



Universitat de Girona  
Escola Politècnica Superior

## Projecte/Treball Final de Carrera

**Estudi:** Enginyeria Industrial. Pla 1994

**Títol:** MODELITZACIÓ NUMÈRICA D'UN SISTEMA DE DESCÀRREGA D'UNA COLUMNA DE LA CATEDRAL DE GIRONA MITJANÇANT EL MÈTODE DELS ELEMENTS FINITS (ANÀLISI NO LINEAL).

**Document:** RESUM

**Alumne:** Narcís Serra Font

**Director/Tutor:** Miquel Llorens Sulivera

**Departament:** Eng. Mecànica i de la Construcció Industrial

**Àrea:** Enginyeria de la Construcció

**Convocatòria** (mes/any): Setembre 2009

## RESUM

Aquest projecte consisteix en aplicar el càlcul no lineal en la modelització volumètrica numèrica de l'estructura del sistema de descàrrega d'una columna del claustre de la catedral de Girona mitjançant el mètode dels elements finits. A la Universitat de Girona s'ha fet diferents estudis del claustre de la catedral de Girona però sempre simulant un comportament lineal de les característiques dels materials.

El programa utilitzat és la versió docent del programa ANSYS disponible al Dept. d'EMCI i l'element emprat ha sigut el SOLID65. Aquest element permet introduir característiques de no linealitat en els models i és adequat per a anàlisi no lineal d'elements com la pedra de Girona.

La part inicial a sigut fer un model del contacte de la columna estudiada amb el capitell i modelitzar el procés de descàrrega per poder comparar els resultats amb el valors obtinguts en la prova de càrrega realitzada insitu al 2007.

El següent pas ha d'aquest projecte ha sigut la modelització tot el conjunt de la galeria nord del claustre i observar el seu comportament amb el pes propi, per observar si es produeix ,o no, un arc de descàrrega com proposaven alguns estudis lineals anteriors. Com que la geometria és molt complexa, hi ha hagut la necessitat de comprovar que el model és correcte i els resultats que dona l'ANSYS són bons. S'observen amb el resultats reals a la ma que alguns dels diferents models proposats s'aproximen a la realitat.

Un cop obtingut un model que es pot considerar força proxim a la realitat, els resultats que s'han tret d'aquest model han sigut forces, desplaçaments i tensions. També s'ha pogut veure el comportament dels contactes a diferents forces de descàrrega. Aquest pas ha servit per confirmar que amb una geometria més complexa els resultats i el model segueixen sent bons.

S'ha pogut veure amb el model del claustre que el que es forma és un arc de descàrrega tant deformat, que fa que es generin dues grans mènsules laterals fent que la major part de les càrregues es descarreguin per les piles laterals. Aixó fa que els parells de columnes del costat no rebin quasi bé càrregues i en la part central del claustre les càrregues baixen cap al parell de columnes centrals.

S'ha pogut observar al llarg de la creació del model com les columnes exteriors del Claustre (les que donen al pati interior) han de suportar més càrrega que les columnes interiors. Per tant si es decidís de fer algun treball de restauració en el claustre de la catedral de Girona. Caldria primer actuar amb les columnes centrals de cada quatre arc, ja que són les columnes que reben més càrrega i principalment les exteriors que són les que suporten més càrrega i al seu torn són les que han patit més el pas del temps i les agressions externes com els agents atmosfèrics o la contaminació ambiental.

S'ha verificat que encara que se li dongui un nou us al recinte de la primera planta de la façana nord del claustre, les noves sobrecàrregues que es produiran podran ser absorbides per l'estructura de fàbrica del claustre.

El model volumètric no lineal creat en aquest treball pot servir per a futurs treballs. Per tal de determinar, amb models ajustats a altres parts del claustre de la catedral de Girona, de forma no invasiva (proves de càrrega) l'estat de càrregues de la resta de columnes del claustre i determinar si cal una campanya de restauració. Poden determinar quines són les columnes o ports del claustre que aguanten més càrrega i per tant més susceptibles de la fallada estructural.