

# Depósitos de tsunami en el valle de Agaete, Gran Canaria (Islas Canarias).

## *Tsunami deposits at Agaete valley, Gran Canaria (Canary Islands)*

F.J. Pérez Torrado <sup>(1)</sup>, R. Paris <sup>(2)</sup>, M.C. Cabrera <sup>(1)</sup>, J.C. Carracedo <sup>(3)</sup>, J.L. Schneider <sup>(4)</sup>, P. Wassmer <sup>(5)</sup>, H. Guillou <sup>(6)</sup> y D. Gimeno <sup>(7)</sup>

<sup>(1)</sup> Dpto. de Física (Geología), Edificio de Ciencias Básicas, Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, 35017-Las Palmas de Gran Canaria.

<sup>(2)</sup> Université de Paris 1 Sorbonne - LGP URA CNRS, Meudon, Francia

<sup>(3)</sup> Estación Volcanológica de Canarias, IPNA - CSIC, 38206-La Laguna (Tenerife).

<sup>(4)</sup> Département de Géologie et Oceanographie, Université Bordeaux 1, 33405-Talence cedex, Francia

<sup>(5)</sup> Faculté de Géographie et d'Aménagement, Université Louis Pasteur de Strasbourg, 67000-Strasbourg, Francia

<sup>(6)</sup> Laboratoire des Sciences du Climat et de l'Environnement, CNRS, 91198-Gif sur Yvette, Francia

<sup>(7)</sup> Dpto. de Petrología, Geoquímica y Prospección Geológica, Facultad de Ciencias Geológicas, Universidad de Barcelona, 08071-Barcelona.

### ABSTRACT

*Pleistocene marine conglomerates, first interpreted as alluvial-marine deposits, are attached to the walls of the valley of Agaete (NW of Gran Canaria), at 50-110 m above sea level. The deposits are 1 to 5 m thick, poor-sorted, clast-supported and formed by heterogeneous, angular to rounded, volcanic clasts and fossils, never found in growth position and often broken. The basal contacts show reaping features of the substratum and internally present two or more layers with reverse grading. Distribution, altitude and sedimentary structures of these deposits suggest that they were originated by tsunami waves, the most probable source being the Güímar giant landslide (east coast of Tenerife, <0,84 Ma).*

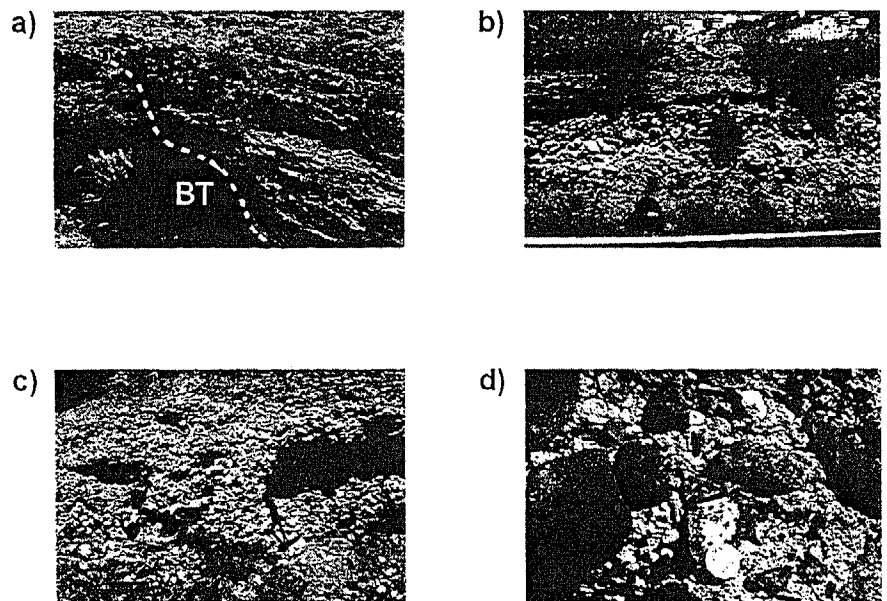
**Key words:** *Tsunami deposits, volcanic giant landslides, Pleistocene, Gran Canaria (Canary Islands)*

*Geogaceta*, 32 (2002), 75-78  
ISSN:0213683X

### Introducción

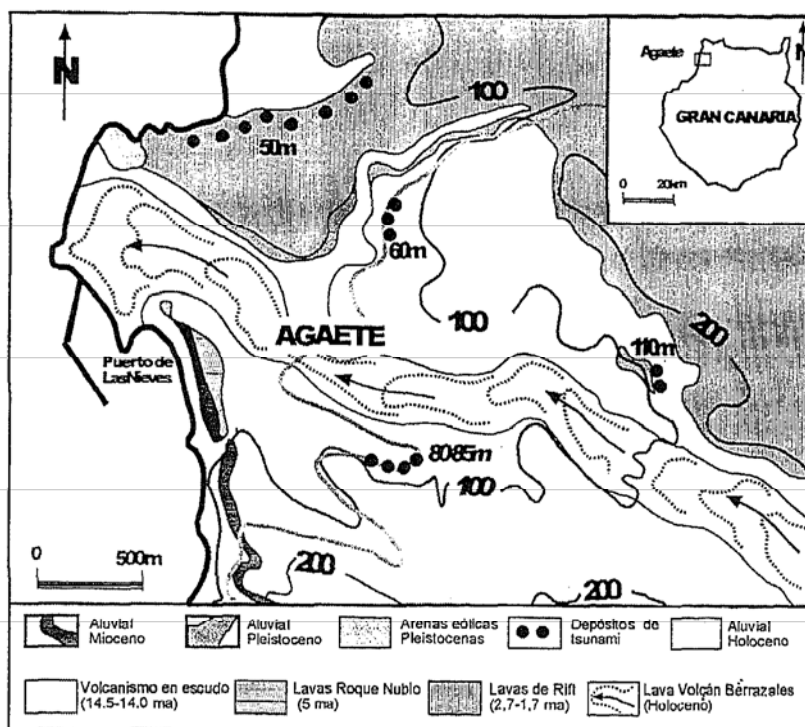
J.G. Mooore y G.W. Moore (1984) fueron los primeros autores en interpretar unos enigmáticos conglomerados en la isla de Lanai (Archipiélago de Hawai) como depósitos formados por la acción de tsunamis, provocados por gigantescos deslizamientos de rocas en los flancos de islas volcánicas. Estos deslizamientos gigantes, como fenómenos inherentes al crecimiento de islas volcánicas, han sido documentados en numerosos trabajos. Así, en Canarias se han reconocido hasta 17 (e.g., Holcomb y Searle 1991; Carracedo et al., 1999; Urgeles et al., 1999), pero sin que hasta el momento existiera constancia de algún depósito de tsunami relacionado con ellos.

Los depósitos del Valle de Agaete (NO de Gran Canaria) objeto de este trabajo, fueron citados por primera vez por Denizot (1934) y posteriormente descritos por Lecointre et al. (1967), Meco (1989) e ITGE (1990), entre otros. En todos estos trabajos se catalogan como terrazas marinas a partir, casi exclusivamente, de criterios paleontológicos. Sin embargo, los datos estratigráficos, sedimentológicos y geomorfológicos que aquí se presentan permiten caracterizarlos como depósitos de tsunamis.

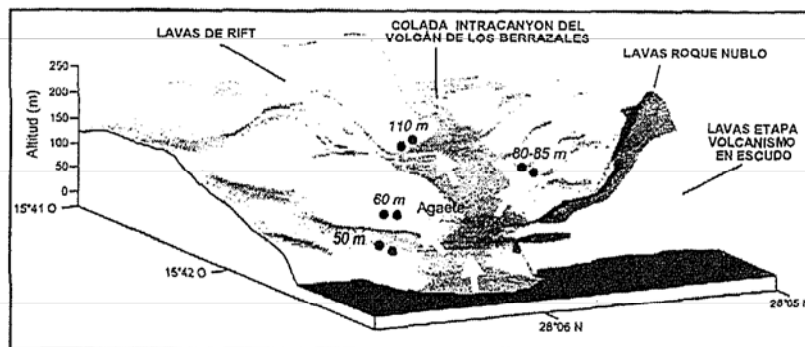


**Fig. 1.- a)** Mapa geológico del Valle de Agaete (modificado de ITGE, 1990). **b)** Reconstrucción 3D del Valle de Agaete con indicación de los afloramientos de los depósitos estudiados. Flechas indican el camino seguido por las olas en el fenómeno de tsunami.

**Fig. 1.- a)** Geological map of Agaete valley (modified from ITGE, 1990). **b)** Shaded relief image of the valley of Agaete with indication of the outcrops studied. Arrows indicate the direction of tsunami run-up waves.



A



B

Fig. 2.- a) Morfología de los depósitos de tsunami adaptados a la pendiente de la ladera del valle (aquí con valores entre 20-25°) en el afloramiento de cota 60 m. BT indica el sustrato de basalto miocenos. b) Vista general de las dos capas observada en el afloramiento de 80-85 m, ambas con una marcada granoselección negativa. c) Estructura de erosión y relleno en el contacto entre la capa superior y la inferior. d) Detalle de restos fósiles fragmentados (flechas), cantos subredondeados a angulosos en una matriz bastante encalichada y con mal sorting.

Fig. 2.- a) Morphological features of the tsunami deposits attached to the slopes of the valley walls (20-25°) in the 60 m outcrop. BT indicates the Miocene basaltic substratum. b) General view of the two layers observed in the 80-85 m outcrop, both showing a distinct reverse grading. c) Scour an fill structure in the contact between upper and lower layers. d) Poor sorting, broken fossils (arrows) and angular to rounded volcanic clasts in a cement matrix.

Contexto geológico

El Valle de Agaete tiene una longitud aproximada de 7500 m, pendiente media del 6% y una orientación SE-NO hacia la desembocadura. Muestra un perfil transversal muy abrupto a lo largo de casi todo su recorrido, solo roto a 1 Km de su desembocadura donde el valle se abre a modo de abanico y las laderas suavizan su pendiente (Fig. 1b).

Se excava en materiales volcánicos de diversas edades, fundamentalmente lavas básicas de la etapa inicial de crecimiento en escudo de la isla en el Mioceno. Discordantemente sobre estas lavas se encuentran otras pertenecientes a la etapa post-erosiva de crecimiento. Así, de forma local en su ladera meridional, afloran lavas ligadas al volcanismo Roque Nublo, que aquí han sido

datadas en unos 5 m.a. (ITGE, 1990). Por el contrario, las lavas Plio-Cuaternarias ligadas al volcanismo tipo rift afloran con gran extensión en las vertientes septentrionales. Intercalados entre estas secuencias de lavas o adosados a las laderas del valle, afloran de forma dispersa depósitos sedimentarios de distinta naturaleza.

A su vez, por el fondo del barranco discurre una colada de lava proveniente de pequeños conos estrombolianos situados en Los Berrazales (cabecera del valle), los cuales por su grado de conservación y alineación con otros conos estrombolianos de edad conocida se consideran holocenos (Fig. 1a y b).

Características de los depósitos

Los depósitos se localizan en cuatro distintos afloramientos a lo largo del valle, siempre adosados a los sectores inferiores de sus laderas y con cotas que oscilan entre 50 y 110 m (Fig. 1a y b). La extensión de estos afloramientos es muy variable, si bien muestran en general geometrías lenticulares adaptadas a esas laderas con pendientes entre 5° a 25° (Fig. 2a). Las potencias oscilan entre 1 y 5 m, observándose una disminución progresiva de las mismas hacia el interior del valle.

Se apoyan sobre lavas miocenas, a excepción del afloramiento de cota 50 m que lo hace sobre lavas Plio-Cuaternarias. En ocasiones, como sucede en este afloramiento de cota 50 m y en el de cota 80-85 m, entre el sustrato volcánico y estos depósitos se intercalan materiales sedimentarios coluvionares, observándose entonces como fragmentos de diversos tamaños de estos sedimentos son incorporados a los depósitos.

Se trata de conglomerados heterométricos, con cantos angulosos a subredondeados, de naturaleza volcánica (en su mayoría lavas miocenas) y con fósiles marinos muy fragmentados y nunca en posición de vida (Fig. 2b). Internamente muestran una estratificación gruesa en dos o más capas, normalmente con marcadas granoselecciones negativas (Fig. 2c), imbricación de sus cantos y estructuras de erosión y relleno (Fig. 2d). El tamaño de los cantos disminuye hacia el interior del valle, tanto para las capas inferiores como las superiores, mientras que en ese mismo sentido aumenta algo la proporción de matriz arenosa, sin superar nunca valores del 20%. Las direcciones de imbricación de los cantos muestran orientaciones variables dependiendo de la capa que se trate, así como de la orientación de los

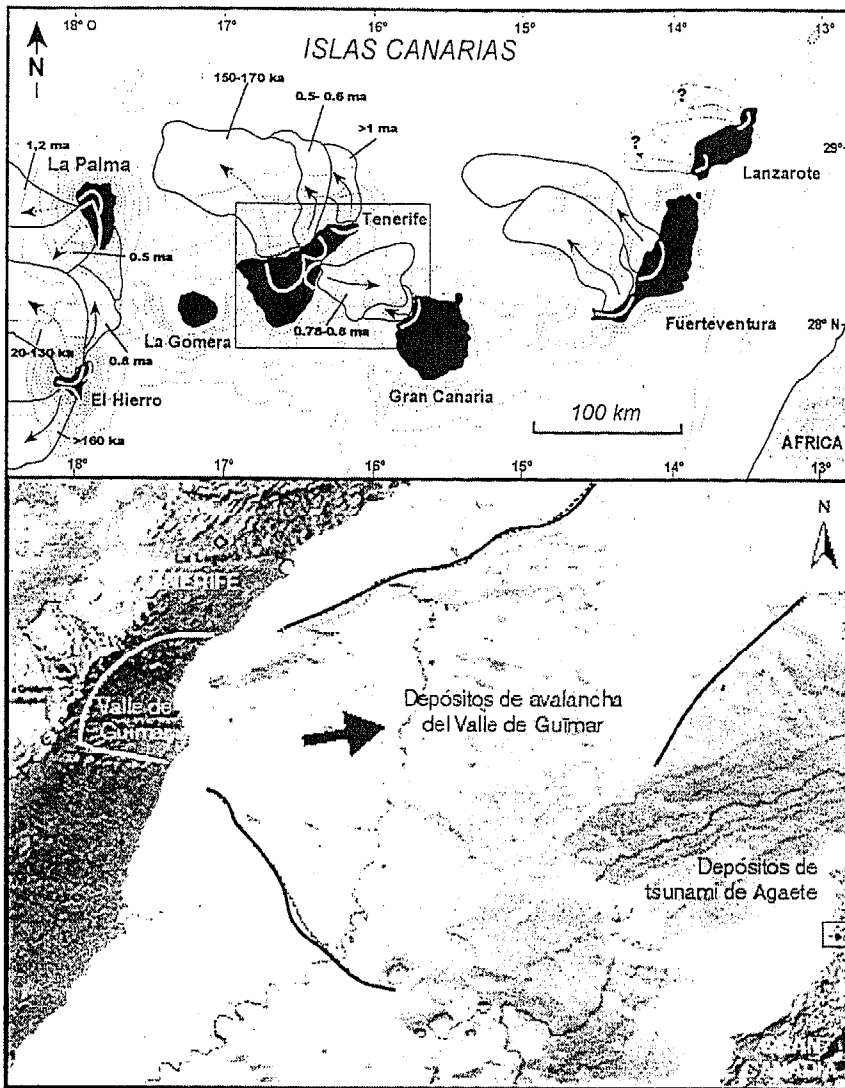


Fig. 3.- a) Esquema general de los deslizamientos gigantes reconocidos en Canarias (edades tomadas de Holcomb y Searle, 1991; Carracedo et al., 1999 y Urgeles et al., 1999). b) Detalle del deslizamiento de Güimar y su proximidad con el área de estudio.

Fig. 3.- a) Simplified general sketch of the giant landslides identified in the Canaries (ages from Holcomb y Searle, 1991; Carracedo et al., 1999 y Urgeles et al., 1999). b) Enlargement of the Güimar flank collapse and the tsunami outcrops in Gran Canaria.

afloramientos. Sin embargo, existe un sentido predominante O a OSO para las capas inferiores, mientras que en las superiores es E a ESE.

La proporción de fósiles presente en los distintos afloramientos disminuye drásticamente hacia el interior del valle, donde además se muestran más fragmentados. Se han distinguido unas 50 especies de macrofósiles, de las que una gran parte aún viven en aguas más cálidas que las existentes en la actualidad en Canarias (e.g., Meco, 1989; Meco et al., 2002). Un hecho característico en todos los afloramientos, es la presencia de encostramientos calcáreos (caliches)

en estos depósitos (Fig. 2), sin que se observe con igual intensidad en los materiales de sustrato o en los que los recubren. Probablemente, este encalichamiento exclusivo se deba a la disolución de parte de sus fósiles.

#### Discusión

Una primera característica que apunta hacia un origen por tsunami para los depósitos estudiados viene dada por la propia distribución de sus afloramientos. Las cotas que presentan son fruto exclusivo de su adaptación al terreno. No se han encontrado evidencias de fallas que pudieran sugerir una compartimentación

tectónica, por el contrario, en la ladera septentrional del valle, las lavas de la etapa rift exhiben una gran continuidad lateral que puede seguirse por kilómetros, lo mismo que ocurre con la lava holocena de los Berrazales.

Por otro lado, aunque se desconoce la edad precisa de estos depósitos pueden realizarse ciertas acotaciones. En el afloramiento de cota 50 m se sitúan sobre una lava de la etapa rift que ha sido datada en  $1,75 \pm 0,03$  m.a. (Meco et al., 2002). Los afloramientos de cotas 60 m y 80-85 m se encuentran parcialmente cubiertos por depósitos-arenosos de carácter aluvial que contienen una gran cantidad de gasterópodos continentales. ITGE (1990) cita una datación radiométrica realizada en estos gasterópodos con una edad de  $32.373 \pm 1.300$  años. En conclusión, se estima que son del Pleistoceno. En este periodo, todas las terrazas marinas localizadas en Canarias, especialmente en las islas orientales, presentan cotas con valores máximos de unos 70 m, estando en debate además la participación de movimientos isostáticos (e.g., Meco, 1989; Zazo et al., 2000).

Ciertas características sedimentológicas, como el escaso redondeamiento de los cantos, granoselecciones negativas, malos sorting, disminución del centil hacia los depósitos de mayor cota, etc. son incompatibles con procesos marinos litorales comunes. Por otro lado, cuando se comparan los depósitos aquí estudiados con los citados en Hawaii como de tsunami, se ponen en evidencias muchas similitudes. Tal vez, la más significativa sea la estratificación en dos capas granodecrecientes, con imbricación de cantos en direcciones opuestas, interpretados como producto de la subida y posterior retroceso de estas gigantes olas (e.g. Moore y Moore, 1984; Keating et al. 2000).

En cuanto a la génesis de estos tsunamis, son varios los mecanismos que pueden producirlos, entre los que se encuentra los deslizamientos gigantes de los flancos de un edificio volcánico (una extensa revisión puede encontrarse en Keating et al., 2000). En Canarias se reconocen 9 deslizamientos gigantes producidos en el Pleistoceno (Fig. 3a), de los que el generado en el Valle de Güimar (SE de Tenerife) resulta el más apropiado como origen del tsunami y los depósitos descritos: es el único de esos deslizamientos que se orienta contra otra isla (Gran Canaria); el volumen de material generado en el deslizamiento ( $>50$  km<sup>3</sup>) fue lo sufi-

cientemente elevado para provocar estos tsunamis y sus depósitos submarinos han sido cartografiados a pocos kilómetros de distancia de la costa de Gran Canaria (Fig. 3b).

#### Agradecimientos

Este trabajo se ha realizado en el marco del proyecto de la DGES PB96-0243.

#### Referencias

Carracedo, J.C.; Day, S.J.; Guillou, H. y Pérez Torrado, F.J. (1999): *Jour. Volcanol. Geoth. Res.*, 94, 169-190

Denizot, G. (1934): *C.R. Acad. Sci. Paris*, 199, 372-373

Holcomb, R.T. y Searle, R.C. (1991): *Marine Geotech.*, 10, 19-32

ITGE (1990): Mapas y memorias explicativas de la Hoja 100-I-II (Agaete) del Mapa Geológico Nacional a escala 1:25.000.

Keating, B.H.; Waythomas, C.F. y Dawson, A.G. (2000): *Landslides and tsunamis*. Birkhäuser Verlag, Basel. 443 p.

Lecointre, G.; Tinkler, K.J. y Richards, G. (1967): *Proc. Acad. Nat. Sci. Phila.*, 119, 331-333

Meco, J. (1989): Islas Canarias. En Pérez-González, A.; Cabra Gil, P. y Martín Serrano, A.: Mapa del Cuater-

nario de España. Islas Canarias. Escala 1:100.000

Meco, J.; Guillou, H.; Carracedo, J.C.; Lomoschitz, A.; González Ramos, A.J. y Rodríguez-Yáñez, J.J. (2002): *Palaeogeogr. Palaeoclimatol. Palaeoecol.* (en prensa)

Moore, J.G. y Moore, G.W. (1984): *Science*, 226, 1312-1315

Urgelés, R. Masson, D.G., Canals, M. Watts, A.B. y Le Bas, T. (1999): *Jour. Geophys. Res.*, 104, 25331-25348.

Zazo, C.; Goy, J.L.; Hoyos, M.; Hillaire-Marcel, C.; González, J.A.; Ghalib, B.; Soler, V.; Dabrio, C.J. y Gillot, P. (2000): *Quaternary Internat.*, 202, 63-64.