

# ALGUNAS CONTRIBUCIONES TEFROCRONOLÓGICAS <sup>1</sup> A LA VULCANOLOGÍA Y GLACIOLOGÍA DE ISLANDIA

Por S. THORARINSSON \*

## INTRODUCCIÓN

Pocos países presentan más excelentes oportunidades que Islandia para los estudios de varios procesos geológicos y geomorfológicos. Los agentes endógenos y exógenos que forman la superficie de la tierra operan más rápida y claramente que en casi todos los otros países. Islandia es una de las zonas volcánicas más activas del mundo, y es también una de las regiones de mayor actividad glacial. Allí la deflación, ablación, erosión glacial y la soliflucción han trabajado muy efectivamente. Así, Islandia es, ciertamente, un Eldorado para los geomorfólogos.

Pero para cualquier estudio detallado de los procesos geológicos y geomorfológicos es preferible establecer una escala de tiempos geológicos exacta y si es posible absoluta.

La aplicación de métodos determinantes de edades, para Islandia, que ha sido hasta el momento llevada a cabo con mucho éxito en la geomorfología cuaternaria —las varves de Gerard De Geer o geocronología, la cronología por anillos del árbol o dendrocronología de A. E. Douglas y el método paleoanalítico de Lennart von Post— presentan dificultades en Islandia, debido a la falta de bosques en ese país y a su vulcanismo. Pero este mismo vulcanismo facilita la fijación de una escala de tiempo geológico absoluto, basada en las capas de cenizas volcánicas. Todas las erupciones volcánicas, entera o parcialmente explosivas, dejan en el terreno alrededor del volcán una capa de cenizas más o menos extensa. Donde estas capas de cenizas no han sido dispersadas por el viento y el agua, ahora aparecen como horizontes en los perfiles del suelo. Debido a su formación instantá-

---

<sup>1</sup> Tefrocronología: término ideado por el autor para denominar una cronología basada en el estudio de las capas de cenizas.

\* Traducción del inglés por la Señorita Profesora María Teresa Godoy; del cuerpo docente del Instituto del Profesorado de Lenguas Vivas U. N. C. y del Instituto Cultural Anglo-Argentino, Mendoza.

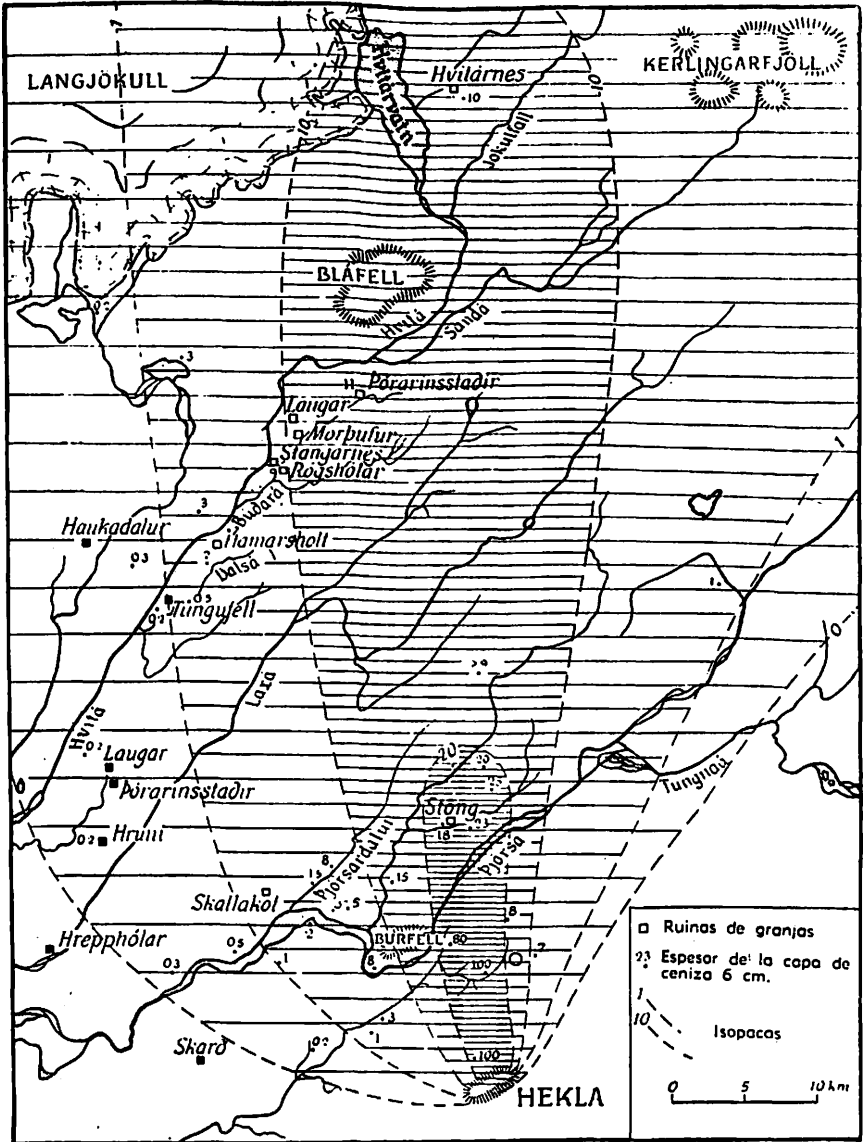


FIG. 1 - Extensión y espesor de la parte próxima a la capa de ceniza riolítica de la erupción del monte Hekla de 1300 ó 1104 de nuestro era.

nea, hablando en términos geológicos, y por su muy frecuente amplia dispersión, su reducido espesor y apariencia característica, las capas de ceniza volcánica satisfacen todas las exigencias como buenas guías de horizontes geológicos. La mayoría de las capas de ceniza de Islandia son ba-

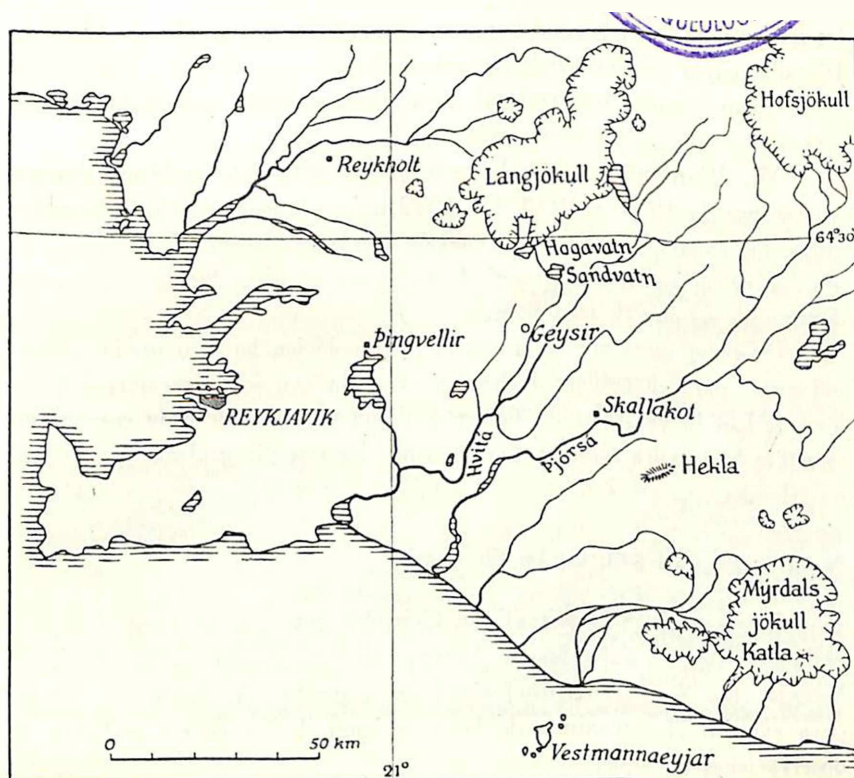


FIG. 2 - Mapa que muestra la ubicación de los perfiles de suelo medidos de fig. 5.

sálticas y de color oscuro, pero algunas son riolíticas y de un color pálido o intermedio y pardusco.

La fijación de una cronología por las capas de ceniza de Islandia se hace fácil porque aquel país es una de las pocas zonas muy volcánicas donde la formación de turba es tan eficaz y las turberas y suelos loésicos engrosan tan rápidamente que capas de sólo pequeñas diferencias de edad pueden distinguirse en los perfiles de suelo.

En 1934 Mr. Hákon Bjarnason, Director de Bosques, y yo, comenzamos a examinar las capas de ceniza de Islandia con el objeto de establecer una cronología para los suelos del país. Nuestro método consistió en examinar el espesor y profundidad debajo de la superficie, de las capas de ceniza en los perfiles del suelo y observar su grosor, colores y otras características. Por medio de un suficiente número de perfiles, excavados en lugares elegidos, debería ser posible determinar la extensión y distribución del espesor y textura de las capas y entonces identificar al menos algunas de las formadas en épocas históricas con la ayuda de cómputos documenta-

les de las erupciones y así determinar horizontes en los perfiles de tierra de Islandia, cuyas edades quedarían calculadas.

Como término internacional para una cronología así establecida he sugerido el término *tefrocronología*.

Mr. Bjarnason y yo trabajamos juntos sobre este problema durante los veranos de 1935 a 1938. En 1939 comencé un estudio más sistemático de las capas de ceniza, en conexión con excavaciones de las ruinas de granjas en el valle de Thjórárdalur. Estos estudios fueron continuados durante los veranos de post-guerra.

Hasta el momento el método tefrocronológico ha sido usado, principalmente, para determinar fechas en conexión con investigaciones arqueológicas. Los breves informes siguientes darán una idea de cuán conveniente es este método para resolver diferentes problemas en la geología post-glacial de Islandia.

#### SOBRE LA EDAD DEL GRAN GEISER

Geiser, o Stóri Geysir (Gran Geiser) como es comúnmente llamado, es la más famosa de todas las fuentes calientes del mundo. Desde 1750 ha sido visitado por numerosos científicos y muchas de las diversas teorías para explicar el mecanismo de las erupciones de los geisers se basan en observaciones de aquél.

El Geiser está situado al sudoeste de Islandia, cerca de la granja de Hankadalur y exactamente al SE del cerro riolítico Laugarfjall. Está a 118 m. sobre el nivel del mar y a 60 Km. de la costa en la parte NE de una zona de toba silícea cuya parte visible tiene alrededor de 1 Km.<sup>2</sup>, pues la parte occidental está, en parte, cubierta por tierra. La chimenea de salida del Geiser, que tiene 22 m. de profundidad y de 2,5 m. a 3,00 m. de ancho está rodeada por una bóveda regular hecha de toba silícea estratificada sobre la que hay un estanque chato en forma de un plato de té de 18 m. de diámetro.

Las fuentes calientes de la zona del Geiser se mencionaron por primera vez en conexión con un temblor que ocurrió en 1294 y el Geiser mismo fué llamado por primera vez con ese nombre por el obispo Brinjólfur Sveinsson en 1647 (3, p. 315). Esto por supuesto no prueba que no pueda haber existido mucho tiempo antes, pero la pregunta subsiste: ¿Cuándo ha existido?

A. Descloizeaux que visitó el Geiser en 1846 junto con R. Bunsen y S. von Waltershausen, estudiaron la zona de toba silícea de alrededor del Geiser, especialmente al lado del riachuelo Beiná y llegaron a la con-

clusión de que los geisers actuales deben ser más antiguos que la colonización de Islandia y que la parte más vieja de la cubierta de toba silíceosa era aún mucho más antigua (4, p. 5-8).

C. S. Forbes, que visitó el Geiser en 1859 tomó algunas medidas muy

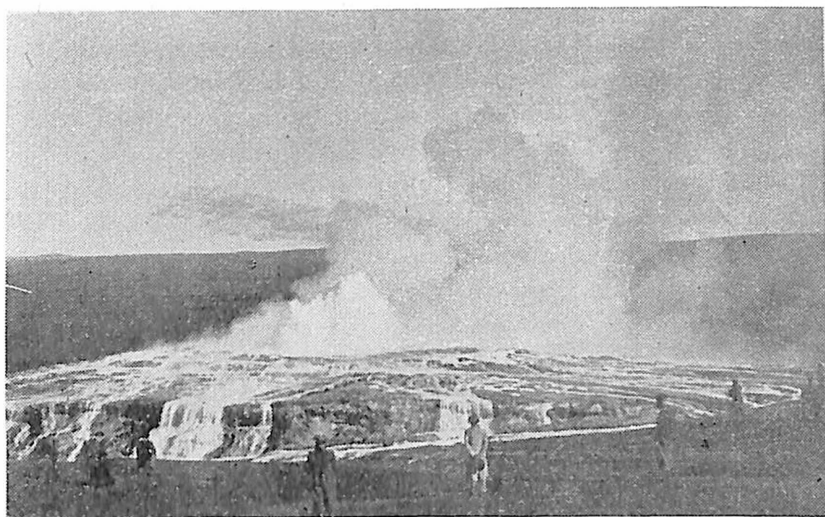


FIG. 3 - La bóveda del Geiser vista desde el norte durante la primera fase de una erupción. El corte bien a la izquierda corresponde al perfil de figura 4. Fotografía: S. Thorarinnsson 1936.

primitivas e inexactas de la precipitación del Geiser, y de ellas concluyó que la edad de su estanque puede ser estimada aproximadamente en unos 10 u 11 siglos. (5, pp. 225-226).

Thoroddsen está de acuerdo con las conclusiones de Descloizeaux en que las fuentes de aguas calientes de la zona del Geiser deben ser mucho más antiguas que la colonización de Islandia (3, p. 281).

En agosto de 1937 Tom F. W. Barth investigó la zona del Geiser. Entre otras cosas midió entonces una sección vertical en un corte sobre el lado NNW del cráter del Geiser. Esta sección se ve aquí, (Fig. 4) junto con la explicación de Barth. De acuerdo con Barth las diversas capas de material arcilloso en el perfil indican que varias veces en su historia, el Geiser ha cambiado de una fuente alcalina a una fuente ácida y viceversa. Es imposible que tales cambios hayan sucedido después de 1650 sin que estén mencionados en ninguna parte.

La capa N° 3 en el perfil de Barth, es un estrato de 27 cm. de espesor constituida en parte por piedra pómez volcánica. De acuerdo con

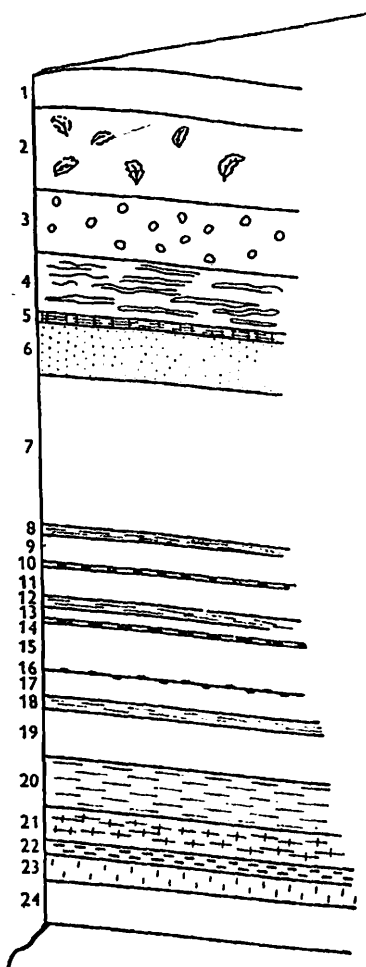


FIG. 4 - Una sección vertical a través de una parte de la bóveda del Geiser, medida por T. F. W. Barth. Explicación (se reproduce la de Barth): Este perfil tiene 3,6 m. de altura. Las capas Nos. 1, 2, 4, 6, 7, 9, 11, 13, 15, 17, 19 y 24 consisten de toba silícea. La Nº 2 tiene abundante cantidad de hojas fósiles de abedul (*Betula odorata*). La Nº 4 está cortada y laminada. La Nº 6 es cuarçifera, las otras de simple toba silícea. Las capas Nos. 8, 12, 18 y 20 están formadas de una mezcla de toba y arcilla. Las Nos. 5 y 21 son de arcilla de color marrón amarillento. Las Nos. 10, 14 y 16 están compuestas de suave arcilla blanca de consistencia gelatinosa. Las Nos. 22 y 23 consisten en arcilla azul y roja respectivamente. La capa Nº 3, que tiene 27 cm. de espesor es de ceniza volcánica de un color pardusco claro y de granulado volcánico. Todas las capas se sumergen unos 5º hacia adentro.

Barth, esta capa "se debe haber formado en 1294, cuando el Hekla . . . tuvo una gran erupción acompañada por fuerte caída de ceniza, o tal vez sea aún más vieja" (6, p. 384). La capa superior 2 abunda en hojas de

*Betula adonata* y Barth considera razonable presumir que esta capa tiene por lo menos 500 años ya que no ha habido, probablemente, bosque de abedul en los siglos después de la colonización.

Las observaciones de Barth le llevaron a la conclusión de que el Geiser tiene varios miles de años y fué probablemente una tranquila vertiente durante la mayor parte de su existencia.

Estas conclusiones son interesantes, pero los argumentos de Barth no pueden considerarse absolutamente convincentes especialmente porque su determinación de la edad de la capa de ceniza es completamente hipotética.

El 2 de julio de 1948 visité el Geiser como guía de un grupo de geógrafos y geólogos de Estocolmo y Uppsala. Mientras esperaba la erupción, cavé y medí un perfil a través de la corteza terrestre, aproximadamente 100 m. al SW de la bóveda del Geiser. Este perfil aparece en fig. 5. En la misma figura aparece el perfil que medí cerca de la ruina de la granja Skallakot excavada en Thjórárdalur en 1939. En aquel perfil las capas de ceniza superiores se podían identificar con certeza y además era posible por medio de análisis de polen, probar que la capa VII<sup>a</sup>, la superior de las series de capas VIIa - VIId., fué depositada poco tiempo antes de la colonización del país alrededor del año 900 de nuestra era. De este modo, la capa VIIa y todas las capas de ceniza inferiores son prehistóricas.

Si comparamos el perfil Skallakot con el perfil del Geiser, encontramos que las capas III - V, VIIa. y VIIb. se identifican fácilmente en el perfil del Geiser. La capa riolítica VI, de la erupción del Hekla de 1300 o 1104 no fué hallada en el Geiser, ya que la zona del Geiser está situada justo sobre la línea limitrofe occidental de dicha capa. (cf. fig. 1).

En ambos perfiles encontramos dos capas riolíticas claras, (capas X o Y) debajo de la capa VIIb. La capa X es de un color amarillento claro. En Skallakot esta capa es de grano grueso, las partículas mayores son de 3 a 4 cm. de diámetro. En el perfil del Geiser el máximo diámetro de las partículas de esta capa es de alrededor de 0,4 cm. La capa clara inferior, Y, es de un color blanco grisáceo. En Skallakot es de arena gruesa, en el Geiser, de arena fina o mediana.

Cinco cm. debajo de la capa Y, en el perfil del Geiser, hay una cubierta de toba silícea de grueso desconocido (aunque probablemente no mucho mayor que 1 m.) que fué perforada hasta una profundidad de 30 cm. Las capas de toba pura están allí intercaladas con capas de toba descompuesta mezclada con humus arcilloso. De este modo, la fuente caliente que ha precipitado esta toba parece haber sufrido cambios entre estados alcalinos y ácidos.

Una comparación entre este perfil y el medido por Barth evidencia

que la capa de piedra pómez en el perfil de Barth es la capa X de mi perfil. El color y el tamaño de las partículas de estas capas es el mismo y las otras capas claras, VIIb e Y., están fuera de la cuestión ya que el tamaño de los granos es completamente diferente. Así la capa de ceniza que yace debajo de la actual bóveda del Geiser *no* es de la erupción del Hekla en 1294 (mi opinión, expresada en un trabajo anterior (2, p. 79) es, que el Hekla no entró en erupción en 1294); esta capa es definitivamente prehistórica y de lo que sabemos de ella por otro perfil en diferentes lugares del N de Islandia y del distrito de Hekla; puede decirse con certeza que tiene más de 2000 años. Su edad probable es de unos 2500 a 3000 años. La capa clara, inferior, Y, es probablemente de una edad no menor de 5000 años.

Del hecho que una gruesa capa de toba silícea yace debajo de la capa Y se puede deducir con certeza que la zona de fuente caliente del Geiser ha existido durante la mayor parte, sino toda, la época post-glacial. Estudios tefrocronológicos en el distrito al W del Monte Hekla prueban que la capa Y es más antigua que el nuevo campo de lava Thjósárhraun, la corriente de lava post-glacial más grande en Islandia. Así la zona de fuente caliente alrededor del Geiser es probablemente más antigua que el propio Monte Hekla, es decir la sierra del Hekla sobre unos 800 m. Por medio de más estudios tefrocronológicos será realmente posible fijar más exactamente la edad de las capas de ceniza X e Y, y en consecuencia la edad de la zona de toba silícea alrededor del Geiser.

En cuanto a la edad del propio Gran Geiser, como se menciona anteriormente, Barth ha llegado a la conclusión de que el Geiser tiene varios miles de años. Mi afirmación de que la capa de ceniza X es mucho más vieja que lo que presume Barth, pareciera que mantiene la suya. Pero aquello presupone que las capas de toba estratificada que yacen debajo de la capa de ceniza las formó el Geiser mismo, lo que no ha sido de ningún modo probado y no es ni siquiera probable. El espesor de la propia bóveda del Geiser, que cubre la capa 2 en el perfil de Barth es de 1,6 m. y pareciera haber una discordancia entre esta bóveda y las capas inferiores, las que de acuerdo con Barth se sumergen unos 5° hacia adentro. De este modo la propia bóveda es considerablemente más joven que la capa de ceniza X, ya que la capa 2, mezclada con humus arcilloso, representa un largo intervalo. Parece probable que el Gran Geiser (en el sentido estricto de la palabra) y algunas de las corrientes calientes próximas abrieron camino a través de yacimientos pre-existentes de toba silícea, presumiblemente en conexión con algún temblor violento. Trausti Einarsson encontró que en el



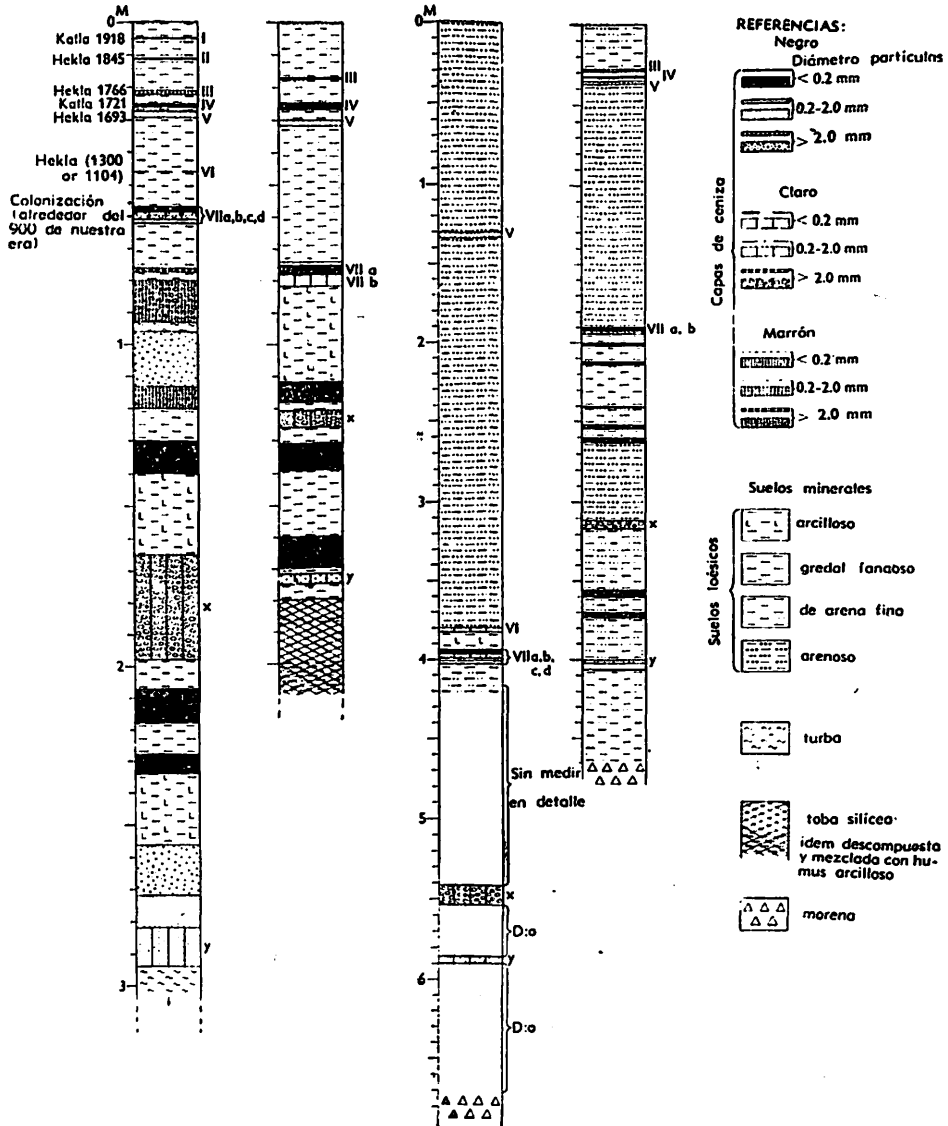


FIG. 5 - 4 perfiles de suelo (explicación en el texto).

borde del actual estanque del Geiser la precipitación silicea alcanzó alrededor de 10 cm. en 30 años (7, p. 53). En consecuencia, es posible, como lo sugirió Einarsson, que el Gran Geiser sea una de las surgentes *calientes* que los anales mencionan como que se han formado en Haukadakur, como resultado de un gran temblor en 1294 de nuestra era.

SOBRE LA EDAD DE LAS MORENAS FRONTALES DEL  
E DE HAGAFELLSJÖKULL

El distrito alrededor de Hagavatn, el lago que hasta 1939 estuvo cubierto por el glaciar del E de Hagefellsjökull, una puerta del glaciar de Langjökull, probablemente nos da mejor oportunidad para estudios morfológicos de los glaciares que cualquier otro distrito de Islandia. Uno de



FIG. 6 - Lago cubierto por el hielo y una parte de una morena frontal sobre el borde del Langjökull. Fotografía: O. Magnusson.

los objetos de la excursión a Islandia de 1948 de los geógrafos suecos fué en consecuencia visitar aquel distrito y pasamos allí casi dos días.

El mapa del distrito de Hagavatn fué hecho en escala 1:40.000 por una expedición de Cambridge en 1934 (8). Después de un desagüe catastrófico del lago desde el 13 de agosto de 1939 hasta el 15 del mismo mes, visité el lago junto con el meteorólogo del estado Jón Eythórsson y pasé un día allí. En mi trabajo, *Los lagos cubiertos por el hielo de Islandia* (9), he tratado las condiciones requeridas para un desagüe catastrófico desde Hagavatn que puede resumirse como sigue (cf. el mapa):

El lago Hagavatn se formó con posterioridad al cierre de un valle que corría del NE al SW, por la cúpula de lava Lambahraun, post-

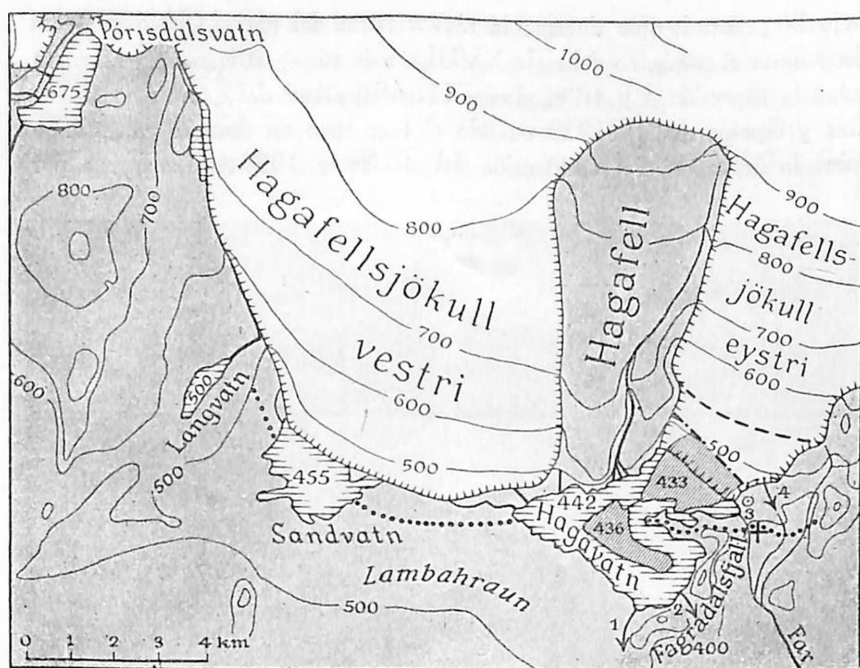


FIG. 7 - Margen SW del Langjökull y sus lagos de hielo, sacado del mapa hecho por Simpson y Wright en el verano de 1934. El sombreado de línea marca la extensión de Hagavatn después del desagüe catastrófico de 1939; la línea de puntos: la máxima extensión del glaciar en épocas históricas; la línea de puntos y rayas: el frente del hielo en 1939; la línea de rayas: el frente del hielo (aproximado) en 1948. Las salidas del Hagavatn en diversas épocas están marcadas por flechas numeradas. El perfil del suelo medido está marcado por una cruz.

glaciar pero prehistórico. El tamaño y extensión del lago está determinado por la extensión y espesor del Hagafellsjökull del este y el lago tiene sus salidas a través del mismo por las depresiones marcadas en el mapa con flechas numeradas. El umbral de la depresión situada más al NE (Nº 4) es el más bajo (433 m.), y de este modo el lago tiene sus salidas normalmente por allí. Si aquella depresión es obturada por el glaciar, el agua puede escapar a través de la depresión 3, la depresión Leynifoss, cuyo umbral es de 9.50 m. más alto que el umbral 4. Si aquélla es también obturada por el glaciar, el lago encontrará una salida sobre la depresión 2 en Fagradalsfjall, cuyo umbral está alrededor de 15 m. sobre el umbral 3, pero allí la parte superior de la barrera obturadora tiene sólo 10 m. y está constituida por tufita porosa que permite pasar el agua fácilmente. La lava porosa post-glacial en la depresión 1 que es más o menos de la misma altura que en la depresión 2 también puede dejar pasar el agua. En mi tra-

bajo he mostrado que durante la mayor parte del período histórico —es decir hasta el comienzo del siglo XVIII o más aún— el lago tuvo su salida sobre la depresión 4 y así el glaciar Hagafellsjökull del este era menos en área y espesor que en 1939 cuando el lago tuvo un desagüe catastrófico sobre la depresión 4 (la extensión del glaciar en 1939 está marcada por



FIG. 8 - Una sección natural a través de la cubierta de la morena de hielo muerto al SE de la salida 3, que muestra la capa de ceniza clara Y en el mismo sitio a la izquierda de la gran peña de morena. Fotografía: S. Thorarinnsson 1948.

una línea de puntos y rayas en el mapa). Algunas veces después de 1700 el glaciar alcanzó la extensión máxima marcada por la línea punteada en el mapa y en el terreno, por las morenas frontales, que dividen la meseta del lago en dos y continúan hacia el este sobre el valle al este de Fagradalsfjall. Estaba cerca de esa fase en 1834-1835. Desagües catastróficos a través de la depresión 3 en 1884 y 1902 muestran que la extensión de los glaciares era entonces un poco menor que la marcada por la línea punteada en el mapa. Probablemente el glaciar avanzó un poco después de 1884 y tal vez la morena más próxima a la porción de tierra de figura 9, se formó entonces.

Ya en 1925, se había retirado muy poco de las morenas frontales más distales al este de Fagradalsfjall. Desde entonces ha retrocedido y se ha desgastado muy rápidamente. En 1929 el lago volvió a escapar por la depresión 3, y en 1939, como se menciona anteriormente, por la depresión

4. La línea de rayas muestra aproximadamente, el frente del glaciar en 1948. La cuenca occidental de Hagavatn de poca profundidad, está ahora casi seca, pues desde 1939 el río ha erosionado las morenas obturadoras entre las cuencas.

Como en 1939 no hallé ninguna morena frontal fuera de aquellas

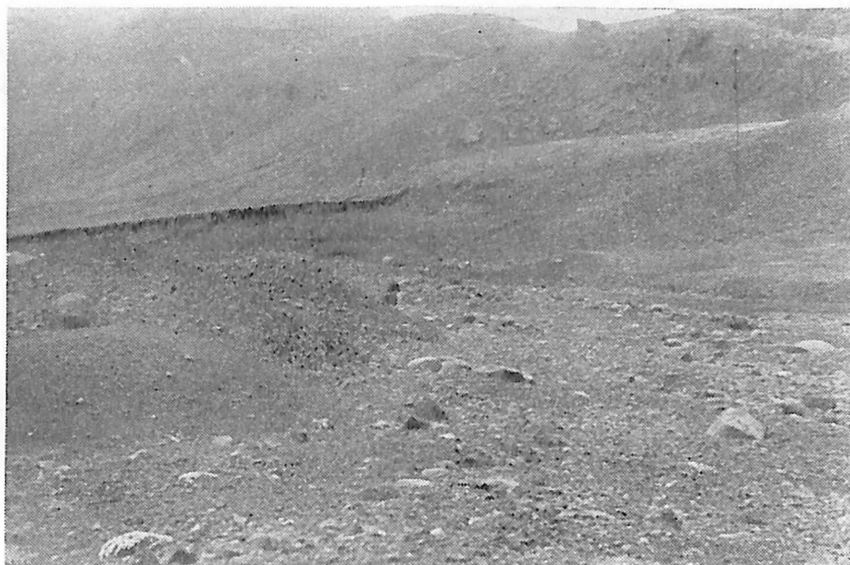


FIG. 9 - La reciente morena frontal del Hagafeltsjökull del E y la porción del suelo enfrente de ella. El perfil de suelo medido está situado inmediatamente detrás de la parte más alta de la morena. Fotografía: S. Thorarinsson 1948.

formadas por avances recientes, concluí en mi trabajo, que estas morenas probablemente marcaron el máximo de extensión del glaciar en épocas post-glaciales.

Ya en su trabajo sobre la glaciología de Spitsbergen, basado sobre estudios hechos en 1931, Ahlmann afirmó que la fase en que comenzó el actual retroceso de los glaciares desde Spitsbergen "es cuando, al menos muchos de ellos, habían casi alcanzado su máxima extensión en la última glaciación del período cuaternario" (10, p. 181).

Más estudios de las morenas frontales y laterales de los glaciares en los distritos glaciados alrededor del Atlántico bien al norte, han llevado a Ahlmann y a mí a la conclusión de que las morenas que se formaron durante los avances de los glaciares en la primera mitad del siglo XVIII y hacia mitad del XIX (en algunos casos ya casi en 1890) marcan su máxima extensión en época histórica y aún probablemente en época post-glacial

(II, p. 194, 12, p. 148, 13). Estas afirmaciones están principalmente basadas en el hecho de que, a excepción de los glaciares que hemos estudiado, no hemos encontrado morenas más distales que aquellas formadas durante los avances desde 1700. Pero, por supuesto, en algunos casos existe la posibilidad de que morenas más antiguas puedan haber sido destruidas de una u otra forma (por ej. por ríos, en los "sandurs" <sup>1</sup> de Islandia). En consecuencia, hemos sugerido con cautela *probablemente* que en época post-glacial.

Durante mi permanencia de dos días en Hagavatn en el verano de 1948 tuve la oportunidad de estudiar más de cerca que en 1939 las morenas frontales al este de la depresión 3. Durante el reciente retiro quedó una porción de hielo muerto <sup>2</sup> al sur de la ladera entre las depresiones 3 y 4. La morena de hielo muerto estaba en estado inicial, cortada en dirección transversal en muchos lugares por agua de deshielo que corría hacia abajo, hacia el antiguo campo de morenas, o tal vez hasta la roca sólida de la parte baja. En muchos de estos cortes se puede ver que, debajo de la morena de hielo muerto, existe una capa de tierra alternada con otras de ceniza. En la parte superior de esta capa de tierra, la capa de ceniza clara Y, fué fácilmente reconocida (cf. fotografía de figura 8). En muchas secciones esta capa estaba completamente inalterada, lo que prueba que, durante su avance, el glaciar no ha erosionado la cubierta de tierra en dirección a aquella capa. Por lo tanto, su poder de erosión ha sido sorprendentemente pequeño. A excepción de la morena de hielo muerto, el terreno ha sido privado de su cubierta de tierra por la erosión del viento y del agua, así que sólo han quedado unas pocas porciones aisladas. Como la cubierta de tierra debajo de la morena de hielo muerto parece ser casi continuada, es probable que la deflación fuera de la morena haya ocurrido en gran parte durante los últimos dos siglos.

Una de las porciones de tierra que quedan, está situada al este del cauce del río Far, a sólo 5 m. de la reciente morena frontal (ver fotografía fig. 9). En esta porción que está marcada con una cruz en el mapa, medí el perfil del suelo que aparece en figura 5. En este perfil podemos identificar con certeza muchas de las capas de ceniza formadas en los perfiles de Skallakot y Geysir, entre ellas las capas riolíticas X e Y que se encontraron también en un perfil medido en una porción de tierra cerca de Sandvatn (cf. figura 2).

---

1 Zonas marginales de los glaciares.

2 Hielo muerto, de acuerdo con Ahlmann, es un hielo que está más alimentado por encima y su masa puede llegar desde algunos metros cúbicos, hasta cubrir grandes porciones de una región.

Todas las capas de ceniza en el perfil de Hagavatn están inalteradas y así está el suelo debajo de la capa Y hacia el antiguo campo de morena. En este lugar, la formación del suelo ha sido continua e imperturbada por el glaciar desde que comenzó allí la formación de aquél después del retiro del último hielo continental. *Esto prueba definitivamente que las actuales*



FIG. 10 - La Bahía de Vestmannaeyjar y el volcán Helgafell. Fotografía: G. Hannesson.

*morenas frontales, de las cuales el Hagafellsjökull del este ha estado retirándose durante las últimas décadas, marcan el máximo de extensión de aquel glaciar durante todo el período post-glacial.*

La afirmación de este hecho, por supuesto, no implica necesariamente que todos los glaciares de Islandia alcanzaron su máxima extensión post-glacial durante estos últimos siglos. Glaciares de diferentes tipos morfológicos pueden reaccionar de diferente modo a la misma fluctuación climática. Aunque la mayoría de los glaciares de salida de Vatnajökull y Myrdalsjökull alcanzaron su máxima extensión post-glacial casi con seguridad en los siglos XVIII y XIX, hay morenas frontales enfrente de algunas pocas lenguas de glaciares, que, en mi opinión, indican que al comienzo de la época sub-Atlántica estos glaciares avanzaron un poco más lejos que durante los últimos siglos. Como he conseguido identificar la capa de ceniza riolítica de la gran erupción del Úraefajökull en 1362, que fué depositada

sobre la parte SE de Islandia, probablemente ahora será posible, con la ayuda de la última capa de ceniza, determinar si estas morenas frontales existen desde hace unos pocos siglos o son prehistóricas.

En cualquier caso el perfil del suelo de Hagavatn mantiene con firmeza la opinión de que, en general, los glaciares alrededor del Atlántico, bien al norte, alcanzan su máxima extensión, o una fase muy cercana a su máximo desarrollo en épocas post-glaciares, durante siglos recientes.

#### LA EDAD DEL VOLCÁN HELGAFELL EN VESTMANNAEYJAR

Este pintoresco volcán, de forma de un cono regular, es muy conocido por la mayoría de los viajeros que han visitado a Islandia en barco, ya que está situado en Heymaey, la isla principal de Vestmannaeyjar (Islas Westman) justo sobre la ciudad de Vestmannaeyjar. Este volcán se considera extinguido, pero en la historia de los volcanes de Islandia Thoroddsen escribe que debe considerarse certero, que el volcán entró en erupción y arrojó lava en época histórica probablemente en la última parte del siglo X (3, p. 175). Esta opinión, que fué probablemente expresada por los científicos islandeses Eggert Ólafsson y Jonas Hallgrímsson, está basada principalmente en un pasaje de un manuscrito del *Landnámabók* (El libro de la colonización de Islandia) que fué escrito en el siglo XIII. En este pasaje (14, p. 105) se dice que el primer hombre que se estableció en Vestmannaeyjar (probablemente alrededor del año 900 de nuestra era) vivió en Herjólfsdalur "donde hay ahora lava quemada". De este pasaje Thoroddsen y otros sacaron en consecuencia que la corriente de lava que va desde Helgafell hacia el noroeste en dirección a Herjólfsdalur comenzó después de la colonización pero antes que el *Landnámabók* fuera escrito.

Recientemente el físico y geólogo islandés Trausti Einarsson, criado en Vestmannaeyjar, ha estudiado la interesante geología de estas islas y entre otras cosas ha demostrado que no hay signos de que las islas hayan estado cubiertas de hielo durante el último período glacial (15). En cuanto a la edad de la corriente de lava más nueva de Helgafell ha llegado a la conclusión de que esta lava debe ser mucho más vieja que la colonización de Heimaey. Basa aquella afirmación principalmente en el hecho de que en muchas depresiones de esta corriente de lava ha encontrado una capa de "mohella" (término islandés que significa: suelo eólico endurecido) hasta de 0,5 m. de espesor. Encontró también esta capa fuera del campo de lava, y allí estaba cubierta por un manto de tierra de hasta 4 m. y por lo tanto lo más probable es que tenga muchos miles de años.

Con el objeto de asegurar datos más exactos sobre la formación del



suelo de Helmaey y la edad de las lavas de Helgafell por medio de tefrocronología, Trausti Einarsson me llevó a Vestmannaeyjar en el verano de 1948 y pasé allí un día con él, midiendo los perfiles de suelo en diferentes lugares de la isla citada. Cinco de estos perfiles están ilustrados en

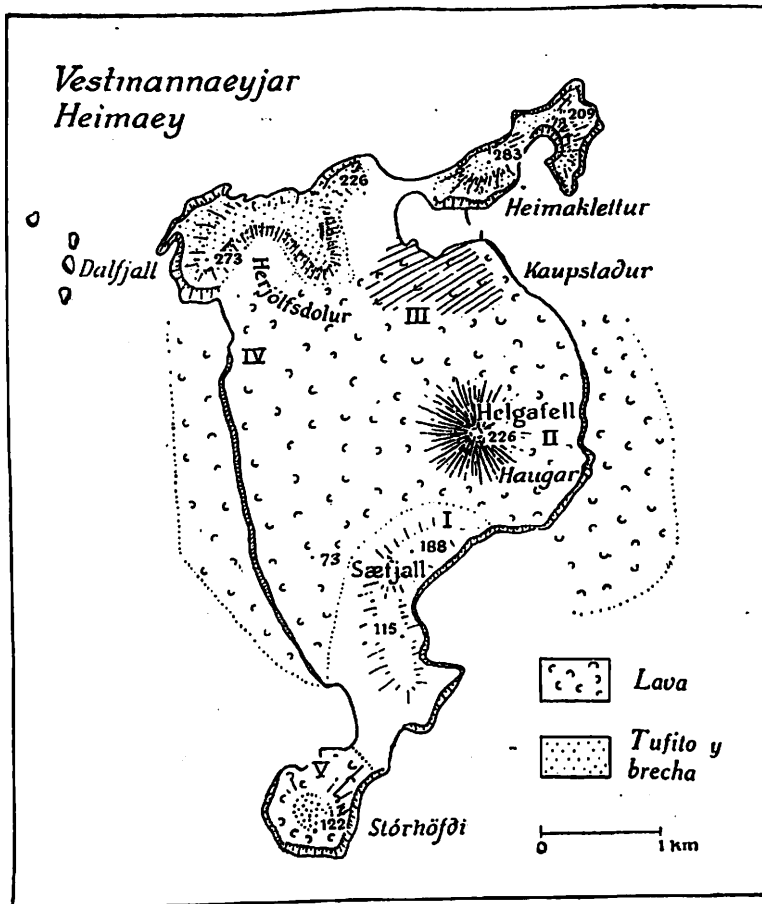


FIG. 11 - Un mapa de Heimaey, que muestra la extensión de las corrientes de lava del Helgafell (de acuerdo con Trausti Einarsson) y la ubicación de los perfiles de suelo medidos.

fig. 12 y su ubicación aparece en el mapa de fig. 11. El informe siguiente se basa principalmente en estos perfiles.

En una gran extensión Heimaey está cubierta por tierra. El espesor de la cubierta de tierra varía en forma notable. En Herjólfsdalur y en el campo de lava al NE de Helgafell, arriba mencionado, su grueso es de unos 30 a 40 cm. pero en muchos lugares al E y S del volcán es de

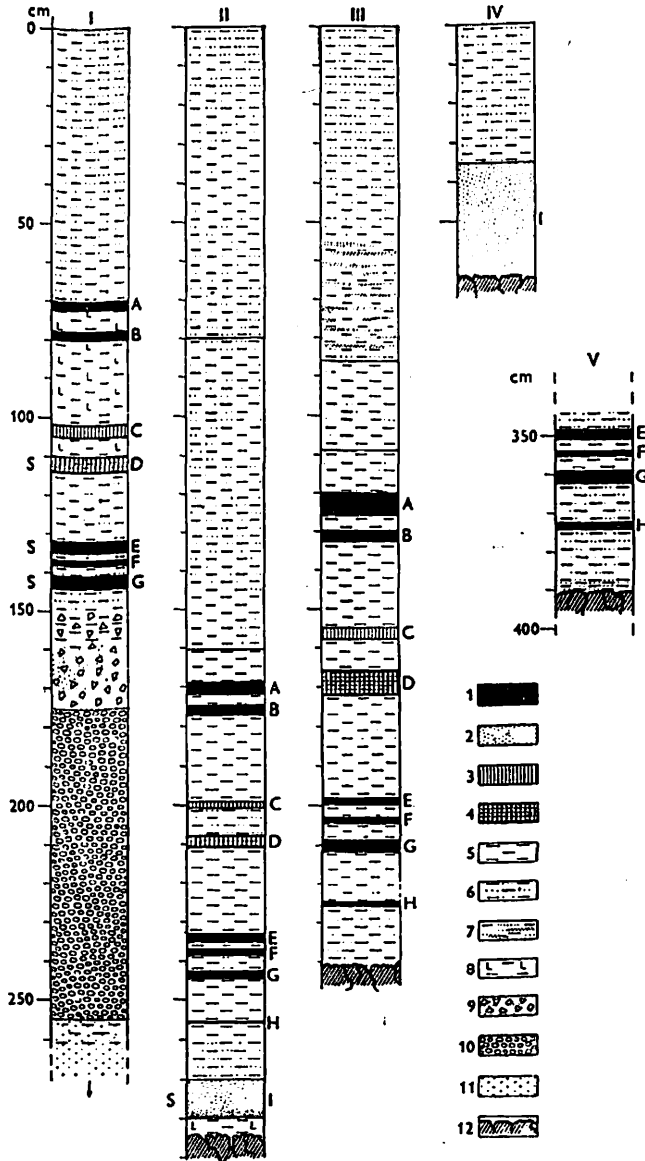


FIG. 12 - 5 perfiles de suelo de Heimaey. Explicación: 1-8: Ver la leyenda de fig. 5; 9. Talus mezclado con tierra; 10: Ripio; 11: Arena; 12: Lava.

2 a 4 m. sobre las laderas de Helgafell, Saefjall y Stórhöfði hay porciones de tierra espesa, separadas por zonas donde el suelo ha sido removido por la deflación. El suelo de Heimaey es de humus loésico del tipo común de Islandia.

En los perfiles de suelo hay algunas capas de ceniza que se pueden reconocer fácilmente y asociar de un perfil a otro. Todas las capas son negras o parduscas y por lo tanto básicas. No se encuentra ninguna capa riolítica. El perfil I en la fig. 12 está situado en las laderas de Saefjall, cerca del nuevo aeropuerto. En este perfil el suelo de humus tiene 1,60 m. de espesor y los 0,50 m. superiores son bastantes ricos en arenas depositadas por el viento. En este perfil se distinguen por lo menos 7 capas de ceniza (A-G). En la capa D el diámetro máximo de las partículas es de alrededor de 3 mm.; la capa G es de arena de grueso medio, las otras aun de grano más pequeño. Estas 7 capas se encuentran en los perfiles de toda la isla. El tamaño de los granos es el mismo en todos lados lo que prueba que no fueron depositados por una erupción del Helgafell ya que el tamaño de los granos sería entonces más grandes en sus laderas que en las partes más distante del centro de la isla. Estas capas de ceniza, en consecuencia, se originaron en Islandia. Todavía no puede decirse qué volcanes las produjeron. Algunas de ellas pueden haberse formado del Monte Hekla, otras del Katla o del Eyjafjallajökull.

Debajo del suelo de humus loésico en el perfil I, hay una capa de talus mezclada con humus. La capa inferior de 80 cm. de espesor, está formada de ripio, evidentemente pulido por el agua y la capa más inferior de todas las medidas, está formada de arena que parece ser la típica de playa. Por lo tanto este lugar que está aproximadamente a 80 m. sobre el nivel del mar actual, parece haberse formado durante el último y más alto nivel de la playa post-glacial.

En el perfil II, al este de Helgafell y unos 10 m. más arriba que el perfil I, encontramos las mismas capas de ceniza A-G y debajo de ellas una capa de ceniza (H). En la parte superior del perfil, sobre la capa A, hay algunas capas de ceniza muy finas que no se diferencian entre sí. 25 cm. debajo de la capa G hay una capa gruesa (I), sin duda de origen volcánico; su parte superior es arenosa, pero el tamaño de las partículas crece a medida que se perfora hasta alcanzar 2 - 3 cm. de diámetro, algunas de las cuales son realmente pequeñas bombas volcánicas. Esta capa es la misma que la que Trausti Einarsson llamó capa "mohella", que es entonces una capa de ceniza. Puede encontrarse en muchos lugares al Este, Norte y Oeste de Helgafell. Su espesor y tamaño de las partículas aumenta hacia el volcán y no hay duda de que fué formada por una erupción explosiva del Helgafell. Debajo de esta capa en el perfil II hay una de humus arcilloso, de 4 cm. de espesor que cubre la lava del Helgafell.

Las corrientes de lava del Helgafell son del mismo tipo que las del gran Thjórsá, caracterizadas por su contextura de feldespató pórfido. Esta

característica señala que las lavas son prehistóricas ya que casi todas las lavas porfíricas en Islandia parecen tener más de dos mil años.

El hecho de que la capa de suelo, bajo la capa G en los perfiles II y III, tiene más o menos el mismo espesor que en los campos de lava alrededor del Helgafell como fuera de ellos (cf. perfil V, en la ladera norte del Stórhöfði) prueba que las lavas que yacen debajo de la cubierta de suelo en estos lugares, son aproximadamente de la misma edad que la formación de suelo más antigua hoy en existencia en la isla, es decir probablemente del principio del período post-glacial.

En el perfil III, cerca de la ciudad, la capa de ceniza falta. A una profundidad de 55 - 82 cm. el suelo es marcadamente eólico, con partículas de arena transportadas por el viento de 1 - 2 cm. de espesor.

El perfil IV está situado sobre la corriente de lava al sur de Herjólfssdalur, a unos 20 m. sobre el nivel del mar. Como se mencionara anteriormente, la cubierta de suelo de esta corriente de lava es, en todos lados, de escaso espesor, lo que Thoroddsen y otros pensaron se debía a que esta corriente de lava era más nueva que las otras o del principio de la época histórica. Pero Trausti Einarsson, sin duda, está en lo cierto en su afirmación de que esta corriente de lava tiene muchos miles de años. Si la capa de suelo era tan delgada debido a la poca edad de la lava, deberíamos encontrar una cubierta de suelo más espesa que contenga algunas de las capas de ceniza A - H, en perfiles de suelos inmediatamente fuera del campo de lava, por ej. en la parte más interna de Herjólfssdalur, pero allí el espesor del suelo es más o menos el mismo que sobre la lava. En consecuencia, yo estoy de acuerdo con la opinión de Einarsson de que el suelo en la corriente de lava al NW de Helgafell fué movido después de la colonización y por la erosión del viento. Tenemos acá la misma historia que en la isla de Islandia: La llegada del hombre y la oveja fué la causa principal de la destrucción del suelo. Las palabras "donde hay ahora lava quemada" entonces significan que la lava, que estaba cubierta por suelo cuando los primeros colonizadores se establecieron, fué dejada al descubierto por la deflación cuando se escribió el *Landnámabok* (Hauksbók). Allí también se habla de otro lugar en Heimaey, Ormsstadir, que, "está ahora completamente despojado de tierra" (14, p. 105). Encuentro que es muy probable que las capas de arena movediza en el perfil III deban su existencia allí a la deflación de la zona Helgafell - Herjólfssdalur, que fué probablemente, despojada de su cubierta de suelo en relativamente poco tiempo.

En el perfil IV, y en cualquier otro lugar en la parte inferior de la corriente de lava del NW no encontramos capa de humus alguna entre la capa I y la lava. Esto puede deberse a que las partes inferiores de la lava

hayan sido cubiertas por el mar o hayan emergido recientemente cuando la capa I fué depositada.

Como nada indica que Vestmannaeyjar haya estado cubierta de hielo durante la última edad de hielo, se podría esperar encontrar a *priori*, algún suelo formado durante la Edad de Hielo. Hasta el momento no se ha hallado ningún suelo que se pueda presumir que es anterior al período post-glacial. Probablemente la explicación sería que en el último período glacial o en los comienzos del post-glacial, el nivel del mar estaba al menos 80 m. más alto que el presente y que probablemente una cubierta de suelo preexistente haya sido barrida por las aguas.

El capítulo de la historia geológica de Heimaey se puede leer en los perfiles del suelo, es brevemente éste:

Al final del período glacial o a comienzos del post-glacial Heimaey estaba en su mayor parte debajo del nivel del mar. Luego el mar se retiró con cierta rapidez y empezó la formación del suelo de humus.

Más o menos al mismo tiempo, las corrientes de lava del Helgafell fueron arrojadas y se formó un pequeño volcán de lava del tipo del Eldborg.

Algunos siglos más tarde hubo una erupción explosiva que cubrió Heimaey con una gruesa capa de ceniza y formó la parte superior del actual cono del volcán. Desde entonces no ha habido más derrame de lava o más erupciones en Heimaey.

Desde la última erupción del Helgafell hasta la colonización en el año 900 de nuestra era, la cubierta de suelo aumentó en espesor más bien lentamente y más o menos a la misma velocidad en todas partes de Heimaey. De vez en cuando llegaban a la isla lluvias de ceniza de Islandia, propiamente, pero no parece que hubiera causado una deflación considerable. Pero poco después de la colonización comenzó la erosión y grandes zonas se vieron privadas de su cubierta de tierra en los primeros siglos después de la colonización; en otros lugares el espesor del suelo aumentó rápidamente por la deposición de polvo y arena llevados por el viento. Las zonas que perdieron su capa de tierra en los comienzos de la época histórica están, en la actualidad, otra vez cubiertas.

No se ha depositado ninguna capa de ceniza gruesa sobre la isla en épocas históricas.

## BIBLIOGRAFIA

- (1) BJARNASON, H. and THORARINSSON, S.: *Datering au vulkaniska asklageri isländsk jordman*. Geografisk Tidskrift. Köbenhavn 1940.

- (2) THORARINSSON, S.: *Tefrokronologiska studier pa Island*. Geografiska Annales. Stockholm 1944.
- (3) THORODDSEN, T.: *Die Geschichte des isländischen Vulkane*. København 1925.
- (4) DESCLOIZEAUX, A.: *Observations sur les principaux Geysers d'Islande*. Ann. de Chim. et de Phys. Ser. 3, Tom. XXI. Paris 1847.
- (5) FORBES, C. S.: *Iceland, its volcanoes, Geysers and Glaciers*, London 1860.
- (6) BARTH, T. F. W.: *Geysir in Iceland*. American Journal of Science. June 1940.
- (7) EINARSSON, T.: *Geysir i Haukadal*. Timarit Verkfraedingafélags Íslands. Reykjavik 1938.
- (8) WRIGTH, J.: *The Hagavatn gorge*. Geographical Journal. Vol. 86. London 1935.
- (9) THORARINSSON, S.: *The ice dammed Lakes of Iceland*. Geografiska Annaler. Stockholm 1940.
- (10) AHLMANN, H. W.: son: *Scientific Results of the Swedish-Norwegian Arctic Expedition*. Part VIII. Glaciology. Geografiska Annaler. Stockholm 1933.
- (11) THORARINSSON, S.: *Vatnajökull*. Chapter III. Geografiska Annaler. 1936.
- (12) — *Present Glacier Shrinkage and Eustatic Changes of Sea Level*. Geografiska Annaler. Stockholm 1944.
- (13) AHLMANN, H. W: son: *Glaciological Research on the North Atlantic Coasts*. The Royal Geographical Society. London 1948.
- (14) *Landnámabók I-III*. København 1900.
- (15) EINARSSON, T.: *Über die Geologie der Westmännerinseln*. Visindafélag Íslendinga. Greinar II, 3. Reykjavik 1943.