

## EL CAS DEL PAVELLÓ POLISPORTIU DE QUART (GIRONA)

### INTRODUCCIÓ AL PROBLEMA DE LA FONAMENTACIÓ

Un terreny argilós considerat molt resistent en una època de sequera, deixa de ser-ho a l'hivern perquè les argiles experimenten alteracions molt perilloses tornant-se plàstiques en mullar-se. Són les argiles expansibles.

Quan hàgim de projectar una construcció que es fonamenta damunt de sòls argilosos expansius hem de tenir molt clara la capacitat potencial d'inflament d'aquest sòl i les mesures constructives que s'han d'adoptar segons els casos. No tenir coneixement de l'existència del problema i no adoptar cap solució constructiva particular, ens portarà a una desastrosa actuació professional que irreversiblement podria conduir-nos a la ràpida ruïna de la construcció executada.

Primer de tot hem de tenir clar que en aquests casos no podem fonamentar damunt l'anomenada "zona activa" o "nivell isohidràtic". Es defineix com a zona activa aquella faixa de terreny pròxim a la superfície en el qual es produeixen les variacions estacionals d'humitat. En el nostre clima mediterrani, aquesta zona no sol tenir més de 3,00m de fondària i en qualsevol cas el seu límit és a prop del nivell freàtic (a la distància de saturació per ascens capil·lar). La interacció terreny-estructura, doncs, s'ha de produir fora d'aquesta zona per a eliminar l'estat variacional de volum del terreny de fonamentació i així evitar el greu perill d'instabilitat constant de l'edifici.

En la caracterització geotècnica la capacitat d'inflament del sòl expansiu es quantifica mitjançant la pressió d'inflament (UNE 103.602.1996). Es tracta de la pressió efectiva que cal aplicar per evitar l'expansió d'un sòl durant la seva saturació. En zones del voltant de la ciutat de Girona –Palau, Montilivi, Fornells, Riudellots, Quart, etc.) s'han identificat terrenys expansius amb pressions d'inflament superiors a 1,00 kg/cm<sup>2</sup>. Si relacionem aquesta pressió amb la del servei del nostre fonament, ens adonarem de la importància de les decisions a prendre: hem de dimensionar els fonaments de forma que les tensions

de treball efectives estiguin per sobre de les d'inflament (en el supòsit de no actuar les sobrecàrregues ni les càrregues variables previstes) i, és clar, per sota de les tensions admissibles de la pròpia argila considerada (considerant la hipòtesi de càrrega més desfavorable).

### PRIMERES SOLUCIONS A ADOPTAR

Per afrontar el greu problema de la instabilitat quan hi ha un canvi d'humitat en el sòl de fonamentació cal garantir, primer de tot, que la zona d'interacció terreny-fonamentació estigui prou allunyada de la zona activa. En el cas de produir-se canvis d'humitat per motius no previstos cal que procedim al dimensionat de la fonamentació segons allò exposat en el punt anterior. A més, i per garantir la correcta impermeabilitat de la cota de terreny a fonamentar caldrà que agafem totes aquelles mesures que a continuació detallarem.

**1.** Un correcte confinament del fonament dins el terreny: ho podem aconseguir no encofrant la fonamentació i massissant tota l'excavació feta (pensem que aquests tipus de sòls solen excavar-se amb parets quasi verticals). Cal formigonar immediatament després de l'excavació per evitar el ràpid deteriorament de la superfície de contacte terreny-fonament.

**2.** Una xarxa de drenatges i evacuació d'aigües plujanes i d'escolament superficial, de forma que l'aigua mai pugui arribar a la cota crítica de contacte terreny-fonament. Cal pensar també en una protecció directa a tot vol de l'edifici mitjançant una vorera d'ample adequat segons el cas.

**3.** L'estanquïtat i impermeabilitat de totes les conduccions que condueixin aigua (conduccions de clavegueram, fontaneria, etc.) Pensem que moviments diferents del sòl (com moviments sísmics, vibratoris, eòlics, etc.) poden fer que les aigües de les conduccions es vessin i es filtrin a través del subsòl i arribin a humitejar la zona crítica esmentada, provocant una espiral d'instabilitats difícils d'aturar.



## SOLUCIONS PRESES EN EL PAVELLÓ DE QUART

La meua experiència al pavelló de Quart, com a director d'execució i com a consultor de la fonamentació i part de l'estructura, va ser la de posar en pràctica tota la teoria exposada en el desenvolupament del projecte i en la seva execució posterior.

A continuació detallaré les diferents decisions que es varen prendre i com es varen materialitzar des d'un punt de vista pràctic:

### A. Dades de l'estudi geotècnic i disseny de la fonamentació

L'estudi geotècnic va identificar argiles que, segons l'assaig Lambe, mostren canvis potencials de volum crític per expansibilitat (veure fig. 3). El fet que ens trobàvem en un terreny d'argiles expansibles amb gran potencial d'inflament era prou evident i la solució de realitzar una fonamentació superficial quedava completament eliminada. La solució adoptada fou la semiprofunda, a través de pous de fins a 3,50m de fondària per garantir que la fonamentació del pavelló restava per sota de la "zona activa".

Així, es va dissenyar la fonamentació amb pous de formigó pobre sota cada pilar i amb rases corregudes en forma de bigues de cantell de formigó armat recolzades entre pous de tal manera que servien per transmetre la càrrega dels murs i parets de tancament (veure figures 1 i 2). Les bigues entre sabates no han d'estar en contacte amb el terreny, o bé s'han de protegir de l'empenta ascendent amb un material compressible. Aquesta disposició fa que la capacitat resistent dels fonaments es concentri sota cada pou de fonamentació, creant una xarxa de pous que evidentment encareix la solució però que té un cost molt menor que una fonamentació profunda de pilotatges. Aquest encariment inicial de formigó pobre queda contrarestat en disposar d'una fonamentació de superfícies relativament petites de sabates (en haver de dimensionar amb tensions de treball per sobre les pressions d'inflament)

segons es mostra en la figura 2. Cal dir que en alguns casos pot passar que la tensió admissible de l'argila sigui inferior a la seva pressió d'inflament; en aquest cas cal redefinir-la a partir de la reducció del coeficient de seguretat fins a 2, en comptes de 3 (en el supòsit que es garanteixi l'assentament màxim admissible per a la estructura i es garanteixin altres factors de tipus climàtic). En el cas del pavelló de Quart no hi va haver aquest problema; la tensió admissible se situava en 2,50 kg/cm<sup>2</sup> i la pressió d'inflament en 2,00 kg/cm<sup>2</sup> (segons els resultats obtinguts en l'estudi geotècnic).

### B. Evitar fuites d'aigües que agreugin el problema

La rotura del sanejament, conduccions d'aigua soterrades de consum i d'escolament, origina seriosos problemes a l'edificació, i s'han de protegir amb graves o un altre material adequat. Les conduccions rígides col·locades al pavelló de Quart varen ser tractades amb juntes flexibles del tipus "Gibault" (també s'han resolt amb tuberies de PVC el clavegueram, o amb polipropilè, les conduccions de subministrament).

Les aigües plujanes s'han allunyat del contorn de l'edifici a través d'una xarxa de cunetes obertes executades als peus dels diferents talussos amb la incorporació d'una vorera perimetral de protecció.

## CONCLUSIONS

No hi ha experiència més satisfactòria davant de qualsevol problema que saber-lo afrontar amb la suficient antelació: aquest també és el cas del problema de fonamentar damunt d'un terreny argilós expansiu i d'entendre el seu mecanisme geotècnic. L'adopció de certs condicionants constructius en la fase d'execució de la fonamentació amb un disseny estructural adequat és suficient garantia d'èxit juntament amb certs acabats d'urbanització de l'entorn. Un augment de control en l'execució de les obres i en l'explotació de l'edifici serà una garantia addicional més que sobrada.



Execució de la fonamentació del pavelló mitjançant bigues de formigó armat recolzades damunt de sabates sobre pous de formigó pobre confinat fins a sota de la zona activa. També podem apreciar l'exagerada contracció de les argiles després de la seva dessecació.

Figura 1 i 2:  
Disseny de la fonamentació per pous i bigues entre pous per a resoldre la fonamentació correguda dels tancaments laterals i eventuais recolzaments per a forjats sanitaris.

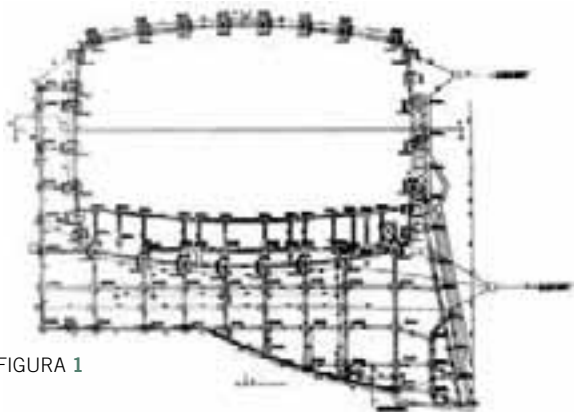


FIGURA 1

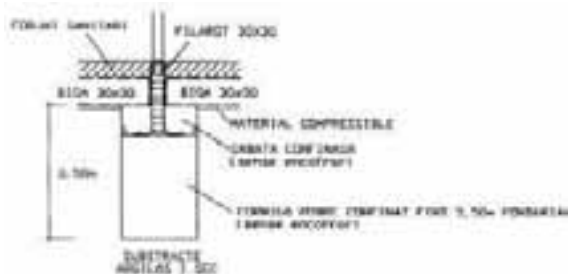
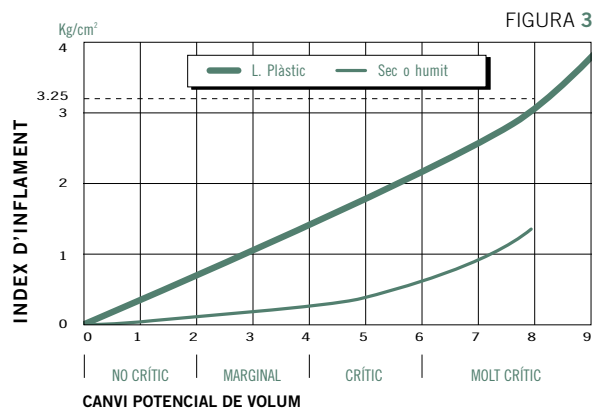


FIGURA 2

Assaig "Lambe" realitzat en una mostra de terreny per a caracteritzar qualitativament la possible expansibilitat de l'argila. Com ja s'ha indicat, la quantificació de l'inflament associat a l'expansibilitat es realitza a partir de l'assaig de pressió d'inflament d'un sòl en edòmetre. En el cas del pavelló de Quart aquesta pressió se situava al voltant de 2,00 kg/cm<sup>2</sup>.



**FITXA TÈCNICA DEL PAVELLÓ POLISPORTIU DE QUART**

**Propietari- Promotor:** Ajuntament de Quart **Arquitecte:** Luís Sánchez-Cuenca **Arquitectes tècnics:** Eduard Bonmatí, Francesc Rodríguez i Pau Sánchez. **Consultors estructural:** Eduard Bonmatí i Miquel Llorens **Consultors geotècnia:** CECAM i GESOND **Constructor principal:** AGT **Constructors subcontractats:** Acieroid i Metàl·liques Casanovas

**Control de qualitat:** CECAM  
**Pressupost global de l'obra:** 1.681.245,36 Eur. (279.735.688.- PTA) **Duració del treballs:** 3 anys (desembre 1997 a desembre 2000) **Finançament:** Ajuntament de Quart – Servei d'Esports de la Generalitat de Catalunya

EDUARD BONMATÍ I LLADÓ,  
ARQUITECTE TÈCNIC  
Consultor d'estructures. Professor UdG

