

## 11 Objectes estructurals

### 11.66 Esforços induïts. Boussinesq. Càrrega concentrada

Joseph Valentin Boussinesq (1842-1929) va ser un matemàtic i físic francès que es va especialitzar en mecànica de fluids. Si considerem el sòl com un mitjà elàstic, continu, isotròpic i homogeni, es podran utilitzar les fórmules obtingudes por Boussinesq en la mecànica de fluids als terrenys. El cas que s'estudia en aquesta aplicació és el d'una càrrega gravitatòria  $F$  que actua en un punt determinat de la superfície del terreny. Es tracta de saber quina tensió  $\Delta\sigma_z$  provoca aquesta càrrega en un punt situat a una distància de coordenades  $(x, y)$  de  $F$  i profunditat  $z$ . En un punt lliscant, que es troba a la segona pantalla gràfica, es donen diversos casos d'anàlisi, però en tots, a partir de la següent fórmula

$$\Delta\sigma_z = \frac{F}{2\pi} \frac{z^3}{l^3} = \frac{3F}{2\pi} \frac{z^3}{(r^2 + z^2)^{3/2}}$$

En el cas 0 (fig. 11.148 i 11.149) es troba analíticament el valor  $\Delta\sigma_z$  a partir d' $x, y, z$ .

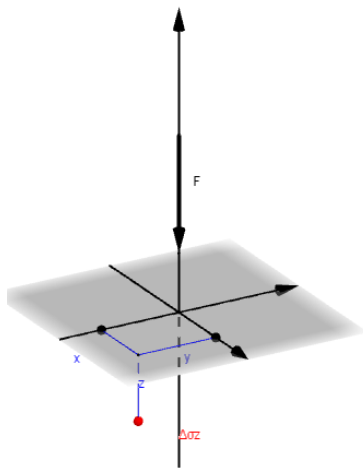
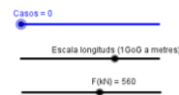


Fig. 11.148



Casos  
0. General  
1. Variació de  $\Delta\sigma_z$  amb la profunditat:  
 $x=0, y=0, F$  constant  
2. Variació de  $\Delta\sigma_z$  amb la distància  $r$ :  
 $z$  i  $F$  constants  
3. Isòbares. Valors d' $r$  en funció de  $z$ :  
 $z, F$  i  $\Delta\sigma_z$  constants.

Geometria (m)  
 $x=4.50$   
 $y=5.50$   
 $z=4.40$   
Càrrega  
 $F=560$  kN  
Tensió  
 $\Delta\sigma_z=10000=5.43$  N/mm<sup>2</sup>

Observacions  
Característiques del sòl:  
Continu  
Isotròpic  
Homogeni  
Elàstic

Fig. 11.149

En el cas 1 es fa  $x=y=0$  i  $F$  constant. Es calcula la variació del valor de la tensió  $\Delta\sigma_z$  en funció de la profunditat  $z$ . S'obté el gràfic de la figura 11.150. El punt mòbil  $z$  permet obtenir els valors de  $\Delta\sigma_z$ .

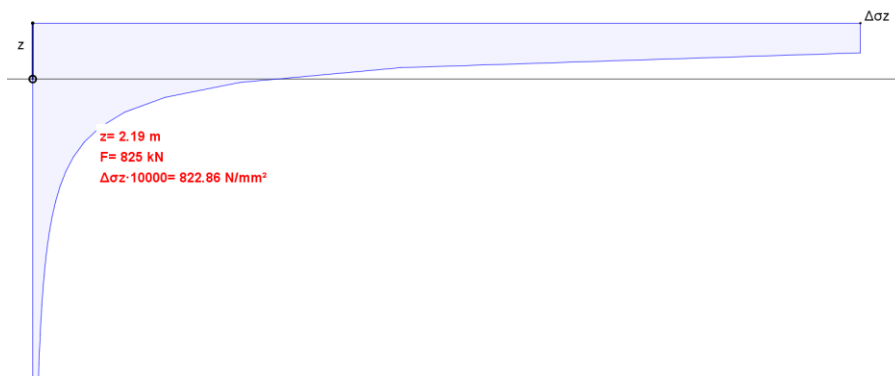


Fig. 11.150

En el cas 2 els valors de  $z$  i  $F$  són constants i es calcula la variació d' $\Delta\sigma_z$  en funció d' $r$ , sent aquest la hipotenusa del triangle rectangle que formen  $x$  i  $y$ . S'obté el gràfic de la figura 11.151. El punt mòbil  $r$  permet obtenir els valors d' $\Delta\sigma_z$ .

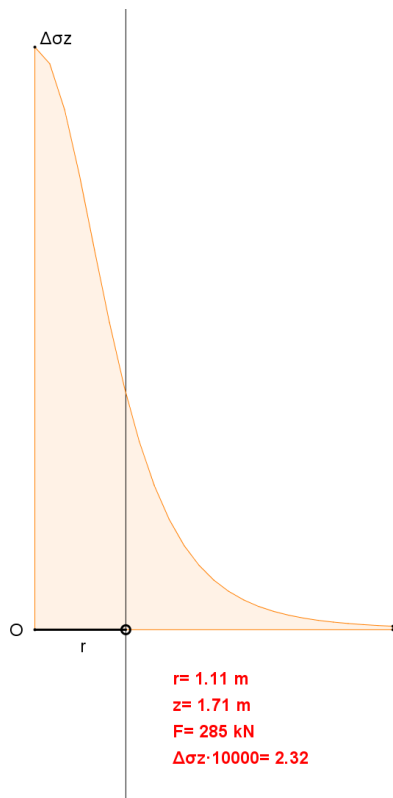
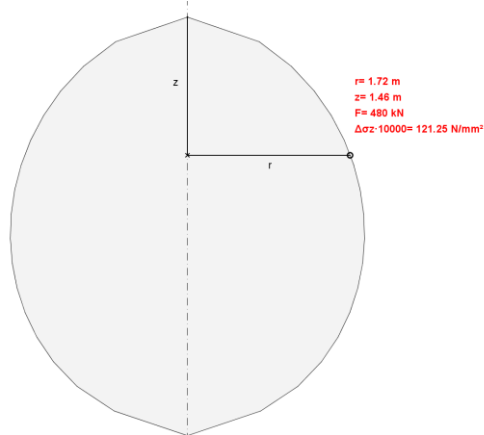


Fig. 11.151

En el cas 3 es calculen les isòbares o els bulbs de pressió. Per obtenir-les es fa  $z$ ,  $F$  i  $\Delta\sigma_z$  constants.



De la fórmula general, es calculen els valors d' $r$  en funció de la profunditat  $z$ . Una de les isòbares obtingudes és la que es veu a la figura 11.152. Un punt mòbil es mou pel perímetre de la isòbara donant els valors corresponents d' $r$  i  $z$ .

Fig. 11.152

Observi's que, en general, els valors d' $\Delta\sigma_z$  venen multiplicats per 10000 i expressats en  $\text{N/mm}^2$ .

A tots els llibres que tracten de mecànica del sòl apareixen referències a Boussinesq. Un dels que millor tracten el tema del què es parla en aquesta aplicació és '*Ingeniería Geotécnica*' de *Wiliam Rodríguez Serquén* de la *Universidad Pedro Ruiz Gallo de Lambayeque, Perú*, 2016.