Boletín mensual
Vigilancia Volcánica de Tenerife
SEPTIEMBRE 2021

El Instituto Volcanológico de Canarias (INVOLCAN) *es una entidad demandada unánimemente por el Senado (2005), Parlamento de Canarias (2006), Asamblea General de la Federación Canaria de Municipios, FECAM (2008), Congreso de los Diputados (2009) y la Asamblea General de la Federación Canaria de Islas, FECAI (2014), que instan a la Administración General del Estado y de la Comunidad Autónoma de Canarias, así como a los Cabildos Insulares, a la apuesta conjunta de todos los recursos humanos y técnicos que las diferentes administraciones públicas españolas destinan a la gestión científica del riesgo volcánico en España, con la finalidad de garantizar una coordinación efectiva y eficiente para contribuir al fortalecimiento de las acciones destinadas a la reducción del riesgo volcánico en España; dígase Canarias, la única región volcánicamente activa del territorio nacional con riesgo volcánico. Desde finales de 2010 el INVOLCAN es una realidad gracias a la implicación del Cabildo Insular de Tenerife, estando a la espera de la participación del resto de las administraciones públicas.*

Introducción

En este boletín se presentan los datos registrados por las redes instrumentales permanentes y las campañas científicas periódicas de observación para la monitorización de la actividad volcánica en Tenerife correspondientes al mes de septiembre de 2021. Los boletines mensuales de INVOLCAN son publicados a principios de cada mes reflejando la actividad del mes anterior. *El copyright de los datos y de las elaboraciones mostradas en el presente boletín es propiedad intelectual de INVOLCAN. Sólo está permitida exclusivamente la difusión del presente boletín en su totalidad. La autorización a la publicación parcial, también en forma elaborada, debe ser solicitada previamente a INVOLCAN mediante correo electrónico (involcan@gmail.com).* *La fuente de los datos sísmicos anteriores al 21/11/2016, fecha en que ha entrado en plena operatividad la Red Sísmica Canaria gestionada por INVOLCAN, proceden de la página web del Instituto Geográfico Nacional, IGN. Los datos mostrados en el presente boletín podrían estar sujetos a futuras revisiones. Se declina cualquier responsabilidad derivada de un uso inadecuado de la información aquí presentada.*

Resumen

- *En el mes de septiembre de 2021, la Red Sísmica Canaria ha registrado* **91** *terremotos de baja magnitud (*$\boldsymbol{M_{max} = 2.4}$*) en la isla de Tenerife y sus alrededores.*
- *Los valores de temperatura de la estación termométrica TFT12 no han registrado tendencias significativas.*
- *La Red GPS Canaria (ITER-GRAFCAN-Universidad de Nagoya) que opera el INVOLCAN no ha registrado desplazamientos horizontales y verticales significativos.*
- *En el mes de septiembre 2021, no fue posible acceder al cráter del Teide debido a causas meteorológicas y problemas logísticos. En junio de 2021 se alcanzaron valores de 346 toneladas diarias, el mayor valor registrado en toda la serie. El resto de los parámetros geoquímicos que se presentan en este informe no muestran variaciones significativas durante el mes de septiembre de 2021.*

Valoración

El incremento observado en la emisión difusa de dióxido de carbono (CO_2), emanaciones no visibles al ojo humano, en el cráter del Teide desde el pasado mes de noviembre de 2016 refleja un proceso de presurización del sistema volcánico-hidrotermal. Esto está probablemente vinculado a la inyección de gases de origen magmático en el sistema. La ausencia de deformaciones significativas del terreno hace poco probable la implicación directa de un sistema magmático superficial.

A corto plazo, no se puede excluir que continúe este episodio de presurización del sistema volcánico-hidrotermal. Además, podrían producirse más terremotos de pequeña magnitud y de entidad parecida al ocurrido el 6 de enero 2017. Por otra parte, puede excluirse la ocurrencia de terremotos capaces de generar daños a corto plazo. El registro de un incremento en la emisión difusa de dióxido de carbono (CO_2) en el cráter del Teide ha sido y es de interés científico para el fortalecimiento del sistema de alerta temprana, pero no ha representado ni representa peligro alguno para las personas que acceden diariamente al Pico del Teide.

Recordar que en la actualidad el semáforo volcánico para Tenerife se encuentra en posición **VERDE.** *Por lo tanto, y según el Plan Especial de Protección Civil y Atención de Emergencias por Riesgo Volcánico en la Comunidad Autónoma de Canarias (PEVOLCA),* **los residentes y visitantes en la isla pueden desarrollar sus actividades con absoluta normalidad**.

1 - Sismología

Durante el mes de septiembre de 2021, la Red Sísmica Canaria en Tenerife (Fig. 1.1) ha estado en funcionamiento con 18 estaciones operativas. Todos los hipocentros han sido relocalizados manualmente. La incertidumbre en las localizaciones hipocentrales es de unos pocos kilómetros, mientras que en las magnitudes es en alrededor de 0.2 unidades.

Los hipocentros de los **91** *terremotos registrados por la Red Sísmica Canaria durante el mes de septiembre de 2021 han sido localizados en su práctica totalidad por debajo de la isla de Tenerife y en el área entre Tenerife y Gran Canaria (Fig. 1.1). La magnitud máxima observada ha sido de* **2.4**, *debida un terremoto registrado en el día 29/09/2021 a las 14:05 GTM y entre las islas de Tenerife y Gran Canaria (Fig. 1.1).*

En el mes de septiembre de 2021, el número de terremotos (Fig. 1.2) ha disminuido con respecto a los meses anteriores mientras que las profundidades (Fig. 1.3), las magnitudes (Fig. 1.4) y la energía sísmica liberada (Fig. 1.5, 1.6) no muestran variaciones significativas a corto plazo. Durante el mes de septiembre de 2021 el parámetro b de la ley de Gutenberg-Richter se aumentó ligeramente con respecto al mes de agosto, con valores alrededor de 2.2 (Fig. 1.7).

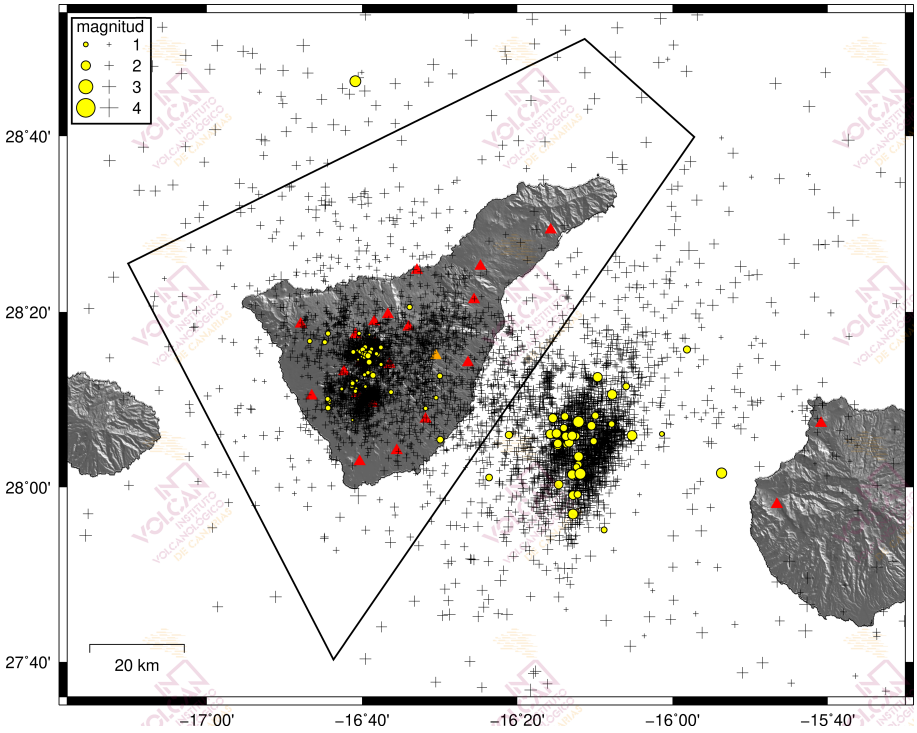

Figura 1.1 - *Hipocentros de los terremotos (círculos amarillos) localizados por las estaciones de la Red Sísmica Canaria (triángulos rojos) en septiembre de 2021. Las cruces muestran los hipocentros localizados en los últimos 12 meses. El polígono negro corresponde al área de Tenerife considerada en las estadísticas sismológicas de los gráficos siguientes.*

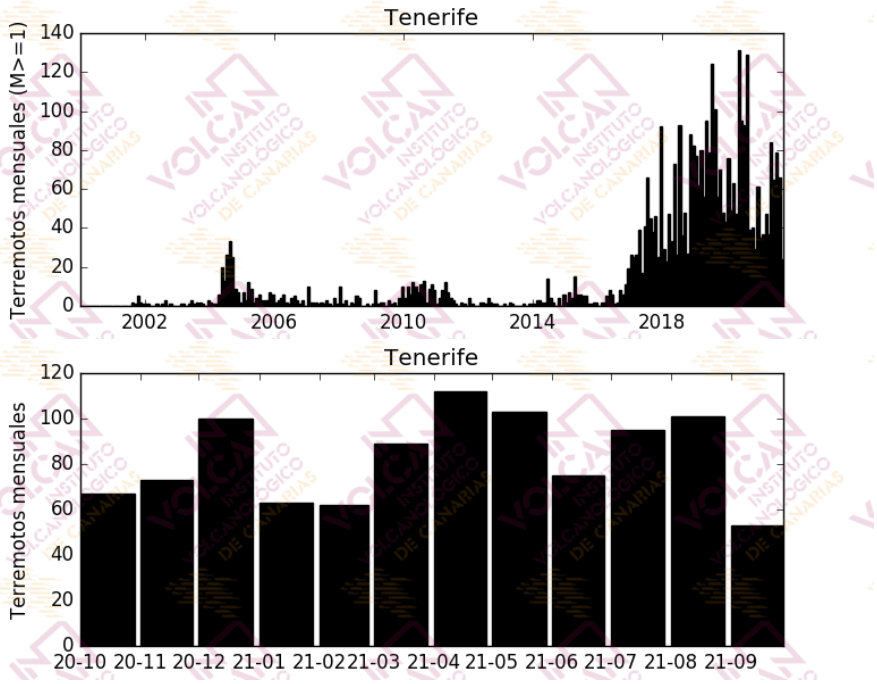

Figura 1.2 - *Número de terremotos mensuales en Tenerife. El histograma superior corresponde al periodo enero 2000 – septiembre 2021 para terremotos con M≥1, mientras que el inferior muestra el periodo octubre 2020 – septiembre 2021 para todas las magnitudes. [La fuente de los datos sísmicos anteriores al 21/11/2016 es el Instituto Geográfico Nacional, IGN].*

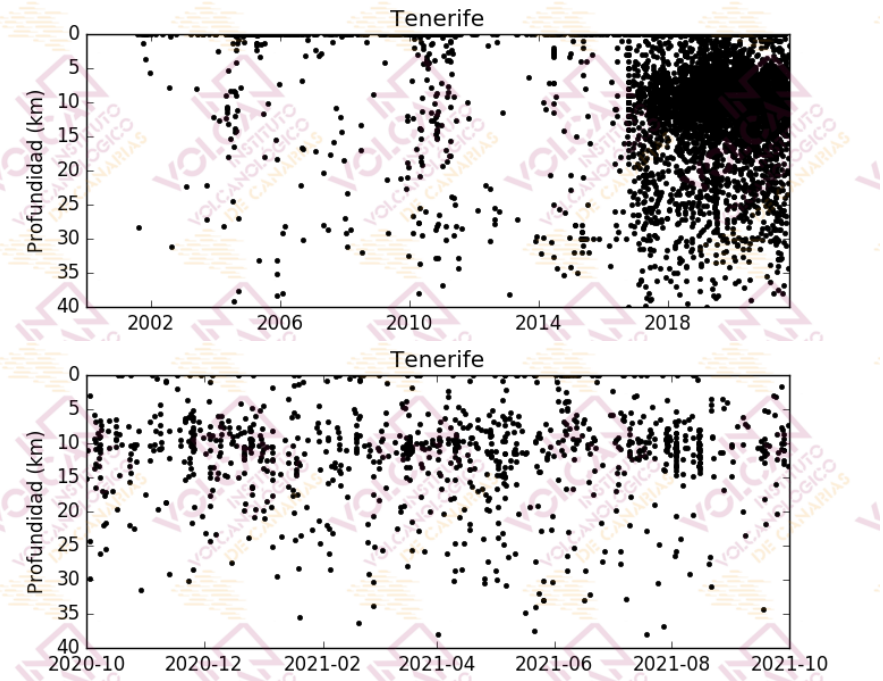

Figura 1.3 - *Profundidades de los hipocentros localizados en el área de Tenerife. El gráfico superior corresponde al periodo enero 2000 - septiembre 2021, mientras que el inferior muestra el periodo octubre 2020 – septiembre 2021. [La fuente de los datos sísmicos anteriores al 21/11/2016 es el Instituto Geográfico Nacional, IGN].*

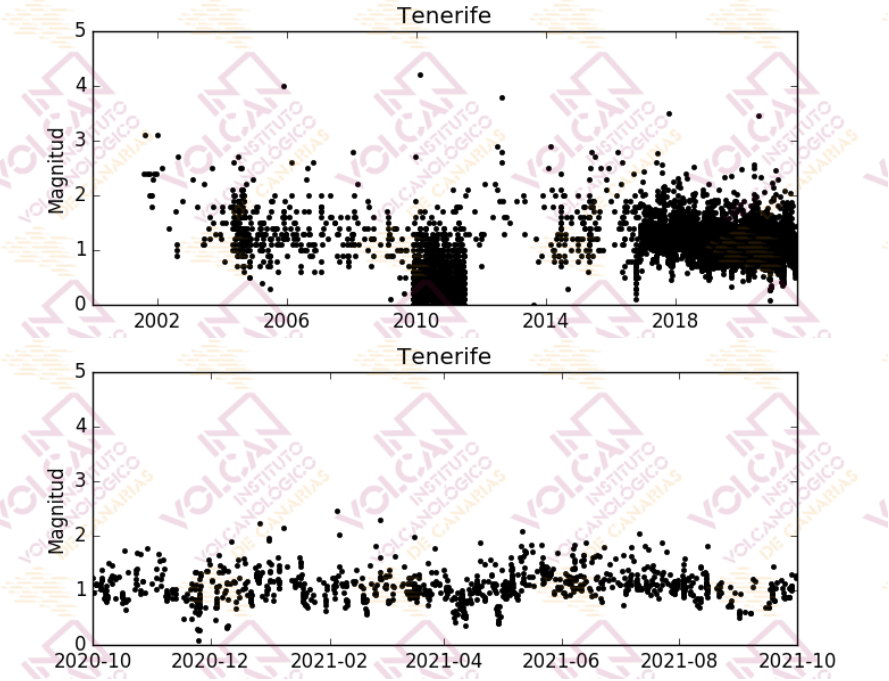

Figura 1.4 - *Magnitudes de los terremotos localizados en el área de Tenerife. El gráfico superior corresponde al periodo enero 2000 – septiembre 2021, mientras que el inferior muestra el periodo octubre 2020 – septiembre 2021. [La fuente de los datos sísmicos anteriores al 21/11/2016 es el Instituto Geográfico Nacional, IGN].*

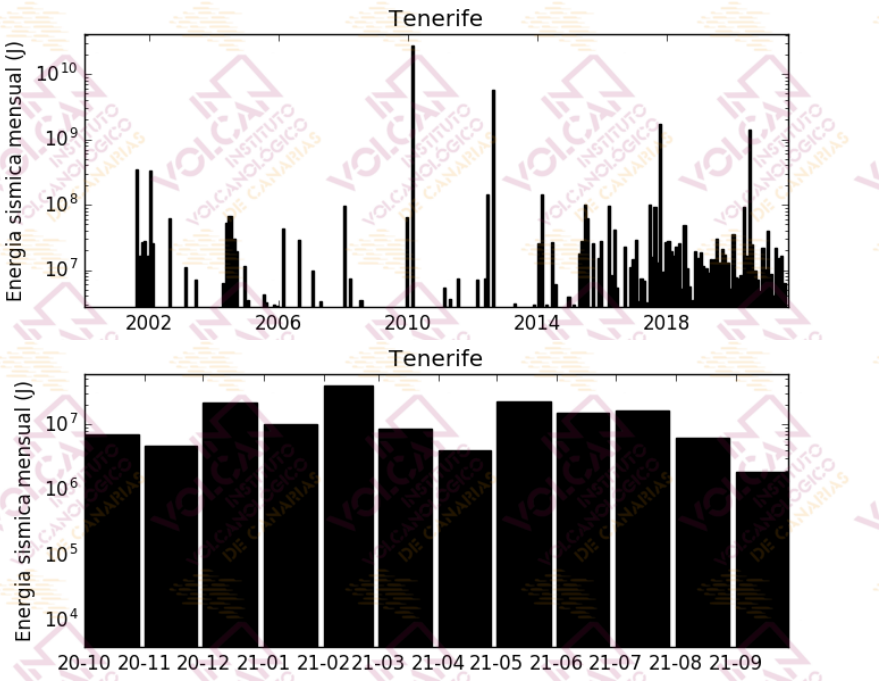

Figura 1.5 – *Energía sísmica liberada por los terremotos localizados en el área de Tenerife. El histograma superior corresponde al periodo enero 2000 – septiembre 2021, mientras que el inferior muestra el periodo octubre 2020 – septiembre 2021. [La fuente de los datos sísmicos anteriores al 21/11/2016 es el Instituto Geográfico Nacional].*

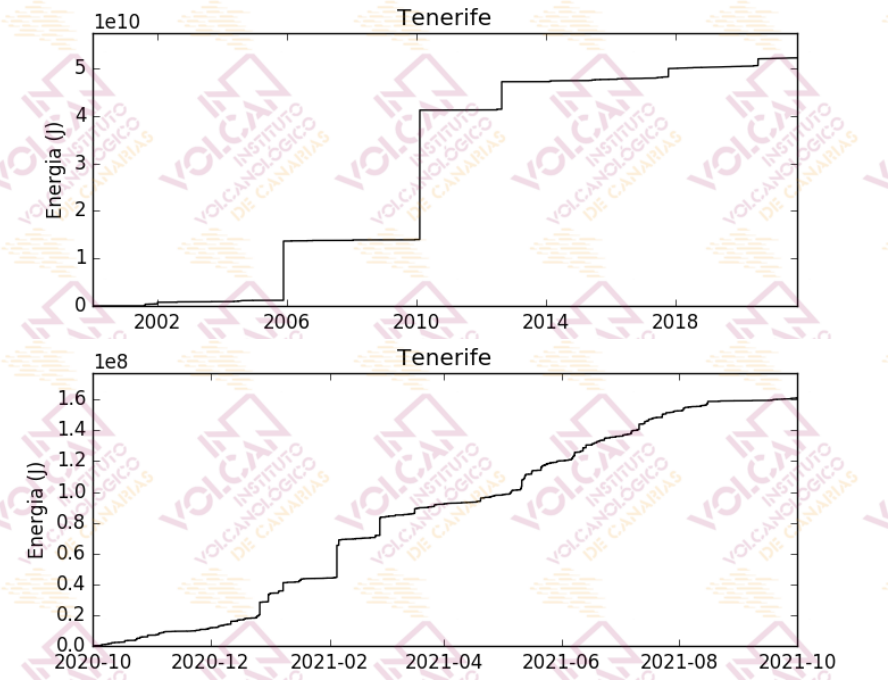

Figura 1.6 - *Curva de energía sísmica acumulada por los terremotos localizados en el área de Tenerife. El gráfico superior corresponde al periodo enero 2000 – septiembre 2021, mientras que el inferior muestra el periodo octubre 2020 – septiembre 2021. [La fuente de los datos sísmicos anteriores al 21/11/2016 es el Instituto Geográfico Nacional, IGN].*

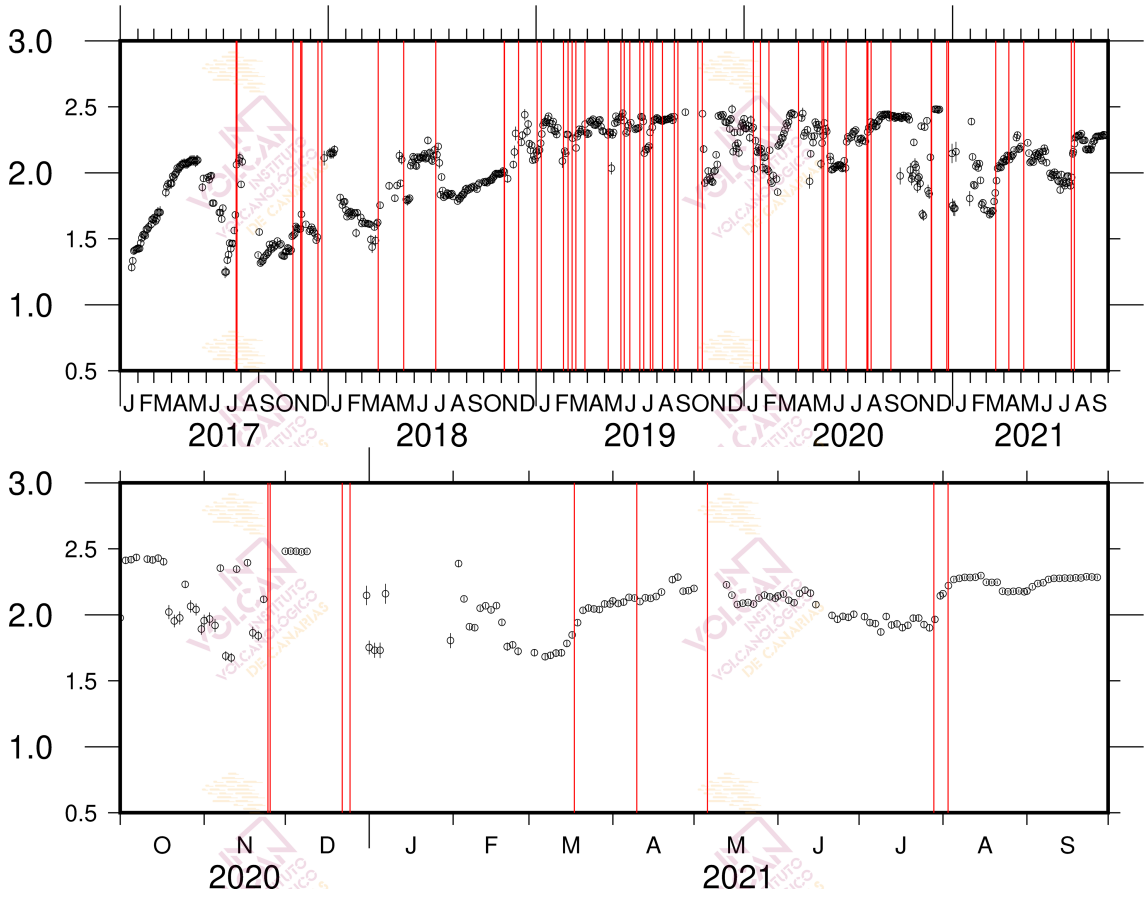

Figura 1.7 - *Variaciones del parámetro b de la relación de Gutenberg-Richter. En el gráfico superior durante el periodo enero 2017 – septiembre 2021.En el gráfico inferior durante el periodo octubre 2020 – septiembre 2021. Las líneas rojas indican la ocurrencia de enjambres sísmicos.*

Tabla 1.1 - *Hipocentros localizados por la Red Sísmica Canaria en septiembre de 2021 y mostrados en la Figura 1.1*

Fecha	Magnitud	Latitud (N)	Longitud (W)	Prof. (km)
01-09-2021 02:45	0.6	28.2526	-16.6673	10.6
01-09-2021 02:46	0.6	28.2428	-16.6752	14.9
01-09-2021 02:46	0.6	28.2485	-16.6522	10.1
01-09-2021 02:48	0.5	28.2483	-16.6680	10.4
01-09-2021 17:19	0.9	28.1702	-16.5078	12.6
02-09-2021 17:43	1.6	28.0970	-16.2069	0.0
03-09-2021 22:02	1.4	28.1918	-16.0994	22.7
04-09-2021 00:51	0.6	28.1596	-16.7363	7.6
04-09-2021 04:06	1.5	28.1361	-16.1657	5.1
04-09-2021 04:57	1.4	28.1201	-16.1307	10.0
04-09-2021 10:05	1.6	28.0245	-16.2183	5.0
04-09-2021 12:52	1.5	28.0430	-16.2020	6.2
04-09-2021 17:07	1.6	28.1346	-16.2310	0.0
04-09-2021 21:14	1.4	28.0382	-16.2061	4.4
04-09-2021 23:49	1.5	28.0875	-16.1692	9.7
06-09-2021 01:12	1.6	28.1128	-16.2333	12.0
06-09-2021 09:58	1.5	28.0818	-16.2275	0.0
06-09-2021 22:52	0.6	28.2903	-16.6511	20.0
07-09-2021 00:14	0.6	28.2602	-16.6766	10.2
07-09-2021 00:33	0.6	28.1278	-16.6873	6.2
07-09-2021 11:00	2.1	27.9489	-16.2138	12.6
07-09-2021 18:52	1.2	28.1659	-16.7387	7.1
07-09-2021 20:18	1.1	28.2778	-16.7792	23.5
09-09-2021 02:12	1.2	28.1508	-16.7397	7.5
09-09-2021 02:29	1.9	28.0851	-16.2220	0.0
09-09-2021 21:43	2.0	28.0585	-16.2016	7.6
10-09-2021 08:16	2.0	28.0240	-16.2155	0.0
10-09-2021 10:41	2.1	28.1763	-16.1296	16.5
11-09-2021 05:21	1.5	28.2619	-15.9688	35.1
12-09-2021 07:28	1.9	27.9847	-16.2137	0.0
14-09-2021 16:29	0.7	28.1996	-16.6840	10.6
16-09-2021 01:38	0.8	28.1915	-16.6594	10.6
16-09-2021 03:45	0.7	28.1877	-16.6792	12.1
16-09-2021 09:24	1.8	28.0799	-16.2463	11.4
16-09-2021 12:50	0.7	28.2027	-16.6779	9.7
16-09-2021 20:08	1.0	28.2664	-16.6598	10.9
17-09-2021 10:53	1.1	28.2923	-16.7397	34.3

17-09-2021 20:41	1.8	28.0831	-16.2462	16.9
18-09-2021 01:03	0.9	28.2170	-16.6462	12.8
18-09-2021 01:04	1.0	28.2579	-16.6705	18.2
18-09-2021 01:04	0.9	28.2540	-16.6627	11.3
18-09-2021 01:23	0.9	28.2180	-16.6541	11.8
18-09-2021 02:07	0.9	28.1500	-16.5303	5.2
18-09-2021 05:42	1.9	28.1313	-16.2568	5.8
18-09-2021 06:36	1.0	28.1921	-16.6884	9.4
18-09-2021 06:44	1.1	28.1958	-16.6875	10.2
18-09-2021 07:31	0.9	28.2139	-16.6614	11.0
18-09-2021 16:30	1.4	28.0905	-16.4989	21.8
18-09-2021 22:52	0.8	28.2010	-16.6882	11.6
18-09-2021 22:59	0.8	28.1869	-16.7104	10.2
19-09-2021 01:00	1.8	28.0968	-16.2290	8.2
20-09-2021 00:53	1.0	28.1678	-16.7405	5.3
20-09-2021 13:07	1.1	28.2615	-16.6652	10.3
20-09-2021 16:57	1.9	28.1012	-16.2622	0.0
20-09-2021 21:26	1.9	28.1024	-16.2488	7.7
21-09-2021 15:31	2.3	28.7704	-16.6810	44.9
22-09-2021 00:25	2.2	28.0268	-15.8946	2.7
22-09-2021 11:33	1.2	28.2116	-16.4998	3.0
22-09-2021 14:42	2.0	28.0980	-16.2154	27.0
23-09-2021 05:24	1.0	28.1809	-16.6045	5.8
23-09-2021 08:00	1.4	28.0185	-16.3939	10.6
23-09-2021 16:25	1.6	27.9863	-16.2036	0.3
23-09-2021 23:25	0.9	28.2626	-16.6461	3.2
24-09-2021 01:32	1.0	28.2521	-16.6328	15.9
24-09-2021 01:46	2.1	28.0984	-16.0869	0.8
24-09-2021 02:37	1.0	28.1013	-16.0228	0.0
24-09-2021 06:41	0.9	28.2539	-16.6358	12.3
24-09-2021 06:43	0.9	28.2474	-16.6617	20.3
24-09-2021 10:02	1.1	28.3425	-16.5645	8.7
24-09-2021 12:34	1.8	28.1170	-16.1740	1.7
25-09-2021 02:06	0.9	28.2508	-16.6587	11.3
25-09-2021 08:20	1.3	27.9186	-16.1469	0.0
26-09-2021 21:35	0.9	28.2334	-16.6259	7.7
26-09-2021 21:35	0.9	28.2924	-16.6731	10.0
27-09-2021 03:52	1.0	28.2758	-16.7467	1.6
27-09-2021 04:05	0.9	28.1827	-16.6811	10.8

27-09-2021 04:32	1.0	28.2572	-16.6856	8.1
27-09-2021 08:41	1.9	28.0050	-16.2444	3.9
27-09-2021 09:38	1.6	28.0996	-16.3514	23.0
27-09-2021 23:45	1.3	28.2128	-16.6431	13.1
27-09-2021 23:46	1.1	28.2561	-16.6502	12.5
27-09-2021 23:47	1.1	28.2540	-16.6632	11.1
27-09-2021 23:47	1.0	28.2659	-16.6262	8.7
27-09-2021 23:47	1.1	28.2550	-16.6591	10.0
28-09-2021 03:39	1.1	28.2522	-16.6590	9.3
28-09-2021 04:31	1.0	28.1978	-16.6870	10.9
28-09-2021 20:37	2.3	28.0255	-16.1978	0.9
29-09-2021 14:05	2.4	28.1245	-16.2019	0.0
29-09-2021 17:38	2.0	28.2094	-16.1608	6.2
30-09-2021 15:29	1.3	28.2499	-16.6537	13.3
30-09-2021 15:31	1.2	28.2378	-16.6514	7.3

2 - Termometría y termografía

La monitorización termométrica para la vigilancia volcánica de Tenerife se realiza a través de (i) las estaciones que conforman la Red Termométrica Canaria existentes en la isla, (ii) la estación instrumental permanente del Consejo Insular de Aguas de Tenerife existente en el sondeo de Montaña Majúa, (iii) las campañas científicas periódicas de observación sobre el flujo de calor y la temperatura en la fumarola del cráter del Teide (TEF1). En este boletín se presentan los valores de temperatura de las fumarolas del Teide y la temperatura a 40 centímetros de profundidad medido por la estación termométrica TFG12 (Mirador de la Fortaleza del Teide). En la figura 2.1 se muestra la evolución temporal de los valores de temperatura registrados en la fumarola del Teide entre 1993 y septiembre de 2021. Las temperaturas registradas por la estación TFG12, presentan oscilaciones entre valores de 72.9 – 79.0 °C, con un valor promedio de 76.7 °C.

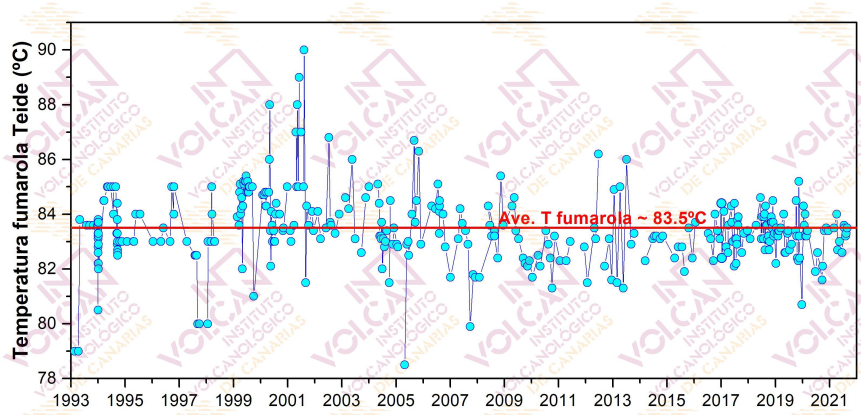

Figura 2.1 – *Variaciones temporales de la temperatura registrada en las fumarolas del Teide (TEF1) desde 1993 hasta septiembre 2021.*

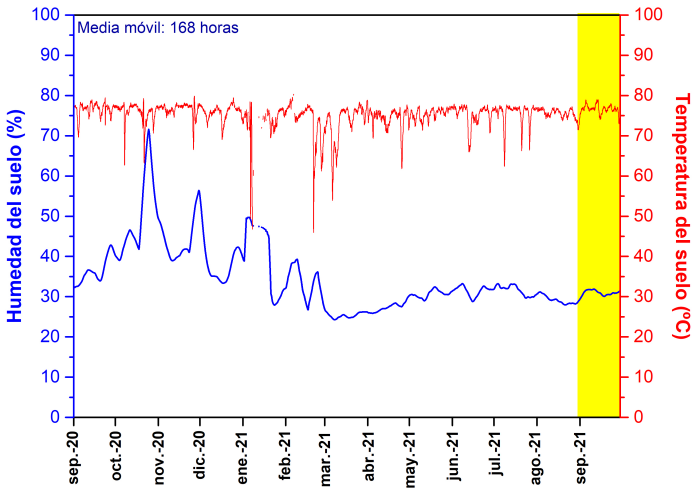

Figura 2.2 – *Variaciones temporales de la media móvil semanal relacionada con el registro en modo continuo de la humedad (azul) y la temperatura (rojo) a 40 centímetros de profundidad en la estación termométrica TFT12 (Mirador de la Fortaleza del Teide, Tenerife). Los datos de septiembre de 2021 se encuentran indicados por el área amarilla.*

3 - Geodesia

Durante el mes de septiembre de 2021, la monitorización geodésica para la vigilancia volcánica de Tenerife se ha realizado a través de la Red GPS Canaria que cuenta con 12 estaciones GPS diferenciales permanentes, de las cuales 2 son de la Universidad de Nagoya, 3 de GRAFCAN y 7 de ITER/INVOLCAN (Fig. 3.1). En este boletín se muestran los datos de la estación GPS del Teide (TEIT) (Fig. 3.2). Ninguna de las estaciones ha registrado desplazamientos significativos, dígase más altos que la incertidumbre experimental.

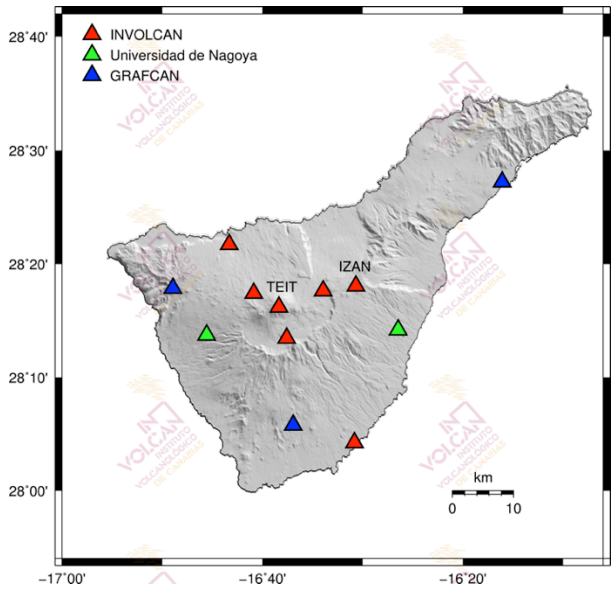

Figura 3.1 – *Red GPS Canaria en la Isla de Tenerife compuesta por 12 estaciones GPS diferenciales permanentes (Universidad de Nagoya, GRAFCAN, ITER/INVOLCAN).*

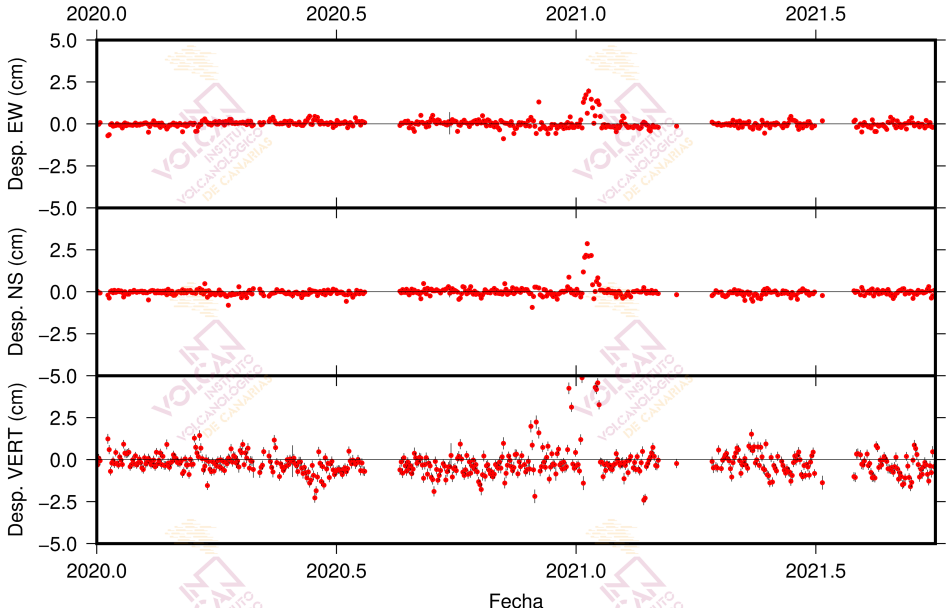

Figura 3.2 – *Series temporales de los desplazamientos verticales y horizontales registrados por la estación GPS TEIT (Teide) desde el 2018. El valor medio y la incertidumbre para cada día se indican en rojo y negro, respectivamente.*

4 - Geoquímica

La monitorización geoquímica para la vigilancia volcánica de Tenerife se realiza a través de (i) la Red Geoquímica Canaria que en la Isla de Tenerife cuenta con 7 estaciones instrumentales permanentes, (ii) la estación instrumental permanente del Consejo Insular de Aguas de Tenerife existente en el sondeo de Montaña Majúa, (iii) una red de observación y medida semanal del flujo difuso de dióxido de carbono (CO_2) compuesta por 31 trampas alcalinas, (iv) campañas científicas periódicas de observación sobre emisión difusa de dióxido de carbono (CO_2) en el cráter del Teide, y (v) el seguimiento y medida de la composición química e isotópica de la fumarola en el cráter del Teide (Fig. 4.1).

En este boletín se muestran datos relacionados con (a) el flujo difuso de dióxido de carbono (CO_2) de la estación geoquímica TFG12 (Mirador de la Fortaleza del Teide) (Fig. 4.2), (b) la emisión difusa de dióxido de carbono (CO_2) en el cráter del Teide (Fig. 4.3), (c) el flujo difuso de dióxido de carbono (CO_2) registrado en las estaciones de la Red de Trampas Alcalinas de los sistemas volcánicos Dorsal Noroeste de Tenerife (Fig. 4.4), Dorsal Noreste de Tenerife (Fig. 4.5), Dorsal Norte-Sur de Tenerife (Fig. 4.6) y caldera de Las Cañadas (Fig. 4.7), (d) algunas relaciones geoquímicas de la fumarola del Teide (Fig. 4.8) y (e) algunos parámetros físico-químicos de las aguas subterráneas que se monitorizan en la estación geoquímica TFG03 (Fig.4.9).

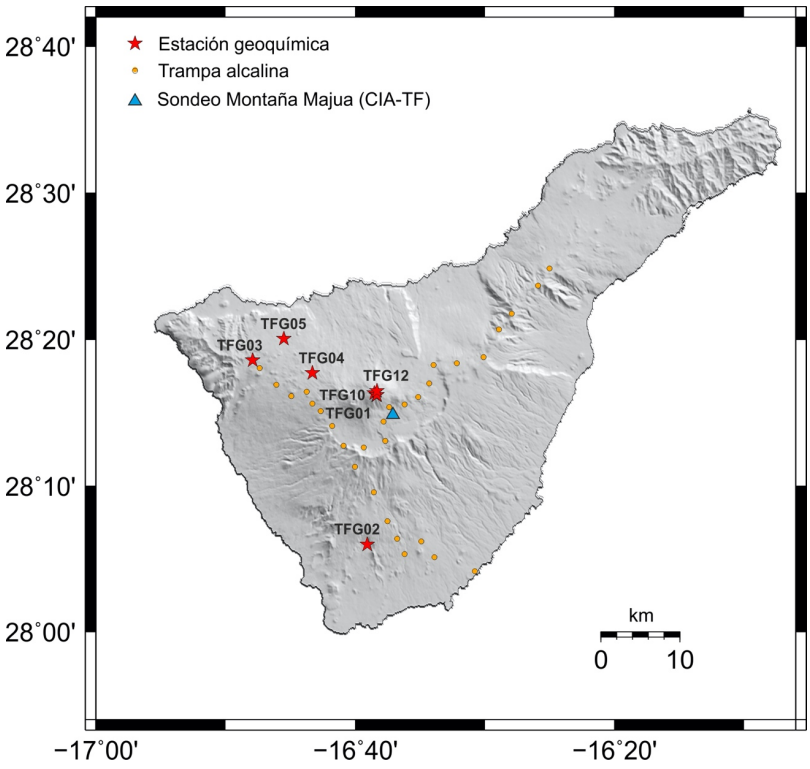

Figura 4.1 – *Mapa de localización de las estaciones de la Red Geoquímica Canaria y de la Red de Trampas Alcalinas en la Isla de Tenerife, así como de la estación instrumental permanente del sondeo del Consejo Insular de Aguas de Tenerife en Montaña Majúa.*

Desde noviembre de 2016 se evidencian registros relativamente altos en la tasa de emisión difusa de dióxido de carbono (CO_2) en el cráter del Teide (Fig. 4.3). En junio 2021 esta tasa de emisión alcanzó los 346 toneladas

diarias; el mayor valor registrado durante todo el periodo de observación desde que se comenzaron a realizar las campañas científicas periódicas de observación sobre este parámetro geoquímico en el cráter del Teide en 1997.

La serie de emisión de CO_2 registrada en la estación TFG12 durante este mes presenta una gran estabilidad alrededor de ~12 kg m^{-2} d^{-1}. Los valores de emisión oscilaron entre valores de 0.84 y los 17.65 kg m^{-2} d^{-1}, con un valor promedio de 12.19 kg m^{-2} d^{-1} (Fig. 4.2).

La medida de flujo difuso de dióxido de carbono (CO_2) en la Red de trampas alcalinas durante el de mes de septiembre no refleja tendencias significativas (Figs. 4.4, 4.5, 4.6 y 4.7). En la figura 4.8 se muestran los datos de las relaciones CO_2/CH_4, H_2/CO_2 y He/CO_2 medidos en la fumarola del Teide. Los parámetros físico-químicos de las aguas subterráneas medidos por la estación TFG03 no muestran ninguna tendencia significativa (Fig. 4.9).

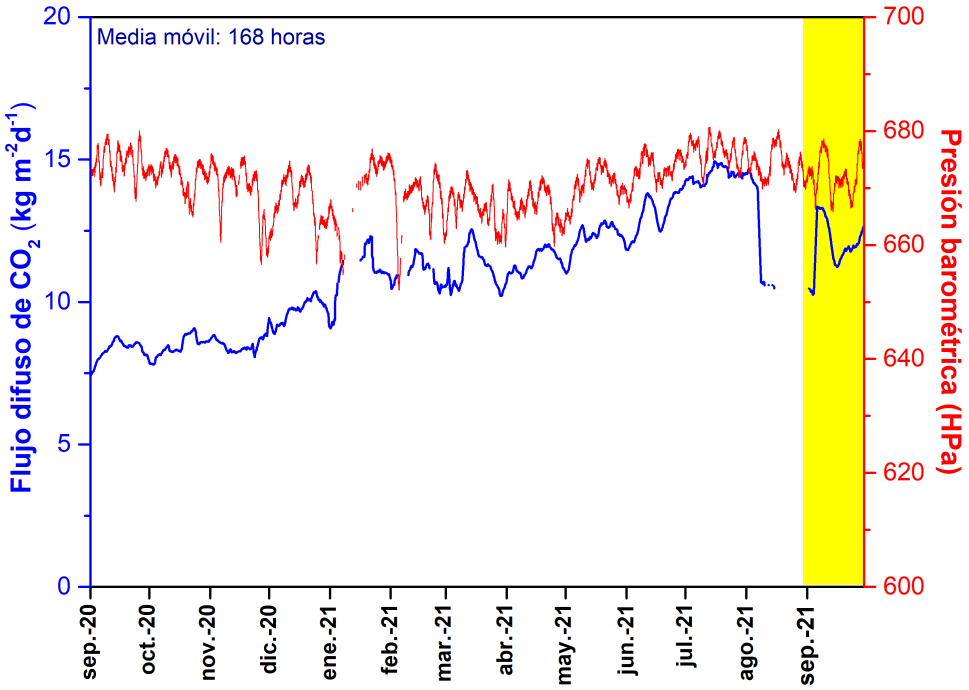

Figura 4.2 - *Monitorización de la media móvil semanal del registro en modo continuo del flujo de CO_2 (azul) y la presión barométrica (rojo) de la estación geoquímica TFG12 (Mirador de la Fortaleza del Teide, Tenerife). Los datos de septiembre de 2021 se encuentran indicados por el área amarilla.*

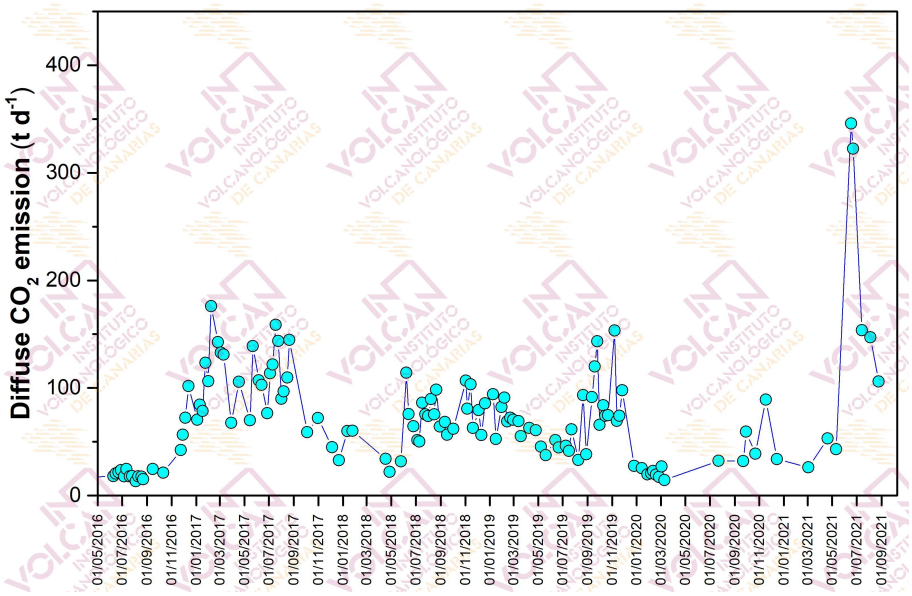

Figura 4.3 – *Variaciones temporales de la emisión difusa de dióxido de carbono (CO_2) en el cráter del Teide desde el 1 de junio de 2016 hasta septiembre 2021. Los datos de septiembre de 2021 se encuentran indicados en azul oscuro.*

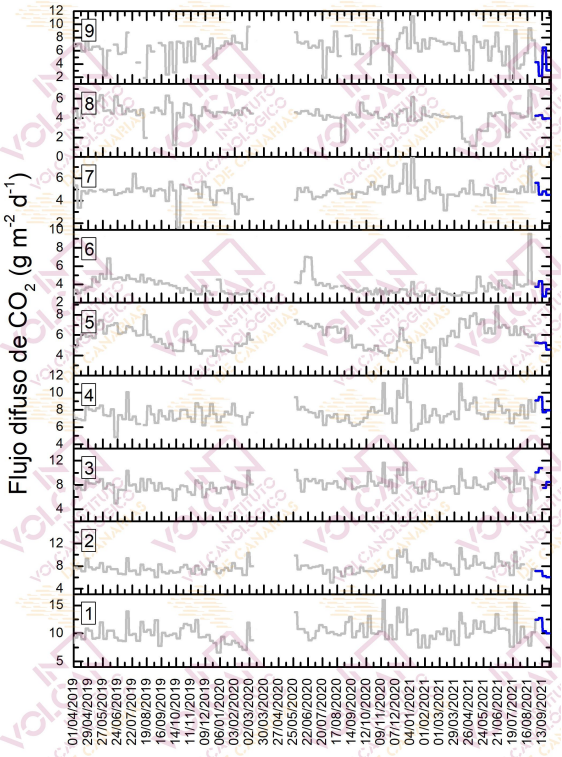

Figura 4.4 – *Monitorización semanal del flujo difuso de CO_2 en la Red de Trampas Alcalinas del sistema volcánico Dorsal Noroeste de Tenerife desde octubre de 2019. Los datos de septiembre de 2021 se encuentran indicados en azul oscuro.*

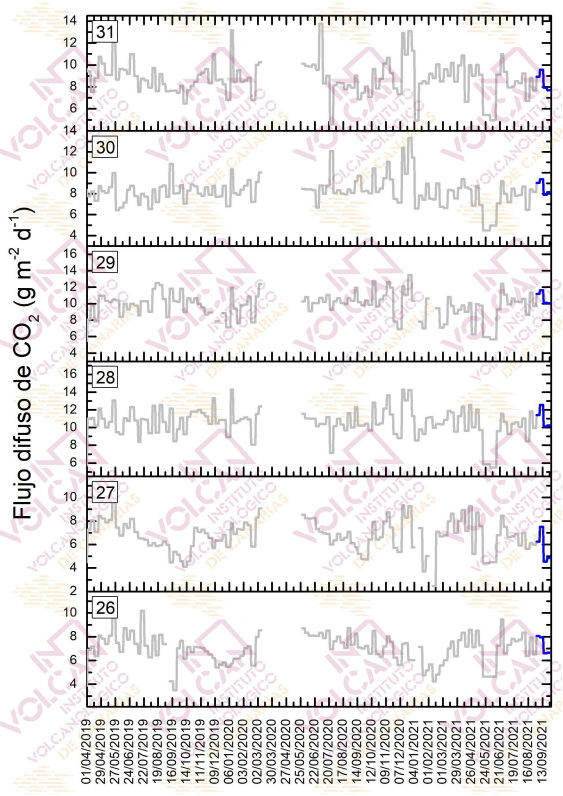

Figura 4.5 – *Monitorización semanal del flujo difuso de CO_2 en la Red de Trampas Alcalinas del sistema volcánico Dorsal Noreste de Tenerife desde octubre de 2019. Los datos de septiembre de 2021 se encuentran indicados en azul oscuro.*

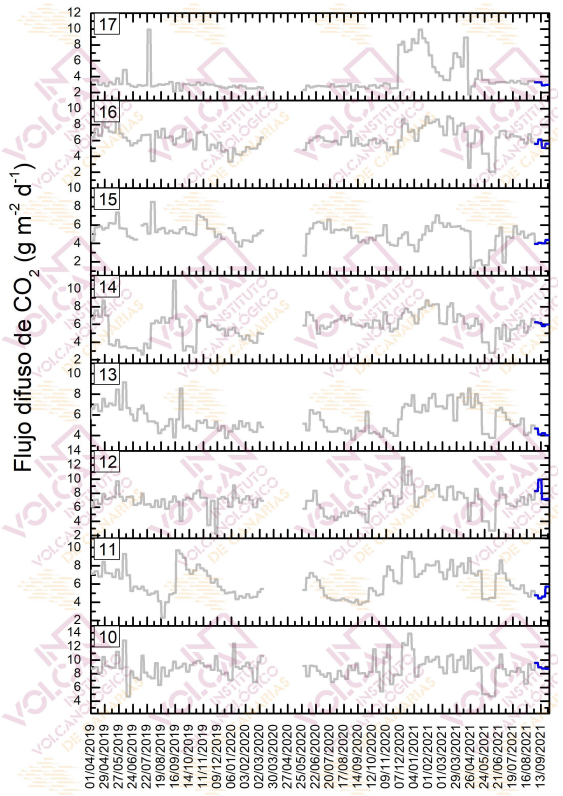

Figura 4.6 – *Monitorización semanal del flujo difuso de CO_2 en la Red de Trampas Alcalinas del sistema volcánico Dorsal Norte-Sur de Tenerife desde octubre de 2019. Los datos de septiembre de 2021 se encuentran indicados en azul oscuro.*

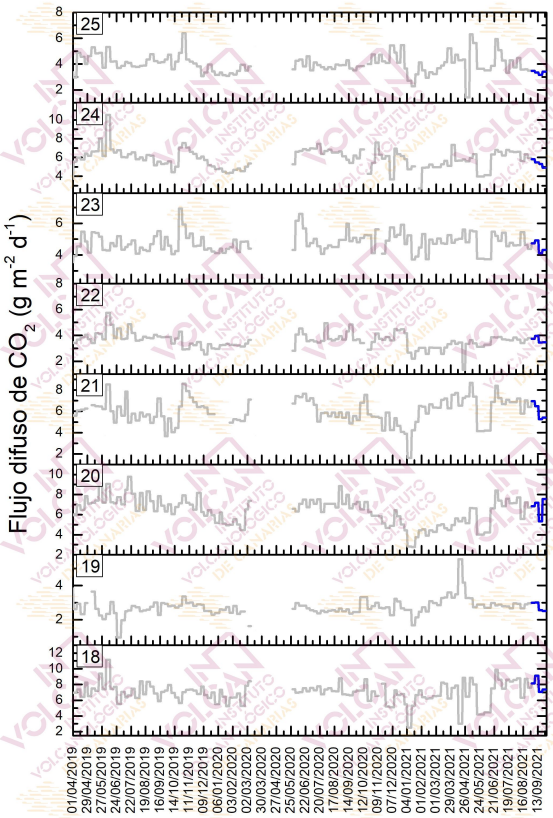

Figura 4.7 – *Monitorización semanal del flujo difuso de CO_2 en la Red de Trampas Alcalinas de la Caldera de Las Cañadas desde octubre de 2019. Los datos de septiembre de 2021 se encuentran indicados en azul oscuro.*

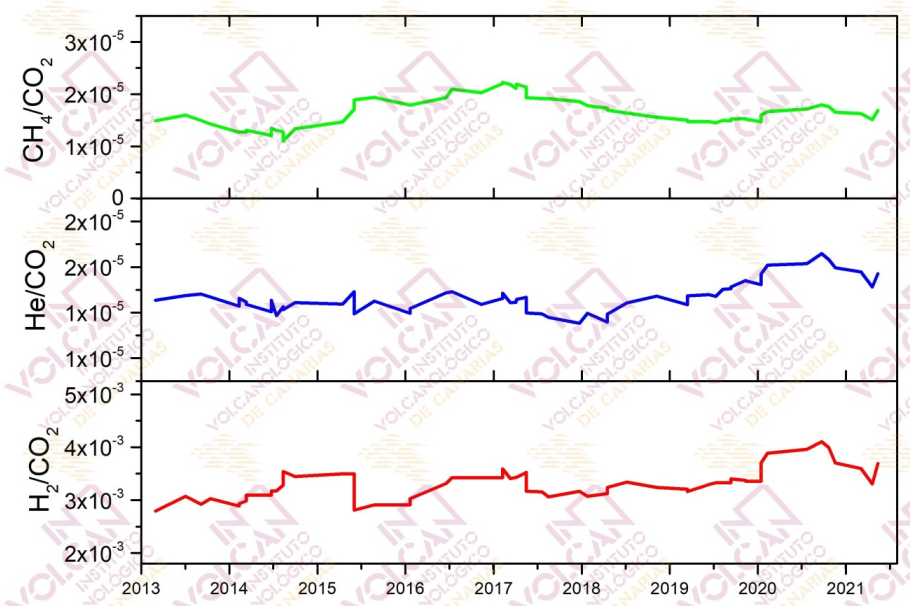

Figura 4.8 - *Variaciones temporales de las relaciones molares CO_2/CH_4, He/CO_2 y H_2/CO_2 en las fumarolas del Teide (TEF1) desde 2013. Las curvas representan una media móvil sobre 5 valores de muestreo.*

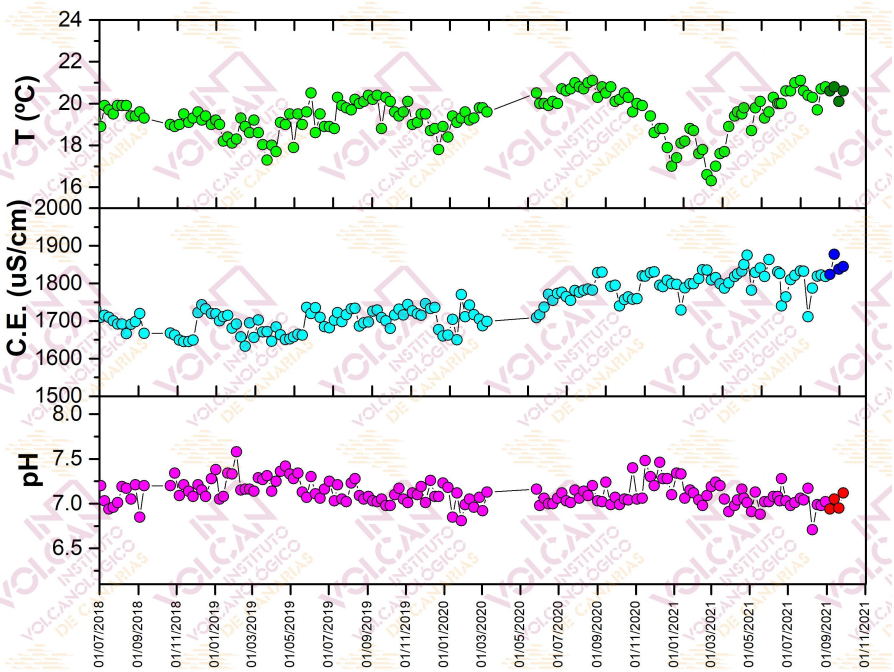

Figura 4.9 - *Variaciones temporales de temperatura, conductividad (µS·cm-1) y pH medidas en el agua subterránea de la estación geoquímica TFG03. Los datos de septiembre de 2021 se encuentran indicados en diferentes colores.*

Este boletín ha sido elaborado gracias al proyecto al proyecto "MONITORIZACIÓN E INVESTIGACIÓN SOBRE LA ACTIVIDAD VOLCÁNICA DE TENERIFE" co-financiado por el Programa Tenerife Innova 2016-2021 que coordina el Área Tenerife Innova 2016-2021 que coordina el Área de Carreteras, Movilidad e Innovación del Cabildo Insular de Tenerife y por el proyecto "Fortalecimiento de las capacidades de I+D+i para el desarrollo de la resiliencia frente a emergencias volcánicas en la Macaronesia – VOLRISKMAC II" del Programa de Cooperación Territorial INTERREG V A España-Portugal MAC 2014-2020.