO

DATA D' ACTA <i>Fecha de acta</i>	Nº ACTA	ACTA OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRE (O)	DATA MOSTREIG/INSPECCIÓ <i>Fecha muestreo/inspección</i>
27/08/2024	2024/68221	1	76857	GS.2024/637	30/07/2024




Laboratorio:
Maresme, 8
08880 CUBELLES

Resultats dels assaigs realitzats a la mostra / Resultados de los ensayos realizados a la muestra : GS.2024/637
Data de finalitació del assaig / Fecha de finalización del ensayo : 27/08/2024

DETERMINACIÓ DE LA HUMITAT/DETERMINACIÓN DE LA HUMEDAD (UNE-EN ISO 17892-1:2015)		
Massa recipient / <i>Masa recipiente</i>	g	47,51
Massa recipient + mostra / <i>Masa recipiente + muestra</i>	g	262,19
Massa recipient + mostra seca / <i>Masa recipiente + muestra seca</i>	g	237,02
Humitat / <i>Humedad</i>	%	13,28

DETERMINACIÓ DE LA DENSITAT/DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD (UNE 103301:1994)		
Humitat / <i>Humedad</i>	%	13,28
Densitat humida/ <i>Densidad húmeda</i>	g/cm ³	2,24
Densitat seca/ <i>Densidad seca</i>	g/cm ³	1,98
ÍNDIX DE PORUS I POROSITAT/ ÍNDICE DE POROS I POROSIDAD		
Pes específic dels sòlids/ <i>Peso específico de los sólidos</i>	g/cm ³	2,65
Índex de poros (e)/ <i>Índice de poros</i>		0,34
Porositat (n)/ <i>Porosidad (n)</i>	%	25,37

OBSERVACIONS / Observaciones:




RESP. AMBIT (O)	Vº Bº DTOR DEL LABORATORI (O)
  ROLDAN GUAMIS, LLUIS	 RODRIGUEZ ALONSO, LUIS GEOLOGO

Laboratorio:
Maresme, 8
08880 CUBELLES

Resultats dels assaigs realitzats a la mostra / Resultados de los ensayos realizados a la muestra : GS.2024/637
Data de finalitació del assaig / Fecha de finalización del ensayo : 27/08/2024

Sòls: Pressió d'inflament pel mètode de l'edòmetre S/UNE 103602:1996			
HUMITAT/ Humedad			
		INICIAL	FINAL
Tara+sol+aigua / Tara + Suelo + Agua	g	172,93	174,20
Sol + tara / Suelo + Tara	g	162,86	162,86
Tara / Tara	g	88,00	88,00
Aigua / Agua	g	10,1	11,3
Sol / Suelo	g	74,9	74,9
Humitat natural / Humedad natural	%	13,5	15,1
PRESIÓ D'INFLAMENT / Presión de hinchamiento			
Pes empleat per a la estabilització / Peso empleado para la estabilización	g	450	
Carrega / Carga	N	44,10	
Diametre interior del anell / Diámetro interior del anillo	mm	50	
Relació de palanca		1/10	
Secció recta / Sección recta	mm²	1963,50	
Pressió d'inflament / Presión de hinchamiento	KPa	22,46	

OBSERVACIONS / Observaciones:

RESP. AMBIT (O)	Vº Bº DTOR DEL LABORATORI (O)
  ROLDAN GUAMIS, LLUIS	 RODRIGUEZ ALONSO, LUIS GEOLOGO




Laboratorio:
Maresme, 8
08880 CUBELLES

Resultats dels assaigs realitzats a la mostra / Resultados de los ensayos realizados a la muestra : GS.2024/637
Data de finalitació del assaig / Fecha de finalización del ensayo : 27/08/2024

Ensayo J03DM20K - Determinació quantitativa del contingut de sulfats solubles S/UNE 103201:2019		
Pes de la mostra assajada / <i>Peso de la muestra ensayada</i>	gr	10,0004
Volum de la solució analitzada / <i>Volumen de la solución analizada</i>	ml	250
Volumen de solució en el frasc / <i>Volumen de solución en el frasco</i>	ml	500
Tara del crisol (Mc) / <i>Tara del crisol (Mc)</i>	gr	24,4166
Tara del crisol despres de calcinar / <i>Tara del crisol despues de calcinar</i>	gr	24,4266
Massa del precipitat de BaSO4 (Mp) / <i>Masa del precipitado de BaSO4 (Mp)</i>	gr	0,0100
Mm / <i>Mm</i>	gr	5,0002
Contingut de sulfats de la mostra assajada / <i>Contrenido de sulfatos de la muestra ensayada</i>	%	0,07
% de mostra que passa pel tamís 2mm / <i>% de muestra que pasa por el tamiz 2mm</i>	%	32
Sulfats solubles finals / <i>Sulfatos solubles finales</i>	%	0,02

Ensayo J03DN10Z - Sòls: Contingut de sals solubles S/UNE 103205:2019, NLT-114/99		
PES DE LA MOSTRA / <i>Peso de la muestra</i>	g	50,0002
PES DE LA CAPSULA / <i>Peso de la cápsula</i>	g	49,5887
PES DE LA CAPSULA+RESIDU / <i>Peso de la cápsula + residuo</i>	g	49,6130
PES RESIDU / <i>Peso residuo</i>	g	0,0243
SALS SOLUBLES INDIVIDUALS / <i>Sales solubles individuales</i>		0,24
SALS SOLUBLES MITJA / <i>Sales solubles media</i>		0,24

OBSERVACIONS / Observaciones:

RESP. AMBIT (O)	Vº Bº DTOR DEL LABORATORI (O)
  ROLDAN GUAMIS, LLUIS	 RODRIGUEZ ALONSO, LUIS GEOLOGO

DATA D' ACTA Fecha de acta	Nº ACTA	ACTA OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRE (O)	DATA MOSTREIG/INSPECCIÓ Fecha muestreo/inspección
27/08/2024	2024/68222	2	76857	GS.2024/636	30/07/2024

CLIENT / Cliente

10188: AJUNTAMENT DE TÀRREGA, PLAÇA MAJOR 1, 25300-TÀRREGA, Lleida

DOCUMENT / Documento

Acta de resultats dels assajos realitzats a la mostra presa en data, 30/07/2024 i amb les següents dades d'identificació

Acta de resultados de los ensayos realizados a la muestra tomada en fecha 30/07/2024 y con los siguientes datos de identificación

DADES DE LA MOSTRA / Datos de la muestra

TIPUS/ Tipo: MOSTRA PARAFINADA

DESCRIPCIÓ / Descripción: ROCA

PROCEDENCIA: TARREGA, S-1, TP, 2,7-3,0m

ASSAIGS REALITZATS / Ensayos realizados

Investigació i assaigs geotècnics. Identificació i classificació de sòls s/norma UNE-EN ISO 14688-1/2:2019 i carta Munsell

(*) Investigació i assaigs geotècnics. Assaigs de labortori de sòls. Part 2: determinació de la densitat aparent. UNE-EN ISO 17892-2:2015

Determinació de la resistència a la compressió uniaxial de provetes de roca, segons la norma UNE 22950-1:1990

(*) Assajos inclosos a la D.R.

EXPEDIENT / Expediente 29328 / 21888

Estudi Geotècnic base fonamentació de torres al Parc de Sant Eloi TÀRREGA (LLEIDA)

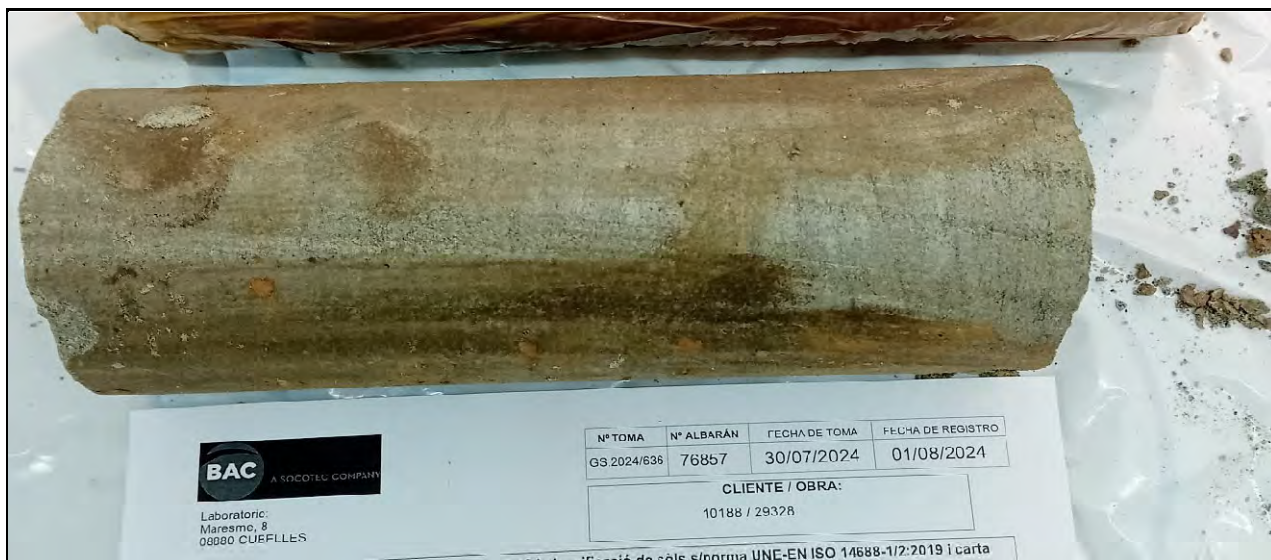
Els assajos compresos en aquest informe s'han realitzat segons la normativa corresponent i al nostre lleial saber i entendre, directament sobre els materials assajats i / o sobre les mostres preses in situ o remeses al laboratori, sense més responsabilitat que la derivada de la correcta utilització de les tècniques i l'aplicació dels procediments apropiats. Els resultats d'aquest informe es refereixen exclusivament a la mostra, producte o material indicat en l'apartat corresponent. Els resultats es consideren propietat del Client i, sense autorització prèvia, BAC s'abstindrà de comunicar a un tercer.

BAC no es fa responsable, en cap cas, de la interpretació o ús indegut que es pugui fer d'aquest document, la reproducció parcial està totalment prohibida. No s'autoritza la seva publicació o reproducció sense el consentiment previ de BAC. Laboratori d'Assaig per al control de Qualitat de l'Edificació, amb Declaració responsable presentada a la Generalitat de Catalunya amb codi d'inscripció CAT-L-104. Empresa certificada per OCA CERT conforme la norma UNE-EN ISO 9001:2015. L'abast d'actuació inclòs a la Declaració responsable inscrit al Registre General del codi Tècnic de l'Edificació es pot consultar a www.gencat.cat i www.codigotecnico.org.

DATA D'ACTA	Nº ACTA	ACTA OBRA Nº	Nº ALBARÀ	Nº REGISTRE (O)	MOSTREIG/INSPECCIÓ
27/08/2024	2024/68222	2	76857	GS.2024/636	30/07/2024

**INVESTIGACIÓ I ASSAIGS GEOTÈCNICS.
IDENTIFICACIÓ, DESCRIPCIÓ I CLASSIFICACIÓ DE ROQUES
UNE-EN ISO 14689:2019**

TIPUS DE MOSTRA (TP, MA)	TESTIMONI PARAFINAT		
DIÀMETRE (cm)	7.1		
LONGITUD (cm)	20		
TRAMS IDENTIFICATS	ÚNIC		
LONGITUD (cm)	20		
GÈNESI	SEDIMENTÀRIA		
ESTRUCTURA	ESTRATIFICACIÓ		
MIDA DE GRA	FI		
COLOR (CARTA MUNSELL)	GRIS VERDÓS (GLEI 1 6/10Y)		
ESTIMACIÓ DE LA RESISTÈNCIA A LA COMPRESSIÓ	RESISTENT		
ALTERACIÓ/METEORITZACIÓ	SANA		
MINERALOGIA PRINCIPAL	SILÍCICA		
ESTABILITAT A L'AIRE	ESTABLE		



OBSERVACIONS

RESPONSABLE D'ÀMBIT

DIRECTOR DEL LABORATORI

SONIA FERRÁNDIZ DE JÁUREGUI
GEÒLOGA

LLUÍS RODRIGUEZ ALONSO
GEÒLEG

DATA D'ACTA	Nº ACTA	ACTA OBRA Nº	Nº ALBARÀ	Nº REGISTRE (O)	MOSTREIG/INSPECCIÓ
27/08/2024	2024/68222	2	76857	GS.2024/636	30/07/2024

**SI(INVESTIGACIÓ I ASSAIGS GEOTÈCNICS. ASSAIGS DE LABORATORI DE SÒLS.
PART 2: DETERMINACIÓ DE LA DENSITAT APARENT. Mètodes d'immersió en fluid i de medició linial ^(*)
UNE-EN ISO 17892-2:2015**

DADES D'ASSAIG

m	Massa mostra	(g)	244.57
m_f	Mostra + buits reomplerts	(g)	244.57
m_c	Mostra parafinada	(g)	248.18
m_g	Mostra parafinada submergida	(g)	146.91
T	Temperatura aigua	(°C)	22.00
r_{fl}	Densitat aigua	(Mg/m ³)	1.00
r_p	Densitat parafina	(Mg/m ³)	0.85
\varnothing	Diàmetre	(mm)	-
h	Alçada	(mm)	-
V	VOLUM PROVETA	(m ³)	0.000097

m_1	t+s+a	(g)	214.72
m_2	t+s	(g)	208.92
m_c	t	(g)	43.46
w	HUMITAT	(%)	3.51

RESULTAT

DENSITAT APARENT	
$\rho = \frac{m}{V} \cdot 10^{-6} \quad (\text{Mg/m}^3)$	2.52

DENSITAT SECA	
$\rho_d = \frac{r}{1 + (w/100)} \quad (\text{Mg/m}^3)$	2.43

OBSERVACIONS

RESPONSABLE D'ÀMBIT

DIRECTOR DEL LABORATORI




SONIA FERRÁNDIZ DE JÁUREGUI
GEÒLOGA

LLUÍS RODRIGUEZ ALONSO
GEÒLEG

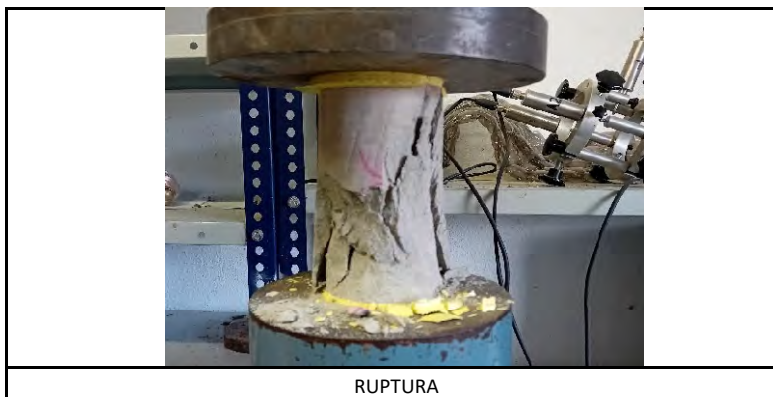
DATA D'ACTA	Nº ACTA	ACTA OBRA Nº	Nº ALBARÀ	Nº REGISTRE (O)	MOSTREIG/INSPECCIÓ
27/08/2024	2024/68222	2	76857	GS.2024/636	30/07/2024

PROPIETATS MECANQUES DE LES ROQUES. ASSAIGS PER LA DETERMINACIÓ DE LA RESISTÈNCIA.

PART 1: RESISTÈNCIA A LA COMPRESSIÓ UNIAXIAL^(*)

UNE 22950-1:1990

DADES DE LA PROVETA			
D	Diàmetre	(mm)	71.0
L	Alçada	(mm)	137.0
A	Secció	(mm ²)	3959
V	Volum	(cm ³)	542.41
M	Massa	(g)	1299
v	Velocitat de càrrega	(Mpa/s)	0.75
$\rho_a = M/V$	Densitat aparent	(g/cm ³)	2.39
P	Càrrega de trencament	(N)	102096



RUPTURA

RESISTÈNCIA A LA COMPRESSIÓ UNIAXIAL

$$r_c = \frac{P}{p \cdot D^2 / 4} = 25.8 \text{ Mpa}$$

OBSERVACIONS

EL TESTIMONI NO COMPLEIX LA RELACIÓ $2,5 < L/D < 3$

RESPONSABLE D'ÀMBIT

DIRECTOR DEL LABORATORI

SONIA FERRÁNDIZ DE JÁUREGUI
GEÒLOGA

LLUÍS RODRIGUEZ ALONSO
GEÒLEG

TABLA RESUMEN DE ENSAYO DE LABORATORIO

TABLA RESUMEN ENSAYOS DE LABORATORIO



PROYECTO: Estudio geotécnico para el proyecto de conservación de los Torreones de Sant Eloi, Tàrraga.

REFERENCIA: 29328

SONDEO / CALICATA	TIPO DE MUESTRA	COTA INICI (m)	COTA FINAL (m)	GOLPEO				N30	GRANULOMETRIA POR TAMIZADO (% QUE PASA)					LÍMITES DE ATTERBERG			CLASIFICACIÓN U.S.C.S.	HUMEDAD (%)	DENSIDAD APARENTE (gr/cm3)	DENSIDAD SECA (gr/cm3)	RESISTENCIA	EXPANSIVIDAD	QUÍMICOS	
				15	30	45	60		#20	#5	#2	#0,4	#0,06	L.L.	L.P	I.P.					Compresión Uniaxial en Roca	Presión de hinchamiento según el método edométrico (KPa)	Sulfatos Solubles (%)	Sales solubles
																					Cs (MPa)			
S-1	TP	2,7	3,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Roca	3,51	2,52	2,43	25,8	-	-	-
S-2	TP	0,8	1,2	-	-	-	-	-	59	37	32	28	23,3	26,53	14,23	12,30	GC	13,28	2,24	1,98	-	22,46	0,02	0,24

REPORTAJE FOTOGRÁFICO

OBRA: Estudio geotécnico para el proyecto de conservación de los torreones de Sant Eloi, Tàrraga

Anejo fotográfico calicata C-1



Emplazamiento de la calicata



Calicata mecánica de observación



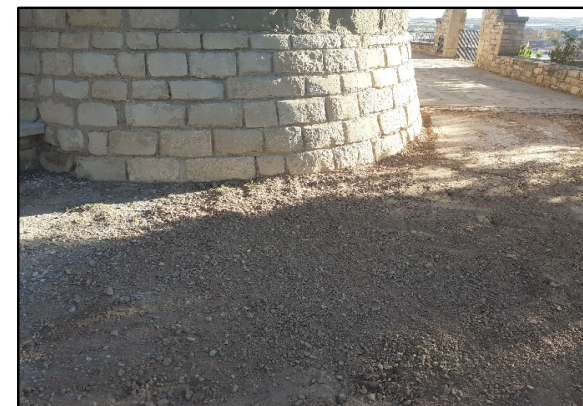
Profundidad de la calicata



Sustrato de apoyo de la cimentación



Materiales extraídos de la calicata



Estado final de la calicata

OBRA: Estudio geotécnico para el proyecto de conservación de los torreones de Sant Eloi, Tàrrrega

Anejo fotográfico sondeo S-1



Emplazamiento sonda TP-30



S-1: Caja 1 de 0.00 a 3.00 m



S-1: Caja 2 de 3.00 a 5.00 m



Emplazamient zona estudio

OBRA: Estudio geotécnico para el proyecto de conservación de los torreones de Sant Eloi, Tàrraga

Anejo fotográfico sondeo S-2



Emplazamiento sonda TP-30



S-2: Caja 1 de 0.00 a 3.00 m



S-2: Caja 2 de 3.00 a 5.00 m



Emplazamiento zona estudi