

# Catálogo de infraestructuras de I+D

## INVOLCAN

### Laboratorio de Geoquímica



El Laboratorio de Geoquímica de INVOLCAN, es una infraestructura científica que lleva operativa desde 1997 y que tiene como objetivo fundamental el estudio de la composición química de gases volcánicos, suelos y aguas. Los trabajos que se desarrollan están relacionados con las principales líneas de investigación que se llevan a cabo en el Instituto Volcanológico de Canarias (INVOLCAN), que se centran en la Volcanología, la Geotermia, la Hidrogeoquímica y la Calidad Ambiental. Todos estos trabajos son desarrollados por personal altamente cualificado que se encuentra en continua capacitación mediante la asistencia a cursos, estancias, congresos, etc.

El Laboratorio de Geoquímica cuenta con 2 espacios de trabajo: el Laboratorio de Química Húmeda y el Laboratorio de Química Instrumental.

#### *Laboratorio de Química Húmeda*

El laboratorio de química húmeda cuenta con el siguiente material y equipamiento:

- Producción y suministro de agua pura tipo II (E-POD) y agua ultra-pura tipo I (Q-POD). Milli Q Integral 3, Millipore.
- Valoradores automáticos METROHM 716 DMS Titrino con procesador de muestras integrado.
- Valorador automático METROHM 855.
- Centrífuga Mega Star 1.6, VWR.

- Espectrofotómetro visible/UV, modelo UV-3100PC.
- Campana de extracción de gases Flores Valles.
- pH METER PHM 92 Radiometer COPENHAGEN y Conductímetro CDM210 Radiometer COPENHAGEN.
- Baño-Agitador termostatzado VWR
- Balanzas de precisión Sartorius BP211D, PRACTUM224-1S, CP3202S y PRACTUM513 y VWR LP-6501.
- Estufas Jouan EB18 y Selecta 2000200.
- Agitador/Calefactor VMS-C10-2, VWR.
- Baño de ultrasonido/Calefactor
- Material fungible de vidrio y plástico (matraces aforados y Erlenmeyer, pipetas, vasos de precipitado, buretas, probetas, etc), micropipetas.

### *Laboratorio de Química Instrumental*

El laboratorio de química instrumental cuenta con la siguiente instrumentación y equipamiento:

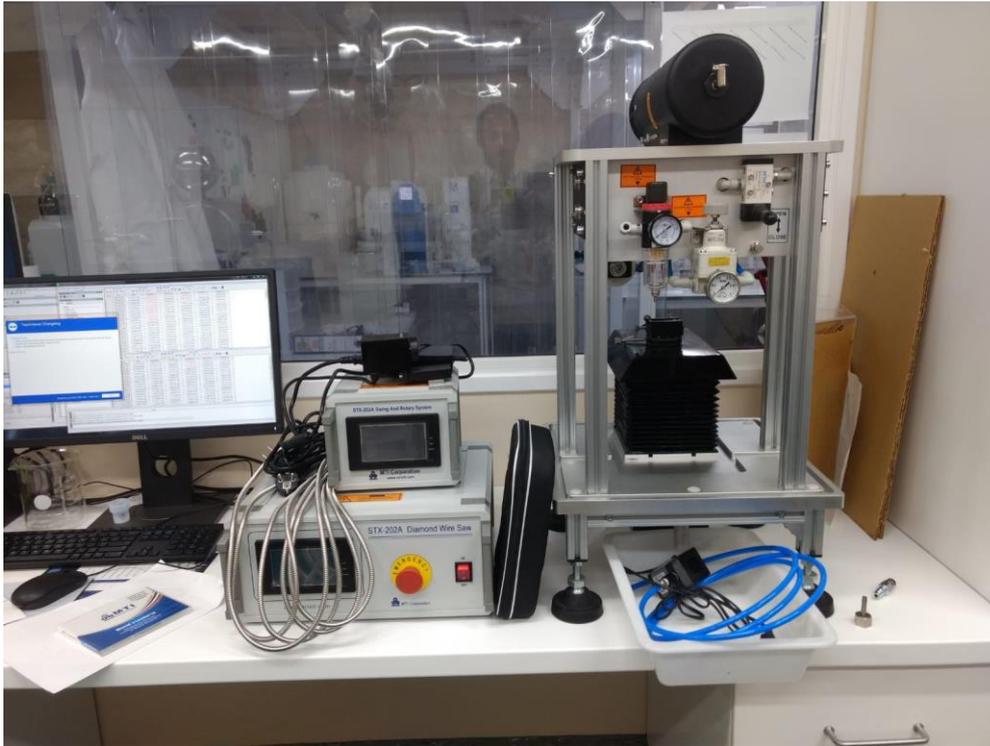
- Micro-cromatógrafos de gases de doble canal portátil modelos VARIAN 4900 y AGILENT 490 con detector de conductividad térmica (TCD).
- Cromatógrafo de gases AGILENT 7890B con detectores FID y TCD.
- Cromatógrafo de gases AGILENT GC7890 acoplado a espectrómetro de masas AGILENT MSD5977, equipado con los módulos CIA advantage, Kori-xr y Unity-xr de MARKES INTERNATIONAL.
- Cromatógrafo de líquidos DIONEX 500DX con detector de conductividad y amperométrico.
- Cromatógrafo de líquidos METROHM 861 Advanced Compac IC con detector de conductividad con procesador de muestras integrado.
- Cromatógrafo de líquidos THERMO FISHER SCIENTIFIC, Dionex ICS-2100 con detector de conductividad con procesador de muestras integrado.
- Espectrómetro de emisión atómica con plasma acoplado inductivamente (ICP-OES), PERKIN ELMER Optima 3300DV.
- Espectrómetros de masa con analizador cuadrupolar (QMS) PFEIFFER Omnistar 422.
- Espectrómetros de masas con analizador cuadrupolar (QMS) HIDEN QGA.
- Espectrómetros de masas con analizador cuadrupolar (QMS) HIDEN HPR40 MIMS.
- Espectrómetro de masas por plasma acoplado inductivamente (ICP-MS), Thermo Fisher Scientific iCAP Q.
- Espectrómetro Óptico de plasma acoplado inductivamente (ICP Óptico), Perkin-Elmer OPTIMA 3300DV.
- Sistema de digestión por Microondas MARSX.

### *Otros equipamientos del laboratorio de Geoquímica*

El laboratorio de geoquímica del INVOLCAN cuenta además con otro equipamiento:

- Líneas de vacío para extracción y separación de muestras.
- Neveras para almacenaje de muestras y patrones.

## Laboratorio de Petrología



El objetivo general del laboratorio de petrología es medir la composición química y propiedades físicas de rocas y minerales para aumentar el conocimiento sobre los procesos físicos que operan en el interior de la Tierra, como por ejemplo los flujos de agua subterránea y los procesos de formación de rocas volcánicas y minerales. Estos últimos son especialmente importantes pues proporcionan información sobre el momento y el ritmo de los procesos magmáticos que conducen a las erupciones volcánicas. El objetivo de 2018-2020 ha sido mejorar la capacidad de INVOLCAN para preparar muestras para análisis especializados y maximizar la eficiencia de los análisis externos.

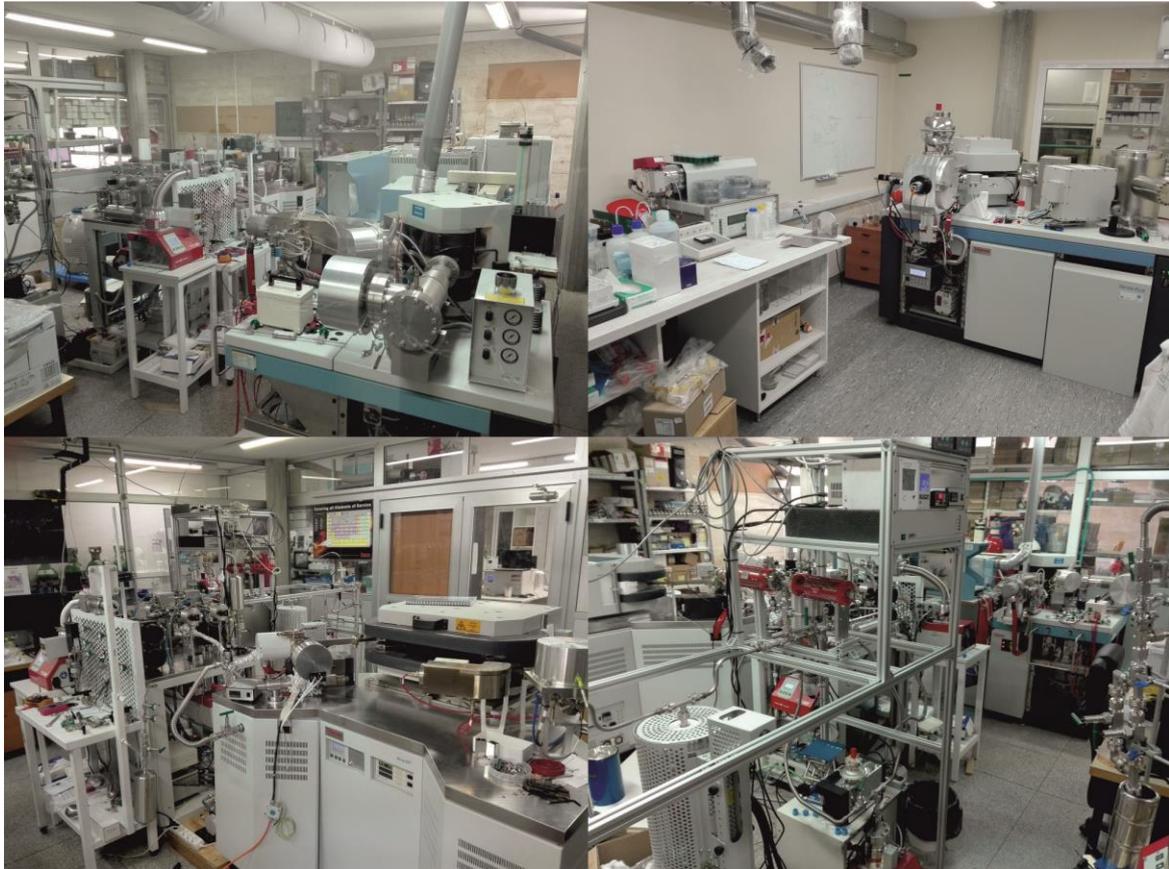
El laboratorio de Petrología cuenta con la siguiente instrumentación:

- Molino de Ágata, para la conminución de partículas <math><10\ \mu\text{m}</math>.
- Sierra de precisión STX-202p, PI-KEM.
- Dispositivo de micro muestreo mineral, MicroMill, Elemental Scientific.
- Estereomicroscopio ZEISS V20.

Equipamiento a adquirir próximamente:

- Pulidor de muestras.
- Recubridor de carbono / oro para muestras
- Cámara de vacío.
- Cámara de presión.
- Máquina perforadora de sobremesa para la producción de núcleos de roca de 1 a 50 mm de diámetro.

## Laboratorio de Geoquímica Isotópica



En el laboratorio de geoquímica isotópica se procede al análisis de relaciones de isótopos estables, mediante el uso de espectrómetros de masas de sector magnético. Los análisis se pueden realizar en diversas matrices (gases, aguas, suelos, minerales, fósiles, productos agroalimentarios, rocas,...). El laboratorio tiene capacidad para realizar el análisis de las relaciones  $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ ,  $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$ ,  $^{15}\text{N}/^{14}\text{N}$  y  $^2\text{H}/^1\text{H}$  en matrices sólidas, líquidas y gaseosas, de las relaciones isotópicas de todos los gases nobles (He, Ne, Ar, Kr y Xe) en gases libres o disueltos en aguas y del resto de elementos estables de la tabla periódica en cualquier matriz líquida o sólida. Los estudios de composición isotópica están a la vanguardia de una amplia gama de aplicaciones: estudios de procedencia de muestras agrícolas y antropológicas, evaluación de interacciones entre diferentes reservorios geoquímicos (aguas subterráneas, manto terrestre,...), estudios de geocronología para fechar eventos geológicos, restringir la evolución del sistema cosmoquímico a través de mediciones de relaciones de isótopos en meteoritos, etc.

### Instrumentación:

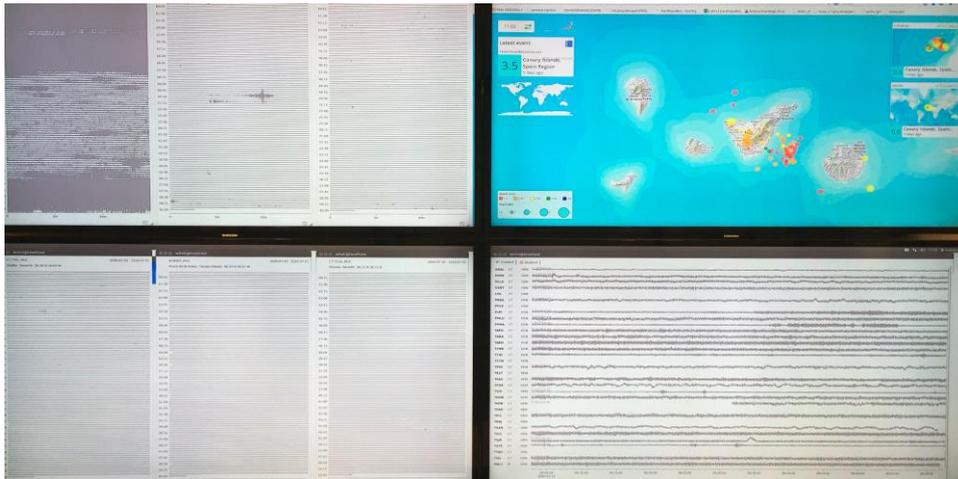
- Espectrómetro de masas de relaciones isotópicas (IRMS), modelo Thermo Finnigan MAT 253, provisto de los siguientes periféricos: analizador elemental Thermo Finnigan Flash EA 1112 Series, Thermo Finnigan GasBench II, cromatógrafo de gases Thermo Finnigan TraceGC ultra y unidad de combustión de muestras Thermo Finnigan GC Combustion III.
- Espectrómetro de masas de gases nobles (NGMS) modelo Thermo Fisher Scientific HELIX SFT.

- Espectrómetro de masas de ionización térmica (TIMS) modelo Thermo Fisher Scientific TRITON PLUS, equipado con una lente RPQ para aumentar la sensibilidad a la abundancia de isótopos, y dos amplificadores de  $10^{13} \Omega$  para mediciones de precisión ultra alta en pequeña cantidad de muestras e isótopos de baja abundancia.

Otro equipamiento:

- Sala limpia: espacio diseñado para la preparación de las muestras para el análisis en el TIMS.
- Producción y suministro de agua ultra-pura tipo I, Milli-Q Direct 8 + Q-POD Element Millipore.
- Campana de extracción Airone X, calefactores de temperatura variable, micropipetas Eppendorf, consumibles Savillex y resinas para la separación de Sr.
- Línea de purificación de muestras de gases para el análisis de gases nobles provistas de dos getters SAES CAPACITORR HV 200 y un getters de Ti-Zr con horno CARBOLITE-GERO hasta 1200°C.
- Línea de purificación de muestras de gases para el análisis de gases nobles provistas de dos getters SAES NP10 y dedo frío de carbón activo.
- Sistema de desgasificación de filamentos para TIMS Thermo Fisher Scientific.

## Red Sísmica Canaria



La Red Sísmica Canaria es una red instrumental permanente con fines de vigilancia volcánica y para el estudio de la corteza y del manto superior de Canarias. Su puesta en marcha data de noviembre de 2016. En la actualidad está compuesta por 51 estaciones sísmicas de banda ancha de las cuales 47 tienen localización permanente (22 en Tenerife, 7 en La Palma, 5 en El Hierro, 4 en Lanzarote, 4 en Gran Canaria, 4 en Fuerteventura y 1 en La Gomera) y 4 son de reserva. En la actualidad se encuentran instaladas y operativas 32 estaciones sísmicas (18 en Tenerife, 6 en La Palma, 5 en El Hierro, 2 en Gran Canaria y 1 en Lanzarote) y tienen previsto instalarse las 15 estaciones sísmicas restantes (4 en Fuerteventura, 2 en Gran Canaria, 1 en La Gomera, 1 en La Palma, 3 en Lanzarote y 4 en Tenerife).

Todas las estaciones transmiten los datos en tiempo real, a través de conexión GSM hacia el ITER. Los datos son procesados automáticamente en tiempo real a través del software SeisComp3 Pro que, además de realizar el almacenamiento y el acceso a los datos, permite la localización automática de los terremotos de suficiente magnitud a escala local y regional. El procesamiento se realiza por una máquina virtual dedicada en el supercomputador Teide-HPC y equipada con 16 CPU Xeon X5 2670, 128GB de memoria RAM, 1TB para S.O. + 25TB de almacenamiento y dos tarjetas de red de 10Gbps, una conectada permanentemente a Internet y la otra para recursos compartidos.

Los datos sísmicos son revisados semanalmente por un equipo de técnicos e investigadores, para la detección y localización de los terremotos de pequeña magnitud. En la actualidad la Red Sísmica Canaria permite detectar y localizar terremotos de magnitud hasta inferior que 1 en Tenerife y sus alrededores e inferior que 2 en las otras islas.

### Equipamiento:

- Sensores Nanometrics Trillium Compact 120 s en configuración de superficie y Posthole
- Dataloggers Nanometrics Centaur
- Sensores Guralp 3ESPC 120 s en configuración de superficie
- Dataloggers Guralp Minimus
- Radiomodem GSM
- Software SeisComp3 Pro

## Red Geoquímica Canaria



La Red Geoquímica Canaria es una red instrumental permanente que cuenta con el seguimiento y medida en modo continuo de parámetros de interés para la monitorización geoquímica con fines de vigilancia volcánica. Su puesta en marcha data de abril de 1999. En la actualidad está compuesta por 18 estaciones geoquímicas permanentes (9 en Tenerife, 5 en La Palma, 3 en El Hierro y 1 en Lanzarote). En la actualidad se encuentran instaladas y operativas 11 estaciones geoquímicas (6 en Tenerife, 2 en La Palma y 3 en El Hierro) y se tiene previsto instalar 1 en Gran Canaria y reinstalar el resto. Todas las estaciones transmiten los datos en tiempo real, a través de conexión GSM hacia el ITER. Los datos son procesados posteriormente por personal del ITER y almacenados.

Los datos geoquímicos son revisados semanalmente por un equipo de técnicos e investigadores, para la elaboración de informes. Los datos consisten principalmente en series temporales de flujo difuso de  $\text{CO}_2$  y  $\text{H}_2\text{S}$ , series temporales de actividad de  $^{222}\text{Rn}$  y  $^{220}\text{Rn}$  tanto en gas disuelto en aguas subterráneas como en gas de la atmósfera del suelo y series temporales de las relaciones  $\text{H}_2\text{O}/\text{CO}_2$ ,  $\text{CO}_2/\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{H}_2\text{S}/\text{SO}_2$ ,  $\text{CO}_2/\text{SO}_2$ ,  $\text{He}/\text{CO}_2$ ,  $\text{CO}_2/\text{O}_2$ ,  $\text{N}_2/^{36}\text{Ar}$ ,  $^{40}\text{Ar}/^{36}\text{Ar}$ ,  $\text{N}_2/\text{O}_2$ , de emisiones visibles (fumarolas).

Equipamiento:

- Estaciones geoquímicas WESTSYSTEMS para la medida del flujo difuso de  $\text{CO}_2$  (DRAGUER POLYTRON 2) y  $\text{H}_2\text{S}$  (TOX-05-H2S detector).
- Estaciones geoquímicas WESTSYSTEMS para la medida del flujo difuso de  $\text{CO}_2$  (LICOR 830) y  $\text{H}_2\text{S}$  (TOX-05-H2S detector).

- Estaciones geoquímicas WESTSYSTEMS para la medida del flujo difuso de CO<sub>2</sub> (LICOR 820) y H<sub>2</sub>S (TOX-05-H2S detector).
- Estaciones geoquímicas WESTSYSTEMS para la medida del flujo difuso de CO<sub>2</sub> (LICOR 830).
- Estaciones geoquímicas WESTSYSTEMS para la medida del flujo difuso de CO<sub>2</sub> (LICOR 820).
- Espectrómetro de masas tipo cuadrupolar - QMS (HYDEN) que registra la composición química e isotópica de los gases disueltos en las aguas subterráneas.
- Espectrómetros alfa tipo electrostático SARAD RTM-2010-2 para el registro de la actividad del gas radón (<sup>222</sup>Rn) y torón (<sup>220</sup>Rn) en la atmósfera del suelo.
- Espectrómetros alfa tipo electrostático SARAD RTM-1688 para el registro de la actividad del gas radón (<sup>222</sup>Rn) y torón (<sup>220</sup>Rn) en la atmósfera del suelo.
- Espectrómetros alfa tipo electrostático SARAD RTM-2200 para la medida del flujo de gas <sup>222</sup>Rn y <sup>220</sup>Rn y CO<sub>2</sub>.
- Microcromatógrafo VARIAN MicroGC4900 para el seguimiento y medida de los contenidos en CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>, He, H<sub>2</sub>S, CH<sub>4</sub>, O<sub>2</sub>, N<sub>2</sub> y Ne en las emisiones visibles (fumarolas) del Teide.
- Multisensor WESTSYSTEMS equipado con un LICOR 850 para la medida del CO<sub>2</sub> y H<sub>2</sub>O y sensores electroquímicos para la medida del H<sub>2</sub>S y SO<sub>2</sub>, para el seguimiento y medida de las relaciones existentes entre los principales componentes de los gases volcánicos emitidos por las fumarolas del Teide.
- Sondas multiparamétricas YSI-EXO2 y EUREKA MANTA 2 y para el registro del pH, temperatura y conductividad de las aguas subterráneas.

## Red Geodésica Canaria



La Red Geodésica Canaria es una apuesta conjunta del Instituto Tecnológico y de Energías Renovables (ITER), Instituto Volcanológico de Canarias (INVOLCAN), Cartográfica de Canarias (GRAFCAN) y de la Universidad de Nagoya (Japón). En la actualidad esta red instrumental permanente cuenta con 43 estaciones GPS, de las cuales 18 son del INVOLCAN, 17 son de GRAFCAN y 4 son de la Universidad de Nagoya (Japón). La finalidad de esta red principalmente es la monitorización de la deformación del terreno con fines de vigilancia volcánica. Está compuesta por 43 estaciones GPS, de las cuales: a) 35 estaciones GPS de las cuales se localizan permanentemente 12 en Tenerife, 5 en La Palma, 6 en El Hierro, 3 en Lanzarote, 4 en Fuerteventura, 4 en Gran Canaria y 1 en La Gomera, y b) la red dispone de otras 8 estaciones de reserva para ser desplegadas en caso de necesidad o campaña, así como el reemplazo en caso de mal funcionamiento de alguna de las instaladas.

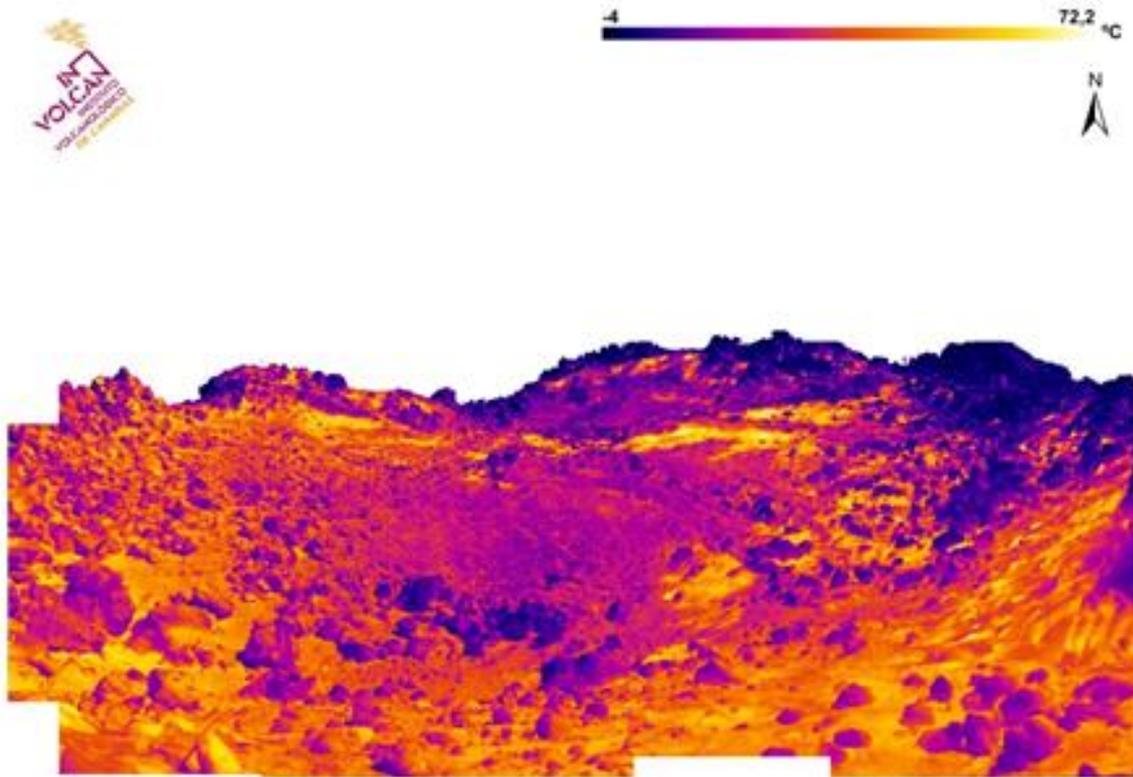
Todos los receptores envían diariamente, sobre las 01:00am, los datos registrados de las 24h del día anterior, para ser almacenados y posteriormente procesados automáticamente por el software Bernese en una máquina virtual dedicada en el supercomputador Teide-HPC y equipada con 16 CPU Xeon X5 2670, 128GB de memoria RAM, 1TB para S.O. + 25TB de almacenamiento y dos tarjetas de red de 10Gbps, una conectada permanentemente a Internet y la otra para recursos compartidos. Los desplazamientos típicos detectables por cada estación GPS corresponden a centímetros en la vertical y milímetros en la horizontal.

Equipamiento:

- Receptores Ashtech iCGRS y antenas ASH701945C.
- Receptores Ashtech ZXtreme y antenas LEIAX1203+GNSS.

- Receptores Leica GMX902 y antenas AX1203+GNSS.
- Receptores Leica GM30 y antenas AS10.
- Licencia para el procesamiento de datos GPS "Bernese GNSS Software".

## Red Térmica y Termográfica Canaria



La Red Térmica y Termográfica Canaria es una red instrumental permanente que cuenta con el seguimiento termométrico en modo continuo de la temperatura a 40 cm de profundidad (flujo de calor) y termográfico del cráter del Teide para la monitorización geofísica con fines de vigilancia volcánica. Su puesta en marcha data de abril de 1999. En la actualidad está compuesta por 9 estaciones geoquímicas permanentes (5 en Tenerife, 2 en La Palma, 1 en El Hierro y 1 en Lanzarote). En la actualidad se encuentran instaladas y operativas 5 estaciones termométricas (3 en Tenerife, 1 en La Palma y 1 en El Hierro) y se tiene previsto instalar 1 en Gran Canaria y reinstalar el resto. Todas las estaciones transmiten los datos en tiempo real, a través de conexión GSM hacia el ITER. Los datos son procesados posteriormente por personal del y almacenados. Así mismo cuenta con una cámara termográfica que monitoriza en modo continuo la temperatura y el flujo de calor del cráter del Teide.

Equipamiento:

- Estaciones termométricas para la medida de la temperatura del suelo a 40 cm de profundidad.
- Cámara térmica FLIR A655sc.

## **Instrumentación geofísica y geoquímica portátil**

El programa geofísico y geoquímico del ITER para la vigilancia volcánica y la exploración geotérmica cuenta con un apartado sobre el seguimiento y medida en modo discreto de parámetros geofísicos y geoquímicos de interés. Dada la carencia de manifestaciones visibles de emanaciones de gases volcánicos, el mayor esfuerzo del programa geoquímico en modo discreto se centra en la monitorización de las emanaciones difusas o no visibles que tienen lugar en los diferentes sistemas volcánicos.

### *Equipamiento geofísico portátil:*

- Cámara térmica de IR FLIR modelo P65.
- Cámara térmica de IR FLIR modelo T660.
- Cámara térmica de IR FLIR modelo A65.
- Cámara térmica de IR FLIR E53 24°.
- Medidor digital portátil de flujo de calor Hukseflux LI19.
- Estaciones sísmicas portátiles de banda ancha equipadas con sensores Nanometrics Trillium Compact 120 s y datalogger Nanometrics Centaur
- Estaciones sísmicas portátiles de banda ancha equipadas con sensores Guralp 3ESPC 120 s y datalogger Guralp Minimus
- Estaciones receptoras para la medición de resistividad y potencial espontáneo IRIS V-FullWaver
- Estación transmisora para la medición de resistividad y potencial espontáneo IRIS I-FullWaver
- Generador eléctrico y generador de señales para realizar medidas de resistividad superficial
- Estaciones Metronix ADU08e para medidas de magnetotelúrica equipadas con magnetómetros MSF-06e y respectivos electrodos.
- Magnetómetro portátil MEDA FMV-400.

### *Equipamiento geoquímico portátil:*

- Instrumentación para la medida de flujo difuso de CO<sub>2</sub> y H<sub>2</sub>S con sensor LICOR 820 y H<sub>2</sub>S-ALPHASENSE, respectivamente.
- Instrumentación para la medida de flujo difuso de CO<sub>2</sub> y H<sub>2</sub>S con sensor LICOR 830 y H<sub>2</sub>S-ALPHASENSE, respectivamente.
- Instrumentación para la medida de flujo difuso de CO<sub>2</sub> con sensor DRAGUER POLYTRON 2.
- Multisensor WESTSYSTEMS equipado con un LICOR 840 para la medida del CO<sub>2</sub> y H<sub>2</sub>O y sensores electroquímicos para la medida del H<sub>2</sub>S y SO<sub>2</sub>, para el seguimiento y medida de las relaciones existentes entre los principales componentes de los gases volcánicos.
- Multisensor WESTSYSTEMS equipado con un LICOR 850 para la medida del CO<sub>2</sub> y H<sub>2</sub>O y sensores electroquímicos para la medida del H<sub>2</sub>S y SO<sub>2</sub>, para el seguimiento y medida de las relaciones existentes entre los principales componentes de los gases volcánicos.
- Analizador de vapor de mercurio modelo JEROME 431-X.
- Analizadores de sulfuro de hidrógeno modelo JEROME 631-X.
- Espectrómetros alfa tipo electrostático de gas radón SARAD modelo RTM2010-2.
- Espectrómetros alfa tipo electrostático de gas radón SARAD modelo RTM2200.
- Espectrómetros alfa tipo electrostático de gas radón SARAD modelo RTM1688-2.
- Sondas multiparamétricas Waterproof OAKTON pH/CON 10 Meter para la determinación *in situ* de pH, conductividad y temperatura.

- Sondas multiparamétricas YSI Professional Plus Quatro Cable para la determinación in situ de pH, conductividad, potencial redox y temperatura.
- Detector portátil de gases Dräger MQG 0100.
- Sensor de gas de láser de diodo regulable (TDL) para CH<sub>4</sub>.

## Sensores Ópticos Remotos



Los Sensores Ópticos Remotos disponibles permiten estimar los niveles de inmisión y emisión de contaminantes en la atmósfera. Pueden ser instalados para, tanto el estudio de tasas de emisión de contaminantes atmosféricos ( $\text{SO}_2$  y  $\text{NO}_2$ ) de focos puntuales (Centrales Termoeléctricas, Refinerías, Volcanes), como la monitorización de niveles de inmisión  $\text{CO}_2$ ,  $\text{SO}_2$ ,  $\text{NH}_3$ ,  $\text{CH}_4$ ,  $\text{HCl}$ ,  $\text{HF}$  y otros. Estos sensores, se dispone de 4 tipos diferentes, operando dos de ellos en el rango UV-VIS y otros dos en el rango Infrarrojo:

- Respecto al rango UV-VIS, habitualmente usados para la monitorización y evaluación de las tasas de emisión de Dióxido de Azufre ( $\text{SO}_2$ ), así como Óxidos de Nitrógeno ( $\text{NO}_2$ ), procedentes de Centrales Termoeléctricas de Tenerife y Refinería se dispone de dos tipos de instrumentos: COSPEC y miniDOAS.
- En el caso del rango IR, usados habitualmente para la monitorización de niveles de inmisión provocados tanto por actividad antrópica, volcánica como por el ganado, se dispone de dos instrumentos diferentes: TDL y OpenPath-FTIR.

Equipamiento:

- COSPEC (CORrelation SPECtrometer), modelos IV y V, cada uno de los cuales son mono componente, sólo puede estimar un contaminante al mismo tiempo. Se dispone de dos, para poder evaluar ambos contaminantes simultáneamente, uno para  $\text{SO}_2$  y otro para  $\text{NO}_2$ .
- miniDOAS (mini-aturized Differential Optical Absorbance Spectrometer), de Ocean Optics S1000 y USB2000+, se dispone de dos espectrómetros también, y al registra el espectro completo permitiría obtener concentraciones de más de un componente simultáneamente (p.e.:  $\text{SO}_2$  y  $\text{O}_3$ ). En el caso concreto de los dos contaminantes típicos estudiados,  $\text{SO}_2$  y  $\text{NO}_2$ ,

también se usa un instrumento por contaminante dado que el SO<sub>2</sub> absorbe en UV y el NO<sub>2</sub> en VIS. El espectrómetro para la determinación de la concentración de SO<sub>2</sub> lleva incorporado un filtro UV para “reducir” el resto de bandas y trabajar con mejor S/R.

- TDL (Tunable Diode Láser), fabricado por Boreal, permite la determinación de la concentración de un solo componente al mismo tiempo por instrumento. También dispone de dos sensores, uno es usado para CO<sub>2</sub> y otro de H<sub>2</sub>S.
- OP-FTIR (OpenPath-FourierTransformalInfaRed), de la marca MIDAC, que permite estimar los niveles de inmisión de varios componentes simultáneamente como CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, HF, HCl, NH<sub>3</sub>, CH<sub>4</sub> y SO<sub>2</sub>.