

Algunas consideraciones sobre los grandes paleo-deslizamientos de Güímar y La Orotava en Tenerife (Islas Canarias)

M. Ferrer Gijón, J. Seisdedos Santos, L. I. González de Vallejo, J. J. Coello Bravo, J.C. García López-Davalillo, J. M. Navarro La Torre, R. Casillas Ruiz y M. C. Martín Luis

1. Introducción

Los valles de La Orotava y Güímar, Tenerife, se sitúan en flancos opuestos de la Cordillera Dorsal, alineación volcánica que se extiende desde el extremo NE de Las Cañadas con esta misma dirección (Figura 1). El origen de los mismos ha sido una de las principales controversias históricas en la geología de la isla; en la actualidad se acepta la teoría de que estas depresiones han sido originadas por grandes deslizamientos. Los principales argumentos que sustentaron inicialmente la hipótesis se listan a continuación:

- La existencia de depósitos atribuidos a los deslizamientos, conocidos como "mortalón", observados en el interior de galerías excavadas en las isla.

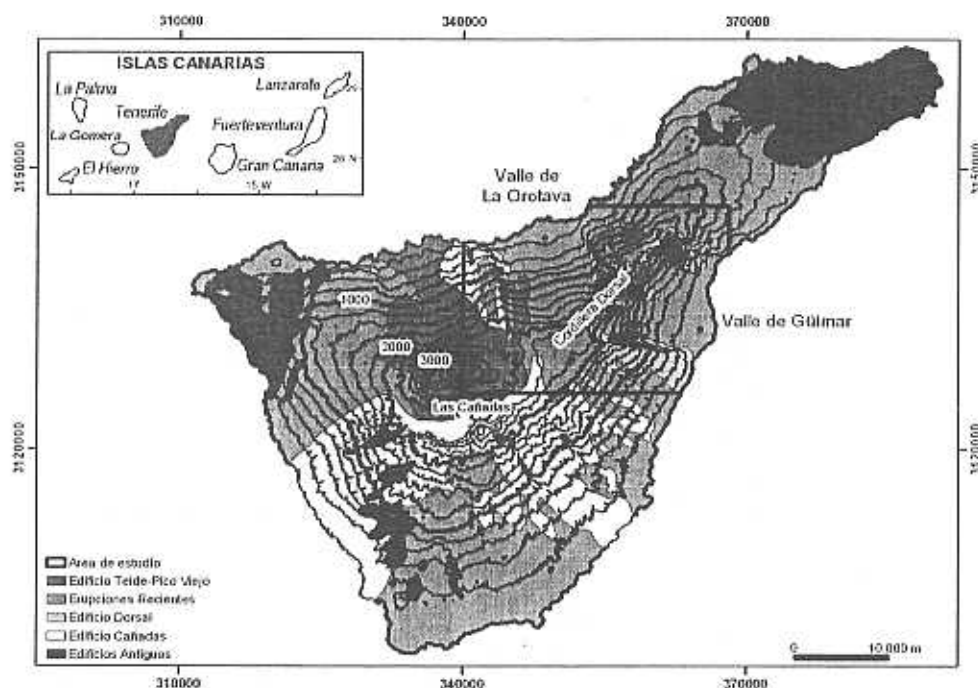


Fig. 1. Situación de la zona de estudio y esquema geológico de la isla de Tenerife, con las principales unidades volcánicas: Edificios Antiguos (Mioceno-Plioceno medio), Edificio Cañadas (Plioceno-Pleistoceno medio), Edificio Dorsal, Erupciones recientes y Edificio Teide- Pico Viejo (Pleistoceno medio-Holoceno) (Ancochea et al., 2004).

Ferrer Gijón, M. et al., 2008. Algunas consideraciones sobre los grandes paleo-deslizamientos de Güímar y La Orotava en Tenerife (Islas Canarias) En: Galindo Jiménez, I., Laín Huerta, L. y Llorente Isidro, M. (Eds.). *El estudio y la gestión de los riesgos geológicos*. Publicaciones del Instituto Geológico y Minero de España. Serie: Medio Ambiente. Riesgos Geológicos N.º 12. 135-142. Madrid

- La identificación de grandes volúmenes de depósitos de deslizamiento en los fondos oceánicos frente a los valles.
- La similitud de rasgos morfológicos con otras calderas de avalancha.

Las características de los paleodeslizamientos de Güímar y La Orotava ponen de manifiesto la singularidad de los procesos que han formado estos valles de Tenerife. Sus dimensiones y expresión geomorfológica, las características y localización de sus depósitos y la morfología de los flancos sumergidos, los convierten en un caso de estudio excepcional.

Las ideas pioneras a favor de la teoría de los grandes deslizamientos en Tenerife surgieron a partir de las observaciones en las galerías de aguas subterráneas (en Tenerife existen miles de galerías que penetran subhorizontalmente en el interior de la isla, algunas con longitud superior a los 6 km). En su interior se halló una formación geológica conocida localmente con el nombre de "mortalón" (Bravo, 1962; Coello, 1973) interpretada posteriormente como parte de los depósitos de las avalanchas rocosas que originaron los valles (Navarro y Coello, 1989). Esta hipótesis fue corroborada con estudios batimétricos y sísmicos del fondo oceánico de Tenerife, que han permitido identificar y cartografiar los depósitos submarinos de los deslizamientos (Watts y Masson, 1995; Acosta et al., 2005), cubriendo áreas de miles de kilómetros cuadrados.

Mediante dataciones por métodos isotópicos se han asignado edades de unos 0,8 Ma (Pleistoceno medio) para el deslizamiento de Güímar y unos 0,5 Ma (Pleistoceno superior) para el de La Orotava (Ancochea et al., 1990; Cantagrel et al., 1999).

2. Rasgos morfológicos de los valles

Los valles de Güímar y la Orotava, de unos 10 km de ancho y algo más de longitud, tienen vergencias prácticamente opuestas, ESE y NNO respectivamente; sus cabeceras coinciden en el eje de la Dorsal, uno de los ejes estructurales de actividad volcánica de la isla, donde las cotas máximas superan los 2000 metros. Ambos están limitados por pronunciados escarpes laterales con altura media de 500 m y fuertes pendientes de más de 35°, que contrastan con los menos de 15° del fondo de los valles (Figura 2), ocupados por materiales de relleno post-deslizamiento. En los escarpes afloran materiales pre-deslizamiento pertenecientes al Edificio Dorsal (coladas basálticas y aglomerados) y al Edificio Cañadas (coladas basálticas, traquibasálticas y fonolíticas). En la actualidad los materiales de relleno de ambos valles recubren los restos de los depósitos deslizados ("mortalón") con un espesor de varios centenares de metros (100 a 600 m), formados principalmente por sucesiones subhorizontales y continuas de coladas basálticas de potencias métricas con escorias.

La interpretación de los datos submarinos batimétricos permite observar que el valle de La Orotava desemboca bajo el mar en un importante canal de unos 6 km de anchura encajado entre pendientes de 8° a 16°, así como que los depósitos de los materiales deslizados llegan hasta varias decenas de kilómetros desde la línea de costa (Figura 3). En el flanco sumergido del valle de Güímar se encuentra un abanico submarino de depósitos de avalancha con una típica morfología hummocky y un área del orden de centenares de km² (Figura 4).

3. Características de los materiales involucrados en los deslizamientos

Los materiales afectados por los procesos de inestabilidad son los que forman los flancos actuales del edificio volcánico, aflorando las sucesiones correspondientes a los diferentes episodios volcánicos tanto en los escarpes de deslizamiento como en los barrancos excavados por erosión. También pueden ser observados estos materiales en el interior de las excavaciones subterráneas de la isla que atraviesan los flancos de la Dorsal (Figura 5).

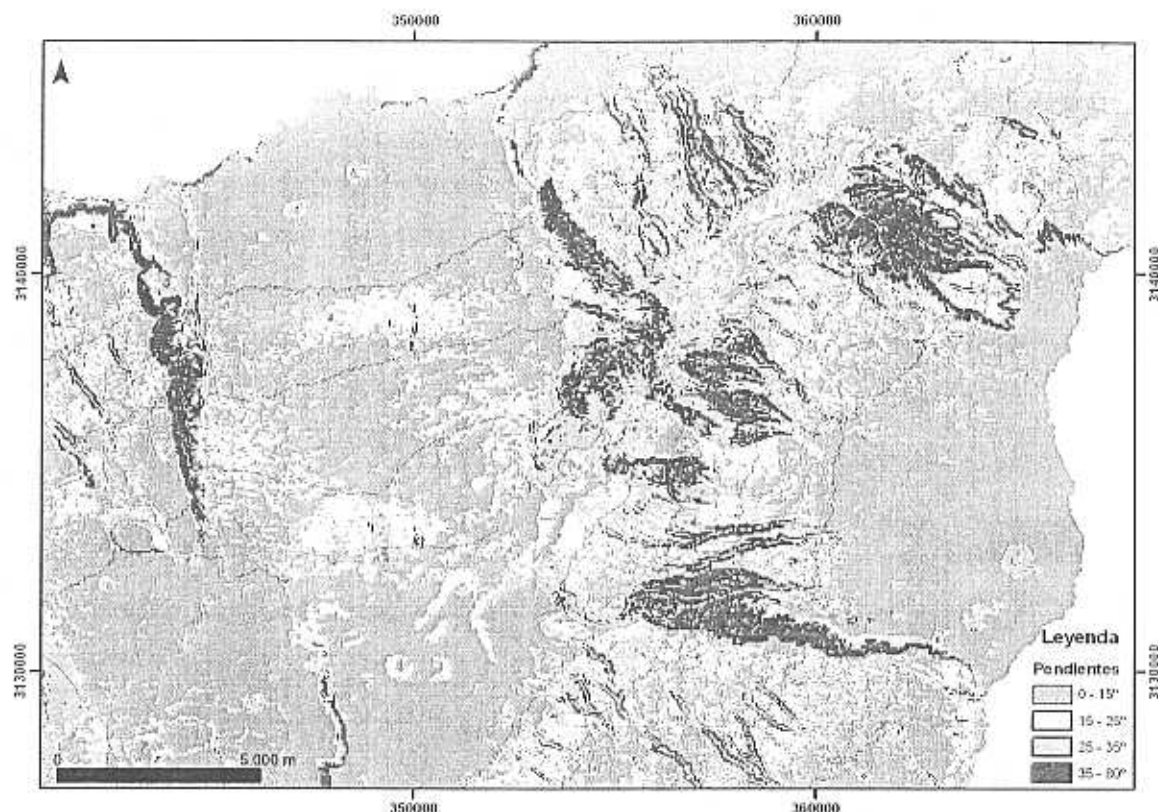


Fig. 2. Mapa de pendientes de los valles de Güimar y La Orotava, abiertos hacia el ESE y NNO respectivamente. Se observa el contraste entre las fuertes pendientes en los escarpes laterales y de cabecera (donde afloran materiales pre-deslizamiento) y las más suaves pendientes del fondo de los valles.

En los escarpes laterales predominan sucesiones métricas de lavas basálticas (excepto en el escarpe oeste del valle de La Orotava, donde abundan las rocas diferenciadas). Los macizos rocosos formados por estos materiales se han clasificado geomecánicamente, a partir de las observaciones y medidas realizadas en campo, como macizos de calidad media-buena, con índices RMR (Beniawski, 1989) entre 50 y 80, dependiendo del grado de fracturación y de alteración de las coladas. En las zonas de cabecera de los deslizamientos predominan los materiales piroclásticos y los diques, correspondiendo al eje estructural del edificio volcánico o zona de *rift*.

En ocasiones, en el interior de las galerías excavadas puede observarse la transición entre los materiales de relleno de los valles (las grandes depresiones dejadas tras el deslizamiento de un sector importante del flanco volcánico) y los materiales pre-deslizamiento, apareciendo entre ambos el característico "mortalón". Los materiales pre-deslizamiento presentan numerosos diques y fracturas abiertas subverticales en las zonas correspondientes al eje estructural del edificio, caracterizadas también por una intensa alteración hidrotermal. Estas condiciones hacen que las propiedades resistentes de los macizos rocosos se reduzcan notablemente.

4. Características de los depósitos atribuidos a los de deslizamientos

Se han descrito estos materiales ("mortalón") en varias galerías y en algunos escasos afloramientos existentes en la isla, y se han realizado perfiles con la distribución espacial de los mismos y la localización del techo de la forma-

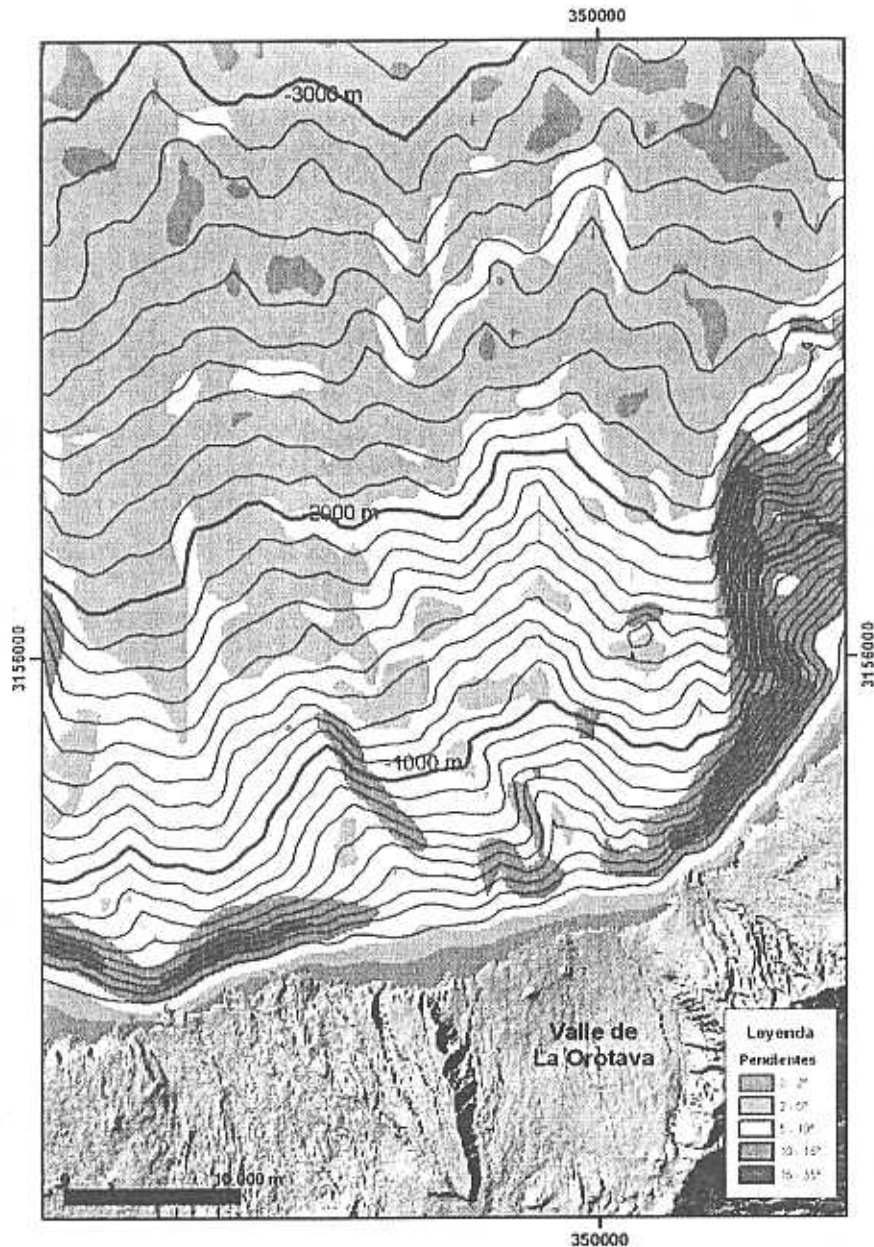


Fig. 3. Mapa de pendientes del flanco sumergido del norte de Tenerife. Se puede observar la continuación submarina del valle de La Orotava (abajo a la derecha) en un canal, con mayores pendientes en sus laterales, por el que se condujeron los materiales que finalmente se depositaron en los fondos (elaborado con datos del IEO).

ción a partir de las observaciones subterráneas. Los depósitos enterrados bajo el fondo de los valles presentan continuidad lateral, apareciendo cubiertos por materiales de relleno de varios cientos de metros de potencia; su espesor es también de centenares de metros, sin haberse localizado su base.

Estos materiales brechoides observados en el interior de las galerías están constituidos por una matriz areno-arcillosa que engloba en completo desorden bloques de roca de distintos tamaños (milimétricos a métricos) y variada composición (basaltos, traquibasaltos, fonolitas...), no presentando ningún tipo de estructura ni granoselección

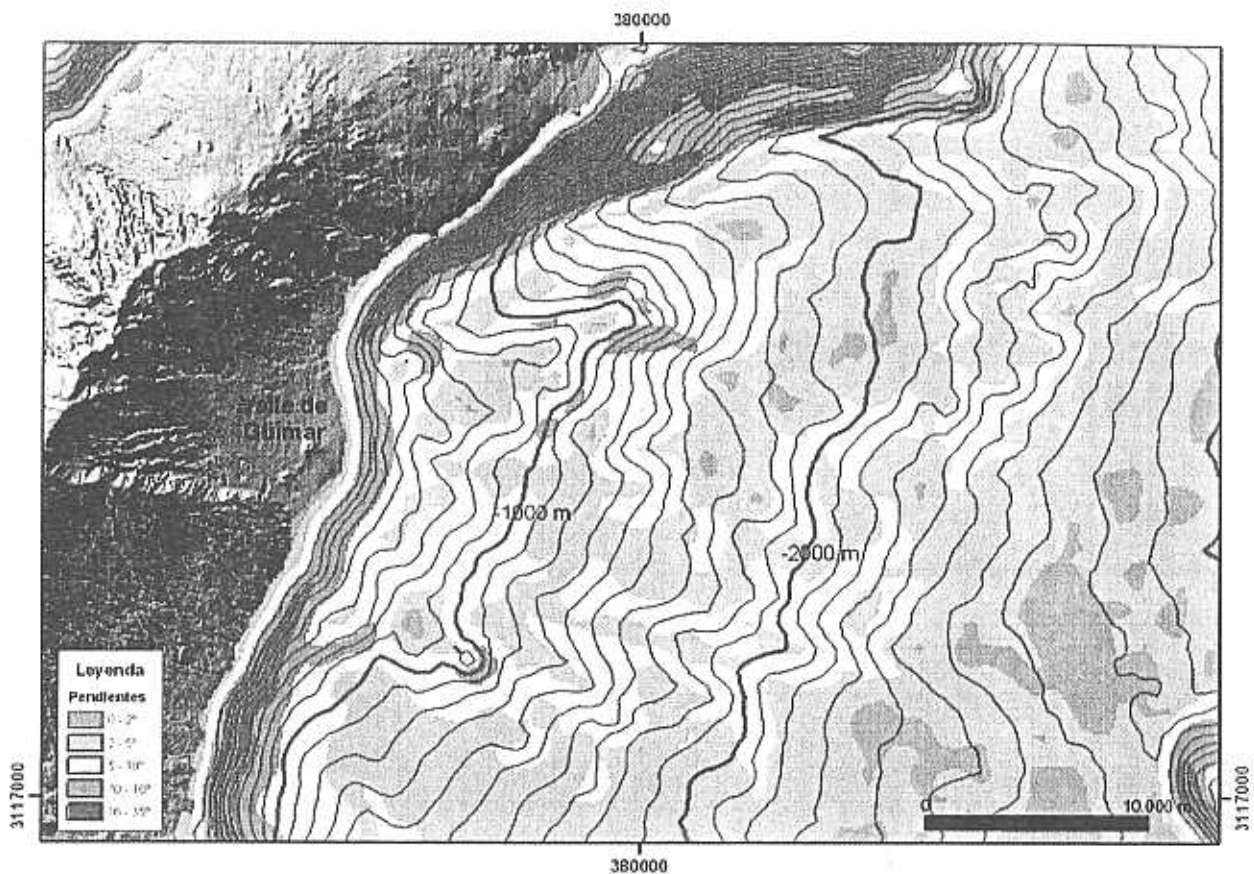


Fig. 4. Mapa de pendientes del flanco surmeridional del este de Tenerife donde se puede observar la desembocadura del valle de Güímar en un abanico submarino de depósitos que cubre del orden de centenares de kilómetros cuadrados con una típica morfología hummocky (elaborado con datos del IEO).

(Figura 6). La forma de los bloques es variada, de angulosos a subredondeados, siendo frecuente que éstos aparezcan deformados y fracturados.

Para su caracterización se han realizado análisis mineralógicos y ensayos de laboratorio de identificación y resistencia en muestras de la matriz del "mortalón" tomadas en varias galerías (granulometría por tamizado y sedimentación, límites de Atterberg, difracción de rayos-X, resistencia). Las muestras analizadas se clasifican principalmente dentro del grupo de las arenas, aunque éstas pueden estar bien o mal graduadas y tener distinto porcentaje de finos (limo o arcillas) tanto de alta como de baja plasticidad. Los minerales principales de la matriz son silicatos (plagioclasas, piroxeno, anfíbol) y productos de su alteración (esmectita).

5. Algunas consideraciones finales

Los valles de Güímar y la Orotava deben su origen a grandes paleo-deslizamientos producidos hace cientos de miles de años. Sus características geomorfológicas y la localización de los depósitos atribuidos a los deslizamientos en el fondo oceánico y en el interior de las galerías de aguas subterráneas hacen de ellos dos casos singulares.

Las depresiones generadas en los flancos del edificio volcánico, flanqueadas por abruptos escarpes donde afloran los materiales pre-deslizamiento, se encuentran rellenas por materiales volcánicos posteriores a los deslizamientos.

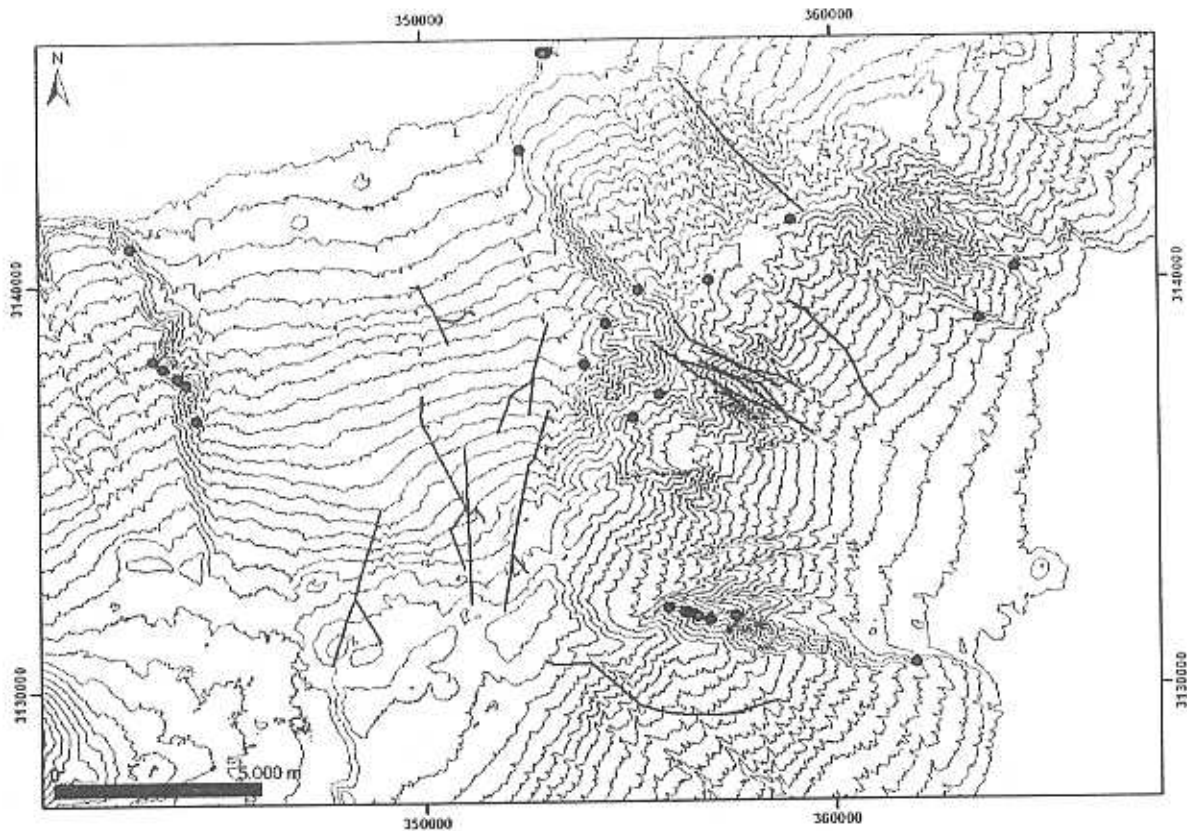


Fig. 5. Situación de los principales afloramientos y galerías en donde se han llevado a cabo las observaciones y toma de datos para la caracterización de los materiales involucrados en los deslizamientos.

tos. En la prolongación submarina de los flancos deslizados destacan canales de deslizamiento y grandes abanicos de depósitos con morfología aborregada (*hummocky*).

También en la parte aérea de los flancos aparecen los depósitos atribuidos a los deslizamientos, enterrados actualmente a varios cientos de metros de profundidad del fondo de los valles; se pueden observar en el interior de las galerías excavadas en la isla, y están formados por una masa arcillo-arenosa que engloba bloques de diversos tamaños y composición variada. La heterogeneidad de los depósitos también se manifiesta en las características granulométricas, plásticas y mineralógicas de la matriz.

Las propiedades mecánicas de los macizos rocosos pre-deslizamiento que se observan en las zonas más profundas de las galerías son notablemente inferiores a las de los macizos que afloran y forman los escarpes, debido al grado de alteración y fracturación de estos materiales.

Estas características habrán de ser consideradas en los análisis geomecánicos de las inestabilidades de flanco que generaron los valles de Güimar y La Orotava.

6. Bibliografía

- Acosta, J., Uchupi, E., Muñoz, A., Herranz, P., Palomo, C., Ballesteros, M. y ZEE Working Group. 2005. Geologic evolution of the Canarian Islands of Lanzarote, Fuerteventura, Gran Canaria and La Gomera and comparison of landslides at these islands with those at Tenerife, La Palma and El Hierro. *Marine Geophysical Research*, IV, 1-38.



Fig. 6. Aspecto del "mortalón" en el interior de una galería, compuesto por una matriz areno-arcillosa que engloba bloques de distintos tamaños y composición diversa.

- Ancochea, E., Bellido, F. y Huertas, M.J. 2004. Tenerife. En: *Geología de España* (Vera ed.), SGE-IGME, 654-658.
- Ancochea, E., Fúster, J.M., Ibarrola, E., Cendrero, A., Hernán, F., Cantagrel y J.M., Jamond, C. 1990. Volcanic evolution of the island of Tenerife (Canary Island) in the light of new K-Ar data. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 44, 231-249.
- Bravo, T. 1962. El circo de Las Cañadas y sus dependencias. *Boletín de la Real Sociedad de Historia Natural*, 40, 93-108.
- Cantagrel, J.M., Arnaud, N.O., Ancochea, E., Fuster, J.M. y Huertas, M.J. 1999. Repeated debris avalanches on Tenerife and genesis of Las Cañadas caldera wall (Canary Islands). *Geology*, 27(8), 739-742.
- Coello, J., 1973. Las series volcánicas en subsuelos de Tenerife. *Estudios Geológicos*, XXIX, 491-512.
- Navarro J.M. y Coello, J. 1989. Depressions originated by landslide processes in Tenerife. *European Science Foundation Meeting on Canarian Volcanism*, Cabildo Insular de Lanzarote. Abstract, 231-234.
- Watts, A.B. y Masson, D.G. 1995. A giant landslide on the north flank of Tenerife, Canary Islands. *Journal of Geophysical Research*, 100, 24487-24498.