

Evidencia de un pequeño impacto meteorítico en Extremadura: El «volcán» de El Gasco (Las Hurdes)

Evidence for a small meteorite impact in Extremadura (Spain): the «El Gasco volcano» (Las Hurdes)

E. Díaz-Martínez, E. Sanz-Rubio, C. Fernández y J. Martínez-Frías

Centro de Astrobiología (CSIC-INTA), Crtra. Ajalvir km. 4, 28850 Torrejón de Ardoz, Spain (e-mail: diazme@inta.es)

ABSTRACT

A small outcrop of pumice-like rocks in northern Cáceres province (Extremadura, Spain) is totally unrelated to Cenozoic volcanism in the whole Iberian Peninsula. Microscope petrography, SEM-EDX, and XRD studies reveal a highly-vesiculated glass with abundant quartz, and minor amounts of orthopyroxene and ringwoodite, a high-pressure polymorph of olivine. According to this evidence, we interpret this rock as a result of a hypervelocity impact of a small meteorite. Under this preliminary interpretation, glass and vesicles resulted from melting and vaporization of the target metasedimentary clastic rocks and pore water, quartz grains are unmelted relics of quartz from the target rock, and ringwoodite originated from a Mg-bearing mineral phase during and immediately after shock-wave passage. The reduced size and geological uniqueness of the outcrop merits its highest protection as part of the geological heritage of meteorite impacts in Spain, and any extraction of material from the site should be restricted and strictly controlled.

Keywords: meteorite, impact, melt, pumice, ringwoodite, Extremadura, Spain

Geogaceta, 30 (2001), 47-50
ISSN:0213683X

Introducción

Este trabajo resume los primeros resultados obtenidos del estudio de un pequeño afloramiento de rocas pumíceas en Las Hurdes (Extremadura). El afloramiento se encuentra en las estribaciones de la Sierra de Gata, cerca del pueblo de El Gasco (norte de la provincia de Cáceres), y es localmente conocido como «el volcán». Debido a la facilidad que presenta para la talla, la roca pumícea de este afloramiento ha sido la fuente de abastecimiento de la materia prima utilizada en la zona para la elaboración de objetos artesanales. La única referencia que hemos encontrado haciendo alusión a esta roca es el trabajo de García de Figuerola (1953), quien lo consideró como resultado de una erupción volcánica a partir de un magma «autónomo», diferente de cualquiera de las rocas volcánicas cenozoicas que se encuentran en la Península Ibérica, y muy similar en composición a las rocas sedimentarias metamorfozadas del Cámbrico y Proterozoico superior que se encuentran en la zona. Basándose en las relaciones geomorfológicas con el entorno, este autor propuso una edad Plioceno o más joven para estas rocas. Los

resultados obtenidos a partir del estudio petrográfico y mineralógico preliminar que presentamos a continuación sugieren que las rocas pumíceas de El Gasco se originaron por fusión parcial del sustrato metasedimentario, pero no por procesos magmáticos en el interior de la corteza terrestre, sino en la superficie y a presiones muy superiores, características de impactos meteoríticos.

Descripción y resultados

El estudio petrográfico de muestras de la roca pumícea indica que se trata de un vidrio con abundantes vesículas de forma y tamaño muy irregular, y cantidades variables de granos de cuarzo monocristalino angulosos y fracturados, junto con fragmentos líticos de cuarzoarenita también con forma irregular (Figura 1). Hasta el momento no se han encontrado lamelas de deformación planar («planar deformation features» o PDFs) en los granos de cuarzo, aunque sí son frecuentes las fracturas planares. En el estudio petrográfico preliminar no se identificó ninguna otra fase mineral aparte de las mencionadas. La difracción de rayos X (DRX) del

polvo de roca total de muestras de roca pumícea confirmó la presencia de abundante cuarzo y reveló también la presencia de otra fase mineral con la estructura del grupo de las espinelas y en muy pequeña cantidad (menos del 5% de la fase cristalina). A pesar de su baja intensidad, los espaciados característicos permiten identificarla preliminarmente como ringwoodita normal ferrosa (Fig. 2). A la vista de los resultados de la DRX, un segundo estudio más exhaustivo de las muestras permitió identificar algunos diminutos (<30µm) cristales de color azul pálido y violáceo que preliminarmente interpretamos como ringwoodita.

El estudio al microscopio y DRX de la cuarcita del sustrato revela una composición que consiste principalmente de cuarzo y cantidades menores de plagioclasa, feldespato potásico, moscovita, clorita y minerales pesados. El análisis cuantitativo de elementos mayores por espectroscopía de absorción atómica muestra una composición con porcentaje en peso de óxidos similar a los resultados geoquímicos obtenidos por García de Figuerola (1953) en la misma localidad (Tabla 1).

El aspecto actual del afloramiento

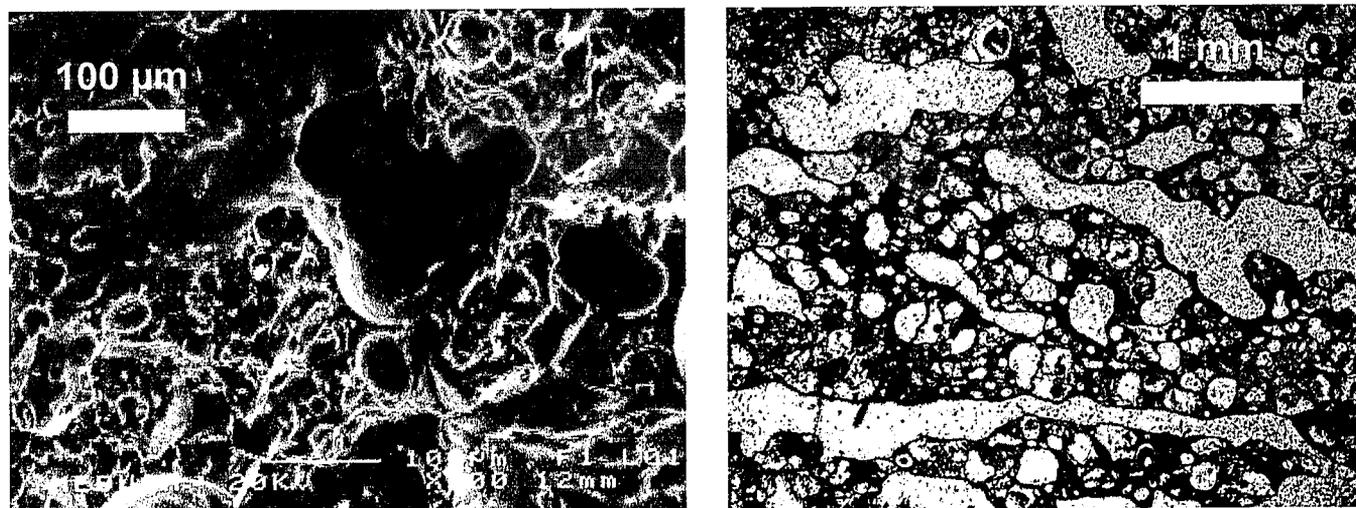


Fig. 1.- Imágenes de microscopio electrónico de barrido y microscopio petrográfico del vidrio vesicular de la roca pumícea de El Gasco.

Fig. 1.- SEM and petrographic microscope images of the vesicular glass in the El Gasco pumice-like rock.

es bastante caótico y evidentemente afectado por la acción antrópica, ya que la roca pumícea ha sido explotada tradicionalmente (e ilícitamente) para su uso en la confección de artesanías (talla de pipas), e incluso para uso industrial (lavado de pantalones a la piedra). Sin embargo, a pesar de estas modificaciones en la morfología del afloramiento, las descripciones aportadas por algunos habitantes de la localidad de El Gasco, y la aportada por García de Figuerola (1953), sugieren que la forma original, por lo menos hasta los años 50, era la de un pequeño cráter de unos 50 metros de diámetro y escasa profundidad, con roca pumícea recubriendo su interior, y fragmentos de roca dispersos a su alrededor «como si hubieran sido lanzados por una explosión». En concreto, García de Figuerola (1953, p. 386) menciona que «estos bloques no presentan ningún aspecto de haber sido arrastrados hasta el punto donde hoy se encuentran, dando la impresión de una erupción explosiva con pequeña cantidad de lava».

En algunos puntos del afloramiento hemos podido observar una transición gradual desde la roca metasedimentaria del sustrato hasta la roca pumícea mediante un progresivo aumento de la proporción de vidrio. Además, tanto en muestra de mano como al microscopio, se encuentran fragmentos que muestran diferentes grados de fusión parcial de la roca cuarcítica, vidrios con diferentes grados de vesiculación y diferente contenido en cuarzo, indicando la existencia de esta transición.

Otra característica interesante del

afloramiento de «el volcán» de El Gasco es la presencia de clastos de diferentes tamaños (centimétrico a decimétrico) parcialmente vitrificados y con la superficie abombada y resquebrajada dando el aspecto de una corteza de pan, cuya interpretación se discute en el siguiente apartado.

Discusión

Como ya indicó García de Figuerola (1953), la composición de la roca pumícea es similar a la de las metacuarcitas del sustrato y por lo tanto es compatible con la hipótesis sobre su origen a partir de la fusión de estas rocas. Este hecho es el que le indujo a proponer un origen volcánico para la roca pumícea,

interpretándola como el resultado de la extrusión de un fundido tras su formación en profundidad a partir de la fusión de la roca metamórfica del sustrato. Sin embargo, aparte de los procesos de fusión en el interior de la corteza terrestre, también es posible generar fundidos mediante impactos meteoríticos de alta velocidad (Grieve y Cintala, 1992). La presencia metastable de un mineral de alta presión como es la ringwoodita indica una cristalización a presiones entre 13 y 23 GPa en el caso de venas rellenas de fundido (presión máxima durante el paso de la onda de choque) y presiones probablemente muy superiores para rocas porosas (Greshake et al., 2000). Este tipo de presiones tan altas son imposibles en la corteza terrestre

Sample no.	Pumice samples			Quartzite samples			Averages	
	VEG-01004	VEG-01006	VEG-01008	VEG-01010	VEG-01012	VEG-01014	Pumices	Quartzites
SiO ₂	77,60	81,00	80,90	75,50	82,00	76,40	79,83	77,97
TiO ₂	0,40	0,38	0,34	0,33	0,15	0,22	0,37	0,23
Al ₂ O ₃	12,11	10,48	10,09	11,22	8,41	11,53	10,89	10,39
Fe ₂ O ₃	0,03	0,12	0,15	0,92	0,99	0,87	0,10	0,93
FeO	3,48	2,68	3,04	3,47	2,25	2,82	3,07	2,85
MnO	0,05	0,05	0,06	0,09	0,04	0,04	0,05	0,06
MgO	1,57	1,29	1,21	1,52	1,14	1,46	1,36	1,37
CaO	0,07	0,04	0,13	0,36	0,07	0,02	0,08	0,15
Na ₂ O	1,36	1,21	1,39	1,64	1,40	1,03	1,32	1,36
K ₂ O	2,42	1,77	1,75	1,97	1,42	2,33	1,98	1,91
P ₂ O ₅	0,08	0,09	0,05	0,04	0,05	0,09	0,07	0,06
Pérd.calc. (H ₂ O)	0,44	0,30	0,34	2,28	1,55	2,76	0,36	2,20
Total	99,61	99,41	99,45	99,34	99,47	99,57	99,49	99,46

Tabla 1: Datos cuantitativos del análisis de roca total de las rocas cuarcíticas y pumíceas de El Gasco (datos del Laboratorio de Geoquímica del Museo Nacional de Ciencias Naturales).

Table 1: Whole-rock quantitative data of quartzite and pumice rocks from El Gasco (analyzed at the Geochemistry Laboratory of the National Museum of Natural Sciences).

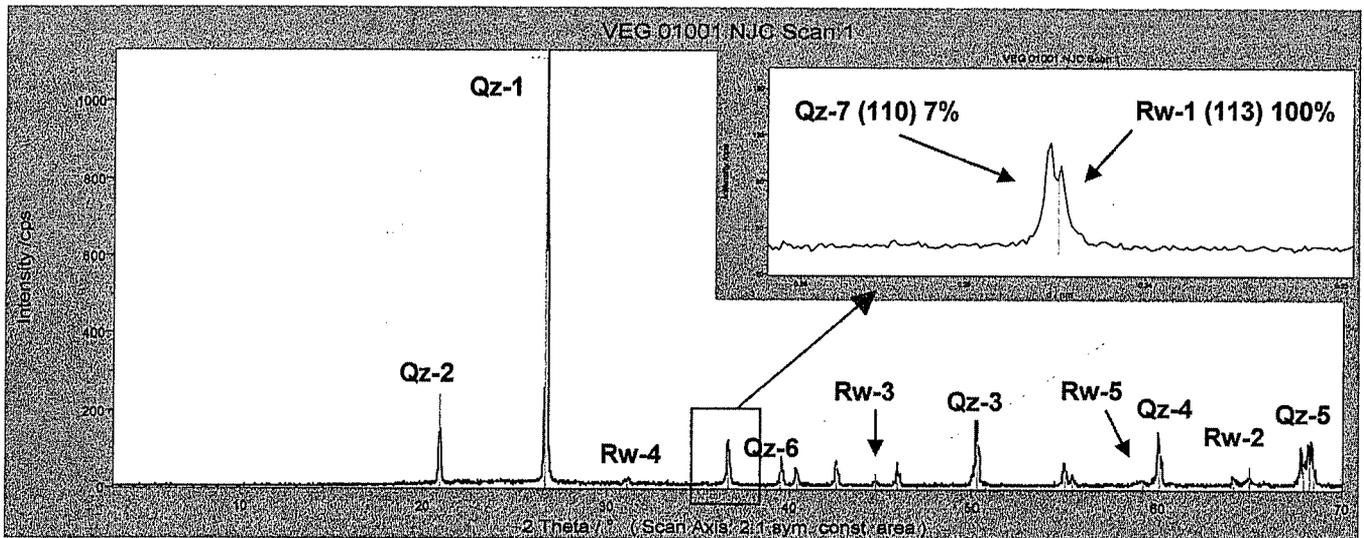


Fig. 2.- Difractograma de rayos X de la roca pumícea de El Gasco. Qz: cuarzo. Rw: ringwoodita. Los números hacen referencia al orden de intensidad de los picos del difractograma para cada una de las fases minerales.

Fig. 2.- Powder XRD record of the El Gasco pumice-like rock. Qz: quartz. Rw: ringwoodite. Numbers refer to order of intensity of the peaks for each of the mineral phases.

excepto en el caso de impactos meteoríticos, lo cual obliga a pensar que sea éste el origen de las rocas pumíceas. En conclusión, interpretamos esta pequeña estructura y la roca pumícea de El Gasco como el resultado de un impacto de hipervelocidad de un pequeño meteorito.

El origen de la ringwoodita se puede relacionar con las elevadas presiones que se alcanzan en los impactos de alta velocidad (Langenhorst y Deutsch, 1998). Bajo la hipótesis de que se trata de un impacto meteorítico, asumimos que el mineral rico en magnesio precursor de la ringwoodita (probablemente olivino) previamente habría formado parte del meteorito. Esto es debido a que el único mineral con contenido significativo en magnesio presente en la roca cuarcítica del sustrato del cráter es la clorita. Durante el impacto, y debido a su contenido en agua, la clorita se habría volatilizado junto con las otras micas, contribuyendo el agua a formar las vesículas que se observan en el vidrio. La presencia de clastos con aspecto de corteza de pan en su superficie estaría relacionada directamente con este proceso. La fusión de los minerales al paso de la onda de choque origina un fundido con diferentes grados de vesiculación en función de la presión y temperatura alcanzadas en cada momento en cada zona del clasto. El abombamiento observado en algunos clastos se debe al aumento de volumen por la formación de vesículas en el inte-

rior del clasto. Las grietas superficiales se pueden deber, por un lado, a una mayor expansión de las vesículas del interior del clasto respecto a las de la zona superficial y, por otro, al enfriamiento más rápido de la zona superficial tras la fusión parcial de los componentes minerales del clasto.

La presencia en la superficie de la Tierra de cráteres de impacto meteorítico con diámetro menor de 1 km es muy escasa, debido tanto a la fricción con la atmósfera, que frena considerablemente los meteoritos pequeños, como a los procesos geológicos, que tienden a borrar la morfología y litologías resultantes. Debido a estos procesos, existe mayor probabilidad de encontrar cráteres de impacto pequeños en zonas áridas, y sobre todo en aquellos casos en que el impacto sea reciente (Holoceno). Un ejemplo son los cráteres de Wabar, en el desierto de Arabia Saudita, donde se encuentran tres cráteres de 116, 64 y 11 metros de diámetro, formados en el siglo XIX, y en los que no sólo se encuentra la impactita (arena impactada y parcialmente fundida), sino también fragmentos de hierro-níquel procedentes del meteorito (Wynn y Shoemaker, 1998). En el caso de El Gasco, la vegetación y suelos edáficos cubren una gran parte del afloramiento de rocas pumíceas, y no conviene descartar la posibilidad de que, en lugar de un pequeño cráter de 50 m, se trate del residuo erosivo remanente de un cráter de impacto mayor y anterior al encajamiento de la

red fluvial. Aunque este estudio es de carácter preliminar, las evidencias obtenidas hasta el momento permiten afirmar con seguridad (a) que la roca pumícea del «volcán» de El Gasco no es una roca volcánica en sentido estricto, sino que se formó a partir de la fusión parcial de la cuarcita del Proterozoico superior-Cámbrico que constituye el sustrato en la zona, y (b) que su cristalización tuvo lugar estando sometida a unas presiones que sólo son compatibles en la superficie terrestre en el caso de impactos meteoríticos. Es de esperar que otras evidencias obtenidas a partir de los estudios de detalle en curso (deformación de cuarzos por la onda de choque, vidrios diaplécticos, etc.) confirmen si se trata o no de un impacto meteorítico.

Patrimonio geológico

El afloramiento de roca pumícea del «volcán» de El Gasco (Cáceres, Extremadura) constituye una de las pocas evidencias demostradas de impactita en España. Dado lo reducido del afloramiento y su carácter singular, sería deseable un estricto control de la extracción de material, independientemente de su uso (artesanía, industria o coleccionismo). Para ello sería fundamental su declaración como espacio natural protegido (monumento natural), unido a la actuación inmediata del Servicio de Protección de la Naturaleza de la Guardia Civil (SEPRONA). Así mismo, sería recomen-

dable el aprovechamiento pedagógico del afloramiento, y el establecimiento de un centro interpretativo en relación con el impacto meteorítico en el pueblo de El Gasco.

Conclusión

En el norte de la provincia de Cáceres (Extremadura, España) existe un afloramiento de roca pumícea sin ninguna conexión genética con el volcanismo cenozoico del resto de la Península Ibérica. El análisis al microscopio petrográfico, SEM-EDX, y DRX muestra un vidrio muy vesicular con abundante cuarzo y cantidades mínimas de ringwoodita, un polimorfo de alta presión del olivino. La composición química coincide con la de las rocas metasedimentarias del sustrato. A partir de estas evidencias, interpretamos las rocas pumíceas de El Gasco como resultado de un impacto a hipervelocidad de un pe-

queño meteorito. De acuerdo con esta interpretación, el vidrio y las vesículas resultarían de la fusión y vaporización de los minerales de la roca clástica, el cuarzo sería un relicto no fundido procedente de las cuarzoarenitas del sustrato, y la ringwoodita estaría relacionada con las altas presiones originadas por la onda de choque del impacto. La singularidad geológica y la pequeña extensión y volumen del afloramiento de roca pumícea (impactita) obliga a su más alta protección como parte del reducido patrimonio geológico de impactos meteoríticos que existe en España, y cualquier extracción de material del lugar debería ser restringida y estrictamente controlada.

Agradecimientos

Agradecemos la ayuda y colaboración de Antonio Pineda, quien nos comunicó la existencia de este afloramiento, y

nos acompañó en la primera visita a la localidad. Este estudio es una contribución al Programa IMPACT de la European Science Foundation, y forma parte del proyecto «Estudio del registro geológico de impactos meteoríticos en España» del Laboratorio de Geoplanetología del Centro de Astrobiología (INTA-CSIC).

Referencias

- García de Figuerola, L.C., 1953. *Est. Geol.*, 9, 385-393.
- Greshake, A., Lingemann, C.M., Schmitt, R.T., Kenkmann, T., y Stöffler, D., 2000. *Meteoritics Planet. Sci.*, 35, Suppl. A65-A66.
- Grieve, R.A.F., y Cintala, M.J., 1992. *Meteoritics Planet. Sci.*, 27, 526-538.
- Langenhorst, F., y Deutsch, A., 1998. *Advanced Mineralogy*, vol. 3, Springer-Verlag, p. 95-119.
- Wynn, J.C., y Shoemaker, E.M., 1998. *Scient. Amer.*, , 64-71.