

## 6 Cúpula

### 6.4 Volta d'aresta

En el llibre *'Bóvedas de ladrillo. Proceso constructivo y análisis estructural de bóvedas de arista'* de Manuel Fortea Luna, publicat per Gráficas Celarayn SA el 2201, s'explica la gran profusió que les voltes d'aresta ha tingut a Extremadura. En especial, les que es creen com a intersecció de dues voltes de canó amb directriu el·líptica i amb la mateixa fletxa (fig. 6.13), construïdes amb fàbrica de maó pla o a sardinell (rosca). Aquesta aplicació estudia, amb l'ajuda de GeoGebra, l'expressió geomètrica de les voltes d'aresta.

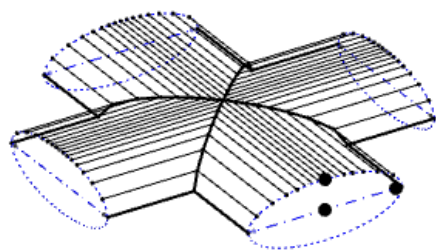


Fig 6.13

El procés de càlcul és el següent:

.1. A la pantalla 3D apareix la volta d'aresta. Es defineixen únicament tres punts mòbils. El primer està en el centre de l'el·lipse i serveix per allargar, sense conseqüència en el càlcul, les branques de la volta. El segon es troba en un focus de l'el·lipse i s'utilitza per concretar el valor d'L, llum interior de la volta, i de D, la seva diagonal. El tercer punt, col·locat a la part superior de l'el·lipse, determina la fletxa F. Observi's que aquesta fletxa és la mateixa per a les quatre el·lipses que defineixen la volta.

.2. A la primera pantalla 2D queden dibuixades les dimensions en planta de la volta. Aquesta s'entrega en quatre parets de dimensió p. Lògicament, alguna de les parets pot quedar substituïda per jàsseres o bigues que donen pas a certes obertures. Aquesta qüestió no es contempla a l'aplicació. Els punts mòbils de la pantalla 3D queden reflectits a la de 2D en els punts L, D i F.

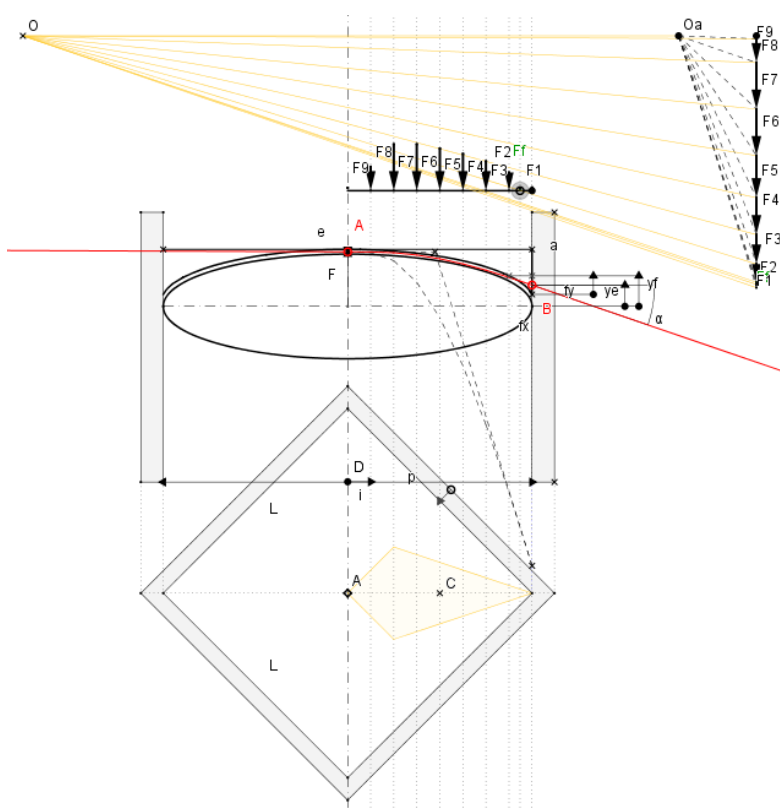


Fig. 6.14

lliscant defineix el cantell e de la volta. Es discretitza la part superior de l'el·lipse en 38 parts i a cadascuna d'elles s'assigna el cantell e. Finalment, pels punts creats es passa una corba

polinòmica de 18e grau. Per a valors extrems de les dimensions de la volta com  $F/L > 1/2.54$  o  $F/L < 1/9.6$ , la corba es desestabilitza.

4. L'anàlisi de la volta es fa segons la diagonal i amb la consideració de simetria. S'assigna una àrea tributària que amb una casella de control es visualitza en planta. Es divideix la semi-el·lipse en 8 parts de la mateixa amplada i. Amb l'ajuda de l'àrea tributària es calcula la càrrega en cadascuna de les llesques afectades F1...F9. Aquestes càrregues es calculen, en primer lloc, amb el pes propi de la volta, a partir del punt lliscant del pes específic de la fàbrica de maó  $\gamma_m$ . De la mateixa manera, el pes de la implementària se efectua a partir del seu pes específic  $\gamma_i$ . Finalment, la sobrecàrrega exterior  $q$  es defineix igualment per un punt lliscant. Com s'observa en aquest tipus de voltes, l'empenta s'escapa de la seva directriu i és precís col·locar una zona de massissat resistent de pes  $F_f$  en el seu ronyó. Atès que la dimensió del massissat no és previsible, es fan dues coses: es mou la força  $F_f$  en el punt que, a sentiment, sembla el més lògic i, per a aquesta posició, es fa un càlcul del valor aproximat de  $F_f$ , designat per  $F_{f,aprox}$  i es col·loca aquest valor en el punt lliscant corresponent (força farciment estructural).

5. Els punts A (a la clau o fletxa de la volta) i el B (en el lloc de l'entrega) es poden moure verticalment i es col·loquen de manera que el polígon funicular de les pressions passi, a ser possible, per l'interior del cantell e (i més concretament pel seu nucli central). Per construir el polígon funicular, s'ha dibuixat primerament un polígon provisional de pol Oa i un altre definitiu de pol O, amb la condició que passi pels punts A i B. La dimensió dels raigs polars del diagrama de forces del polígon funicular ens donarà les forces que actuen a les diferents seccions de la volta. S'ha prestat especial atenció al punt C, que es troba a la distància A-C del punt A, i a la tensió  $\sigma$  que es crea a la fàbrica de maó. Igualment, el últim raig polar ens dona la intensitat de l'empenta E (amb les seves components  $E_x$  i  $E_y$ ) i la seva inclinació  $\alpha$  (fig. 6.14).

Com s'ha dit, certs valors d'L i d'F poden desestabilitzar la volta. De la mateixa manera, la posició dels punts A i B així com els valors de la lupa de forces poden provocar problemes de representació gràfica. Es recomana moure els punts lentament per controlar el moviment global del dibuix. D'altra banda, l'excés d'informació pot crear dificultats en els moviments dels punts. Per evitar la possibilitat de col·lapse del programa no ha estat possible calcular la tensió en cadascuna de la seccions discretitzades de la volta, ni les excentricitats. Ni tan sols ha estat possible dibuixar el nucli central de la volta. Resumint, es tracta d'una aplicació altament inestable.

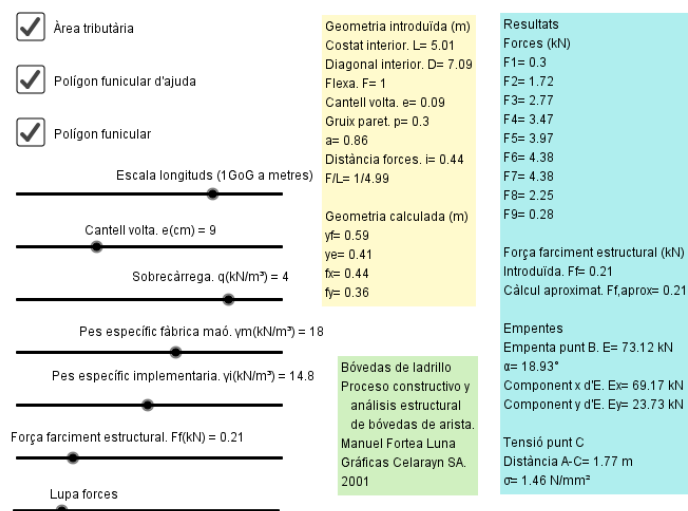


Fig. 6.15

A la figura 6.15 s'observen els punts lliscants comentats, les caselles de control, l'entrada de la geometria i els resultats.