

# Tècniques constructives tradicionals

## 5.8 CATÀLEG D'ELEMENTS I PATOLOGIES PRINCIPALS



Marq

2020 - 21

Autors:

Tutors:

PAULA SUCARRATS I ORIOL RÓDENAS

Marta Serra, Ignacio Costales i Roger Sauquet



# Implantació de la DO Pla de Bages a Castellbell i el Vilar

LA FASSINA DE CASTELLBELL | CELLER COOPERATIU

Març  
2020 - 21

TREBALL DE FINAL DE MÀSTER - ETSAV

**Autors:** *PAULA SUCARRATS*  
*ORIOL RÓDENAS*

**Tutors:** *Marta Serra*  
*Ignacio Costales*  
*Roger Sauquet*

**Data:** *3 de febrer de 2021*



CC BY-NC-ND Reconeixement-NoComercial-SenseObraDerivada



# ÍNDIX DEL CONTINGUT

## I. ELEMENTS CONSTRUCTIUS

1. Fonamentació .....	pg. 04
2. Murs .....	pg. 07
3. Obertures .....	pg. 10
4. Pilars .....	pg. 13
5. Voltes .....	pg. 16
6. Sostres .....	pg. 19
7. Cobertes .....	pg. 22

## 2. PATOLOGIES PRINCIPALS

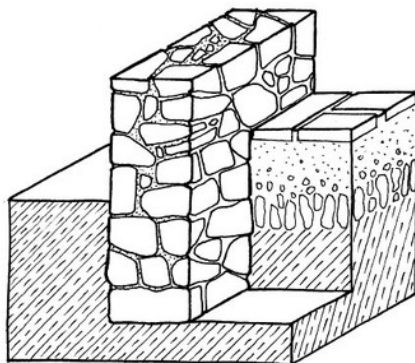
1. Fonamentació .....	pg. 26
2. Murs .....	pg. 30
3. Obertures .....	pg. 40
4. Pilars .....	pg. 42
5. Voltes .....	pg. 46
6. Sostres .....	pg. 48
7. Cobertes .....	pg. 56



## ELEMENTS CONSTRUCTIUS

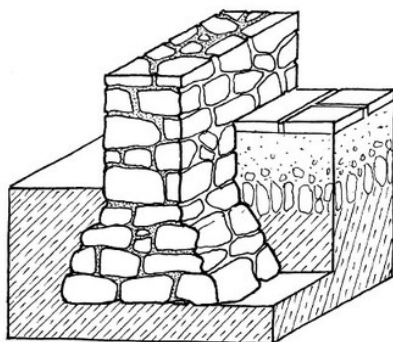
*Fonamentació*

## FONAMENTACIÓ DE MURS



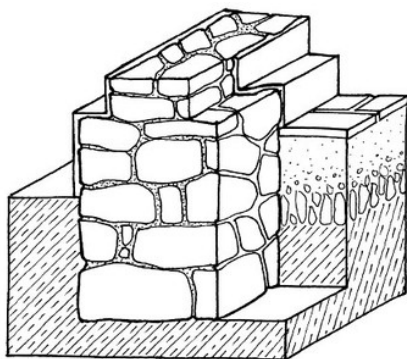
La majoria dels fonaments en l'arquitectura tradicional consisteixen en la prolongació del mur amb la mateixa secció, fins a trobar el substrat amb les condicions de resistència adients. Habitualment els fonaments només s'endinsen un parell de pams en el terreny per tal d'evitar els terrenys més superficials i flonjos. Els fonaments soçlen ser fets de paredat amb morter de calç molt ben aparellat per tal de conferir monolitisme a l'element.

## SABATES DE FONAMENTACIÓ



Les sabates de fonamentació consisteixen en un eixamplament del mur per tal d'augmentar la superfície de contacte amb el terreny, i reduir-ne la tensió. En l'arquitectura tradicional, on encara no estaven desenvolupades les teories de càlcul estructural ni de resistència de materials, s'utilitzaven les sabates de fonamentació segons l'experiència del saber local. Normalment s'utilitzaven carreus o pedres grans amb morter de calç per les capes més profundes i un paredat igual que el del mur per a les capes superiors del fonament.

## SÒCOLS DE FONAMENTACIÓ



Una variació de les sabates de fonamentació consisteix en l'aparició del fonament per sobre del terreny, formant un petit sòcol que serà la base del mur. Els fonaments en general solen ser sobre dimensionats per tal de reduir el risc de patologies per assentaments diferencials. El sòcol així com el mur s'acostumava a protegir i no es deixava mai vist, per tal d'evitar problemes d'entrada d'aigua.

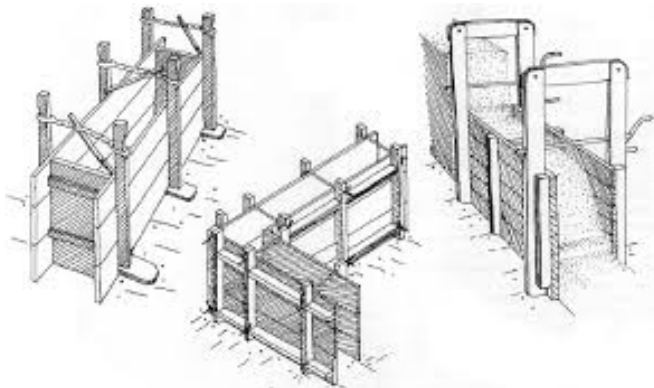


# 1.2

ELEMENTS CONSTRUCTIUS

*Murs*

## MUR DE TERRA



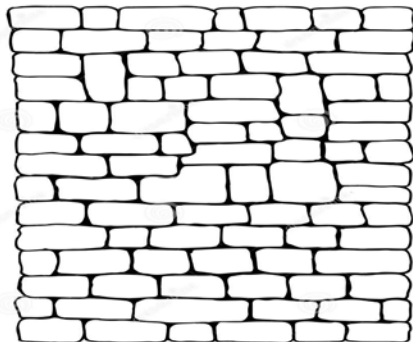
El mur de tàpia consisteix en la formació d'un mur utilitzant gairebé només la terra. Són murs de grans dimensions amb gruixos superiors als 70 cms, i per executar-los s'utilitza la tapiera, un encofrat que sol tenir al voltant d'uns 80 cms d'alçada per 2 mts de llargada. Quan la tapiera està preparada s'aboca la terra en tongades d'uns 10 cms i amb el maçó – una peça de fusta amb un cap- s'hi dona la compacitat necessària.

## MUR DE PEDRA SECA



El mur de pedra seca està constituït únicament per pedres, i no hi ha cap morter que uneixi les peces, sinó que el mur es manté pel saber fer de l'encarregat de dur-ho a terme. Els murs de pedra seca són molt presents en el món rural, per a barraques, tanques per a animals, murs de contenció, i d'aquesta manera es netegen a la vegada els camps de pedres. En aquest treball no s'aborden els problemes més específics dels murs de pedra, tot i que alguns aspectes i intervencions de patologies poden ser també utilitzats en aquesta tècnica constructiva tradicional.

## MUR DE PAREDAT



El **mur de paredat** consisteix en un mur de pedres i morter que li dóna compacitat. El morter sol ser fet de calç, de fang, de guix o una combinació dels mateixos. Podem distingir tres menes de murs de paredat: el paredat ordinari o comú, el paredat carejat i el paredat encofrat. El paredat comú és fet de pedres tal com provenen de la cantera i agafat amb 2 ó 3 cm de morter. Era molt utilitzat pel poc treball que requeria la pedra, i en conseqüència molt econòmic.

El **paredat carejat** és fet de pedres on s'ha dut a terme un treball previ per tal de conferir-hi la forma polygonal. La transmissió d'esforços entre les cares paral·leles de diferents pedres fa que aquests murs puguin tenir sol·licitacions d'esforç molt més grans.

El **paredat encofrat** consisteix en un mur on per la seva construcció es necessari la utilització d'un encofrat, a on s'hi aboquen les pedres i el morter. Es necessita una gran quantitat de morter per aquesta tècnica constructiva, i a les cantonades és necessària la presència de carreus per tal de millorar-ne la trava.



# I.3

ELEMENTS CONSTRUCTIUS

*Obertures*

## LLINDA DE FUSTA



La llinda de fusta és una solució utilitzada en l'arquitectura tradicional més popular, sobretot en les àrees on l'accés a la fusta és fàcil. Es tracta d'utilitzar la capacitat a flexió de la fusta per fer l'obertura al mur col·locant la biga de fusta de manera horitzontal. Per tal de garantir la seva estabilitat, cal empotrar la biga suficientment dins del mur. Hi ha d'haver-hi tantes bigues de fusta com el gruix del mur ho requereixi, i moltes vegades aquesta no és carejada.

En altres casos, es tracta d'una única peça de fusta, tallada de manera que té tota l'amplada del mur i poc gruix, agafant més l'aspecte de "tauló de pla" que de biga. Les llindes de fusta sovint tenien incisions per fer que el revestiment de calç s'hi agafi més bé.

## LLINDA I BRANCALS DE PEDRA



L'obertura al mur mitjançant llinda i brancals de pedra ha estat probablement la més utilitzada en l'arquitectura tradicional. La pedra, com a llinda d'una sola peça, recolzada en els seus extrems al mur de paredat o als brancals fets també de pedra treballada. Aquest conjunt pot suportar els esforços de flexió gràcies a les dimensions reduïdes de les obertures.

Aquest principi bàsic té moltes variants segons el nombre de pedres, la seva composició i segons com es picava o treballava la pedra. Tots aquest elements representaven un cost afegit, i d'aquí ve el seu paper representatiu de dignificar tot l'edifici. Es deixaven a la vista i sovint s'hi poden veure tallades a la pedra pel picapedrer, ornaments i inscripcions com la data de construcció o el nom del propietari.

## ARC DE PEÇA CERÀMICA



L'arc amb el maó de cantell pot ser a sardinell o aparellat, hi caldrà formar l'arc amb un xindri i amb el morter de calç o guix. La geometria de l'arc pot ser molt variada, tot i que el més habitual a l'hora de fer obertures és l'arc rebaixat escarser. Aquest arc no sol entrar gaire en el mur, i tant pot ser que hi hagi uns brancals de pedra com que tota l'obertura estigui composada per peces de rajol massís en el conjunt de paredat de pedra. Sovint tot anava revestit amb morter de calç, fang, guix o una combinació d'aquests, com també tota la resta de la façana. L'arc de maó pla pot fer-se sense xindri gràcies a l'enduriment ràpid de la primera filada de rajol amb guix, per les posteriors capes s'utilitza morter de calç. Aquest arc de varies filades de maó pla entra amb més profunditat dins del mur, i sovint no hi ha uns brancals definits sinó que sol haver-hi el paredat comú de pedra.

## ARC DE DESCÀRREGA



En alguns casos, a sobre de la llinda, hi ha un arc de descàrrega per alleugerir el pes de la paret que té a sobre. Aquest arc de descàrrega tant pot ser de pedra sense picar, escollint les peces més adients per la seva forma, com pot ser de rajol massís de cantell o pla. La llinda sol ser de pedra o bé de fusta.

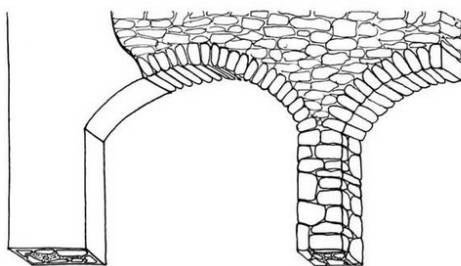


1.4

ELEMENTS CONSTRUCTIUS

*Pilars*

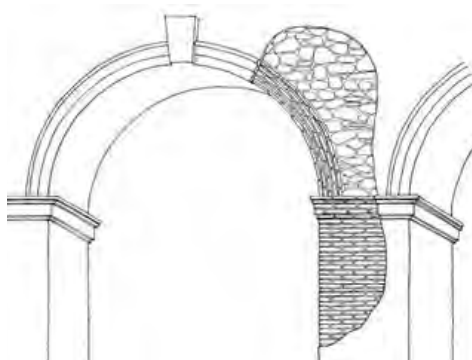
## PILAR DE PEDRA



El pilar de paredat consisteix en un pilar quadrat, rectangular, circular o cònic de pedres i morter. El morter sol ser fet de calç, de fang, de guix o una combinació dels mateixos. Pot ser un pilar de paredat comú, de paredat carejat o també dit de capserrat o paredat de carreus.

És normal trobar un pilar aïllat de paredat comú en pallisses i graners fent de suport de jàsseres, quan es necessitaven espais més diàfans. També a l'espai sota coberta, s'hi pot trobar un pilar o dos de secció rectangular que fa de suport de l'estructura de la coberta. En aquest cas els pilars solen anar revestits amb morter de calç, de fang, de guix o una combinació dels mateixos.

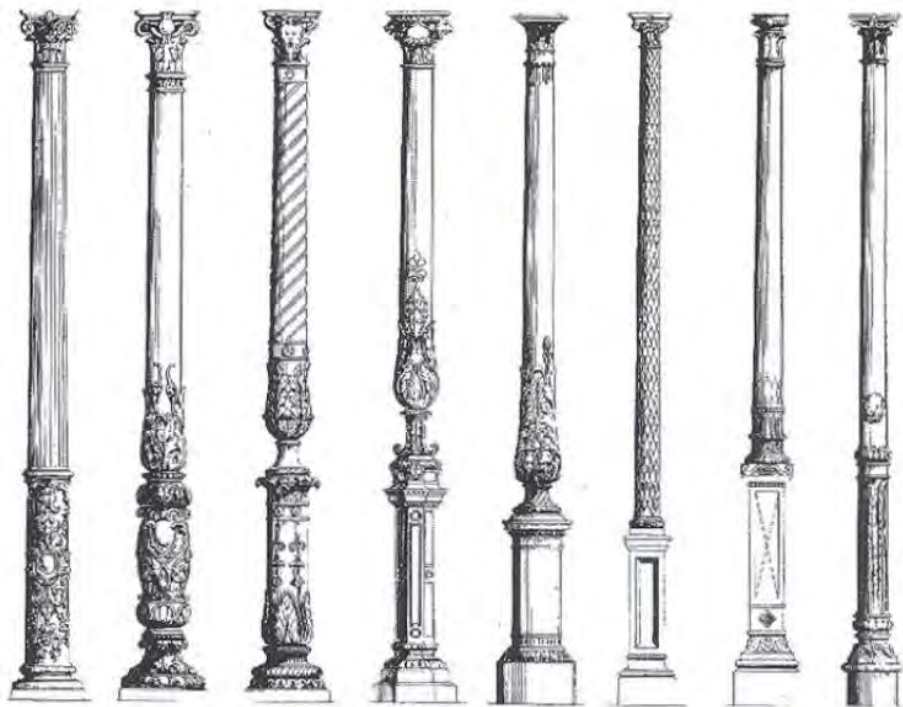
## PILAR DE RAJOL



El pilar ceràmic ha estat molt utilitzat al llarg de la història de la construcció i encara a dia d'avui se segueix utilitzant. Pot ser un pilar de base quadrangular o rectangular, sempre fet de maó massís, d'uns 3 a 5 cm de gruix. La junta sol fer de 2 a 3 cm i és de morter de calç o de guix, o una combinació d'ambdós.

La tècnica per a la seva construcció és similar a la del mur d'aparellar. Consisteix en col·locar els maons per filades, de manera que les juntes horitzontals siguin planes i contínues, i les juntes verticals siguin discontinues, a trencajunt, per tal que quedi ben travat. Quan es troba en les pallisses com a suport de jàsseres de fusta no sol anar revestit.

## PILAR DE FOSA



El pilar de fosa apareix a finals del segle XIX i principis del XX amb l'expansió de la utilització del ferro en la construcció, conseqüència de la revolució industrial. Per això és propi d'edificis d'aquesta època, estacions, mercats, hivernacles... però també en les rehabilitacions fetes en aquell temps. Es substituïen murs de càrrega o pilars de les plantes baixes per aconseguir espais més diàfans, per a usos comercials o de magatzem, o bé per substituir elements d'obra malmesos per humitats, desplom o afectats per altres patologies. És possible trobar-ne també en els teatres, cafès o locals socials de les viles.



1.5

ELEMENTS CONSTRUCTIUS

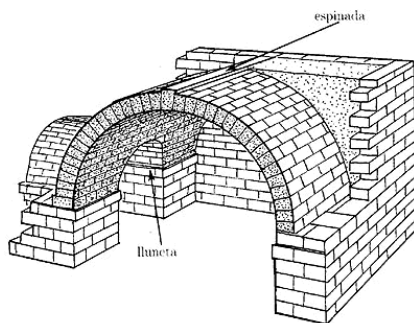
*Voltes*

## VOLTA DE PEDRA SECA



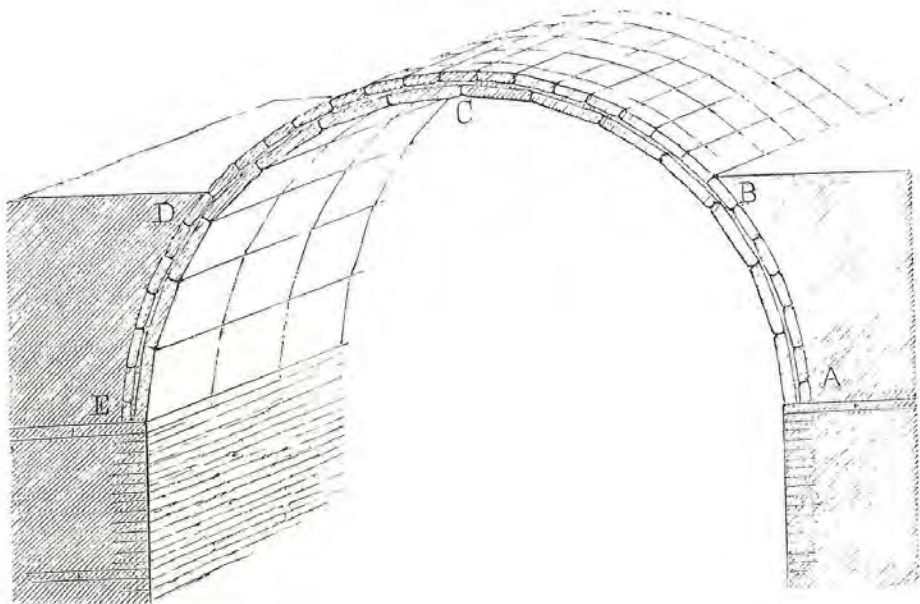
Solia ser una volta de canó sovint rebaixada. Primer es pujaven les parets laterals i llavors s'omplia l'espai amb terra fins l'alçada necessària tot donant-li la forma de la volta, i compactant al màxim la terra per poder fer de motlle de la volta. Llavors per filades i alternativament a cada costat s'anava construint la volta, amb pedres carejades però sense fer dovelles. L'espai que quedava entre les peces a la cara exterior de la volta s'omplia de falques de pedra a pressió, a cop de martell, per garantir la continuïtat de la volta. Un cop acabada es reforçaven les parets laterals, per contrarestar les empentes que generaria la volta. A la fi es buidava tota la terra de dins la cabana, aquesta terra era disposada a sobre la volta per la cara exterior fent una capa de protecció per tal d'evitar les filtracions d'aigua.

## VOLTA DE PEDRA CAREJADA



Les voltes funcionen per la suma de cada una de les peces, per la geometria de conjunt, i el morter de calç utilitzat, més aviat escàs, només hi té una funció d'assentament entre peça i peça, ja que no treballa com a lligam. Les voltes més utilitzades són la volta de canó: generada al desplaçar en un eix horitzontal un arc de mig punt, la volta per aresta: resultat de la intersecció de 2 voltes de canó, la cúpula semiesfèrica: de base circular, generada al girar 360 graus un arc de mig punt, i la volta de quatre punts o de racó de claustre, que ve a ser una cúpula semiesfèrica tallada per quatre plans verticals, corresponents als quatre costats d'una planta quadrada. El pes de les voltes de pedra produeix fortes empentes que cal contrarestar amb la construcció de contraforts, estreps o tirants.

## VOLTA DE MAÓ O RAJOL PLA



Trobem diferents tipus de volta de rajol pla, les més freqüents són la volta de canó, la volta d'arestes i la volta de mocador o volta de quatre punts. Normalment està formada per dues o tres capes de rajola o de maó prim. Per fer el primer full de rajola, -el senzillat-, la unió d'una peça amb l'altra es fa amb guix.

El guix revé tot d'una i permet fixar diverses peces en poc temps. Quan ens trobem en un ambient humit o en cas de volta exposada a les inclemències del temps, cal utilitzar ciment natural ràpid. És important fer la volta a base d'arcs successius i a mesura que avança el primer full, cal anar fent el doblat.

Per fer el primer full no cal mullar la rajola en excés, per tal de no augmentar el seu pes i permetre que sigui autoportant. Tampoc cal posar les peces a trencajunts, ja que el travat s'aconsegueix amb el doblat, i aquests cop sí trencant la junta. Per fer el doblat i les altres capes successives, si n'és el cas, caldrà mullar generosament les rajoles i col·locar-les amb morter de ciment natural ràpid o amb morter de calç hidràulica.

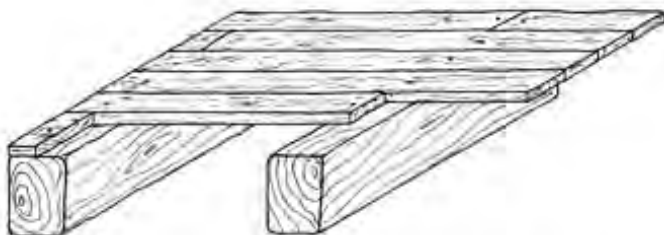


1.6

ELEMENTS CONSTRUCTIUS

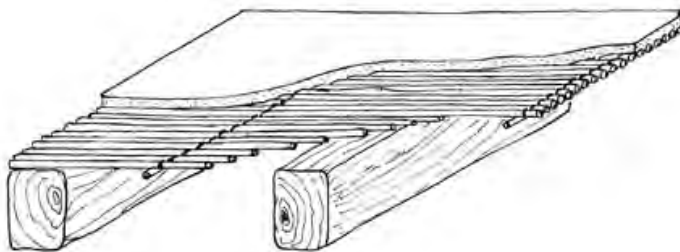
*Sostres*

## BIGUES I TAULELLS DE FUSTA



Forjat format per bigues i taulers de fusta. Les bigues solen ser escairades, almenys en la cara superior, i els taulers, anomenats també posts, són de dimensions regulars al voltant dels 20 o 25 cms i es recolzen o claven a les bigues. Algunes vegades, entre taulers consecutius es posa una llata per fer de tapajunts. Si el tauler és molt pla, pot convertir-se en el paviment de la planta superior; sinó caldrà fer-hi un paviment a sobre de fusta o bé un paviment ceràmic sobre un llit de sorra i una capa de morter. El tauler clavat a la biga fa un treball de trava del forjat. Sostres de bigues i taulers de fusta són freqüents en àrees de muntanya, on la fusta és un recurs fàcil.

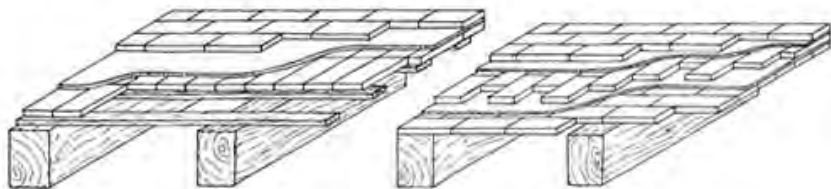
## BIGUES I TAULELLS DE FUSTA I ENCANYISSAT



Forjat format per bigues de fusta, encanyissat, i una capa de guix, on les bigues de fusta poden ser escairades o simplement troncs desbastats i sense escorça. En el cas de troncs desbastats, l'encanyissat és una molt bona solució, per la seva flexibilitat que permet adaptar-se a les irregularitats. L'encanyissat, fet de canyes lligades i clavades a les bigues, a vegades disposa de canyes mestres a l'intersecció, per subjectar i alhora adreçar les altres canyes.

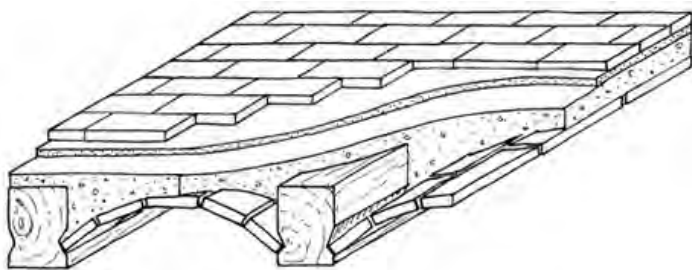
A sobre l'encanyissat s'aplica una capa de guix d'uns quants centímetres que assegura rigidesa i resistència al conjunt, tot donant-li un acabat llis, que en molts casos serà la base d'un paviment ceràmic. Aquest sistema constructiu és d'elaboració ràpida i econòmica, però no pot suportar grans sobrecàrregues.

## BIGUES DE FUSTA I TAULER DE RAJOL



Forjat format per bigues de fusta escairades, tauler de rajol ceràmic i paviment ceràmic o hidràulic. Bàsicament hi ha dues variants d'aquesta tècnica constructiva que consisteix en la utilització o no de llates. La variant on s'utilitzen les llates col·locades a sobre de les bigues, les peces ceràmiques del tauler es recolzen sobre els llates, mentre que en la variant sense llates hi ha almenys dues capes de tauler de rajol, per donar cohesió al conjunt. Per la primera capa de tauler ceràmic, sovint s'utilitza morter de guix, el ràpid enduriment evita haver d'encofrar. Per la segona capa, amb el rajol col·locat a trencajunts, el morter sol ser de calç i és la base del paviment final, ceràmic o hidràulic.

## BIGUES DE FUSTA I REVOLTÓ DE RAJOL



Forjat format per bigues de fusta normalment escairades i revoltons de rajol, petita volta que va de biga a biga, feta amb un o dos gruixos de rajol. El primer full col·locat amb morter de guix, i el segon, el doblat, col·locat amb morter de calç o de ciment. Per aconseguir el pla horitzontal sobre el revoltó s'avoca guix, sorra o runes per fer de base del paviment de la planta superior. Sovint els revoltons ceràmics es recolzen damunt un galze practicat a les bigues. Els revoltons estan formats per rajoles, de tres a sis, depenent de la dimensió, i a vegades en els revoltons de dimensions grans pot haver-hi un rajol de més col·locat sobre el revoltó al costat de la biga per tal de reforçar la volta i alhora reduir el pes del reomplert.



1.7

ELEMENTS CONSTRUCTIUS

*Cobertes*

## COBERTA DE PEDRA



Son cobertes amb bigues de fusta, sovint troncs sense carejar, amb l'entrebigat de taulers i al damunt lloses de pissarra o de llicorella. Solen ser cobertes que tenen forts pendents, pensades per les nevades que sistemàticament cauen cada hivern. Les peces de pissarra poden estar col·locades de manera més o menys regular, amb cada peça treballada formant una coberta molt endreçada, o també poden disposar-se les lloses tal com venen, amb formes i mides dispers. En l'arquitectura popular sovint es posen les peces de pissarra més grans a la part de sota, on s'acumulen els gruixos de neu. Es deixen les peces més petites per la part més alta de la vessant, excepte a la zona més propera al carener, que al ser un punt delicat requereix també de peces grans per tal de minimitzar les juntes.

## COBERTA DE TEULA SOBRE LLATES



La coberta de teula sobre llates està formada únicament de bigues de fusta, llates i teules àrabs. Normalment les bigues són troncs d'arbres purament desbastats, amb poc o cap altre treball de preparació. Les bigues es col·loquen recolzades sobre els murs i poden estar separades entre elles la distància de la teula que recull l'aigua, la teula canal. Altres vegades hi ha una subestructura formada per corretges, o per corretges i llates de fusta, per tal de separar les bigues i utilitzant-ne menys. Les corretges i les llates solen ser escairades.

## COBERTA DE TEULA SOBRE ENCANYISSAT



Es tracta d'una coberta formada per bigues, canyes, morter i teules. En aquest cas les bigues de fusta també són poc treballades, troncs desbastats o amb alguna cara escairada. L'encanyissat, fet de canyes lligades i clavades a les bigues, a vegades disposa de canyes mestres a l'intereix, per subjectar i alhora adreçar les altres canyes. Sobre la superfície de l'encanyissat s'aplica una capa de morter pobre de fang o amb calç i guix d'uns quants centímetres que assegura rigidesa i resistència al conjunt, i alhora millora l'aïllament de la coberta. Al damunt es disposen les teules de coberta preses amb morter pobre només als ràfecs i careners.

## COBERTA DE TEULA SOBRE LLATES I RAJOLS



Són cobertes amb estructura de fusta, bigues i llates, més o menys escairades amb rajols de llata a llata o ceràmica cuita. Aquestes peces de ceràmica abans de col·locar-se a vegades s'emblanquinaven amb calç o inclús s'hi feien dibuixos com els populars triangles emblanquinats. Al damunt es disposen les teules de coberta preses amb morter pobre sovint només als ràfecs i careners. Aquest sistema permet petits moviments a les teules ocasionats pels forts canvis de temperatura a que estan sotmeses. En una coberta massa rígida, les tensions degudes els salts tèrmics poden provocar que les teules es trenquin.

## COBERTA DE TEULA I TAULELL DE FUSTA



En aquets cas les bigues poden ser troncs desbastats amb almenys una cara escairada per facilitar la col·locació dels taulers de fusta dits també posts, que solen ser de mides regulars, d'uns 20 a 25 cm. El tauler va de biga a biga, clavat, un al costat de l'altre, fent de lligat de tota la coberta. Sobre l'entaulament es reben les teules canal sobre un morter d'assentament de fang o morter pobre amb calç i les teules s'aparellen generalment en sec, sense ajuda de morter, excepte en els ràfecs, extrems i carener.



# 2.1

## PATOLOGÍES PRINCIPALS

*Fonamentació*

# PATOLOGIES EN FONAMENTACIÓ

## PATOLOGIA

Els assentaments diferencials, els desploms, la inclinació de forjats, les fissures o esquerdes en murs, són símptomes de patologies a la fonamentació. Una deformació o moviment en el fonament es trasllada als murs, que al no tenir resistència a la tracció, es fissuren. Les fissures o esquerdes segueixen la forma parabòlica dels arcs de descàrrega. Aquestes esquerdes apareixen en la parts més febles del mur, que solen ser les obertures (finestres i portes), i segueixen el mateix patró tant en la part central d'un mur com en un extrem.

En primer lloc s'haurà de precisar si la fissura és viva, i per tant si encara hi ha moviment, o si és històrica i el moviment ha cessat. Podem fer les comprovacions amb la col·locació de testimonis a les fissures i fer un seguiment constant per tal de verificar-ne els moviments.

## CAUSES

Les principals causes de les patologies a la fonamentació es poden classificar en tres grups temàtics:

- Fonamentació insuficient: L'eliminació de pilars o murs comporta l'augment de les càrregues, així com determinats canvis d'ús en l'edifici. També pot venir causada per una mala qualitat dels materials com la insuficient trava, pedres soltes,....
- Desconeixement del lloc: Podem trobar terrenys agressius, com ara terrenys amb presència de guixos que ataquen els formigons o morters. També la falta d'homogeneïtat del terreny pot comportar deformacions diferents.
- Alteracions del sòl provocades per canvis realitzats durant la vida útil de l'edificació com ara excavacions al seu entorn, vibracions en terrenys propers o lloses de fonamentació pròximes.

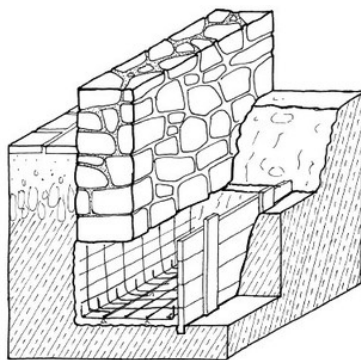
Per començar cal analitzar si hi ha hagut modificacions recents en l'edificació, com ara un canvi d'ús que n'hagi augmentat les càrregues, una construcció pròxima que hagi modificat els bulbs de fonamentació, o alguna obra civil que hagi modificat el nivell freàtic existent. També s'haurà de valorar si la patologia de la fonamentació és puntual o general a tota l'edificació, i així podrem avaluar la solució més adequada.

# PATOLOGIES EN FONAMENTACIÓ

## INTERVENCIIONS

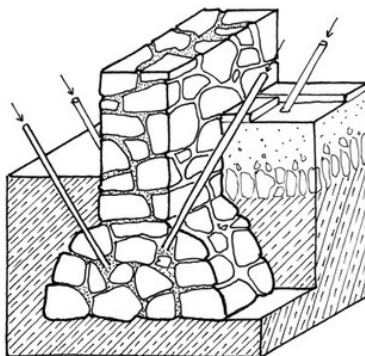
### 1) Pous de recalçat o per dames:

Consisteix en el rebaix de la planta baixa per augmentar l'alçada lliure interior; habitual en masies on hi havia les corts i es vol transformar l'ús a residencial. També s'utilitza per a la construcció d'una planta soterrani en edificacions entre mitgeres, on s'ha de fer el buidat sense alterar l'edificació veïna. És una tècnica molt corrent, especialment en terrenys homogenis i sense la presència d'aigua. Consisteix en l'excavació en forma de tal·lus en els extrems del solar, on es fa el recalçat per parts, d'una dimensió entre 1 i 2 metres, i separats entre si.



### 2) Injeccions al fonament

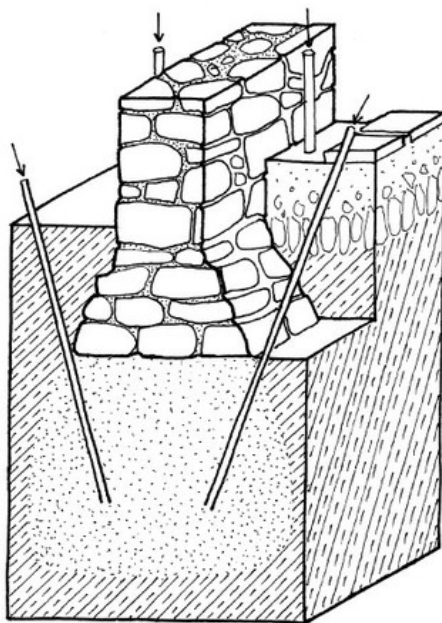
Consisteix en la injecció de beurada al fonament mitjançant un compressor on a l'endurir-se donarà consistència al fonament. Per tal d'obtenir bons resultats és necessari que el fonament existent tingui espais buits i amb continuïtat per tal de poder injectar-hi la beurada. És freqüent en fonaments de pedra en sec o d'enderrocs.



# PATOLOGIES EN FONAMENTACIÓ

## 3) Millora del sòl

Consisteix en la injecció de beurada a sota del fonament mitjançant un compressor per tal de millorar el terreny on es recolza el fonament (bulb de fonamentació). Per tal d'obtenir bons resultats també és necessari que el terreny existent tingui espais buits i amb continuïtat per tal de poder injectar-hi la beurada. És freqüent en terrenys amb grava, sorres, tot-u natural.



## 4) Pilots i micropilots

La tècnica dels micropilots consisteix en utilitzar els fonaments existents com a encep, i introduir-hi més d'un micropilot per rotació per després injectar-hi formigó líquid. Aquesta tècnica resol problemes puntuals de fonamentació al transferir les càrregues als pilots fins a capes més resistents, i s'utilitza maquinaria de petites dimensions, de manera que és una tècnica molt utilitzada en situacions urbanes.



# 2.2

PATOLOGÍES PRINCIPALS

*Murs*

# TAPIA ESCLOVELLADA

## PATOLOGIA

Despreniment de la cara exterior del mur de tapia, corresponent a la crosta del mur. Lesió important ja que el morter de calç exterior protegeix el mur de tapia, i sense aquesta protecció la degradació es produeix de manera més ràpida.

## CAUSA

Les causes són els agents atmosfèrics: pluja, vent. En funció del temps transcorregut des del principi de l'erosió la lesió serà més important, i pot arribar a afectar a la pròpia estabilitat.

## INTERVENCIÓ

La intervenció passarà per una recomposició del mur. Es començarà per apuntalar i descarregar l'edificació, i tot seguit es farà la recomposició netejant en sec on hagi desaparegut el material, i restituint amb material de les mateixes característiques que ens permeti la correcta integració i transpiració del mur.

# AIXAFAMENT DEL MUR DE TAPIA

## PATOLOGIA

Els murs de tapia han de tenir una amplada mínima de 50 cm per tal de ser estables, i per tant, el pes que han de suportar bàsicament consisteix en el pes propi de les plantes superiors. Quan hi ha una disminució de la capacitat portant del mur, aquest es torna engrunadís, hi ha l'aparició d'esquerdes horitzontals en el punt més feble, i d'esquerdes en forma d'arcs de descàrrega a les plantes superiors.

## CAUSA

La humitat del terreny puja pel mur a causa de la capil·laritat, i afecta al mur de tapia generalment fins a una alçada de 2 metres. El mur de tapia humit té menys capacitat de suportar tensions, i per tant hi ha una disminució de la seva resistència.

## INTERVENCIÓ

En el cas d'aixafament del mur de tapia cal apuntalar d'immediat totes les edificacions que es recolzen en el mur, doncs generalment els murs de tapia eren compartits. Tot i així l'apuntalament només redueix entre un 30 i un 40% el pes que suporta el mur, per tant cal ser molt curós i tenir en compte que l'apuntalament no redueix significativament el risc d'esfondrament. La única intervenció possible passa per parar l'entrada d'aigua per tal de no perjudicar la totalitat del mur, i substituir el mur de tapia allà on s'hagi produït una disminució de la capacitat portant. La substitució es farà seguint la mateixa tècnica que en els de fonaments: per pous de recalçat o per dames.

# EROSIÓ DE JUNTES EN MURS DE PEDRA

## PATOLOGIA

Pèrdua del material aglomerant d'un mur, sigui el mur de terra, pedra o maó. Normalment es produeix a la cara exterior del mur, per ser més exposada i amb morters pobres de calç o de fang. És una patologia greu per la pèrdua de secció i resistència del mur i la pèrdua de lligada amb altres murs.

## CAUSA

Les inclemències meteorològiques en són la principal causa d'aquesta patologia. La pluja combinada amb les glaçades, van esquerdant i trencant el morter fent que en vagi disminuint la secció. El vent i la contaminació també poden accelerar la patologia.

## INTERVENCIÓ

La intervenció és senzilla, i consisteix en el rejuntat de les juntes malmeses. Per tal de fer el rejuntat respectant el valor del mur existent s'hauran de seguir un seguit de pautes. El rejuntat s'ha de fer en les absències de material, no cal rejuntar la junta existent que no ha tingut cap problema. El morter que s'utilitzi haurà de ser compatible física, química i estèticament amb la pedra o maó, i el morter existent. Cal evitar la utilització de morter de ciment ja que és massa rígid, no deixa respirar el mur, i pot fer aparèixer problemes d'eflorescències. El morter ha de ser amb l'àrid igual que l'existent, en quan a color, granulometria i proporció. Els morters predossificats no aconsegueixen integrar-se amb el mur existent. Per a dur a terme correctament el rejuntat, s'haurà de retirar el material que s'hagi després i la pols acumulada fins a trobar el morter en bones condicions, i alhora protegir la resta del mur i les fusteries.

S'ha de mullar la paret i rejuntar només la paret malmesa, sense tacar la resta del mur. S'ha d'utilitzar material petit per a no deixar buits i un cop acabat passar-hi l'esponja per treure l'excés d'aglomerant, i fer sorgir l'àrid millorant-ne la integració.

Cal insistir en conservar les juntes vàlides i omplir només allà on sigui necessari. Els estudis estratigràfics aplicats a l'arquitectura són una de les tècniques més actuals per analitzar qualsevol edificació abans d'intervenir-hi. Un mètode que ens ajuda a ordenar tota la informació que es pot llegir si s'analitza correctament un mur. Aquest ens ha revelat la importància de la junta: La junta com a testimoni més explícit de la història del mur, per la forma i característiques del morter i per la seva consistència amorfa que a l'assecar-se cau... Aquesta particularitat serà, doncs, la que ens donarà les pistes necessàries per saber davant d'una junta, - les dues parts d'un mur fetes en moments diferents -, quina es va fer abans i quina altra part després.

# EROSIÓ DEL MATERIAL

## PATOLOGIA

Erosió superficial de la cara exterior del mur provocant una disminució de la seva secció. Lesió més o menys important en funció del grau de disminució de la secció del mur.

## CAUSA

Normalment el factor desencadenant és extern a la pròpia construcció. El més normal és l'acció mecànica dels agents atmosfèrics – atac físic (pluja, vent, gelades) combinat amb la contaminació de l'aire – atac químic. En funció del temps transcorregut des de l'inici de l'erosió de la pedra la lesió serà més o menys important i pot arribar a afectar a la pròpia estabilitat.

## INTERVENCIÓ

La intervenció passa en primer lloc, per determinar quin grau d'afectació té el mur, i per tant si hi ha perill manifest, o simplement, per tal de no desvirtuar el mur històric amb intervencions, errònees si s'ha de fer un simple seguiment. En el cas que l'erosió sigui important i pugui produir inestabilitats s'haurà en un primer moment d'apuntalar i descarregar l'edificació, i a continuació procedir a la recomposició del mur, substituint les peces que estiguin malmeses. Caldrà netejar en sec on hagi desaparegut el material, buscant les peces que es restituïran i col·locant-les amb morters tradicionals que permetin la correcta integració i transpiració del mur.

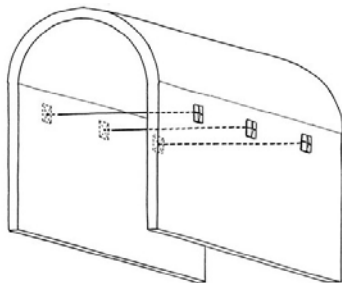
# DESPLOM O GIR

## PATOLOGIA

Pèrdua de verticalitat del mur des del terreny fins a la coberta, o només a la planta baixa de l'edifici. Lesió fàcilment detectable visualment i de fàcil solució arriostrant el mur a la coberta i als forjats intermitjos.

## CAUSA

Empenta no contrarestada d'una coberta inclinada, o d'una volta. També pot donar-se a causa de moviments de la fonamentació.



## INTERVENCIÓ

Caldrà contrarestar els esforços horitzontals de la coberta i la volta, per tal de no incrementar el problema. Es farà mitjançant la construcció de contraforts, quan hi hagi la disponibilitat de sòl en edificacions aïllades, o amb cercols perimetrals i tirants.

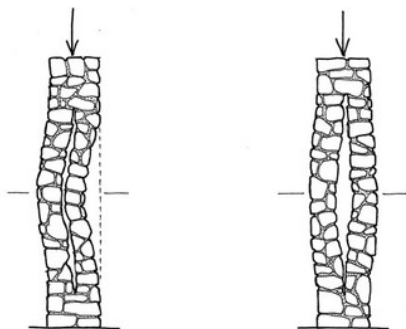
# BOMBAMENT

## PATOLOGIA

Els murs sotmesos a esforços de compressió són molt sensibles a petites excentricitats de les càrregues, cosa que provoca panxa o guerxesa al mur. Lesió característica dels murs formats per dues fulles exteriors i reomplert interior. Lesió perillosa. El bombament pot ser biconvex, on les dues fulles segueixen deformacions paral·leles; o bombament còncav a l'interior i convex a l'exterior, acció que es produeix principalment en els murs de façana. Aquesta última és més difícil de detectar ja que la màxima fissura es produeix dins el mur i no és visible.

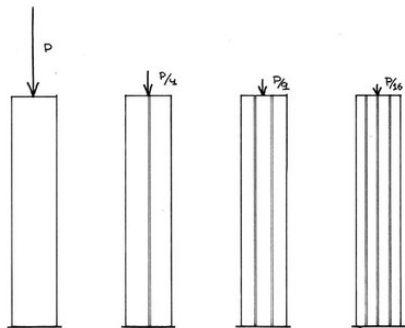
## CAUSA

Les causes poden ser molt variades com la presència d'arcs i voltes que no estiguin suficient compensats; murs massa esvelts; càrregues superiors a la crítica; presència d'excentricitats i murs amb trava interna insuficient, que és el cas típic dels murs amb reomplert interior.



## INTERVENCIÓ

La intervenció comença per apuntalar i descarregar l'element sotmès a bombament. En el cas que sigui un bombament biconvex s'haurà de cosir les dues fulles del mur amb tirants i platines, per tal de que torni a treballar uniforme. En el cas de bombament còncav-convex la intervenció és més difícil, i pot acabar amb la substitució per dames del mur; ja que la resistència a compressió d'un mur exfoliat es redueix de forma quàdrica.



# ESQUERDES PER EXCÉS DE CÀRREGA

## PATOLOGIA

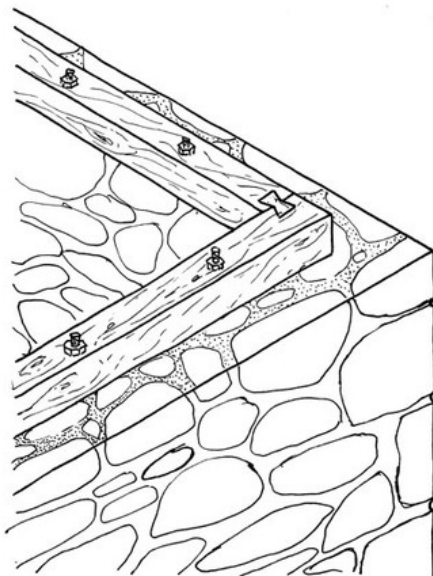
Poden aparèixer esquerdes verticals a la unió del mur amb les bigues al superar el tallant admès, o petites esquerdes verticals que indiquen que s'ha superat la capacitat portant del mur. Pot ser una lesió greu, i si es supera el límit de la capacitat portant de l'element estructural, pot haver-hi el col·lapse de l'edificació.

## CAUSA

Principalment són per l'augment de les càrregues, la disminució de la capacitat portant, o una combinació d'ambdues.

## INTERVENCIÓ

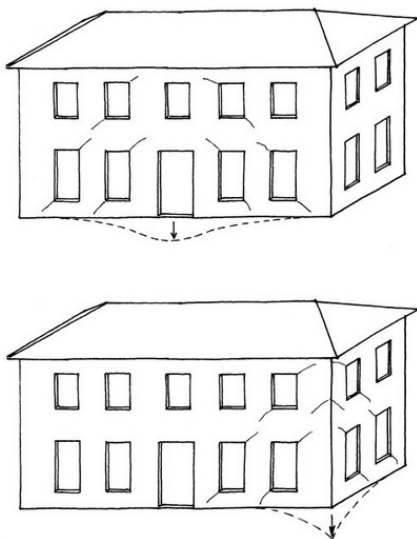
En el cas de problemes per tallant, s'ha de repartir uniformement la càrrega al llarg de tot el mur. La solució idònia consisteix en la col·locació d'un cercol que reparteixi les càrregues. Aquest cercol ha de ser d'un material compatible física, química i estructural amb el mur històric. Aquestes condicions de compatibilitat no es donen amb el formigó armat per l'excessiva rigidesa, la hiperestàticitat, i la incapaç d'absorbir traccions. En canvi el cercol de fusta o de metall galvanitzat és adient. En el cas d'haver superat la capacitat portant del mur, s'haurà d'apuntalar immediatament, per assegurar l'estabilitat i disminuir l'excés de carga. El problema major rau en la fragmentació del mur que conceptualment deixa de ser un mur i passa a ser un conjunt de pilars, i per tant amb problemes de guerdexa i amb la disminució de la màxima càrrega admesa. S'haurà de fer cosits a través de platines per tal de tornar a donar monolitisme al mur.



# ESQUERDES PER ASSENTAMENT

## PATOLOGIA

Les fissures o esquerdes degudes als assentaments de la fonamentació segueixen la forma parabòlica dels arcs de descàrrega. Aquestes esquerdes apareixen en la parts més febles del mur, que solen ser les obertures (finestres i portes), i segueixen el mateix patró tant en la part central d'un mur com en un extrem.



## CAUSA

Lesions que tenen el seu origen al subsòl, on els assentaments diferencials de la fonamentació provoquen moviments que acaben afectant als murs.

## INTERVENCIÓ

La intervenció té dos fronts d'actuació. La millora de la fonamentació o del subsòl, com es descriu a l'apartat de Fonamentació, i la reparació – cosits de les fissures del mur. Les tècniques constructives poden tenir patologies causades pel pas del temps, canvis de les sol·licituds pel qual va ser dissenyats, canvis en el terreny, inclemències meteorològiques... Cada patologia específica presenta unes lesions i uns símptomes conseqüents a una causa concreta. Primer de tot caldrà analitzar aquests tres apartats - lesió, símptoma, causa -per tal de poder avaluar la intervenció o teràpia adequada per a cada patologia.

# ESQUERDES PER EMPENTA DE LA COBERTA

## PATOLOGIA

Apareixen fissures a la façana o a la paret mitgera de forma vertical o lleugerament inclinada a l'alçada del ràfec. Lesió moderada ja que l'aparició d'esquerdes pot provocar l'entrada d'aigua a l'edificació i si l'empenta de la coberta és prou forta pot arribar a provocar la inestabilitat del mur.

## CAUSA

La coberta inclinada fa esforços de component horitzontal a la part superior del mur, a vegades degudes a dilatacions tèrmiques de la coberta, i quan aquestes tensions són superiors a la trava interna del mur, apareixen fissures. Aquesta lesió es veu agreujada en el cas que s'hagi utilitzat en els murs de mitgeres un material més pobre i amb menys trava interna que en el mur de façana.

## INTERVENCIÓ

La intervenció passa pel cosit entre el mur de mitgera i el mur de façana per a millorar la trava, i s'haurà de contraposar l'empenta de la coberta per estabilitzar l'empenta horitzontal amb tirants o millorant el recolzament.

# EFLORESCÈNCIES

## PATOLOGIA

Aparició de taques blanques a qualsevol alçada del mur. És una lesió a priori poc important tret de l'efecte estètic.

## CAUSA

Cristal·litzacions de les sals utilitzades durant la fabricació del mur o de procedència del terreny. El vapor d'aigua o l'aigua de la pluja desplacen les sals fins a la cara externa del mur on cristal·litzen. El fenomen va acompanyat d'unesmicolament superficial dels materials, provocat per l'expansió d'aquestes sals en els junts d'evaporació. La utilització de morter de ciment en murs històrics pot agreujar el problema.

## INTERVENCIÓ

La intervenció consisteix en fer desaparèixer la humitat del mur seguint de la neteja en sec de les taques de les sals, i la impregnació del mur a base de silicats per capil·laritat.

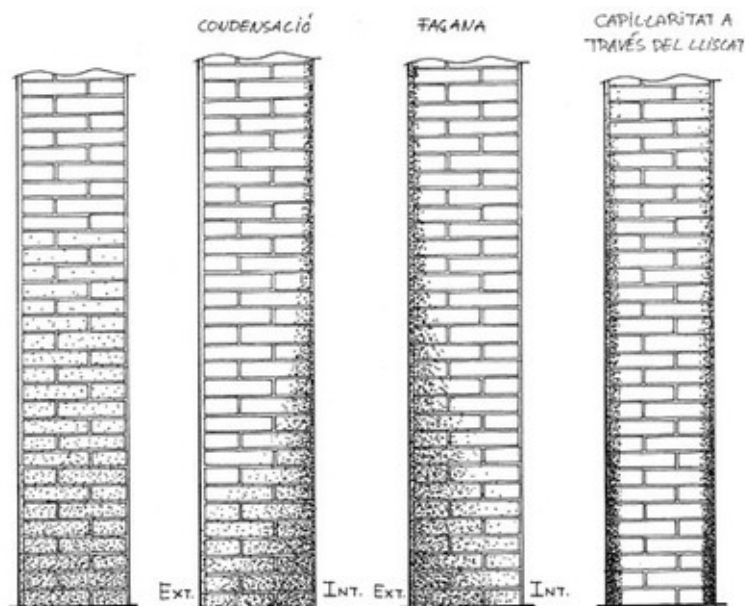
# HUMITAT PER CAPIL·LARITAT

## PATOLOGIA

Aparició d'unes taques fosques coronades per pols blanca (sals cristal·litzades). Solen estar situades a una alçada mínima d'un metre en façanes ombrívols o carrers estrets i poc ventilats. En carrers en pendent les taques segueixen paral·leles al carrer. Pot ser intermitent (estiu-hivern) o continua. A l'hivern les taques pugen fins a cotes més elevades ja que hi ha menys evaporació i les pluges augmenten el nivell freàtic.. És una lesió bastant freqüent, a priori poc important tret de l'efecte estètic, però si no es tracta adequadament a la llarga pot afectar altres parts de l'edificació.

## CAUSA

L'aigua del terreny puja per capil·laritat quan baixa la pressió atmosfèrica. Antigament els camins eren permeables, els paviments eren empedrats i el més resistent era el mur. En canvi hores d'ara els carrers són asfaltats, els paviments continus i els murs funcionen com a xemeneies, sent el lloc més vulnerable per a l'ascens capil·lar de la humitat. Si les sals cristal·litzen a l'interior del mur hi ha ruptures alveolars, i a la superfície els carreus s'arrodoneixen i perden volum, o fins i tot se separen els revestiments. En cas de no poder-ho diagnosticar visualment, per tal de conèixer si es tracta d'ascens capil·lar, condensació interior, humitat a través de la façana o ascens capil·lar pel revestiment, s'hauran de fer forats cada 5 cms i amb l'higròmetre veure el grau d'humitat i on caldrà fer la intervenció.



## INTERVENCIÓ

Posant un revestiment impermeable només aconseguim que l'aigua no surti per aquell punt i acabi apareixen a una cota superior. S'ha de vigilar sobretot en les reparacions amb morter de ciment, ja que pot agreujar el problema al no permetre la transpiració. En canvi el morter de calç, al ser transpirable, afavoreix la ventilació del mur. Damunt d'aquests morters no hi podem aplicar pintures plàstiques ja que aquestes també han de ser microporoses. La millor solució passa sempre per fer un revestiment porós i augmentar la ventilació, així afavorim l'evaporació de l'humitat.

### Drenatge a peu del mur

El drenatge consisteix en la excavació d'una rasa al llarg del mur, amb una profunditat fins arribar a la cota dels fonaments. Al fons de la rasa es compacten les terres, i s'hi aboca un llit de formigó de calç, on es col·loca un tub de drenatge perforat d'uns 20 o 40 cms de diàmetre, i amb pendent per evacuar l'aigua recollida. Després s'omple la rasa amb graves de diferent granulometria fins a la cota original del terreny.

### Higroconvector

Aquesta tècnica consisteix en l'execució d'uns forats als mur lleugerament inclinats, i la posterior col·locació de tubs porosos per on l'aigua es condensa i surt. Es necessita un manteniment per treure les cristallitzacions aproximadament cada cinc anys. Cal valorar l'efecte estètic ja que es veuen els forats.

Altres solucions poc respectuoses amb el mur històric, amb mètodes molt agressius són la barrera física amb la col·locació d'una filada de plom, o amb resines, la col·locació de ventilacions al costat del mur o de barreres químiques on s'injecta aigua i silicona.



# 2.3

PATOLOGÍES PRINCIPALS

*Obertures*

# OBERTURA DELS ARCS

## PATOLOGIA

Obertura de l'arc o pèrdua de la seva geometria original. En un cas extrem podria representar la caiguda d'una de les dovelles i el posterior col·lapse de l'arc.

## CAUSA

Desplaçament dels punts de recolzament de l'arc, els estreps, tant cap enfora com cap endins de l'obertura. Pot ser a causa dels assentaments d'un d'aquest estreps, a un augment de càrregues o també pot ser a causa de la pèrdua del morter de la junta entre peça i peça.

## INTERVENCIÓ

La intervenció passa per trobar les causes del desplaçament dels punts de recolzament de l'arc, per poder aturar el procés. Si el problema és a causa d'esforços de les empentes que l'arc no pot suportar s'haurà de reforçar l'arc amb l'ús de tirants, o bé amb contraforts. Per col·locar al seu lloc les dovelles desplaçades caldrà construir un xindri que s'adapti a l'arc existent. Es col·locaran falques entre el xindri i la dovella caiguda i s'anirà introduint la falca per fer pujar la dovella fins que torni a ocupar el seu lloc.

# TRENCAMENT DE LA LLINDA DE PEDRA

## PATOLOGIA

L'aparició d'esquerdes a la part central d'una llinda de pedra és una lesió bastant freqüent. Tot i que pot arribar a trencar-se la llinda en dues parts, no sol representar grans problemes perquè les dues peces resultants del trencament continuen treballant en voladís.

## CAUSA

Les llindes de pedra estan sotmeses a esforços a flexió. En tractar-se d'obertures petites normalment la llinda les pot suportar però a vegades a causa d'un augment de càrregues, d'un esgotament dels materials o a assentaments diferencials, la flexió supera la capacitat resistent de la llinda produint les esquerdes.

## INTERVENCIÓ

Si la lesió acaba representant un perill es convenient la substitució de la llinda.

# LESIONS A LLINDES DE FUSTA

Les lesions que poden afectar les llindes de fusta són les mateixes que afecten les bigues de fusta de sostre i cobertes, veure patologies de les estructures de la fusta. El que pot agreujar les lesions és la seva situació en la façana, cosa que les fa més exposades a les inclemències del temps i a l'acció del sol. Per contra, les llums a salvar en una obertura solen ser molt menors a les que normalment pot treballar l'estructura de fusta.



# 2.4

PATOLOGÍES PRINCIPALS

*Pilars*

# EROSIÓ DE LES JUNTES

## PATOLOGIA

L'erosió de la junta d'un pilar de pedra o ceràmic té lloc a causa de la pèrdua del material aglomerant i comporta una pèrdua de la resistència del pilar. Normalment es produeix a la cara més exposada del pilar, que és l'exterior.

## CAUSA

Les inclemències meteorològiques són la principal causa d'aquesta patologia. La pluja combinada amb les glaçades, va esquerdant i trencant el morter. El vent i la contaminació també poden accelerar la patologia.

## INTERVENCIÓ

la intervenció és senzilla, i consisteix en el rejuntat de les juntes malmeses. Abans de la intervenció cal retirar el material que s'hagi després i la pols acumulada fins a trobar el morter en bones condicions. S'ha de mullar la part del pilar a rejuntar i protegir la resta del pilar i les fusteries. El rejuntat s'ha de fer allà on manca material, no cal rejuntar la junta existent que no ha tingut cap problema.

El morter que s'utilitzi haurà de ser compatible física, química i estèticament amb la pedra o maó, i amb el morter preexistent. Cal evitar la utilització de morter de ciment, ja que és massa rígid, no deixa respirar, i poden aparèixer problemes d'eflorescències.

El morter ha de ser amb l'àrid igual a l'existent quant a color, granulometria i proporció. Els morters predosificats no aconsegueixen integrar-se amb el pilar existent. Convé Utilitzar material petit per tal de no deixar buits i un cop acabat passar-hi l'esponja per treure l'excés d'aglomerant i fer sorgir l'àrid millorant-ne la integració.

# EROSIÓ DEL MATERIAL

## PATOLOGIA

Erosió superficial dels elements de pedra o ceràmics que conformen el pilar provocant una disminució de la secció que pot afectar a la seva estabilitat.

## CAUSA

Normalment el factor desencadenant és extern a la pròpia construcció. El més habitual és l'acció mecànica dels agents atmosfèrics – atac físic (pluja, vent, gelades) combinat amb contaminació de l'aire – atac químic.

## INTERVENCIÓ

La intervenció passa en primer lloc, per determinar quin grau d'afectació té el pilar, i per tant si hi ha perill manifest, o si s'ha de fer un simple seguiment. En el cas que l'erosió sigui important i pugui produir inestabilitats s'haurà d'apuntalar i descarregar l'edificació en un primer moment, i a continuació procedir a la recomposició del pilar, substituint les peces que estiguin malmeses. En el curs de la intervenció caldrà netejar en sec en aquells punts on hagi desaparegut el material, buscant les peces que es restituïran i col·locant-les amb morters tradicionals que permetin la correcta integració i transpiració del pilar.

## DESPLOM O GIR

### PATOLOGIA

Desplom o gir. Pèrdua de verticalitat del pilar. Els pilars sotmesos a esforços de compressió són molt sensibles a petites excentricitats de les càrregues, cosa que provoca panxa i guèrxa al pilar. Lesió perillosa perquè pot arribar al col·lapse.

### CAUSA

Les causes poden ser molt variades com la presència d'arcs i voltes que no estiguin suficientment compensades; pilars massa esvelts; càrregues superiors a la crítica; presència d'excentricitats.

## INTERVENCIÓ

Caldrà contrarestar els esforços horitzontals mitjançant tirants: elements normalment d'acer, capaços de suportar les traccions a les quals estan sotmesos els elements, aconseguint solidaritzar el conjunt. Caldrà contrarestar els esforços horitzontals mitjançant tirants: elements normalment d'acer, capaços de suportar les traccions a les quals estan sotmesos els elements, aconseguint solidaritzar el conjunt.

# ESQUERDES PER EXCÉS DE CÀRREGA

## PATOLOGIA

Aparició d'esquerdes verticals per excés de càrrega. Pot ser una lesió greu, si es supera el límit de la capacitat portant de l'element estructural, pot haver-hi el col·lapse de l'edificació.

## CAUSA

Bàsicament és a causa de l'augment de les càrregues, o a la disminució de la capacitat portant; també pot ser una combinació d'ambdues.

## INTERVENCIÓ

En el cas de problemes per excés de càrrega o esgotament del pilar hi ha diverses solucions possibles que caldrà sospesar segons cada cas. En primer lloc es pot substituir tot el pilar o fer-ho només en les peces afectades, en ambdós casos caldrà apuntalar l'estructura. Una altra opció és l'augment de la secció del suport, en aquest cas també és recomanable descarregar el pilar. Aquesta opció moltes vegades no es contemplarà per raons estètiques. Per últim, una solució històricament utilitzada és la de l'encerclament dels pilars o columnes amb platines d'acer.

Aquesta solució té el desavantatge que l'acer és molt sensible als canvis de temperatura, provocant dilatacions i contraccions que en modifiquen la forma i no és fàcil garantir el contacte i pressions òptimes entre la platina i el pilar. Actualment s'utilitzen cintes de fibra de carboni en comptes de les d'acer. La fibra de carboni és molt més flexible i adaptable a les possibles formes del suport i té una menor secció, i poden ser revestides.

Una altre tipus de reforç possible en cas d'esgotament de l'element i aplicable als pilar de maons és el buidat parcial de les juntes de morter i la col·locació d'armadura molt fina d'acer inoxidable, que posteriorment serà revestida.



# 2.5

PATOLOGÍES PRINCIPALS

*Voltes*

## PATOLOGIES DE LES VOLTES

Les voltes per si mateixes es difícil que presentin patologies. Les degradacions inevitables del pas del temps solen ser degudes a humitats, i tant poden afectar al morter com a la rajola. En el cas que el morter sigui de guix aquesta patologia pot ser més important.

Nombroses proves de càrrega demostren que la volta té una gran capacitat portant, suficient per a la totalitat dels usos, fins i tot els públics. A aquesta alta capacitat portant hi poden col·laborar els envanets de reforç o inclús el material de replè, pel que en cap cas aquests s'anul·laran.

### CAUSA

Les esquerdes o fissures de petites dimensions són degudes als moviments dels murs on es recolza la volta. És típic trobar-les en voltes d'escala, a raó de que s'ha intervingut en els pisos i s'han enderrocat envans, provocant llavors moviments en els murs que conformen l'escala.

La causa de la degradació de les rajoles i els morters és l'acció continuada de la humitat, com la provinent de condensacions des de l'interior o la d'ascens capil·lar, així com les possibles filtracions de cobertes, o de les xarxes de subministrament o evacuació d'aigua.

### INTERVENCIÓ

La reparació de voltes de canó es pot fer doblant la volta superiorment o inferior.

També es pot optar per un enguixat o lliscat amb morter de calç amb una base de mallat de fibres en la zona esquerpada. En cas de substitució de les peces, es rejuntaran amb morter de les mateixes característiques que l'existent.

En el cas de les voltes de mocador, que transmeten les càrregues cap a les cantonades d'un espai quadrat i treballen com una membrana, pot ser contraproduent afegir-hi pes i possiblement calgui atirantar els murs. Atirantar per sota la volta és la millor solució des del punt de vista estructural, però a vegades no a nivell estètic. Evidentment cal tenir clar que la paret està preparada per a rebre tirants. Atirantar per sobre la volta estèticament pot ser millor, però pot ser un problema pel fet de tenir un element metàl·lic ocult (problemes d'oxidació i de moviments diferencials per dilatació) i estructuralment no actua tant bé, perquè l'empenta que ha de contrarestar està més a baix.

Qualsevol alteració com fissures, envelliment inapropiat o descomposició del maó, serà analitzada per un tècnic competent, que dictaminarà la seva importància i perillositat.



# 2.6

## PATOLOGÍES PRINCIPALS

*Sostres*

# APARICIÓ DE CORCS

## PATOLOGIA

Presència d'insectes xilòfags – corcs. Patologia freqüent però que no representa un greu perill per a l'estabilitat de l'element estructural, ja que els corcs no ataquen el duramen, part central més dura del tronc. La presència de corcs només es detecta un cop ja s'ha iniciat, per la presència dels orificis de sortida, circulars de 1-2 mm si és corc petit, o orificis el·líptics de 3-4 mm el diàmetre menor i 7-8 mm el diàmetre major; si es tracta de corc gran.

## CAUSA

Les larves dels corcs necessiten humitats superiors al 60%. A vegades la presència dels corcs ve precedida per l'aparició de fongs i la putrefacció de la biga.

## INTERVENCIÓ

Per a la seva intervenció s'haurà de comprovar si l'atac segueix produint-se, observant durant les èpoques càlides de l'any si hi ha polsim de serradures al terra, que s'originaria per la sortida dels insectes. Si l'atac perdura s'ha d'eliminar la font d'humitat que afecta a la fusta, i l'atac es paralitzarà. Les sequedats i temperatura que provoquen les calefaccions a l'hivern són una protecció eficaç. Si es va produir l'atac per corcs en el passat no cal fer cap tractament a la fusta llevat del control de la humitat. Raspallar la biga per treure la part malmesa en el passat podria ser contraproduent a l'oferir una nova superfície comestible pel corc.

Una bona solució que ja hem esmentat en els tractaments preventius és submergir amb sals bòriques a l'aigua la fusta i escalfar-la fins a 80-90 °C. Sinó és possible desmuntar l'element de fusta es pot aplicar amb pinzell però sempre en calent. És un tractament ecològic, no és tòxic per les persones i dona uns bons resultats. Les sals bòriques creen uns cristalls dintre la fusta que impedeixen el pas dels insectes. Antigament s'amarava la fusta, sobretot en el cas de fusta de pi, molt vulnerable al corc, submergint-la al llarg de tot un any amb aigua salada. Encara ara és fàcil reconèixer la fusta que ha estat amarada per la seva superfície fibrosa que sovint té eflorescències de salt, però lliure de corc.

# APARICIÓ DE TÈRMITS

## PATOLOGIA

Presència d'insectes xilòfags – tèrmits. Patologia molt greu ja que no són visibles i es detecten quan ja han causat importants lesions. Els tèrmits fugen de la claror, es detecta la seva presència pels rastres de regalims terrosos per on circulen, o l'augment important de la fletxa d'un element concret. S'alimenten de la part interior de la fusta deixant únicament el perímetre, ocasionant problemes estructurals greus. Una pràctica comuna és intentar clavar un tornavís en una biga de fusta, si el tornavís penetra és que hi ha un atac de termites. S'ha de tenir present els caps de les bigues i que les parts encastades d'altres elements de fusta són els seus primers objectius, al ser el primer que troben al pujar per les parets. També poden atacar l'encanyissat dels cel rasos.

## CAUSA

Els tèrmits necessiten humitat elevada i escalfor, per tant, es troben en climes humits i temperats. Tenen la colònia subterrània i pugen per les parets fins arribar a la fusta, en els casos de parets de tapia o de paredat troben de forma fàcil els petits forats necessaris per ascendir fins a les parts encastades de bigues, marcs i fusteries. Cal tenir en compte que els envans de cartó guix i els fals sostres creen espais amb condicions òptimes d'humitats de condensació, escalfor i fosc, per ser aprofitats pels tèrmits. Les termites accedeixen amb més facilitat a la fusta podrida, afectada per fongs.

## INTERVENCIÓ

Com a mesura de prevenció és molt important no tapar bigues i mantenir-les airejades, evitar humitats excessives, tan ambientals com de parets i terres; evitant l'encastament de conductes generadors de calor.

En cas de confirmar la presència de tèrmits, la seva intervenció passarà per l'apuntament si és necessari, i pel tractament de la fusta.

Hi ha diverses intervencions possibles que hauran de dur a terme professionals especialitzats. S'ha de tenir present que algunes solucions per a combatre insectes són tòxiques (dieldrina, pentaclorofenol, ...). Els C.S.I. (inhibidors de la síntesis de la quitina) no permeten la muda en els tèrmits joves, i per tant, s'aconsegueix eliminar la colònia a base d'atacar els insectes joves. També hi ha aparell d'ultrasons que n'impedeixen la reproducció eliminant així la colònia.

## FONGS

### PATOLOGIA

Presència de fongs xilòfags – putrefacció de la fusta. La putrefacció, ocasionada per fongs, és una de les patologies més habituals de la fusta i pot arribar a ser greu perquè disminueix la seva capacitat portant i obre el camí als tèrmits i als corcs. Hi ha dos tipus de fongs que ocasionen la putrefacció. La putrefacció bruna té un aspecte de fusta cremada o de suro, on la disminució de la resistència és important i aquesta patologia és considerada greu. La putrefacció blanca ataca la lignina de la fusta tornant-la blanca i esponjosa. Si picant amb un martell sentim soroll a buit pot ser per presència de fongs.

### CAUSA

L'aparició dels fongs es produeix en zones on hi ha un grau d'humitat elevat, en zones en contacte amb el terreny, poc ventilades. Afecta sobretot a les parts més exposades com les parts baixes de les fusteries i els punts d'entrega al mur. Les fustes de major densitat són més difícilment atacables per fongs.

## INTERVENCIÓ

Eliminar els fongs i les espores és pràcticament impossible, per tant, per no accentuar aquesta patologia s'ha de disminuir el grau d'humitat i augmentar la ventilació. En el cas que l'element estructural ja hagi perdut la capacitat portant s'haurà d'apuntalar, i substituir o reforçar l'element. Hi ha moltes opcions com la de substituir els caps de biga per pròtesi, o bé la utilització de perfils metàl·lics en U en el recolzament.

## FLETXA EXCESSIVA DE LES BIGUES DE FUSTA

### PATOLOGIA

Excessiva deformació del forjat de bigues de fusta. Deformació de la biga en el seu punt central a causa del moment flector. La fusta és un material on es poden visualitzar les deformacions permetent actuar-hi abans que no sigui massa tard, fet que no succeeix en les estructures metàl·liques.

### CAUSA

L'excessiva fletxa de les bigues pot ser provocada per l'augment del pes que ha de suportar el forjat. La deformació de les bigues de fusta també pot ser deguda a la seva pèrdua de capacitat portant per la presència d'insectes xilòfags o per la putrefacció produïda pels fongs.

### INTERVENCIIONS

La intervenció passa per augmentar la capacitat portant del forjat. Depenent de cada cas s'haurà d'avaluar si cal augmentar la secció de les bigues, sigui amb fusta o amb elements metàl·lics; reduir-ne la llum amb tornapunts; o afegir una capa de compressió col·laborant, utilitzant taulers de fusta.

Podem intervenir de les següents maneres:

#### **Augment de secció de les bigues**

caldrà fer el suplement de la biga a la cara inferior i amb la forma de la fletxa de la biga preexistent, quedant a la cara superior plana. Aquesta geometria, apart d'adaptar-se a la situació prèvia i deixar-nos una superfície horitzontal, té la virtut de concretar uns elements de secció major allà on hi ha els moments flexors màxims. La unió entre el suplement i les bigues no pot ser només encolada, caldrà cargolar amb tirafons els dos elements, i incrementant els punts d'unió a les puntes de la biga on hi ha els esforços tallants màxims. Per omplir l'espai entrebigat es poden utilitzar encenalls de suro, o de poliestirè, o arlita i guix ràpid per no augmentar massa el pes i millorar-ne l'aïllament acústic.

En un forjat la capa inferior està sotmesa a tracció, mentre que la capa superior està sotmesa a esforços de compressió. L'addició d'una capa de compressió de fusta col·laborant provoca l'augment de la capacitat de resistència del forjat. Moltes vegades l'addició d'una capa de compressió col·laborant es sol fer amb una capa de formigó, una malla electrosoldada, i tirafons per unir les bigues amb la capa de formigó. Però aquesta solució no és la més idònia pel forjat de bigues de fusta, ja que el formigó és un material molt rígid, i pot provocar fortes tensions on els tirafons acabin malmeten les bigues. Per altre part, el formigó és un material que durant el seu enduriment conté molta aigua que pot ser absorbida per les bigues, i alhora no permet que la fusta transpiri. Tot plegat significa un augment del grau d'humitat de la fusta que facilita la presència posterior d'insectes xilòfags i fongs.

### **Capa de compressió de taulells de fusta laminada**

És una solució en sec, per tant no aporta humitat a les bigues preexistents, el seu pes és molt inferior a una capa de compressió de formigó i al mateix temps són materials compatibles entre si.

Els taulers laminats s'uneixen a les bigues del forjat existent amb tirafons. La separació dels tirafons i el gruix del tauler dependran del càlcul estructural. En qualsevol cas hi haurà d'haver més tirafons als extrems de les bigues a causa del major esforç tallant, i els tirafons hauran d'arribar a una profunditat ben bé de la meitat de la biga, per garantir que la capa de compressió i les bigues treballen de manera solidaria. És important unir els taulers entre si, utilitzant un passamà collat als dos taulers contigus. També caldrà posar un angle metàl·lic al llarg de tot el perímetre per unir els taulers als murs perimetrals. D'aquesta manera no només s'augmenta la inèrcia del forjat i per tan la seva resistència, sinó que també es traven els murs funcionant com un diafragma de tracció, col·laborant també amb els esforços tallants que es produeixen als caps de les bigues. No cal oblidar que aquest sistema ens ajuda a repartir les càrregues puntuals a les que pot estar sotmès el forjat, i que augmenta la seva resistència al foc. En definitiva la capa de compressió col·laborant de taulers laminats aporta molts avantatges.

### **Capa de compressió de guix armat amb canyes**

Ja hem comentat que el guix i la fusta tenen un comportament que els fa molt compatibles. La bona adherència entre ambdós materials és un altre dels avantatges, així com la seva lleugeresa. Si es vol reforçar la capa de compressió, cal fer-ho amb un armat vegetal com les canyes, en cap cas amb elements de ferro que reaccionarien amb els sulfats del guix, oxidant-se. L'armat s'ha d'unir a les bigues amb un cordill, o cargol zincat. En el moment d'avocar el guix és convenient fer tramades petites, per la dificultat que significa l'enduriment ràpid del guix. Com menys proporció d'aigua més resistent serà la capa de compressió però també més difícil de treballar, normalment es recomana una dosificació aigua – guix de 1:2.

# REFORÇ DEL CAP DE LES BIGUES

## PATOLOGIA

Insuficient resistència de la biga enfront l'esforç tallant que ha de suportar, normalment a causa de la pèrdua de resistència del punt de recolzament per les lesions produïdes per insectes o fongs afavorides per la presència d'humitat.

## CAUSA

El cap de la biga és el punt de transmissió de les càrregues del forjat a les parets, per això en aquest punt és on l'esforç tallant és màxim, podent superar la màxima tensió admissible de la fusta. Aquest fet sol veure's agreujat per ser el punt més vulnerable de la biga. La humitat del mateix mur, provinent de l'exterior o transmesa per capil·laritat des del terreny, i el fet que és el punt on la biga pot ventilar menys obren el camí a la presència de fongs i insectes xilòfags que acaben produint la disminució de la capacitat resistent d'aquest punt.

## INTERVENCIÓ

D'una banda cal millorar el recolzament per evitar que la humitat arribi a la fusta, i així disminuir la probabilitat d'atac d'insectes i fongs. Sovint la humitat arriba a les bigues a través del morter utilitzat al col·locar-les, tant en el morter de ciment com en el de calç, que faciliten que la fusta absorbeixi part de la seva aigua. Sempre que calgui rebre un element de fusta, sigui una biga o un marc, s'aconsella utilitzar guix, la rapidesa en què s'asseca dificulta que la fusta en pugui retenir l'aigua. Sempre que sigui possible es recolzarà la biga deixant una franquícia, un espai que permeti que el cap de la biga s'aïregi. Una altra opció que també permet certa ventilació és l'ús de làmines de suro entre el cap de la biga i l'espai de recolzament.

D'altra banda quan el cap de les bigues ja ha perdut part de la seva resistència però la resta de la biga està en bon estat cal resoldre aquest punt. Una solució és posar cartel·les o suports en U, metàl·lics, per augmentar la capacitat de resistència del cap de la biga en front de l'esforç tallant. En aquest cas, entre l'element d'acer i la fusta, caldrà posar una làmina de suro per evitar que les condensacions en el ferro aportin aigua a la biga. En els casos més greus caldrà substituir el cap de la biga per una pròtesi que hauria de ser de fusta i el màxim de similar per estètica i per compatibilitat, a la fusta de la biga.

# OXIDACIÓ DE L'ESTRUCTURA METÀL·LICA

## PATOLOGIA

Oxidació de l'estructura, aparició de rovell. En lesions més avançades pot haver-hi exfoliacions i disminució de la secció dels perfils. Cal tenir en compte que el metall oxidat pot augmentar deu vegades el seu volum afectant els elements del seu entorn. En cas de lesió important, la pèrdua de capacitat portant de l'estructura pot posar en risc la seva estabilitat.

## CAUSA

La humitat provinent del mur o de la condensació de l'aire interior, produeix l'oxidació de l'estructura metàl·lica. Si l'oxidació avança, hi ha una disminució de la secció dels perfils i la conseqüent pèrdua de capacitat portant. S'ha d'intentar evitar de totes totes el contacte del ferro amb el guix, el ferro s'oxida al reaccionar amb els sulfats de guix.

## INTERVENCIÓ

Cal descobrir les parts encastades de l'estructura per veure si és suficient sanejar-les i treure l'oxidació amb raspalls metàl·lics. A continuació cal aconseguir la passivació de la corrosió amb àcid tànnic amb alcohol i finalment donar un acabat amb pintura antioxidant. Si hi ha exfoliacions importants, pèrdua de la secció dels elements de l'estructura o bé algun element trencat o ancoratge debilitat, caldrà tallar els elements malmesos i substituir-los per noves platines de ferro i soldar-los a la resta d'elements per finalment tractar-los amb antioxidant. A vegades n'hi haurà prou amb reforçar l'estructura existent soldant un passamà prèviament tractat a l'ala superior i/o a l'ala inferior.

# ÀILLAMENT ENVERS EL FOC

Hi ha diferents intervencions per protegir les bigues de fusta del foc, però no totes són respectuoses amb el patrimoni existent. Així doncs, solucions com les pintures ignífugues, i cel·lasos, no les plantejarem.

Per tal de que la biga de fusta segueixi amb la seva capacitat portant durant els temps que regula la normativa contra incendis, es pot augmentar la secció de la biga i així s'augmenta el temps fins arribar al sol·licitat. L'augment de secció, tal com veiem a l'apartat de millora de la fletxa, es pot produir de diferents maneres, però si s'augmenta per la part superior no es canvia l'aspecte visual del sostre.

## MILLORA DE L'AÏLLAMENT ACÚSTIC

Els forjats tradicionals solen tenir un malt comportament acústic. Poc aïllament acústic a causa del poc pes del forjat, el so aeri, o excessiva transmissió de les vibracions per unions massa rígides, el so d'impacte. Normalment per a millorar l'aïllament acústic aeri no podem augmentar la massa del forjat per les pròpies condicions de l'estructura preexistent. Una opció és afegir un fals sostre a una distància mínima de 25 cms amb una aïllament de 5 cms a sobre. Aquesta solució redueix el soroll en uns 10 dbA, però amaga el forjat.

Per a millorar l'aïllament acústic d'impacte es pot optar per col·locar una capa elàstica a sota del paviment o per col·locar un revestiment plàstic o tèxtil a sobre del paviment. Aquesta solució també millora l'aïllament acústic aeri. La superposició de materials porosos i absorbents, com els encenalls de suro o polièstirè, dissipen les diferents longituds d'ona acústiques, el so aeri, i eviten la transmissió de la vibració en el so d'impacte.

## PRÒTESIS

Quan la biga està malmesa en el seu punt de recolzament o bé només té una lesió o fractura puntual, mentre la resta de la fusta manté tota la seva resistència, és aconsellable fer una pròtesi per substituir només la part malmesa. Tal com hem anat recordant la fusta històrica té unes qualitats que avui dia són difícils de trobar en el mercat.

La pròtesi consisteix en una unió de dues peces de fusta encolades. En la unió entre les dues parts és molt important la geometria que dependrà de si els esforços a que estarà sotmesa la biga o element són de flexió, compressió o tracció. Per les pròtesis sotmeses a compressió és freqüent l'empalmament d'espiga, l'empalmament de forquilla i l'empalmament de mitjamossa. Per les pròtesis sotmeses a tracció s'utilitzen diferents variants de l'empalmament de cua d'oreneta, i finalment tenim l'empalmament de junta de jou: dues mosses obliqües que encaixen entre les quals es col·loquen dues falques que les mantenen fortament travades, i serveix per pròtesis sotmeses tan a compressió com a flexió i tracció.



# 2.7

PATOLOGÍES PRINCIPALS

*Cobertes*

# FILTRACIONS D'AIGUA

## PATOLOGIA

La teulada està formada per petits elements que mitjançant el solapament confereixen la impermeabilització a l'edifici. Aquesta és la principal funció de les teules, conduir i treure les aigües plujanes de l'edificació. L'entrada d'aigua a l'edifici, és el punt de partida d'humitats i causa de patologies a d'altres elements, com el podriment de la fusta, ...

## CAUSA

L'entrada d'aigua pot ser a causa d'un solapament deficient de les teules, puntual o bé general, per falta de pendent a la coberta. Pot ser també a causa de l'existència d'alguna teula trencada. Les arrels de la vegetació que creix a la coberta quan no hi ha manteniment produeix esquerdes al morter de suport i a les teules.

Altres causes de filtracions d'aigua són detalls malt resolts allà on la coberta es troba amb elements com xemeneies, parets mitgeres...

## INTERVENCIÓ

Per intervenir, s'haurà de localitzar exactament on es produeix la infiltració i segellar correctament

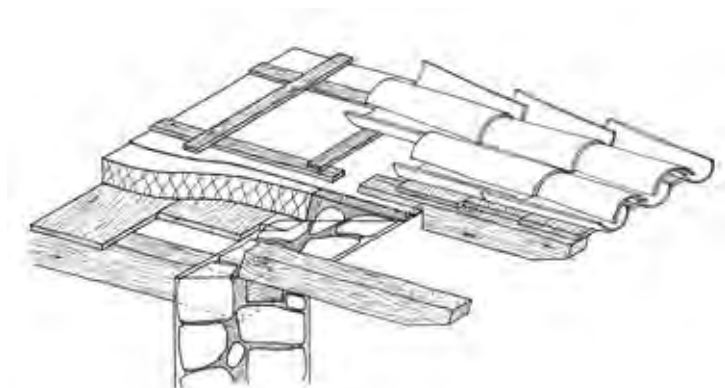
# MILLORA DE L'AÏLLAMENT TÈRMIC

Si volem mantenir el seu caràcter i encant, haurem de fugir d'aïllaments a manera de fals sostre i aprofitar l'espai entre els taulers de fusta o la solera de rajol i la teula per posar-hi l'aïllament. Si es vol millorar també l'estanquitat es pot posar sobre l'aïllament una làmina impermeable però transpirable per no perdre les qualitats de les cobertes tradicionals. En aquestes cobertes els vapors produïts a l'interior s'evacuen, evitant condensacions i humitats que serien molt nocives per tots els elements de fusta. Podem millorar el confort i disminuir el consum energètic sobretot a l'estiu, si entre l'aïllament i la teula hi fem una càmera d'aire ventilada amb una entramat de llata contra llata.

Un molt bon aïllament és el suro, amb una capacitat aïllant comparable a la dels derivats del petroli com el poliestirè expandit i el poliuretà, i a la llana de roca. A diferència d'aquesta última que perd la seva capacitat aïllant si es mulla una sola vegada, el suro no perd les seves qualitats amb l'humitat o per haver estat puntualment en contacte amb l'aigua i té una avantatge afegida: ser transpirable.

Un altre aïllament possible és el dels panells de fibra de fusta. És també un aïllament natural i transpirable tot i que no prové de la nostra tradició arquitectònica com el suro, sinó que és més propi de països de centre i nord d'Europa on la fusta és un recurs fàcil. Ambdós materials són bons aïllants tèrmics i acústics, tant del soroll aeri com del soroll d'impacte.

Per fer qualssevol intervenció respectuosa amb l'edifici existent cal treure les teules: desteular per tornar a enteular. Cal conservar al màxim les teules originals. Els seus colors i textures enriqueixen la visió del conjunt. Si cal substituir-ne moltes pel seu malt estat, una bona opció és posar les noves de canal i les velles de teula cobertora.



Quan la coberta té ràfec cal tenir molta cura amb que l'increment de secció que comporta el gruix de l'aïllament no es traslladi a fóra. Un ràfec amb molt de gruix crea una ombra que modifica la percepció de tot el conjunt. Generalment en la nostra tradició arquitectònica te molt de pes la visió de volums contundents amb una ombra fina que projecte el ràfec o barbacana.

Informació i fonts:



Enllaç web:

<https://www.projectegreta.cat>







# La Fassina de Castellbell

CELLER COOPERATIU

CC BY-NC-ND Reconeixement-NoComercial-SenseObraDerivada

