



DES DE 1977

A IBERTRAC, AMB 30 ANYS D'EXPERIÈNCIA,  
DISPOSEM D'UNA DIVISIÓ ESPECÍFICA PER  
A CADA PROBLEMA DE PLAGUES.  
TRACTEM CADA CAS AMB SERIETAT I RIGOR  
PROFESSIONAL, FENT SERVIR TOTS ELS  
RECURSOS NECESSARIS I COMPLETANT ELS  
PROCEDIMENTS, ASSEGURANT-NOS D'UNA  
EFICÀCIA DEL 100% EN ELS RESULTATS.



**TRACTAMENTS DE LA FUSTA  
CONTROL DE PLAGUES**

**93 439 31 04 · 93 430 43 01**  
**[www.ibertrac.com](http://www.ibertrac.com) / [www.termitas.net](http://www.termitas.net)**  
**LORETO 13-15 D 08029 BARCELONA**

**CUIDEM LA  
FUSTA**



DES DE 1977

# Tradició i innovació en rehabilitació

1r Simposi celebrat al CAATEEB com a fòrum de debat tècnic permanent entre empreses i professionals



**Anna Moreno**  
informatiu@apabcn.cat

■ ■ El 1r Simposi sobre *Tradició i innovació en rehabilitació* organitzat pel CAATEEB el passat mes d'octubre va ser un veritable èxit, amb una gran aflluència de professionals interessats en el món de la rehabilitació, en uns moments en què sembla que l'obra nova està congelada i que, com a la resta de països més desenvolupats de la UE, ofereix el camí més adequat. Un gran nombre de professionals de totes les edats van assistir a aquest debat, que durant dos dies va tenir lloc a la sala d'actes del CAATEEB, plena de gom a gom.

## Una bona diagnosi prèvia

El debat esdevé una guia per enfocar la rehabilitació estructural i tèrmica dels nostres edificis de la millor manera possible. Bàsicament es tracta de la tipologia d'edificis de murs de càrrega, normalment amb ceràmica o pedra; sostres d'elements resistents de fusta, metàl·lics i formigó. Sembla imprescindible escometre abans que res, una bona diagnosi, analitzant els materials i els sistemes emprats per assolir operacions encertades que solucionin i millorin les condicions inicials. El factor ambiental, relacionat amb el clima i amb la pell de l'edifici té molt a veure amb el seu estat de conservació i incideix de forma directa sobretot en les estructures horitzontals.

Des dels primers reforços de sostres amb patologies estructurals provocades per l'aluminosi, han passat ja uns anys i



JOSEP BAQUER, CONSULTOR D'ESTRUCTURES I MEMBRE DE L'ACE, VA EXPOSAR ELS PUNTS BÀSICS DE TOTA REHABILITACIÓ ESTRUCTURAL

la indústria ha anat incorporant diferents solucions que avui disposen, en la majoria dels casos, de certificat de idoneïtat tècnica. També han aparegut nous materials i nous compostos destinats a aquest parc edificat del passat, que no suporta determinades reparacions amb materials massa rígids. Les fibres de vidre, les fibres de carboni o aramida embegudes en matrius de resines, són com les benes del malalt que confinen allò que s'esquerda per un excés de tensions.

En el terreny dels morters hi ha una continua investigació i l'oferta és amplíssima, en quan a composició, resistències, granulometries controlades, armat de fibres, adicions de materials sintètics,

etc. Aquesta varietat ens permet triar el material en funció de l'aplicació (humitats per capil·laritat, restauració de morters de cal, hidrofugats transpirables, segellat de fissures, etc).

També en el sector dels aïllaments la situació avança amb velocitat i comencem a parlar de materials termoreflexius o gels capaços de canviar de fase per adaptar-se de la millor manera a la situació ambiental en cada moment. Aquí la indústria química té molt a fer de la mà de les empreses, i convé seguir treballant incorporant materials ja utilitzats en d'altres indústries amb departaments consolidats d'I+D.

En la primera part del simposi, Josep Baquer, arquitecte tècnic i consultor d'estructures, va plantejar una sèrie de punts bàsics pel bon desenvolupament de qualsevol rehabilitació. Per innovar

*Per innovar cal conèixer la tradició, cal conèixer a fons els materials amb els que l'edifici es va construir*



EL SIMPOSI ES VA SEGUIR AMB ATENCIÓ A LA SALA D'ACTES DEL CAATEEB  
PLENA DE GOMA GOM



FORMANT PART DEL SIMPOSI ES VA ORGANITZAR UNA EXPOSICIÓ DE  
PRODUCTES PER A LA REHABILITACIÓ

cal conèixer la tradició, cal conèixer a fons els materials amb els que l'edifici va estar construït. En la majoria dels casos del nostre entorn més proper, ens trobem amb estructures isostàtiques i materials ceràmics, petris i morters de calç, fusta, acer laminat i formigons deteriorats per les biguetes de sostres. És necessari conèixer el material a fons si volem entendre les patologies pròpies de cadascú d'ells. El perill és actuar empitjorant determinades situacions, sobrecarregant l'edifici o rigiditzant-lo més enllà del que el global de la seva estructura pot assolir<sup>1</sup>.

Respectar la tradició significa entendre com funcionen els sistemes d'altres temps. Cal saber com funciona la transmissió de càrregues en una volta a la catalana per no cometre errors a l'hora de restaurar-la. Fer xapes de compressió sense connexió perimetral, és sobrecarregar l'estructura sense solucionar la fletxa<sup>2</sup>.

Rehabilitar, va dir Baquer, significa analitzar, comprendre i actuar amb coneixement, aportant solucions adequades per cada cas, i aquí, la primera etapa, la de la diagnosi, sembla fonamental. No ens podem confiar de dades estadístiques i en aquest sentit, cal tractar de caracteritzar amb el màxim de detall la situació de partida. Les eines de càlcul són prou desenvolupades com per detectar els punts febles. No s'ha d'oblidar que l'edificació, i sobretot la destinada a habitatge, pateix reformes importants al llarg de la seva vida útil, que modifiquen l'estat d'equilibri inicial: estintolaments, enderrocs d'envans, sobrecàrregues amb reforços inútils, pèrdua de secció-capacitat d'ele-

ments horitzontals dels sostres, etc. I que en moltes ocasions, aquestes reformes generen esforços inadmissibles que posen en perill l'estabilitat del conjunt. Tot això sense oblidar la part de l'estructura més important, la que ho suporta tot: el terreny. La majoria d'actuacions rehabilitadores fetes en els darrers quinze anys, han optat per afegir nous elements de formigó armat o metàl·lics, que deixant a banda la seva eficàcia, generen importants addicions de càrrega. Convé per tant, revisar les condicions de resistència del terreny i el tipus de fonament, el seu estat de conservació i la seva capacitat de transmissió.

Baquer apuntà finalment que l'únic document normatiu que obra una porta per a la rehabilitació estructural és l'Annex D del Codi Tècnic: *Avaluació estructural en edificis existents*. Val la pena una lectura detinguda.

#### Línea de morters de calç de Mapei

Gabriel Ortín de l'empresa Mapei va presentar a continuació una línea de morters de calç molt interessant, amb un nou component: l'*ecoputzolana*. Es tracta d'una putzolana sintètica que permet fer la presa del morter de calç en molt poc temps (3 dies). Les resistències són anàlogues a les dels sistemes tradicionals i les propietats elastomecàniques, compatibles amb les dels materials petris i ceràmics. Aquests morters tenen elevada

transpirabilitat i prou porositat per deixar que el tancament respiri i així, evitar les condensacions superficials; tenen elevada resistència a les sals solubles i cap reacció àlcali-àrid.

El *Mapei-Antique* es pot utilitzar com a beurada d'injecció en fàbriques de maçoneria, o com a aglomerant per a barrejar amb granulats adequats i obtenir-ne morters d'arrebossat, morters deshumidificants macroporosos, morters per a fàbriques de ceràmica i/o d'acabats de diferent textura i color.

Mapei va explicar també un altre línea de producte destinat al reforç de les fàbriques ceràmiques, a base d'una malla, normalment de fibra de vidre, i una matriu de resines sintètiques, amb incorporació de làtex com a substitut de l'aigua de pastat. Aquest morter armat d'aplicació en capes de molt poc gruix, resulta molt adequat per a reforços sísmics d'elements de ceràmica (murs, arcs i voltes), per incrementar la resistència a tallant de murs de pedra i ceràmica, per a arrebossats destinats a redistribuir tensions o per a reforçar elements amb possibilitats de fissuració per canvi de material (finestres, contacte formigó-ceràmica, etc).

#### Les aplicacions dels FRP

Carles Cots, enginyer de camins, va exposar de forma exemplar, tot el món de les aplicacions dels FRP (*fiber reinforced polymers*). Cots, en representació de

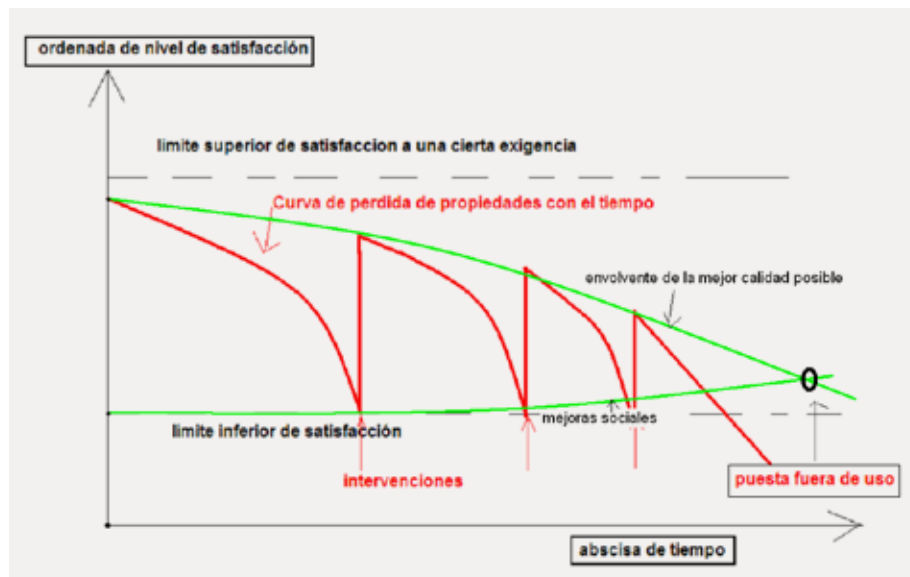
*Respectar la tradició significa entendre com funcionen els sistemes d'altres temps*

BASF, va mostrar gran varietat d'aplicacions executades, amb problemàtiques ben diferents. L'empresa es troba potser més a prop del món de les obres públiques i les grans infraestructures, però abasta una tecnologia suficient per donar resposta a rehabilitacions d'estructures de tota mena. Les solucions amb fibres de carboni, poden aplicar-se com a reforç col·laborant, amb connexió, o be mitjançant la descàrrega o el posttesat, molt eficaç en determinats casos.

De la mateixa forma que la resta de ponents, Cots va insistir en què el primer que cal fer és una radiografia del malalt. És imprescindible determinar l'armat de la peça a tractar i caracteritzar-la numèricament abans de prescriure el tractament adequat. La lleugeresa, poc gruix de l'aplicació i les altes prestacions de les fibres de carboni, fan del *Mbrace* un producte estrella en el món del reforç d'estructures de formigó. Aquestes bandes poden treballar confinant la peça de formigó armat, o dotant-la de més capacitat a flexió, quan es tracta d'un element horitzontal deteriorat; permetent també, fer cosits a tracció d'elements fissurats ja siguin de formigó armat o de ceràmica. Les condicions d'aplicació són rigoroses, ja que les bandes de fibra de carboni treballen per adherència sobre el suport de formigó, que haurà de preparar-se adequadament, per garantir l'adherència de les resines *epoxi*, pont d'unió entre ambdós materials. Les avantatges de la senzillesa de posada en obra i el temps d'aplicació i posada en servei (24 hores), fan aquest producte molt atractiu. Les fibres de carboni són estables en ambients agressius, versàtils a qualsevol geometria i de baix manteniment. Cal destacar com a limitació la no estabilitat davant les altes temperatures (80-100 °C), degut a la seva matriu de resines<sup>3</sup>.

### Patologies de les estructures

La segona part del capítol d'estructures va estar coordinat per Fructuós Mañà, catedràtic de Construcció a la UPC, que amb l'experiència de molts anys en el món de la construcció i les estructures, va analitzar les patologies d'aquesta part



GRÀFIC 1. EN EL GRÀFIC PRESENTAT PER FRUCTUÓS MAÑÀ ES REFLECTEIXEN LES INTERVENCIIONS SOBRE EL CONSTRUÏT I LES MILLORES SOCIALS

dels edificis, des de vessants més àmplies. Mañà, va iniciar la seva ponència amb un gràfic molt interessant: la representació gràfica de la durabilitat dels edificis envers el grau de satisfacció respecte a la demanda, al llarg del temps. En el gràfic es reflecteix en les intervencions sobre el construït, durant les fases de la seva vida i les millores socials que impliquen major exigència de qualitat/confort. El punt final de l'ús de l'edifici, és aquell en el qual la corba de qualitat i la de millores socials es troben (vegeu *gràfic 1*).

De la seva observació, se'n pot deduir que, malgrat anar intervenint sobre les edificacions amb accions de manteniment i/o rehabilitació, la tornada a posada en servei posterior mai assoleix completament les exigències de qualitat, que el pas del temps i el desenvolupament tècnic i social exigeixen; arribat a un punt, els edificis necessiten de rehabilitacions integrals (que afecten l'estructura de manera important), i que poden equiparar-se a obres de nova planta.

Segons Mañà, els sostres són els sistemes més fungibles del gros de l'estructura. La fusta, amb el pas dels anys es podreix si no gaudeix de les condicions d'humitat adequades, l'acer laminat pateix d'oxidació per excés d'humitat i manca de manteniment, el ciment es

carbonata provocant la corrosió de les armadures de les biguetes.

Les exigències del CTE DB AE queden molt lluny de la MV 101 de l'any 1962, document que regia quan es varen construir els edificis entre els anys 50 i 60. Això implica que cal revisar-ne els càlculs de les seves estructures i comprovar-ne sobrecàrregues i fatigues.

Mañà va insistir en la importància de controlar la rigidesa dels materials aportats i de revisar les solucions que incorporen nous sistemes, per tractar de deixar l'estructura sense fatigues innecessàries. Cal doncs, assegurar que les connexions entre estructura original i reforços treballin de forma solidària, i valorar alternativament sistemes de descàrrega o posttesat tan eficaços o més que els anteriors.

Els dos camins principals pel reforç són per tant: la connexió o el posttesat. Després relaciona vuit punts a considerar en qualsevol actuació de reparació de sostres:

- 1. Atorgar la resistència adequada
- 2. Facilitar la maniobra
- 3. Connexió senzilla a les parts
- 4. Facilitat per passar envans
- 5. Capacitat d'ajustar-se a canvis de mides
- 6. Respecte a les instal·lacions
- 7. Respecte a l'existent (ni aigua ni foc)
- 8. Facilitat per ajustar-se a les bigues existents

*El punt final de l'ús de l'edifici, és aquell en el qual la corba de qualitat i la de millores socials es troben*





CARLES COTS, ENGINYER DE CAMINS, EN UN MOMENT DE L'EXPOSICIÓ



FRUCTUÓS MAÑÀ, CATEDRÀTIC DE CONSTRUCCIÓ A LA UPC, VA PRESENTAR EL TEMA DE LA REPARACIÓ DE SOSTRES

### Sistemes de connexió i de reforç de sostres disponibles al mercat

Tecnaria, Cointecs, Nou Bau i Extend varen presentar sistemes de connexió i de reforç de sostres, disponibles en el mercat actual; tots amb documents d' idoneïtat tècnica i d'altres certificacions d'homologació actualitzats. Fa temps que aquests sistemes són al mercat de la rehabilitació, i els seus productes són coneguts per la majoria dels especialistes. Són solucions de reforç que treballen amb elements metàl·lics (acer *inox*, galvanitzat, alumini) i les seves geometries responen a patents, que solucionen el reforç per

connexió o substitució funcional de l'element. Uns, opten per transmetre moments a la paret de càrrega perimetral i d'altres, bé pel disseny de la peça d'ancoratge al mur, o bé per la pefletxa provocada en el reforç, ho consideren perjudicial. Depenent de cada cas, el tècnic responsable n'haurà de valorar les virtuts i inconvenients de cada sistema.

Les dades importants que ajudaran a decidir sobre el sistema són:

- 1. L'ambient on es fa l'actuació
- 2. La capacitat d'assolir moments del mur portant
- 3. El sobrepès que representa el reforç i la capacitat de l'estructura per assolir-lo.
- 4. Les dificultats d'accés i de treball
- 5. Les possibilitats de soldadura

### Rehabilitació energètica

La segona part del simposi, coordinada per Josep Linares, director de Rehabilitació de l'Agència de l'Habitatge de Catalunya, va tractar de la rehabilitació energètica. Avui ja tenim clar que els causants de les patologies més abundants en les estructures dels edificis són els ambients amb excés d'humitat, per manca d'aïllament de la pell o per condensacions superficials en un disseny equivocat de la mateixa; les filtracions d'aigua o la degradació dels murs per capillaritat. Molts d'aquests problemes es poden resoldre tant en obra nova com en rehabilitació mitjançant el tractament adequat dels tancaments.

Una diagnosi prèvia és també necessària, quan atenem la rehabilitació energètica. Caldrà abrigar els tancaments, per dintre o per fora, detectar els ponts tèrmics i fer una avaluació quantitativa de les fuites. Això és imprescindible quan s'han de complir els compromisos quant a estalvi energètic i el control en les emissions de CO<sub>2</sub>, que molt aviat es traduirà en un règim de sancions.

La indústria contemporània està desenvolupant nous materials amb elevades prestacions que comencen a ser també aplicables, en obres d'edificació. Són materials termoreflexius de molt poc gruix, molt eficaços dins d'una cambra d'aire estanca, tota vegada que, com a material impermeable representa una barrera de vapor. S'està començant a treballar amb aerogels, materials amb base de parafina, capaços de canviar de fase i d'emetre calories com d'absorbir-les depenent de les condicions ambientals. Cal entendre bé la termodinàmica de la pell dels edificis per triar la solució més avantatjosa. Hi ha empreses especialitzades en aquests temes energètics que

*Les exigències del CTE DB AE queden molt lluny de la MV 101 de l'any 1962*

poden mesurar fuites, radiacions i fer simulacions en diferents circumstàncies.

La tendència cap a generar *passive houses*, habitatges que no necessitin d'aportació energètica afegida, més enllà de la solar, per assolir els nivells de confort establerts, és encoratjadora; sobretot perquè en el nostre clima no sembla difícil. Hem d'augmentar els gruixos o les prestacions dels aïllaments. Per la nostra zona climàtica, i sense pretendre elevats graus de precisió, l'aproximació és de 10 cm per els tancaments verticals i 15 cm pels horitzontals/inclinats. Cal vigilar amb la transpirabilitat de la pell, per tal que no es produeixin condensacions superficials i atendre als ponts tèrmics, relacionats amb l'estructura, voladissos de cobertes o perímetres de forats de façana.

Si l'aire estanc és el millor aïllant i la transmitància de l'aigua és 24 vegades superior a la de l'aire, va dir Linares, pararem atenció a les solucions en les que l'aïllant és vulnerable a l'aigua, ja que les seves prestacions baixaran de forma empinada. Gruix i baix coeficient de conductivitat tèrmica són els factors que determinaran la transmitància adequada del tancament.

### La façana ventilada

En obres de rehabilitació, la façana ventilada sembla una bona solució, ja que permet actuar des de l'exterior amb tot el seguit d'avantatges que això representa. Permet una posada al dia de la façana en termes sobretot estètics, tota vegada que resol bé els ponts tèrmics. La façana ventilada ajuda a dissipar l'excés de calories en els plans irradiats i refrigerar la pell mitjançant la cambra exterior (sobretot en estacions caloroses), millorant les condicions de treball de l'aïllament.

Es varen presentar diferents solucions d'aïllant per l'exterior. Propampsa ens presentà el sistema Aisterm, que abriga la façana amb plaques de poliestirè expandit fixats mecànicament sobre el tancament i que recobreix amb morters especials, que són a la vegada, l'acabat de la façana.

*S'està començant a treballar amb aerogels, materials amb base de parafina, capaços de canviar de fase i d'emetre calories com d'absorbir-les*



JOSEP LINARES, DIRECTOR DE REHABILITACIÓ DE L'AGÈNCIA DE L'HABITATGE DE CATALUNYA, VA TRACTAR SOBRE LA REHABILITACIÓ ENERGÈTICA

### *Gruix i baix coeficient de conductivitat tèrmica són els factors que determinaran la transmitància adequada del tancament*

Ferran Corona de Trespa va defensar la solució de façana ventilada, sobretot per resoldre els temes d'aigua i ponts tèrmics, que poden afectar el tancament. Va incidir en què una bona aplicació d'aïllament sobre els tancaments representa un important estalvi energètic, que repercuteix favorablement en la factura de la llum/gas. Estudis mesurats, realitzats sobre edificis tractats amb el sistema de façana ventilada avalen la teoria. El panell Trespa, conegut des de fa temps, presenta una gran estabilitat de color, però ha de preveure les dilatacions que la radiació solar, sobretot en el nostre clima, poden afectar les seves dimensions (juntes i folgança dels punts ancoratges). També ha desenvolupat un ancoratge de la subestructura per estalviar ponts tèrmics.

Finalment Circa, amb els seus panells de micromorter aplicables a solucions de façana ventilada, aposten també per

aquest tipus de solució per l'exterior. Els panells poden conformar-se a mida i disseny del projectista, sempre a partir d'unes dimensions fixes de fabricació, de 3 x 2,20 m. que obliga a plantejar-se l'espejament, ajustant-se al màxim per reduir-ne les minves de material. El panell de 3 cm necessita una fixació molt valenta degut a l'elevada densitat del material. Presenta la coloració en tot el gruix, i es pot dotar d'uns acabats a base de silicats (permeables al vapor d'aigua), o hidrofugants, sempre amb una qualificació davant el foc d'A ■

### NOTES

- 1 Vegeu l'article sobre els *Perfils d'ala estreta: final de la seva vida útil* (L'INFORMATIU 331, febrer 2012.)
- 2 Vegeu l'article *Escalles amb volta a la catalana* (L'INFORMATIU 334, desembre 2012)
- 3 Vegeu l'article *Reforç estructural amb fibres de carboni* (L'INFORMATIU 261, octubre 2005)

**El 1r Simposi TRADICIÓ I INNOVACIÓ EN REHABILITACIÓ s'ha celebrat amb el suport i col·laboració de les empreses**

