

**ESCOLA TÈCNICA SUPERIOR
D'ARQUITECTURA DE BARCELONA**

Departament de Construccions Arquitectòniques de la UPC

**LES CONSTRUCCIONS DE TERRA
A CATALUNYA
LA TECNICA DE LA TAPIA**

Autor: Albert Cuchí i Burgos
Tutor: Jaume Avellaneda i Diaz-Grande

Setembre de 1994

2. La tècnica de la tàpia

2.1. La tàpia **com** a fàbrica, la tàpia com a procés.

Recollint, i ampliant, la definició que les **prescripcions** del Instituto Eduardo Torroja dóna al **p.i.e.t.** 70 Obras de fàbrica, els murs de tàpia són uns murs de fàbrica constituïts per unitats anomenades tapiades. La tapiada es defineix com la unitat d'obra resultant d'omplir un **encofrat**.

Com qualsevol fàbrica, es caracteritza per aconseguir un **conjunt**, el mur, per l'addició d'elements més petits, de tal forma que, pel tipus i entitat de les càrregues que hagi de suportar, assoleixi un grau de deformació compatible amb el manteniment de la unitat **del** conjunt. Es el que s'anomena **monolitisme**.

Això s'aconsegueix, per la gran majoria de murs sotmesos al seu propi pes i **essencialment** a càrregues verticals, mitjançant l'**acompliment** d'una sèrie de condicions que generalment es reuneixen sota el **denominatiu** de lleis de **travada**.

Per exemple, l'encofrat que defineix la tapiada, en **general**, i en particular a la tècnica de la tàpia emprada tradicionalment a Catalunya, es va desplaçant per tal de conformar noves tapiades. Aquest desplaçament es realitza **horitzontalment**, val a dir, el desplaçament és lateral fins a concloure la filada. Aleshores, s'inicia l'execució de les tapiades de la filada superior.

Això permet acomplir una de les exigències bàsiques de qualsevol fàbrica: aixecar-se per filades horitzontals per tal d'aconseguir una deformació homogènia i simultània de tot el mur, tant per l'assecat del material com pel pes de les tapiades superiors de mur.

Una de les **característiques específiques**, però, d'aquesta fàbrica, que la **distingueixen** d'altres i la fan similar al formigó, és que l'element unitari que la configura, és a dir la tapiada, no disposa d'una forma prèvia a la seva **col·locació** al mur, sinó que es conforma al **lloc** a on restarà en **servei**.

Donat que l'encofrat modela tres de les cinc cares a conformar del volum de la tapiada (**la sisena és la cara superior que no precisa superfície delimitadora**), les dues restants són la cara superior de les tapiades de la filada inferior i la testa de la tapiada precedent a la filada. **Posteriorment** la testa i la cara superior de la tapiada rebran la tapiada posterior i les tapiades de la filera superior, **respectivament**.

Al tractar-se, **doncs**, de **superfícies** que intervenen com a **conformadores** d'altres tapiades, i al pendre forma cada tapiada en el lloc del mur a on restarà en servei, la superfície d'unió entre les tapiades **contigües**, tant de la mateixa filada com de les filades superior i inferior, és, en principi, **geomètricament** perfecte, sense que calgui cap tipus de morter o solució de continuïtat per tal de

garantir la regularització en la transmissió d'esforços.

La unió entre tapiades contigües de la mateixa filada és, no obstant, objecte de nombroses cites a la **bibliografia**. El dubte sobre la continuïtat del material en una junta **paral.lela** al descens de càrregues i generada per dues tapiades executades, encara que quasi **simultàniament**, en moments diferents, ocasiona tot un seguit de recomanacions per tal de conseguir assegurar la màxima continuïtat d'aquesta junta, en principi feble.

Des de la regata vertical a la testa de la tapiada que permeti penetrar el material de la tapiada següent, augmentant per tant la superfície de contacte, fins a la junta inclinada en talús a 60° que queda **massissada** per la compactació de la tapiada posterior, hi han diverses solucions tradicionals que denuncien l'existència d'un problema real de continuïtat entre les tapiades contigües. Fins i tot veurem alguna solució per tal d'assegurar la continuïtat entre les tapiades de filades diferents.

Aquest fet ens torna a recordar, **doncs**, l'existència d'una unitat definida que compon la fàbrica, tal i com el **p.i.e.t.** 70 indicava: la tapiada, tot i que el procés d'execució del mur tendeixi a esvaïr aquesta individualitat.

Estem, **doncs**, parlant d'una fàbrica que té la **particularitat** de constituir els seus elements primaris sobre el propi mur. En contrast amb la fàbrica de **maó**, o de

carreus, o del mur de **paredat**, les unitats de la fàbrica es creen alhora que es construeix el mur sense **que**, com al cas del formigó actual, i encara més del formigó **armat**, la continuïtat entre elles sigui tal, que ja no es pugui parlar de fàbrica com a ordenació de les peces per tal d'aconseguir el màxim de **monolitisme** davant les càrregues que **s'han** previst, sinó de monolitisme original i real a causa de la continuïtat **del** material.

Cal, doncs, degut a la **simultaneïtat** en la formació de la tapiada i en l'elevació del **mur**, que el procés de conformació del material resolgui, alhora, les condicions de monolitisme **que**, com a fàbrica ha de tenir. La seva optimització com a tècnica, com a procés, des del punt de vista de la qualitat de l'objecte produït, no pot **desvincular-se**, no tant sols d'aconseguir les qualitats mínimes requerides al material, sinó tampoc de les exigències de travada de la fàbrica que està constituint. Es pot ser l'única fàbrica en la que el procés de fabricació del material i la fàbrica es confonen.

Així, la tècnica ha de respondre tant a la correcta configuració del motlle al moment d'abocar i compactar les terres, com a les operacions que garanteixen una adequada conformació de la fàbrica. La capacitat de resoldre la continuïtat de les filades, la seva **horitzontalitat**, el **cavalcament** a trencajunts amb la filada inferior, la forma de lligar els murs, la verticalitat i planeïtat dels murs, etc. són elements que cal resoldre des de l'encofrat.

Aquesta duplicitat serà l'aspecte essencial que s'utilitzarà en aquest capítol per analitzar la tècnica de la tàpia des del punt de vista de l'acompliment de les exigències pròpies de la fàbrica.

D'altre banda, la tècnica, entesa com a procés, tendeix com qualsevol altre, a minimitzar l'energia precisa per a executar la fàbrica. Reduir al mínim possible el nombre i tipus d'elements que intervenen i reduir al mínim el nombre i tipus d'operacions que cal realitzar, seran les tendències que presentarà la tècnica, en tant que exigències de la seva consideració com a procés productiu.

Com a punt de partida, en el sentit que no es produirà una discussió específica del seu origen, l'optimització de la majoria de les tècniques de la tàpia, i indubtablement al cas que ens ocupa, s'ha desenvolupat cap a un model d'encofrat que té dues característiques bàsiques: es recolza sobre el propi mur que està construït i es desplaça sobre ell com a únic espai físic de suport de les operacions que s'executen, excepció feta de les que es realitzen com a preparació prèvia de les terres a abocar, que necessàriament es fan a banda.

Aquestes dues característiques són els elements definidors que, des de les necessitats del propi procés, s'utilitzaran com a postulats per tal d'analitzar els criteris d'optimització que la tècnica de la tàpia ha assumit a la tradició constructiva a Catalunya.

Cal considerar **que, ultra** el procés de conformació de la tapiada per l'abocament i compactació de la terra, que és el moment en que l'encofrat actúa com a motlle i es justifica, fa la seva funció bàsica, l'encofrat cal muntar-lo, **desmuntar-lo**, **traslladar-lo** horitzontal i **verticalment**, fer-lo girar cantonades, i altres operacions que s'aniran descrivint. I totes aquestes operacions cal fer-les des del punt en que en aquell moment es trobi el **mur**, per regla general sense l'auxili de bastides, grues, o altres mitjans no manuals de moviment de pesos, excepció feta d'alguna corriola per aixecar les terres. Es treballa dins el cofre o caminant damunt la cara superior **del mur**.

Aquesta limitació tant estricta afecta, d'una forma decisiva, a la configuració dels elements i dels processos de la tàpia.

En primer lloc exigeix una coincidència entre les necessitats del mur, com a element constructiu i com a element que intervé en el procés de construcció: la dimensió del seu gruix.

Els gruixos habituals en les **construccions** de tàpia oscil·len entre els 45 i els 60 cms., **aproximadament**. Aquestes dimensions acorden les necessitats resistents dels **murs**, tensions màximes per sota d'1 Kg/cm² per habitatges de dues plantes d'alçaria amb llums de 4 ó 4,5 mts., típics de la casa de raval, amb la necessitat de permetre els moviments i gestos del operaris amb un mínim de seguretat

devant la **caiguda**. Alhora, marca una de les dimensions de l'àmbit a on es realitza una de les operacions més determinants de la qualitat de la tàpia: l'abocat i el piconat de les terres, quan els operaris es troben dins l'encofrat i l'ample del mur es converteix en un límit físic més **evident**. Es possible que, amb gruixos inferiors, la tècnica no hagués evolucionat cap aquest tipus d'encofrat **autosuficient** d'ajudes exteriors.

En edificis monumentals, quan s'hi troben, el gruix pot ser força superior, amb les conseqüències **revolucionàries** sobre la tècnica que tindrem ocasió de comentar. També es comentarà algú cas en que s'**han** utilitzat gruixos inferiors, portant al límit les possibilitats de la tècnica respecte a la qualitat del treball dels operaris, però sempre en aquest cas, utilitzant un material diferent de la terra piconada.

El gruix del mur també limita molt el moviment de pesos que cal realitzar per a executar l'obra, donat que la mobilitat dels operaris es veu restringida.

2.2. Les dimensions de la tapiera

L'element més pesant dels que intervenen en el procés és la tapiera. Serà, per **tant**, decissiu el control del seu pes en funció dels moviments que cal realitzar amb ella: quant més lleugera més facilitat de **desplaçament**. Per contra, lleugeresa implica dimensions petites i, per tant, poc rendiment de les operacions de desplaçament i fixació de

l'encofrat respecte al volum de la tapiada. Cal, **doncs**, una tapiera que ofereixi les màximes dimensions d'encofrat sense superar un pes que la **faci** onerosa de moure.

El pes màxim que hauria de tenir, per tal de poder ser manipulada per un sol home, **subjectant-la** amb un sol braç, i executant moviments simples aplicats al seu centre de gravetat, estaria al voltant dels 25 Kg.

Limitar el seu pes, vol dir limitar les seves dimensions. Longitud, alçaria i gruix de la tapiera venen determinats, d'altre banda, per altres **condicionants** funcionals de l'encofrat.

2.2.1. L'alçaria

L'alçaria té una restricció important. En el moment d'abocar i piconar les terres, com ja s'ha dit, defineix físicament el gruix del mur com a limitació als moviments dels tapiadors. A una alçaria superior a la de la tapiera el cos es pot moure lliurement, sempre que l'equilibri ho permeti, superant l'estricta dimensió del gruix del mur. Però dins l'encofrat la dimensió del gruix del mur és una restricció real. Caldria, en aquest sentit, que l'alçaria fos mínima, que la tapiera tingués una alçada reduïda que es veiés compensada per una longitud elevada, però això atemptaria, com es veurà, contra altres límits que afecten a la longitud de la tapiera i que més aviat tendeixen a **impel·lir** l'alçada cap a la seva dimensió màxima. I sí hi han restriccions que limiten la màxima alçada de la

Foto.1

tapiera.

A banda d'augmentar **desconsideradament** la **incomoditat** dels tapiadors, augmentar l'alçada de la tapiera limita la possibilitat de **massissar** correctament el material contra l'encofrat. Per a fer-ho, el tapiador no desplaça el pisó **verticalment**, sinó amb una inclinació acusada, que permet que l'energia del cop tingui dues components al compactar el material: una vertical que ho fa sobre la tapiada anterior o sobre la terra ja piconada, i una horitzontal que ho fa contra la tapiera. A banda que, a les primeres tongades, l'alçaria de la tapiera limita l'angle que pot adoptar el **pisó**, la posició natural del tapiador és amb el seu eix **antero-posterior paral·lel** al **plà** de les tapieres, el que fa que el recorregut dels seus braços, des de les mans fins als colzes, superi de llarg la dimensió del gruix del mur en els àmbits que **s'ha** establert.

Aquesta limitació de l'alçaria de la tapiera és força regular a quasi totes les tradicions de tàpia, i es mou entre els 75 i els 85 **cms.**, mesurada des de l'interior de l'encofrat, pels gruixos de mur comentats. És clar **que**, quan a conjunts monumentals, s'utilitza la tàpia amb gruixos de mur **molt** més elevats, és possible augmentar **considerablement** l'alçada de la tapiera, doncs la restricció imposada als tapiadors desapareix amb separacions entre tapieres superiors a 80 **cms.**

D'altre banda cal considerar un altre problema. Quan el motlle ja està ple, cal alliberar els colls, desmuntar-los

i **traslladar-los** a la nova posició. Tot i que l'**enginy** dels operaris és gran a l'**hora** de valer-se d'**ajuts** diversos per a efectuar aquestes operacions, cal retirar els claus que impedeixen el moviment dels muntants cap a l'exterior, i extreure les agulles dels seus forats, elements que es presenten a una distància menor justament des de sobre de la tapiada que acaben d'executar. Quan més asequible sigui aquesta distància pel braç **humà**, tant més senzilla i ràpida l'extracció d'aquests elements.

2.2.2. La longitud

En principi, un cop limitada l'alçaria, interessa, de cara al rendiment **del** procés, que la longitud de la tapiera sigui la màxima possible. Es evident que, per a mantenir un pes limitat que permeti la mobilitat de la tapiera en les condicions abans expresades, l'augment de la longitud implicarà una disminució del seu gruix. El gruix de la tapiera ve donat per la necessitat de rigidesa per tal de suportar la pressió que suposa l'abocat i el piconat de les terres, així com la pressió de la terra comprimida. Si minva el gruix de la tapiera per tal d'augmentar la seva longitud, caldrà minvar també la distància entre **els** colls per tal de mantenir la **indeformabilitat** del motlle dins uns límits prudencials. I això implicarà un augment significatiu **del** nombre de colls, i per tant d'elements i d'operacions a realitzar per a moure l'encofrat, per un doble motiu: minva la distància entre colls alhora que augmenta la longitud de la tapiera.

A més, com ja es va tractar, al parlar al capítol dedicat a l'anàlisi dels textos de les tapieres proposades per Rondelet, la distància entre els colls té un mínim determinat per la comoditat dels operaris en el moment de l'abocat i el piconat de la terra, operació que, com ja hem comentat, és absolutament decisiva en la definició de la qualitat del material de la tapiada. Aquest mínim es mou al voltant dels 75 ó 80 cms.

Així, l'òptim és el mínim nombre de colls amb una separació mínima com la comentada. Estrictament, als efectes de suportar l'encofrat, dos colls són suficients per a garantir l'estabilitat de la tapiera. Però hi ha un altre factor que influeix decissivament en determinar el nombre de colls de l'encofrat.

L'encofrat tradicionalment utilitzat a Catalunya, al menys des del segle XVIII endavant, a on correspon la datació de la majoria d'edificis que han servit de base per a l'elaboració d'aquest capítol, empra uns colls formats per muntants de fusta, agulles metàl·liques i soga superior amb bastó. Respecte a les tècniques descrites per Villanueva o Rondelet i d'altres autors, l'agulla metàl·lica i la soga amb bastó, permet afegir un avantatge suplementari.

Al cas de la tàpia descrita per Rondelet, les agulles es disposen dins caixes obertes a les cares superiors de les tapiades inferiors. En principi, al tractar-se d'una operació independent de la geometria de les tapiades

Fig. 9

inferiors, **poden** obrir-se les caixes allà on **convingui** sense més consideracions que les que imposi la disposició de l'encofrat per tal d'executar la nova **tapiada**. Rondelet, no obstant, i per un criteri que respon a **millorar** el **monolitisme** del mur, demana que les caixes es facin **escaquejades** respecte a les de la filada **precedent**, establint així una relació que no s'esdevé en absolut del propi procés sinó que s'imposa des d'altres **consideracions**. El bastó, que es suporta de tapiera a tapiera, tant sols compleix la missió de compensar el tremp de la soga i mantenir les tapieres en el seu pla fins que la terra abocada, i piconada, hagi assolit un nivell que permeti fer aquesta funció i, per tant, retirar els bastons.

Al cas que es tracta, la utilització d'agulles **metàliques** implica una correspondència entre el gruix dels bastons i el gruix de les agulles, de l'ordre, **ambdós**, dels 2 **cms.** de diàmetre. Això **permet**, al conformar la tapiada, que si no es retiren els bastons de la seva posició fins a procedir al desencofrat, els forats que defineixen puguin ser utilitzats per **col·locar** les agulles de l'encofrat de les tapiades de la filada superior.

En principi, l'adquisició d'aquest avantatge pot semblar poc més que **insignificant** si valorem tant sols la feina d'obrir les caixes per assentar les agulles, tal i com descriu Rondelet.

No obstant, els canvis que suposen a la tècnica són **excepcionals**. Estableix una relació entre les tapiades de

Fig. 10

les **diferents** filades que genera una trama d'ordenació que regula tot l'aparell de les tapiades. Estableix una trama modular que permet el màxim aprofitament de l'encofrat, regulant, a més, un sol cop la relació entre aquesta trama i la dimensió real del **mur**. Dóna un mecanisme addicional, potser l'únic que mancava, per tal de regular la posició de l'encofrat damunt del **mur**, de forma que es garanteixin unes mínimes condicions globals **d'horitzontalitat** de les filades, a més de les existents de verticalitat i planeïtat del mur.

En definitiva permet el **desenvolupament** de tota una estructura de control de la fàbrica imbricada dins les operacions pròpies d'execució de la tapiada, sense necessitat d'anar mantenint permanentment instruccions addicionals que assegurin **l'acompliment** de les exigències de la fàbrica.

Òbviament, els bastons es disposen en el pla dels colls per tal de compensar la tensió de la soga sense afegir un moment adicional a les tapieres. Això fa que la trama que defineixen els forats de les agulles, generats pels bastons, **sigui ortogonal**, sense l'**escaqueig** que demanava Rondelet. És clar que el menor **tamany** dels forats de 2 cms. de diàmetre que precisen les agulles **metàl·liques**, redueix el problema de la debilitat que suposava la continuïtat en vertical dels forats deixats a la tàpia descrita per Rondelet, amb caixes de quasi 11 cms. d'ample per quasi 15 cms. d'alçada.

Foto. 2

Ara bé, la trama que defineixen els forats cal que sigui, al igual per a la tàpia descrita per Rondelet, regular. La distància entre els forats de la mateixa filada cal que sigui regular i corresponent als forats de les filades superior i inferior.

Foto.3

Al cas que, reprenent la discussió sobre l'òptim nombre de colls, aquest fos de **dos**, tindríem dues opcions:

- que **cada** tapiada tingui el seu propi parell de forats, que no comparteix cap amb la tapiada **precedent**. En aquest cas, la junta cal que estigui al bell mig de la distància entre el darrer forat de la tapiada anterior i el primer de la tapiada que s'està considerant, per tal de mantenir el modulats dels forats. Donat que la tapiera ha de volar cap al darrera, des del primer **forat**, com a mínim la meitat del **mòdul**, més el mínim **cavalcament** amb la tapiada anterior, i el mateix ha de fer cap **endavant**, resulta que el gruix de la tapiera cal definir-lo per la rigidesa necessària per assumir aquests volats i no per a l'espai entre colls. La dimensió òptima de volat és, per a mantenir la mateixa rigidesa relativa entre volats i espai entre colls, un terç de l'espai entre colls, que és la relació entre els moments a que es troben sotmesos, àmpliament superada en aquest cas i, per tant, l'optimització de les dimensions de la tapiera està lluny d'aconseguir-se

Fíg.11

- que tapiades contigües comparteixin un forat d'agulles comú. En aquest cas, el darrer coll d'una tapiada és el

Fig.12

primer de la **següent**. La junta, per **optimitzar** l'encofrat, cal que es trobi a una distància igual o inferior a $1/4$ del mòdul per darrera de l'últim coll. És a dir, que cada tapiada només cobreix un bastó dels dos que munta.

No obstant, per tal **d'aconseguir**, a la filada superior, un **cavalcament** entre tapiades equivalent a la meitat de la seva longitud, cal que la junta entre tapiades resti a una distància exactament igual a $1/4$ del mòdul. Si és inferior, el cavalcament serà inferior a mitja tapiada justament en el doble de la diferència de longitud que s'escatima.

Així les coses, resulta **que**, descomptant de la longitud total la part de la tapiera destinada a cavalcar-se amb la tapiada anterior, la longitud efectiva de la tapiada és, en aquest cas, **d'un 80%** de la longitud total de la tapiera, distant **molt** d'una optimització de l'encofrat el fet **d'assumir** una pèrdua tant **considerable**.

Cal, doncs augmentar el nombre de **colls** precisos per a permetre assumir la regularitat ordenadora de la fàbrica.

Si s'analitza la utilització de tres colls, en el cas de compartir el darrer coll d'una tapiada amb el primer coll de la tapiada **següent**, la limitació d'haver de mantenir una distància de la junta entre tapiades fins aquest coll s'esvaeix. Si es fa coincidir junta i coll, el **cavalcament** amb la junta de les tapiades de la filada superior és exacta simplement al desplaçar un mòdul la ubicació de les tapiades superiors.

Fig. 13

En aquest cas l'aprofitament de la longitud de la tapiera, un cop descomptada la dedicada al **cavalcament** amb la tapiada anterior, és del 100% i sense necessitat d'utilitzar trams de la tapiera que volin més enllà dels darrers colls.

Quina longitud de la tapiera resulta d'aquesta disposició de tres colls? En principi, i ajustant la distància entre els **colls** al mínim dels 75 **cms.** comentat al parlar de l'espai precís per a operar els tapiadors al compactar el material, serien 150 **cms.** dels dos colls, més uns 50 **cms.** de **cavalcaments**, resultant una longitud total al voltant dels 2 metres.

2.2.3. El gruix

Quin gruix tindria aquesta tapiera per tal de no sobrepassar els 25 Kg. que es prenen com a referència de pes per tal de permetre el seu moviment per un operari? Suposant una densitat de la fusta de 650 **Kg/m³**, s'obté un gruix de 2,4 **cms.**

Mentres que la resta de les dimensions i disposició de colls es poden comprovar reseguint les marques que el procés ha deixat en els edificis que s'han construït amb tàpia, el pes de la tapiera i el gruix no permeten verificació directa. Respecte al pes, les variacions que es puguin produir sobre el raonament exposat seran poc

significatives. Però per a valorar l'**aproximació** al gruix de la tapiera, només tenim les fonts escrites per a poder-les contrastar.

Rondelet, per a un espai entre colls d'uns 90 **cms.**, dóna una dimensió de 2,7 **cms.** Villanueva parla de "dedo y medio á dos de grueso", val a dir, entre 2,6 i 3,4 **cms.** Fermí Font, que descriu la tapiera tradicional de la comarca d'Els Ports, a Castelló, dóna 2,5 **cms.** per a una distància entre colls de 85 **cms.** Sembla que l'**aproximació** realitzada és prou correcte en les suposicions realitzades.

Cal dir, d'altre banda, que les limitacions aportades són aproximades. No existeixen unes dimensions fixes o estables. Però si que el patró descrit, com a relacions entre dimensions i elements, és habitualment correcte quan es compara amb les observacions de camp.

Les dimensions de la tapiera, de l'ordre de 80 **cms.** per l'alçada, per longituds al voltant dels dos metres, a cops arribant fins als 2,30 **mts**, així com la disposició dels tres colls per a muntar l'encofrat, són constants en la definició de l'encofrat a la tàpia tradicional a Catalunya, verificables amb l'observació dels edificis construïts que ho permeten i, com s'ha pogut comprovar, responen a unes raons d'**optimització** tant de la fàbrica com de la pròpia tècnica com a procés, no **depenent**, per tant, de costums locals o de decisions arbitràries.

2.3. La constitució de la tapiera

Altres consideracions permeten avançar en l'anàlisi de la tècnica al determinar més punts comuns en l'execució de la **tàpia**.

S'ha parlat, fins ara, de les dimensions de la tapiera, longitud, alçaria i gruix, des del punt de vista de la geometria de l'encofrat, però sense entrar en la pròpia constitució de l'element.

La tapiera es constitueix per la superposició de diversos posts, disposats en el sentit longitudinal de la tapiera, per tal de conformar la superfície d'encofrat. La inexistència de taulers contraplacats o aglomerats de que actualment es disposa, obliga a organitzar el **plà** per addició d'elements més petits. És clar que aquesta disposició obliga a utilitzar uns elements transversals que lliguin les posts, per tal de mantenir les seves posicions relatives.

On es disposen aquests travessers? Villanueva és clar:

"Las tablas han de tener dedo y medio á dos de grueso, aseguradas con sus barrotes, clavados al exterior."

Rondelet abunda en la situació d'aquests travessers:

"Cet encaissement est formé de deux tables en bois de sapin, marquees 1, fig. 1 et 2, que les piseurs des environs de Lyon **appellent** banches, composées de planches assemblees à rainures et languettes, et fortifiées par d'autres planches marquees 2, posees en travers, et arrêtées par de forts **clous rivés**."

Rondelet, al **gravat**, fa coincidir, a més, els travessers amb els punts de la tapiera a on es **col.locaran** els muntants del coll, amb una intenció de reforçar el punt de la tapiera que pot patir esforços de muntatge més importants, restant per tant en número de quatre.

La resta d'autors abunden, si ho esmenten, sobre l'existència d'aquests travessers i la seva **col.locació** a l'exterior. No obstant, una qüestió posa en dubte la utilitat d'aquesta **disposició**.

Al moment de l'abocat del material dins el cofre, aquest té un contingut d'humitat que **permet**, d'una banda mantenir les argiles en un estat plàstic que permeti el seu **moldeig** i, d'altre, lubricar la barreja per tal de permetre assolir la màxima compacitat possible. De tot això es parlarà al capítol dedicat al material.

El piconat del material dins el cofre expulsa una quantitat d'aigua **considerable**, tot i el baix contingut d'humitat original de la terra. Aquesta aigua mulla constantment la fusta de la tapiera que està en contacte amb la terra, modificant, òbviament, el seu contingut d'humitat. I quan es modifica el contingut d'humitat de la fusta, sobre tot si es fa només per una cara, l'interior, restant seca la cara exterior, el material que conforma la tapiera es deforma entregirant-se i perdent la planitat **l'encofrat**.

Per a evitar-ho caldria **impermeabilitzar** la superfície de

les tapieres amb algun producte que evités la seva impregnació per l'aigua o per algun revestiment interior. No es disposa d'informació en aquest sentit, ni escrita, ni observada.

Per tal de paliar aquest problema, la tapiera tradicional disposa d'un doble mecanisme.

Foto.4 En primer lloc, les posts que la conformen no es troben a testa ni **encadellades**, sinó deixant un mínim espai de junta entre elles, inferior als 3 mm., que permet tant **independitzar** la deformació de cada post com, i **sobretot**, donar una sortida a l'aigua expulsada pel piconat el més ràpidament possible, evitant així al màxim la seva absorció per la fusta.

En segon lloc, la tapiera es conforma de manera que pugui disposar-se **indistintament** oferint qualsevol de les dues cares a l'interior de l'encofrat. Aquesta conformació **permet, periòdicament**, canviar la cara de la tapiera que resta en contacte amb les terres, permeten un **entumiment** uniforme per ambdues **cares**, amb el que es minimitza l'entregirat de les posts, i, alhora, permetre l'assecat de la cara que ha estat exposada a l'aigua, minimitzant la variació global del contingut d'humitat de la fusta. Això obliga a replantejar la situació dels travessers que fixen les posts de la tapiera.

Els autors coincideixen a **col·locar-les** a la cara exterior de la tapiera, però al moment que aquesta és variable es

perd el valor d'aquesta indicació. Perquè per l'exterior? Òbviament per una consideració bàsica: l'alteració del gruix de l'encofrat que suposa el travessar es traduiria en una disminució del gruix del mur en aquest **punt**, resultant un seguit de regates verticals que minvarien, a bon segur, el **monolitisme** del **mur**. On **col.locar**, doncs els travessers?

La resposta de la tapiera tradicional és **reduïr** el nombre de travessers a **dos**, situats cap als extrems de la tapiera, i **col.locats** un a cada costat de la tapiera.

Cal dir que aquesta disposició de dos únics travessers situats cap als extrems de la tapiera, referma la idea de tendir cap a tapieres que portin al màxim límit possible la seva alçaria en lloc d'extendre la seva longitud. Quan més esbelta la tapiera en el sentit de la seva longitud, més distància **entre** els travessers i més **deformabilitat** de l'element a l'hora de **transportar-lo** pel muntatge i **desmuntatge**.

Aquesta disposició tendeix a treure els travessers de la **superfície** útil de la tapiera, val a dir de la que actúa realment com a **encofrat**, per tal d'evitar que afecti a la forma de la tapiada. I **aixó** obliga a que la longitud de la tapiera superi la longitud útil, la longitud de la tapiada que conforma.

El travesser posterior, o sigui el més proper a la tapiada anterior, cal que estigui disposat a l'exterior de l'encofrat, per tal de no entrar dins el volum de la

tapiada. El travesser anterior serà el **que**, al final, román a la cara interior de l'encofrat.

En principi, el travesser posterior no implica, per la seva posició a l'exterior de l'encofrat, cap ampliació de la longitud útil de la tapiera. En **canvi**, l'encofrat **queda** limitat, a l'**extrem** més avançat respecte a l'**avanç** de la filada, per la intrusió del travesser anterior, augmentant la longitud total de la tapiera per damunt de la útil, com a mínim en el seu gruix, uns 6 ó 7 **cms**. Aquesta pèrdua, **minça** d'altre banda, permet imbricar un nou element que **permeterà** optimitzar la tècnica en altres àmbits.

2.4. La posició de la tapiera

Com **s'ha** comentat, la utilització de les agulles **metàl.liques** permet generar, gràcies al seu **posicionament** al forats deixats pels bastons, una xarxa modular que regula la situació de l'encofrat en el mur. **S'ha** analitzat com aquesta xarxa **optimitza** la utilització de tres colls en el muntatge de la tapiera. **S'ha** fet esment **que**, entre tapiades **consecutives**, es comparteix un coll. El darrer coll d'una tapiada és el primer de la **següent**. Això fa **que**, en realitat, cada tapiada només conté dos forats. Dels tres colls, el darrer, el més avançat en el sentit de desplaçament de la filada, resta fora de la tapiada i no produeix cap forat fins a la tapiada **següent**. De fet, la primera vegada que es **col.loca** no es disposa el bastó. I això es produeix per un altre element comú en la tècnica utilitzada a Catalunya: el captauló.

2.4.1. El captauló

L'ús del captauló és generalitzat, tot i que la bibliografia antiga no hi fa esment regularment. Ja s'han comentat, al tractar el text de Rondelet, els avantatges i inconvenients que acompanyen la tècnica de la tàpia que deixa la testa de la tapiada en talús. Si bé l'ús del captauló no permet solucionar d'una forma tan directa el problema de la continuïtat de la junta entre tapiades, sí que té uns avantatges importants en molts altres aspectes i es fa quasi imprescindible en la tècnica que s'està descrivint.

Amb el tipus d'ordenació pautada que marca la disposició de les agulles marcada pels bastons de les tapiades inferiors, i que determina com a òptim l'encofrat sostingut per tres colls, el captauló és l'element que permet la testa de tapiada vertical que s'ajusti al màxim a la consecució d'una junta molt propera als forats extrems del darrer coll, per tal d'obtenir un cavalcament entre tapiades de filades consecutives el més aproximat possible a l'òptim de mitja tapiada.

És factible, i de fet es poden trobar exemples, realitzar les juntes de les tapiades amb talús respectant les prescripcions que fins ara s'han anat determinant, tant respecte a la regularitat de la trama, com a les dimensions de la tapiera, donat que, si el punt mig del talús cau a la

vertical del darrer forat del coll, el vol de 25 cms. que cal a banda i banda equival a la longitud de **cavalcament** que cal preveure en la tècnica que es descriu.

2.4.2. L'aplomat

Però la utilització del **captauló** permet assolir altres avantatges, aprofitant la geometria de la tapiera.

Si bé la xarxa de forats permet ordenar la situació dels encofrats de les tapiades, es precis també regular la posició de l'encofrat per tal que les qualitats geomètriques de la fàbrica siguin correctes.

L'aplomat de l'encofrat afectarà a la verticalitat del mur. La verticalitat d'una tapiada depèn, essencialment, del control de la posició de les tapieres: si aquestes es disposen verticalment s'assegurarà, lògicament, la verticalitat de la tapiada. La posició de les tapieres ve donada pels colls que la mantenen fixes durant el procés d'abocat i piconat del material.

Els colls estan formats, recordem-ho, per les agulles que travessen el mur, els muntants que es fixen a elles i la soga i bastó superior. La unió entre agulles i muntants es pot materialitzar de diverses formes. Generalment, i amb agulla metàl·lica, les opcions són dues. L'agulla pot tenir un cap amb acabament en forma d'argolla a on s'introdueix un muntant amb una testa que encaixa dins aquest forat, i l'altre cap recte, amb un seguit de forats a on s'inserta

Fig. 15

un passador que apressa l'altre muntant, que per la seva banda presenta una testa amb una ranura que encaixa al cap de l'agulla, i que permeten, col·locant el passador a un o un altre forat, regular l'amplada del mur. Altres vegades les agulles presenten als dos costats un acabament igual, a base de forats i passadors com el descrit.

La soga actúa empenyent els muntants cap a l'interior, i el bastó limitant la deformació que aquesta tensió ocasiona. Sota la tensió de la soga i el recolzament que suposa el bastó, la part inferior del muntant tendeix a desplaçar-se cap a l'exterior, sotmetent a l'agulla, sigui a través de l'argolla o del passador, a un esforç de tracció.

Amb aquest tipus de lligam, si entre l'argolla o el passador de l'agulla i els muntants l'ajust fos molt fort, la igualtat de la rigidesa dels muntants enfrontats s'oposaria a qualsevol altre disposició de l'encofrat que no sigues, si la longitud del bastó i de l'agulla són ajustades a les que els hi correspon pel gruix del mur, la verticalitat de l'encofrat.

Ara bé, per tal de muntar i desmuntar l'encofrat i, com es veurà més endavant, moure les tapieres, cal que els colls permetin cert joc entre les seves peces. Si l'ajust fos l'adient per conseguir una adequada verticalitat, l'operació de fixar i, sobretot, d'alliberar els muntants seria molt feixuga. A més, el fet de compartir un coll entre tapiades consecutives, abona la necessitat, per a estalviar l'haver de muntar i desmuntar un coll, d'afluixar

Foto.6

aquest coll i que això sigui suficient per a poder desplaçar la tapiera.

Així, aquesta unió entre agulla i muntants mai es pot considerar un encastrament. Sempre cal permetre un cert gir relatiu entre aquests elements del coll per tal de facilitar els moviments de l'encofrat. D'aquesta manera, els colls només asseguruen la verticalitat de les tapieres d'una forma aproximada, excessivament tolerant amb les exigències de la fàbrica. Com es controla, doncs, l'aplomat de l'encofrat? Dos elements intervenen en facilitar aquest control.

Foto.7

Per un costat, i aprofitant la tapiada precedent, mitjançant el cavalcament d'una certa longitud de les tapieres amb la tapiada anterior. Si es manté la coplaneïtat amb la tapiada anterior, i aquesta té resolta la seva verticalitat, es té un recurs que permet mantenir-la en la següent. Cal garantir que aquest cavalcament es manté coplanari durant el procés i, per aconseguir-ho, el primer coll de l'encofrat, el coll compartit amb la tapiera anterior, és el responsable de fer-ho. Per tal de garantir que la seva pressió és efectiva, sense que la deformabilitat de la tapiera pugui minvar-la, cal que aquest coll estigui el més a prop possible de la testa de la tapiada anterior, el que succeeix amb la tècnica que estem descrivint.

Per l'altre costat, al no existir tapiada a on refermar-se, cal un element que exerceixi la mateixa funció que la

tapiada anterior. Aquest element és el captauló. Destinat a definir el pla de la testa de la tàpia, la seva forma reproduïx, òbviament, la geometria que es vol aconseguir a la testa i que, de fet, és la mateixa que s'ha utilitzat a l'altre costat com a guia de l'encofrat, doncs la testa de la tapiada anterior ha estat enmotllada amb ell. En aquest sentit, l'escairat dels seus angles i la dimensió exacta de l'ample del mur, permet, controlant la seva col·locació de forma que les seves arestes laterals estiguin a un pla vertical, assegurar l'aplomat de les tapieres en aquest punt.

La subjecció del captauló, així com la seva unió amb les tapieres, queda garantida pel darrer coll de l'encofrat que, situat just en el seu pla, l'inmobilitza apretant les tapieres contra ell. Per tal d'evitar el seu desplaçament endavant, en el sentit d'avenç de la filada, els travessers anteriors de les tapieres actuen com a topall, com a guies, restant d'aquesta manera a l'exterior del captauló i, en conseqüència, de l'encofrat. A més, si el captauló es col·loca en un pla vertical, de forma que el contacte amb els travessers de les tapieres sigui contínuu, el tomb cap a un costat o un altre que pugui presentar s'evidencia a la vista de forma immediata, podent-se corregir la seva posició.

Així, si la fixació de les tapieres es produeix, un cop col·locades damunt de les agulles, afermant el primer coll, que es recorda que només s'ha afluixat, disposant el captauló entre els travessers anteriors de les tapieres i

afermant el darrer coll controlant visualment la disposició del captauló amb les seves guies i, finalment afermant el coll **intermig**, l'**utilització** del plom **només** servirà per a comprovar la verticalitat de l'aplomat. De fet, si aquesta comprovació dóna un resultat negatiu, cal afluixar el coll del captauló, refer la seva posició, i tornar a afermar-lo. No existeix cap altre modus d'esmenar la manca de verticalitat de les tapieres.

2.4.3. L'horitzontalitat

El control de l'altre aspecte essencial per la fàbrica, respecte a la posició de les tapieres, l'**horitzontalitat** de les filades, la controla la pròpia xarxa de forats que defineix el modulats.

L'**horitzontalitat** de la línia de forats deixats pels bastons d'una filada de tapiades és determinant per l'**horitzontalitat** de la filada superior. El **posicionament** dels bastons dins el motlle es revela, doncs, com una operació important que cal assegurar.

En principi, i donat que, normalment, la posició dels bastons respecte a les tapieres és la mateixa, una marca en aquestes seria suficient referència, ja que la tapiera no modifica les seves dimensions, per a **col·locar** de forma correcta els bastons. Una marca a cada cara de la tapiera, cal recordar que les dues cares acaben **utilitzant-se** com a cares interiors de l'encofrat, fora suficient. De fet, es va utilitzar aquesta **sol·lució** a la construcció del

Teatre Municipal de Balaguer, a on va intervenir l'autor, amb **excel.lents** resultats. Però tampoc és absolutament precís fer-ho. Simplement amb un element que faci de galga, i que pot ser el gruix d'alguna eina, respecte a l'aresta superior de la tapiera, permet una **col.locació** prou precisa per a aconseguir una **horitzontalitat** envejable.

Ara bé, cada tapiera es suporta sobre tres agulles, hi han tres colls per tapiada, mentres que dos punts són els necessaris per a definir una **línia**. Si els forats de les tres agulles no estan perfectament aliniats, i resulta que qualsevol forat de les agulles extremes bada cap abaix, la tapiera ballarà. La manera d'evitar-ho és desplaçant el forat que correspon a l'agulla **intermitja** un xic **abaix**, **desgalgant-la**, per tal d'evitar el ball de la tapiera, encara que sigui a costa de perdre un suport. Això es pot observar en alguns murs de tàpia de diferents localitats.

Foto.9

És evident **que**, per a **fer.ho**, **s'ha** de tenir en compte que el forat es defineix a l'executar les tapiades de la filada inferior. Cal, per tant, preveure aquesta providència.

Tal i com **s'ha** vist, el tercer coll de l'encofrat, el més **avançat**, apreta les tapieres contra el captauló i, a **més**, es troba un xic més adelantat que **aquest**, de forma que el seu bastó és innecessari, ja que el captauló evita el tomb de les tapieres a l'interior, i no cal per deixar el forat, doncs aquesta zona queda per l'exterior de l'encofrat. O dit d'altre manera, ja que dues tapiades consecutives comparteixen un coll, a cada tapiada només es generen dos

forats per al **pas** de les agulles de la filada superior. Com restaran disposat aquests forats respecte a les agulles de la **filada** superior?

A causa de la disposició de les filades contigües a trencajunts, que recordem tenen sentit d'avanç contraris, la junta entre tapiades de la filada superior restarà sobre el forat deixat pel bastó del coll central d'una tapiada de la filada inferior, o millor dit un xic atrasada en el sentit de formació d'aquesta darrera filada. Això implica que el **coll** més avançat de la tapiada de la filada superior es munta sobre el forat generat pel coll **intermig** de la tapiada de la filada inferior. I seguint el raonament, el coll més atrasat de la tapiada de la filada superior es recolza al forat generat pel coll intermig de la tapiada següent a la tapiada de la filada inferior considerada **abans**.

Com a conseqüència, els forats que determinen la posició dels colls extrems de les tapiades de la filada superior són sempre, i en tot **cas**, els del coll **intermitg** de la tapiera. Tant sols controlant la posició d'aquest bastó en cada tapiada, cuidant que l'**altre** bastó resti sempre a un nivell **igual** o inferior, **mai** superior, es controla l'**horitzontalitat** de la tapiada i l'**estabilitat**, davant del caboteig, de la tapiada.

Dels tres possibles **girs** de la tapiera que alterin el seu correcte posicionat, **s'han** tractat **dos**: el desplom, o gir sobre l'eix horitzontal que passa pel pla de la tapiera, i

el caboteig, p gir sobre qualsevol eix horitzontal perpendicular al mateix pla.

El tercer, el gir sobre un eix vertical què passi pel seu centre de gravetat, resta impedit pel **cavalcament** de la tapiera sobre les tapiades de la filada inferior, estampit pels colls que fixen la tapiera, i que eviten l'**escolament** del material fora de l'**encofrat** a l'executar l'abocat i el piconat. La dimensió del cavalcament ve determinada per la distància dels forats que allotjen les agulles i, per tant, **del posicionament** dels bastons, ja comentat.

Cal fer esment aquí que els travessers tenen una longitud inferior a l'alçada de la tapiera. El cavalcament de la tapiera amb les tapiades de la filada inferior obliga a que el travesser anterior, que resta dins el gruix del mur, permeti aquesta galga. I degut a les quatre posicions diferents que pot tenir la tapiera, cal que ho permetin tots dos travessers per tots dos extrems.

No obstant, no és norma freqüent que la tapiera adopti les quatre posicions. Això ocasionaria algún desajust que més endavant es tractarà. Sí es habitual que cada tapiera, girant-se sobre l'eix vertical que passa **pel** seu centre de gravetat i canviant-se de costat en el encofrat, resolgui el problema de deformacions que hem comentat. I en aquest **cas**, el travesser només precisarà ser més curt per la part inferior de la tapiera.

Altre solució habitual, i que afecta a la longitud dels

travessers de la tapiera, és rematar la superfície superior de la tapiada amb una secció d'arc de **circumferència**, abombada superiorment en lloc de plana, remuntant la corba desde l'aresta superior de la tapiera. Això permet **col·locar** el bastó pràcticament arran d'aquesta i, encara que es perd gran part dels **cavalcament** inferior de la tapiera sobre les tapiades inferiors, els travessers només precisen un tall al biaix per adaptar-se a la corba, sense merma de la seva longitud, permeten la disposició de la tapiera en qualsevol posició.

Fig.17

2.5. Els moviments de les tapieres

Fins ara **s'han** analitzat els mètodes de control de la situació i la posició de la tapiera, regits per la xarxa de forats de les agulles, o sigui per l'ordenació nascuda de la pròpia optimització de les mides de l'encofrat, i per la resta d'elements que componen l'encofrat.

No obstant, cal recordar que l'origen **del** discurs que **s'ha** seguit es troba en una restricció, el pes de la tapiera, nascuda de la necessitat de transportar aquest element, el més pesat dels que intervenen, sobre l'exigua superfície que suposa el gruix del mur. **S'han** tractat els sistemes que regulen la posició d'arribada dels moviments de la tapiera, però no **s'han** abordat els moviments **en** si.

2.5.1. La translació dins la filada

La fàbrica s'aixeca per filades. Cal concloure una filada

abans de **començar** la de sobre. Les filades, tal i com s'ha **comentat**, avancen sempre en el mateix sentit fins a la seva conclusió. L'avanç es realitza per l'addició de tapiades **consecutives**. Així, el moviment més habitual de l'encofrat és la translació horitzontal, en el sentit d'avanç de la filada, dels seus elements.

Per tal d'efectuar aquesta translació, cal desmuntar els elements que componen l'encofrat i **que**, com és lògic, fixen a la seva posició el motlle durant l'abocat i el piconat del material. Així, l'encofrat es transporta desmuntat per tal de situar-lo en la nova posició.

Les tapieres, alliberades dels colls, es **poden** moure per a **col·locar-se** en la seva nova posició. Donat que és un element **pessant**, cal que la seva translació sigui el més curta possible i amb el mínim nombre de moviments. Considerant aquest requeriment, l'òptim és que la tapiera es mogui només de la seva posició de partida fins a la nova, sense estadis **intermitjos**; i amb el mínim treball, força per espai, necessari.

La primera condició d'aquesta optimització demana **que**, quan es treu la tapiera **de** la posició de partida, els elements que han de recolzar-la a la nova posició estiguin disposats per a **rebre-la**. Implica això disposar d'un nombre sobrant d'elements per tal de poder realitzar aquest transport?

En principi, els elements imprescindibles per a suportar la tapiera són les agulles. Són les que suporten el seu pes i

el transmeten **al** mur inferior. Però no són els únics elements **imprescindibles**. Simplement recolzades sobre les **agulles**, les tapieres no són estables. Poden tombar fàcilment cap a l'interior o l'exterior del mur. Així cal disposar altres elements que garanteixin **l'estabilitat** de les tapieres fins que es munti correctament **l'encofrat**.

Un factor afavoreix l'arribar al compliment d'aquesta condició. El tercer coll de la tapiera en la posició de partida resultarà el primer coll de la nova situació. Per tant es disposa ja d'un element fixe, que només caldrà afluixar la soga i tornar-la a collar, per disposar d'un punt **de** control de la nova situació de la tapiera.

Com ja s'ha esmentat, en **realitat** la tapiera només necessita, per a suportar el seu propi **pes**, dos punts de recolzament. Cal, doncs, **traslladar** qualsevol dels dos colls restants de la posició de partida a la seva nova posició per disposar de dos punts de suport tant a la posició de partida com a la d'arribada. Quin és més útil?

Semblaria que el coll que cal traslladar en primer lloc és el coll intermig, deixant la tapiera suportada pel primer i tercer coll, o sigui **pels** seus extrems, disposar el segon coll a la nova situació en el punt corresponent al tercer coll, i traslladar la tapiera que, **així**, restaria de nou suportada pels seus extrems. Però cal fer una observació al **respecte**.

S'ha dit que el tercer coll només cal afluixar-ho, moure la

tapiera, i tornar-lo a afermar. S'estalvia així el muntatge i desmuntatge d'un dels tres colls, un 33% de feina estalviada. Però això impedeix qualsevol moviment de la tapiera en sentit vertical, limitat **inferiorment** per les agulles i **superiorment** per la soga del coll afluixat. **Obviament** es podria treure la soga, encara que això atemptaria contra l'**estabilitat** dels muntants. Però és que coincideix amb la segona condició per optimitzar el moviment de la tapiera: efectuar el mínim treball possible.

La distància més curta entre dos punts és la línia recta. I, per a una massa determinada, el mínim treball possible per a desplaçar-la d'un lloc a un altre és seguir la distància més curta entre ambdós punts. Així, estant col·locades les dues situacions de la tapiera, la de partida i la d'arribada, sobre la mateixa horitzontal, determinada per la línia que formen els forats a on es situen les agulles, la manera més òptima de **traslladar-la** és fent-la lliscar sobre les agulles. Es tracta d'una autèntica translació en el sentit estricte de la paraula.

A més, d'aquesta manera, el tapiador que efectúa el moviment de la **tapiera** no precisa **suportar**, en cap moment, tot el pes d'aquesta a pols, sinó parcialment, i vèncer el fregament ocasionat pel pes de la tapiera sobre la secció rodona de les agulles. La transporta, per dir-ho així, quasi sobre **rodets**. I, per facilitar el gest, pot aprofitar-se del seu propi pes penjant el cos per l'**altre** banda del peu de suport. Sovint, i tant per facilitar aquest **lliscament** de la tapiera sobre les agulles com per a

protegir els **seus** cantells més llargs del desgast produït pel frec, aquests es protegeixen amb una tira estreta de xapa de ferro forjat.

Ara bé, aquesta operació resulta òptima sempre que la força que calgui aplicar a la tapiera es dediqui només a fer-la córrer en el sentit del desplaçament **de** la filada.

Si el primer coll que es desmunta, de la posició original de l'encofrat, és el del mig, per a **col·locar-lo** a l'extrem més avançat de la nova posició de la tapiera, al fer-la córrer endavant es superarà el suport **del** primer coll i la tapiera restarà sense cap més suport que el coll comú entre tapiades. Donat que això succeirà quan gran part de la tapiera es troba encara al costat de la tapiada executada, tota la seva longitud excepte el cavalcament, tendirà a cabotar sobre l'agulla del tercer coll i caure. Caldria fer una força cap avall, **desconsiderada** pel desfavorable braç de palanca, a l'extrem de la tapiera des d'on s'estira, per tal d'evitar el tomb.

Fig. 18

Per a evitar-ho, convé realitzar l'operació en dues fases. En principi, es desmunta el primer coll. Seguidament, i després d'afluixar els dos colls, sense **deslligar-los** del tot i de retirar el captauló, es corre la tapiera fins a centrar el seu centre de gravetat aproximadament al centre de l'espai entre el segon i tercer **coll**. Es disposa l'agulla en el lloc corresponent al tercer coll de la nova situació de l'encofrat. Es torna a córrer la tapiera fins a deixar-la suportada entre el primer i tercer coll de la

disposició final.

Evidentment, hi ha un moment que la tapiera només es recolza sobre l'**agulla** del coll compartit entre les dues posicions de l'encofrat, però aleshores el braç de palanca és **destacadament** favorable a l'operari. El centre de gravetat ha superat el punt de recolzament i la palanca ha passat de ser del primer gènere al segon, amb una potència necessària inferior a la meitat del pes de la tapiera al cas més extrem, just al moment previ a recolzar-la al tercer coll de la nova **posició**.

Un **cop** situada, i **mentres** un segon operari desmunta i trasllada el **coll** central de la posició anterior i el munta de nou al centre de la nova disposició, es munta el tercer coll i el captauló i, finalment, s'apreten els colls per a posicionar correctament la tapiera, tal i com **s'ha** explicat **abans**. Mentrestant el coll comú, tot i afluixat, evita el tomb de les tapieres.

Un aspecte a considerar, amb aquest moviment de la tapiera, és com es realitza el desencaix de la tapiera per a moure-la. Cal tenir en compte que l'**abocat** i compactat de la terra ha proporcionat certa adherència entre **tapiera** i tapiada. Cal vèncer aquesta adherència, que pot representar una força considerable a causa de l'abundant superfície de contacte, i fer-ho sense que suposi una disgregació de la superfície de la tapiada. Per exemple, un moviment de gir **de** la tapiada, sobre l'eix definit per la seva aresta inferior recolzada sobre les agulles, a banda d'obligar a

la utilització **de** la palanca, pot ocasionar serioses mermes a la superfície de la tapiada.

La manera de fer-ho és colpejant la testa de la tapiera amb un o diversos cops de martell, un cop afluixats els colls, que permeti, per esforç tallant, trencar l'adherència sense alterar la superfície de la tapiada. Ara bé, en quin sentit? Si es colpeja cap abaix, les agulles absorbeixen l'energia del cop sense alterar l'adherència que es vol fracturar. Si es fa horitzontalment només es pot fer en el sentit contrari al d'avanç de la filada, i s'oposa el captauló que, recordem-ho **es** troba travat entre els travessers de la tapiera i la testa de la tapiada, i que no es pot retirar fins moure mínimament endavant la tapiera.

Cal fer-ho cap a dalt i per la testa lliure de la tapiera.

Això implica l'existència d'una superfície horitzontal a on picar. I té que veure també amb com es pot agafar la tapiera per tal de **desplaçar-la**.

Evidentment, la subjecció adient de la tapiera per efectuar l'**operació** de trasllat demana **considerar-se** en la seva forma.

Si, per tal d'optimitzar al màxim la longitud **de** la tapiera, es disposen els travessers que lliguen els posts que la conformen just a les seves testes, és difícil assegurar un aferrador a la mà que permeti subjectar correctament la tapiera al **desplaçar-la**. La mà precisa

d'una geometria que permeti estirar i empènyer cap a dalt quan calgui suportar part del pes de la tapiera.

Generalment, la solució passa per augmentar la longitud dels posts de la tapiera uns 10 ó 15 cms. més enllà dels travessers, perllongant alguns d'ells per tal de permetre agafar-los com una maneta. Aquest allargament **permeterà**, també, colpejar la tapiera per a vèncer la seva adherència amb la tapiada. I té més utilitats.

Com **s'ha** comentat, cal que la tapiera disposi, per assegurar la seva **verticalitat**, d'un **cavalcament** amb la tapiada anterior. Aquest allargament de la tapiera per a facilitar la seva manipulació aporta una longitud suplementària que permet disposar el cavalcament adient. Al córrer la tapiera per a deixar-la en la seva posició correcte per a executar una nova tapiada, el travesser posterior de la tapiera, que cal recordar es troba per l'exterior, toparà amb els muntants del coll comú entre tapiades contigües, conformant el topall que indica la posició de l'encofrat. L'amplada del travesser, més l'**allargament** que permet la manipulació, en total, entre uns 20 i 25 cms., determina la longitud de cavalcament.

D'aquesta manera queden definit els mecanismes que intervenen en el moviment ordinari de la tapiera, el seu **desplaçament**, un cop concluida la tapiada, per a generar-ne una altre.

No obstant, no és l'únic moviment que cal realitzar amb

l'encofrat. Generalment les filades es veuen obligades, per la geometria del propi edifici, a girar per a conformar els diversos murs que el **constitueixen**. Com es realitza el gir?

2.5.2. El gir de la filada

L'encofrat de la tàpia aporta a la tapiada els límits que defineixen el seu parament interior i exterior i la testa més avançada en el sentit de progressió de la filada. La tapiada anterior ofereix la seva testa, i les tapiades de la filada inferior el llit de suport de la tapiada a conformar.

Al moment d'executar el gir, es convenient mantenir al màxim les condicions generals de l'encofrat per tal de no alterar **significativament** les operacions a realitzar o els elements a utilitzar, més enllà del mínim **indispensable**. Així, quan la filada arriba a una cantonada, és precís que la tapiada que ho fa sigui la que cavalqui en el mur que defineix el canvi de direcció. Si es fa el contrari, cal deixar la tapiada arran el parament intern del mur que gira, i quan es disposa l'encofrat per definir la seva primera tapiada, existirà un desfasament entre la posició de les dues tapieres equivalent al gruix del mur, el que impedirà suportar-les tal i com s'ha descrit, a banda de precisar de dos captaulons per a definir les dues testes de tapiada que en resulten.

Fig. 19

Quines alteracions es produeixen a la tapiada de cantonada respecte a l'encofrat?

En primer lloc cal atendre a la **modulació**. Per tal de no perdre l'**homogeneïtat** de la xarxa modular de forats que regula les diferents situacions de l'encofrat i, com es veurà de seguida, per tal d'assegurar l'**estabilitat** de les tapieres. Per **conseguir-ho**, la longitud d'aquesta tapiada és igual a la meitat de la resta de tapiades més el gruix del **mur**. Així la tapiera disposa de dues agulles per a suportar-se: la del coll comú amb la tapiada anterior i la que correspondria al segon coll **que**, en aquest **cas**, resta quasi tangent al parament interior **del** mur que gira. A **més**, aquesta dimensió de la tapiada permetrà, a l'executar la filada superior, mantenir un cavalcament entre tapiades de filades **contigües** de mitja tapiada. Com es consegueix, però, el suport de la tapiera amb només dos colls?

Fig. 20

Òbviament, la tapiera que es mou per l'exterior del gir vola des del darrer coll fins al seu extrem més **avançat**. La distància del vol equival al gruix del **mur**, més el gruix del captauló, més el gruix del travesser de la tapiera, més la prolongació de les posts que faciliten el seu maneig. Compensa aquest vol la resta de la longitud de la tapiera, val a dir, l'espai entre els dos colls, la diferència entre l'espai entre colls i el gruix del mur i del captauló, i la prolongació de les posts de l'altre costat de les tapieres. El centre de gravetat de la tapiera resta clarament favorable a la seva estabilitat.

Però hi ha, encara un altre recurs. La tapiera que es mou

pel parament interior del gir té un suport **suplementari**: el gruix del mur que gira. Això ocasiona, d'entrada, un problema. Les tapieres, com s'ha comentat, cavalquen una certa distancia sobre les tapiades de la filada inferior, el que permet ajudar al control de la seva posició i a evitar l'**escolament** de les terres. Per a recolzar la tapiera sobre el gruix de mur, cal realitzar una rasa que permeti igualar la rasant de l'aresta inferior de la tapiada. Aquesta rasa, quedarà atapeïda a l'**executar** la primera tapiada que segueix la directriu del mur que gira.

Per tant, una de les tapieres té un recolzament superior, fins i tot, a la disposició habitual de l'encofrat. La disposició del captauló, permet lligar, amb la soga lliure del coll **sobrant**, les dues tapieres, aconseguint així **substituïr** l'afermat del darrer coll i, en part, suportar el volat de la tapiera exterior al gir. Aquesta disposició de l'encofrat obliga, però, a considerar la conformació del **captauló**.

En aquest moment de l'execució del mur, el captauló defineix la testa de la tapiada, encaixat entre els travessers de les tapieres i el parament exterior al gir de la tapiada inferior.

En primer lloc, cal que existeixi algun element que impedeixi que el captauló s'escoli cap baix. Aquesta funció la realitza un travesser superior que, a més de lligar els posts verticals que el componen, té una longitud superior a l'ample del mur, generant unes nanses que

permeten, a la disposició habitual de l'encofrat, estirar amunt el **captauló**, trencant així **tangencialment** l'adherència amb la terra de la tapiada i guiant-se pels travessers de les tapiades. Amb la disposició de l'encofrat de cantonada que estem analitzant, aquestes nanses, al recolzar-se a l'aresta superior de les tapieres, evita que el captauló s'escoli. A més permeten evitar que la corda que lliga les **tapieres s'en surti pel davant**.

En segon lloc, cal que la longitud del captauló sigui **lleugerament** superior a l'alçada de la tapiera per tal d'aconseguir **solapar-se** amb el parament exterior al gir de les tapiades inferiors. Això bé obligat també per tal que les nanses que serveixen per manipular-lo restin per damunt de l'aresta superior de les tapieres.

Aquesta longitud del captauló **s'evidència** més a la disposició standard de l'encofrat. La tapiera descansa sobre les agulles, i aquestes es troben per sota de la rasant definida per la cara superior de les tapiades de la filada inferior una distància igual al cavalcament inferior de la tapiera. El captauló descansa, directament, sobre aquesta rasant, amb el que sobresurt notablement **de** l'aresta superior de les tapieres. Un aventatge suplementari d'aquest fet és permetre, mitjançant una lleugera inclinació del captauló, un cavalcament entre filades exactament igual a mitja tapiada, doncs cal recordar **que**, per tal **d'aconseguir-ho** des de la xarxa modular dels forats, caldria que la junta estigués just a la vertical dels forats, que no es correspon amb les

Fig. 16

possibilitats de la tècnica, doncs no es pot disposar el bastó que genera el forat mig a una tapiada mig a la **següent**. A algunes **zones**, com al **Plà** d'Urgell, s'utilitza així el captauló.

Igualment, a la disposició standard de l'encofrat, els muntants del coll devanter s'inclinen enrera per tal de permetre que les nanses del captauló s'hi recolzen. Això permet fixar el captauló davant dels impactes del piconat del material. **Efectivament**, el piconat empenta el captauló cap endavant, a on els travessers de la tapiera eviten el seu **desplaçament**, però, al iniciar l'abocat, i tot i la pressió lateral de les tapieres sobre el captauló ocasionada pel coll, un cop donat a la part inferior del captauló pot fer-lo girar, desplaçant la seva part superior cap a l'interior de l'encofrat, i atemptant, en algú cas, contra la posició idònia del captauló que garanteix la verticalitat de les tapieres.

Un cop plena la darrera tapiada prèvia al gir, cal desmuntar l'encofrat i disposar-lo sobre la nova direcció de la filada. Els moviments descrits fins ara no poden **utilitzar-se**.

El moviment de la tapiera ja no és una translació. Cal girar-la per **col·locar-la** en la seva nova posició. I, a **més**, només disposem, de partida, de dos punts de recolzament enlloc dels tres habituals.

Després d'afluixar els colls i colpejar les tapieres per

perdre l'adherència amb les terres de la tapiada, s'extreu el **captauló**. Cal aleshores desfer els dos colls per a treure les tapieres. Aquestes resten suportades tan sols per les agulles i cal, per tant, subjectar-les per dalt per a evitar el seu tomb cap a l'exterior. Un cop retirats els muntants, i mentre un operari evita el tomb de la tapiera situada a l'interior del gir des del mur transversal, l'altre hissa la tapiera exterior damunt la tapiada executada. Un cop ho ha fet, l'altre operari retira la tapiera interior deixant-la sobre el mur transversal, retira les agulles, les **col.loca** als forats i ajuda al primer operari a baixar la tapiera retirada en primer lloc i a **col.locar**-la en la seva nova posició. És un dels moments adient per netejar la tapiera i **voltejar-la**, disposant-la de forma que la cara que s'oferia a les terres resti a l'exterior.

Per tal de poder hissar la tapiera un únic operari cal que aquesta disposi **d'un** element que permeti la seva manipulació amb una sola mà. Al centre de la tapiera, a la post central o entre les dues posts intermitjes si ho són en nombre parell, s'ubica una maneta simplement retallant el seu perímetre en el gruix de la tapiera. Ja sigui aixecant-la per un dels seus extrems recolzant-la sobre l'agulla oposada, ja sigui abatent-la mínimament cap a l'exterior girant-la sobre l'eix definit per la seva aresta inferior recolzada a les agulles, s'allibera la maneta i es poden passar els dits, i aixecar la tapiera a plom, agafada **pel** seu centre de gravetat, amb el que s'evita realitzar esforços suplementaris per a evitar el gir de la tapiera.

Aquest forat ocasiona l'aparició d'un element habitual a la fesonómia de les tapiades: una rajola o una pedra col·locada de cantell que tapa el forat durant l'execució, per tal que el material s'hi escoli i impedeixi la translació de la tapiera, i que resta al mig de la tapiada un cop acabada.

Foto.10

La disposició de les tapieres per a executar la primera tapiada després del gir, només presenta una variant respecte a la disposició standard. La tapiera exterior al gir pot cavalcar-se sobre la testa de la darrera tapiada executada, però la tapiera interior s'entesta contra ella. Això ocasiona un desfasament entre la posició de les dues tapieres equivalent al cavalcament habitual, val a dir, l'allargament de les post per a manipular-les i l'ample del travessers. On es fa més evident aquest desfasament és al col·locar el captauló, doncs el travesser de la tapiera interior es troba allunyat una distància igual al desfasament. Cal, aleshores, falcar el captauló amb el travesser més avançat amb algun element que impedeixi el seu tomb cap al davant al piconar les terres. Un tascó, un troç de maó, àdhuc la paleta, serveixen per salvar els 20 ó 25 cms., aproximadament, que es precisen.

Fig.21

A partir d'aquest punt, la filada es continuà com s'ha descrit fins ara.

Cal dir que el gir és molt més incòmode d'executar que la translació habitual de les tapieres i, per tant, les cantonades no són agraïdes de fer. A més, i com parlarem

més **endavant**, acostumen a ser llocs a on cal reforçar la fàbrica, tant pel problema de tallants entre els murs, com per ser **llocs** especialment agredits pel desgast, i això encara complicarà molt més la seva execució. Per tant, els edificis tradicionals executats amb aquesta tècnica de la tàpia defugen de **retranqueijos**, anant a realitzar el mínim de cantonades possibles.

Aquesta manera d'executar el gir de les filades té diverses repercussions en la fàbrica que, a l'**igual** que el modulats, influiran sensiblement sobre les **sol.lucions constructives** del mur de tàpia.

Resten encara dos moviments específics de l'encofrat per analitzar: la tapiada d'inici de la filada i la tapiada que la conclou.

2.5.3. L'inici i el final de la filada

La tapiada d'inici potser que comenci sobre un mur existent i, per tant, s'entesti de la mateixa forma que s'ha descrit per a la primera tapiada després del gir, **realitzant-se** les operacions tal i com **s'ha** descrit. Si la tapiada no **s'entesta** contra cap mur, és precisa la utilització d'un segon captauló.

Efectivament, la primera tapiada, per definició, no disposa de testa de la tapiada anterior. Això implica que cal suplir la manca d'una de les superfícies **delimitadores** de la tapiada. El segon captauló, i això introdueix un element

nou, sinó en tipus sí en nombre, a compleix aquesta funció. El reglatge de la posició de les tapieres és similar al comentat pel procés standard, encara que l'operació de l'aplomat requereix una cura especial. El problema nou rau en la subjecció del segon captauló.

Aquesta peça no disposa dels recursos habituals del captauló per a fixar-se. Així, i per **compensar-ho**, es **col·loca** inclinat, amb la part superior desplaçada cap a l'exterior de l'encofrat, recolzant les seves nanses a les arestes superiors de les tapiades, i **inclinant-se**, també cap a l'exterior de l'encofrat, el coll que l'aferma per tal de travar les nanses en la seva posició. La pressió i els impactes que ocasiona el **piconat** del material troben, d'aquesta forma, el segon captauló amb recolzaments que evitin el seu gir o **desplaçament**.

La darrera tapiada de la filada ocasiona problemes singulars. **Obligatòriament**, les tapieres s'entesten al seu extrem més **avançat**, o contra un mur transversal o contra la testa de la primera tapiada definida **pel** seu segon captauló.

Al primer cas, si el mur transversal és part d'una cantonada, les tapieres es troben amb ell de manera diferent. La interior al gir topa amb la seva testa contra el parament interior del mur transversal. L'exterior, al no continuar el mur, topa amb el travesser, restant per davant el cavalcament solapat amb la testa del mur transversal. Això fa, en ambdues disposicions, que els travessers resten

Fig. 23

dins l'encofrat.. A l'omplir el motlle, els travessers resten envoltats **del** material i deixen la seva impronta a la tapiada. El **captauló** no es **col.loca**, i el control de la verticalitat de les tapieres cal que sigui especialment **curós**.

El desencofrat és el més delicat del procés. És difícil colpejar les tapieres per a trencar l'adherència i, a **més**, els travessers resten dins la massa. Si els travessers són més curts que l'alçada de la tapiera, caldrà desencofrar abatint les tapieres, **girant-les** sobre la seva aresta inferior. Si enrasen amb l'aresta superior de la tapiera, el desencofrat podrà realitzar-se en vertical. De totes maneres, les tapieres **s'han** d'aixecar a la filada superior per a continuar la construcció **del** mur, repetint els gestos que **s'han** comentat per a la tapiada de cantonada.

Cal dir **que**, generalment, i al tenir la filada superior un sentit d'avanç contrari, l'encofrat es munta sobre la tapiada recentment executada, el que dóna una idea de la coherència i resistència immediata que asoleix el material.

Al cas que la darrera tapiada de la filada s'entesti contra la testa de la primera tapiada, la resolució és pràcticament idèntica, trobant-se, en aquest cas, les dues tapieres en la mateixa situació que la descrita per a la tapiada exterior del cas anterior, o sigui, cavalcant parcialment amb els paraments de la primera tapiada. Òbviament resten marcats al mur executat les caixes

Amb aquests **casos**, **s'han** tractat tots els moviments que la tècnica contempla per a l'execució de la fàbrica. Les **conseqüències** de la seva aplicació sobre les **característiques** i les solucions **constructives** dels murs que s'aixequen amb tàpia es tracten a un altre capítol d'aquesta tesi.

Però les conclusions que es poden extreure d'aquest recorregut per la tècnica emprada **tradicionalment** a Catalunya és important **ressenyar-les**.

2.6. Conclusions

En primer lloc, l'estreta relació que guarden el nombre i les dimensions dels elements que intervenen, proporció nascuda de **l'optimització** de la tècnica, tant considerada com a procés productiu, com considerada en relació a les exigències de la fàbrica que està **constituïnt**.

Com **s'ha** pogut observar en la descripció realitzada, no s'abunda en l'aportació de dades concretes sobre les dimensions de molts dels elements, i d'altres es donen aproximades. És el que succeeix a la realitat. Les mides dels elements presenten variacions locals que es podrien valorar, fins i tot de **considerables**. Però les relacions que es descriuen es compleixen dins cada variant.

En segon lloc, cal remarcar la incidència fonamental que

té, en la definició d'aquestes proporcions entre els elements, la necessitat de moure l'encofrat, el desplaçament dels estris a que obliga el **fet**, propi de la tàpia com s'ha comentat a l'inici d'aquest capítol, que el material es conforma en el mateix lloc a on restarà en servei. I cal remarcar-ho per **que** les descripcions tradicionals de la tàpia, tant les antigues com les més recents, i de les antigues ja s'ha fet comentari en aquesta tesi, són eminentment estàtiques; són referides, quasi en exclusiva, al moment de l'abocat i piconat **del** material, descuidant l'anàlisi d'uns moviments que, com es veurà a capítols posteriors, presenten una **fortíssima** inèrcia a ser modificats, ja que la definició **dels** elements de la tècnica els hi és deutora.

Per últim, és una tècnica **complexe**, depurada. La limitació d'elements i moviments no neix d'una senzillesa original de la tècnica. La **interiorització**, en diverses operacions, d'elements de control de les qualitats bàsiques de la fàbrica, de la qual la xarxa modular definida pels forats de les agulles és l'exemple més aclaridor, mostra la complexitat que suposa la lectura, a diferents nivells, que pot tenir cada operació que s'executa o la forma de cada element. **Construïr** en tàpia, com **s'ha** tractat de demostrar en aquest capítol, no és evident. No és fàcil reinventar la tècnica a partir d'una imatge tipus que la **pugui** definir **completament**. El seu enteniment com a tècnica apte per a l'**autoconstrucció** pot ser justificada des de la baixa inversió precisa per a posar-la en marxa, però mai des de la suposició de la seva immediata **inteligibilitat**.