

(1983): *Mediterranea, Ser. Geol.*, 1, 31-69.  
 Pascal, A. (1985): Thesis Doctoral *Mém. Géol. Univ. Dijon*, 10, 569 p.  
 Renard, M. (1985): Thesis Doctoral *Doc. BRGM*, 85, 650 p.  
 Wilson, J. L. (1975): *Carbonate facies in geologic history*. Springer Verlag, Berlin, 633 p.

Fig. 2.—Diagramas de puntos para las unidades más ricas en carbonatos (dolomías, calizas margosas de U4 y calizas de plataforma de U8). A: relaciones molares Mg/Ca vs. contenido en Sr; se aprecian tres poblaciones en función del contenido en Sr y la relación Mg/Ca; las dolomías son no estequiométricas. B: tendencia diagenética desde el barro micrítico a las calizas cementadas y a las dolomías.

Fig. 2.—Scatter diagrams for the carbonate-rich Units (Dolostones, marly limestones U4 and platform limestones U8). A: Mg/Ca molar ratios versus Sr content; three populations accordingly to the Sr content and Mg/Ca ratio; non-stoichiometric dolomites. B: Plot showing the diagenetic trend from micritic mud to cemented limestone and dolostones.

# El deslizamiento de Riogordo (Málaga)

## Riogordo Landslide (Malaga)

C. Irigaray<sup>1</sup>, E. Romero Córdón<sup>2</sup> y J. Chacón<sup>1</sup>

1.—Departamento de Geodinámica. Universidad de Granada. 18071 Granada.

2.—Protección Civil. Gobierno Civil de Sevilla. 41071 Sevilla.

### ABSTRACT

On 12 January 1970 a large slide took place on the old main Malaga-Granada road, characterized initially by a rock fall with rotational sliding at the main scarp, followed by a widespread gravitational flow. The hidrogeological regime at a limestone-marl boundary, the lithology, the structural complexity and the high slope-angles result in a high susceptibility area to landsliding; the triggering factor on that occasion was high rainfall.

**Key words:** Landslide, flow, rockfall, Riogordo, Málaga Province.

*Geogaceta*, 10 (1991), 103-106.

**Introducción**

El 12 de enero de 1970, aproximadamente en el km 520 de la antigua carretera nacional Granada-Málaga, se inició un fenómeno que impresionó a la opinión pública: la carretera quedó invadida rápidamente por un flujo de tierras. El movimiento continuó hasta alcanzar casi los 3000 m. de terrenos invadidos en el mes de mayo (fig. 1).

**Parámetros geomorfológicos**

**DATOS DE LA LADERA**

Longitud total .....	7.570 m.
Desnivel total .....	1.010 m.
Extensión horizontal de la ladera .....	7.500 m.
Pendiente media .....	8°

**DATOS DEL MOVIMIENTO DE LA MASA**

Longitud máxima .....	2.860 m.
Anchura máxima .....	550 m.
Espesor máximo .....	30 m.
Anchura del escarpe .....	510 m.
Altura del escarpe .....	25 m.
Radio del escarpe .....	324 m.
Extensión horizontal de la masa .....	2.800 m.
Intervalo vertical de la masa .....	620 m.
Longitud de la superficie de rotura .....	3.600 m.
Perímetro .....	8.500 m.
Area .....	75 Ha.
Volumen .....	4.5 Hm <sup>3</sup>
Valor D/L .....	0,01
Valor VIm/HEm .....	0,22

Velocidad del movimiento.	6-15 m/día
Condición de humedad .....	muy húm.
Material geotécnico predominante .....	CL
Tipo de movimiento .....	Complejo compon. rotacional en cabecera y flujo en el resto de la masa

*Los parámetros se aplican según el método de Brunsten (1973).*

**Consistencia y mineralogía de las muestras**

Las propiedades geotécnicas y

Tabla 2.—Composición mineralógica

Mineral global	Muestra		
	R1	R5	R6
Filosilicatos.....	23%	25%	28%
Cuarzo .....	7%	6%	7%
Calcita .....	70%	69%	65%
Caolinita .....	—	—	<5%
Feldespatos .....	—	—	trazas
Fracción inferior a 2 micras			
Esmectitas .....	60%	40%	55%
Ilita .....	40%	55%	40%
Clorita .....	—	<5%	<5%
Caolinita .....	—	<5%	<5%
Fracción entre 2 y 20 micras			
Esmectitas .....	60%	60%	55%
Ilita .....	40%	35%	40%
Clorita .....	—	<5%	<5%
Caolinita .....	—	<5%	<5%

Tabla 1.—Propiedades geotécnicas de las muestras tomadas en el deslizamiento de Riogordo

	Muestra					
	R1	R2	R3	R4	R5	R6
Material geológico .....	m-mg	m	m	m	m-mg	m-mg
Peso específico de las partículas (gr./cc.) .....	2,77	2,65	2,79	2,70	2,56	2,82
Humedad higroscópica (%) .....	3,94	3,07	3,02	2,76	2,87	3,50
Límite líquido (%) .....	32,3	31,5	45,1	31,0	31,2	35,6
Límite plástico (%) .....	19,3	22,7	25,7	20,6	19,7	19,8
Índice plasticidad (%) .....	13,0	8,8	19,4	10,4	11,5	15,8
% pasa tamiz 4 ASTM .....	97,2	99,0	100	98,8	96,5	98
% pasa tamiz 10 ASTM .....	95,2	98,5	100	96,9	95,2	96,6
% pasa tamiz 40 ASTM .....	86,1	91,7	98,4	91,5	89,2	89,5
% pasa tamiz 200 ASTM .....	75,6	87,5	96,5	81,9	83,8	82,4
Clasificación S. U. ....	CL*	CL	CL	CL	CL*	CL*
Clasificación ASSHTO .....	A-6	A-4	A-7-6	A-6	A-6	A-6

Notas: m = margas; mg = margocalizas; \* = «con arena».

composición mineralógica de las muestras tomadas en el flujo de Riogordo se resumen en las tablas 1 y 2 (Irigaray, 1990).

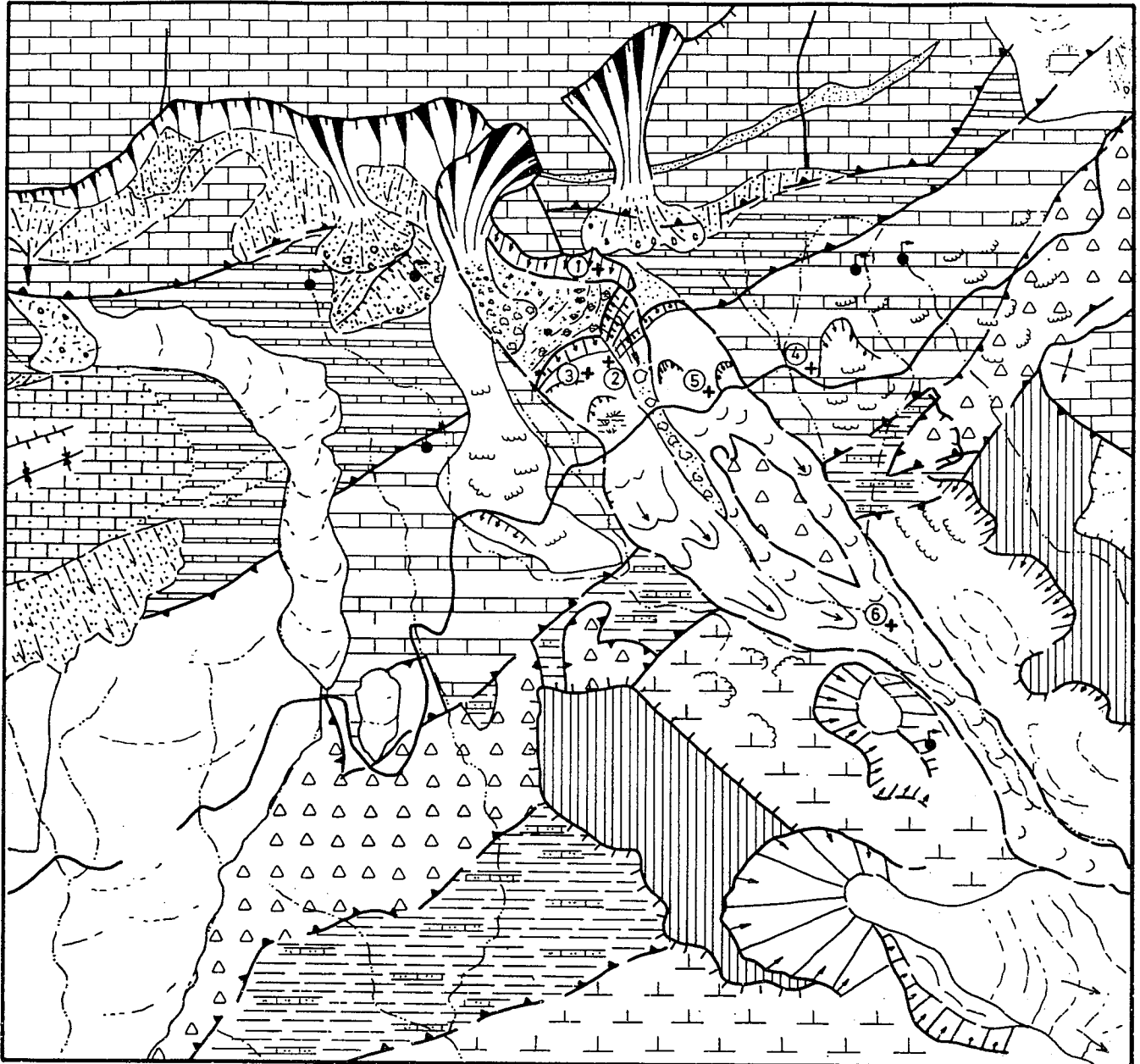
**Tipología del movimiento**

Aunque a escala global este movimiento según la clasificación de Brunsten (1973) es un flujo activo (la relación VIm/HEm = 0,22 está comprendida entre 0,2 y 0,35), en detalle está determinado por los siguientes procesos:

1. Desprendimiento en el macizo rocoso, controlado por la intensa fracturación y, posiblemente por descalce en el pie del talud. Como producto de este fenómeno se producen acumulación de grandes bloques.
2. Deslizamientos rotacionales en cabecera, localizados en las margas y margocalizas cretácicas.
3. Flujo gravitatorio. A partir de la altura de la carretera, el movimiento evoluciona a un flujo de una masa calizo-margosa cuyo movimiento evoluciona lentamente a través de pequeños lóbulos viscosos que se detienen al alcanzar la pendiente de reposo (alrededor de 5°).

**Factores desencadenantes**

Son numerosos los factores que determinaron la generación de este movimiento. La deforestación y cambios en la cubierta edáfica han debido influir en la capacidad de retención y evapotranspiración del agua del subsuelo. Las altas precipitaciones y el funcionamiento hidrogeológico condicionan un flujo de agua permanente que reduce los esfuerzos efectivos y la resistencia a la cizalla del terreno. La alternancia de litología con diferente comportamiento mecánico y la complejidad tectónica crean condiciones gravitatorias inestables. Las relativamente altas pendientes de la zona facilitan el inicio de los movimientos. En este contexto las altas precipitaciones de los años 69 y 70 activaron el desencadenamiento del deslizamiento de Riogordo.



200m

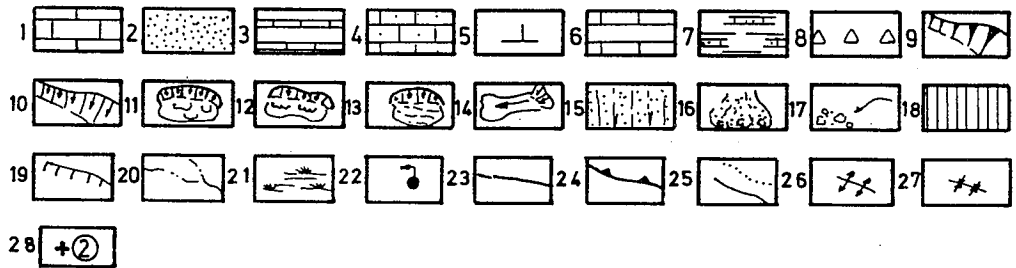


Fig. 1.—Mapa geológico-geomorfológico del sector del deslizamiento de Riogordo (Chacón et al., 1988).

Fig. 1.—Geological-Geomorphological map of the Riogordo landslide area (Chacon et al., 1988).

1: Calizas oolíticas y brechoideas. 2: Margas y areniscas rojas. (1-2, Jurásico). 3: Calizas margosas grises. 4: Calizas, margas y conglomerados. (3-4 Cretácico). 5: Margas, calizas areniscas y conglomerados (Jurásico-Mioceno). 6: Margas y calizas (Paleoceno-Eoceno). 7: Calizas arenosas y margas (Eoceno). 8: Margas negras con areniscas (Mioceno). 9: Escarpe de desprendimiento. 10: Escarpe de deslizamiento. 11: Deslizamiento activo. 12: Deslizamiento potencial. 13: Deslizamiento dormido. 14: Dirección de movimiento. 15: Brechas de ladera. 16: Cono de deyección. 17: Caída de bloques. 18: Paleorelieve. 19: Escarpe erosivo (progradante). 20: Arroyo. 21: Zonas húmedas. 22: Sugerencia. 23: Contacto mecánico. 24: Cabalgamiento. 25: Contactos concordante y discordante. 26: Anticlinal. 27: Sinclinal. 28: Muestra recogida.

Referencias

Brunsdon, D. (1973): *Geologica Applicata e Idrologica. Univ. Bari*, 8, 1, pp. 185-207.

Chacón, J.; Irigaray, C.; López Galindo, A.; Rodríguez Moreno, I. y Romero Cordon, E. (1988): *II Congreso Geológico de España*, Granadada, Guía de Excursión B-5.

Irigaray, C. (1990). Tesis de Licenciatura. *Departamento de Geodinámica. Universidad de Granada*. (Inédita).

Recibido el 25 de enero de 1991  
Aceptado el 1 de marzo de 1991

# Criterios del sentido del movimiento e historia deformativa en fallas a partir de la Petrografía de espejos de fricción: Aplicación a fallas alpinas del Sistema Central

## *Shear-sense indicators and deformation history in faults as deduced from slickenside Petrography: Application to alpine faults in the Spanish Central System*

M. Doblas

Departamento de Geodinámica, Facultad de Ciencias Geológicas, Universidad Complutense, 28040 Madrid.

ABSTRACT

The analysis of thin-sections using slickenside petrography (Lee & Means, 1990) allows the deduction of a series of shear-sense indicators in brittle faults, such as: SC-type structures, asymmetric microfolds, stylolitized and recrystallized steps, R and R' Riedel microfractures, tension gashes, deformed phenocrysts, oblique stylolites, oblique preferred mineral orientations, and drag-effects. Additionally, we present a number of criteria to recognize the polyphasic character of some faults. These findings are applied to some Alpine faults in the Spanish Central System.

**Key words:** Slickenside petrography, brittle faults, shear-sense indicators.

*Geogaceta*, 10 (1991), 106-109.

Introducción

Los espejos de fricción se utilizan para deducir la dirección y el sentido del movimiento en fallas frágiles. Este análisis se suele hacer a la escala de visu, tanto en el plano de falla, como perpendicularmente al mismo (Petit *et al.*, 1983; Doblas, 1988), y ocasionalmente se recurre al microscopio óptico o electrónico (Friedman & Logan, 1970; Engelder, 1974; Doblas, 1988). Lee & Means (1990) han sugerido que mediante la denominada «petrografía de espejos de fricción» («slickenside

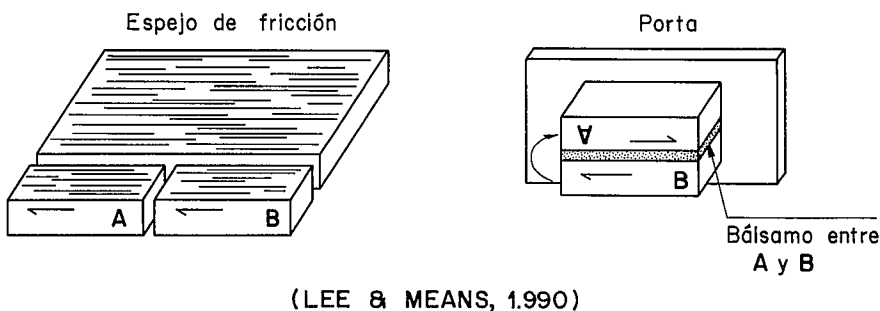


Fig. 1.—Realización de las láminas delgadas especiales para la petrografía de espejos de fricción (Lee & Means, 1990).

Fig. 1.—Special thin sections used for slickenside petrography (Lee & Means, 1990).

Fig. 2.—Criterios del sentido del movimiento observados en espejos de fricción bajo el microscopio. BC: Bandeado composicional; EA: Efecto de arrastre; EE: Escalón estilolitizado; ER: Escalón con recristalización; ES: Estilolitos; FD: Fenocrystal deformado; GT: Grieta de tensión; OMP: Orientación mineral preferente; PA: Pliegue asimétrico; ZR: Zona de recristalización. Planos con significado cinemático según la nomenclatura frágil: P1, P2, R, R', y Y. Escalas: 0,5 mm. Ver texto para explicaciones más detalladas.

Fig. 2.—Shear sense criteria deduced from slickenside petrography. Thin sections have been prepared as shown in fig. 1. BC: Compositional banding; EA: Drag-effect; EE: Stylolitized step; ER: Recrystallized step; ES: Stylolites; FD: Deformed phenocryst; GT: Tension gash; OMP: Preferred mineral orientation; PA: Asymmetric fold; ZR: Recrystallized area. Planes with a kinematic meaning according to the terminology of brittle faults: P1, P2, R, R', and Y. Scaled bars: 0,5 mm. See text for detailed explanations.