

Análisis estocástico de estabilidad falla plana (Proceso de Monte Carlo) aplicado al plano actual del escarpe de arranque del megadeslizamiento del Cerro Uritorco, Córdoba - Argentina.

Claudio A. Carignano¹, Néstor Vendramini² y Marcela A. Cioccale²

¹ CICTERRA (UNC-CONICET), ² CIGEA (UNC-CNEA), y Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, Universidad Nacional de Córdoba, Av. Vélez Sarsfield 1611 (X5016GCA), Córdoba. ccarignano@arnet.com.ar
² Departamento de Geología aplicada. Facultad de Ciencias Exactas Físicas y Naturales. Universidad Nacional de Córdoba. Av. Vélez Sarsfield 1611 (X5016GCA), Córdoba e-mail: mcioccale@hotmail.com; nvendram@hotmail.com

En el extremo norte de la Sierra Chica de Córdoba (30°49'55,46"S y 64°29'50,31"O), sobre el flanco oeste del cerro Uritorco (1.949 m s.n.m.), se ha identificado un megadeslizamiento con la movilización de un volumen estimado en 2,1 x10⁹ m³ (Carignano et al. 2014). La geoforma actual del mencionado megadeslizamiento muestra un escarpe de arranque (Figura 1D) que incluye sectores con alto ángulo (aprox. 60°) y alturas del rango 400m. Las simulaciones en laboratorio establecen que la topografía inicial ejerce un fuerte control en caso de colapso gravitacional y el número de fracturas influye en el volumen movilizado y su cinemática Bois *et al.* (2012). En ese marco se propone un análisis preliminar de la estabilidad remanente en un perfil tipo del escarpe actual del megadeslizamiento del Cerro Uritorco (Figura 1B), considerando aquellos sectores de alto ángulo y máxima altura del coronamiento. La metodología consistió en analizar los perfiles sobre el modelo digital del terreno (SRTM30) y seleccionar una sección tipo con máxima pendiente (Figura 1A). Se midieron y

TABLA 1 . Parámetros utilizados y cálculos

Entrada:	$\sigma_{ci} = 45$ MPa	$mi = 14$	$GSI = 40$
Salida:	$m_b = 1,64$	$s = 0,0013$	$a = 0,50$
	$\sigma_{tm} = -0,03$ MPa	$A = 0,57$	$B = 0,72$
	$k = 5,04$	$\Phi = 42,00^\circ$	$c = 0,81$
	$\sigma_{cm} = 3,66$ MPa	$E = 3772,3$	

Tangente	$\sigma_n = 2,72981$	$\Phi_s = 42,00^\circ$	$coht = 1,01$
----------	----------------------	------------------------	---------------

	Cálculos							
	Tensiones en Mpa							
σ_3	1,00E-10	0,45	0,90	1,35	1,80	2,25	2,70	3,15
σ_1	1,81	6,44	9,21	11,47	13,45	15,25	16,92	18,49
$\partial\sigma_1/\partial\sigma_3$	24,02	7,17	5,45	4,65	4,17	3,84	3,60	3,41
σ_n	0,06	1,18	2,19	3,14	4,05	4,93	5,79	6,63
τ	0,31	1,96	3,01	3,86	4,60	5,26	5,86	6,43
X	-2,86	-1,57	-1,31	-1,15	-1,04	-0,96	-0,89	-0,83
Y	-2,16	-1,36	-1,17	-1,07	-0,99	-0,93	-0,88	-0,85
τ_{calc}	0,32	1,93	2,97	3,83	4,59	5,28	5,92	6,52
Φ	66,56	48,62	43,75	40,89	38,88	37,35	36,11	35,08
σ_3 fit	3,66	5,93	8,20	10,47	12,74	15,01	17,28	19,55
signtaufit	0,87	1,88	2,79	3,64	4,46	5,26	6,03	6,78
tangent	1,0692	2,0761	2,9829	3,8385	4,6590	5,4531	6,2259	6,9813

con alto ángulo (aprox. 60°) y alturas del rango 400m. Las simulaciones en laboratorio establecen que la topografía inicial ejerce un fuerte control en caso de colapso gravitacional y el número de fracturas influye en el volumen movilizado y su cinemática Bois *et al.* (2012). En ese marco se propone un análisis preliminar de la estabilidad remanente en un perfil tipo del escarpe actual del megadeslizamiento del Cerro Uritorco (Figura 1B), considerando aquellos sectores de alto ángulo y máxima altura del coronamiento. La metodología consistió en analizar los perfiles sobre el modelo digital del terreno (SRTM30) y seleccionar una sección tipo con máxima pendiente (Figura 1A). Se midieron y

estimaron los parámetros específicos (*input*) para macizo rocoso confinado siguiendo el criterio de Hoek-Brown y equivalente Mohr-Coulomb. Se corrieron simulaciones con proceso Montecarlo, considerando variables randómicas de la posición de falla con orientación crítica y los parámetros de resistencia al corte. Se aplicó el modelo numérico computacional para cálculos de estabilidad de taludes por equilibrio límite, fallas planas y en cuña, con análisis determinístico y estocástico. (Vendramini y Niell, 1994; 1997). Los resultados preliminares del cálculo de equilibrio límite permitieron establecer potenciales condiciones de inestabilidad, por la acción de subpresiones en aquellos sectores de escarpe remanente con pendientes >60°. En este aspecto se determinaron factores de seguridad de riesgo por subpresiones cuando la carga hidráulica supera en 50% en la grieta de tracción de cresta. Estos primeros resultados permiten establecer dos escenarios a considerar: a) el introducido en la presente contribución o sea evaluaciones de estabilidad remanente en perfiles tipo de las escarpas actuales con alto ángulo y b) La investigación de las condiciones de ocurrencia del megadeslizamiento utilizando modelos de procesos sub-rotacionales a partir de las condiciones morfométricas y estructurales definidas. Finalmente se considera que el presente aporte es adecuado y extensible para realizar el análisis de las condiciones de estabilidad laderas remanentes de grandes deslizamientos en las Sierras Pampeanas.

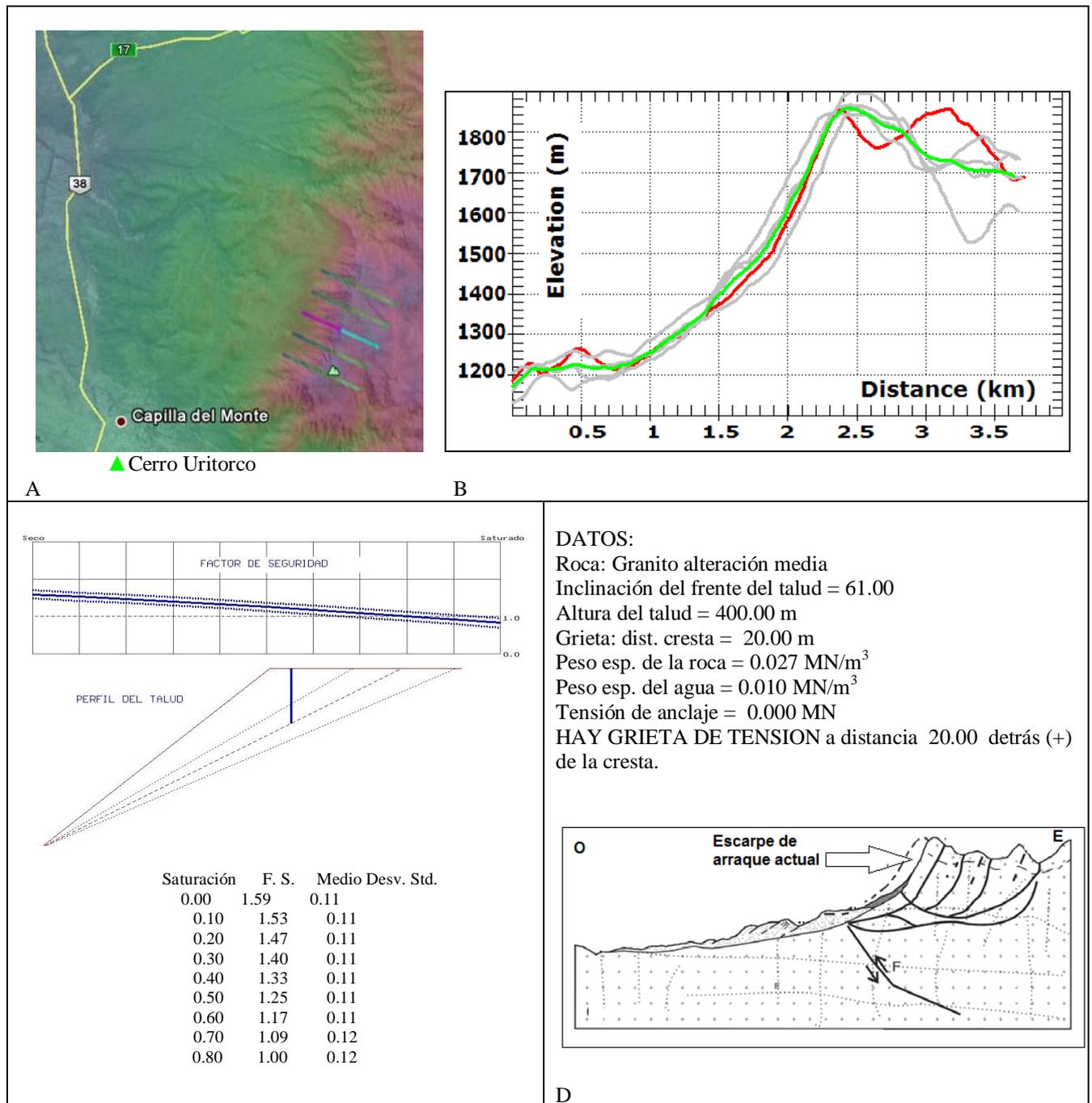


Figura 1. A. Modelo digital del terreno (ASTER-DEM). B. Perfiles topográficos. C. Resultados de análisis de estabilidad. D. Datos y esquema del Megadeslizamiento (Modificado de Carignano et al. 2014)

Referencias

- Bois, T., Bouissou, S. and Jaboyedoff, M. 2012. Influence of structural heterogeneities and of large scale topography on imbricate gravitational rock slope failures: New insights from 3-D physical modeling and geomorphological analysis. *Tectonophysics* 526-529: 147-156.
- Carignano, C., Cioccale, M. y Martino, R. 2013. Megadeslizamiento del Cerro Uritorco, ladera occidental de la Sierra Chica de Córdoba. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 71(1): 21-32.
- Vendramini, y Niell, A. 1997. Modelo numérico computacional para cálculos de estabilidad de taludes por equilibrio límite, fallas planas y en cuña análisis determinístico y estocástico. *Revista Asociación Argentina de Geología Aplicada a la Ingeniería* 11:118-125.
- Vendramini, N. y Niell, A. 1994. Tratamiento de datos de orientación de discontinuidades. Modelo estructural probabilístico (MEP). *Revista Asociación Argentina de Geología Aplicada a la Ingeniería* 8:122-134.