

ANNEX 2 ESTUDI GEOTÈCNIC

ÍNDEX

1.- OBJECTE.....	2
------------------	---

1.- OBJECTE

Aquest annex conté l'estudi geotècnic que s'ha elaborat pel projecte constructiu d'una nova sitja de fangs deshidratats a l'EDAR del Baix Llobregat.

Aquest estudi ha estat elaborat pel geòleg Òscar Rejas Martínez, geòleg col·legiat nº 5386, i bàsicament ha consistit en la realització del reconeixement del sòl en la zona prevista per la construcció de la nova sitja de fangs deshidratats. L'estudi s'ha dut a terme durant el Juliol del 2020.

La informació indicada en l'estudi geotècnic ha servit per determinar, entre altres, el tipus de sòl i paràmetres geotècnics; informació que s'ha tingut en compte a l'hora de definir la fonamentació de la sitja.

A continuació s'adjunta l'estudi geotècnic visat pel Col·legi de Geòlegs de Catalunya.

ESTUDI GEOTÈCNIC

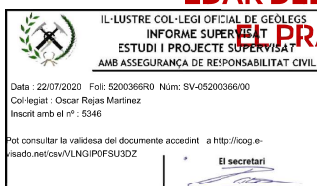


INFORME: 4997

COLOMER – RIFÀ, S.L.P.

ESTUDI GEOTÈCNIC PER A LA CONSTRUCCIÓ D'UNA NOVA SITJA PER A FANGS DESHIDRATATS

**EDAR DEL BAIX LLOBREGAT
EL PRAT DE LLOBREGAT**



ÍNDEX

Identificació	4997
A nom de:	Colomer – Rifà, S.L.P.
Tipus d'actuació:	Construcció d'una nova sitja per a fangs deshidratats.
Ubicació:	EDAR del Baix Llobregat, El Prat de Llobregat.
Data de prospecció:	2 de juliol de 2020.
Data de sortida:	17 de juliol de 2020.

1 INTRODUCCIÓ

2 TREBALLS REALITZATS

- 2.1 SONDEIG MECÀNIC A PERCUSSIÓ
- 2.2 ASSAIG DE PENETRACIÓ ESTÀNDARD – SPT
- 2.3 ASSAIGS DE PENETRACIÓ DINÀMICA – DPSH
- 2.4 ASSAIGS DE LABORATORI

3 LITOLOGIA I CARACTERÍSTIQUES GEOTÈCNiques

- 3.1 INTRODUCCIÓ GEOLÒGICA
- 3.2 MATERIALS
- 3.3 EXPANSIVITAT
- 3.4 AGRESSIVITAT DEL SÒL VERS EL FORMIGÓ
- 3.5 PERMEABILITAT

4 NIVELL FREÀTIC

5 SISMICITAT

6 BASE DE CàLCUL DE LA TENSIÓ ADMISSIBLE

- 6.1 FONAMENTACIÓ DIRECTA AMB LLOSA A LA UNITAT T

7 RECOMANACIONS

- 7.1 FONAMENTACIÓ DIRECTA AMB LLOSA A LA UNITAT T
- 7.2 RIPABILITAT I EXCAVACIÓ

ANNEXOS:

ANNEX 1. PLÀNOLS

ANNEX 2. TREBALLS DE CAMP

ANNEX 3. ASSAIGS DE LABORATORI



1 INTRODUCCIÓ

Es redacta el present informe per realitzar l'estudi geotècnic per al projecte de construcció d'una nova sitja de tractament per a fangs deshidratats a les instal·lacions de l'EDAR del Baix Llobregat, al terme municipal del Prat de Llobregat.

L'objectiu del present estudi és determinar les principals característiques, així com la seva distribució, de les diferents unitats que formen el subsòl de l'àrea d'estudi per facilitar les recomanacions de índole geològica i geotècnica que millor s'adeqüin a les característiques del projecte i també del terreny: tipus i cota de fonamentació, paràmetres de fatiga del sòl, assentaments, etcètera.

També es pretenen remarcar tota la resta de factors que poguessin incidir en el correcte desenvolupament de l'obra: agressivitat i expansivitat del sòl, presència del nivell freàtic en el moment de realització de la campanya de camp, etcètera.

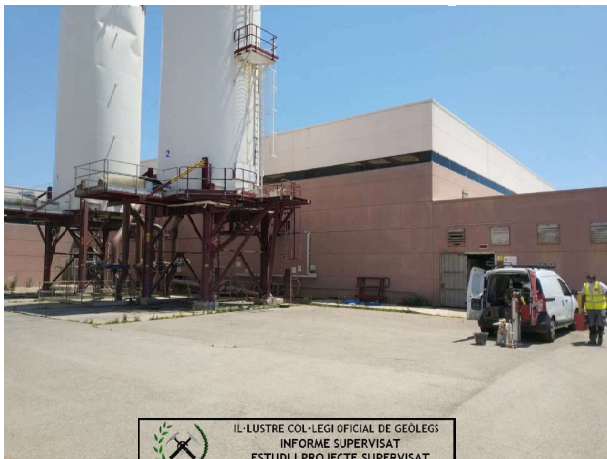
El projecte a realitzar no està subjecta al criteris establerts pel Codi Tècnic de l'Edificació al Document Bàsic relatiu a la seguretat estructural dels fonaments (CTE/SE-C).

La informació obtinguda mitjançant els treballs de prospecció i els assaigs de laboratori ha estat interpretada i conjuntada pel nostre equip tècnic per redactar el present estudi.

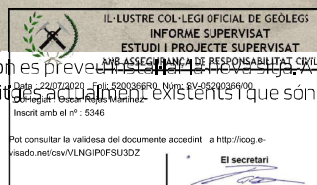
A data d'avui, es preveu el següent tipus d'actuació:



Construcció d'una sitja per al tractament de fangs deshidratats. L'estructura a edificar ocuparà una superfície en planta aproximada de 300 m².



Vista general de la zona on es preveu instal·lar la nova sitja. A la fotografia també es poden observar les dues sitjes existents i que són similars a la projectada.



2 TREBALLS REALITZATS

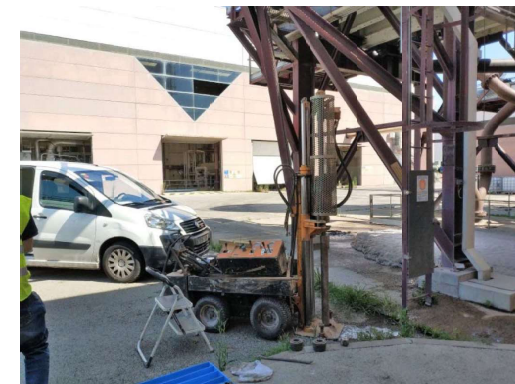
La campanya de camp realitzada per tal d'assolir els objectius plantejats es va dur a terme el dia 2 de juliol de 2020 i va consistir en:

- Perforació d'un sondeig mecànic a percussió amb bateria i recuperació de testimoni continu. La profunditat màxima assolida va ser de 3,0 m.
- Realització d'un assaig de penetració estàndard, o assaig SPT, per tal de determinar la compacitat dels materials que formen el subsòl a l'àrea a estudi, així com també per obtenir mostres representatives dels mateixos per tal de caracteritzar-los al laboratori de mecànica de sòls.
- Realització de dos assaigs de penetració dinàmica, tipus DPSH. La profunditat màxima assolida va ser de 14,0 m.

2.1 SONDEIG MECÀNIC A PERCUSSIÓ

L'equip emprat per realitzar la perforació va ser un penetròmetre Rolatec ML-76a, adaptat per a la realització de sondeigs a percussió, i que compta amb els accessoris necessaris. La sonda va muntada sobre un xassís tot terreny i s'accionava de manera hidràulica.

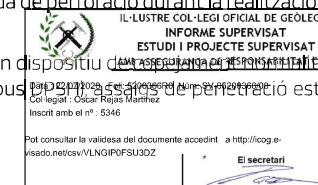
L'equip de prospecció està preparat per treballar mitjançant bateria per a la recuperació de testimoni continu dels materials travessats.



S01

Sonda de perforació durant la realització del sondeig.

La sonda compta amb un dispositiu d'assegurament i està apta per realitzar assaigs de penetració dinàmica (tipus DPSH) i assaigs de penetració estàndard (SPT) i per a la presa de mostres inalterades.



La cota d'inici i la fondària assolida al sondeig realitzat es detallen a la taula que es presenta a continuació:

Sondeig	S01
Cota d'inici ¹	+4,53 m
Nivell freàtic ²	≈ 2,5 m
Fondària assolida ²	3,0 m
¹ cota d'inici aproximada segons plànol topogràfic facilitat per l'equip tècnic del projecte.	
² fondària referida respecte a la cota d'inici de la prospecció.	

El registre del sondeig, així com la seva ubicació, s'adjunta als annexos de l'informe.

2.2 ASSAIG DE PENETRACIÓ ESTÀNDARD - SPT

Durant la realització dels treballs de prospecció es van dur terme un assaig de penetració estàndard, o assaig SPT.

L'assaig SPT consisteix en el clavament a percussió d'una cullera bipartida de paret gruixuda de 51 mm de diàmetre mitjançant el copejament d'una maça metàl·lica de 63,5 Kg que cau lliurement des d'una alçada normalitzada de 76 cm.

A l'assaig es compta el nombre de cops necessaris per tal de clavar la cullera en el terreny tres tandes consecutives de 15 cm. El resultat de l'assaig de penetració estàndard (N_{SPT}) és la suma dels cops necessaris per clavar el segon i el tercer tram ja que el primer es considera com a no representatiu.

El mostrejador permet igualment clavar un quart tram per extreure una major quantitat de mostra per a la seva posterior caracterització al laboratori de sòls.

Es considera rebuig ($N_{SPT} = R$), i es deté l'assaig, quan el nombre de cops necessaris per a la penetració de qualsevol dels trams és superior a 50.

El valor de N_{SPT} està àmpliament correlacionat amb diversos paràmetres del sòl (angle de fregament intern, cohesió no drenada, densitat relativa, etcètera) mitjançant una sèrie de fórmules empíriques àmpliament contrastades.

La prospecció i la cota de realització de l'assaig de penetració estàndard realitzats, així com el resultat obtingut, es detallen a la següent taula:

Assaig SPT	Cotes ¹ (m)	Copejament	N_{SPT}
S01 - SPT1	+4,53 m		11
¹ fondària referida respecte a la cota d'inici de la prospecció.			

A continuació s'adjunten la fotografia de l'assaig realitzat.



S01 - SPT1

2.3 ASSAIGS DE PENETRACIÓ DINÀMICA - DPSH

Aquest assaig consisteix en el clavament a percussió d'un tren de barnillatge, que compta amb una punta cònica normalitzada, per mitjà del copejament d'una maça metàl·lica que cau lliurement des d'una alçada prefixada.

En aquest cas es va fer servir un penetròmetre Rolatec ML-76 A equipat d'acord amb les especificacions DPSH definides a la norma UNE 103-801-94, aquestes són:

- Pes de la maça: 63,5 kg.
- Diàmetre del barnillatge: 32 mm.
- Alçada de caiguda: 76 cm.
- Massa del barnillatge: 6,3 kg/ml.
- Longitud trams de barnillatge: 100 cm.
- Secció punta cònica: 20 cm².

El diàmetre de la punta cònica és superior al del tren de barnillatge per tal de minimitzar el fregament lateral durant el procés de penetració. La punta, a més, és de tipus perdut, fet que facilita l'extracció del barnillatge un cop enllestit l'assaig.

Durant l'assaig es compta el nombre de cops necessaris per clavar cadascun dels trams de 20 cm marcats al barnillatge. Els valors de resistència a la penetració dinàmica (N_{20}) es poden correlacionar amb el valor de N_{SPT} i amb diverses característiques i paràmetres del terreny mitjançant tota una sèrie de fórmules empíriques àmpliament contrastades.

Es considera rebuig ($N_{20} = R$) i s'atura l'assaig de penetració quan se superen els 100 cops per tal de clavar qualsevol dels trams de 20 cm o bé quan tres valors consecutius són iguals, o superiors, a 75.

A diferència de l'assaig estàndard de penetració, l'assaig de penetració dinàmica permet obtenir un registre continu de la capacitat dels materials fins a la màxima profunditat assolida.

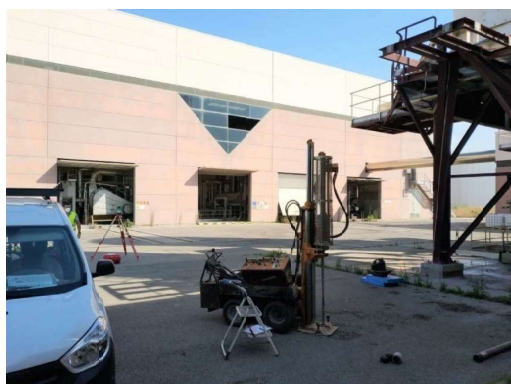
La cota d'inici i la fondària assolida a cadascun dels assaigs de penetració duts a terme es detallen a la següent taula:

Assaig DPSH	Cotes ¹ (m)	Fondària assolida (m)
S01 - DPSH1	+4,53 m	3,0 m
¹ fondària referida respecte a la cota d'inici de la prospecció.		

Penetròmetre	P01	P02
Cota d'inici ¹	+4,53 m	+4,53 m
Nivell freàtic ²	≈ 2,5 m	≈ 2,5 m
Fondària assolida ²	14,0 m	7,0 m

¹ cota d'inici aproximada segons plànol topogràfic facilitat per l'equip tècnic del projecte.
² fondària referida respecte a la cota d'inici de la prospecció.

Els registres dels assaigs, així com la seva ubicació, s'adjunten als annexos de l'informe.



P01

Sonda de perforació durant la realització dels penetròmetres.

2.4 ASSAIGS DE LABORATORI

Un cop identificats els materials es va procedir a la seva caracterització mitjançant assaigs de laboratori. La mostra assajada fou la considerada com a més representativa del conjunt i pretenia abastar la totalitat dels materials detectats.

- ▶ 1 Anàlisi granulomètric de sòls per garbellat (UNE 103101/95).
- ▶ 1 Límits d'Atterberg, plàstic i líquid (UNE 103104/93 i UNE 103103/94).
- ▶ 1 Agressivitat del sòl. Contingut en sulfats (UNE 83.963).

Els assaigs realitzats, les actes de laboratori dels quals s'annexen al present document, es distribueixen tal i com es presenta a la següent taula on s'especifiquen les referències de camp i laboratori de cada mostra, i els assaigs realitzats.

Referència de camp	Referència de laboratori	Assaigs
S01 - SPT1	1997,1	Gr - La

3 LITOLOGIA I CARACTERÍSTIQUES GEOTÈCNIQUES

3.1 INTRODUCCIÓ GEOLÒGICA

La zona a estudi s'emmarca dins de la unitat de la plana fluvial i deltaica del Riu Llobregat. A grans trets l'esquema litològic de la zona seria, de base a sostre, el següent:

- ▶ Nivell al·luvial inferior: de 5 a 10 m de potència, format per còdols i sorres amb graves. Aquest nivell correspon a sediments al·luvials anteriors a la pròpia formació del delta.
- ▶ Nivell intermedi de sediments de prodelta: Són sediments dipositats a la part submergida del front deltaic i estan formats per materials de granulometria fina: argiles, llims, sorres fines, de vegades amb matriu limmosa, que tenen tendència a presentar coloracions grisenques. Aquest nivell es tascona aigües amunt i també lateralment fins a desaparèixer.
- ▶ Nivell detrític superior: format per sorres de granulometria mitja a grollera, generalment amb poca matriu, que representa la sedimentació fluviodeltaica i litoral progradant sobre la unitat de prodelta.
- ▶ Nivell superficial: format per argiles i llims que correspondrien a la plana d'inundació deltaica. Són sediments de coloració marró i baixa consistència, que de manera puntual poden presentar concentracions elevades de matèria orgànica degut a dipòsits de maresmes.

Aquest conjunt de materials pot arribar a presentar a les zones més properes a la línia de costa una potència superior als 70 m.

Per últim, i de manera superficial, és habitual trobar materials d'aportació antròpica ja que aquesta zona ha sofert modificacions importants en quant a la seva topografia original com a conseqüència de la seva progressiva urbanització.

3.2 MATERIALS

Després de la campanya de camp duta a terme es van diferenciar tres unitats de materials amb incidència sobre els criteris de fonamentació, de superfície a més fondària són:

- ▶ Unitat P: Paviment.
- ▶ Unitat T: Terraplè controlat.
- ▶ Unitat Q: Substrat granític alterat.

La profunditat aproximada, així com les característiques dels materials detectats cadascuna de les unitats als punts d'assaig, es poden observar a la següent taula:



Prospecció	S01	P01	P02
Cota d'inici ¹	+4,53 m	+4,53 m	+4,53 m
Unitat P	0,0 - 0,6	0,0 - 0,6	0,0 - 0,6
	+3,93 m	+3,93 m	+3,93 m
Unitat T	0,6 - 3,0	0,6 - 3,3	0,6 - 3,1
	+1,53 m	+1,23 m	+1,43 m
Unitat Q	---	3,3 - 14,0	3,1 - 7,0
	---	-9,47 m	-2,47 m

¹ cota d'inici aproximada segons planol topogràfic facilitat per l'equip tècnic del projecte.
² fondària referida respecte a la cota d'inici de la prospecció.

Les característiques i propietats més significatives de cadascuna de les unitats es detallen a continuació:

3.2.1 Unitat P ▶ Paviment

Material i extensió:

A tots els punts investigats es detectà superficialment una capa de paviment asfàltic seguit per un tram de formigó i una capa de graves.

La base d'aquesta unitat es va detectar a una profunditat aproximada, respecte de la cota d'inici dels punts de prospecció, de 0,6 m. Donat el seu origen no es pot descartar que el algun punt el seu gruix sigui superior.

Resistència:

Aquesta unitat es considera no apta com a ferm de recolzament degut a la seva naturalesa.

3.2.2 Unitat T ▶ Terraplè controlat

Material i extensió:

Aquesta unitat està formada per sorres argiloses, a trams argiles molt sorrenques, de color marró a marró vermellós amb graves i restes antròpiques de manera dispersa.

Aquests materials corresponen a un terraplè controlat realitzat com a millora del terreny per a construir les edificacions i estructures de l'EDAR.

Aquesta unitat es va detectar a una fondària aproximada, respecte de la cota d'inici dels punts d'assaig, de 0,6 m. Aquesta unitat presenta una consistència que varia entre tova i moderadament ferma.



D'aquests materials es va seleccionar una mostra representativa per tal de ser analitzada al laboratori, els resultats de les anàlisis es reflecteixen a la taula següent:

Referència mostra	<5 mm	<0,4 mm	<0,08 mm	Límit Líquid	Límit Plàstic	Índex Plast.	USCS
4997.1	65,3	44,2	33,7	23,2	16,6	6,7	SC-SM

¹ Classificació segons l'USCS, Sistema Unificat de Classificació de Sòls de la ASTM.

Resistència:

Els valors de resistència a la penetració dinàmica (N_{20}) registrats van variar entre 5 i 21 amb una mitjana aproximada de 9. L'assaig de penetració estàndard realitzat, per la seva banda, va donar un resultat de N_{5PT} de 11. Aquesta unitat presenta, en general, una consistència que varia entre tova i moderadament ferma.

3.2.3 Unitat Q ▶ Llims i sorres

Material i extensió:

En base als antecedents disponibles es pot afirmar que aquesta unitat està formada per materials atribuïbles a la plana al·luvial del riu Llobregat. El tram superior està format per llims argilosos de color marró clar i baixa compacitat. En fondària els materials passen a ser una successió de capes de sorres fines i llims sorrencs.

Aquesta unitat va ser detectada a una fondària aproximada, respecte de la cota d'inici dels punts d'assaig, que variava entre 3,0 i 3,3 m i s'estenia fins a la màxima profunditat assolida per la campanya de camp.

Resistència:

Els valors de resistència a la penetració dinàmica (N_{20}) registrats van variar entre 2 i 27 amb una mitjana aproximada de 11. Els valors registrats van presentar una gran dispersió a causa de la seva composició alternant. Aquesta unitat presenta una compacitat fluïda als trams superficials que en fondària augmenta progressivament fins esdevenir mitjanament densa.

3.3 EXPANSIVITAT

Les variacions volumètriques del sòl a causa de canvis d'humitat són només destacables en el cas sòls argilosos, es a dir, formats predominantment per partícules de mida inferior a 0,002 mm. Aquestes estan constituïdes per minerals de la família dels fil·losilcats, tenen estructura laminar i poden captar molècules d'aigua a l'espai entre les làmines. Aquest fet provoca el seu allunyament i l'augment de volum.

Per ser susceptibles de ser expansius els sòls argilosos han de presentar, a més a més, una molt elevada plasticitat.



La mostra assajada pertanyent a la unitat T va presentar una proporció de fracció fina del 33,7 %. Aquesta, per la seva part, va presentar un límit líquid de 23,2 i un índex de plasticitat de 6,7.

A la següent taula és mostren els criteris per avaluar, de manera merament qualitativa, el potencial grau d'expansivitat d'un sòl a partir de les propietats determinades mitjançant els assaigs de laboratori.

Grau Expansivitat	Fins (%)	Límit líquid	Índex de plasticitat	Índex Lambe (kPa)	Pressió d'inflament (kPa)
Baixa	< 30	< 35	< 18	< 80	< 25
Baixa - Mitja	30 - 60	35 - 50	18 - 25	80 - 150	25 - 125
Mitja - Alta	60 - 95	50 - 65	25 - 35	150 - 230	125 - 300
Molt alta	> 95	> 65	> 35	> 230	> 300

Es considera, en conseqüència, que cap de les unitats detectades és susceptible de patir canvis de volum significatius causats per variacions en el contingut en humitat del sòl i han de ser catalogades, doncs, com a **no expansives**.

3.4 AGRESSIVITAT DEL SÒL VERS EL FORMIGÓ

L'agressivitat del sòl vers el formigó és deguda a la presència de concentracions elevades de sulfats al terreny que entren en contacte amb els elements de fonamentació. Aquests sulfats són solubles i penetren fàcilment als elements de formigó que hi són exposats.

L'atac per sulfats es produeix per la combinació de l'ió sulfat del sòl amb components propis del ciment. La combinació provoca la formació de nous compostos que causen un augment important de volum.

Aquest augment de volum acaba provocant la fissuració del ciment, que a la seva vegada afavoreix l'entrada de més sals dissoltes a l'aigua que multipliquen i acceleren el procés, que finalment, i únicament en casos extrems, acaba amb la total desagregació del morter o del formigó.

Per tal d'avaluar l'agressivitat del sòl vers el formigó es va determinar el seu contingut en sulfats. El grau d'agressivitat del sòl pot ser estimat d'acord amb la següent taula:

Agressivitat del sòl vers el formigó	Sòl no agressiu	Sòl dèbilment agressiu	Sòl mitjanament agressiu	Sòl fortament agressiu
Contingut en sulfats (mg/Kg)	< 1000	1000 - 3000	3000 - 12000	> 12000

Taula de l'agressivitat química d'un sòl mitjançant la taula 82.3b de l'NFHE 2008.

Mostra assajada de Sòl	Contingut en sulfats (mg/Kg)
4997.1	147,86

La mostra analitzada va resultar ser **no agressiva** vers els elements de formigó.

3.5 PERMEABILITAT

En base a les característiques de les diferents unitats detectades, s'ofereixen els següents coeficients de permeabilitat (k) estimats a partir de la bibliografia:

Unitat	Material	k (cm/s)	Permeabilitat relativa
P	Paviment	---	---
T	Terraplè controlat	10^{-4} - 10^{-7}	Moderada
Q	Llims i sorres	10^{-3} - 10^{-7}	Moderada

Si es considerés que la permeabilitat ha de ser un factor crític en el correcte transcórrer de l'obra aquesta s'hauria de determinar mitjançant assaigs específics.

4 NIVELL FREÀTIC

En la data de realització de la campanya de camp es va detectar la presència de nivell freàtic a totes les prospeccions realitzades a una fondària aproximada de 2,5 m.

A la vista de la fondària a la que es detectà el nivell freàtic, i l'escassa variabilitat que aquest presentarà, es considera que aquest quedarà en tot cas fora de l'àmbit de contacte amb la fonamentació de l'edifici projectat.

Tanmateix no es pot descartar completament l'existència de fluxos d'aigua d'infiltració en èpoques de fortes precipitacions aprofitant els trams més permeables de les unitats, així com a través de la zona de contacte entre elles degut al contrast de permeabilitats.

5 SISMICITAT

D'acord amb l'annex 1 de la "Norma de Construcción Sismorresistente NCSE-02" l'acceleració bàsica a considerar al terme municipal del Prat de Llobregat és de:

$$a_b = 0,04 \text{ g amb un coeficient de contribució (k) igual a 1,0.}$$

Pel que fa als diferents tipus de terrenys presents al subsòl de la parcel·la estudiada se'ls pot atribuir els següents coeficients:

Unitat	Material	Tipus de terreny	Coefficient "C"
P	Paviment	IV	2,0
T	Terraplè controlat	III	1,6
Q	Llims i sorres	II - III	1,3 - 1,6

Dades segons la "Norma de Construcción Sismorresistente NCSE-02".

Aplicant els criteris establerts per la normativa de referència i considerant una successió litològica plausible es pot considerar un coeficient d'influència de:

$$C = \sum \frac{C_i \cdot e_i}{30} \rightarrow C = 1,55$$

Si es considera una edificació d'importància normal amb un coeficient de risc (p) igual a 1,0 es pot establir un coeficient d'amplificació del terreny (S) igual a:

$$S = \frac{C}{1,25} \rightarrow S \approx 1,24$$

Finalment, i sota les consideracions exposades es pot considerar una acceleració de càlcul (a_c) igual a:



6 BASE DE CàLCUL DE LA TENSIÓ ADMISSIBLE

A la següent taula s'exposen les característiques geomecàniques bàsiques de les unitats descrites a partir de les quals s'avaluen i calculen les condicions de fonamentació.

Unitat	$\bar{N}_{20}$	N_{SPT}	Material	Fonamentació
P	---	---	Paviment	No apta
T	≈ 9	11	Terraplè controlat	Recomanada
Q	≈ 11	---	Llims i sorres	No considerada

El següent anàlisi de les solucions de fonamentació que s'ofereix es basa en la valoració de les dades obtingudes mitjançant els treballs realitzats i, tenint en compte els criteris que s'exposen, pretén que la fonamentació compleixi les condicions d'estat límit últim vers a l'enfonsament per trencament general i les d'estat límit de servei.

6.1 FONAMENTACIÓ DIRECTA AMB LLOSA A LA UNITAT T

Es recomana la realització d'una solució de fonamentació de tipus directa, mitjançant llosa, que recolzi sobre els materials de la unitat T. Aquesta està formada per sorres argiloses, a trams argiles sorrenques, de color marró a marró vermellós amb graves i restes antròpiques de manera dispersa.

Aquests materials corresponen a un terraplè controlat realitzat com a millora del terreny per a construir les edificacions i estructures ja existents.

Aquesta unitat es va detectar a una fondària aproximada, referida respecte de la cota d'inici dels punts d'assaig, de 0,6 m i s'estenia fins a una fondària que variava entre 3,0 i 3,3 m.

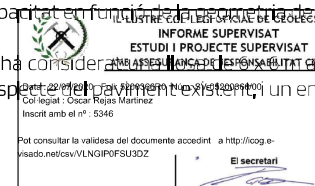
Per tal d'avaluar l'estat límit últim d'enfonsament d'aquesta solució de fonamentació s'ha emprat l'expressió proposada per Meyerhof:

$$q_H = c N_c S_c + q N_q S_q + \frac{\gamma B}{2} N_\gamma S_\gamma$$

On:

- c cohesió
- q pressió vertical efectiva a cota de fonamentació.
- γ densitat dels materials
- B amplada del fonamentació
- N_c, N_q, N_γ factors de capacitat en funció de l'angle de fregament intern.
- S_c, S_q, S_γ factors de capacitat en funció de la posició de la fonamentació.

Per realitzar els càlculs s'ha considerat una profunditat mínima de recolzament de 0,8 m, respecte del paviment existent, i un encastrament mínim de 20 cm a la unitat resistent.



A partir de les característiques de la unitat de recolzament de la fonamentació, l'estabilitat de la mateixa haurà de ser analitzada en els supòsits de curt i llarg termini prenent com a resultat final el més conservador dels dos.

Anàlisi a curt termini:

Sota aquestes consideracions la fórmula proposada es simplifica i resulta:

$$q_H = C_u \cdot N_c \cdot S_c + q$$

On:

C_u : cohesió no drenada, per definició $C_u = q_u/2$.

N_c : factor de capacitat de càrrega, si es considera $\phi = 0^\circ$, llavors $N_c = 5,14$.

S_c : factor de forma que depèn de la geometria del fonament

q : pressió efectiva prèvia existent a cota de fonamentació

Com a paràmetres intrínsecs representatius del volum de sòl a considerar per realitzar els càlculs es proposen, en base a la bibliografia i als assaigs realitzats, els següents:

- ▶ Angle de fregament intern: $\phi = 0^\circ$.
- ▶ Cohesió no drenada: $c = 55 \text{ kN/m}^2$.
- ▶ Densitat aparent: $\gamma' = 19 \text{ kN/m}^3$.

Aplicant la fórmula proposada la tensió de trencament bruta (q_H) que resulta per a la solució de fonamentació descrita és de:

$$q_H \approx 345 \text{ kN/m}^2 \quad \text{per a llosa de fonamentació}$$

Si s'aplica un factor de seguretat, $FS=3$ resulta una tensió admissible bruta de:

$$q_A \approx 115 \text{ kN/m}^2 \quad \text{per a llosa de fonamentació}$$

Anàlisi a llarg termini:

Com a paràmetres intrínsecs representatius del volum de sòl a considerar per realitzar els càlculs es proposen, en base a la bibliografia i als assaigs realitzats, els següents:

- ▶ Angle de fregament intern: $\phi = 27^\circ$.
- ▶ Cohesió a llarg termini: $c = 0 \text{ kN/m}^2$.
- ▶ Densitat aparent: $\gamma' = 19 \text{ kN/m}^3$.

Aplicant la fórmula proposada la tensió de trencament bruta (q_H) que resulta per a la solució de fonamentació descrita és de:

$$q_H \approx 390 \text{ kN/m}^2 \quad \text{per a llosa de fonamentació}$$

Si s'aplica un factor de seguretat, $FS=3$ resulta una tensió admissible bruta de:

$$q_A \approx 130 \text{ kN/m}^2 \quad \text{per a llosa de fonamentació}$$



Un cop analitzades totes dues opcions es comprova que l'opció conservadora consisteix en l'anàlisi de la fonamentació en condicions **no drenades**.

Per tal d'avaluar l'estat límit de servei es limita l'assentament tolerable al valor habitualment considerat com a màxim admissible. Per a lloses aquest límit és de 50 mm.

Per a la seva comprovació s'ha emprat el mètode proposat per Webb:

$$S_{ed} = \sum_{i=1}^n \Delta H_i \left(\frac{\Delta \sigma_i}{E_i} \right)$$

On:

$\Delta \sigma_i$: increment de la tensió vertical efectiva al mig de la cada capa considerada.

H_i : espessor de la cada capa considerada.

E_i : mòdul de deformació del sòl de la capa.

Amb la formulació proposada, i limitant l'assentament al valor esmentat, resulten unes tensions màximes de servei de:

$$q_s = 85 \text{ kN/m}^2 \quad \text{per a llosa de fonamentació}$$



7 RECOMANACIONS

A partir dels treballs duts a terme, de les característiques geotècniques i geològiques dels diferents materials identificats, de la tipologia d'actuació a realitzar, i tenint en consideració els criteris exposats en els apartats anteriors es recomana el següent:

7.1 FONAMENTACIÓ DIRECTA AMB LLOSA A LA UNITAT T

Es recomana la realització d'una solució de fonamentació de tipus directa, mitjançant llosa, que recolzi sobre els materials de la unitat T. Aquesta està formada per sorres argiloses, a trams argiles sorrenques, de color marró a marró vermellós amb graves i restes antròpiques de manera dispersa.

Aquests materials corresponen a un terraplè controlat realitzat com a millora del terreny per a construir les edificacions i estructures ja existents.

Aquesta unitat es va detectar a una fondària aproximada, referida respecte de la cota d'inici dels punts d'assaig, de 0,6 m i s'estenia fins a una fondària que variava entre 3,0 i 3,3 m.

Per realitzar els càlculs s'ha considerat una llosa de 6 x 6 m amb una profunditat mínima de recolzament de 0,8 m, respecte del paviment existent, i un encastament mínim de 20 cm a la unitat resistent.

La totalitat de la fonamentació haurà de recolzar sobre una única unitat, en aquest cas la unitat T. Si en el transcórrer de l'obra s'observés que part dels fonaments han de recolzar sobre un material diferent caldria valorar l'actuació més adient.

Es conclou amb les recomanacions del tipus de fonamentació, valors de tensió màxima de servei i màxims assentaments segons les dades descrites a l'informe:

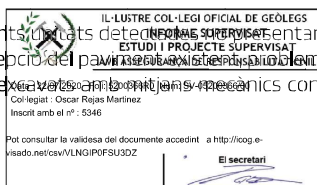
Fonamentació directa a la Unitat T	Tensió de servei	Assentament
Llosa de fonamentació	$q_s = 85 \text{ kN/m}^2$	$\leq 5,00 \text{ cm}$
Factor de Seguretat $F=3$ ja inclòs.		

El coeficient de balast recomanat per a la solució de fonamentació amb llosa és, a partir de la bibliografia consultada i dels assaigs duts a terme, de:

$$K_{30} = 20.000 \text{ kN/m}^3 \quad \text{per a una placa de } 30 \times 30 \text{ cm}$$

7.2 RIPABILITAT I EXCAVACIÓ

Els materials de les diferents unitats detectades presenten, dins de les profunditats a assolir pel projecte i a excepció del paviment existent, valors significatius de ripabilitat i podran ser remoguts i/o excavats mitjançant mètodes convencionals, tipus excavadora mixta o similar.



Per realitzar qualsevol moviment de terres, o element de fonamentació, caldrà tenir present que la nul·la, o molt baixa, cohesió dels materials que conformen la base granular del paviment podria afavorir l'aparició d'inestabilitats verticals no podent-ne garantir l'estabilitat del tall ni tan sols en fase provisional d'obra, es a dir, a curt termini.

En el cas de la unitat T la seva cohesió a curt termini, tot i ser baixa, proporcionarà una certa estabilitat transitòria al tall de les rases a excavar. A mig - llarg termini no es pot tampoc garantir l'estabilitat del tall en front a inestabilitats verticals puntuals.

Per minimitzar els riscos associats a potencials inestabilitats en fase provisional d'obra i així evitar qualsevol influència nociva sobre estructures ja existents, es recomana adoptar les mesures pal·liatives habituals: apuntalament dels elements en situació de risc, estreat de les rases i dels talussos d'obra, realització de les rases per trams alterns, etcètera.

En qualsevol cas es recomana reduir al mínim el temps a transcórrer entre l'excavació dels elements de fonamentació i el seu formigonat.

Per tal de calcular les empentes del terreny es podran adoptar els següents paràmetres:

Unitat	Cohesió	Angle Fregament intern	Densitat aparent	Densitat submergida
P	0 kN/m ²	27 °	17 kN/m ³	---
T	0 kN/m ²	28 °	19 kN/m ³	10 kN/m ³
Q	0 kN/m ²	29 - 32 °	19 kN/m ³	10 kN/m ³



La informació aportada per la campanya de camp només és totalment fidedigna en els punts explorats i en el moment de la seva execució. Per tant la seva extrapolació a la resta del subsòl de l'àrea d'estudi és només una interpretació raonada i raonable a partir de l'estat actual de la tècnica. En qualsevol cas, és convenient que un tècnic competent constati, en el moment d'iniciar l'actuació, que hi ha concordança entre l'observat a l'obra i l'exposat a l'informe geotècnic.

El nostre equip tècnic ha redactat el present estudi, amb les dades de mostreig reflectides i amb el nostre lleial saber i entendre.

Si durant el procés de projecte i/o execució apareguessin altres sol·licituds o informacions no conegudes a hores d'ara que poguessin incidir en les conclusions exposades, quedem a la vostra sencera disposició per als aclariments, comprovacions, ampliacions o rectificacions justificades que siguin necessàries per l'adequat desenvolupament del projecte i la correcta execució de l'obra.

A Mataró, el disset de juliol de 2020

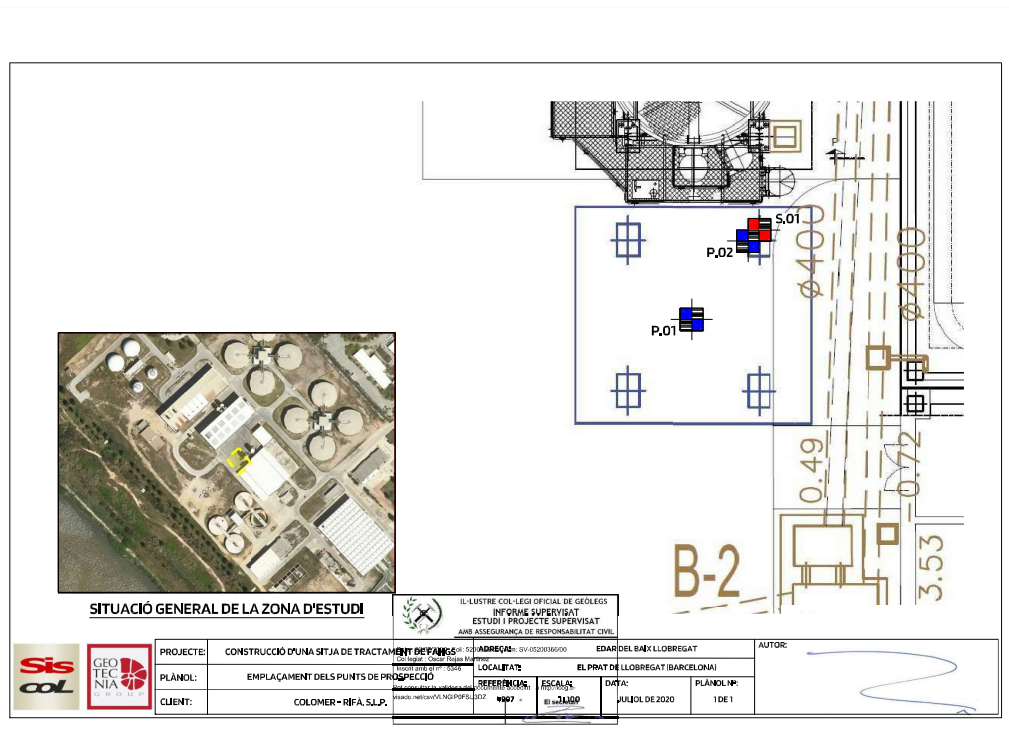


Òscar Rejas Martínez
Geòleg col·legiat núm. 5386
Siscol, Serveis i Control, S.L.
Geotècnia Geòlegs Consultors Group



ANNEX 1. PLÀNOLS





ANNEX 2. TREBALLS DE CAMP

IL·LUSTRE COL·LEGI OFICIAL DE GEÒLEGS
INFORME SUPERVISAT
ESTUDI I PROJECTE SUPERVISAT
AMB ASSEGURANÇA DE RESPONSABILITAT CIVIL

Data : 22/07/2020 Foli: 5200366R0 Núm: SV-05200366/00
Col·legiat : Oscar Rejas Martínez
Inscrit amb el nº : 5346

Pot consultar la validesa del document accedint a <http://icog-e-visado.net/cav/VLNGIPOFSU3DZ>

El secretari

Punt:	P01
Situació:	Sitja de tractament de fangs deshidratats a L'EDAR del Baix Llobregat.
Peticionari:	Colomar - Rifà, S.L.P.
Informe:	4997

En Mataró, a 3 de juliol de 2020

JL-LUSTRE COL-LEGI OFICIAL DE GEOLÒGS
INFORME SUPERVISAT
ESTUDI I PROJECTE SUPERVISAT
AMB ASSEGURANÇA DE RESPONSABILITAT CIVIL

Date: 22/07/2020 Fol: 5200366R0 Núm: SV-0520036600
Col·legiat: Oscar Rejas Martínez
Inscrit amb el nº: 5346

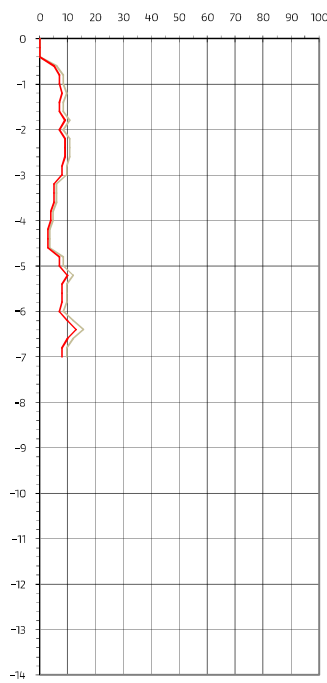
Per consultar la validesa del document accedint a <http://collegi.org>
Pulsado: nrosva/LNGI0F0SU0327 Asaigals Laboratori: Con

el secretari

Narcís Valls · Director tècnic

ACTA DE RESULTATS: ASSAIG DE PENETRACIÓ DPSH (UNE 100.801/94)

Punt: P02
Situació: Sitja de tractament de fangs deshidratats a L'EDAR del Baix Llobregat.
Peticionari: Colomar - Rifà, S.L.P.
Informe: 4997

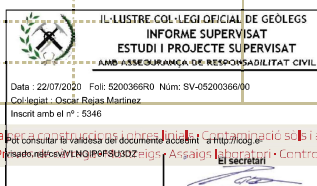
Data assaig: 02/07/2020			Cota inici punt: + 4,53 m			Nivell freàtic: 2,50 m			RESULTATS DE L'ASSAIG
Fond. (m)	N ₂₀	Par N.m	Fond. (m)	N ₂₀	Par N.m	Fond. (m)	N ₂₀	Par N.m	Gràfica de penetració
-0,2	-								
-0,4	-								
-0,6	5								
-0,8	7								
-1,0	7								
-1,2	8								
-1,4	7								
-1,6	7								
-1,8	9								
-2,0	7								
-2,2	9								
-2,4	9								
-2,6	9								
-2,8	8								
-3,0	8								
-3,2	5								
-3,4	5								
-3,6	5								
-3,8	4								
-4,0	4								
-4,2	3								
-4,4	3								
-4,6	3								
-4,8	7								
-5,0	7								
-5,2	10								
-5,4	8								
-5,6	8								
-5,8	8								
-6,0	7								
-6,2	10								
-6,4	13								
-6,6	10								
-6,8	8								
-7,0	8								

Extracció de mostres:

En Mataró, a 3 de juliol de 2020



Narcís Valls - Director tècnic



ANNEX 3. ASSAIGS DE LABORATORI

ACTA DE RESULTATS



DADES GENERALS

EXPEDIENT	2006304
PETICIONARI	03062 SISCOL SERVEIS I CONTROL, S.L.
NIF/CIF	B62632641
OBRA	00545 EDAR 4997
POBLACIÓ	BAIX LLOBREGAT

SISCOL SERVEIS I CONTROL, S.L.

C/ St. Pere, 15 1er

08301 MATARÓ

DADES DE LA MOSTRA

ORIGEN	Mostra lliurada pel peticionari a Lostec, S.A.
DATA	07/07/2020
PROCEDÈNCIA	S1
REFERÈNCIA	4997.1
TIPUS	SPT1
COTES	1 - 1,6

DADES DELS ASSAIGS

B00048	Determinació de la corba granulomètrica segons UNE 103101/95
B00008	Determinació dels límits d'Atterberg segons UNE 103103/94 i 103104/93
B00019	Determinació de la presència de sulfats solubles segons la EHE 08

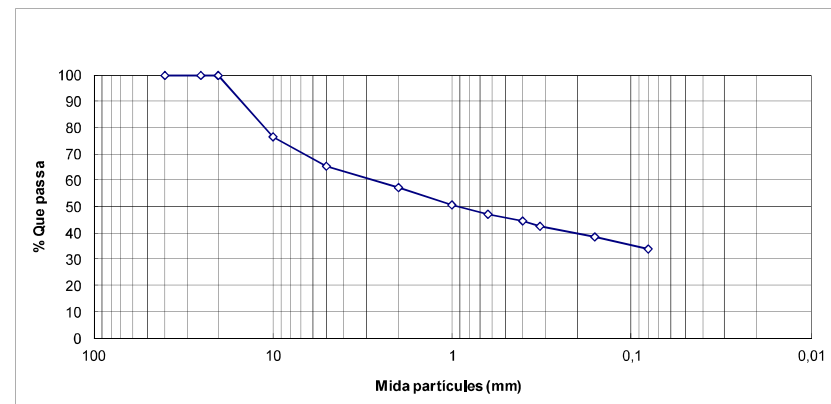
DADES DE L'ASSAIG

B00048	DETERMINACIÓ DE LA CORBA GRANULOMÈTRICA segons UNE 103101:1995
--------	--



RESULTATS OBTINGUTS

DATA INICIAL	15/07/2020
DATA FINAL	16/07/2020
Garbell UNE:	40 25 20 10 5 2 1 0,63 0,4 0,32 0,16 0,08
% que passa:	100,0 100,0 100,0 76,5 65,3 56,9 50,7 46,8 44,2 42,6 38,2 33,7



DADES DE L'ASSAIG

B00008	LÍMITS D'ATTERBERG segons UNE 103103:1994
--------	---

RESULTATS OBTINGUTS

DATA INICIAL	16/07/20	LÍMIT PLÀSTIC	LÍMIT LÍQUID	ÍNDEX PLASTICITAT
DATA FINAL	17/07/20	16,6	23,2	6,7

DADES DE L'ASSAIG

B00019	DETERMINACIÓ DE LA PRESENCIA DE SULFATS SOLUBLES SEGONS ANNEX 5 DE LA EHE 98
--------	--

RESULTATS OBTINGUTS

DATA INICIAL	16/07/20	RESULTAT	147,86 mg/kg
DATA FINAL	17/07/20	GRAU D'AGRESSIVITAT	Nul·la

Vic, a 17 de Juliol del 2020

Carles Rovira i Serra	Segell de còpia confrontada:	Myriam Serra i Serra
Director tècnic del Laboratori		Cap d'Àmbit d'assaigs de Geotècnia GTL

Expedient 2006304

LABORATORI D'ASSAIGS PER AL CONTROL DE LA QUALITAT DE LES OBRES DE OBRES D'INFRASTRUCTURA PRESENTADA A LA GENERALITAT DE CATALUNYA
EN DATA 13/02/2012 I AMB CODI D'INSCRIPCIÓ L0600183, L'ABAST D'ACTUACIÓ INCLOSURA DECLARACIÓ RESPONSABLE INSCRIT AL REGISTRE GENERAL

DEL CODI TÈCNIC DE L'EDIFICACIÓ ES POT CONSULTAR A: www.coditecnico.org

F-11-016-01

Pàgina 1 de 2

Expedient 2006304

LABORATORI D'ASSAIGS PER AL CONTROL DE LA QUALITAT DE LES OBRES D'INFRASTRUCTURA PRESENTADA A LA GENERALITAT DE CATALUNYA
EN DATA 13/02/2012 I AMB CODI D'INSCRIPCIÓ L0600183, L'ABAST D'ACTUACIÓ INCLOSURA DECLARACIÓ RESPONSABLE INSCRIT AL REGISTRE GENERAL

DEL CODI TÈCNIC DE L'EDIFICACIÓ ES POT CONSULTAR A: www.coditecnico.org

F-11-016-01

Pàgina 2 de 2