

# Parets mitgeres de tàpia

**El problema** de fer un edifici nou entre parets mitgeres de tàpia



**Josep Baquer**  
Arquitecte tècnic  
Consultor d'estructures (ACE)

## ■ ■ ■ El problema

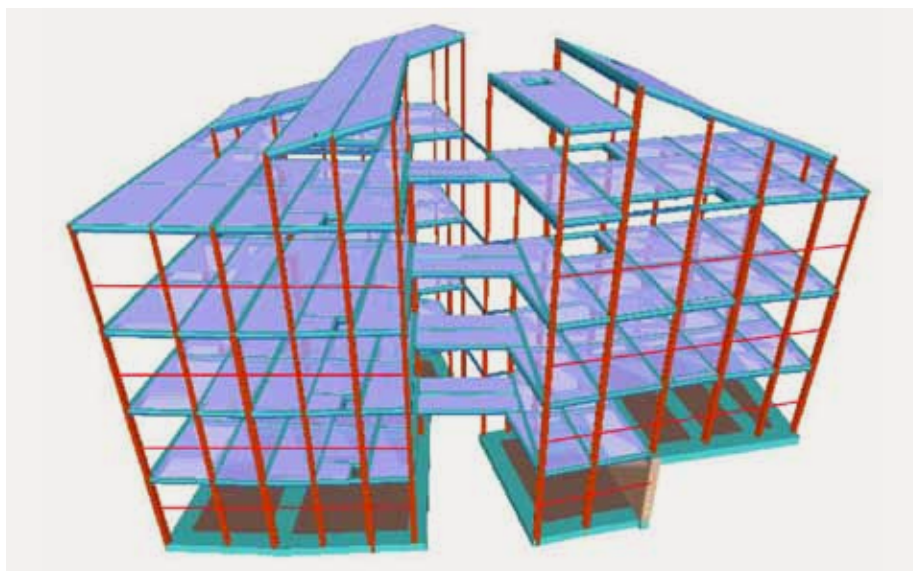
Tothom sap que les parets de tàpia no es poden *aprimar* ni engaltar amb cap material que s'hi vulgui adherir. Acostumen a ser parets centenàries que han tingut un comportament mecànic més que satisfactori, i no diguem pel que fa a les bones qualitats d'aïllament tèrmic. Sempre són parets de càrrega de façana, mitgeres o interiors a l'edifici.

El problema es planteja quan hem de fer un nou edifici entre parets mitgeres de tàpia. Unes parets molt gruixudes que en bona part *envaeixen* la parcel·la on s'hi vol bastir un nou edifici. Normalment la gent es resigna a *perdre* part de la superfície que teòricament es podria edificar que està *ocupada* pel gruix de paret de tàpia corresponent a la finca. Fàcilment poden ser 20 o 30 centímetres de gruix. Si les dues mitgeres són de tàpia, l'amplada que es pot perdre pot arribar a 60 cm o més.

Aquest era el cas que es va haver de resoldre per a un projecte en el qual l'amplada total que calia per a complimentar el programa de projecte, exigia recuperar uns 20 o 25 cm a cada banda de la finca. S'havia de recuperar doncs, bona part de la superfície ocupada per la paret mitgera de tàpia. Per tant, s'havia de resoldre el problema pràctic de poder aprimar el gruix de la paret de tàpia, sense que col·lapsés l'edifici de la finca veïna, més encara tenint en compte, que anys enrere havien fet una remunta d'una planta carregant damunt la paret mitgera de tàpia. Calia trobar una solució satisfactòria, no només per a nosaltres mateixos, els tècnics que estàvem projectant l'edifici en qüestió, sinó que fos convincent per als



FAÇANA PRINCIPAL ENTRE MITGERES DE TÀPIA AL NUCLI ANTIC DE MONISTROL DE MONTSERRAT



ESQUEMA ESTRUCTURA

veïns (sense cap formació tècnica especial) i per als serveis tècnics municipals que difícilment voldrien assumir cap mena de risc per raons òbvies. Ara no ve al cas

explicar les dificultats que vàrem tenir en aquest sentit, que com hom pot imaginar van ser moltes i variades, amb informes pericials en contra fets fer *a mida* sense cap base tècnica ni de càlcul, com acostuma a passar en aquests casos, fent referència només a l'experiència i als tòpics que diuen que les parets de tàpia no es poden *ni tocar*. Però ens en vàrem sortir

*Si els blocs de tàpia treballen bé a compressió (sense estar confinats) és perquè el material com a tal té una cohesió suficient*



FAÇANA POSTERIOR ENTRE MITGERES DE TÀPIA

satisfactòriament introduint lleus canvis que en realitat no modificaven la solució que nosaltres presentàvem.

#### La solució

La intuïció bàsica va ser que calia aconseguir substituir el gruix de paret de tàpia que volíem recuperar, just el que necessitàvem, per a la *nostra* paret de

fàbrica ceràmica. Ara bé, com que això directament no es pot fer perquè la tàpia i la ceràmica no s'adhereixen i aleshores la paret de tàpia aprimada podria guerxar a causa de l'increment de l'esveltesa,

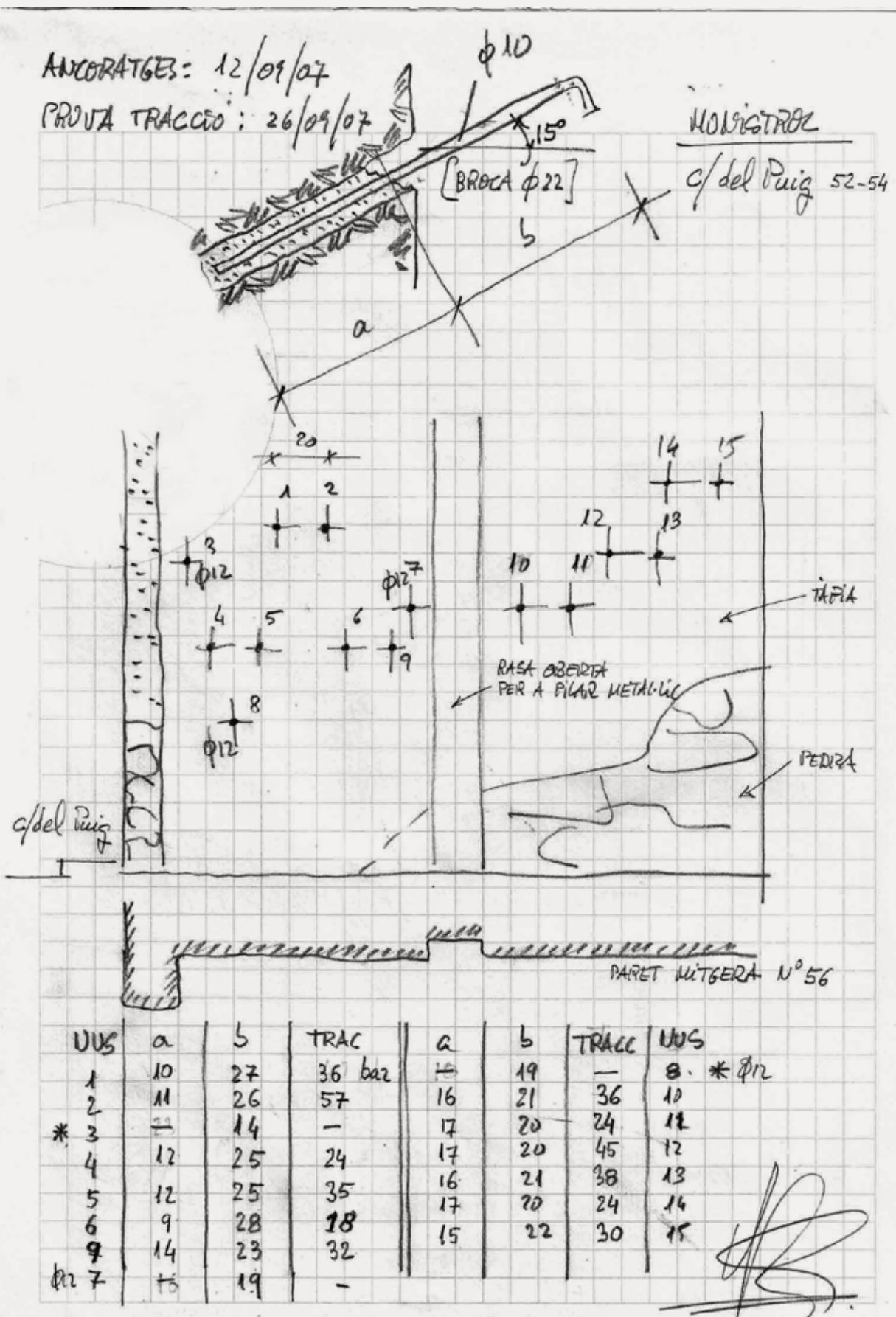
calia trobar un sistema que fes possible aquesta *adherència* entre la paret del nou edifici i la de tàpia. La solució semblava que anava pel camí d'aconseguir-ho a base de connectors. Ara bé, no constava enlloc, que cap firma comercial disposés de cap producte especial per fer ancoratges en paret de tàpia. Sabíem però el que necessitàvem: algun tipus de lletada de ciment que s'adherís bé a l'acer corugat i que tingués molta capacitat de penetració per fissures, cavitats i espais intersticials; que no calgués injectar-lo a pressió, sinó que es pogués introduir per simple gravetat en l'orifici practicat amb broca al mur de tàpia. Pensàvem en algun producte del tipus semblant al que es fa servir per injectar les beines dels cables pretesats. Parlant amb la casa Betec, ens va suggerir que podíem provar i assajar a obra, in situ, el seu additiu expansiu per a injeccions de lletades, concretament el producte Cablegrout.

Vàrem fer les proves a obra, val a dir que amb les presses, d'una manera un pèl improvisada, però ben fetes. Com es pot suposar no hi ha cap norma UNE que especifiqui com s'han de fer els assaigs. Quinze barres del 10 (una o dues del 12). Una inclinació d'uns 15 graus per tal de facilitar l'entrada de la lletada per pura gravetat, fent servir una mena d'embut fins que sobreeixia la lletada. Les perforacions les vàrem fer amb una broca de diàmetre de 22 mm.

Després de quinze dies, vam procedir a fer les proves d'extracció. En perforar la paret de tàpia, tres de les broques no varen poder aprofundir suficientment, potser perquè varen topar amb algun còdol calcari, per això l'extracció va fer fallida. Les donàrem per rebutjables. Totes les altres, les vam poder collar a una profunditat de perforació de més de 90 mm. La majoria a l'entorn dels 120/170 mm. De fet ens interessava *jugar* amb les profunditats de penetració, per veure els resultats. Adjunto la plana del quadern de notes de camp amb els resultats de les pressions manomètriques que varen donar les extraccions. Allà mateix, ens va sobtar el bon comportament de *l'invent* i ens va animar a seguir pensant en la solu-

*Calia trobar un sistema que fes possible l'adherència entre la paret del nou edifici i la de tàpia*





ció constructiva que ens havia de permetre resoldre satisfactòriament el projecte. Ara sabem que hi havia connectors per a parets de tàpia!

### Breu estudi estadístic de la mostra

Observant la taula adjunta es veu que les provetes N03, N07 i N08 queden excloses per fallida a causa, com deia, de l'ínfima penetració que va ser possible. Crida l'atenció el màxim corresponent a la proveta N02 de més de mil Kg de tracció. La mínima, corresponent a una proveta de penetració 90 mm, una tracció de 327 Kg. Si consideràvem la mostra de 12 provetes incloent-hi els dos extrems, el recorregut relatiu de la mostra és de 0.10 que es considera excessiu. Si desestimàvem aquests extrems, el nou recorregut relatiu de la mostra és de 0.06 que es considera correcte. Treballem doncs, a partir d'una mostra de 10 provetes.

La tracció mitjana és de  $T=608.23$  Kg i la de càlcul, per a un coeficient de minoració  $Y_M=1.35$  (atès que la paret de la qual s'han extret les mostres ja existeix, no és un *producte* que encara s'hagi de fabricar amb totes les incerteses que això comportaria),  $T_d=450.54$  Kg., i això per a una penetració mitjana de les mostres de  $L_m=146$  mm.

Amb aquestes dades es va procedir a dimensionar la xarxa d'ancoratges per a resoldre el projecte. Es va establir una trama d'ancoratges sobre la paret de tàpia de  $St=50*70$  cm<sup>2</sup>.

### Model de càlcul

¿Quin era el plantejament que ens fèiem? Si aconseguíem a base de connectors, ancorar per punts la superfície de la paret de tàpia minvada de gruix a un element estructural adequat, reduiríem la superfície de guerxament de la tàpia, i per tant, seguiria treballant bé a compressió sense moments de segon ordre que alteressin l'estabilitat del sistema. Evidentment, l'element estructural hauria de ser la *nostra estructura*, la del nou edifici entre mitgeres.

Hauríem d'establir però algun criteri plausible, que justificqués les dimensions de la graella que definís la posició dels connectors. Aquí ve el raonament que va orientar la solució i la justificació de càlcul.

Evidentment que si els blocs de tàpia

C/ Del Puig 52-54 Monistrol				
ESTUDI D'ANCORATGES SOBRE PARET DE TÀPIA				
RESULTATS DE LABORATORI				
ANCOR. Ø10	PENETRA. mm	RES. TRAC. Kg	TRAC. UNIT Kg/mm	OBSERVACIONS
N01	100	653,62	6,54	
<b>N02</b>	110	<b>1034,89</b>	<b>9,41</b>	Max. Exclòs
N03	-	-	-	Guerxat
N04	120	435,74	3,63	
N05	120	635,46	5,30	
<b>N06</b>	90	<b>326,81</b>	<b>3,63</b>	Min. Exclòs
N07	-	-	-	Guerxat
N08	-	-	-	Guerxat
N09	140	580,99	4,15	
N10	160	653,62	4,09	
N11	170	435,74	2,56	
N12	170	817,02	4,81	
N13	160	689,93	4,31	
N14	170	435,74	2,56	
N15	150	544,68	3,63	

NOTES ESTADÍSTIQUES I DE CàLCUL				
ANCORATGE	TRACCIÓ	CÀLCUL		
<b>N06</b>	<b>326,81</b>	Recorregut relatiu mostra	0,10	Excessiu
N04	435,74	Recorregut rel. no-extrems	0,06	Correcte
N11	435,74			
N14	435,74	Tracció Mitja (Kg)	608,23	Assaigs "in situ".
N15	544,68	Longitud Mitja (mm)	146,00	
N09	580,99	Trac. Càlculo ( $Y_M=1.35$ )	450,54	Sense extrems
N05	635,46	Cohesió estimada: $C_u$ (K/cm <sup>2</sup> )	0,12	
N01	653,62	Longitud Mitja (mm)	200,00	Projecte. Realitzat a obra
N10	653,62	Sup. Trib. Anclorats (cm <sup>2</sup> )	3.500,00	
N13	689,93	Trac. Equival. Sup (Kg)	420,00	
N12	817,02	Trac. Càlculo ( $Y_M=1.35$ )	617,17	
<b>N02</b>	<b>1034,89</b>	Seguretat $Y_f$	1,47	

treballen bé a compressió (sense estar confinats) és perquè el material com a tal té una cohesió suficient. Desconeixíem però el valor d'aquesta cohesió. És clar que ens hauria anat molt bé el fet de poder extreure mostres in situ tal com fem en estudiar els terrenys cohesius. Però això no ho vèiem factible per raons òbvies. L'analogia del material de la paret de tàpia i una mostra de terreny argilós amb nòduls calcaris, però, sembla correcta. L'extracció de mostres de tàpia ens hauria possibilitat de fer assaigs de tall directe amb tensions diferents, que ens haurien permès de definir els corresponents cercles de tensió (Morh), la línia de resistència, l'angle de frec intern i sobretot la cohesió, és a dir, la tensió tangencial a l'origen (per a tensió normal  $\eta=0$ ).

Això no va ser possible de fer-ho. Atès però que les bones argiles acostumen a tenir una cohesió ( $c_u$ ) entre 0.10 i 0.15 Kg/cm<sup>2</sup> i tenint en compte que la *nostra* tàpia és una amalgama d'argila i nòduls calcaris que s'ha anat consolidant en el temps, podríem considerar que la seva cohesió estaria a l'entorn de  $c_u=0.12$ , sent una mica optimistes.

Això suposat, vàrem considerar que la tracció que haurien d'absorbir els ancoratges, hauria de ser superior al valor d'aquesta cohesió aplicada a la superfície tributària de cada connector. Els connectors, com hem dit més amunt, tenen una superfície tributària  $S_t=3.500$  cm<sup>2</sup>, així doncs la tracció equivalent de la superfície tributària per la cohesió dóna una resultant de 420 Kg.

*Els projectes que de bon començament integren les solucions estructurals amb les espacials i constructives, acostumen a arribar a bon port*





1. ANCORATGE PER A L'ASSAIG IN SITU
2. PROCÉS D'EXTRACCIÓ AMB GAT HIDRÀULIC
3. INTRODUCCIÓ MORTER COBLEGROUT (BETEC)
4. SITUACIÓ ANCORATGES PER A L'ASSAIG IN SITU

Al projecte vàrem dissenyar els ancoratges per a una penetració de  $L_m=200$  mm, per tant superior a la dels assaigs que va ser de  $L_m=140$  mm, la qual cosa ens va permetre de considerar que els ancoratges, extrapolant les dades, podrien absorbir una tracció de càlcul de  $T_d=617.17$  Kg, que ens assegurava un coeficient de seguretat  $Y_f=1.47$  que vàrem considerar suficient.

#### Solució constructiva

L'esquema de principi que adjuntem explica el sistema constructiu. La idea

bàsica consisteix en sectoritzar la superfície de mur de tàpia que cal aprimar a base de generar uns marcs estructurals de dimensions *dominables*, de manera que de forma seqüencial s'hi pugui fer les operacions de a) repicat de la tàpia, b) la col·locació dels connectors i c) la construcció de la nova paret de fàbrica. Un cop completada aquesta seqüència en cada *marc estructural* s'inicia l'actuació en els marcs veïns i així successivament.

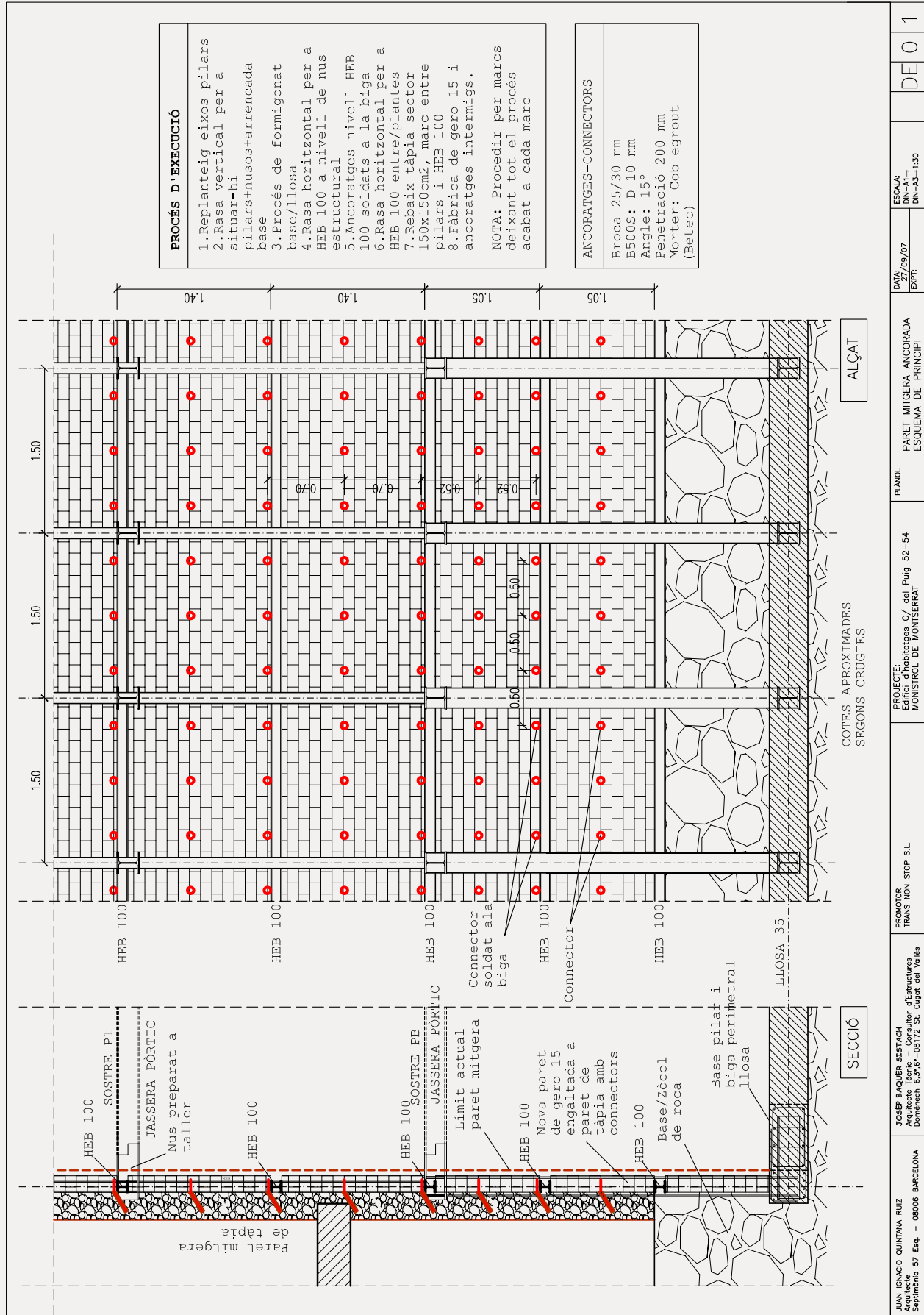
Per fer aquests marcs, cal obrir unes rases verticals al mur de tàpia per encastar-hi els pilars, amb els nusos ja resolts

a taller (atès que en obra no es podria soldar pels costats ni pel darrera) tant els de cada planta com el de la base en L. Aquestes rases verticals en principi no afecten l'estabilitat dels murs de tàpia.

Tot seguit ja es pot fer *marc a marc*, la rasa horitzontal per encastar-hi els perfils HEB 100 superior i inferior que conformen cada unitat juntament amb els pilars a banda i banda i que són la base de suport de la nova paret de fàbrica. Els ancoratges que estan a tocar les barres horitzontals del marc, es solden als perfils metàl·lics. Aquests són els que traven la paret de tàpia (i la nova paret de fàbrica adherida) a l'estructura de pòrtics metàl·lics del nou edifici.

Aquesta operació es va fer començant des de dalt (tal com ens va demanar l'ar-

*L'objectiu va ser que la nova construcció disposés de paret de 15 cm pròpia, rígida i ben aïllada, però dins de l'àmbit del gruix de les tàpies existents*







NUSOS PREPRATS A TALLER ALES SOLDADES I ÀNIMA CARGOLADA



BASE PILAR EN MÈNSULA PREPARADA A TALLER



ESTRUCTURA: PILAR ENCASTAT A PARET DE TÀPIA



RASES VERTICALS. PILAR ENCASTA A MUR DE TÀPIA. ESTINTOLAMENT PROVISIONAL

quitecte municipal) davallant fins a la llosa de fonaments. L'observació de l'arquitecte de l'Ajuntament des d'un punt de vista tècnic era correcta.

A obra, i per raons de seguretat, es va començar l'operació seqüenciada, un cop fets els forjats, deixant per formigonar la banda annexa a les parets mitgeres. Després d'haver collat els connectors, es varen formigonar aquestes franges.

#### **Nota de l'arquitecte projectista i director de l'obra<sup>1</sup>**

Els projectes d'arquitectura que, de bon començament integren les solucions estructurals amb les espacials i constructives, acostumen a arribar a bon port, malgrat les dificultats i adequacions circumstancials que incideixen. Tal és el cas d'aquest petit edifici plurifamiliar construït al cor del nucli antic de Monistrol,

fermament fonamentat sobre la base de roca calcària del massís de Montserrat.

Les mitgeres que limitaven lateralment el solar, construïdes amb tàpia, maçoneria, parts sobreposades de totxo i d'altres tècniques, d'un gruix mitjà de 50-60 cm, són comunes en aquest tipus de nuclis antics, i per tant es troben de manera freqüent en operacions de substitució de l'edificació. Aquestes estructures, òbviament, no presenten la rigidesa i estabilitat que el substrat de fonamentació, en aquest cas, ens ofereixia.

La desconfiança en l'estabilitat d'aquestes mitgeres, així com la neces-

*La conclusió és que les parets de tàpia sí que es poden aprimar amb connectors degudament ancorats i es reconstrueixi la paret com si fos una nova unitat*





sitat d'aixecar la nostra pròpia estructura tot recuperant part de la dimensió perduda pel gruix de la mitgera, va ser el punt de partida de la solució estructural. L'objectiu va ser que la nova construcció disposés de paret de 15 cm pròpia, rígida i ben aïllada, però dins de l'àmbit del gruix de les tàpies existents; tot estabilitzant i reforçant alhora, la resta de tàpia resultant.

*Es va començar l'operació seqüenciada, un cop fets els forjats, deixant per formigonar la banda annexa a les parets mitgeres*

Per aconseguir-ho es va dissenyar una estructura d'entramat metàl·lic, apta per estintolar per sectors petits la paret existent, de forma que el procés constructiu (vegeu el gràfic) anés successivament augmentant la seva estabilitat estructural per finalment *repelar* la part del gruix de la mitgera que ja no treballava, substituint-la per una nova paret de *gero*, tot incorporant connectors entre les dues

parets resultants per tal d'eliminar l'augment de guerxament i consolidar definitivament l'estructura antiga.

El resultat, malgrat la desconfiança que el sistema proposat va generar entre els veïns i el mateix servei tècnic municipal (l'obra va ser aturada diverses vegades amb base a sorprenents informes tècnics externs), va ser excel·lent i en tot moment vàrem tenir la sensació d'haver actuat en benefici de la seguretat i de la modernització d'aquestes estructures arcaïques.

### Conclusió

Tot plegat ha estat un repte que ha fet estudiar una solució nova que ha donat bons resultats. Ben segur que l'estudi dels materials base i dels ancoratges s'hauria pogut fer de forma més acurada. Però, les proves de què vàrem poder disposar ens feien estar segurs que la solució que proposàvem era viable i eficaç, com s'ha demostrat a la pràctica. L'edifici té les dimensions que es preveia a projecte sense perdre ni un centímetre quadrat de superfície. A més, s'ha aconseguit que els edificis veïns estiguin més ben estintolats en la nova estructura i que si un dia els decidien enderrocar ho podrien fer sense cap problema guanyant superfície edificable, atès que el nou edifici no ha arribat realment a cada mitgera just al mig del gruix que li pertocava.

La conclusió és que les parets de tàpia sí que es poden aprimar, sempre i quan amb connectors degudament ancorats es reconstrueixi la paret com si fos una nova unitat. Evidentment, que tot això no es contempla al CTE, perquè per a la susdita normativa les parets de tàpia senzillament no existeixen, però als nostres pobles sí que hi són aquest tipus de murs, i casos com aquests s'han de poder resoldre sense perdre superfície edificable. Esperem que aquesta solució pugui ajudar a resoldre altres casos semblants. ■

NOTA:

1 Juan Ignacio Quintana Ruiz, arquitecte