

8 Mur de contenció

8.9 Mur. Autoportant. General

Aquesta aplicació estudia els murs de contenció de terres autoportants de la forma més general possible, tal com es veu a la figura 8.14. Les particularitats d'aquesta aplicació s'indiquen a continuació.

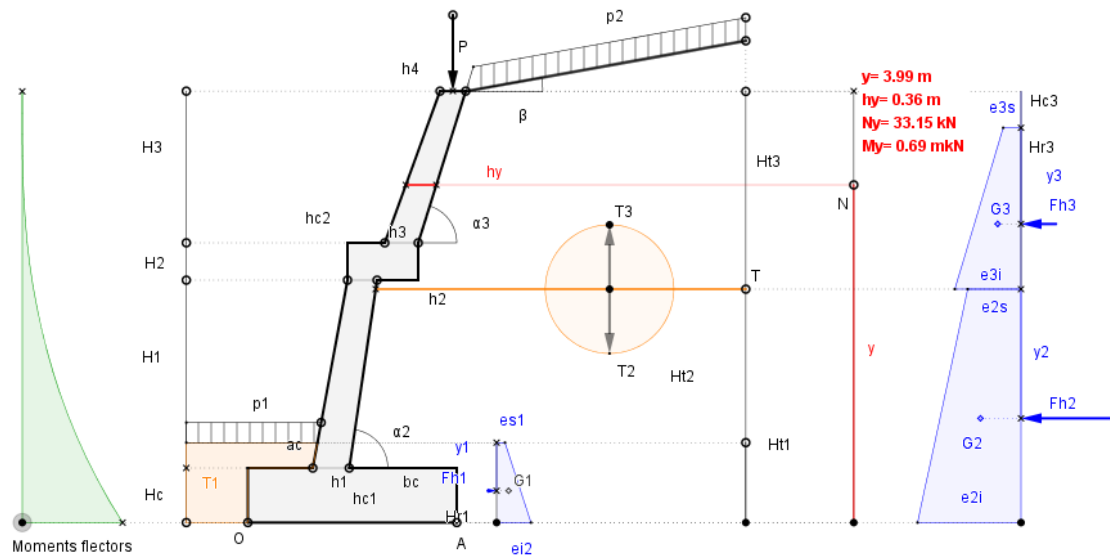


Fig. 8.14

.1. Tipus. S'estableix una tipologia de murs que s'indiquen a la figura 8.15. Es tracta d'un mur amb el fust discontinu. Els murs A i B formen una família, de la mateixa manera que el C i D. No es permeten combinacions geomètriques entre les dues famílies.

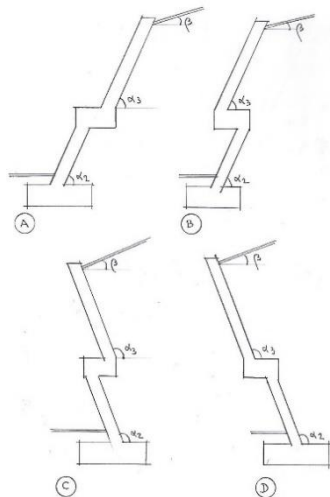


Fig. 8.15

.2. Geometria. Les altures dels murs queden definides pels valors d' H_c , H_1 , H_2 i H_3 . Els cantells pels d' hc_1 , hc_2 , h_1 ... h_4 . Els angles α_2 i α_3 determinen les inclinacions dels fusts en els seus extradós.

.3. Terreny. Es defineixen tres tipus de terreny. T1 en l'intradós del mur. T2 i T3 formen dos estrats en l'extradós del mur. Les potències d'aquests estrats són respectivament H_{t1} , H_{t2} i H_{t3} . Les característiques geotècniques dels estrats són: el pes específic γ_i , l'angle de fregament intern ϕ_i , l'angle de fregament entre terreny i mur δ_i , i la cohesió c_i . En el terreny T1, ateses les característiques especials d'aquest estrat, no es dona la cohesió.

.4. Càrregues. Es donen dues càrregues uniformement repartides: p_1 en l'estrat T1 i p_2 en l'estrat T3. Aquest últim pot estar inclinat un angle β . A la testa superior del mur es dona una càrrega concentrada de valor P .

.5. Altures crítiques. Les cohesions en els estrats T2 i T3 determinen unes altures crítiques de valor H_{c2} i H_{c3} . Aquestes altures es resten de les geomètriques H_2 i H_3 formant unes altures residuals H_{r2} i H_{r3} , que són amb les quals es calculen els murs. Aquesta altura crítica es calcula amb la fórmula $H_c = 2.67 \cdot \tan(45^\circ + \varphi/2) \cdot (c - 0.5p) / \gamma$ a cadascun dels estrats. Segons siguin les combinacions entre la cohesió i les càrregues exteriors, pot ser que l'altura crítica sigui incorrecta. En aquest cas, s'ha de disminuir el valor de la cohesió.

.6. Empentes. Per un tema relacionat amb la capacitat de càlcul de GeoGebra, s'ha desestimat el càlcul gràfic de les empentes, tal com es fa a les aplicacions 8.1, 8.2 i 8.3. En conseqüència, s'ha utilitzat el mètode analític de Coulomb. Aquest mètode es pot trobar fàcilment als llibres de mecànica del sol. En tot cas, a la Norma M.V. 101-1962 '*Acciones en la Edificación*' es troben les fórmules, però no el contingut teòric. Amb aquest sistema s'implementa el full de càlcul de GeoGebra amb una utilització de recursos gràfics menors. Coulomb calcula els valors de les tensions de pressions actives e_{i1} i e_{i2} per a cadascun dels estrats i amb les altures residuals com a referència. I amb aquests valors, és immediat calcular els valors de les forces de pressió horitzontal F_{h1} , F_{h2} i F_{h3} situades a les altures y_1 , y_2 i y_3 , que són els elements més importants de desestabilització del mur. Coulomb permet igualment calcular les forces que es provoquen al fust del mur F_{v1} , F_{v2} i F_{v3} i que poden tenir valors positius (gravitatoris) o negatius (antigravitatoris). Aquestes forces poden estabilitzar o no el mur, però de forma més moderada que el provocat per les forces F_{hi} . La pressió de les terres en l'estrat T1 són passives. En aquesta aplicació es calculen a com actives, de forma que caldrà modificar els valors de γ , φ i δ per aconseguir les pressions adequades. No es tenen en compte els efectes hidrostàtics.

.7. Sol·licitacions al fust. Degut a les pressions, el fust del mur està subjecte a un moment flector i a un esforç axial. Aquestes sol·licitacions es calculen per a qualsevol valor de l'altura y . Però la forma del mur pot crear moments d'excentricitat. En els murs A i B aquesta excentricitat es deprecia, atès que es tracta d'una empenta passiva del mur a les terres, mentre que en els murs tipus C i D es calcula exclusivament amb l'excentricitat provocada pel pes propi del mur. En aquest cas es donen els moments d'excentricitat en els punts singulars, determinats pels cantells h_1 , h_2 i h_3 .

.8. Tensions en el terreny de fonamentació. El capçal del mur s'entrega sobre un terreny, que és el de fonamentació. Sobre aquest terreny incideixen les càrregues gravitatòries, com poden ser: el fust, el pes propi del terreny, les càrregues exteriors, les components verticals de l'empenta, etc i també el moment flector provinent de les excentricitats i l'empenta. Això produeix unes tensions que es calculen com σ_0 en el punt O i σ_a en el punt A. Aquesta última pot ser negativa.

.9. Bolcada. La bolcada es calcula en el punt O del capçal a partir del moment desestabilitzant $M_{o,d}$ provocat per les empentes i l'estabilitzant $M_{o,e}$ degut al pes del mur, terres, etc. El quocient entre $M_{o,e}$ i $M_{o,d}$ ens donarà la seguretat en front al bolcament γ_b . Atesa la possible complexitat de les formes del mur, es fa la simplificació de suposar una línia recta a l'extradós que uneix la testa superior del mur amb el punt on el fust troba el capçal. A la majoria dels casos pràctics aquesta simplificació no té influència.

.10. Lliscament. En el llibre '*Muros de contención y muros de sótano*' J. Calavera. Intemac. 1987 s'ha trobat informació referent als càlculs que s'utilitza a la present aplicació. Però especialment és en el lliscament on s'ha prestat més atenció al llibre de Calavera. Es defineix un coeficient de lliscament γ_l que depèn fonamentalment de les càrregues gravitatòries i de les empentes actives. Aquests valors es multipliquen per un coeficient de lliscament entre terreny i formigó de valor η , que en el llibre de Calavera es defineix per als terrenys més habituals.

A la figura 8.16 s'observen els punts lliscants, l'entrada de dades i els resultats de l'aplicació.

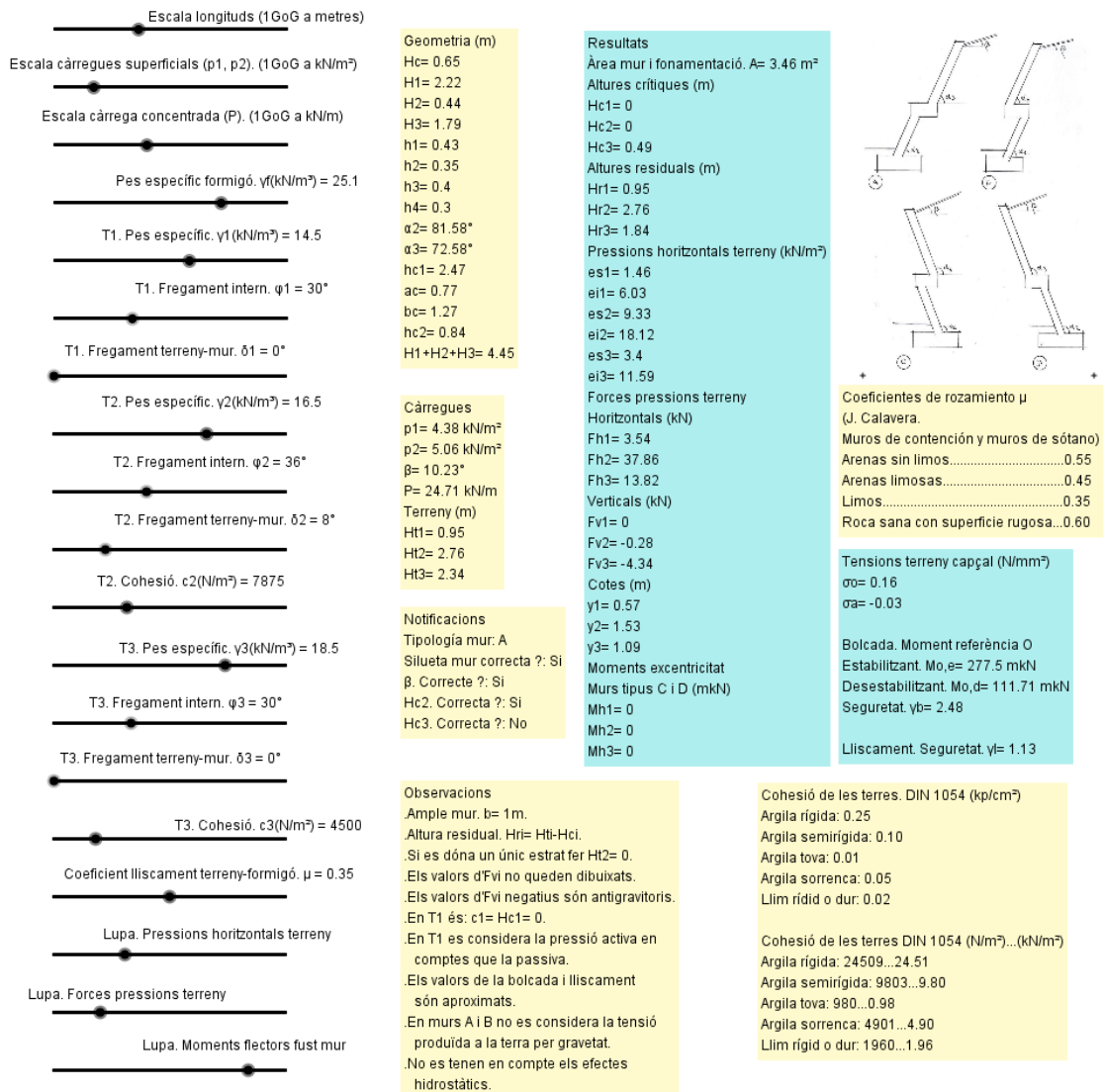


Fig. 8.16