

## 27 Tren de càrregues. Biga doblement recolzada

### 27.4 Tren de càrregues. Ponts de carreteres. Carril virtual

A l'aplicació 27.1 s'estudiava, d'una forma general, un tren de càrregues de 5 eixos. A l'aplicació 27.2 s'utilitzava el Teorema de Barré per conèixer, del mateix tren de càrregues, el màxim moment flector  $M_{max, biga}$  i la seva posició  $x_{max, biga}$  a la biga doblement recolzada per on transita. En la present aplicació (fig. 27.4) es fan simultàniament els dos càlculs que s'indicaven a les aplicacions anteriors però a partir d'un estat de càrregues que s'especifica a l'IAP-11. 'Instrucció de accions a considerar en el proyecto de puentes de carretera. Ministerio de Fomento. Dirección General de Carreteras. 2012'. En aquesta instrucció s'indiquen les càrregues concentrades, repartides i la separació entre elles, com la repercussió estàtica de càrregues que són eminent dinàmiques. Són les que en el requadre de text de la segona pantalla gràfica s'indiquen com a 'Valors invariables', atès que no es poden variar amb el programa GeoGebra.

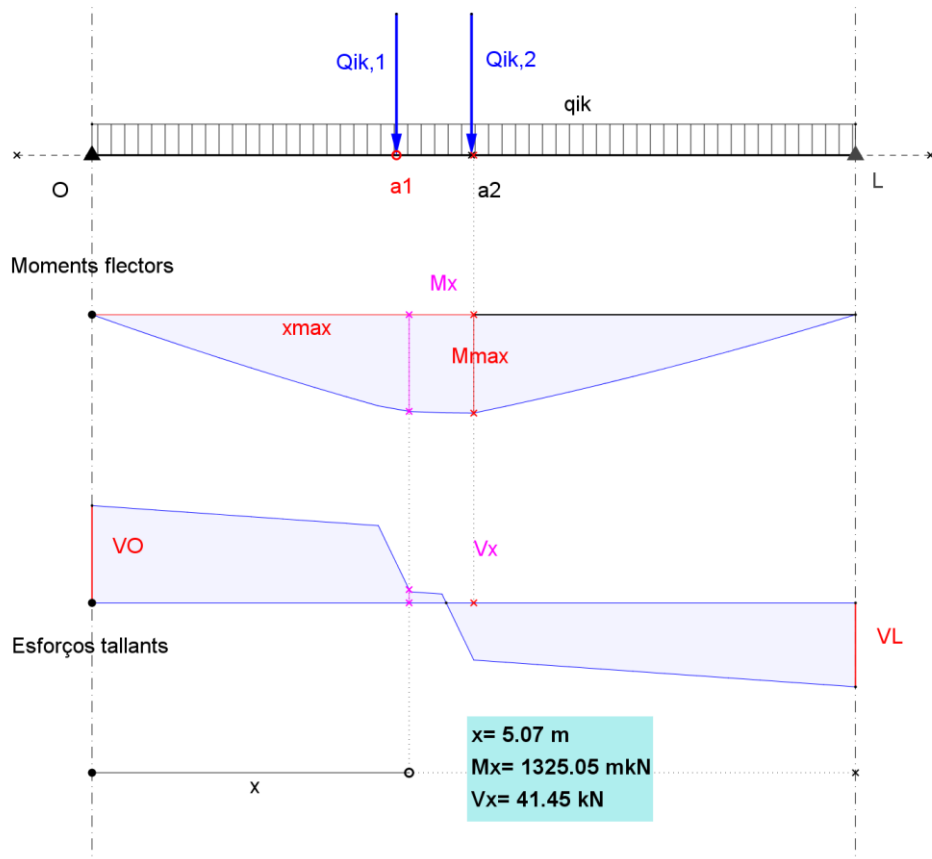


Fig. 27.4

La present aplicació té les següents característiques (fig. 27.1):

.1. Biga. La biga per on circula el tren de càrregues és d'un sol tram i doblement recolzada. El recolzament de l'esquerra és  $O$ , que és també l'origen de coordenades. El de la dreta és  $L$  i defineix la longitud de la biga per mediació d'un punt lliscant.

.2. Geometria. Es tracta d'un tren de càrregues de 2 eixos. El primer eix defineix el punt  $a_1$  que és l'únic punt mòbil de l'aplicació. Movent aquest punt per l'eix de la biga es posa en moviment la resta del tren de càrregues. L'altre eix queda definit amb el punt  $a_2$ , la posició del qual queda especificada a la instrucció IAP-11. La distància entre el primer i últim eix del tren de càrregues, denominada batalla, defineix la dimensió principal del tren que provoca el moviment del tren de càrregues. La batalla es prolonga a l'esquerra del punt  $O$  i a la dreta del punt  $L$  de tal manera

que, quan el tren arriba a aquestes prolongacions, ja no provoca cap tipus de sol·licitació a la biga.

.3. Càrregues. En cadascun dels dos punts a1 i a2 es troba aplicada una càrrega  $Q_{ik,1}$  i  $Q_{ik,2}$  gravitatòria i que acompanya els moviments dels punts. La intensitat d'aquestes càrregues la determina la Instrucció IAP-11. Quan, degut als moviments dels punts, alguna d'aquestes càrregues es troben a l'esquerra del punt O o a la dreta del punt L, queden excloses de les sol·licitacions a la biga. Una càrrega nul·la implicarà un eix del tren de càrregues que no existeix.

.4. Carril virtual. Un punt mòbil defineix tres tipus de carril virtual. Cadascun d'aquests carrils virtuals determina càrregues, tant concentrades com repartides, diferents. La instrucció IAP-11 explica què és un carril virtual (punt 4.1.1). En funció de l'amplada del tauler del pont, aquest es divideix en carrils virtuals. Aquesta aplicació estudia únicament el pas del tren de càrregues per un carril virtual sense tenir en compte les repercussions que pot tenir el moviment dels altres trens de càrregues en els altres carrils virtuals. Per tant, la biga doblement recolzada estarà afectada per un sol carril virtual, que es el considerat en aquesta aplicació.

.5. Moments flectors. La longitud de la biga L es discretitza en 24 punts. Per a cada posició del tren de càrregues es calcula el diagrama de moments flectors i, d'aquest, el moment màxim  $M_{max}$ . També es calcula l'abscissa on es produeix  $M_{max}$  amb referència a l'origen O,  $x_{max}$ .

.6. Esforços tallants. Amb el mateix criteri de discretització es dibuixa el diagrama d'esforços tallants. Es determinen els valors dels punts singulars VO de l'origen i de VL en el punt extrem de la biga. Observi's que, degut a la discretització del diagrama, en les rodalies de les càrregues concentrades apareixen trams de diagrama deformats. De la mateixa manera i pels mateixos motius, el punt que defineix el màxim moment flector no correspon exactament amb el punt nul del diagrama d'esforços tallants.

.7. Resultats actuals. Una casella de control permet, per a qualsevol valor d' $x$ , d'una posició donada del tren de càrregues, conèixer el valor del moment flector  $M_x$  i de l'esforç tallant  $V_x$ .

.8. Teorema de Barré. En l'estudi *Puentes. Con AASHTO-LRFD 2014* de Arturo Rodríguez Serquén, Perú. 2016 es defineix el Teorema de Barré. Diu literalment: *Bisecando la distancia entre la resultante de un tren de cargas y la carga más próxima a ella, por un eje que pasa por el centro de la luz, el máximo momento de flexión en una viga simplemente apoyada se encuentra casi siempre bajo la carga más próxima a la resultante.* En funció d'aquest teorema s'ha confeccionat la present aplicació, en què l'objectiu principal és l'obtenció del màxim moment flector que es produeix al llarg de la biga  $M_{max, biga}$  i la seva abscissa  $x_{max, biga}$ .

Seguint les indicacions del teorema de Barré, el primer a efectuar és un polígon funicular amb un diagrama de forces format únicament amb les càrregues que es troben en l'àmbit de la biga. Aquest polígon funicular definirà el valor de la resultant  $R_p$ , la seva posició a la biga aR i el valor de les reaccions  $R_O$  i  $R_L$  (fig. 27.4).

L'operativa de funcionament en aquesta aplicació, que se simplifica en referència a aplicacions anteriors, és la següent: moure el punt a1 fins que l'eix central de la biga coincideixi amb la resultant  $R_p$ . El moment màxim a la biga  $M_{max, biga}$  es troba al punt definit per aR que és, al mateix temps, l'abscissa on es produeix aquest moment  $x_{max, biga}$ .