

## **Análisis de la estabilidad de laderas mediante Macro-Elementos**

**A. Sánchez (1), J. Vaunat (2)**

(1) Centro Internacional de Métodos Numéricos en Ingeniería  
Universidad Politècnica de Catalunya  
jatna.sanchez@upc.edu

(2) Departamento de Ingeniería Civil y Ambiental  
Escuela Técnica Superior de Caminos, Canales y Puertos de Barcelona  
Universidad Politècnica de Catalunya – Centro Internacional de Métodos Numéricos en  
Ingeniería  
jean.vaunat@upc.edu

### **RESUMEN**

La modelación numérica de la respuesta de laderas naturales bajo acciones climáticas a escala de una cuenca requiere una capacidad de cálculo actualmente fuera de alcance. Una alternativa consiste en usar modelos reducidos, entre ellos los llamados “macro-elementos”, propuestos inicialmente por Nova & Montrasio (1991) para evaluar asentamientos en cimentaciones. En este artículo, se presenta la formulación para un macro-elemento que permite evaluar la estabilidad de taludes y obtener el área y volumen de la masa de suelo a rotura.

El artículo presenta inicialmente el modelo matemático del macro-elemento, que considera la ladera como un punto sometido a un esquema de fuerzas actuantes y resistentes (peso, sobrecarga, empuje del agua, resistencia a largo de la superficie de rotura). La ley constitutiva del macroelemento se basa en la teoría de la plasticidad asociada con endurecimiento. En una segunda parte, el modelo se valida mediante comparación con soluciones analíticas de cota inferior/superior y con cálculos elementos finitos (FEM) que consideran varias configuraciones geométricas y de red de flujo. En una tercera parte, se modelizan roturas ocurriendo durante episodios de lluvia en una ladera del Pirineo Central. Se demuestra que, si bien el método es tan simple como la teoría elástica, tiene las ventajas de permitir conocer correctamente el área y volumen de masa de suelo a rotura con recursos computacionales mínimos.

Nova, R. & Montrasio, L. 1991. Settlements of shallow foundations on sand. *Géotechnique*, vol. 41, No 2, pp. 243–256.