

# Construcció sostenible amb arcs i voltes

16

*Gabriel Barbeta i Solà*

**A**vui dia cal destacar els arcs i voltes com a tecnologia estructural de baix cost econòmic i ambiental, i que pot facilitar la resolució de cobertes sense un ús excessiu d'acer. La seva durabilitat, versatilitat i senzillesa donen fe d'una saviesa tradicional que va ser abandonada injustificadament i que cal recuperar i actualitzar com a nova via sostenible d'edificar. Aquest article dóna informació i eines de treball basades en l'experiència pròpia de construir i investigar en noves tecnologies més ecològiques durant els darrers vint anys, recuperant alhora un patrimoni tecnològic herència directa d'arquitectes com Ignasi Bosch o Gaudí, del modernisme en general, del gòtic, del romànic i en definitiva de tota relectura de les formes que treballen a compressió modelades per la mateixa natura.

Vegem a continuació la descripció de diferents tipus de voltes segons el sistema constructiu utilitzat.

## **Volta de canó de maó de pla amb cindri corredís**

És la forma més efectiva de recuperació de la volta catalana. Es tracta de fer servir un cindri de 60 cm d'amplada, just per fer-hi entrar dues filades de totxos massissos semimanuals de 5 cm de gruix. El cindri ha de ser indeformable i lleuger, per això és ideal l'ús de dues fustes DM amb el dibuix de la secció de la volta i separades per travessers massissos de 5 x 5 cada 30 m. El tauler de contacte amb

**La durabilitat, versatilitat i senzillesa dels arcs i les voltes donen fe d'una saviesa tradicional que va ser abandonada injustificadament i que cal tornar a recuperar i actualitzar com a nova via sostenible d'edificar**



*Execució de la primera fulla amb ciment natural ràpid. Obra Sant Salvador de Guardiola.*

els maons i el morter és millor que sigui hidròfug, per tal d'evitar inflamments del motlle i les consegüents deformacions en l'execució. El cindri recolza sobre taulons apuntalats en els laterals de l'espai a cobrir, entre els quals es posen falques de fusta per permetre el descintrat un cop acabat el tram de volta.

Tradicionalment el primer guix se solia agafar amb guix, pastat en poca quantitat pel manobre, per tal d'enllardar com a molt un parell de peces. El doblament superior ja es feia amb morter de calç, o bé amb un bastard mixt de calç i pòrtland. Però una possible humitat hi podria provocar patologies derivades de la formació de la sal de Candlot o etringita expansiva, fruit de la interacció entre els sulfats del guix i els aluminats càlcics del ciment. Per evitar-ho va sorgir la resolució tècnica del Dr. Ferran Gomà, en l'obra de la Sagrada Família, de substituir el guix en les voltes per ciment ràpid natural de mina. Alhora, l'ús del ciment ràpid dona una major garantia en un procés d'obra amb presència de precipitacions.

Tanmateix, hem trobat un mecanisme d'execució molt més ràpid i menys especialitzat, que consisteix a abocar l'aglomerant en comptes d'enllardar peça per peça. El tauler superior del cindri ja porta dibuixats inicialment juntes i totxos, la qual cosa facilita enormement que es pugui deixar una obra vista i homogènia. Es



*Neteja de les juntes un cop ja s'ha donat l'enduriment inicial del morter de les fulles del doblat.  
Obra Sant Salvador de Guardiola*

posen primer els totxos en sec en la seva posició definitiva, prèviament humitejats per immersió. El paleta pasta el ràpid prou clar per reblir força juntes al mateix temps i evitar així un adormiment excessiu del ràpid. En temps calorós la velocitat de reacció és molt més ràpida. Una forma d'alentir-la és mesclar-hi una mica de calç o suc de llimona, mitja per cada gaveta. Un cop executada el primer gruix amb totxos o maons i amb el ràpid, es procedeix a fer dos doblaments amb rajol ceràmic de segones amb estriat a dues cares, col·locat a trencajunts i amb morter plàstic de calç i ciment pòrtland. Posar una de les filades en diagonal encara dóna major seguretat, ja que evita concordances a les juntes.

Es completa així l'execució d'una secció de seixanta centímetres de volta, i ja es pot passar a desemmotllar, traient les falques i fent córrer amb compte el cindri per sobre dels taulons inferiors, per fer el següent tram. Els operaris queden sorpresos per l'equilibri i la solidesa de l'element acabat de fer: s'hi poden enfilars i tot. En aquest punt s'aconsella netejar les restes i sobrants de les juntes inferiors, si es pretén deixar l'obra vista. N'hi ha prou de rascar-ho amb el paletí i fer-hi una passada de raspall de pues de plàstic. Sí s'espera gaires hores a fer-ho llavors cal repicar-ho amb escarpa i maceta, i es perd temps i qualitat visual.

**El paleta ha de pasta el ràpid prou clar per reblir força juntes al mateix temps, i evitar un adormiment excessiu del ràpid. En temps calorós la velocitat de reacció és molt més ràpida, però es pot alentir afegint-hi una mica de calç o suc de llimona**

*Voltes catalanes de maó pla recolzades sobre jàsseres mixtes de 8 m, supervisat per l'ITL de Lleida. Obra a Almacelles.*

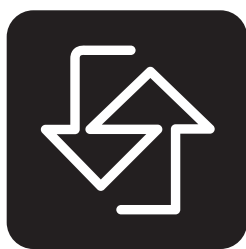


**En el cas que l'espai tingui un estrangulament o curvatura, és molt pràctic utilitzar cintrís desmuntables, o bé anar-los retallant a mesura que perdem amplada en la llum de la volta. Un altre sistema és fer diversos cindris i encofrar-ho tot alhora**

Aquest tipus d'execució l'he utilitzat amb gent que mai no l'havia realitzat abans, i realment ho copen de seguida. S'hi aconseguixen bons rendiments, uns 5 cindris per dia, aproximadament 15 m<sup>2</sup>, la qual cosa el fa competitiu respecte als forjats unidireccionals.

#### **Volta amb directriu corba**

Quan ens trobem amb murs arrodonits, podem utilitzar també el sistema anterior però fent girar el cindri en la direcció dels murs. És bo començar des del mig cap als laterals per deixar les peces tallades en els finals. En el cas que l'espai tingui un estrangulament o curvatura és molt pràctic utilitzar cintrís desmuntables, o bé anar-los retallant a mesura que es perd amplada en la llum de la volta. Un altre sistema, quan la mà d'obra està poc qualificada, és fer diversos cindris i encofrar-ho tot alhora.



ASCENSORS  
**SERRA**

**Fabricació, instal·lació, manteniment,  
reparació i reformes de tot tipus  
d'aparells elevadors.**

**CONSULTI'NS!**

Ronda Les Mates, 9-10 Apartat 61 17800 OLOT (Girona)  
Tel. 972 26 05 00 - 972 26 18 65 Fax 972 26 92 03



*Detall de volta amb generatriu corba i no constant. Es pot apreciar el retall del cintri de fusta, que es realitza a mida que la llum es redueix. El cèrcol s'executa en pendent. Obra Sant Celoni.*

### **Volta de maó en rosca**

Tipus de volta molt pesant, amb bloc de BTC (bloc de terra estabilitzada massís sense coure). Es pot executar com l'anterior, però normalment es fa amb morter mixt, per la qual cosa cal esperar un mínim de 7 hores per al desemmotllament. No s'hi fa cap doblament superior, sinó tan sols una capa de formigó amb fibres.

### **Volta núbia**

Técnica ancestral de l'Alt Nil recuperada per l'arquitecte egipci Hassan Fathi com un sistema de fer voltes i cúpules sense cindri. Aquesta modalitat, pensada per fer servir maons manuals de tova, es basa a no posar les peces de forma totalment radial sinó amb un decalatge d'uns 17º, per tal de donar una major adherència al morter. Es treballa amb un fil o un regle a manera de radi.

### **Volta massissa de formigó amb fibres**

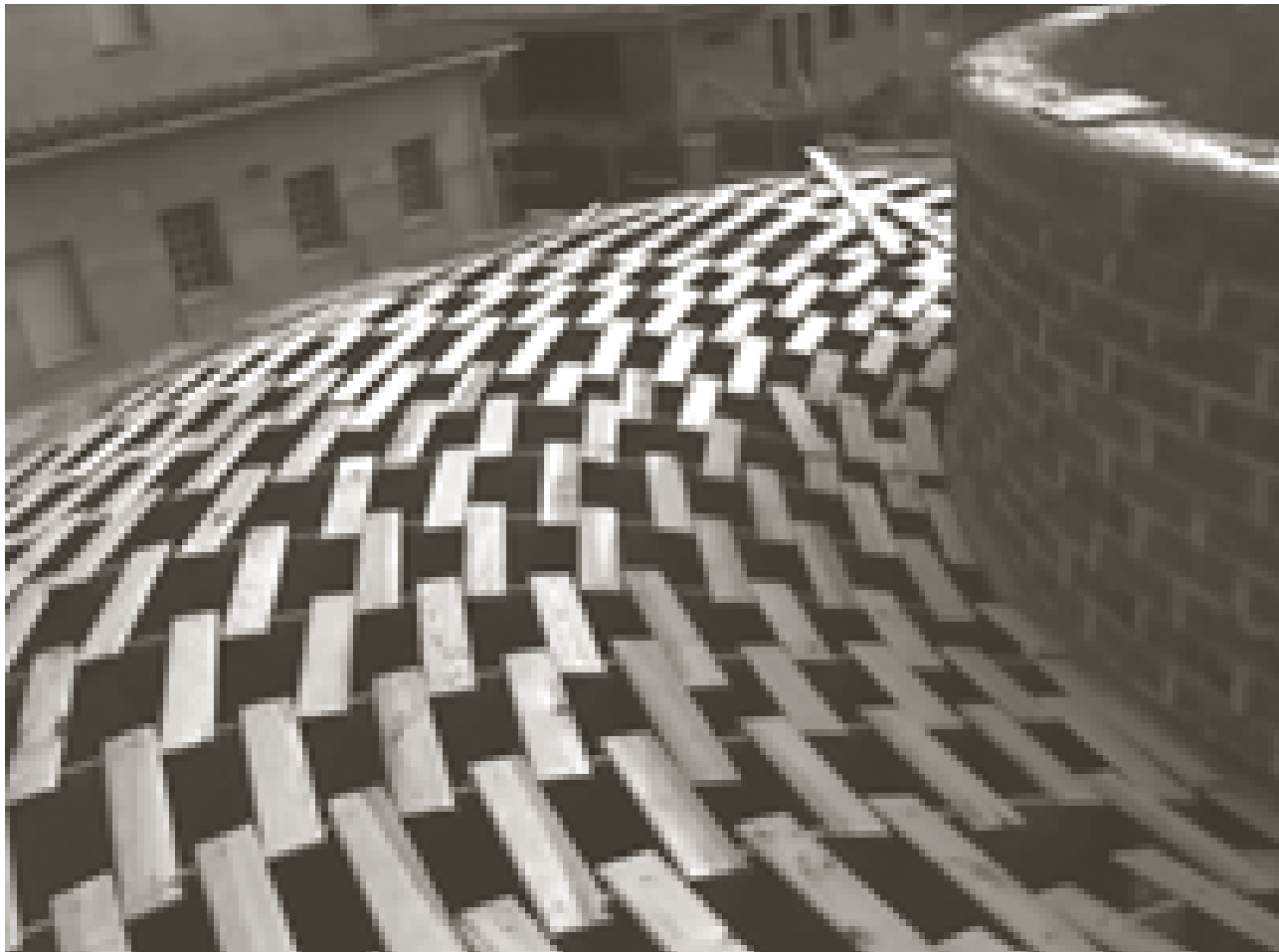
Tècnica basada en l'ús de formigons alleugerits amb fibres abocats o gunitats. Es pot realitzar sobre cindri o bé sobre malla orgànica o de plàstic. La introducció de fibres de reciclatge i/o aïllants permet treballar amb gruixos petits i velocitats d'execució altes. Aquesta tècnica és la que es va emprar en l'execució del Pavelló d'Iniciatives Ciutadanes de l'Expo 2008 de Saragossa.

### **Conclusions**

Els avantatges que ens ofereix la construcció actual amb volta són:

1. Minimització de l'ús de materials de gran cost energètic, com l'acer, les fibres o resines procedents del petroli o el mateix alumini.
2. Gran inèrcia tèrmica i aïllament, procedent del rebliment de la volta amb formigons pobres de calç o de terra estabilitzada amb gran addició de fibres naturals aïllants.

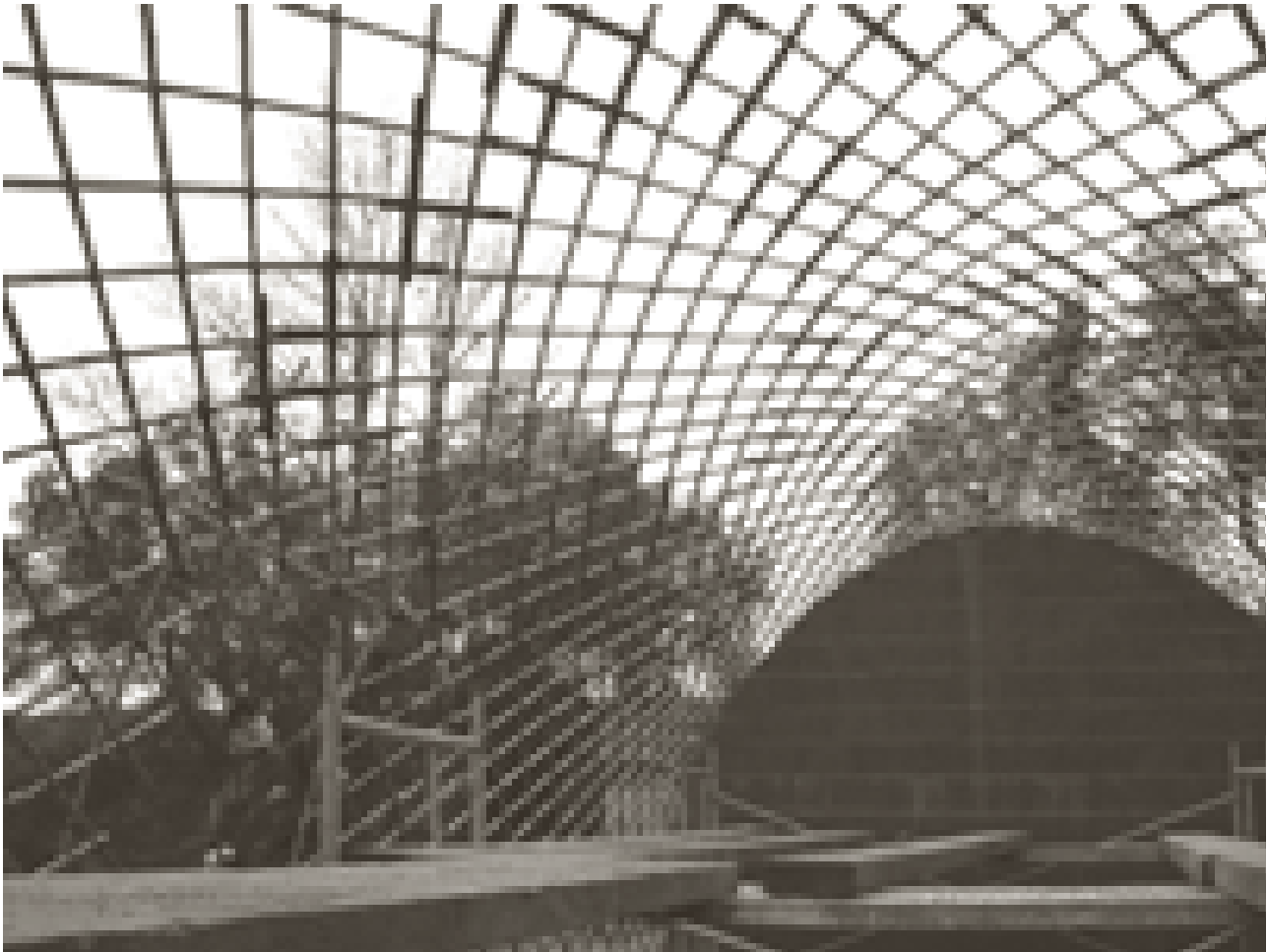
*Encofrat de volta de maó pla amb generatriu corba. Obra a Guardiola de Font-Rubí.*



3. Baix impacte ambiental en el transport dels elements bàsics de construcció. Amb molt poc material es poden cobrir grans llums estructuralment.
4. Tecnologia de procés simple, sense excessiva industrialització, la qual cosa facilita la realització de projectes amb pocs recursos.
5. Recuperació d'una saviesa i una estètica tradicionals, que incentiva i nodreix de recursos tècnics la rehabilitació del patrimoni local.
6. Molta durabilitat, factor indispensable quan parlem de sostenibilitat i ACV (anàlisi de cicle de vida); només hi juga en contra l'ús d'armats metàl·lics.
7. L'estètica del maó ens permet deixar l'obra vista, amb el consegüent estalvi relatiu de revestiment i pintat.
8. L'espai dels ronyons de la volta, si aquesta per sobre és plana, permet ubicar-hi instal·lacions i lluminàries de grans dimensions encastades.



*Volta de BTC d'una rosca, amb formigonat superior armat fibra de bambú. Obra a les Encies.*



*Volta massissa de formigó pobre amb terra estabilitzada gunitat amb fibres de blat, sobre malla de canya de bambú lligada amb brides. Tecnologia utilitzada en el Pavelló de l'Expo Saragossa 2008 en el Pavelló del Faro. Obra a la Selva.*

9. Millora amb els darrers avenços industrials i en ciència de materials. Actualment s'hi estan aplicant nous tipus de ciments i aglomerants, i sistemes d'execució més tecnificats, com els cindris mòbils regulables o la col·locació dels totxos en rotlles preformats o en cindris mòbils premarcats.

En canvi, de moment els desavantatges principals se centren sobretot en la poca difusió i recerca d'aquesta tecnologia: els tècnics i els constructors no disposen de prou formació al respecte, per la qual cosa tenen reserves a l'hora d'aplicar-la.

**Gabriel Barbeta i Solà**

*Doctor arquitecte, professor del Departament d'Arquitectura i Enginyeria de la Construcció de la UdG*