

5 Arc

5.6 Arc. Pla. Plantilla

5.6.1 Arc. Pla. Exemple

5.6.2 Arc. Pla. Exemple

5.6 Arc. Pla. Plantilla

Un arc pla és una anomalia arquitectònica. Sempre i necessàriament ha de estar format per dovelles amb un sol centre O on convergeixen les juntes de les dovelles. La línia de pressions queda forçada en un àmbit molt petit que només es pot solucionar donant dimensió transversal a l'arc. Per això, les tensions normals i les tangencials es maximitzen amb el perill que aquestes últimes separin les dovelles i l'arc es pugi desestabilitzar. S'ha utilitzat el mètode de les resultants parcials per fer passar el funicular pels tres punts $P1$, $P2$ i $P3$. Les inestabilitats geomètriques que l'esmentat sistema provoca estan explicades en la aplicació 1.3.

Com s'observa, l'arc pla queda definit per dues línies $A-B$ i $C-D$ que no han de ser necessàriament paral·leles. Un sol centre permet definir les dovelles. Apart d'estar accionat per una força F deguda a una empenta (exemple 5.6.1), l'arc pot estar sotmès a una càrrega gravitatòria uniformement repartida (exemple 5.6.2). Quant al seu tractament geomètric, l'aplicació es troba inspirada en l'aplicació 5.2 (fig. 5.18 i 5.19). La present aplicació, apart de la desestabilització geomètrica indicada anteriorment, és menys estable que la 5.2. Es recomana, per tant, que les modificacions de la plantilla per adaptar-la al problema en concret es realitzin de la manera més pausada possible, observant contínuament un indicador d'inestabilitat, com pugin ser els angles α_i , i modificar en conseqüència.

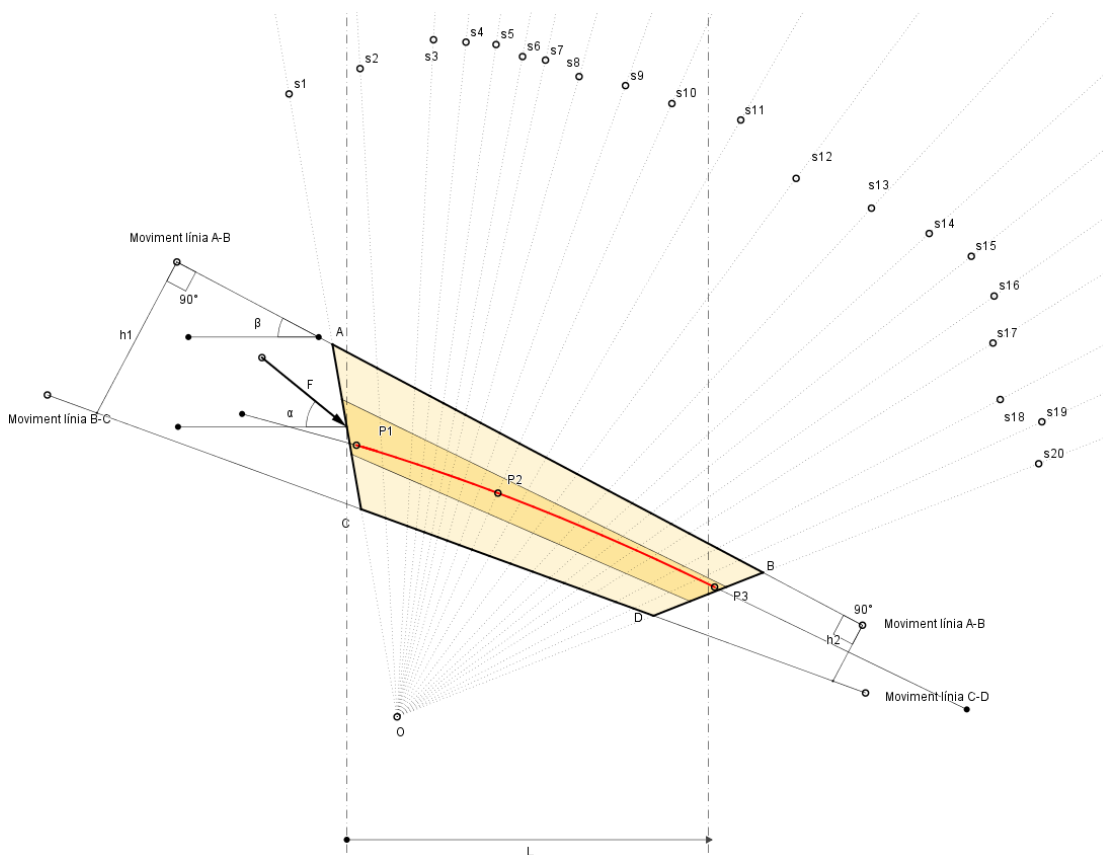


Fig. 5.18

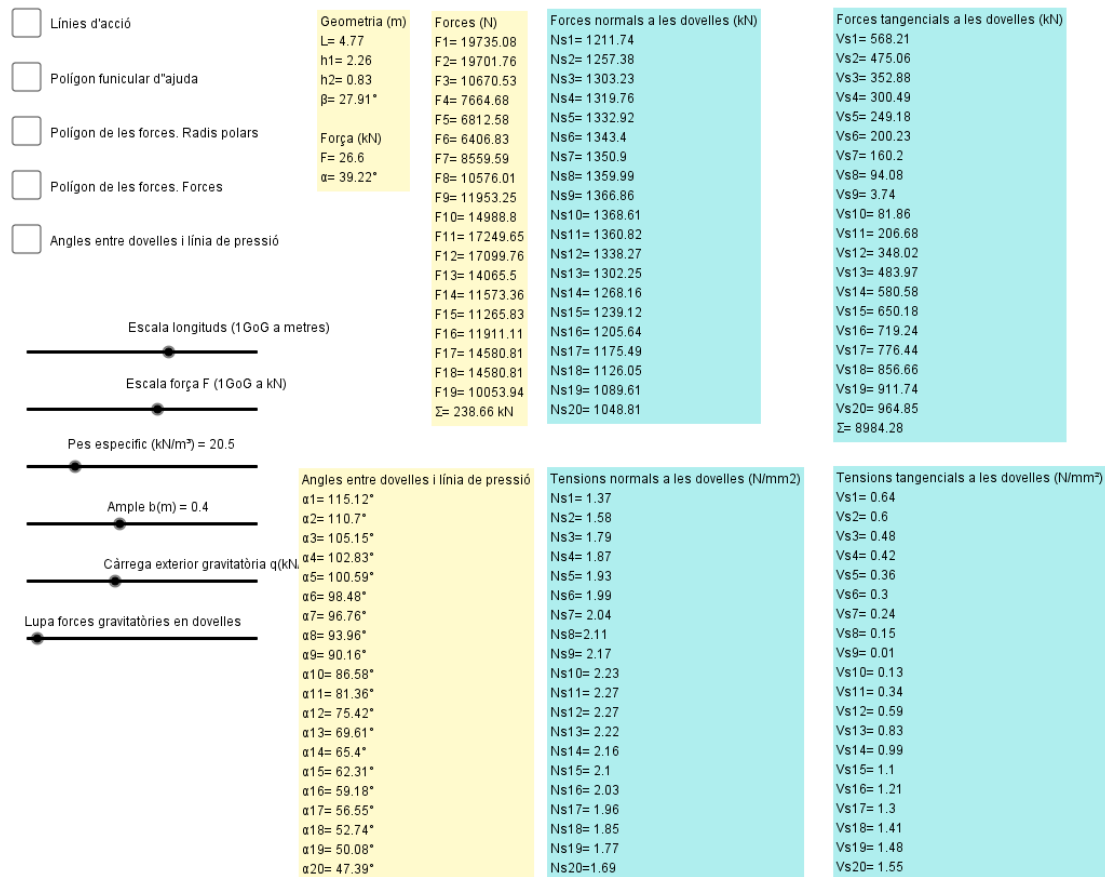


Fig. 5.19

5.6.1 Arc. Pla. Exemple

Els arcbotants han quedat definits a l'aplicació 5.2. Aquest exemple tracta dels arcbotants calats. Un arcbotant calat té les mateixes propietats que els arcbotants, és a dir, transmeten les empentes de les cúpules o els arcs als contraforts o pilars. Però són moltes les diferències entre un arcbotant calat i un de convencional. La primera és una diferència estètica: l'arcbotant calat està compost per dos arcbotants: el superior és un arc pla i l'inferior és un arcbotant normal. Entre els dos existeix una sèrie de petites columnes amb les quals els dos arcbotants queden units. La segona és una diferència estàtica. Queda clar que entre els dos elements constitutius de l'arcbotant calat s'emporten el total de les empentes rebudes. Però en quina proporció? I quin és el paper dels petits pilars intermedis? Per contestar aquestes preguntes s'anuncien dues possibles hipòtesis.

.a. L'arcbotant calat es comporta com un sol element estructural. Les empentes es reparteixen entre els dos elements, l'arc pla i l'arcbotant inferior. Es tracta d'una hiperestaticitat. No és possible resoldre aquest sistema estructural només amb els recursos de l'estàtica o l'estàtica gràfica. És necessari, per exemple, imposar algun tipus de deformació que permeti plantejar un sistema d'equacions. O bé recórrer a una resolució numèrica. En tot cas, no és possible una resolució geomètrica del problema.

.b. L'arc pla és un element decoratiu, o gairebé, i tota l'empenta és suportada per l'arcbotant inferior. El pes propi de l'arc pla es transmet per mitjà dels petits pilars a l'arcbotant inferior. Però en aquest cas, per què es va construir l'arc pla?

Enfront de les dues hipòtesis enunciades, el procés constructiu cobra una enorme importància. I tot sembla indicar que el desconeixement és absolut, i no només en els arcbotants calats, sinó també en els convencionals. La pregunta cabdal és en quin ordre es van construir els elements estructurals. Van ser primer els protagonistes de les empentes, com cúpules o arcs, suportant provisionalment les empentes, per posteriorment construir els arcbotants, o va ser, cosa que sembla més racional, construir en primer lloc l'arcbotant per a continuació construir els elements que produeixen les empentes? Seria necessari un estudi sobre aquesta qüestió per entendre en tota la seva magnitud l'arcbotant.

En aquesta aplicació s'estudia únicament l'arc pla superior com un element capaç de transmetre empentes. Sota aquesta premissa, el pes propi de l'arc pla no es transmet als petits pilars i el d'aquests ha de ser suportat per l'arcbotant inferior.

El present exemple i d'altres que es puguin plantejar com a arcbotants calats, permetrà estudiar quin és l'objectiu estàtic de l'arc pla, si té suficient capacitat mecànica per transmetre empentes i de quin ordre, i potser es puguin establir relacions estàtiques entre els dos elements que conformen l'arcbotant calat.

Però aquest no és l'objectiu que es planteja en aquest exemple d'aplicació. L'objectiu és precisament aportar un eina geomètrica que permeti efectuar aquests estudis.

Es presenta l'arcbotant calat de la Cathédrale Saint-Étienne d'Auxerre (França). És d'estil gòtic de l'any 1215 excepte la cripta, que és romànica (fig. 5.20). Per a un esforç exterior F de 69.13 kN amb un angle d'aplicació de 57.65° , la màxima tensió normal ha estat de 0.92 N/mm^2 i la màxima tangencial de 0.36 N/mm^2 .

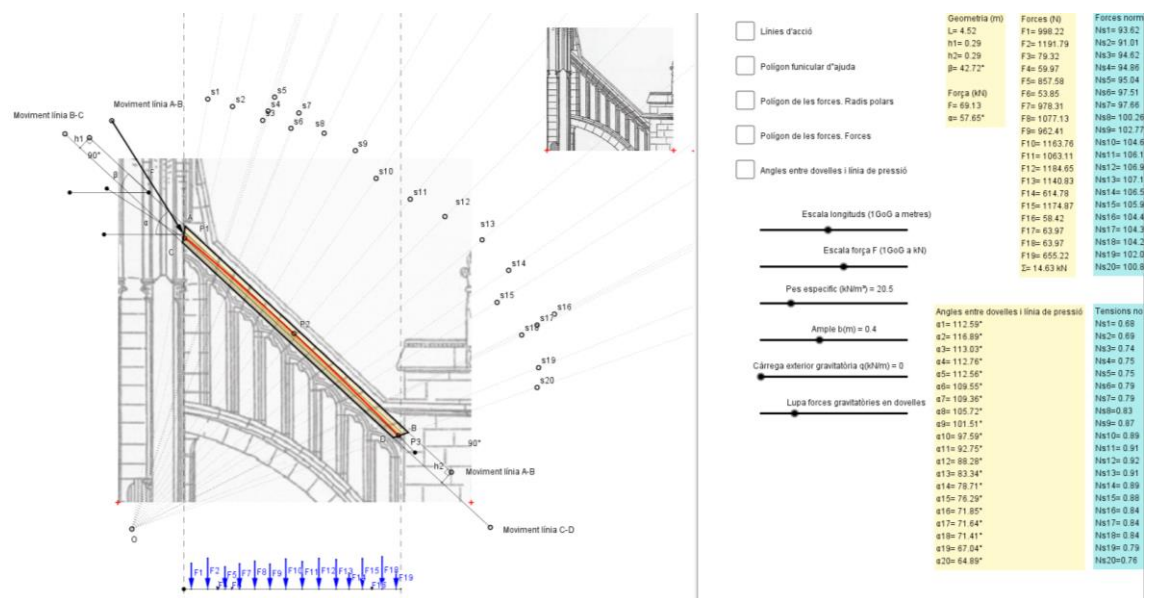


Fig. 5.20

5.6.2 Arc. Pla. Exemple

Aquest exemple consisteix en utilitzar l'aplicació de l'arc pla per a un arc estrictament pla com el del gràfic. L'arc consta únicament de 7 dovelles (la resta de dovelles teòriques s'han acumulat a la central). En aquest cas, la força exterior és nul·la i, a canvi, existeix una càrrega exterior q de valor 89 kN/m . Observi's que per a la llum de l'arc (4.51 m), el cantell útil de l'arc ha estat d'entre

1.15 i 1.19 m. En tot cas, les màximes tensions obtingudes han estat de 2.66 N/mm² les normals, i de 1.17 N/mm² les tangencials, valors relativament baixos.

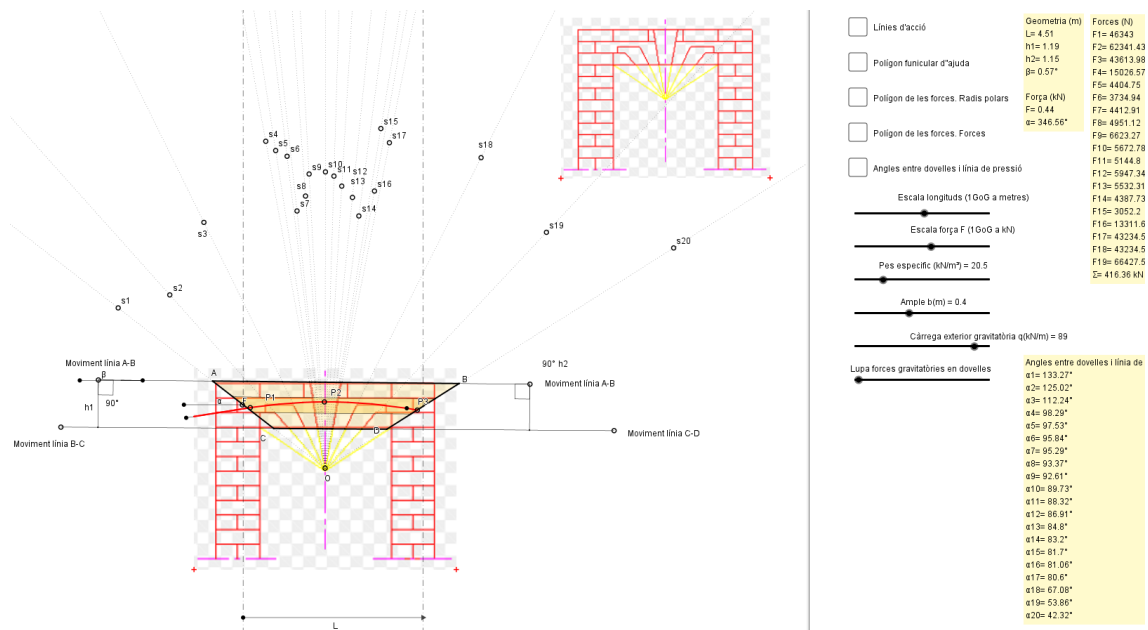


Fig. 5.21