



## Miquel Fort i Costa

Geòleg, col·legiat nº 1.685

### ESTUDI GEOTÈCNIC PEL RECONeixEMENT DEL SUBSÒL DEL CONVENT DE SANT DOMÈNEC A CASTELLÓ D'EMPÚRIES.



**GENER 2020**

Miquel Fort i Costa, SL. C/Puig Rom, 29 baixos. 17480 Roses. NIF: 77.960.968-F. Tel. 610.431.131

#### ÍNDEX

1. INTRODUCCIÓ
2. LOCALITZACIÓ
  - 2.1 LOCALITZACIÓ GEOGRÀFICA
  - 2.2 LOCALITZACIÓ GEOLÒGICA
3. DESCRIPCIÓ DELS TREBALLS
  - 3.1 PENETRACIONS DINÀMIQUES
  - 3.2 SONDEIGS
4. REPRESENTACIÓ DE DADES
  - 4.1 PENETRACIONS DINÀMIQUES
  - 4.2 SONDEIGS
5. NIVELL FREÀTIC
6. ANÀLISIS DADES MECÀNIQUES
  - 6.1 CONVERSIÓ DE DADES PEL CÀLCUL DE CAPACITAT PORTANTS
7. TALL GEOLÒGIC I GEOTÈCNIC DEL TERRENY
8. LABORATORI
9. CAPACITATS PORTANTS
10. EXCAVABILITAT
11. OBSERVACIONS
12. EFECTE SÍSMIC
13. CONCLUSIONS

#### ANNEXES

- ANNEX 1. ASSAIGS "IN SITU"
- ANNEX 2. TALLS GEOLÒGICS
- ANNEX 3. ACTES DE LABORATORI
- ANNEX 4. REPORTATGE FOTOGRÀFIC

## 1. INTRODUCCIÓ-OBJECTIUS.

S'ha realitzat una investigació geològica i geotècnica en l'interior del Convent de Sant Domènec del casc urbà de Castelló d'Empúries.

Es preveu la construcció d'una planta soterrani en tot el subsòl de l'edifici.

L'objectiu del present Informe Geotècnic és determinar les característiques geològiques i geotècniques del subsòl a partir de les quals es determina la capacitat portant  $q$  del terreny. La campanya de reconeixement s'ha dissenyat per a poder establir aquells paràmetres front a la construcció d'aquest soterrani.

Existeix informació geològica editada de la zona, al Mapa geològic de Catalunya 1:25.000 de Castelló d'Empúries full (258-2-1) editat pel Institut Cartogràfic de Catalunya.

Els treballs de camp han estat dirigits i supervisats en la seva totalitat per un Titulat Superior en Geologia.

És d'aplicació el Codi Tècnic de l'Edificació (CTE) en vigor des del 29 de març de 2006. Els estudis geotècnics s'acullen a les instruccions del DB SE-C Cimientos.

Segons el CTE, podem classificar la construcció i el terreny de la següent manera:

- **Construcció tipus C-1:** Construccions de menys de 4 plantes i més de 300m<sup>2</sup> construïts.
- **Terreny tipus T-2:** Terrenys intermitjos, en els que se suposa que hi han reblerts antròpics de certa rellevància.

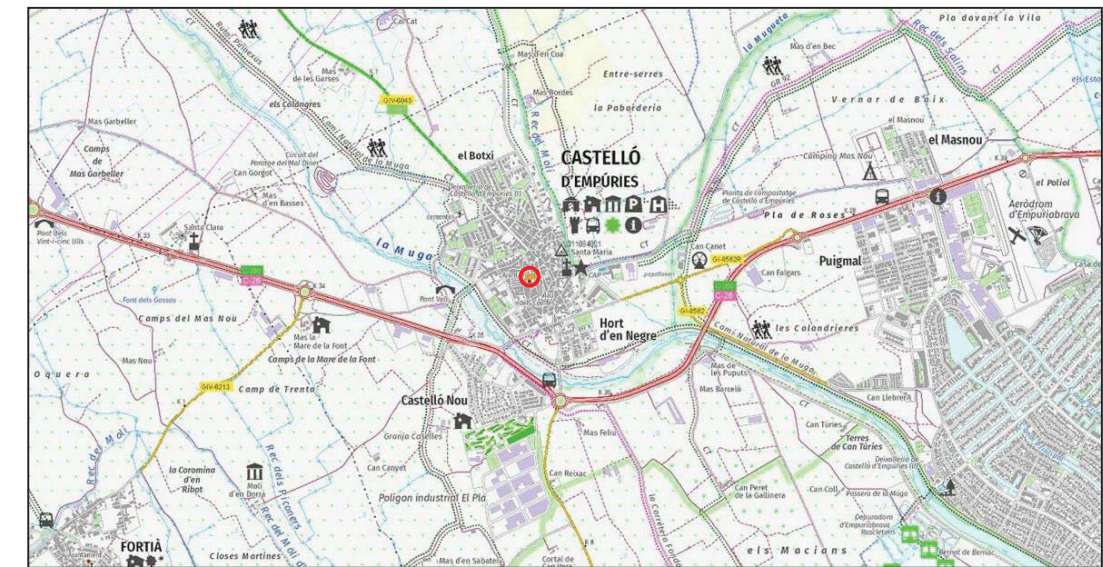
Atès que finalment s'ha trobat un gruix de reblert important, però per sota hi ha el material que es descriu en el mapa geològic com a competent, no s'ha profunditzat el que correspon però s'han realitzat un total d'11 punts, molts més que els que pertiquen.

2

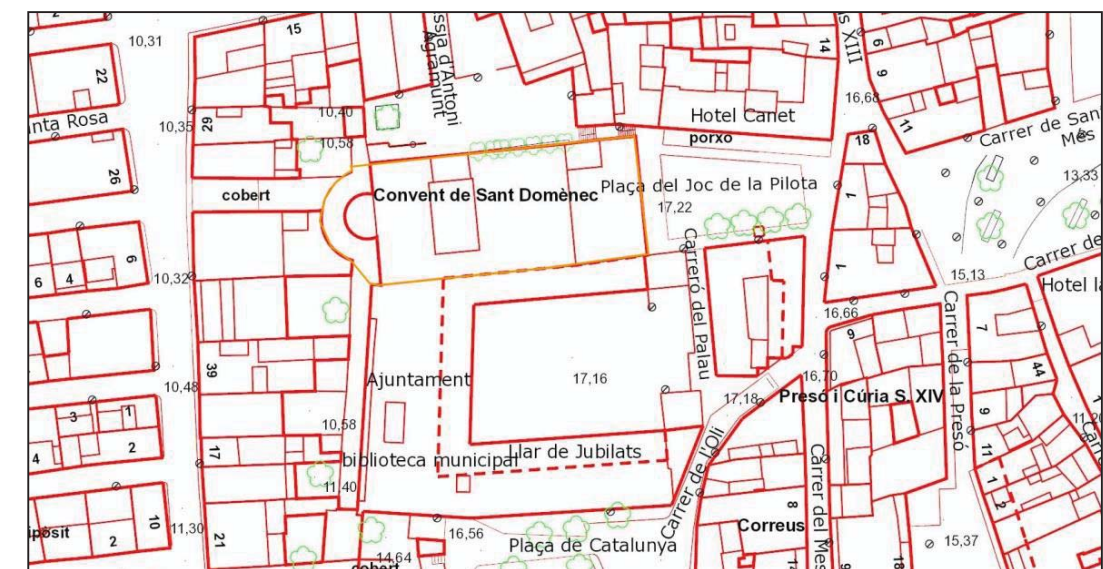
## 2. LOCALITZACIÓ

### 2.1. LOCALITZACIÓ GEOGRÀFICA

La parcel·la on s'ha realitzat l'estudi geotècnic se situa enmig del casc urbà de Castelló d'Empúries, en concret a l'interior del Convent de Sant Domènec. Es preveu la construcció d'una planta soterrani en tota la planta de l'edifici exceptuant la zona de l'absis; això és sobre uns 686m<sup>2</sup> de superfície.



Figures 1 i 2. Situació geogràfica de l'àmbit d'estudi.



3

## 2.2. LOCALITZACIÓ GEOLÒGICA

### 2.2.1. Context geològic.

L'àrea d'estudi es troba enmig de la Depressió de l'Alt Empordà. Aquesta conca té un origen tectònic produït arrel de la fase distensiva esdevinguda durant el Neogen (fa uns 25 milions d'anys) tot just acabada l'orogènia alpina.

A mesura que la depressió s'anava enfonsant anava rebent materials detrítics procedents dels aports dels cursos fluvials, així com dels peudemonts dels relleus més pròxims (Serra de Rodes i de Roses).

Per damunt dels materials neògens, i durant el Quaternari, els actuals cursos d'aigua han anat aportant més materials detrítics fruit dels seus sobreeximents o bé durant les inundacions.

La figura nº 3 il·lustra la situació geològica de la zona d'estudi.

### 2.2.2. Litologia Local.

Tal i com s'observa al mapa, els materials sobre els que ja està la nova edificació pertany a la nomenclatura:

<b>NPPa</b>	Argiles amb intercalacions de sorres i graves. Aquesta unitat està constituïda principalment per argiles grises entre les quals s'intercalen canals de graves i sorres. Els nivells canalitzats tenen una continuïtat lateral decamètrica i gruixos mètrics. Els paleocorrents són de sentit S-SE. A les àrees distals disminueixen progressivament la quantitat i dimensions dels cossos canalitzats, i augmenta la proporció de sediments fins. Localment les argiles tenen nòduls de ferro. Els còdols dels nivells de graves són de pissarres, gresos, quars i roques metamòrfiques paleozoïques (Cambro-Ordovicià) i localment de basalt. Corresponen a les parts distals de la unitat NPPg. S'interpreten com a fàcies de plana al·luvial argilosa del ventall de Peralada, amb esporàdics canals de graves i sorres d'escassa entitat. El gruix total estimat és de 40-50 m. S'atribueixen al Pliocè per correlació amb els sediments marins (NPsm).
-------------	---

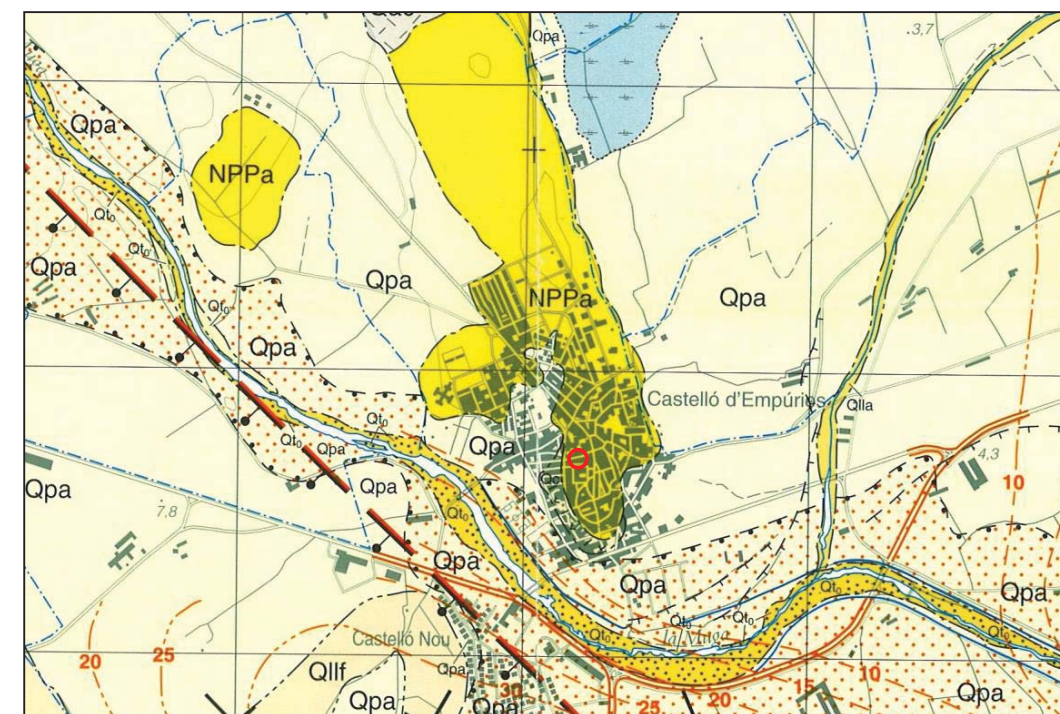


Figura 3. Mapa geològic de Catalunya 1:25.000 (full de Castelló d'Empúries). Font: ICC.

### 2.2.3. Litologia local.

Amb l'ajut dels assaigs practicats "in situ" s'ha extret la següent columna tipus:

- Nivell 0. 0 – 1,2 a 6,2 m. Reblert amb terres, sorres, graveta i runa.
- Nivell 1. 1,2 a 6,2 – 7,2m. Argiles i sorres molt fines verd-taronjades.

### 3. DESCRIPCIÓ DELS TREBALLS DE CAMP

Els treballs es van realitzar els dies 10 i 11 de desembre de 2019 i van consistir en:

- Realització de **7 penetracions dinàmiques** tipus DPSH.
- Execució de **4 sondeigs a rotació**.

La figura 4 indica la posició dels assaigs realitzats en la parcel·la estudiada.

#### 3.1 PENETRACIONS DINÀMIQUES

S'ha realitzat una sèrie de penetracions dinàmiques amb un aparell de marca Tecoinsa que compleix les Normes NI de la SIMFE:

- DPSH (Dinamic Penetrometer Super High) Prova dinàmica Superpesant
  - SPT (Standard Penetration Test) Prova dinàmica Standard.
- Complint la Norma UNE 103-801-94.

El assaig consisteix en fer introduir-se un tren de barillatge de 32 mm de diàmetre, amb una puntassa perduda de secció circular de 20 cm<sup>2</sup>, mitjançant la caiguda lliure d'un pes de 63.5 Kg des d'una alçada de 76 cm. S'han de comptabilitzar els cops necessaris per introduir el tren de 20 cm en 20 cm al terreny i després es representen els resultats grafiats en funció a la fondària.

Es presenten els resultats amb l'equivalència que el DPSH representa al NBORROS segons la correlació amb 1.22 que recomana **Jiménez Salas** en "Geotecnia y Cimientos III 1ª Parte" segons la formulació següent:

$$N2=N1*(W1*H1*A2*E2/W2*H2*A1*E1)$$

(1) BORROS

(2) DPSH

	BORROS	DPSH
W = pes maça (kg)	63.5	63.5
H = alçada caiguda (cm)	50.0	76.0
A = àrea transversal de la maça (cm <sup>2</sup> )	16.0	20.0
E = longitud de penetració (cm)	20.0	20.0

$$N \text{ BORROS} = 1.22 * NDPSH$$

#### 3.2 SONDEIGS A ROTACIÓ

S'han realitzat quatre sondeigs a rotació amb la mateixa maquinària anterior. S'ha profunditzat fins els 7m, en la posició que es documenta tot seguit al mapa.

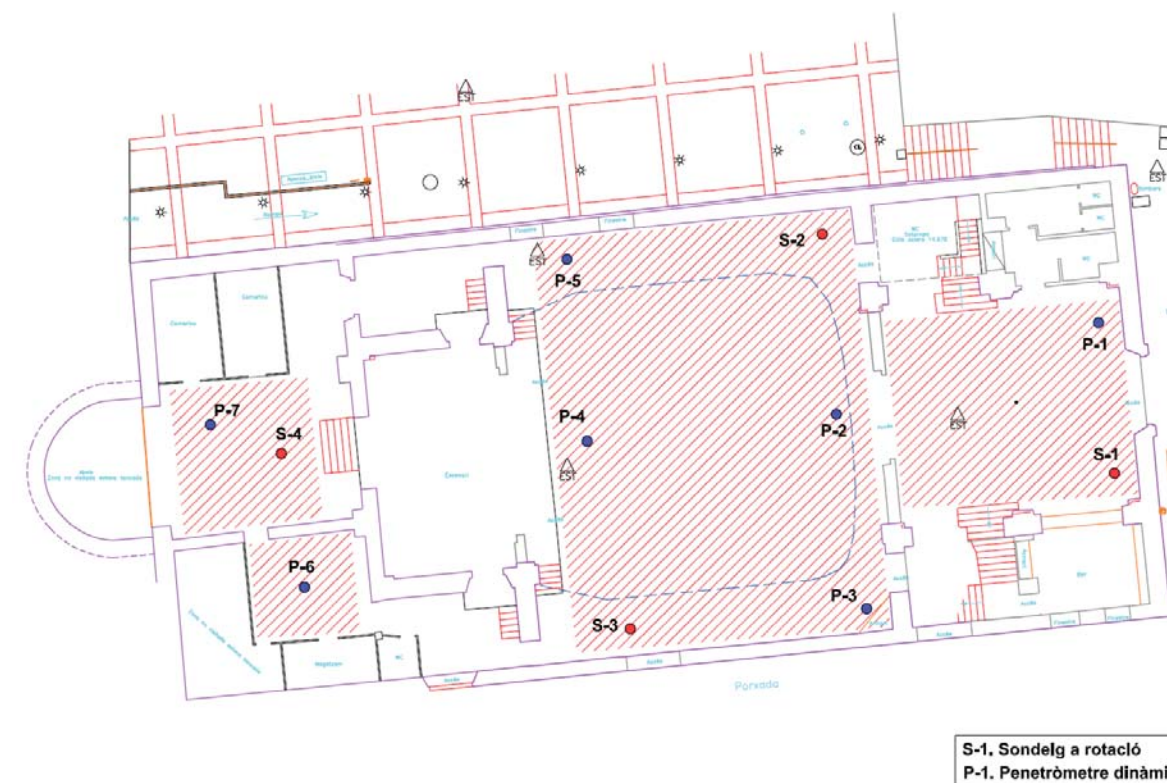


Figura 4. Esquema de la parcel·la amb ubicació dels assaigs i la disposició dels talls geològics.

**4. REPRESENTACIÓ DE DADES****4.1 PENETRACIONS DINÀMIQUES**

La profunditat màxima assolida ha estat de:

- P-1: 6,0 metres
- P-2: 6,0 metres
- P-3: 6,0 metres
- P-4: 6,0 metres
- P-5: 6,6 metres
- P-6: 6,4 metres
- P-7: 7,0 metres

P-1:

Nivell 0: 0,0-3,2 m. Nborros = 6  
Nivell 1: 3,2-6,0 m Nborros = 16

P-2:

Nivell 0: 0,0-2,8 m. Nborros = 9  
Nivell 1: 2,8-6,0 m Nborros = 21

P-3:

Nivell 0: 0,0-3,2 m. Nborros = 8  
Nivell 1: 3,2-6,0 m Nborros = 23

P-4:

Nivell 0: 0,0-4,0 m. Nborros = 7  
Nivell 1: 4,0-6,0 m Nborros = 20

P-5:

Nivell 0: 0,0-4,8 m. Nborros = 7  
Nivell 1: 4,8-6,6 m Nborros = 25

P-6:

Nivell 0: 0,0-5,2 m. Nborros = 5  
Nivell 1: 5,2-6,4 m Nborros = 25

P-7:

Nivell 0: 0,0-6,2 m. Nborros = 9  
Nivell 1: 6,2-6,0 m Nborros = 35

**4.2. SONDEIG A ROTACIÓ**

S'han executat quatre sondeigs a rotació entre 5 i 7m de profunditat. En el seu interior s'han fet entre 2 i 3 assaigs SPT, i s'han extret dues mostres inalterades per a analitzar al laboratori.

S-1: 4,8 m  
S-2: 6,0 m  
S-3: 6,7 m  
S-4: 3,9 m

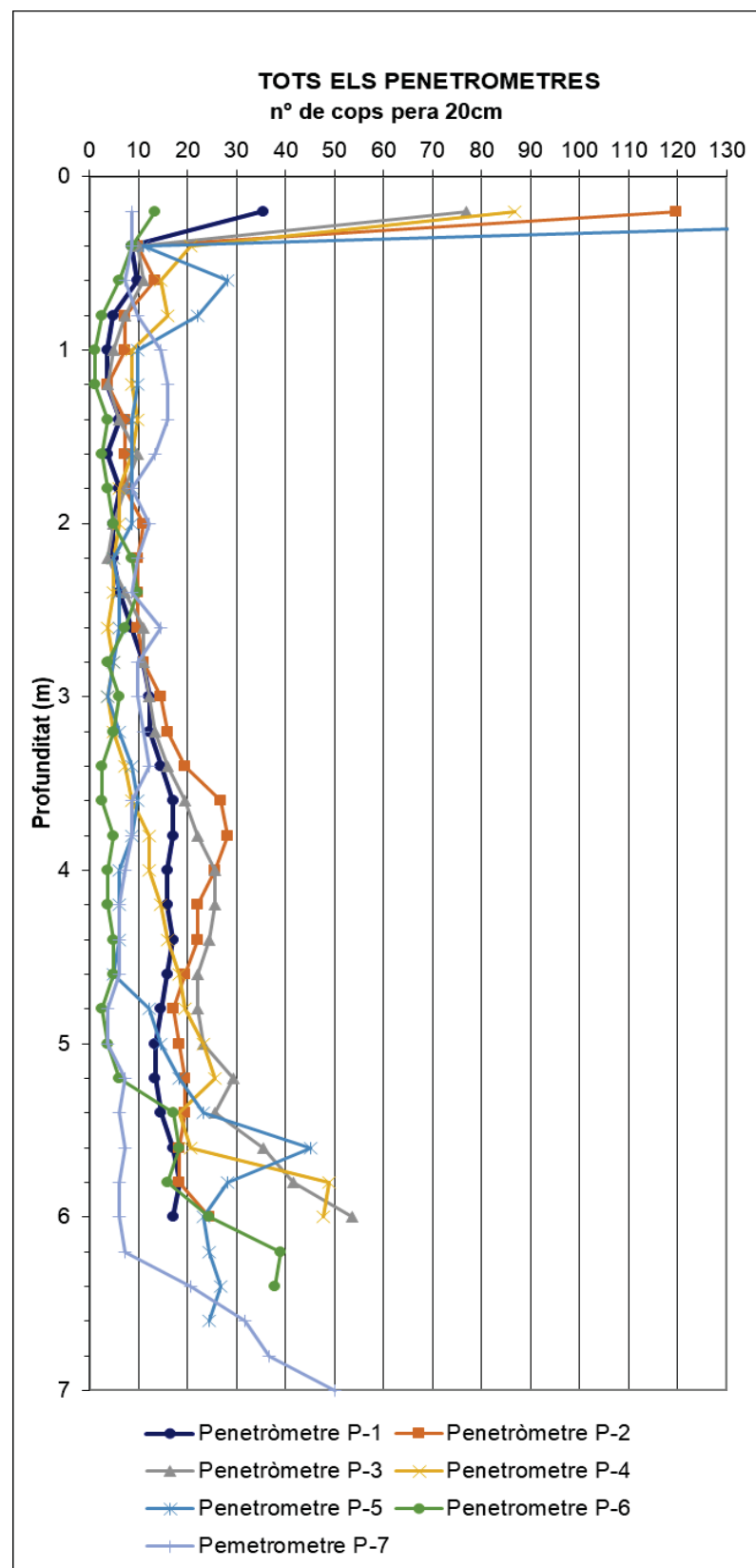


Figura 5. Projecció conjunta de les penetracions dinàmiques.

### 5. NIVELL FREÀTIC

No s'ha tallat el nivell freàtic en cap dels 11 assaigs practicats.

### 6. ANÀLISI DE DADES MECÀNIQUES

#### 6.1 CONVERSIÓ DE DADES PER CÀLCUL DE CAPACITAT PORTANT

Per poder interpretar les dades en funció al S.P.T. emprarem l'equació de **Dhalberg** per sorres, recomanada també per Jiménez Salas i altres autors;

$$NSPT = 25 \cdot \log(NBORROS) - 15.16 + 0.116 \cdot (NB > 12)$$

$$NSPT = NBORROS \quad (8 < NB < 12)$$

El valor dels colpeigs extrets en tots els assaigs "in situ" s'exposen tot seguit per a cadascun dels nivells definits:

Assaigs	N0	N1
P-1	6	15
P-2	9	18
P-3	8	19
P-4	7	18
P-5	7	20
P-6	5	20
P-7	9	23
S-1	-	16/31
S-2	12	21/30
S-3	5/7	-
S-4	-	R
<b>Mitjana</b>	<b>6</b>	<b>18</b>

#### 6.2 PARÀMETRES GEOMECÀNICS.

Els paràmetres geomecànics per al nivell d'argiles i llims de mitjana plasticitat, són els següents:

Assaigs	N1
Angle de fregament (°)	24
Densitat seca (gr/cm <sup>3</sup> )	1.8
Cohesió (gr/cm <sup>2</sup> )	1
Permeabilitat (m/s)	2.10 <sup>-6</sup>

**7. TALL GEOLÒGIC I GEOTECNIC DEL TERRENY.**

En l'annex 2 es mostren els set talls geològics interpretats dels resultats dels assaigs: s'han plantejat tres talls longitudinals (L1a, L1b i L1c) i quatre talls transversals (T1, T3a, T3b i T5).

En traiem les següents conclusions:

- A mesura que anem cap a l'absis augmenta el gruix de reblert antròpic que passa de 1,2m a la porta d'entrada (Plaça Joc de la Pilota) fins a 6,2m a tocar de l'absis.
- En la figura nº 6 es representen les isòpaques del sòcol terciari, conformat aquí per les argiles verd-taronjades del Pliocè (Neogen). Aquestes isolínies descobreixen la forma del paleorelleu que conforma una espècie de dom a la part central i que cau suaument cap als costats, sempre amb la tendència a l'enfonsament cap a l'absis.
- D'altra banda, s'ha marcat en color cian l'àmbit de la planta per sobre de 3m, i per tant on es podria fonamentar superficialment sobre les argiles del nivell N1.



Figura 6. Distribució de les isòpaques indicadores de la profunditat del nivell d'argiles N1 (base per a la fonamentació).

**8. LABORATORI.**

Es representen els resultats de tres mostres:

- M1. Mostra Inalterada 1. Sondeig S-2. 3,4-4,0m de profunditat**
- M2. Mostra alterada SPT-1. Sondeig S-1. 4,2-4,8m de profunditat**
- M3. Mostra alterada SPT-3. Sondeig S-3. 6,0-6,2m de profunditat**

Granulometria (ASTM):

Mostra	Graves (%)	Sorres (%)	Fins (%)	Class. ASTM
M2	0	10,5	89,5	CL argiles

Límits d'Atterberg (plasticitat):

Mostra	Límit Líquid	Límit Sòlid	Index Plasticitat	Class. ASTM
M2	33	20,24	12,87	Argiles amb plasticitat mitjana

Agressivitat d'un sòl al formigó (M2):

Sulfats: 270 mg/kg

**No agressiu.**

Tall directe. Assaig consolidat-drenat (M1):

Cohesió: 0,94 kp/cm<sup>2</sup>

Angle de fregament: 23,77°

Inflament lliure (M1):

És la pressió vertical necessària per a mantenir sense canvi de volum, una proveta confinada lateralment quan s'inunda d'aigua.

**Ph: 39,9 kPa = 0,4 kp/cm<sup>2</sup>**

Pressió d'inflament d'un sòl en edòmetre (M3):

És la pressió vertical necessària per a mantenir sense canvi de volum, una proveta confinada lateralment quan s'inunda d'aigua.

**III= 0,96 % kPa = 0,1 kp/cm<sup>2</sup>**



## 9. CAPACITATS PORTANTS

Atesa l'existència d'un paleorelleu argilós prou consistent per a fonamentar (N1), sota un gruix de reblert (N0) de gruix variable i creixent fins a 6m a l'altura de l'absis, i atès que es preveu la construcció d'una planta soterrani que abasti la totalitat de la planta de l'edifici, la profunditat de fonamentació serà diversa. Així, des de la porta d'entrada fins a la meitat de la platea els fonaments recolzaran gairebé directament sobre el nivell 1 (sabates superficials), mentre que la resta del soterrani haurà d'anar a buscar el nivell de fonamentació més avall (màxim de 3m a l'altura de l'absis) mitjançant tècniques com el micropilotatge o el pilotatge.

Així doncs, es presenten els càlculs de les càrregues admissibles per als dos tipus de fonamentació:

### 9.1. SABATES SUPERFICIALS

Mitjançant el valor de l'SPT mitjà del nivell N1 (N=15), i sabent que es tracta d'argiles de plasticitat mitjana, trobarem la resistència a la compressió simple a través del gràfic de Sowers:

$$q_u = 1,75 \text{ Kp/cm}^2$$

i amb l'ajut del gràfic de Skempton trobarem el factor de capacitat de càrrega (Nc), tot tinguent en compte la relació Df/B dels dos tipus de sabates.

Df (desplament de les sabates) = 0,6 m per les dues sabates

B (amplada de les sabates) = 1 m per quadrades i 0,6 m per corregudes

Df/B (quadrades de 1 m) = 0,6

Df/B (corregudes) = 1

Així doncs, trobarem els valors de :

$$N_q 1 = 7,3$$

$$N_c 0,6 = 6,4$$

Prenent com a condicions:

- Angle de fregament= 0 atès que ens trobem en condicions no drenades
- Factor de seguretat = 3

14

Obtindrem el valor de la càrrega admissible a través de la següent expressió:

$$q_{adm} = q_u/2 * N_c/3$$

Per a sabates aïllades (1 m) **q<sub>adm</sub> = 2,13 kg/cm<sup>2</sup>**

Per a sabates corregudes (0,6 m) **q<sub>adm</sub> = 1,87 kg/cm<sup>2</sup>**

Valors idèntic que si apliquem la fórmula de la pressió neta d'enfonsament per a argiles a curt termini:

$$Q_h = 5,14 * c_u * q \text{ (corregudes), sent } c_u = q_u/2 \text{ i } q = \text{pes específic} * \text{profunditat sabata}$$

$$Q_h = 6,2 * c_u * q \text{ (aïllades)}$$

### 9.2. PILOTATGE

La proposta de fonamentació és la de l'encastat de pilots dins del nivell N1, format per argiles i llims de mitjana plasticitat. Es calcularan els pilots en el supòsit més desfavorable que serà el de trobar el nivell de fonamentació a uns 6m per sota del reblert (N0). Segons la NTE per a pilotatge "in situ" i tractant-se d'argiles, tindrem en compte una resistència a la compressió simple de 2,5kg/cm<sup>2</sup> i un diàmetre de 35cm del pilot; la fondària d'encastament dins del nivell N1 a assolir serà de 4D de la zona activa superior, 1,5D de la zona activa inferior i 1,5D de la zona de seguretat, això és, un total de 7D (7\*0,35m), o bé 2,5m de profunditat, que sumats al gruix màxim a travessar de reblert (3m) faran una la longitud màxima dels pilots de 5,5m.

Es calcularà la resistència unitària (per pilot) del fuste (Rf) i la resistència unitària de la punta (Rp). Per això, ens adrecem a la NTE per edificacions, on extraurem els seus valors a partir de les dades del q<sub>u</sub> (resistència a la compressió simple), N (SPT), la R<sub>ps</sub> (resistència a la penetració estàtica) i la D (diàmetre del pilot).

- Dades

El perfil mitjà a travessar pel pilot consistirà en:

Nivell 0. Gruix 3,0m. Reblert amb sorres, gravetes, argiles i runa. N = 6

Nivell 1. Gruix 2,5m. Argiles i llims. N = 15

- Resistència per punta.

En tractar-se d'argiles, ens referirem a la taula 6 de la NTE per un diàmetre 35cm. El pilot s'encastarà 7 diàmetres en el nivell N1. Seguint la taula tindrem una resistència per punta de:

**R<sub>p</sub> = 10.8 tones (3,6 tones després d'aplicar un F<sub>s</sub>=3)**

15

Si ho dividim per l'àrea del pilot (962,12 cm<sup>2</sup>) ho tindrem expressat en 11,23 kg/cm<sup>2</sup>. Finalment, després d'aplicar un factor de seguretat de 3, ens quedarà una resistència unitària per punta de:

$$R_{pi} = 3,74 \text{ kg/cm}^2.$$

- Resistència per fust.

Agafant la taula 9 de la NTE coneixerem la resistència per fust de tota la columna travessada en argiles, fent la suma del producte del gruix per la resistència unitària per fust:

Nivell	N (SPT)	Gruix (H) en m	Fi (tones/m)	H x Fi (tones)	Fact. seguretat
1	15	2,5	4,6	11,5	3,83 (3)
<b>Total</b>					<b>3,83 tones</b>

Així doncs, la resistència per fust de tota la columna serà de:

$$R_f = 3,83 \text{ tones}, \text{ havent aplicat un factor de seguretat de 3 per a argiles.}$$

La resistència unitària es coneixerà tenint en compte un diàmetre  $D = 35 \text{ cm}$ , una longitud mitjana de 2,5 m i el perímetre del pilot (109,96 cm). Amb això, tindrem:

$$3,83 \text{ tones} / 2,5 \text{ m} = 1,532 \text{ t/m} = 15,320 \text{ kg/cm} / 109,96 \text{ cm} = R_{fi} = 0,13932 \text{ kg/cm}$$

- Relació Punta i Fust

Contrastant els dos resultats ( $P = 10,8 \text{ tones}$  i  $F = 11,5 \text{ tones}$ ), tindrem que **els pilots treballaran de igual manera: per punta que per fust:  $P = F$ .**

- Fregament negatiu

Atenent a la taula 12 de la NTE, a partir del valor  $q$  o  $R_u$  de la capa de reblert (0,5 kg/cm<sup>2</sup>) pel diàmetre del pilot ( $D=35\text{cm}$ ) trobarem el valor de fregament negatiu  $R_i = 1,26 \text{ t/m}$ .

Si multipliquem pel gruix de reblert (3m) obtindrem el valor del fregament negatiu en tones, que després d'aplicar un coeficient de seguretat de 3 serà:

$$R_i: 3\text{m} \times 1,26\text{t/m} = 3,78\text{t} / 3 = 1,26 \text{ tones}$$

### 9.3. MICROPILOTATGE.

La darrera proposta és la de l'encastat de micropilots dins de les argiles que apareixen al nivell N1 entre 3m (meitat de la platea) i 6m (al costat de l'absis). Aquest encastat es pot fer servir, a més, com a pantalla per a evitar el desmoronament de la paret adjacent a l'absis.

Per al càlcul de la capacitat de càrrega d'uns micropilons es poden adoptar els següent valors d'adherència terreny-micropiló, tot utilitzant el mètode Bustamante i depenent del tipus d'injecció, els quals ja es troben afectats per un factor de seguretat igual a 2.

El valor del fust per a cada nivell definit, expressat en Mpa, és el següent:

Nivell	0	1
Nspt	5	15
IRS	0,095	0,18
IGU	0,045	0,10

Injecció IRS (doble injecció)

Injecció IGU (injecció simple)

Sent 1MPa = 10 kg/cm<sup>2</sup>

Suposarem un encastat dels pilots de 2,5m dins de les argiles del nivell N1, com en el cas dels pilotatges.

### 9. EXCAVABILITAT

Tots els nivells es podran excavar amb maquinària convencional degut a la seva baixa consistència, tenint en compte que el nivell N0 és de reblert, és possible, tal i com s'ha vist en els assaigs de camp, que hi hagi desmoronament de les parets o forats en ell excavats.

## 10. OBSERVACIONS

S'ha de destacar que la descripció i caracterització del model geològic i geotècnic sorgeix en base a la realització dels assaigs puntuals distribuïts per la superfície del solar. Si bé es pot pensar que en el seu conjunt són extrapolables a la totalitat de la parcel·la, no es pot descartar completament la possibilitat de l'existència de zones de diferents característiques a les indicades, bé per variacions laterals de les capes, bé per la presència de lletions locals.

D'altra banda, aquest estudi no recull el comportament del terreny en relació a fenòmens imprevisibles i/o geològicament profunds (cavitats, caveres, karstificació, restes antropològiques, mines,...).

## 11. EFECTE SÍSMIC

La norma de Construcció Sismoresistent (Reial Decret 997/2002, de 27 de setembre): Parte General y Edificación (NCSE-02) (BOE del 11 d'octubre de 2002) proporciona els valors següents per als paràmetres d'acceleració sísmica bàsica i el coeficient de contribució (K):

Acceleració sísmica bàsica ( $a_b$ ) : 0,08 g

Coeficient de contribució (K) : 1,0

Segons aquesta norma, el tipus d'edificació projectat es classifica com de "normal importància". També en funció de la norma esmentada, la columna de terreny assajada es classifica com de tipus IV pel nivell 0, i del tipus III pel nivell 1. Amb això s'obté un coeficient del terreny de:

C = 1,6 pel tipus III

C = 2,0 pel tipus IV

18

## 12. CONCLUSIONS

1. Es preveu la construcció d'una planta soterrani en tota la superfície de planta baixa disponible a l'edifici del convent de Sant Domènec, al casc urbà de Castelló d'Empúries.
2. La formació geològica sobre la que s'assenta la major part del casc antic de la població, són les argiles pliocenes interpretables com a part distal dels ventalls al·luvials antics creats per la xarxa hidrològica que drenava la conca altemprodanesa durant el Neogen. Per damunt d'aquest sòcol prequaternari existeix un reblert antròpic d'ordre mètric.
3. S'han efectuat set penetròmetres entre 6 i 7m de profunditat i quatre sondeigs a rotació fins a 6-7m de profunditat.
4. De la correlació entre els sondeigs i els penetròmetres descrivim la següent columna litològica tipus:
  - Nivell 0. 0 – 1,2 a 6,2 m. Reblert amb terres, sorres, graveta i runa.
  - Nivell 1. 1,2 a 6,2 – 7,2m. Argiles, llims i sorres molt fines verd-taronjades.

S'han efectuat set talls geològics: tres longitudinals, i quatre de transversals en l'edifici ortogonals entre ells, dels quals se n'extreu que:

- A mesura que anem cap a l'absis augmenta el gruix de reblert antròpic que passa de 1,2m a la porta d'entrada (Plaça Joc de la Pilota) fins a 6,2m a tocar de l'absis.
  - En la figura nº 6 es representen les isòpaques del sòcol terciari, conformat aquí per les argiles verd-taronjades del Pliocè (Neogen). Aquestes isolínies descobreixen la forma del paleorelleu que conforma una espècie de dom a la part central i que cau suaument cap als costats, sempre amb la tendència a l'enfonsament cap a l'absis.
  - D'altra banda, s'ha marcat en color cian l'àmbit de la planta per sobre de 3m, i per tant on es podria fonamentar superficialment sobre les argiles del nivell N1.
5. No s'ha trobat aigua en tota la columna perforada.
  6. L'excavabilitat es pot fer amb retroexcavadora sense cap problema en tots els nivells descrits.

19

7. S'han analitzat varies mostres alterades i inalterades extretes a diferents profunditats en diferents sondeigs, que ens han donat com a resultat una classificació pel nivell N1 d'argiles i llims amb plasticitat mitjana, no agressives al formigó ni expansives.
8. Atesa l'existència d'un paleorelleu argilós prou consistent per a fonamentar (N1), sota un gruix de reblert (N0) de gruix variable i creixent fins a 6m a l'altura de l'absis, i atès que es preveu la construcció d'una planta soterrani que abasti la totalitat de la planta de l'edifici, la profunditat de fonamentació serà diversa. Així, des de la porta d'entrada fins a la meitat de la platea els fonaments recolzaran gairebé directament sobre el nivell 1 (sabates superficials), mentre que la resta del soterrani haurà d'anar a buscar el nivell de fonamentació més avall (màxim de 3m a l'altura de l'absis) mitjançant tècniques com el micropilotatge o el pilotatge. Les càrregues admissibles en cadascuna d'aquestes solucions de fonamentació són:

Sabates superficials (comptant recolzament directa sobre N1, amb gruix de N0 =< 3m):

Sabates corregudes.  $q_{adm}(0,6m) = 1,87 \text{ kg/cm}^2$

Sabates aïllades.  $q_{adm}(1,0m) = 2,13 \text{ kg/cm}^2$

Pilotatges (comptant encastament de pilots, de 35cm de diàmetre, uns 2,5m dins del nivell N1, després de travessar el gruix de N0):

Resistència per punta.  $R_p(Cs 3) = 3,6 \text{ tones}$

Resistència per fust.  $R_f(Cs 3) = 3,83 \text{ tones}$

Fregament negatiu.  $R_i(Cs 3) = 1,26 \text{ tones}$

Micropilotatges (comptant encastament de micropilots, uns 2,5m dins del nivell N1, després de travessar el gruix de N0):

Resistència per fust N1.  $IGU(\text{injecció simple}) = 1,0 \text{ kg/cm}^2$

Resistència per fust N1.  $IRS(\text{doble injecció}) = 1,8 \text{ kg/cm}^2$

Roses, a 7 de gener de 2019

Signat: Miquel Fort i Costa  
Geòleg, col·legiat nº 1685

#### ANNEXES

ANNEX 1. ASSAIGS "IN SITU"

ANNEX 2. TALL GEOLÒGICS

ANNEX 3. ACTES DE LABORATORI

ANNEX 4. FOTOGRAFIES

ANNEX 1. ASSAIGS "IN SITU"

22

---

ANNEX 2. TALLS GEOLÒGICS

23

---

ANNEX 3. ACTES LABORATORI



Av. Rocacorba 20, Canet d'Adri 17199 - Girona  
 Tel-Fax: 972.429.718 Correo-e: land@lands.es  
 Número acreditació: 06147GTL06(B)  
 web: www.lands.es

QUADRE RESUM D'ASSAIGS DE LABORATORI

**Localització** Convent St.Domènec-Castelló d'Empúries  
**Ref. Expedient** 187.2019

MOSTRES

ASSAIGS	MOSTRES		
	I2518	I2519	I2535
Identificador tipus	S1/sp2	S2/M.L.I	S3/T.S.I
Cota (m)	04.20-04.80	03.40-04.00	06.00-06.20
Humitat (%)	18.4		
Cantos Une 50 (%)	0.0		
Graves Une 5 (%)	0.0		
Sorres (%)	10.5		
Fins Une 0,08 (%)	89.5		
Límit líquit (%)	33.11		
Límit plàstic (%)	20.24		
Índex de plasticitat	12.87		
Classificació U.S.C.S.	CL		
Sulfats (ppm)	Neg.		
Pressió d'inflament. (kPa)			39.85
Inflament lliure (%)		0.96	0.25
Tall Directe Coh (kPa)		94.05	
Tall Directe $\tau_r$ (°)		23.77	

IDENTIFICADORS D'ASSAIG

Director Técnico  
  
 Sergi Cruz i Rovira  
 Enginyer Geòleg

Director Económico  
  
 Carles Cruz i Rovira

Land laboratori d'assaigs i geotècnia S.L. està inscrita en el registre mercantil de Girona en el volum 1958, foli 12, full GI-32401 i amb N.I.F.B.17.751.843

En resultats especificats en aquest document correspon únicament al resultat experimental. No es pot prometre la reproducció d'aquests resultats sense l'autorització escrita de Land, Laboratori d'assaigs i geotècnia S.L.



Laboratori d'assaigs i geotècnic S.L.

Av. Rocacorba 20, Canet d'Adri 17199 - Girona  
Tel-Fax: 972 429 718 Correo-e: land@landsl.es  
Número acreditació: 06147GTL06(B)  
web: www.landsl.es

**LLIBRE D'ACTES DE LABORATORI DE GEOTÈCNIA** Vol.12518

<b>Client</b>	<b>EXPEDIENT :</b>	12518	<b>DATA :</b>	11-12-2019
	<b>CLIENT :</b>	Lithos Geotècnic	<b>EXP.CLIENT :</b>	187,2019
	<b>DIRECCIÓ :</b>	Josep M <sup>a</sup> de Sagarra, 5 17190 Salt (Girona)		
	<b>C.I.F.:</b>	B-17661455		

<b>Mostra (1)</b>	<b>LOCALITZACIÓ :</b>	Convent St.Domènec-Castelló d'Empúries
	<b>TIPUS DE MOSTRA :</b>	S1/spt2
	<b>SEGMENTS :</b>	I
	<b>PROFUNDITAT (m) :</b>	04,20-04,80
	<b>DESCRIPCIÓ LITOLÒGICA :</b>	Document d'obertura

<b>Expedient</b>	<b>ASSAIGS REALITZATS :</b>	Granulometria por tamizado, Límites de atterberg, Sulfatos solubles
	<b>NÚMERO DE PÀGINES :</b>	3
	<b>REVISIÓ D'EXPEDIENT :</b>	0

<b>NÚMERO D'ACREDITACIÓ :</b>	L0600132, L0600258
<b>DATA D'ACREDITACIÓ :</b>	1 de març de 2006

**Acreditació i normativa**

Land laboratori d'assaigs i geotècnic SL ha realitzat els assaigs descrits utilitzant mètodes normalitzats i de validesa nacional.

La Direcció de LAND, es compromet amb el compliment dels requisits establerts en la norma UNE EN ISO/IEC 17025:2005, el Decret 149/2017, de 17 d'octubre (Acreditació de laboratoris d'assaig de la construcció), i amb el Real Decreto 410/2010, de 31 de març.

UNE-EN ISO/IEC 17025-2005  
Norma de qualitat relativa a laboratoris d'assaig i calibració.

NOTES  
(1) Dades facilitades pel client

Canet d'Adri a 17 de desembre de 2019

Director Tècnic  
  
Sergi Cruz i Rovira  
Enginyer Geòleg

Director Econòmic  
  
Carles Cruz i Rovira



Laboratori d'assaigs i geotècnic S.L.

Av. Rocacorba 20, Canet d'Adri 17199 - Girona  
Tel-Fax: 972 429 718 Correo-e: land@landsl.es  
Número acreditació: 06147GTL06(B)  
web: www.landsl.es

**Obertura i descripció de la mostra**

**Tipologia**

<b>Identificadors</b>	R1	Tipus de mostra	SPT
	R2	Procedència	Sondeig
	R3	Número procedència - número mostra	I - 2
	R4	Profunditat mostreig (m)	04,20-04,80
	R5	Segment estudiat (m)	04,20-04,80

**Descripció litològica**

<b>Característiques físiques</b>	L1	Origen	Sòl
	L2	Tipus de mostra (USCS)	(CL) - Argiles inorgàniques de plasticitat baixa a mitja
	L3	Color	Marró clar
	L4	Olor	-
	L5	Presència de carbonats	Negativa

**Nivells diferenciats**

N	Cota	Descripció	Observacions

Director Tècnic  
  
Sergi Cruz i Rovira  
Enginyer Geòleg

Director Econòmic  
  
Carles Cruz i Rovira



Laboratori d'assaigs i geotècnia S.L.

Av. Rocacorba 20, Canet d'Adri 17199 - Girona  
Tel-Fax: 972 429 718 Correo-e: land@lands.es  
Número acreditació: 06147GTL06(B)  
web: www.lands.es

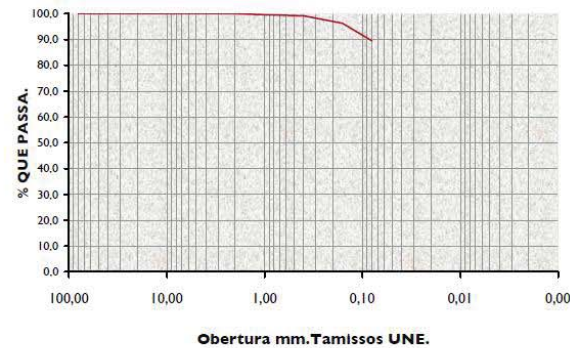


**Equipos básicos de Identificación de Land**  
Serie de tamices de malla cuadrada y rejado de alambre según UNE 7-050-2  
Aparato de cuantado con cuantagiro y espátulas de amasado  
Balanza de 1g/0,0001g de precisión, estufa de desecación a 60° - 105°  
y material general de laboratorio

**Expedient** 006  
**Client** Lithos Geotècnia  
**Referència** I2518  
**Ref.Mostra** Convent St.Domènec-Castelló d'Empúries, S1/spt2 (04,20-04,80m)  
**Data entrada** 11-12-19  
**Data sortida** 17-12-19

**ASSAIGS D'IDENTIFICACIÓ**

**ANÁLISI GRANULOMÈTRIC. UNE 103-101/95.**



Imatge de la mostra



TAMISSOS UNE (mm.)	63	50	25	20	12,5	10	6,3	5	2	1,25	0,4	0,16	0,08
% QUE PASSA	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	99,7	99,1	96,3	89,5

**LÍMITS D'ATTERBERG. UNE 103-103/94**

Límit Líquid (LL)	33,113
Límit Plàstic (Lp)	20,239
Índex de Plasticitat (Ip)	12,874

**Càlcul de Paràmetres derivats.**

Índex de Retracció (W <sub>r</sub> , estimació)	15,477
Índex de Fluidesa	-0,147
Índex de Tenacitat	-87,85

**ANÁLISI GRANULOMÈTRIC. UNE 103-101/95**

% Cantos	0,0
% Graves	0,0
% Sorres	10,5
% Fins	89,5

**HUMITAT NATURAL (%) UNE 103-300/93**

CL	18,4
----	------

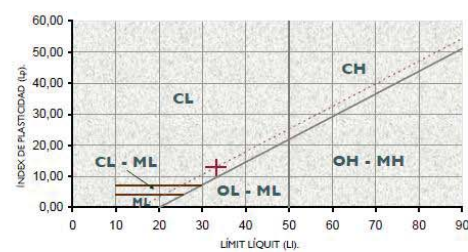
**CLASSIFICACIÓ U.S.C.S.**

CL	
----	--

**SULFATS SOLUBLES. UNE103202/95 - UNE83963/08**

Test qualitatiu - UNE103202/95	negatiu
Test quantitatiu (mg/kg) - UNE83963/08	-
Classificació d'agressivitat (EHE-08 taula 8.2.3.b)	-

**CARTA DE PLASTICITAT.**



**Valoració agressivitat segons EHE-08 taula 8.2.3.b**



Director Tècnic  
Sergi Cruz i Rovira  
Enginyer Geològ

Director Econòmic  
Carles Cruz i Rovira

Land laboratori d'assaigs i geotècnia SL està inscrita en el registre mercantil de Girona en el volum 1958, foli 12, full GI-32401 i amb N.I.F.B-17.751.843

Pag. 3 de 3



Laboratori d'assaigs i geotècnia S.L.

Av. Rocacorba 20, Canet d'Adri 17199 - Girona  
Tel-Fax: 972 429 718 Correo-e: land@lands.es  
Número acreditació: 06147GTL06(B)  
web: www.lands.es

**LLIBRE D'ACTES DE LABORATORI DE GEOTÈCNIA /ol.12535**

**Client**  
**EXPEDIENT :** I2535 **DATA :** 19-12-2019  
**CLIENT :** Lithos Geotècnia **EXP.CLIENT :** 187,2019  
**DIRECCIÓ :** Josep M<sup>o</sup> de Sagarra, 5 17190 Salt (Girona)  
**C.I.F.:** B-17661455

**Mostra (1)**  
**LOCALITZACIÓ :** Castelló d'Empúries  
**TIPUS DE MOSTRA :** S3/T.S.1  
**SEGMENTS :** 1  
**PROFUNDITAT (m) :** 06,00-06,20  
**DESCRIPCIÓ LITOLÒGICA :** Document d'obertura

**ASSAIGS REALITZATS :** Presión de hinchamiento

**Expedient**  
**NÚMERO DE PÀGINES :** 3  
**REVISIÓ D'EXPEDIENT :** 0

**NÚMERO D'ACREDITACIÓ :** L0600132, L0600258  
**DATA D'ACREDITACIÓ :** 1 de març de 2006

**Acreditació i normativa**

Land laboratori d'assaigs i geotècnia SL ha realitzat els assaigs descrits utilitzant mètodes normalitzats i de validesa nacional.  
La Direcció de LAND, es compromet amb el compliment dels requisits establerts en la norma UNE EN ISO/IEC 17025:2005, el Decret 149/2017, de 17 d'octubre (Acreditació de laboratoris d'assaig de la construcció), i amb el Real Decreto 410/2010, de 31 de març.

UNE-EN ISO/IEC 17025:2005  
Norma de qualitat relativa a laboratoris d'assaig i calibració.

NOTES  
(1) Dades facilitades pel client

Canet d'Adri a 24 de desembre de 2019

Director Tècnic  
Sergi Cruz i Rovira  
Enginyer Geològ

Director Econòmic  
Carles Cruz i Rovira

Land laboratori d'assaigs i geotècnia SL està inscrita en el registre mercantil de Girona en el volum 1958, foli 12, full GI-32401 i amb N.I.F.B-17.751.843

Pag. 1 de 3





Av. Rocacorba 20, Canet d'Adri 17199 - Girona  
 Tel-Fax: 972 429 718 Correo-e: land@landsl.es  
 Número acreditación: 06147GTL06(B)  
 web: www.landsl.es

## Obertura i descripció de la mostra

### Tipologia

Identificadors	Descripció	Valor
R1	Tipus de mostra	Alterada
R2	Procedència	Sondeig
R3	Número procedència - número mostra	3 - 1
R4	Profunditat mostreig (m)	06,00-06,20
R5	Segment estudiat (m)	06,00-06,20

### Descripció litològica

Característiques físiques	Descripció	Valor
L1	Origen	Sòl
L2	Tipus de mostra (USCS)	-
L3	Color	Gris amb traces marró clar
L4	Olor	-
L5	Presència de carbonats	-

### Nivells diferenciats

N	Cota	Descripció	Observacions

Director Tècnic  
  
 Sergi Cruz i Rovira  
 Enginyer Gerilleg

Director Econòmic  
  
 Carles Cruz i Rovira



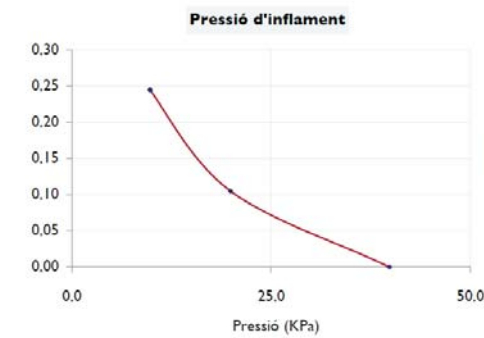
Av. Rocacorba 20, Canet d'Adri 17199 - Girona  
 Tel-Fax: 972 429 718 Correo-e: land@landsl.es  
 Número acreditación: 06147GTL06(B)  
 web: www.landsl.es



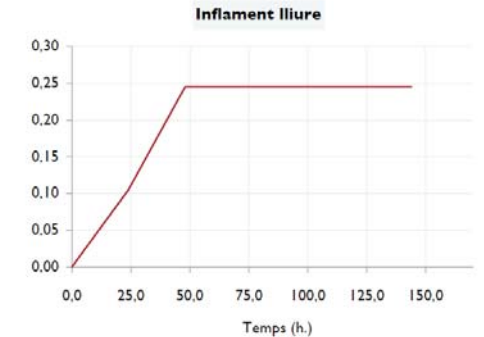
Equipos de Land para determinar la deformación  
 Aparato Land para medir el índice de hinchamiento equipado con anillo  
 diamétrico de 3,175 y medidor de lectura manual  
 Bases económica de 3 puertos equipados con transductores LVDT  
 verticales de 12,5 cm de desplazamiento para las lecturas automatizadas

Expedient	006
Client	Lithos Geotècnia
Referència	I2535
Ref.Mostra	Castelló d'Empúries, S3/T.S.I (06,00-06,20m)
Data entrada	19-12-19
Data sortida	24-12-19

## ASSAIG DE PRESSIÓ D'INFLAMENT EN EDÓMETRE. UNE 103-602/96.



Imatge de la mostra



PARÀMETRES INICIALS D'ASSAIG	
Densitat rel. Part. Sòlides	2,65
Diàmetre pastilla (cm)	5,00
Alçada pastilla (cm)	2,01
Pes sec pastilla (g)	70,89
Densitat seca inicial (g/cm <sup>3</sup> )	1,81
Grau Sat. Inicial (%)	93,64
Humitat inicial (%)	16,54

Temps (h.)	Infla. (%)	Pre. (kPa.)
0	0,00	39,9
24	0,11	19,9
48	0,25	9,8
96	0,25	9,8

observacions

RESULTATS	
Pressió infl. (Kpa)	39,9
Inflament (%)	0,25

Director Tècnic  
  
 Sergi Cruz i Rovira  
 Enginyer Gerilleg

Director Econòmic  
  
 Carles Cruz i Rovira



Av. Rocacorba 20, Canet d'Adri 17199 - Girona  
Tel-Fax: 972 429 718 Correo-e: land@lands.es  
Número acreditació: 06147GTL06(B)  
web: www.lands.es

**LLIBRE D'ACTES DE LABORATORI DE GEOTÈCNIA / fol. 12519**

<b>Client</b>	<b>EXPEDIENT :</b>	12519	<b>DATA :</b>	11-12-2019
	<b>CLIENT :</b>	Lithos Geotècnia	<b>EXP.CLIENT :</b>	187,2019
	<b>DIRECCIÓ :</b>	Josep M <sup>a</sup> de Sagarra, 5 17190 Salt (Girona)		
	<b>C.I.F.:</b>	B-17661455		

<b>Mostra (1)</b>	<b>LOCALITZACIÓ :</b>	Convent St.Domènec-Castelló d'Empúries
	<b>TIPUS DE MOSTRA :</b>	S2/M.I.I
	<b>SEGMENTS :</b>	1
	<b>PROFUNDITAT (m) :</b>	03,40-04,00
<b>DESCRIPCIÓ LITOLÒGICA :</b>		Document d'obertura

<b>Expedient</b>	<b>ASSAIGS REALITZATS :</b>	Hinchamiento libre. Corte directo U.U.
	<b>NÚMERO DE PÀGINES :</b>	7
	<b>REVISIÓ D'EXPEDIENT :</b>	0

<b>NÚMERO D'ACREDITACIÓ :</b>	L0600132, L0600258
<b>DATA D'ACREDITACIÓ :</b>	1 de març de 2006

**Acreditació i normativa**

Land laboratori d'assaigs i geotècnia SL ha realitzat els assaigs descrits utilitzant mètodes normalitzats i de validesa nacional.

La Direcció de LAND, es compromet amb el compliment dels requisits establerts en la norma UNE EN ISO/IEC 17025:2005, el Decret 149/2017, de 17 d'octubre (Acreditació de laboratoris d'assaig de la construcció), i amb el Real Decreto 410/2010, de 31 de març.

UNE-EN ISO/IEC 17025-2005  
Norma de qualitat relativa a laboratoris d'assaig i calibració.

NOTES  
(1) Dades facilitades pel client

Canet d'Adri a 16 de gener de 2020

Director Tècnic  
*Sergi Cruz i Rovira*  
Sergi Cruz i Rovira  
Enginyer Geològ

Director Econòmic  
*Carles Cruz i Rovira*  
Carles Cruz i Rovira

Land laboratori d'assaigs i geotècnia SL està inscrita en el registre mercantil de Girona en el volum 1958, foli 12, full GI-32401 i amb N.I.F.B-17.751.843

Pag. 1 de 4

Els resultats especificats en aquest document corresponen exclusivament al material enquestat. No està permesa la reproducció d'aquest informe sense l'autorització escrita de Land laboratori d'assaigs i geotècnia SL.



Av. Rocacorba 20, Canet d'Adri 17199 - Girona  
Tel-Fax: 972 429 718 Correo-e: land@lands.es  
Número acreditació: 06147GTL06(B)  
web: www.lands.es

**Obertura i descripció de la mostra**

**Tipologia**

<b>Identificadors</b>	R1	Tipus de mostra	Inalterada
	R2	Procedència	Sondeig
	R3	Número procedència - número mostra	2 - 1
	R4	Profunditat mostreig (m)	03,40-04,00
	R5	Segment estudiat (m)	03,40-04,00

**Descripció litològica**

<b>Característiques físiques</b>	L1	Origen	Sòl
	L2	Tipus de mostra (USCS)	-
	L3	Color	Marró amb traces grises
	L4	Olor	-
	L5	Presència de carbonats	-

**Nivells diferenciats**

N	Cota	Descripció	Observacions
	03,40-04,00		

Director Tècnic  
*Sergi Cruz i Rovira*  
Sergi Cruz i Rovira  
Enginyer Geològ

Director Econòmic  
*Carles Cruz i Rovira*  
Carles Cruz i Rovira

Land laboratori d'assaigs i geotècnia SL està inscrita en el registre mercantil de Girona en el volum 1958, foli 12, full GI-32401 i amb N.I.F.B-17.751.843

Pag. 2 de 4

Els resultats especificats en aquest document corresponen exclusivament al material enquestat. No està permesa la reproducció d'aquest informe sense l'autorització escrita de Land laboratori d'assaigs i geotècnia SL.



Laboratori d'assaigs i geotècnica S.L.

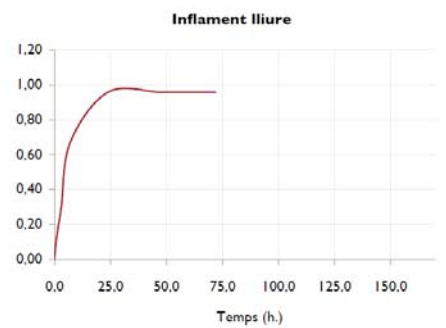
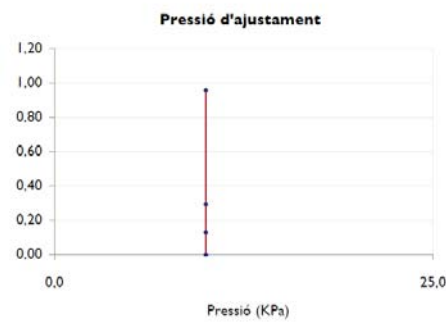
**Expedient** 006  
**Client** Lithos Geotècnica  
**Referència** 12519  
**Ref.Mostra** Convent St.Domènec-Castelló d'Empúries, S2/M.I.I (03,40-04,00m)  
**Data entrada** 11-12-19  
**Data sortida** 16-01-20

Av. Rocacorba 20, Canet d'Adri 17199 - Girona  
 Tel-Fax: 972 429 718 Correo-e: land@lands.es  
 Número acreditación: 06147GTL06(B)  
 web: www.lands.es



**Equipos de Land para determinar la deformación**  
 Aparato Lembe para medir el índice de hinchamiento equipado con anillo  
 diamétrico de 3 kN y medidor de lectura manual.  
 Bancada estática de 3 puntos equipada con transductores LVDT  
 vertical de 125 cm de desplazamiento para su lectura automatizada.

**Assaig d'inflament lliure d'un sòl en edòmetre UNE 103-601/96.**



PARÀMETRES INICIALS D'ASSAIG	
Densitat rel. Part. Sòlides	2.75
Diàmetre pastilla (cm)	5.00
Alçada pastilla (cm)	2.01
Pes sec pastilla (g)	72.96
Densitat seca inicial (g/cm <sup>3</sup> )	1.86
Grau Sat. Inicial (%)	83.13
Humitat inicial (%)	14.51

Temps (h.)	Infla. (%)	Pre. (kPa.)
0	0.00	10.0
1	0.13	10.0
3	0.30	10.0
24	0.96	10.0

RESULTATS	
Pressió d'ajust (Kpa)	10,0
Inflament (%)	0,96

observacions

Director Tècnic  
 Sergi Cruz i Rovira  
 Enginyer Geòleg

Director Econòmic  
 Carles Cruz i Rovira

Land laboratori d'assaigs i geotècnica S.L. està inscrita en el registre mercantil de Girona en el volum 1958, foli 12, full GI-32401 i amb N.I.F.B-17.751.843

Pag. 3 de 4



Laboratori d'assaigs i geotècnica S.L.

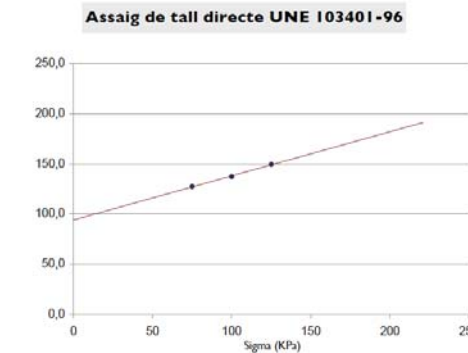
**Expedient** 006  
**Client** Lithos Geotècnica  
**Referència** 12519  
**Ref.Mostra** Convent St.Domènec-Castelló d'Empúries, S2/M.I.I (03,40-04,00m)  
**Data entrada** 11-12-19  
**Data sortida** 16-01-20

Av. Rocacorba 20, Canet d'Adri 17199 - Girona  
 Tel-Fax: 972 429 718 Correo-e: land@lands.es  
 Número acreditación: 06147GTL06(B)  
 web: www.lands.es



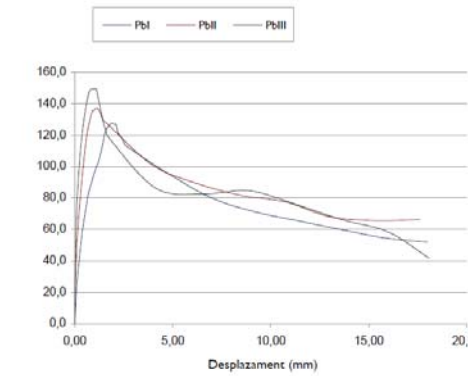
**Equipos de Resistencia de Land**  
 Equipo de corte directo de 3 kN según UNE 14742 de 200 kN y lectura automatizada.  
 Equipo de corte directo de 3 kN con célula de carga y lectura automatizada.  
 LVDT horizontal de 25 cm y vertical de 125 cm. Anillo de 5 cm de Ø

**DETERMINACIÓ DELS PARÀMETRES RESISTENTS A L'ESFORÇ TALLANT. 103401-96.**



TIPUS D'ASSAIG No consolidado no drenado

PROVETA	I	II	III
Diàmetre (cm)	5,00	5,00	5,00
Alçada (cm)	1,90	1,90	1,90
Àrea (cm <sup>2</sup> )	19,63	19,63	19,63
Volum(cm <sup>3</sup> )	37,31	37,31	37,31
Densitat Seca(g/cm <sup>3</sup> )	1,76	1,79	1,79
Densitat aparent(g/cm <sup>3</sup> )	2,07	2,12	2,11
Humitat (%)	17,72	18,58	17,82
Grau saturació inicial (%)	92,32	102,10	97,84
Índex de buits inicial	0,51	0,48	0,48
Índex de buits final	0,43	0,40	0,40
Den. Rel. Part. Sól. (g/cm <sup>3</sup> )	2,65	2,65	2,65



Tensio Sigma σ (KPa)	75.02	100.07	125.18
Tensio Tau τ (KPa)	127.48	137.34	149.57
Velocitat tall: (mm/min)	1.20	1.20	1.20

Observacions

RESULTATS	
Cohesió (KPa)	94,05
Angle de fregament intern (°)	23,77

Director Tècnic  
 Sergi Cruz i Rovira  
 Enginyer Geòleg

Director Econòmic  
 Carles Cruz i Rovira

Land laboratori d'assaigs i geotècnica S.L. està inscrita en el registre mercantil de Girona en el volum 1958, foli 12, full GI-32401 i amb N.I.F.B-17.751.843

Pag. 4 de 4

ANNEX 4. RECULL FOTOGRÀFIC

36



Foto 1. Execució Penetròmetre P-1.



Foto 2. Penetròmetre P-2.

37



Foto 3. Penetròmetre P-3.



Foto 4. Penetròmetre P-4.



Foto 5. Penetròmetre P-5.



Foto 6. Penetròmetre P-6.



Foto 7. Penetròmetre P-7.

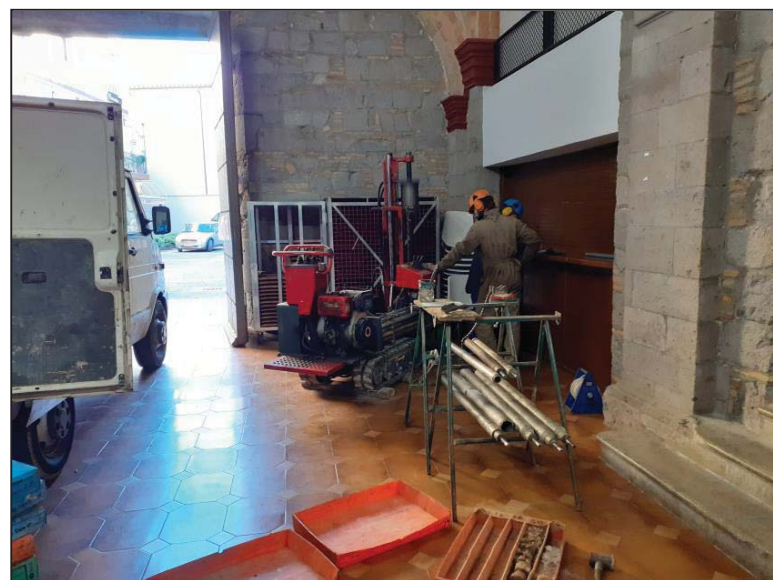


Foto 8. Sondeig S-1



Foto 10. Sondeig S-2



Foto 9. Testimoni extret al Sondeig S-1



Foto 11. Testimoni extret al Sondeig S-2

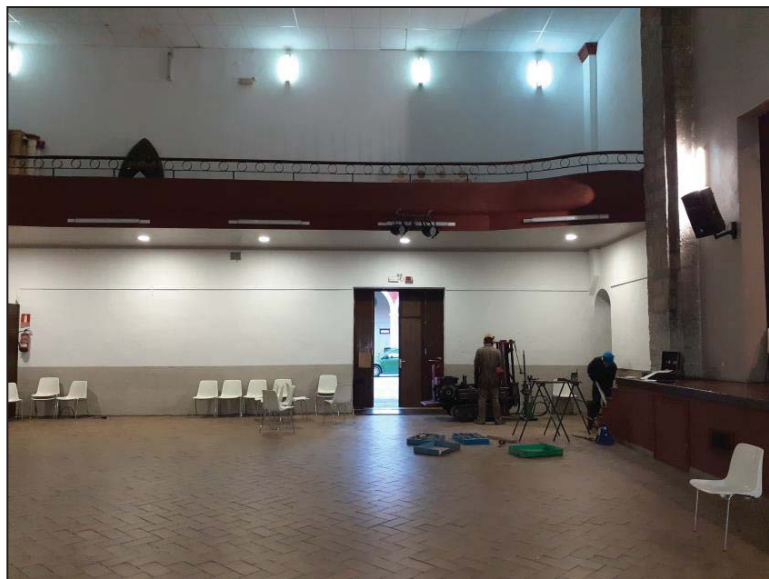


Foto 12. Sondeig S-3



Foto 13. Testimoni extret al Sondeig S-3

42



Foto 14. Sondeig S-4



Foto 15. Sondeig S-4

43

Foto 16. Testimoni extret al Sondeig S-4



Nº PENETROMETRE: P-1

DPSH	NBORROS	PROF(m)
29	35	0,2
7	9	0,4
8	10	0,6
4	5	0,8
3	4	1
3	4	1,2
5	6	1,4
3	4	1,6
5	6	1,8
4	5	2
4	5	2,2
5	6	2,4
7	9	2,6
9	11	2,8
10	12	3
10	12	3,2
12	15	3,4
14	17	3,6
14	17	3,8
13	16	4
13	16	4,2
14	17	4,4
13	16	4,6
12	15	4,8
11	13	5
11	13	5,2
12	15	5,4
14	17	5,6
15	18	5,8
14	17	6

Nº 8

Nº PENETROMETRE: P-2

DPSH	NBORROS	PROF(m)
98	120	0,2
8	10	0,4
11	13	0,6
6	7	0,8
6	7	1
3	4	1,2
6	7	1,4
6	7	1,6
6	7	1,8
9	11	2
8	10	2,2
8	10	2,4
8	10	2,6
9	11	2,8
12	15	3
13	16	3,2
16	20	3,4
22	27	3,6
23	28	3,8
21	26	4
18	22	4,2
18	22	4,4
16	20	4,6
14	17	4,8
15	18	5
16	20	5,2
16	20	5,4
15	18	5,6
15	18	5,8
20	24	6

Nº 9

Nº PENETROMETRE: P-3

DPSH	NBORROS	PROF(m)
63	77	0,2
8	10	0,4
9	11	0,6
6	7	0,8
4	5	1
3	4	1,2
5	6	1,4
8	10	1,6
6	7	1,8
4	5	2
3	4	2,2
6	7	2,4
9	11	2,6
9	11	2,8
10	12	3
11	13	3,2
13	16	3,4
16	20	3,6
16	20	3,8
18	22	4
21	26	4,2
20	24	4,4
18	22	4,6
18	22	4,8
19	23	5
24	29	5,2
21	26	5,4
29	35	5,6
34	41	5,8
44	54	6

Nº 8

Nº PENETROMETRE: P-4

DPSH	NBORROS	PROF(m)
71	87	0,2
17	21	0,4
12	15	0,6
13	16	0,8
7	9	1
7	9	1,2
8	10	1,4
7	9	1,6
5	6	1,8
5	6	2
4	5	2,2
4	5	2,4
3	4	2,6
4	5	2,8
3	4	3
4	5	3,2
6	7	3,4
7	9	3,6
10	12	3,8
10	12	4
12	15	4,2
13	16	4,4
15	18	4,6
16	20	4,8
19	23	5
21	26	5,2
15	18	5,4
17	21	5,6
40	49	5,8
39	48	6

Nº 7

Nº PENETROMETRE: P-5

DPSH	NBORROS	PROF(m)
205	250	0,2
9	11	0,4
23	28	0,6
18	22	0,8
8	10	1
8	10	1,2
7	9	1,4
7	9	1,6
7	9	1,8
7	9	2
4	5	2,2
5	6	2,4
5	6	2,6
4	5	2,8
3	4	3
5	6	3,2
7	9	3,4
8	10	3,6
7	9	3,8
5	6	4
5	6	4,2
5	6	4,4
4	5	4,6
10	12	4,8
12	15	5
15	18	5,2
19	23	5,4
37	45	5,6
23	28	5,8
19	23	6
20	24	6,2
22	27	6,4
20	24	6,6

Nº 7

Nº PENETROMETRE: P-6

DPSH	NBORROS	PROF(m)
11	13	0,2
7	9	0,4
5	6	0,6
2	2	0,8
1	1	1
1	1	1,2
3	4	1,4
2	2	1,6
3	4	1,8
4	5	2
7	9	2,2
8	10	2,4
6	7	2,6
3	4	2,8
5	6	3
4	5	3,2
2	2	3,4
2	2	3,6
4	5	3,8
3	4	4
3	4	4,2
4	5	4,4
4	5	4,6
2	2	4,8
3	4	5
5	6	5,2
14	17	5,4
37	45	5,6
13	16	5,8
20	24	6
32	39	6,2
31	38	6,4

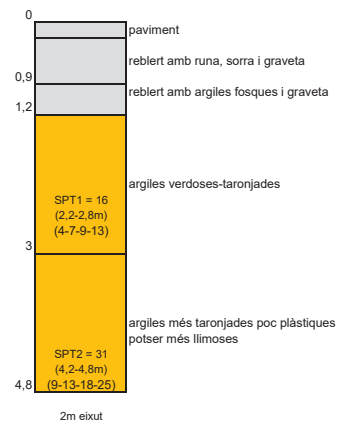
Nº 5

Nº PENETROMETRE: P-7

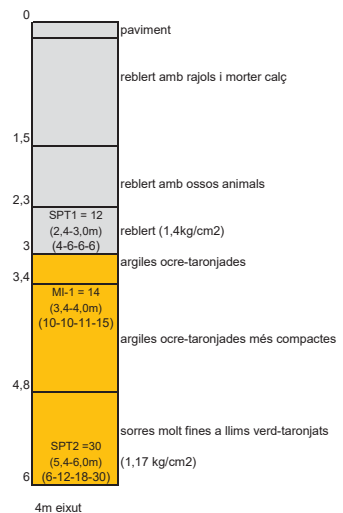
DPSH	NBORROS	PROF(m)
7	9	0,2
7	9	0,4
6	7	0,6
8	10	0,8
12	15	1
13	16	1,2
11	13	1,4
7	9	1,6
10	12	1,8
8	10	2
7	9	2,2
7	9	2,4
12	15	2,6
8	10	2,8
8	10	3
9	11	3,2
10	12	3,4
7	9	3,6
6	7	3,8
5	6	4
5	6	4,2
5	6	4,4
5	6	4,6
3	4	4,8
3	4	5
6	7	5,2
5	6	5,4
6	7	5,6
5	6	5,8
5	6	6
6	7	6,2
17	21	6,4
26	32	6,6
30	37	6,8
41	50	7

Nº 9

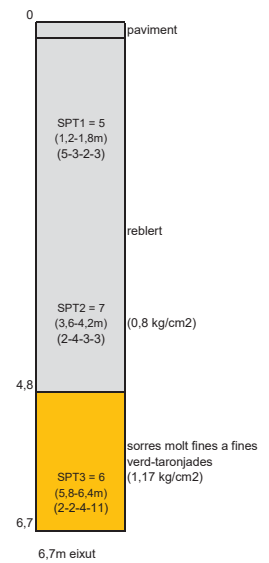
SONDEIG S-1



SONDEIG S-2



SONDEIG S-3



SONDEIG S-4

