



LA ISLA DECEPCIÓN:

**UN VOLCÁN ACTIVO
BAJO EL HIELO ANTÁRTICO**

“Numerosos equipos de científicos de todas las ramas de las Ciencias Naturales centran su interés en esta parte de la Antártida movidos, sin duda, por las enormes posibilidades de estudiar procesos únicos del planeta Tierra.”

POR ANDRÉS GIL, INMACULADA GIL, JESÚS GALINDO, JORGE REY Y ADOLFO MAESTRO

La Isla Decepción: un volcán activo bajo el hielo antártico

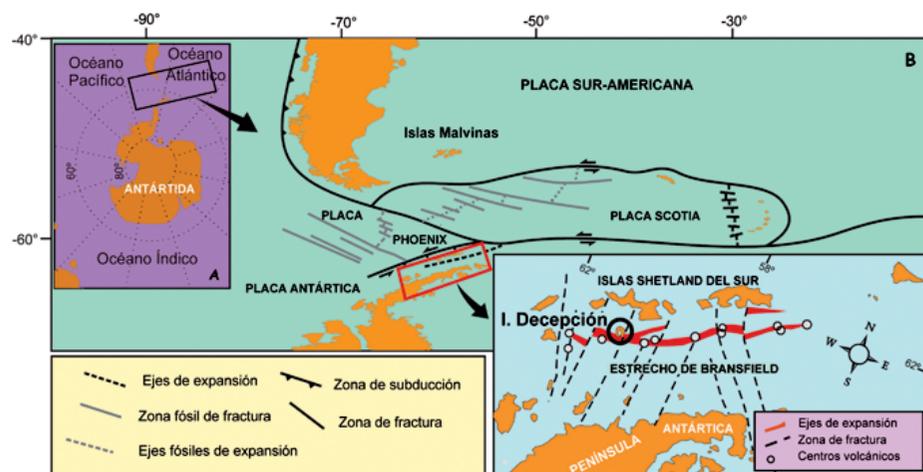
La Isla Decepción se localiza entre los paralelos $62^{\circ}53'30''S/63^{\circ}01'20''S$ y los meridianos $60^{\circ}29'20''W/60^{\circ}45'10''W$. Está situada en el denominado Estrecho de Bransfield, a unos 25 km al Sur de la Isla Livingston (Archipiélago de las Islas Shetland del Sur) y a unos 100 km al Norte de la Península Antártica.

Esta isla es la parte superior de un volcán en "escudo", geológicamente muy joven y una actividad reciente en los años 1967, 1969 y 1970, la última. La Isla Decepción tiene un diámetro máximo de 15 km con una altura máxima de 593 m sobre el nivel del mar (Mount Pond), situado en la parte oriental de la isla. Morfológicamente se trata de una isla de contorno sub-circular y forma anular. La isla encierra una gran bahía (Port Foster) con profundidades máximas de 185 m. El acceso a la bahía se realiza a través de una estrecha "puerta" de no más de 500 m (Los Fuelles de Neptuno). De la superficie to-

tal de la Isla, la mayor parte está constituida por depósitos procedentes de los numerosos focos eruptivos generados en el momento del colapso del edificio central, depósitos post-colapso.

La superficie libre de hielo no supera los 50 km^2 , siendo solo superada por la Península Bayers (hasta 60 km^2), en la Isla Livingston. El 57% de la Isla Decepción está cubierta por glaciares, depósitos morrénicos o áreas de hielo glaciar cubierto por piroclastos. El mayor espesor de los glaciares puede alcanzar los 100 m. Desde que, allá por 1956, fueron tomadas las primeras fotografías aéreas de la isla, algunos glaciares han reducido su espesor de hielo en más de 40 m desde ese momento (Smellie, López-Matínez *et al.*, 2002).

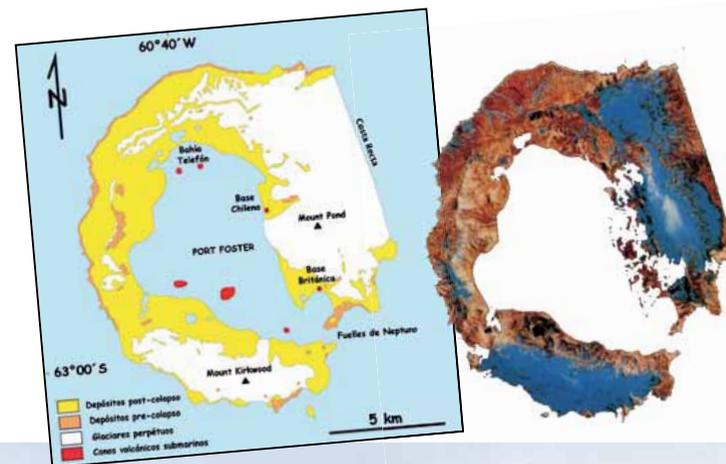
La presencia de numerosas emanaciones fumarólicas, recuerda el carácter "activo" del volcán, bajo los hielos antárticos. Desde la primera erupción registrada por el hombre a prin-



A) Marco tectónico regional de las regiones del Arco de Scotia y la parte NO de la Península Antártica.

B) Localización geográfica y estructural de la Isla Decepción dentro del eje de expansión del estrecho de Bransfield (modificado de Grad *et al.*, 1992). El Estrecho de Bransfield aparece marcado en el rectángulo.

Imagen de satélite (derecha) y mapa geológico (izquierda) de la Isla Decepción, modificado de Smellie y López Martínez (2002).



Extremo occidental del glaciar negro de la "Costa recta", sobre la playa de ceniza volcánica de la "Bahía Balleneros", borde SE de la Isla Decepción.



Fumarolas en la playa de la "Bahía Balleneros" entre los restos de la factoría ballenera abandonada en 1969 tras la última erupción.

La Isla Decepción: un volcán activo bajo el hielo antártico

cipios del siglo XIX, la posibilidad de observar una erupción en terreno antártico ha convertido a la Isla Decepción en objetivo prioritario para la comunidad científica. En el pasado reciente existen testimonios directos de su violenta historia volcánica. En la actualidad, los restos de las antiguas instalaciones balleneras Chilena y Británica rememoran el estruendo de las explosiones que, acompañadas de enormes chorros de vapor de agua y ceniza y la "lluvia" de grandes fragmentos de roca, oscurecieron el cielo allá por los años 1967 y 1969 (Baker, 1990).

En la actualidad, numerosos equipos de científicos, de todas las ramas de las Ciencias Naturales, centran su interés en esta parte de la Antártida movidos, sin duda, por las enormes posibilidades de estudiar procesos únicos del planeta Tierra, entre los que se enmarca la reciente Acción Complementaria del Ministerio de Ciencia e Innovación: "Estudios Paleomag-

néticos en la Isla Decepción y Testificaciones en Puerto Foster, Antártida", con participación de la Universidad de Zaragoza.

GEOLOGÍA DE LA ISLA DECEPCIÓN

Las características geológicas, las rocas que la forman y los procesos dinámicos que, a lo largo de su corta historia geológica, la han afectado y la afectan, guardan estrecha relación con su origen volcánico en una zona tectónicamente activa, el estrecho de Bransfield (Baker et al., 1975; Smellie, 2001). En este sentido, la actividad volcánica de la Isla Decepción puede atribuirse al régimen extensional que gobierna el extremo SW de la denominada Cuenca de Bransfield (ver figura de la página 78). Las características de la red de fracturas, observable en superficie y detectadas geofísicamente, y la naturaleza de los materiales emitidos a lo largo de las sucesivas erupciones permiten plan-

tear un modelo dinámico para el edificio volcánico de la Isla Decepción, asociado al hundimiento pasivo de la corteza oceánica bajo el estrecho de Bransfield y una extensión asociada y el ascenso de magmas basálticos (Lawer et al., 1995).

Desde los primeros trabajos sobre la estratigrafía de la Isla volcánica, los autores fijan las líneas maestras de la historia de la Isla en la que se combinan la historia del edificio volcánico y el desarrollo de los depósitos asociados. En estos trabajos de síntesis se establece la gran división de las rocas volcánicas, tanto litificadas como no litificadas, dentro de dos grandes grupos: 1) *Grupo Port Foster* y 2) *Grupo Mount Pound*. Las pri-

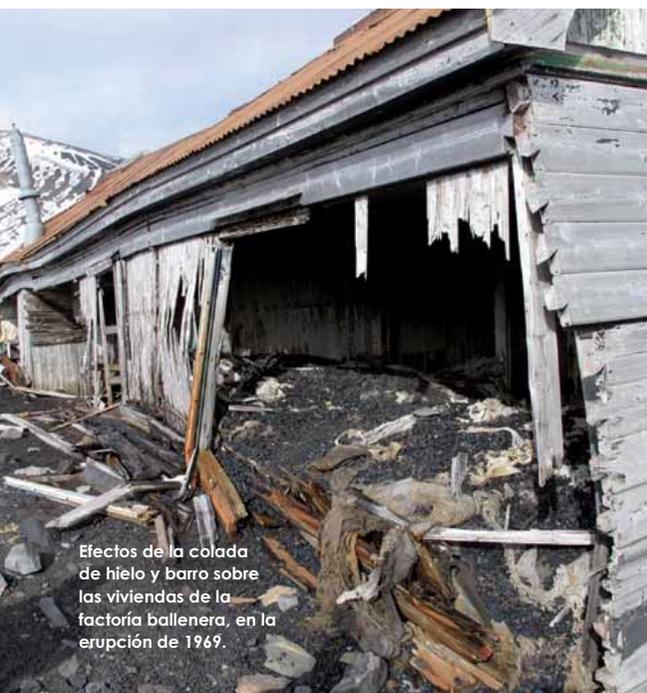
meras corresponden a los depósitos generados antes del hundimiento de la caldera del edificio volcánico original (Depósitos pre-caldera), con una edad máxima de 750 ka (Valencio et al., 1979). El segundo conjunto de depósitos, mayoritarios en la Isla, representan los materiales volcánicos y volcano-sedimentarios posteriores al proceso de hundimiento o colapso de la caldera (Depósitos post-caldera). La mayor parte de los depósitos post-caldera corresponden a erupciones históricas con una edad comprendida entre el año 1780 y la actualidad (Orheim, 1972; Roobol, 1973, 1980).

A pesar de los casi 2 km de espesor total de la sucesión de depósitos volcánicos estimada a partir de datos geofísicos (Grad et al., 1992), solo el 20% de la isla queda expuesta por encima de la superficie del mar. Este hecho condiciona, de forma decisiva, la estimación del volumen total de material que constituye la arquitectura del edificio volcánico.

A pesar de lo reducido de la sucesión estratigráfica total de la isla, sus características texturales, estructurales y composicionales permiten reconstruir su breve historia geológica. Desde un punto de vista litológico, básicamente se distinguen tres tipos de materiales: 1) rocas piroclásticas, resultado de la fragmentación del material ígneo durante o después de su erupción, ya en contacto con el suelo, 2) coladas y escorias de composición basáltica y 3) diques, cuerpos tabulares de espesores métricos y, en algunos casos, desarrollo lateral hectométrico.

Las rocas volcánicas de la Isla Decepción:

- A) Depósito de ceniza volcánica con bombas.
- B) Gran colada en la ladera de la playa de Colatinas (parte occidental del Puerto Foster).
- C) Colada escoriacea de 1965 (parte superior) y "dolina" (parte inferior) provocada por la fusión del hielo infrayacente.
- D) Dique basáltico en la playa Telefón.



Efectos de la colada de hielo y barro sobre las viviendas de la factoría ballenera, en la erupción de 1969.



La Isla Decepción: un volcán activo bajo el hielo antártico

LA ISLA DECEPCIÓN: LOS ESTUDIOS GEOLÓGICOS RECIENTES

Desde hace más de dos décadas, los equipos de investigación nacionales e internacionales se afanan por encontrar soluciones a problemas relacionados con aspectos tan variados como el retroceso de los glaciares, los ecosistemas marinos en aguas polares y la diversidad microbiana, ecosistemas acuáticos no marinos, geofísica marina, estratosfera, ozono y compuestos asociados.

Sin embargo, los estudios geológicos han sido menos frecuentes y no, por eso, menos trascendentes a la hora de comprender la historia de la Isla. Es precisamente, en el marco de la Acción Complementaria "Estudios Paleomagnéticos en la Isla Decepción y Testificaciones en Puerto Foster" del Plan Nacional de Investigación Científica, Desarrollo e Innovación Tecnológica del Ministerio de Educación y Ciencia aprobada en el año 2007, cuando se ha empezado una investigación sistemática de algunos aspectos relevantes, en lo concerniente a los procesos volcánicos de la Isla: "La fábrica magnética de las rocas volcánicas de la Isla Decepción".

"FABRIC" Y FÁBRICA MAGNÉTICA

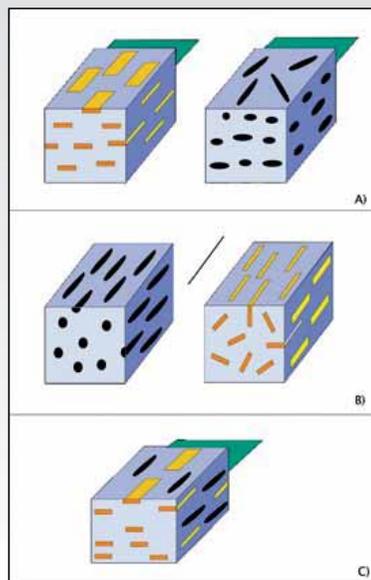
El término anglosajón "Fabric" (≈ petrofábrica) define la disposición espacial y geométrica de todos los elementos que definen las rocas (petrofábrica s.l.) (minerales, fósiles, microestructuras,...) y la variación direccional de sus propiedades físicas tales como la orientación de ejes cristalográficos de fases minerales concretas (calcita y cuarzo) o la susceptibilidad magnética. Esos elementos (o propiedades físicas) pueden ordenarse y definir o variar según planos concretos. Se habla entonces de "Fábrica planar". Otras veces, los elementos que forman parte de la roca (o sus propiedades físicas), se ordenan (o varían) según determinadas direcciones del

Tipos geométricos de "Fábricas" empleados en geología en función de la disposición y forma de los elementos que la constituyen:

A) "Fábrica planar": definida por la orientación constante de elementos de forma plana o linear en un plano.

B) "Fábrica linear": definida por la orientación constante de elementos de forma linear o planar en una dirección del espacio determinada.

C) "Fábrica plano-linear": definida por la orientación combinada de elementos de forma linear o plana según planos y direcciones del espacio determinadas.



"A pesar de los casi 2 km de espesor total de depósitos volcánicos, solo el 20% de la isla queda expuesta por encima de la superficie del mar."

espacio, definiendo líneas. Entonces se habla de "Fábricas lineares". Por último, en algunas ocasiones los elementos (o las propiedades físicas) se ordenan (o varían) según planos y direcciones preferentes, definiendo líneas sobre ellos. En estos casos se habla de "Fábrica plano-linear".

De manera similar, cuando nos referimos a la disposición espacial de los minerales magnéticos presentes en una roca (y la variación de las propiedades magnéticas) es posible definir, con el mismo sentido, "fábricas magnéticas" de carácter "linear", "planar" o "plano-linear".

Los tres tipos geométricos de fábricas anteriores se encuentran en la naturaleza materializados en distintos tipos de rocas y están asociadas a diversos procesos geológicos que, entre otros muchos, van desde:

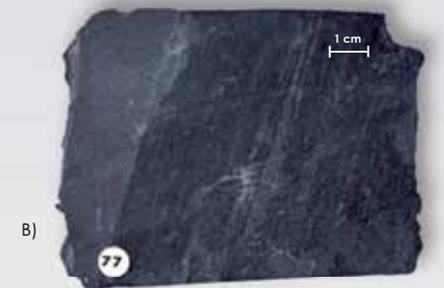
- Procesos relacionados con la formación de la roca (decantación de partículas o corrientes tractivas, en el caso de rocas sedimentarias) y su posterior compactación.
- El efecto combinado del flujo ígneo y la deformación tectónica.
- Una combinación de procesos de deformación y crecimiento de minerales metamórficos.

Ejemplos de rocas con distintos tipo de "Fábrica":

A) Esquisto con "Fábrica plano-linear" asociada a un proceso de crecimiento de cristales durante un evento de deformación tectónica.

B) Pizarra con "Fábrica planar" como resultado del proceso de compactación posterior al depósito de las partículas.

C) Gneis con "Fábrica linear" resultado de la deformación tectónica de un granito.

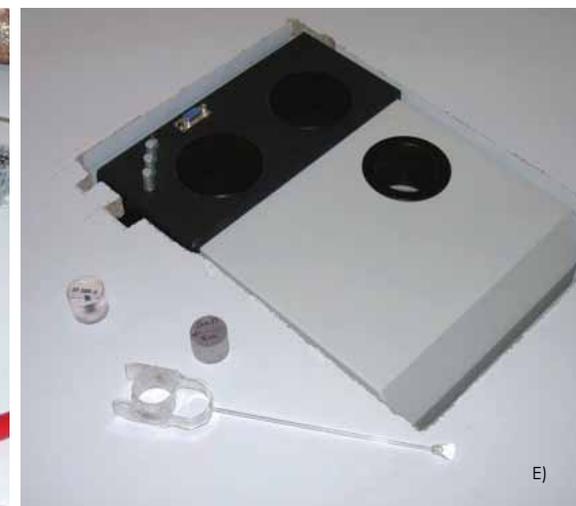


La Isla Decepción: un volcán activo bajo el hielo antártico

Numerosos estudios han demostrado la correspondencia entre la "petrofábrica" y la "fábrica magnética" y de este modo se ha empleado la fábrica magnética como técnica rápida y no destructiva para la interpretación de los procesos geológicos asociados.

La técnica que permite estudiar la "Fábrica magnética" de las rocas, y establecer sus relaciones con procesos geológicos extrínsecos, requiere una metodología específica. Incluye un primer trabajo de campo encaminado a obtener muestras orientadas mediante una aguja imantada, con la ayuda de una perforadora portátil. En segundo lugar, un trabajo de laboratorio consistente en la medida de una propiedad magnética (la anisotropía de la susceptibilidad magnética) que depende de la disposición de los minerales magnéticos presentes en una muestra de volumen estándar (10 cm³), mediante un susceptómetro. El último paso consiste en la interpretación geológica de la disposición espacial de la mineralogía magnética mediante el uso de programas informáticos específicos.

El aspecto fundamental en esta técnica es que la disposición espacial de los minerales magnéticos en la roca está condicionada por factores extrínsecos tales como la deformación tectónica, el flujo magmático, las corrientes tractivas durante la sedimentación de las partículas, etc. De ahí su importancia ya que se trata de una técnica de rápida ejecución y no destructiva que permite la identificación de los procesos geológicos que determinan la historia de la roca.



Metodología empleada para el estudio de la "Fábrica magnética".

- A) Obtención de muestras con una perforadora portátil de gasolina o eléctrica.
- B) Estación de muestreo tras la perforación.
- C) Orientación de las muestras con ayuda de brújula magnética.
- D) Especímenes de volumen estandar (10 cm³).
- E) Susceptómetro para la medida de la propiedad magnética.

La Isla Decepción: un volcán activo bajo el hielo antártico



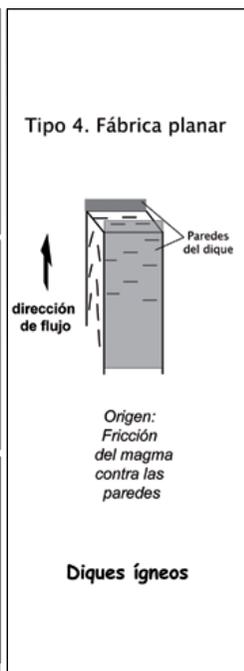
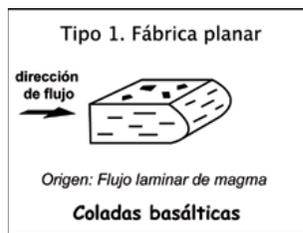
Tipo 1)



Tipo 2)



Tipo 3)



Tipo 4)

Resultados de la técnica de la Anisotropía de la Susceptibilidad Magnética (ASM) en las rocas volcánicas de la Isla Decepción: reconstrucción de los procesos volcánicos

A partir de esta técnica, se han diferenciado un total de cuatro tipos de ordenamientos de los elementos que forman las rocas volcánicas de la Isla Decepción (fábricas magnéticas), que se relacionan con otros tantos procesos geológicos responsables de la adquisición de su petrofábrica (Gil Imaz et al., 2011).

Estos resultados evidencian las grandes posibilidades de la técnica de la Anisotropía de la Susceptibilidad Magnética a la hora de reconstruir modelos petrogenéticos para el caso de rocas de composición muy diversa, aunque asociados a un mismo proceso dinámico: un vulcanismo estromboliano.

En la actualidad, la investigación geológica del vulcanismo cuaternario de la Isla Decepción se encamina hacia el gran reto del paleomagnetismo en latitudes tan australes, como base para la reconstrucción de una nueva escala paleomagnética de variaciones seculares antárticas.

Andrés Gil
Dpto. de Ciencias de la Tierra
Facultad de Ciencias
Universidad de Zaragoza

Inmaculada Gil y Adolfo Maestro
Instituto Geológico y Minero de España

Jesús Galindo
Dpto. de Geodinámica
Facultad de Ciencias
Universidad de Granada

Jorge Rey
ESGEMAR
Málaga

Referencias bibliográficas

- Baker, P.E., McReath, I., Harvey, M.R., Roobol, M.J., Davies, T.G., 1975. The geology of the South Shetland Islands: V. The volcanic evolution of Deception Island. Br. Antarct. Surv. Sci. Repts. 78, 1.
- Baker, P.E., 1990. Deception Island. (In: LeMASURIER, W.E. and THOMSON, J.W., eds. Volcanoes of the Antarctic plate and southern oceans. Antarctic Research Series, 48. Washington, D.C., American Geophysical Union, 316).
- Gil Imaz, A., Gil Peña, I., Galindo Zaldivar, J., Rey, J., Maestro González, A., Pueyo Anchuela, O., Soto Marín, R., Oliva Urcia, B. Y López Martínez, J. Significado de fábricas magnéticas en rocas volcánicas de la Isla Decepción (Shetland del Sur, Antártica). Geogaceta 49, en prensa.
- Grad, M., Guterch, A. and Sroda, P. 1992. Upper crustal structure of Deception Island area, Bransfield Strait, West Antártica. Antarctic Science, 4, 469.
- Lawer, L.A., Keler, R.A., Fisk, M.R., Streling, J. 1995. Bransfield Strait, Antarctic Peninsula: Active extension behind a dead arc: In: Taylor, B. (Ed.), Back-arc Basins: Tectonics and Magmatism. Plenum Publishing Corporation, New York, 315pp.
- Orheim, O. 1972. Volcanic activity on Deception Island, South Shetland Islands. (In: Adie, R.J. ed. Antarctic geology and geophysics. Oslo, Universitetsforlaget, 117).
- Roobol, M.J. 1973. Historic volcanic activity at Deception Island. British Antarctic Survey Bulletin, 32, 3.
- Roobol, M.J. 1980. A model for the eruptive mechanism of Deception Island from 1820 to 1970. British Antarctic Survey Bulletin, 49, 137.
- Smellie, J.L., 2001. Lithostratigraphy and volcanic evolution of Deception Island, South Shetland Islands. Ant. Sci. 13 (2), 188.
- Smellie, J.L., López Martínez, J. and others, 2002. Geology and Geomorphology of Deception Island, 78 pp., with accompanying maps. BAS GEOMAP Series, Sheets 6-A and 6-B, 1:25.000. British Antarctic Survey, Cambridge.
- Valencio, D.A., Mendí, J.E. and Vilas, J.F. 1979. Palaeomagnetism and K-Ar age of Mesozoic and Cenozoic igneous rocks from Antarctica. Earth and Planetary Science Letters, 45, 61.