

# Ferdinandea: origen y evolución de las islas volcánicas

## *Ferdinandea: Origin and evolution of volcanic islands*

*Benedetto Schiavo, Thania Elizabeth Arredondo Palacios,  
Claudio Inguaggiato y Diana Meza Figueroa*

### Resumen

Las islas volcánicas son estructuras que pueden tener diferente origen dependiendo el contexto geodinámico. Algunas están formadas por lava solidificada surgida de volcanes que originariamente se encontraban por debajo del nivel del mar. Sin embargo, existen otras clases de islas volcánicas provenientes de volcanes sumergidos que formaban parte de una dorsal centrooceánica. Otro tipo de islas volcánicas son las que están formadas por una placa tectónica que fluye por debajo de otra. La subducción crea una cadena de volcanes que, a medida que emergen, forman una cadena de islas. Un último tipo está formado por un punto caliente sobre el que se mueve una placa tectónica. En este trabajo se abordan ejemplos de los tipos de islas volcánicas y su evolución, y en específico se analiza el caso de la isla Ferdinandea, isla de origen volcánico situada en el sur del mar Mediterráneo (Sicilia, Italia), cuya formación y desaparición en el siglo XIX desató un conflicto diplomático de unos pocos meses.

**Palabras clave:** islas volcánicas, montes submarinos, isla Ferdinandea, punto caliente.

### Abstract

Volcanic islands are structures characterized by different origins depending on the geodynamic context. Some volcanic islands are formed by solidified lava emerged from volcanoes that originally were below the sea level. However, there is other class formed from previously submerged volcanoes that were part of a mid-oceanic ridge. Another type of volcanic island is the one formed by flowing a tectonic plate beneath another. Subduction creates a chain of volcanoes that, as they emerge, form a chain of islands. The last type is formed by a hotspot on which a tectonic plate moves. In this paper examples of the types of volcanic islands and their evolution are addressed, and the case of Ferdinandea Island is specifically analyzed. It is an island located in the south of Mediterranean Sea (Sicily, Italy), whose formation in the 19<sup>th</sup> century sparked a diplomatic conflict that lasted a few months before its disappearance.

**Keywords:** volcanic islands, seamounts, Ferdinandea island, hotspot.

### CÓMO CITAR ESTE TEXTO

Schiavo, Benedetto, Arredondo Palacios, Thania Elizabeth, Inguaggiato, Claudio, y Meza Figueroa, Diana. (2022, julio-agosto). Ferdinandea: origen y evolución de las islas volcánicas. *Revista Digital Universitaria (RDU)*, 23(4). <http://doi.org/10.22201/cuaieed.16076079e.2022.23.4.2>



### Benedetto Schiavo

*Instituto de Geofísica, UNAM*

Doctor en Ciencias de la Tierra y actualmente investigador posdoctoral en el departamento de Geomagnetismo y Exploración Geofísica del Instituto de Geofísica de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). Su formación académica incluye la realización de un doctorado en Ciencias de la Tierra con especialidad en Ciencias Atmosféricas, obtenido en el Instituto de Ciencias de la Atmósfera y Cambio Climático de la UNAM. Desarrolla varias líneas de investigación enfocadas en monitoreo y estudio de gases volcánicos, contaminantes atmosféricos, metales pesados en el ambiente y sus efectos en la salud.

 [benedetto@igeofisica.unam.mx](mailto:benedetto@igeofisica.unam.mx)

 [orcid.org/0000-0002-0882-0404](https://orcid.org/0000-0002-0882-0404)

 Benedetto-Schiavo

### Thania Elizabeth Arredondo Palacios

*Facultad de Ciencias, UNAM*

Es egresada de la Licenciatura en Ciencias de la Tierra con especialidad en Ciencias Atmosféricas de la Facultad de Ciencias de la UNAM. Es profesora ayudante del curso de Química Analítica Instrumental de la misma Facultad, lo que le permitió realizar difusión de los tópicos de la materia a través de su canal de YouTube *Química Ciencias de la Tierra UNAM*. Su línea de investigación se enfoca en el estudio de la contaminación ambiental, específicamente del amoníaco atmosférico y su validación con datos satelitales.

 [orcid.org/0000-0002-9931-7459](https://orcid.org/0000-0002-9931-7459)

### Claudio Inguaggiato

*Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada*

Es Investigador Titular en el departamento de Geología de la división de Ciencias de la Tierra en CICESE y actualmente responsable del equipo ICP-MS para analizar elementos traza en el Sistema de Laboratorios Especializados de Ciencias de la Tierra, CICESE (SLE-CT). Su formación académica incluye un doctorado en Ciencias de la Tierra-Geoquímica con doble título obtenido en la Università degli Studi di Palermo (Italia) y la Université Pierre et Marie Curie (Francia). Sus trabajos de investigación se enfocan principalmente sobre temas relacionados con la geoquímica de los fluidos y los procesos de interacción gas-agua-roca en sistemas naturales, como los sistemas volcánicos-hidrotermales entre otros.

 [orcid.org/0000-0003-1332-3602](https://orcid.org/0000-0003-1332-3602)

 Claudio-Inguaggiato-2

**Diana Meza Figueroa**

*Universidad de Sonora*

Es Investigadora Titular en el departamento de Geología de la división de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad de Sonora. Su trabajo de investigación involucra temas relacionados a la identificación de contaminantes emergentes y nano-partículas en el ambiente, evaluación del riesgo a la salud mediante análisis de bioaccesibilidad pulmonar de metales y metaloides. Ha publicado diferentes artículos científicos sobre el tema y es responsable de proyectos CONACYT y PRONACES.

 [orcid.org/0000-0002-8934-0321](https://orcid.org/0000-0002-8934-0321)

 [Diana-Meza-Figueroa](#)

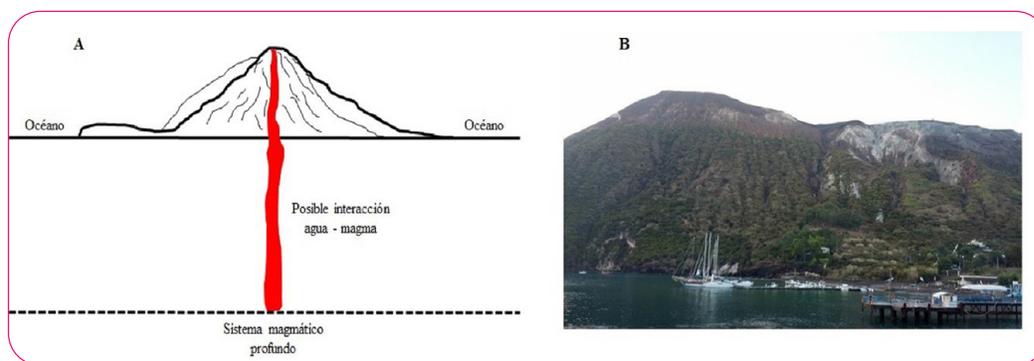
## Introducción

Las islas volcánicas, también conocidas como islas oceánicas, son estructuras consideradas geológicamente excepcionales, que se encuentran en cuencas oceánicas y que se forman por erupciones de volcanes submarinos que se generaron en el fondo del océano (Condie, 2016). La erupción volcánica submarina acumula capas de lava, que en algunas ocasiones pueden romper la superficie del agua. Una vez que la lava llega a la superficie, se solidifica y se forma una isla volcánica (ver figura 1).

La más famosa isla volcánica que se formó en las últimas décadas es la isla de Surtsey (del nombre de un gigante de fuego en la mitología nórdica), que apareció en 1963 frente a la costa sur de Islandia (Schipper et al., 2015). Se originó por una erupción *freatomagmática* (también llamada *surtseyana*), es decir, un tipo de erupción donde el magma y el agua entran en contacto y provocan violentas explosiones (Houghton et al., 2015). Otros ejemplos de islas volcánicas de origen reciente y que sobrevivieron a la erosión del agua y el viento son: i) Nishinoshima y Nijima, formadas en 1974 y 2015

respectivamente (ambas cerca de Japón); y ii) Zubari, isla Yemenita que surgió en 2013.

Las islas volcánicas pueden ser caracterizadas por diferentes tipos y niveles de actividad volcánica: desde i) activa o intermedia, como las islas Hawái, localizadas en el océano Pacífico; hasta ii) un vulcanismo considerado extinto, como el caso de Rapa Nui (isla de Pascua), territorio chileno ubicado en la Polinesia, en medio del océano Pacífico. Las islas volcánicas que se elevan desde las profundidades marinas tienen diferentes tamaños, desde menos de 1 km<sup>2</sup> hasta más de 100 km<sup>2</sup>; además, pueden tener arrecifes que se comportan como una barrera natural y poseer relieves montañosos con varias cumbres. En muchos casos, las pendientes elevadas y la densa cobertura vegetal (bosques tropicales) pueden limitar las posibilidades de uso de tierras y desarrollo comunitario (por ejemplo, carreteras, edificios, infraestructuras). Las comunidades que residen en una isla volcánica, que principalmente se desarrollan en la zona costera, están expuestas a varios riesgos, volcánico y costero, este último debido a la erosión. Las islas más grandes pueden llegar a tener ríos y ello involucra un riesgo adicional de inundaciones para las comunidades.

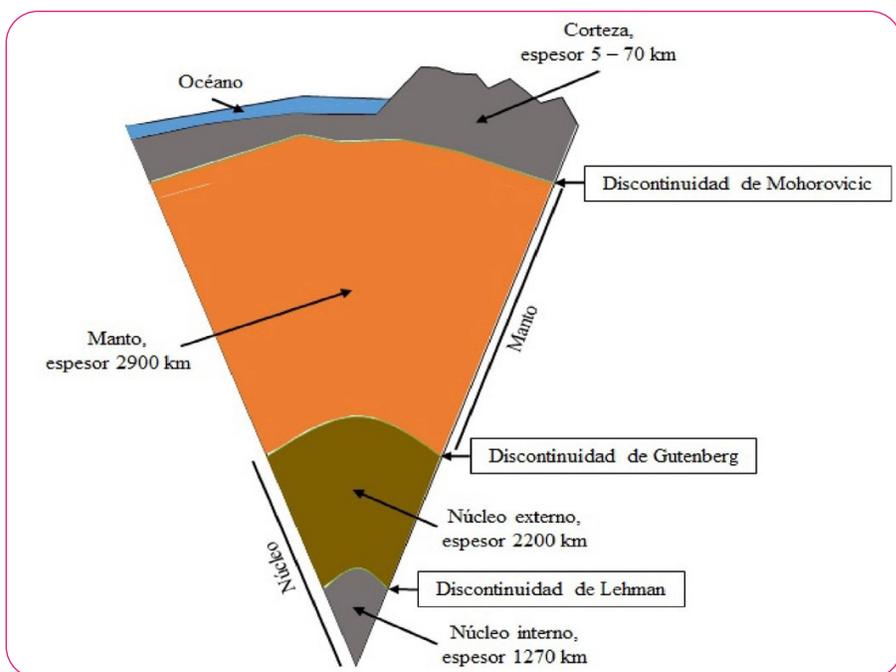


**Figura 1.** A) Esquema estructural de una isla volcánica.  
B) La isla de Vulcano, Eolie, ubicada al norte de Sicilia (Italia).  
Crédito: Claudio Inguaggiato, 2012.

Desde hace varios años, la vulcanología se ha encargado de estudiar el origen de los volcanes submarinos, cómo éstos generan islas volcánicas y cómo evolucionan con el tiempo. La génesis de las islas volcánicas está relacionada con el contexto geodinámico y el aporte de magma en el tiempo (Plank et al., 2020). Sin embargo, el origen de las islas volcánicas está sujeto a anomalías de fusión del manto y a dinámicas relacionadas con los movimientos de las placas tectónicas.

donde se concentra la mayoría de la masa terrestre; y iv) el *núcleo*, dividido en externo e interno, caracterizado por diferentes estatus de la materia, líquido el externo y sólido el interno (Tarbuck y Lutgens, 2005; ver figura 2).

Los modelos para explicar el origen del magma de las islas volcánicas se propusieron desde 1970 y toman en cuenta varias hipótesis. Campbell y Griffiths (1990) presentaron un primer modelo convectivo, desarrollado en laboratorio, que sugiere la existencia de una capa límite entre manto y núcleo donde se origina el magma. Otro modelo, llamado de placas, atribuye a procesos superficiales extensivos (estrés tectónico) las anomalías de fusión (Anderson, 2000 y 2001). Los modelos más recientes (Koppers et al., 2021) sugieren la presencia de *mantle plumes* (plumas magmáticas del manto), regiones donde el magma profundo (a miles de km) asciende hasta la superficie. Además, los modelos tectónicos extensivos (dorsal medio oceánica) y compresivos (subducción) son también aceptados y están comprobados (Geología activa, 2020).



**Figura 2.** Estructura interna de la Tierra simplificada en la que se aprecian las diferentes capas y espesores que la componen (corteza, manto, núcleo externo e interno). Las capas están divididas por discontinuidades: i) Mohorovicic (corteza - manto); ii) Gutenberg (manto - núcleo externo); y iii) Lehman (núcleo externo - núcleo interno). Crédito: elaboración propia.

En este sentido, la estructura interna de la Tierra (Jordan, 1979), descubierta mediante estudios sismológicos, está dividida en diferentes capas: i) la *corteza* terrestre y oceánica, que es la parte más externa, donde residen los seres vivos; ii) la *litosfera*, la capa exterior sólida de la Tierra, que incluye la corteza y el manto superior; iii) el *manto*, a su vez dividido en manto superior, intermedio e inferior, es considerado la porción

## Formación de las islas volcánicas

La formación de una isla volcánica es un proceso complejo, donde entran en juego diferentes factores y procesos. Sólo recientemente se están conociendo más a fondo los mecanismos de formación, pero algunos procesos todavía no resultan totalmente claros. Las islas volcánicas pueden formarse de diferentes maneras, además de generar varios tipos de volcanes con

distintas características eruptivas. Principalmente existen tres tipos de procesos tectónicos magmáticos para la formación de una isla volcánica (Foulger, 2007): i) extensivos (ej. Islandia; Denk et al., 2011); ii) compresivos (ej. Islas Eolias; Inguaggiato et al., 2018); e iii) intraplaca o punto caliente (por ejemplo, Hawái; Carey et al., 2015).

Los *procesos extensivos* generan islas que surgen entre dos placas tectónicas y que son la expresión superficial de la dorsal centrooceánica. La *dorsal centrooceánica* —por ejemplo, la Atlántica—, es una dorsal que se formó en medio del océano por el ascenso del magma y la expansión del piso oceánico. La anteriormente citada isla de Surtsey, localizada frente a la costa sur de Islandia, se originó por la tectónica extensiva típica de la dorsal mesoatlántica.

Los *procesos compresivos* se caracterizan por la subducción entre dos placas tectónicas, el ascenso de magma en superficie

y la formación de islas volcánicas. En general, las islas originadas por procesos de compresión presentan fenómenos fumarólicos superficiales y submarinos, así como actividad hidrotermal. El magma de estas islas es generado por el descenso y fusión parcial de la placa tectónica.

El último caso es el *magmatismo intraplaca*, definido como una ruptura de la corteza donde el material magmático profundo del manto asciende hacia la superficie. Estos tipos de islas volcánicas se forman cuando una placa litosférica se desplaza arriba de un punto caliente, que se mantiene relativamente estable a lo largo del tiempo. Alrededor del mundo varios volcanes se formaron por la presencia de un punto caliente, por ejemplo, la isla Tristán da Cunha o las islas Canarias, ambas ubicadas en el océano Atlántico.

**Figura 3.** Imagen histórica de la erupción del volcán Empédocles y formación de la isla Ferdinandea en el Mar Mediterráneo en 1831 (De Vito, 1831).



## La isla Ferdinandea

La isla Ferdinandea es una particular isla volcánica ubicada en el mar Mediterráneo, al sur de Sicilia, Italia (ver figura 3). La isla se originó por los ciclos eruptivos de Empédocles, un volcán submarino en el canal de Sicilia (Lodolo et al., 2019), que se generó por la presencia de un punto caliente (Cavallaro y Coltelli, 2019). Un *punto caliente* (o *hotspot*, en inglés) es una ruptura de la corteza donde el material magmático profundo del manto asciende hacia la superficie. Estos tipos de islas volcánicas se forman cuando una placa litosférica se desplaza arriba de un punto caliente, que se mantiene relativamente estable a lo largo del tiempo.

Los primeros registros históricos de la isla Ferdinandea datan de la Primera Guerra Púnica, siglo 3 antes de la era común (a.e.c.). La isla apareció y desapareció entre 4 y 5 veces (según los registros históricos), y se registraron diferentes erupciones del volcán Empédocles desde el siglo XVII (Pantaloni y Console, 2017). Los primeros signos de actividad reciente de Empédocles fueron algunos choques sísmicos y temblores percibidos el 28 de junio de 1831 por algunas poblaciones residentes en la costa de Sicilia y por la tripulación de un barco que navegaba cerca del volcán. Unos días después, los pescadores vieron hervir (burbujear) la parte del mar ubicada arriba del volcán submarino, además de encontrar peces muertos y percibir un fuerte olor a azufre. El 10 de julio de 1831, el capitán de un barco notó una columna de gases de unos 15 metros de altura que provenía de una pequeña isla de unos 4 metros sobre el nivel del mar. La noticia de una nueva isla se difundió primero por Sicilia y Nápoles, y luego por otras naciones. En pocos días la isla alcanzó los 20 metros de altura y los 250 metros de diámetro. Sin

embargo, en unos meses alcanzó una altura de 63 metros y un diámetro de 4.8 km. La isla había aparecido en una ubicación considerada táctica para muchas naciones, principalmente para el control de las rutas marítimas (tráfico comercial y militar) a través del Mediterráneo (Pantaloni y Console, 2017; ver video 1).

Los británicos fueron los primeros en reclamar la isla, la llamaron Graham, pero el rey de Sicilia y Nápoles, Fernando II (el mismo que le puso su nombre a la isla), lo consideró como un acto de invasión de las aguas territoriales sicilianas y envió una corbeta a reclamar la nueva tierra. Los franceses, así como lo españoles, mostraron interés por la nueva isla y la llamaron Julia, por ser julio el mes en el que apareció la isla. El conflicto, principalmente periodístico y diplomático, entre estas naciones duró por varios meses. Durante este período, la isla iba retirándose lentamente pero inexorablemente hacia el mar (Kozák y Čermák, 2010).

Lo anterior es porque la isla Ferdinandea estaba compuesta de material fragmentado y blando, sobre



Video 1. Curiosidades de la isla Ferdinandea (i geotv, 2013).

todo ceniza volcánica. Una vez acabada la erupción y el aporte de material por parte del volcán Empédocles, la isla no pudo soportar los efectos erosivos del viento y de las olas de mar. El cráter desapareció y lo único que quedaba era una isla plana y una colina de escorias con una elevación de 60 metros. En diciembre de 1831 la isla desapareció de los mapas y junto a la isla también tuvo conclusión la disputa territorial. La isla Ferdinandea apareció brevemente en 1863 luego de una pequeña erupción de Empédocles, pero actualmente se encuentra 7 metros bajo del nivel del mar.

El volcán submarino Empédocles y sus productos volcánicos fueron y están siendo estudiados por geólogos y geofísicos, revelando la presencia de varios cráteres monogenéticos (es decir, cráteres formados por una sola erupción). En los años 2000 una renovada actividad sísmica en la zona de la isla Ferdinandea dejó especular nuevos inminentes episodios eruptivos, pero dos años más tarde, en 2002, investigadores observaron una disminución de la sismicidad y de la emisión de gases volcánicos (Rotolo et al., 2006). Para prevenir futuras disputas en el caso del resurgimiento de la isla, buzos colocaron una bandera italiana en la cima del volcán (i geotv, 2013).

## Conclusión

La mayor parte de la actividad volcánica de la Tierra, incluso la actividad magmática ubicada en las islas volcánicas, sucede en los límites de placas tectónicas, pero las excepciones son las islas formadas por la presencia de un punto caliente (anomalías de calor). El principio detrás

de estos fenómenos es el mismo que el de la convección térmica: el material más caliente y menos denso tiende a subir, mientras que el material más frío y denso tiende a descender. Las erupciones submarinas que dan lugar a la formación de nuevas islas volcánicas son bastante raras y es aún más raro tener evidencia directa de ellas, lo que dificulta la comprensión de las razones del fenómeno. La isla Ferdinandea es uno de los diferentes casos de islas que sobrevivieron sólo pocos meses, a causa de la erosión, luego de su formación. En los últimos años, varios trabajos de investigación se han enfocado en el estudio de los procesos superficiales y profundo de la isla Ferdinandea, principalmente con técnicas indirectas, por ejemplo, métodos geofísicos y sismológicos.

## Referencias

- ❖ Anderson, D. L. (2000). The thermal state of the upper mantle; No role for mantle plumes. *Geophysical Research Letters*, 27, 3623-3626. <https://doi.org/10.1029/2000GL011533>
- ❖ Anderson, D. L. (2001). Top-Down Tectonics? *Science*, 293, 2016-2018. <https://doi.org/10.1126/science.1065448>
- ❖ Campbell, I. H., y Griffiths, R. W. (1990). Implications of mantle plume structure for the evolution of flood basalts. *Earth and Planetary Science Letters*, 99, 79-93. [https://doi.org/10.1016/0012-821X\(90\)90072-6](https://doi.org/10.1016/0012-821X(90)90072-6)
- ❖ Carey, R. J., Cayol, V., Poland, M. P., y Weis, D. (2015). *Hawaiian Volcanoes: From Source to Surface*. Geophysical Monograph Series. <https://doi.org/10.1002/9781118872079>

- ❖ Cavallaro, D., y Coltelli, M. (2019). The Graham Volcanic Field Offshore Southwestern Sicily (Italy) Revealed by High-Resolution Seafloor Mapping and ROV Images. *Frontiers in Earth Science*, 7, 311. <https://doi.org/10.3389/feart.2019.00311>
- ❖ Condie, K. C. (2016). *Earth as an Evolving Planetary System* (3.ª ed.). Academic Press, Elsevier. <https://doi.org/10.1016/C2015-0-00179-4>
- ❖ Denk, T., Grímsson, F., Zetter, R., y Símonarson, L. A. (2011). Introduction to the Nature and Geology of Iceland. En *Late Cainozoic Floras of Iceland* (pp. 1-29). Topics in Geobiology, vol. 35. Springer, Dordrecht. [https://doi.org/10.1007/978-94-007-0372-8\\_1](https://doi.org/10.1007/978-94-007-0372-8_1)
- ❖ De Vito, C. (1831). *L'isola Ferdinandea* [Pintura]. Wikimedia Commons. <https://cutt.ly/9jxVc25>
- ❖ Foulger, G. R. (2007). The "plate" model for the genesis of melting anomalies. En G. R. Foulger y D. M. Jurdy (Eds.), *The Plates, Plumes and Planetary Processes*. Geological Society of America, vol. 430. [https://doi.org/10.1130/2007.2430\(01\)](https://doi.org/10.1130/2007.2430(01))
- ❖ Geología activa. (2020, 24 de enero). *ESTRUCTURA INTERNA DEL PLANETA TIERRA [Núcleo, manto, Mesosfera, litosfera y corteza]* GEOLOGÍA [Video]. YouTube. <https://youtu.be/MoRRspbgpuw>
- ❖ Houghton, B., White, J. D. L., y Van Eaton, A. R. (2015). Phreatomagmatic and Related Eruption Styles. En H. Sigurdsson (Ed.), *The Encyclopedia of Volcanoes* (2.ª ed., pp. 538-552). Academic Press, Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-385938-9.00030-4>
- ❖ i geotv. (2013, 4 de junio). Volcán Empédocles: Curiosidades e Historia: La Isla que Desapareció / Phantom Island [geo.tv] [Video]. YouTube. <https://youtu.be/V81nHn5ORDM>
- ❖ Inguaggiato, S., Diliberto, I. S., Federico, C., Paonita, A., y Vita, F. (2018). Review of the evolution of geochemical monitoring, networks and methodologies applied to the volcanoes of the Aeolian Arc (Italy). *Earth-Science Review*, 176, 241-276. <http://dx.doi.org/10.1016/j.earscirev.2017.09.006>
- ❖ Jordan, T. H. (1979, 1 de septiembre). Structural geology of the Earth's interior. *Proceeding of the National Academy of Sciences of the U.S.A.*, 76(9), 4192-4200. <https://doi.org/10.1073/pnas.76.9.4192>
- ❖ Koppers, A. A. P., Becker, T. W., Jackson, M. G., Konrad, K., Müller, R. D., Romanowicz, B., Steinberger, B., y Whittaker, J. M. (2021). Mantle plumes and their role in Earth processes. *Nature Reviews Earth & Environment*, 2, 382-401. <https://doi.org/10.1038/s43017-021-00168-6>
- ❖ Kozák, J., y Čermák, V. (2010). *The Illustrated History of Natural Disasters*. [https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/978-90-481-3325-3\\_8.pdf](https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/978-90-481-3325-3_8.pdf)
- ❖ Lodolo, E., Civile, D., Zecchin, M., Zampa, L. S., y Accaino, F. (2019). A series of volcanic edifices discovered a few kilometers off the coast of SW Sicily. *Marine Geology*, 416, 105999. <https://doi.org/10.1016/j.margeo.2019.105999>
- ❖ Pantaloni, M., y Console, F. (2017). *The Ephemeral Ferdinandea*. <https://cutt.ly/ajgZe1k>

- ❖ Plank, S., Marchese, F., Genzano, N., Nolde, M., Martinis, S. (2020). The short life of the volcanic island New Late'iki (Tonga) analyzed by multi-sensor remote sensing data. *Scientific Reports*, 10, 22293. <https://doi.org/hxbk>
- ❖ Rotolo, S. G., Castorina, F., Cellura, D., Pompilio, M. (2006). Petrology and Geochemistry of Submarine Volcanism in the Sicily Channel Rift. *The Journal of Geology*, 114, 355-365. <https://doi.org/10.1086/501223>
- ❖ Schipper, C. I., Jakobsson, S. P., White, J. D. L., Palin, J. M., y Bush-Marcinowski, T. (2015). *The Surtsey Magma Series*. *Scientific Reports*, 5, 11498. <https://doi.org/10.1038/srep11498>
- ❖ Tarbuck, E. J., Lutgens, F. K. (2005). *Ciencias de la Tierra, Una introducción a la geología física* (8.ª ed.). Prentice Hall; Pearson. <http://usuarios.geofisica.unam.mx/cecilia/cursos/LibroTarbuck.html>