

ANÀLISIS ESTRUCTURAL DE LA CATEDRAL DE SANTA MARIA

Originalment publicat en Campbell's Measurement News 28, Desembre 2004

L'EDIFICI

La catedral de Girona, "Catedral de Santa Maria", és un dels monuments gòtics més importants del món. **Reconeguda per tenir la nau més ampla mai construïda amb 23 metres (a sota)**, la catedral ha passat per molts canvis des que va començar com a un edifici romànic el 1038.

A través dels segles, s'han fet vuit grans afegits per varis arquitectes, incorporant diferents estils arquitectònics.

El 2002 un grup d'arquitectes de Girona va començar el pla per un gran projecte de restauració.

Es va decidir que abans de començar qualsevol construcció, es requeria un anàlisi a llarg termini de la catedral per tal de determinar el **comportament estructural de l'edifici amb el pas del temps**. En particular, calia monitoritzar els canvis en les fissures de la catedral. Amb un edifici d'aquest caràcter, sempre es requereix una anàlisi estàtica degut a la manca de coneixement sobre la construcció original i el número/naturalesa dels materials que es van utilitzar. Per la Catedral de Santa Maria, això era un problema més gran a causa dels varis afegits a l'edifici original, resultant en diferents seccions provenint de diferents períodes de temps. En realitat, aquesta és la causa de la majoria de grans fissures que hi ha actualment.

ANÀLISIS

GMK Associats i la **Universitat de Girona** va realitzar les proves, per les quals es requereix un període de deu anys (dos dels quals han estat completats). **Es van instal·lar un total de 18 transductors en l'interior i l'exterior de l'edifici**, mesurant no només els desplaçaments en les fissures sinó també altres factors que afectaven els resultats mesurats així com la temperatura, la humitat i el comportament del vent.



Catedral de Girona: vista exterior i nau



Fissura en la paret

DIRECCIÓ FACULTATIVA

Equip redactor del Pla
Director de la Catedral
de Girona

EMPRESA

Natur System

CLIENT

Bisbat de Girona

L'EDIFICI

Els transductors es van connectar a un armari de paret situat a l'interior de la catedral (esquerra), que conté tot l'equipament requerit per la presa de dades. Es necessita un **AM416 Relay Multiplexer** per tal de multiplexar els 18 canals, i aquest es connecta al **Mòdul de Mesura i Control CR10X**, que registra les dades. En l'armari també hi ha una **interfície RS-232 Òpticament Aïllada SC32A**, permetent la connexió d'un ordinador per descarregar les dades. Originalment això era una tasca necessària – la catedral s'havia de visitar periòdicament per recollir les dades més recents, abans que la memòria del mòdul del control es sobreescrivís. L'organització de la recollida de dades aviat va esdevenir una tasca difícil degut a la situació del mòdul de control, i com a resultat es van perdre varis paquets de dades.

A causa d'això, es va decidir que la **millor solució** seria connectar el mòdul de control a les oficines de GMK directament, utilitzant el **Mòdem Telefònic COM210E** i la **línia telefònica de la catedral**. Això permetria recuperar i analitzar les dades a distància.

Es va instal·lar el mòdem i el sistema de presa de dades, totalment automàtic actualment; **cada quatre setmanes el software PC208W automàticament es connecta al mòdul de control de la catedral des d'un ordinador de l'oficina de GMK**, i descarrega les dades més recents, adjuntant-les a un arxiu. Un programa Java analitza aquestes dades i genera varis gràfics, guardant-los com a un arxiu d'imatge i emmagatzemant-los en un arxiu ordenat per data.

Així com els valors del transductor s'agafen cada quart d'hora, el voltatge de la bateria del sistema també es registra. Això permet monitoritzar a distància l'estat de la bateria, per tal de poder detectar i solucionar immediatament qualsevol problema.

La combinació del mòdem telefònic i el software de suport Campbell Scientific Datalogger ha significat una gran simplificació en el procés de recollida de dades, permetent una major dedicació a les anàlisis en lloc de la recollida de resultats.

DIRECCIÓ FACULTATIVA

Equip redactor del Pla
Director de la Catedral
de Girona

EMPRESA

Natur System

CLIENT

Bisbat de Girona



Transductor de desplaçament



Sonda de temperatura i humitat



Registrador de dades

RESULTATS

Els resultats provisionals han verificat que els valors del desplaçament (les fissures s'eixamplen) durant els mesos més freds, i es tanquen a l'estiu degut a les dilatacions tèrmiques de la pedra. (Veure la fissura en la paret de la fotografia de la dreta).

Els transductors de les àrees superiors de les fissures mesuren canvis més grans que els situats propers a la part inferior. Una mesura important serà la comparació dels valors del desplaçament durant l'hivern, amb el pas d'uns quants anys. Sempre i quan els altres factors com la temperatura i la humitat es tinguin en compte, es tindrà una indicació precisa de com l'edifici canviarà en les pròximes dècades, i proporcionarà suficient informació pel grup d'arquitectes per a prendre una decisió en la següent etapa de la restauració.