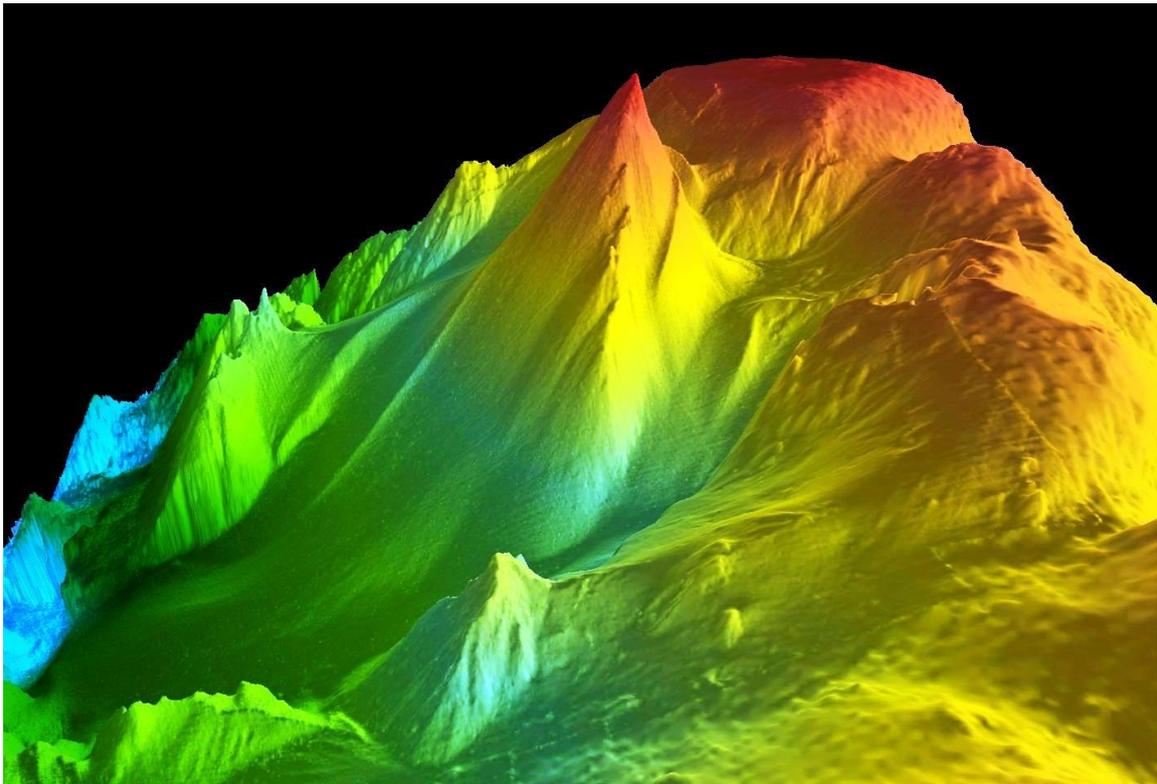


# INFORME CIENTÍFICO-TÉCNICO DE LA CAMPAÑA VULCANA0515

VULcanología CANaria submarina (VULCANA)





## INFORME DE CAMPAÑA VULCANA0515

**PROYECTO:** VULcanología CAitaria SubmariNA (VULCANA).

**CAMPAÑA:** VULCANA0515

**BARCO:** B/O: “Ángeles Alvariño”

**JEFE DE CAMPAÑA:** Juan-Tomás Vázquez

**ZONA DE TRABAJO:** Canarias

**FECHA INICIO:** 05 de mayo de 2015, la carga del material en el puerto de Santa Cruz de Tenerife tuvo lugar el día 04 de mayo de 2015.

**FECHA FINAL:** 16 de mayo de 2015, atraque en Santa Cruz de Tenerife, descarga de material y finalización campaña Vulcana.



*El buque oceanográfico Ángeles Alvariño, con parte del personal científico en cubierta, en el puerto de La Estaca de la Isla de El Hierro.*

**Autores:** Juan-Tomás Vázquez, Desirée Palomino Cantero, David Canabarro Savi, Carmen Presas Navarro, José Escanez Pérez, María Gómez Ballesteros, Olvido Tello Antón, Magdalena Santana Casiano, Carolina Santana González, Stavros Meletlidis, Marta González Carballo, Paula Sola La Serna, Anna Arias Bulbena, Pablo Lozano Ordoñez, Marcos González-Porto y Gustavo Pérez-Dionis Molina

## 1.- Objetivos:

El objetivo principal del proyecto VULcanología CANaria submaRiNA, VULCANA, es evaluar el grado de afección y la recuperación sobre el ecosistema marino del volcán submarino de la isla de El Hierro, haciéndolo extensible a otras regiones canarias de posible interés hidrotermal o vulcanológico. En este sentido, se ha investigado además el volcán de “Enmedio”, entre las islas de Gran Canaria y Tenerife. Para ello, se realizará un estudio completo de las propiedades físico-químicas, biológicas y geológicas en las dos áreas descritas (Figura 1).

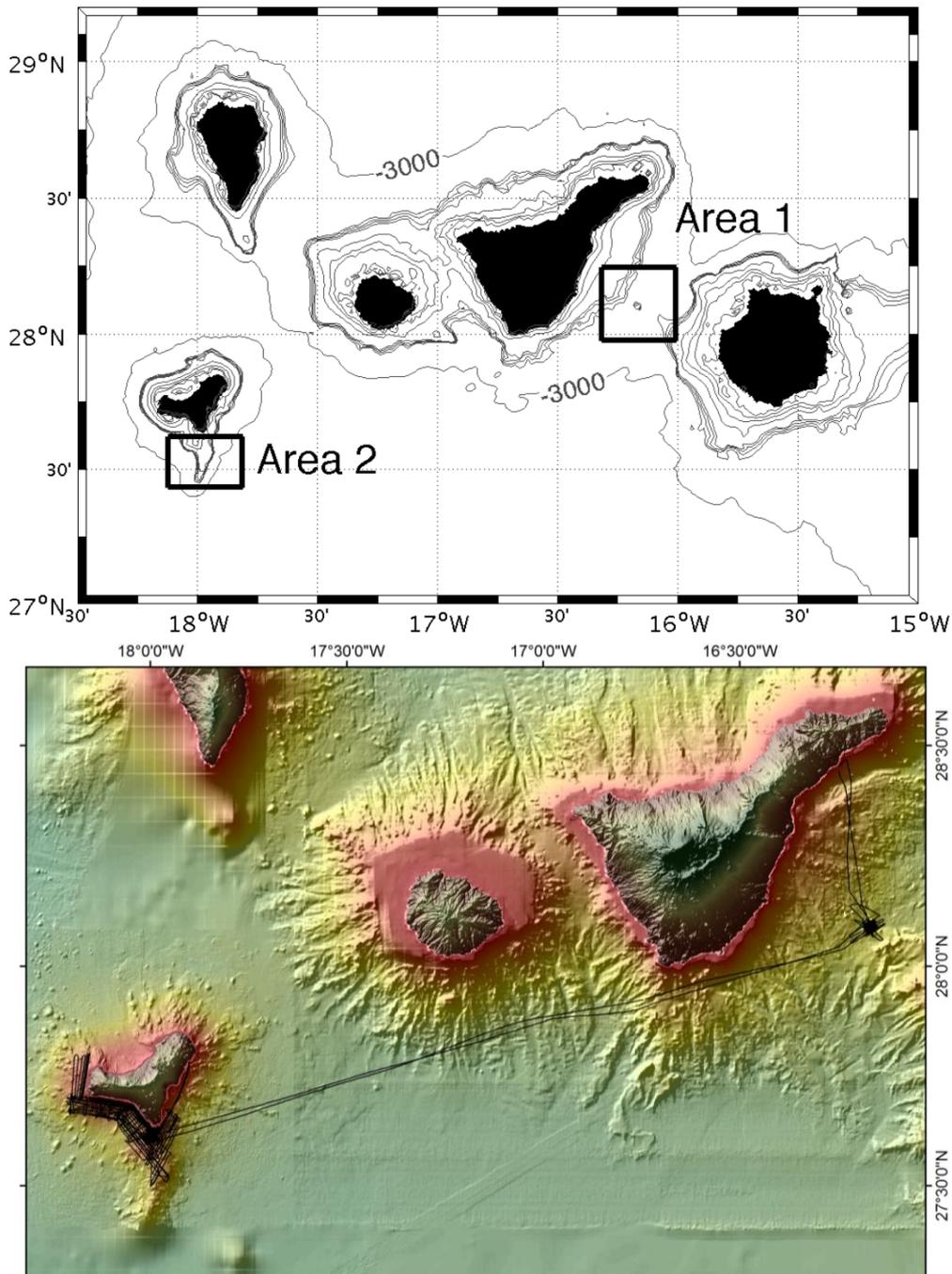


Figura 1: Parte superior: Localización de las dos áreas de trabajo, área 1 (volcán de Enmedio) y área 2 (volcán de El Hierro) de la campaña VULCANA0515. Parte inferior: Mapa general de navegación de la campaña.



### **1.- Estudio de la variabilidad espacio-temporal de propiedades físicas, químicas y biogeoquímicas.**

- a. Estudio de la variabilidad espacio-temporal de la salida de calor por los principales focos de actividad.
- b. Estudio de la variabilidad espacio-temporal del sistema del dióxido de carbono oceánico (salida de gases).
- c. Estudio de la variabilidad espacio-temporal de los ciclos biogeoquímicos de los nutrientes mayoritarios (nitrógeno, fósforo y silicio).
- d. Estudio de la variabilidad espacio-temporal del comportamiento de la secuencia redox de especies químicas (oxígeno, nitrógeno, hierro, manganeso, azufre).

### **2.- Evaluación del impacto del proceso eruptivo sobre los niveles tróficos inferiores.**

- a) Estudio de la abundancia, composición y metabolismo microbiano.
- b) Evaluación del impacto del proceso eruptivo sobre la distribución, composición y biomasa del mesozooplankton.
- c) Estudio taxonómico de grupos planctónicos (crustáceos, moluscos, quetognatos y medusas).

### **3.- Caracterización fisiográfica, morfológica y estructural de los fondos marinos asociados a emisiones submarinas y zonas adyacentes.**

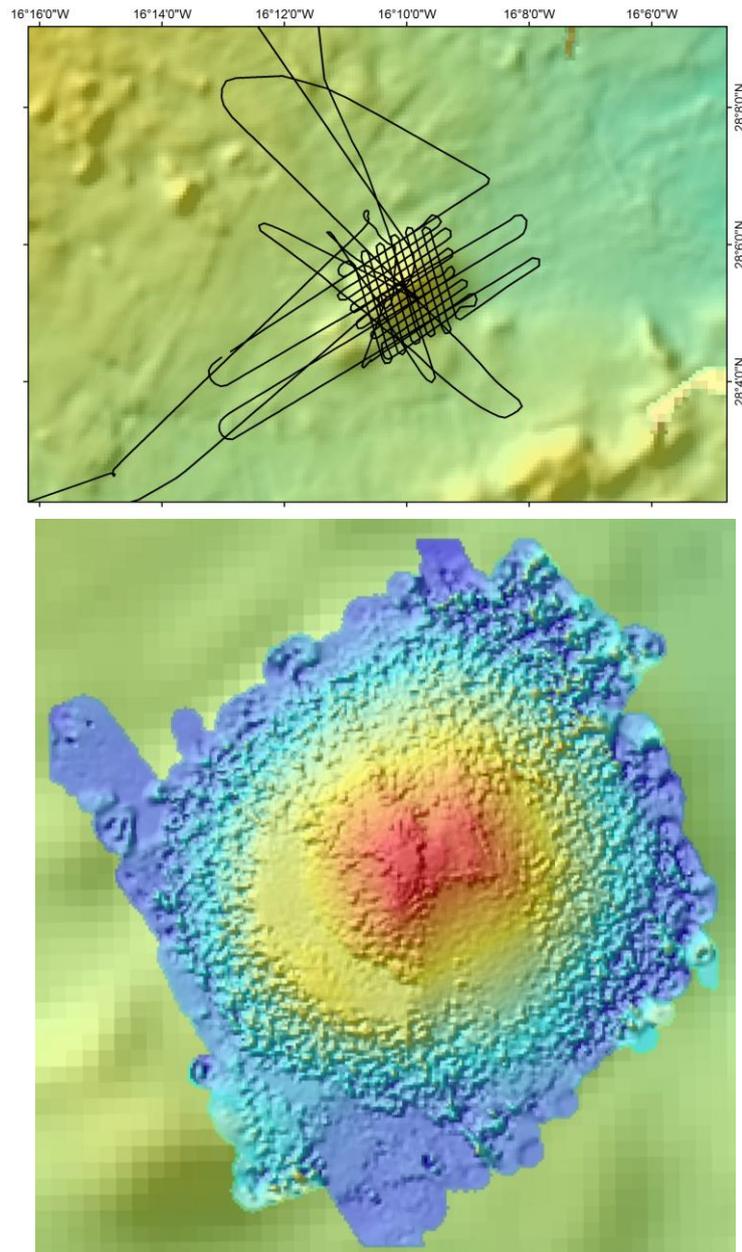
- a) Identificación y caracterización de las estructuras asociadas a procesos activos.
- b) Evaluación del estado de la actividad y de la evolución de estructuras singulares.
- c) Modelado y simulación numérica de las consecuencias de la posible actividad de estas estructuras.
- d) Identificación y caracterización de geo-hábitats relacionados con la actividad volcánica. Colonización de las construcciones generadas en el último proceso eruptivo.

## **2.- Trabajos realizados y metodología**

### **2.1.- Datos de acústica submarina.**

En esta campaña se han realizado dos nuevos levantamientos batimétricos de alta resolución con ecosonda multihaz: zona del volcán de Enmedio (Área 1, Figura 2) y zona suroccidental de la isla de El Hierro (Área 2) comprendida aproximadamente entre el cabo de Orchilla al oeste y el promontorio submarino meridional de la isla (Figura 3).

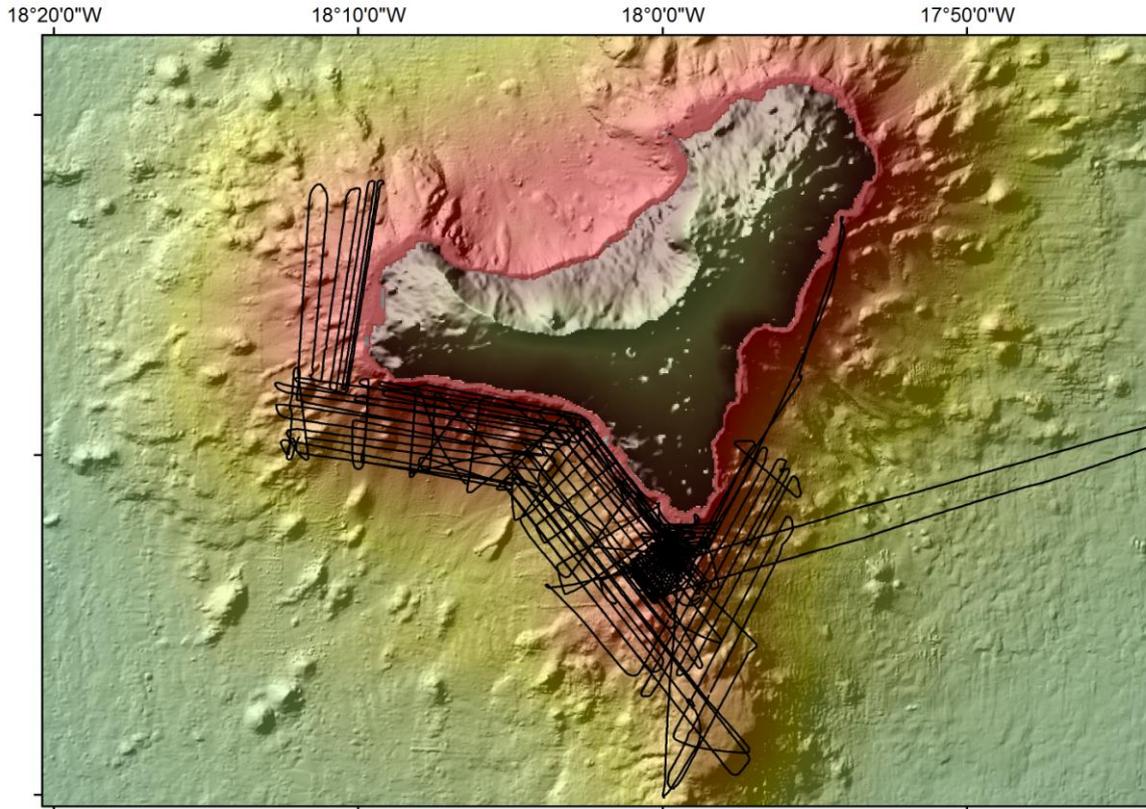
En el caso del volcán submarino de Enmedio no se realizó simultáneamente ninguna otra adquisición de datos acústicos, dado que la profundidad a la que se encontraba este volcán (entre aproximadamente 1800 m en la cumbre hasta 2200 m en la base) se aproximaba mucho, o incluso superaba en la base del monte, a la profundidad nominal de trabajo de la ecosonda EM710, tratando de eliminar cualquier interferencia generada por otras sondas acústicas o que pudieran ralentizar su secuencia de disparo.



**Figura 2: Navegación de los trabajos realizados en el volcán de Enmedio a la izquierda y Batimetría multihaz obtenida con la sonda EM710 del volcán submarino de Enmedio (VULCANA0515) a la derecha.**

La mayor parte del trabajo tuvo lugar en el área 2 dónde se realizaron los siguientes trabajos (Figura 3):

- Batimetría multihaz (EM710) de alta resolución (1x1m) del volcán submarino generado por la erupción de octubre de 2011 (Figura 4).
- Levantamiento batimétrico con el módulo de columna de agua de la sonda multihaz (EM740) para la detección de posibles emisiones de gas.
- Batimetría multihaz (EM710) de alta resolución (8x8m) de la zona comprendida por todo el mar de Las Calmas, aproximadamente hasta la profundidad de 1600m (Figura 5).
- Perfiles de sonda paramétrica (TOPAS PS18) de alta densidad de malla realizados sobre el volcán submarino Tagoro (Figura 6).

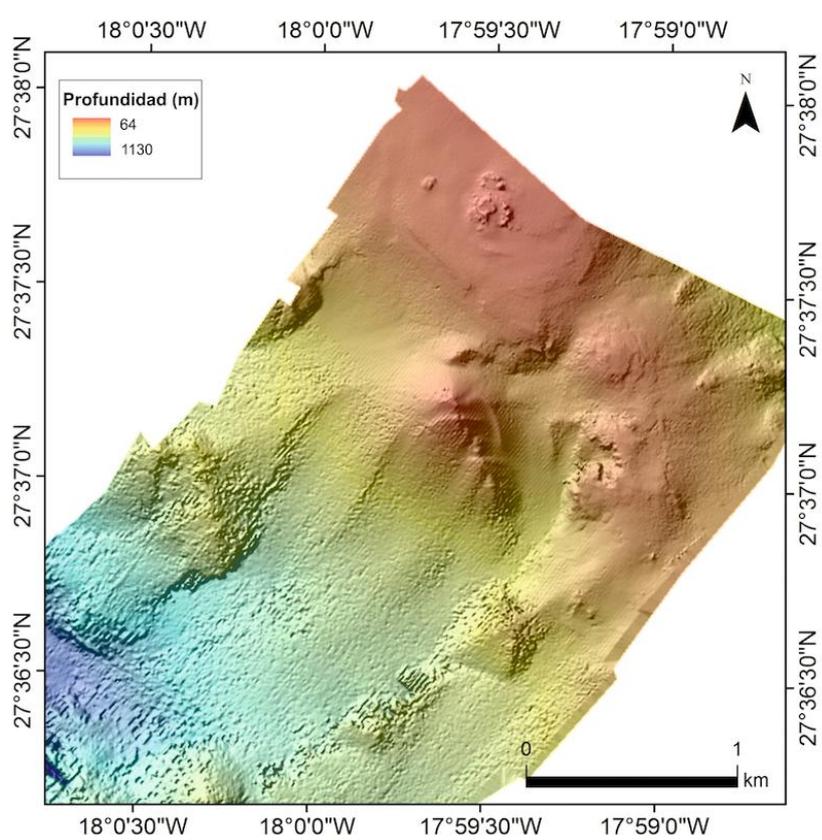


**Figura 3:** Detalle de la navegación de los trabajos realizados en el entorno de la isla de El Hierro y obtenidos con las sonda de Batimetría multihaz (EM710) y/o con la sonda paramétrica (TOPAS PS18) - VULCANA015.

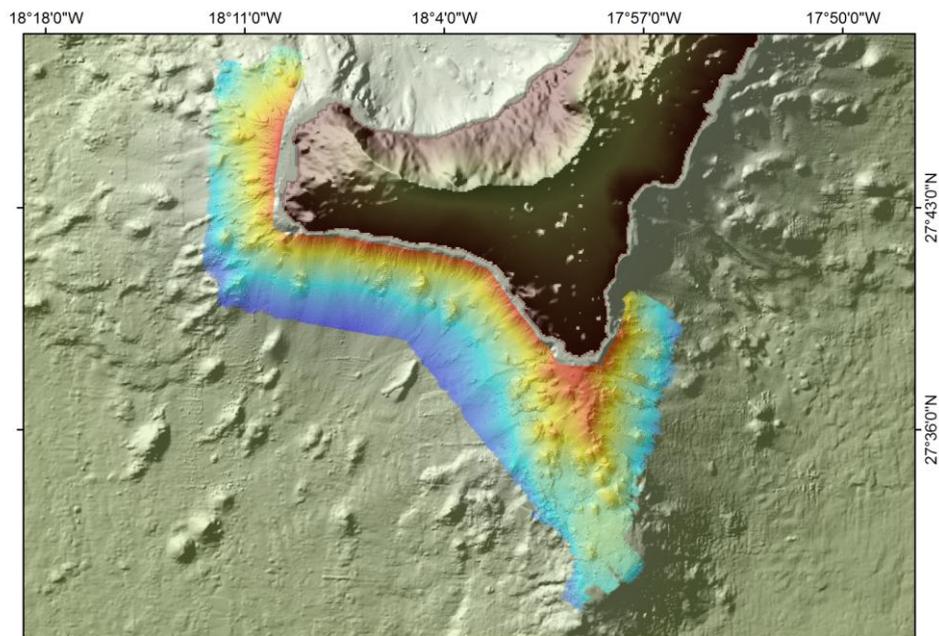
- Realización de perfiles de sonda paramétrica adquiridos en la zona del Mar de Las Calmas (Figura 7).
- Adquisición sistemática durante todos los trabajos de la campaña con la ecosonda EK60, excepto en la malla de alta resolución específica realizada sobre el volcán Tagoro, con el objetivo de localizar posibles plumas de emisión en la columna de agua.
- Adquisición sistemática con el correntímetro ADCP excepto cuando funcionaba la sonda multihaz EM710.

## 2.2.- Dragas de arrastre

Obtención de muestras de fondo mediante dragas de arrastre (Tabla 1 y Figura 8). Se han realizado dos dragados de arrastre en el volcán de Enmedio (VULCANA0515\_DA\_01 y 02) con el objetivo de realizar una caracterización preliminar de los materiales que constituyen dicho volcán. Se han realizado otros tres dragados en el volcán de El Hierro (VULCANA0515\_DA\_03, 04 y 04B), en este caso con el objetivo de tomar muestras del fondo en un área donde se observó una anomalía en los perfiles acústicos, y tratar de diferenciar si en estas rocas pudiera haber alguna evidencia, por ejemplo en forma de alteraciones o depósitos secundarios, de la existencia de una actividad de desgasificación. Como única incidencia cabe señalar que en las dragas realizadas en el volcán de Enmedio la profundidad del dragado estuvo condicionada por la longitud de cable disponible en el carretel, no pudiendo alcanzarse el objetivo inicial previsto en el caso de la draga VULCANA0515\_DA\_02 que era un escalón situado en la ladera suroccidental del volcán.



**Figura 4: Modelo batimétrico de alta resolución (Batimetría multihaz EM710) realizado sobre el volcán Tagoro (VULCANA0515) con un procesado inicial.**



**Figura 5: Modelo batimétrico general (Batimetría multihaz EM710) realizado en la campaña (VULCANA0515).**

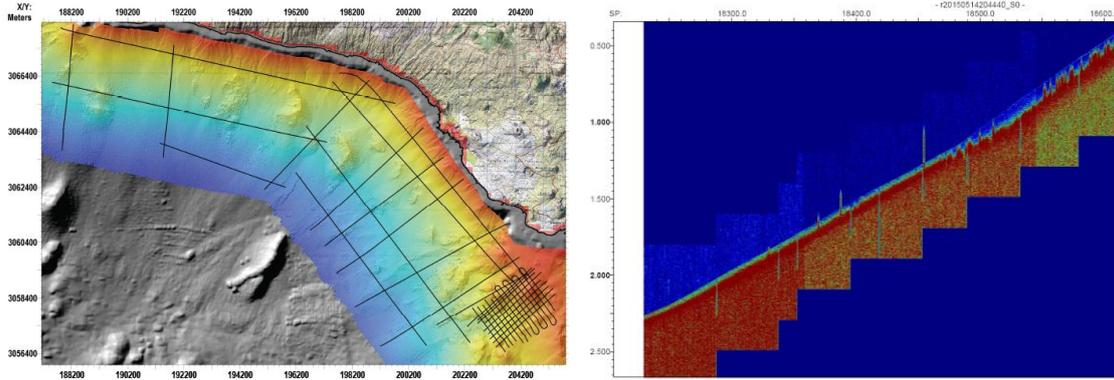


Figura 6: Localización de los perfiles de sonda paramétrica obtenido en la campaña VULCANA0515 (izquierda) y ejemplo de perfil en el Mar de las Calmas.

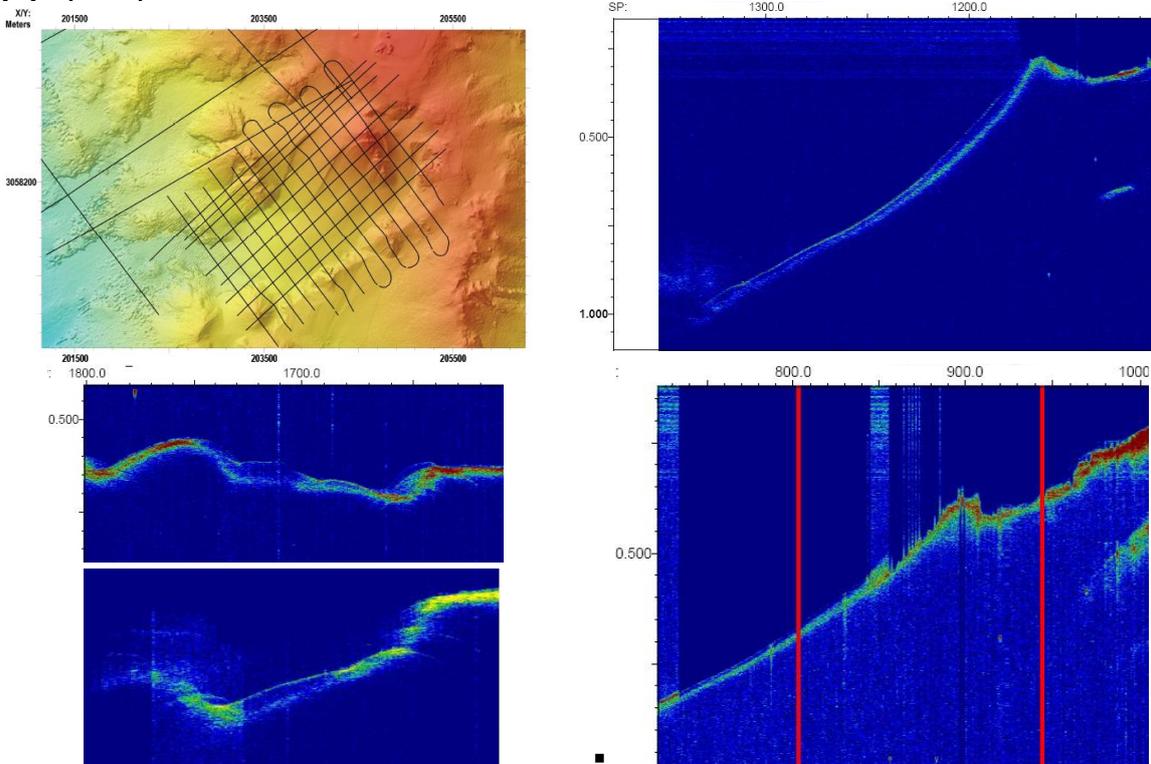


Figura 7: Localización de la malla de detalle de perfiles de sonda paramétrica en el volcán Tagoro (izquierda superior) y ejemplos de perfiles obtenidos adquiridos en direcciones NE-SW (derecha) y NW-SE (izquierda).

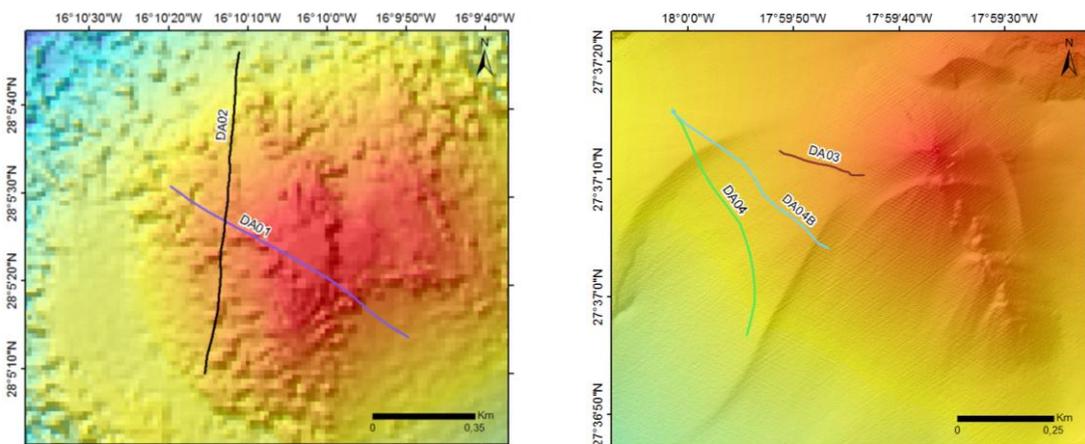


Figura 8: Situación de los recorridos realizados por el barco para realizar los dragados de arrastre en el volcán de Enmedio (izquierda) y el volcán Tagoro (derecha).

Tabla 1.- Estaciones de dragado de arrastre.

Estación	Fecha fondo	Latitud fondo (°)	Longitud fondo (°)	Profundidad (m)
Vulcana0515_DA01	06/05/2015 11:14 UTC	28 05.2422 N	016 09.8433 W	1677
Vulcana0515_DA02	06/05/2015 14:09 UTC	28 05.166 N	016 10.247 W	1766
Vulcana0515_DA03	12/05/2015 14:32 UTC	27 37.2559 N	017 59.9975 W	356
Vulcana0515_DA04	13/05/2015 13:17 UTC	27 37.2664 N	018 00.0079 W	361
Vulcana0515_DA04R	13/05/2015 14:05 UTC	27 37.2646 N	018 00.0162 W	372

### 2.3.- Estaciones hidrográficas con CTD.

Se han realizado 3 estaciones hidrográficas con CTD desde superficie hasta el fondo en el entorno del volcán submarino de Enmedio [1, 2 y 3 en Figura 9], (área 1). La recogida de agua se produce en todas las estaciones para cumplir con los objetivos descritos en los apartados 1.1 y 1.2 del plan de campaña (Tabla 1). Los datos químicos y biológicos están siendo procesados por instituciones participantes en Vulcana, como la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, la Universidad de La Laguna, el Museo de la Naturaleza y el Hombre de Tenerife. La estación 3, situado al suroeste del volcán, corresponde a una estación de referencia (Blanco).

Tabla 2.- Estaciones volcán de Enmedio. (\*) estaciones en las que se recoge agua in situ.

Estación	Fecha/Hora	Latitud (°)	Longitud (°)	Profundidad (m)
Vulcana0515_E01*	05-05-2015 11:10	28 05.27 N	016 10.41 W	1826
Vulcana0515_E02*	05-05-2015 16:40	28 04.30 N	016 10.58 W	2051
Vulcana0515_E03*	06-05-2015 16:20	28 02.63 N	016 14.79 W	2217

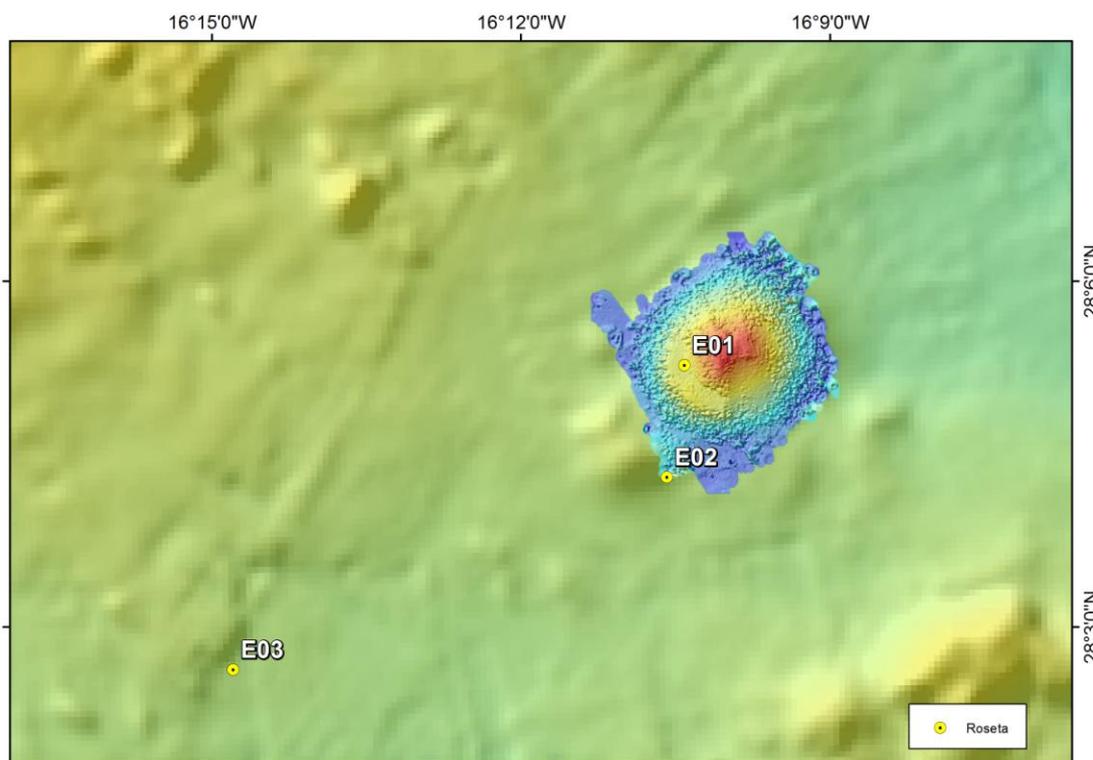


Figura 9: Localización de las estaciones hidrográficas realizadas sobre el volcán de Enmedio (E01, E02) y de la estación utilizada como referencia (E03). Campaña VULCANA0515.

En el volcán submarino Tagoro (El Hierro) se ha realizado un estudio hidrográfico de alta resolución, llevándose a cabo las estaciones de la submalla (50 a 56, 5601, 5602, 57 a 59 y 61), además se realizaron estaciones hidrográficas en los puntos de dragado

de fondo P01\_1:P01\_3 (DA04 y DA04B) y P02:P03 (DA03). La recogida de agua se produce en todas las estaciones, excepto en las situadas en los puntos de muestreo de rocas, para cumplir con los objetivos descritos en los apartados 1.1 y 1.2 del plan de campaña (Tabla 3, Figura 10).

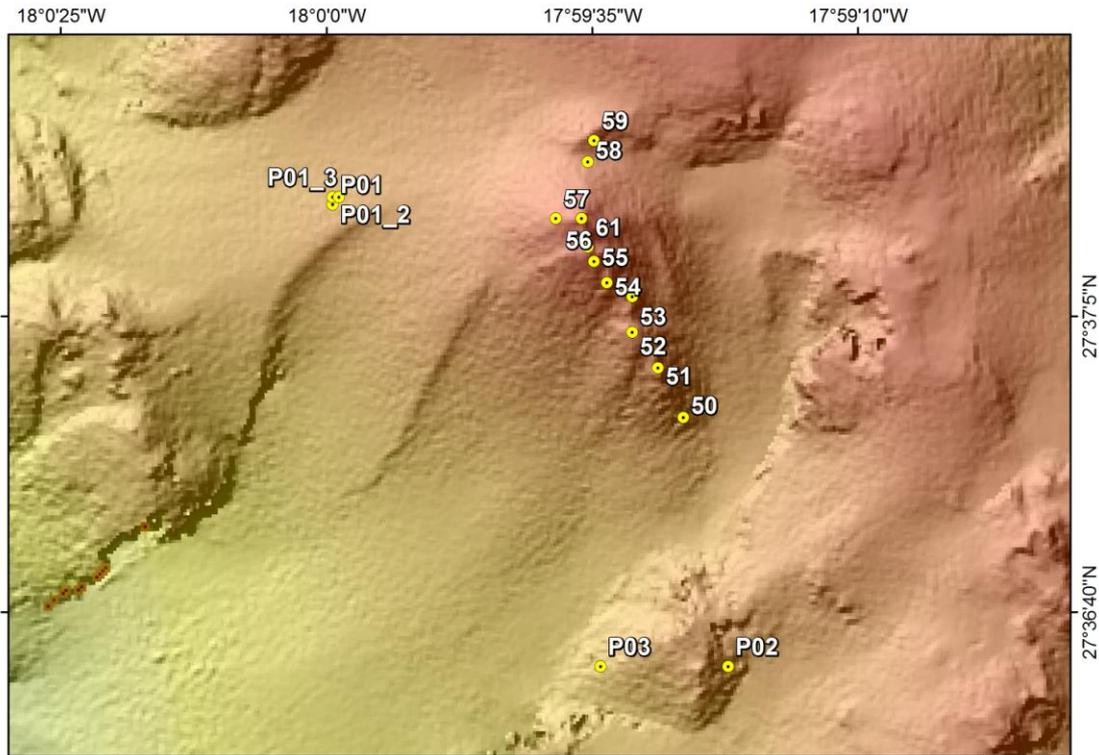


Figura 10: Localización de las estaciones hidrográficas realizadas sobre el volcán de la isla de El Hierro. Campaña VULCANA0515.

Los datos químicos y biológicos están siendo procesados por instituciones participantes en Vulcana, como la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, la Universidad de La Laguna, el Museo de la Naturaleza y el Hombre de Tenerife.

Tabla 3.- Estaciones realizadas en el volcán Tagoro. (\*) estaciones en las que se recoge agua in situ.

Estación	Fecha/Hora	Latitud (°)	Longitud (°)	Profundidad (m)
Vulcana0515_01	10-05-2015 09:00	27 42.31 N	017 55.48 W	1271.2
Vulcana0515_50*	10-05-2015 11:45	27 36.94 N	017 59.44 W	329
Vulcana0515_51*	10-05-2015 13:05	27 37.01 N	017 59.48 W	250
Vulcana0515_52*	10-05-2015 14:10	27 37.06 N	017 59.52 W	208
Vulcana0515_53*	10-05-2015 15:10	27 37.11 N	017 59.52 W	190
Vulcana0515_54*	11-05-2015 07:25	27 37.13 N	017 59.56 W	162
Vulcana0515_55*	11-05-2015 08:08	27 37.16 N	017 59.58 W	129
Vulcana0515_56*	11-05-2015 09:45	27 37.22 N	017 59.60 W	91
Vulcana0515_5601*	11-05-2015 10:38	27 37.22 N	017 59.60 W	91
Vulcana0515_5602*	11-05-2015 11:30	27 37.22 N	017 59.60 W	90
Vulcana0515_57*	11-05-2015 12:45	27 37.22 N	017 59.64 W	118
Vulcana0515_58*	11-05-2015 13:30	27 37.30 N	017 59.59 W	184
Vulcana0515_59*	11-05-2015 14:20	27 37.33 N	017 59.58 W	170
Vulcana0515_61*	11-05-2015 08:55	27 37.18 N	017 59.59 W	118
Vulcana0515_P01_1	09-05-2015 13:15	27 37.24 N	017 59.99 W	366
Vulcana0515_P01_2	09-05-2015 13:55	27 37.25 N	017 59.99 W	363
Vulcana0515_P01_3	11-05-2015 15:05	27 37.25 N	017 59.98 W	362
Vulcana0515_P02	09-05-2015 15:30	27 36.59 N	017 59.37 W	346
Vulcana0515_P03	11-05-2015 17:10	27 36.59 N	017 59.57 W	478

## 2.4.- Estudio con CTD tow-yo

Realización de 8 transectos de CTD tow-yos en el volcán Tagoro (Tabla 4, Figura 11), 6 de ellos son los que se vienen repitiendo en las distintas campañas de seguimiento de las anomalías físico-químicas en este volcán que se obtienen siguiendo dos direcciones: NNW-SSE [01, 04, 05 y 07] y NE-SW [02 y 03], a lo largo de todo el edificio volcánico submarino (Figura 10). Además se realizó un mini-tow-yo de dirección NNW-SSE [09] coincidente en parte con la parte central del transecto realizado en el tow-yo 01, así como un transecto fuera de secuencia en dirección WNW-ESE [08] para enlazar la zona de las estaciones de CTD realizadas en la zona del muestreo [P01] con dragas de arrastre DA\_01 y la parte principal del edificio volcánico. Este último transecto atravesó los distintos escarpes y cestas principales reconocidos en este edificio volcánico con el objeto de identificar si la anomalías acústicas observadas en las sondas EK60-EA600 en esta zona de muestreo pudiera tener su origen en emisiones hidrotermales.

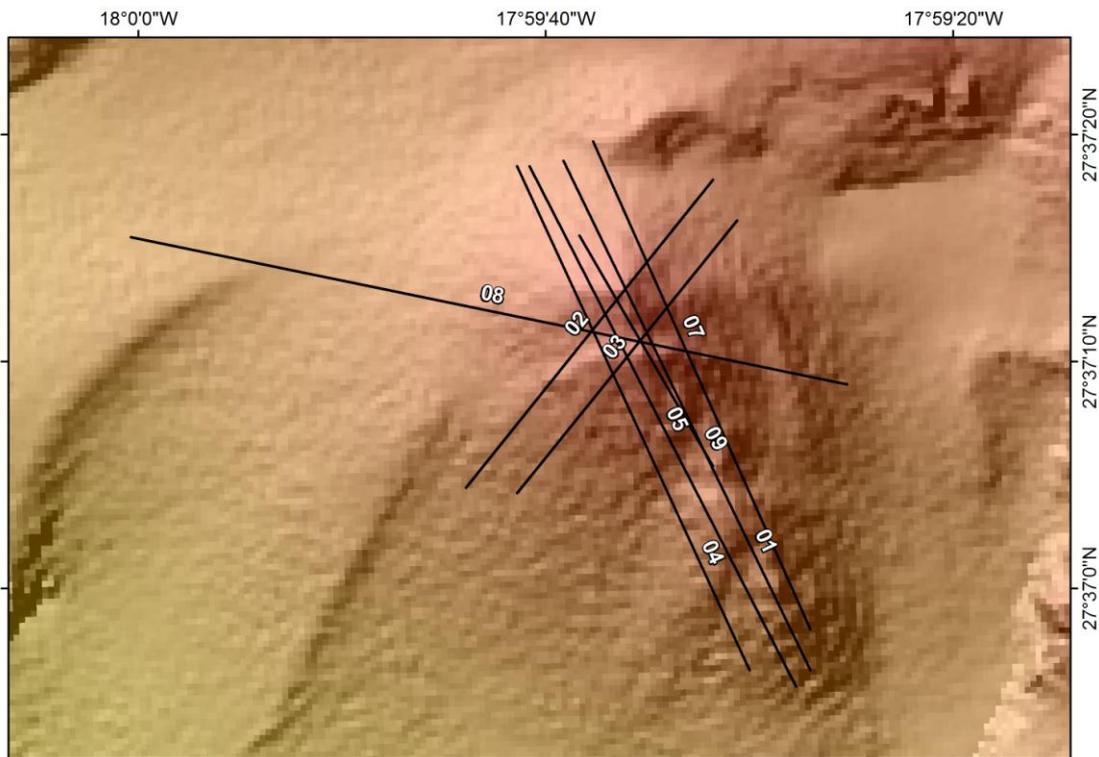


Figura 11.- Mapa de alta resolución sobre el volcán submarino de El Hierro. Las líneas rectas representan las trayectorias por las que se realizaron los tow-yos en la campaña VULCANA0515.

Tabla 4.- Estaciones de CTD tow-yo sobre el volcán Tagoro.

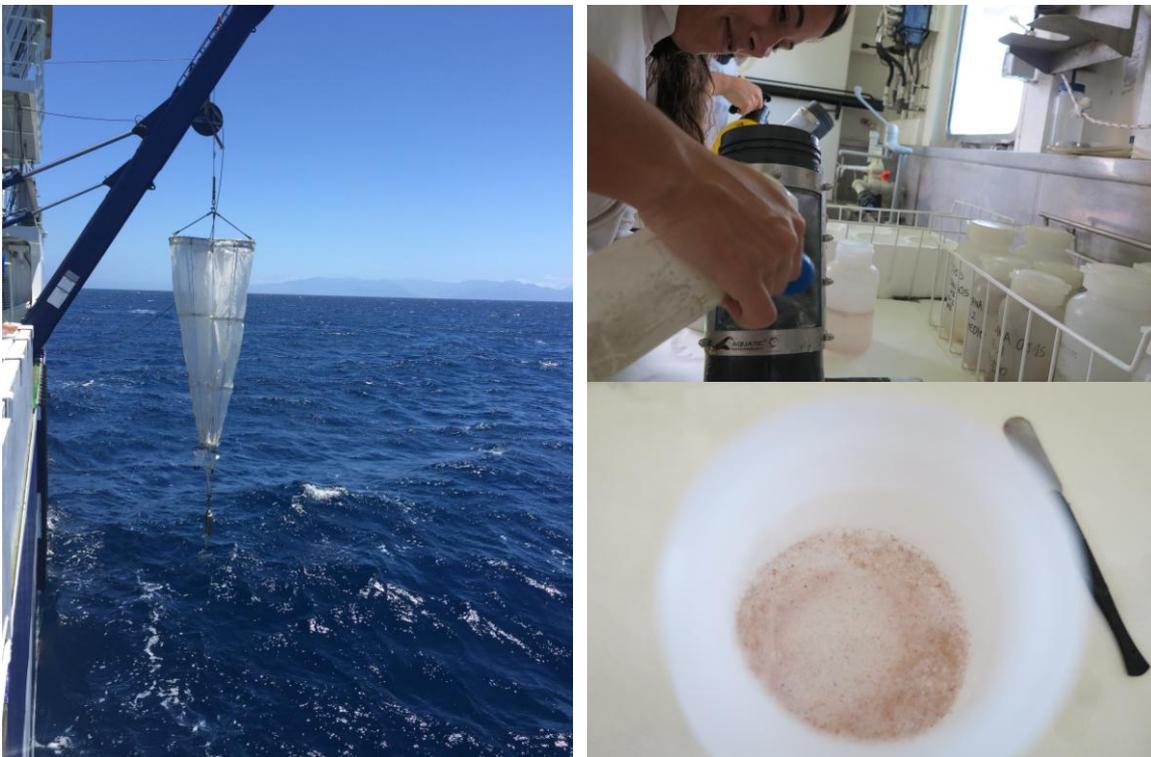
Estación	Fecha/Hora	Lat. I (°)	Long. I (°)	Prof. I (m)	Lat. F (°)	Long. F (°)	Prof. F (m)
Vulcana0515_TOWYO_01	12-05-2015 07:30	27 36.94	017 59.45 W	280	27 27.298	017 59.665	185
Vulcana0515_TOWYO_02	12-05-2015 09:20	27 37.30	017 59.53 W	186	27 37.074 N	017 59.732 W	257
Vulcana0515_TOWYO_03	12-05-2015 11:43	27 37.07	017 59.69 W	226	27 37.28 N	017 59.51 W	199
Vulcana0515_TOWYO_04	13-05-2015 07:35	27 36.94	017 59.50 W	289	27 37.31 N	017 59.69 W	206.5
Vulcana0515_TOWYO_05	13-05-2015 09:00	27 37.31	017 59.68 W	204.6	27 36.928 N	017 59.462 W	285
Vulcana0515_TOWYO_07	13-05-2015 10:25	27 36.97	017 59.45 W	264	27 37.328 N	017 59.628 W	170.6
Vulcana0515_TOWYO_08	12-05-2015 12:55	27 37.15	017 59.42 W	229	27 37.258 N	018 00.006 W	358
Vulcana0515_TOWYO_09	13-05-2015 12:05	27 37.09	017 59.53 W	186	27 37.258 N	017 59.639 W	137

Los datos físico-químicos están siendo procesados respectivamente por el equipo del

Centro Oceanográfico de Canarias del IEO y por la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria.

## 2.5.- Pescas verticales

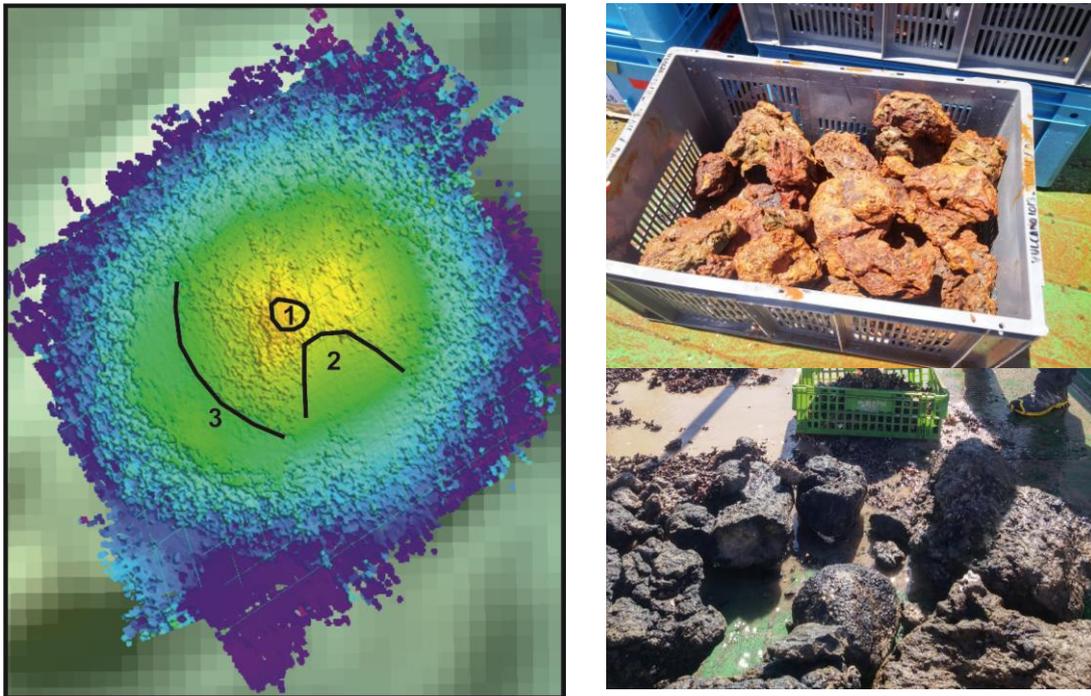
Realización de 27 pescas verticales con WP2/WP3. Cuatro de ellas profundas >1500 metros de profundidad, tres en el volcán submarino de Enmedio [estaciones E01, E02 y E03] y una de ellas al sur del puerto de La Estaca en la isla de El Hierro. Las restantes 19 estaciones se realizaron en el entorno del volcán Tagoro, en relación con las distintas estaciones de CTD realizadas, excepto en las estaciones 5601 y 5602 por su proximidad a la estación 56, hasta un máximo de 200 metros de profundidad. Los datos biológicos están siendo procesados por instituciones participantes en Vulcana, como la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, la Universidad de La Laguna, el Museo de la Naturaleza y el Hombre de Tenerife.



*Figura 12: Maniobra con la Red de pesca vertical (izquierda) y extracción del material zooplantónico de los colectores de la red durante la campaña Vulcana0515 (derecha).*

## 3.- Resultados preliminares:

3.1. En el volcán submarino de Enmedio se ha realizado del primer estudio físico-químico y geológico desde la cartografía realizada a bordo del Hespérides en el año 1998. Se realizaron 3 estaciones de CTD (Figura 9), una en cada una en la cumbre principal y otra en una cumbre secundaria situada al suroeste de la principal así como dos pescas verticales en cada una de estas estaciones, una de aguas someras (200 m) y la otra de aguas profundas. Así mismo se ha realizado un estudio acústico que incluía dos redes de datos batimétricos obtenidos con sonda multihaz con los que se ha realizado una cartografía batimétrica y una red de perfiles de sonda paramétrica (Figura 2). Se realizó un procesado preliminar de la batimetría (Figura 13) y a partir de este mosaico batimétrico se situaron dos estaciones de muestreo de los materiales de la superficie de este volcán con draga de arrastre (Figura 8).



*Figura 13: Batimetría preliminar del volcán de En medio (izquierda) con la localización de la cicatriz del deslizamiento (2) dónde se situó el inicio de la draga VULCANA0515\_DA\_01 (foto derecha superior) en dirección a la cumbre (1) y del escalón morfológico (3) donde se situó el inicio de la draga VULCANA0515\_DA\_02 (derecha inferior) también en dirección a la cumbre (1).*

El volcán submarino de Enmedio tiene su cima a 1625 m de profundidad, oscilando su base entre 2120 al suroeste dónde se encuentran otros dos pequeños conos y 2200 m en el resto del perímetro, con una elevación máxima sobre la superficie de los fondos adyacentes de 575 m. Este edificio volcánico presenta como rasgos más significativos una cicatriz de deslizamiento en la ladera suroriental, entre 1720 en la cabecera hasta aproximadamente 1800 m, y una terraza estructural en la ladera suroccidental aproximadamente a 1900 m de profundidad.

El inicio de la draga VULCANA0515\_DA\_01 se situó en la posible cicatriz de deslizamiento observada en la ladera suroriental del volcán y se realizó en dirección SE-NW, en este dragado se obtuvieron rocas y fragmentos muy alterados, escorias de color rojo y amarillo, donde se pueden observar grandes vacuolas, estructuras formadas por el gas que acompañaba la salida de este material. En el caso de la draga VULCANA0515\_DA\_02 su inicio se situó prácticamente sobre el escalón morfológico que presenta la ladera suroccidental y se realizó en una dirección S-N. Se obtuvieron materiales corresponden a grandes bloques de basalto, muy denso, de color negro, junto con pequeñas bombas o fragmentos que habían rodado por los flancos del volcán. A primera vista, y teniendo en cuenta el tamaño de los corales que han colonizado estas rocas, **se puede considerar que se trata de una actividad algo más antigua**. Si bien, algunos de estos bloques estaban parcialmente cubiertos con una capa fina de material basáltico más moderno, con estructuras tipo reticulita.

La presencia a bordo del Dr. Meletlidis (IGN) ha permitido describir estas muestras y proponer una explicación para los diferentes materiales muestreados en estos dos lances, así mientras los primeros pertenecen a un punto de emisión en los flancos del volcán que han sufrido una intensa actividad hidrotermal, los segundos pertenecerían más bien a la parte superior del cono muy cerca al punto central de la emisión.



Los datos físico-químicos serán analizados en el centro Oceanográfico de Canarias y en la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria si bien no se ha observado a priori ninguna anomalía en las estaciones de CTD relacionadas con procesos eruptivos o de desgasificación activos en este edificio volcánico.

### 3.2.- Realización de un completo estudio geofísico y batimétrico del volcán submarino Tagoro.

Se ha realizado por primera vez un mosaico batimétrico del edificio volcánico principal a una resolución de 1x1 m observándose con detalle las numerosas edificaciones menores resultantes de las etapas finales de la erupción (Figura 4). El edificio principal alcanza una profundidad de 88 m si bien se caracteriza por una neta asimetría al desarrollarse el edificio sobre una zona de pendiente, así la base del edificio principal se encuentra aproximadamente a 450 m de profundidad hacia el suroeste, mientras que hacia el noreste se encuentra a 250 m y hacia el noroeste a 310 m. El edificio principal se eleva, por tanto, una altura de hasta 360 m con respecto a su base en la zona suroccidental, si bien el edificio continúa hacia el suroeste en forma de una colada de derrubios ubicada sobre un valle previo y, cuya distribución condicionada por la pendiente previa, alcanzando espesores de entre 30 y 50 m. Los conos secundarios presentes al SSE del edificio principal alcanzan un tamaño más frecuente de 5 m de altura en este mosaico batimétrico con respecto a los fondos adyacentes, si bien alcanza hasta 30 m de altura. Además, se ha obtenido un segundo mosaico batimétrico de carácter más general con una resolución 8x8 m a lo largo del Mar de las Calmas y zona de Orchilla que permitirá más adelante su comparación con el mosaico realizado en la primera campaña del proyecto VULCANO (Vulcano0313).

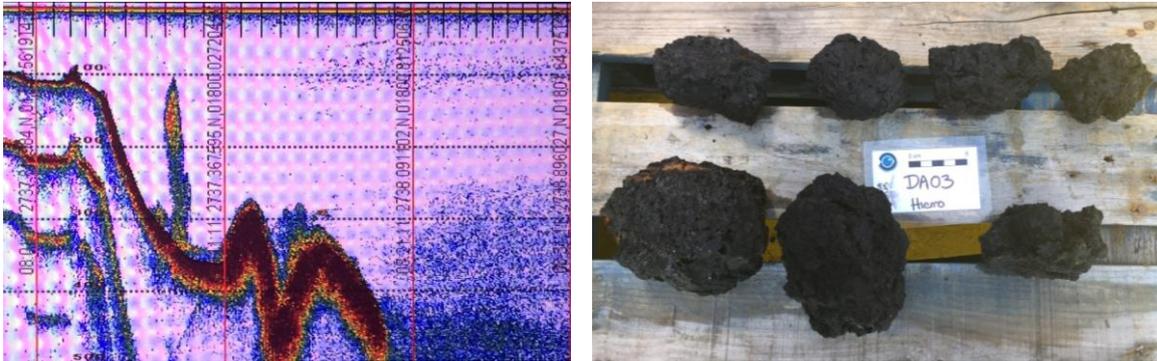
Así mismo, se ha realizado una serie de líneas siguiendo el recorrido de los transectos de CTD tow-yo con el módulo de columna de agua de la sonda multihaz, este módulo registraría la presencia de emisiones hidrotermales a modo de una pluma de puntos, si estas emisiones tienen suficiente entidad para originar burbujas o emitir partículas que puedan ser considerados como objetos presentes en la lámina de agua.

Se ha realizado un estudio con sonda paramétrica Topas de detalle del edificio principal que permitirá caracterizar la capa más superficial del volcán en su fase actual. Así mismo se ha realizado un reconocimiento general del Mar de las Calmas que ha permitido establecer la presencia de deslizamientos menores actuales en sus vertientes en algún caso relacionados con pequeñas avalanchas observadas también en la parte emergida de la isla.

No se realizó un muestreo sistemático del fondo en esta campaña sobre el volcán Tagoro, únicamente se hicieron dos transectos de muestreo con Draga de Arrastre de corta longitud con el objetivo de muestrear posibles alteraciones asociadas con las anomalías acústicas sitas en el punto P01 y detectadas con las sondas EK60-EA600. La recuperación fue baja y no se obtuvieron muestras determinantes de la existencia de posibles alteraciones y/o depósitos hidrotermales (Figura 14) aunque hubo alguno de los fragmentos de rocas recuperados que si presentaban las coloraciones naranjas descritas en ocasiones como de origen hidrotermal.

3.3.- El rastreo físico-químico por el edificio volcánico submarino de Tagoro con CTD y CTD Tow-yo no ha dado señales significativas a bordo durante la campaña, será por tanto necesario su procesado en el laboratorio para tratar de mantener las pruebas que demuestran la actividad hidrotermal detectada en campañas previas. Aunque eran

numerosas y relativamente persistentes, con un cierto carácter pulsátil, las posibles anomalías acústicas identificadas con las sondas EK60-EA600 (Figura 14) su presencia deberá ser explicada bien en relación con biomasa o con efectos hidrodinámicos.



*Figura 14: Ejemplo de una de las anomalías acústicas observadas en el punto P01 (izquierda) y rocas muestreadas en la draga VULCANA0515\_DA\_03 (derecha) observándose, por ejemplo en el fragmento de roca de la izquierda algunas coloraciones naranjas.*

3.4.- Los resultados de este informe son preliminares, ya que un alto porcentaje de los datos físicos-químicos y geológicos deben ser reprocesados así como analizados en laboratorio fuera del buque. Además, los datos biológicos recogidos deben ser analizados al 100% en laboratorios fuera del buque.

#### **4.- Incidencias y apreciaciones:**

**04-05-2015:** Preparativos y montaje de instrumentos en el puerto de Santa Cruz de Tenerife. Se atiende a los medios informativos que lo solicitan, entre ellos RTVE.

**05-05-2015:** salida a la mar a las 07:00 h UTC en dirección al volcán de Enmedio entre las islas de Gran Canaria y Tenerife. Se realiza una línea de prueba de adquisición batimétrica al realizar la aproximación a dicho volcán. A continuación se realizan dos estaciones con CTD, y pesca vertical tanto de aguas someras como de aguas profundas la primera sobre el cono principal (Vulcana0515\_E01; 10:16 UTC) y la segunda sobre uno de los conos secundarios situados al suroeste (Vulcana0515\_E02; 14:40 UTC) a más de 2050 m de profundidad. A las 19:00 UTC comienzan los turnos de cartografía batimétrica de este volcán adquiriendo a una velocidad de 5 nudos. Se cubre este edificio volcánico siguiendo una malla con dos direcciones diferentes (NE-SW y NW-SE) tratando de obtener la mejor resolución posible.

**06-05-2015:** La adquisición de datos batimétricos multihaz finaliza a las 07:00 UTC de la mañana. Se realizan dos dragas de arrastre, la primera en la ladera oriental del monte submarino y la segunda en la ladera suroccidental. Se realiza a continuación una estación con CTD (Vulcana0515\_E03; 16:08 UTC) al suroeste de este monte y a más de 2200 m de profundidad que será considerada como estación blanco o de referencia, seguida de una estación de pesca vertical en el mismo punto. A las 17:45 UTC se finalizan los trabajos en esta zona y se pone rumbo hacia la isla de El Hierro.

**07-05-2015:** Se llega al entorno de la isla de El Hierro y se realiza un perfilador de velocidades (Vulcana0515\_SVP01; 04:12 UTC) para realizar la calibración de la velocidad de propagación en el agua en la adquisición de la sonda multihaz, en una estación situada al suroeste de la isla y a 1875 m de profundidad. Obtenida esta



estación e introducidos los datos en el programa SIS, comienza la adquisición de batimetría multihaz y ecosonda EK60 para la localización de posibles anomalías relacionadas con emisiones hidrotermales desde el volcán.

**08-05-2015:** Continúa sin incidencias la adquisición de datos batimétricos y perfiles con la sonda EK60.

**09-05-2015:** Continúa sin incidencias la adquisición de datos batimétricos y perfiles con la sonda EK60. A las 14:32 UTC se finaliza la adquisición con datos acústicos y se realizan tres estaciones de CTD (Vulcana0515\_P01\_1:1\_3) en un punto donde se ha localizado una posible anomalía acústica en las sondas EK60-EA600 y donde se prevé realizar más adelante un muestreo con draga de arrastre. Finalizadas las actividades de trabajo (15:51 UTC) se puso rumbo al puerto de La Estaca para realizar un cambio de personal científico a donde se arriba a las 17:08 UTC.

**10-05-2015:** Tiene lugar el desembarco de los investigadores Olvido Tello (IEO) y Stavros Meletlidis (IGN), embarcando los investigadores Magdalena Santana y Carolina Santana (ULPGC). En puerto se atendió a los informativos de la Televisión Canaria. Se produce la salida a mar a las 08:00 UTC comenzando con las actividades de muestreo físico-químico y biológico de la columna de agua a las 09:09 UTC con roseta oceanográfica y redes de pesca verticales en una estación situada al sur del puerto de La Estaca (Vulcana0515\_01) que será considerada como la estación de referencia o blanco para este estudio, realizándose a continuación otras 4 estaciones (Vulcana0515\_50, 51, 52, 53). A las 15:54 UTC se continua con la adquisición de datos batimetría multihaz y sonda EK60 que se interrumpe a las 16:20 UTC para proceder al embarque mediante zodiac desde el puerto de La Restinga de la investigadora María Gómez-Ballesteros (IEO) a las 17:15 UTC retomando a las 17:35 la adquisición de datos acústicos. A partir de las 21:00 UTC comienza la adquisición de perfiles de sonda paramétrica de detalle en el volcán Tagoro.

**11-05-2015:** Continúa la adquisición con sonda paramétrica hasta las 02:00 UTC a partir de este momento comienza la adquisición de una malla de alta densidad con sonda multihaz en el perfil Tagoro para aumentar de forma redundante la resolución del mosaico batimétrico final, terminando a las 06:40 UTC. A partir de las 07:25 UTC comienza de nuevo el trabajo con estaciones de roseta oceanográfica y redes de pesca verticales, realizándose sucesivamente las estaciones 54, 55, 61, 56, 5601, 5602, 57, 58 y 59 en el edificio volcánico principal. Así como dos estaciones (P01\_3 y P03) en el límite occidental del edificio donde se había localizado una anomalía acústica en las sondas EK60-EA600. A partir de las 21:24 UTC comienza adquisición con sonda batimétrica multihaz y sonda paramétrica en el Mar de las Calmas.

**12-05-2015:** Continúa sin incidencias la adquisición de datos batimétricos y perfiles con sonda paramétrica hasta las 07:00 UTC. A las 07:30 UTC comienza la adquisición de transectos de CTD tow-yo a baja velocidad (0,5 nudos) y utilizando posicionamiento dinámico (DP). Se adquieren los transectos 01 de dirección NNW-SSE y los transectos 02 y 03 de dirección NE-SW. A lo largo del día fue empeorando el estado de la mar y aumentando la fuerza del viento, de forma que al empezar a realizar el cuarto transecto había rachas de viento de 50 nudos, así que tras dos intentos abortados se decide ir al refugio del Mar de las Calmas haciendo un transecto de tow-yo no previsto inicialmente en el plan de campaña [08] en dirección ESE-WNW a partir de las 12:55 UTC buscando las anomalías acústicas [P01] detectadas con las sondas EK60-EA600, realizándose un muestreo del fondo mediante draga de arrastre en ese punto (Vulcana0515\_DA03; 14:32 UTC). Posteriormente (16:48 UTC) se vuelve a trabajar en



la adquisición de datos batimétricos y sonda paramétrica en el Mar de la Calmas.

**13-05-2015:** Continúa sin incidencias la adquisición de datos batimétricos y perfiles con sonda paramétrica hasta las 07:00 UTC, si bien cabe destacar que la calidad de los datos empeora tanto al llegar al meridiano del faro de Orchilla al oeste como al llegar al meridiano de La Restinga al este. A partir de las 07:25 comienza la adquisición de los cuatro transectos de CTD tow-yo restantes (04, 05, 07 y 09). Como en el día anterior empeoran las condiciones de la mar según va pasando el día, de forma que al terminar los tow-yos se decide ir de nuevo a la zona en donde se han encontrado las principales anomalías acústicas con las sondas EK60-EA600 [P01] en donde se hacen dos intentos de dragado a partir de las 13:17 UTC (Vulcana0515\_DA04 y DA04R) de los que no hubo una recuperación significativa. Finalmente a partir de las 14:11 UTC se decide hacer una serie de líneas siguiendo el recorrido de los transectos de CTD tow-yo con el módulo de columna de agua de la sonda multihaz. A las 17:50 se termina esta actividad y ante el mal estado de la mar se decide pasar la noche a refugio en un punto de fondeo del Mar de las Calmas.

**14-05-2015:** Dado el mal estado de la mar este día se aprovecha para realizar perfiles con sonda paramétrica (TOPAS) a partir de las 08:10 UTC entre el faro de Orchilla y la población de La Restinga, terminando dicha actividad a las 21:30 UTC y poniendo rumbo al volcán de Enmedio con el objetivo de realizar un estudio físico-químico sobre este edificio volcánico.

**15-05-2015:** Se llega al volcán de Enmedio a las 09:00 UTC, y dado las malas condiciones de mar imperantes en el pasaje situado entre Tenerife y Gran Canaria se decide poner rumbo al puerto de Santa Cruz de Tenerife dado que no sería posible realizar estaciones con roseta oceanográfica. El barco llega a las 13:00 UTC a puerto y se procede esa misma tarde a las labores de desembarque de material y personal científico. A las 18:00 se da por finalizada la campaña oceanográfica Vulcana0515.



## 5.- Estadística de muestreo:

Estadística del muestreo físico-químico, biológico y geológico en la campaña oceanográfica Vulcana0515		
Instrumento/Parámetro	Estaciones	Muestras (institución responsable)
CTD	22	registros de conductividad, temperatura, presión, oxígeno, fluorescencia, pH, ORP y turbidez (IEO)*
CTD TOW-YO	8	Perfiladores de registros de conductividad, temperatura, presión, oxígeno, fluorescencia, pH, ORP y turbidez (IEO)*
Botellas de agua	20	Recogida de muestras de agua a distintas profundidades.
VMADCP	continuo	registros de las componentes zonal y meridional de la corriente (IEO)*
Perfilador EK60	9 días	registros de backscatters columna de agua (IEO)**
Perfilador EA600	11 días	registros de backscatters fondo (IEO)**
Current profiler (ADCP)	8 días	registros de perfil acústico de la velocidad de la masas de agua (IEO)**
Ecosonda Multihaz – EM710	9 días	registros de batimetría y backscatter del fondo (IEO)**
Perfilador de sonda paramétrica TOPAS PS18	4 día	registros de perfiladores de subsuelos (IEO)**
Dragas de arrastre	5	Obtención de muestras de fondo de los volcanes de Enmedio y de Tagoro.
Termosalinómetro	continuo	registros de temperatura y salinidad superficial (IEO)*
Meteorología y navegación	continuo	registros de posición y parámetros meteorológicos (IEO)*
Oxígeno	17	166 para análisis de la concentración de oxígeno (IEO)*
Nutrientes	17	166 muestras para análisis de nitratos, nitritos, fosfatos y silicatos (IEO)*
pH	17	166 muestras (QUIMA-IOCAG, ULPGC) <sup>π</sup>
Carbono inorgánico total	17	113 muestras (QUIMA-IOCAG, ULPGC) <sup>π</sup>
Alcalinidad total	17	113 muestras (QUIMA-IOCAG, ULPGC) <sup>π</sup>
Metales	17	55 muestras para análisis de hierro ferroso (Fe II) (QUIMA-IOCAG, ULPGC) <sup>π</sup>
Compuestos orgánicos	1	25 litros totales (QUIMA-IOCAG, ULPGC) <sup>π</sup>
fitoplancton	17	166 muestras (IOCAG, ULPGC) <sup>§</sup>
Bacterias	17	166 muestras para el estudio de bacterias (IOCAG, ULPGC) <sup>§</sup>
WP2 / WP3	27	27 muestras para taxonomía del mesozooplancton (Museo NH) <sup>†</sup>
		27 muestras para biomasa del mesozooplancton (ULL) <sup>‡</sup>

Responsable de los datos: \* Dr. Eugenio Fraile Nuez (IEO-COC), \*\* Dr. Juan-Tomás Vázquez (IEO-Málaga), π Dra. J. Magdalena Santana Casiano (QUIMA-IOCAG, ULPGC), § Dr. Javier Arístegui Ruíz (IOCAG, ULPGC), ‡ Dr. Gonzalo Lozano (ULL) y † Dra. Fátima María Hernández Martín (Museo NH).

## 6.- Política de datos:

Cualquier publicación, científica o divulgativa, así como resultados a que diera lugar el desarrollo de las actividades de investigación conjuntas deberán reconocer y hacer constar la participación de todos los investigadores que hayan intervenido en aquella,



así como la pertenencia de los datos a los investigadores e instituciones de que dependen. También deberá mencionarse en las publicaciones que se deriven el nombre del proyecto (Vulcana, Vulcanología Canaria Submarina) así como el ente financiador, el Instituto Español de Oceanografía.

En lo relativo a este punto, deberá tenerse en cuenta lo previsto en los artículos 53 y siguientes de la Ley de Economía Sostenible de 4 de marzo de 2011.

### **7.- Personal participante:**

Centro Oceanográfico de Málaga (IEO): Juan-Tomás Vázquez (Jefe de Campaña), David Canabarro Savi, Desirée Palomino Cantero.

Centro Oceanográfico de Canarias (IEO): Carmen Presas Navarro, José Escanez Pérez.

Sede Central de Madrid (IEO): María Gómez Ballesteros, Olvido Tello Antón.

Universidad de Las Palmas de Gran Canaria: Magdalena Santana Casiano, Carolina Santana González.

Centro Geofísico de Canarias (IGN): Stavros Meletlidis.

Universidad de La Laguna: Marta González Carballo, Paula Sola La Serna.

Universidad de Barcelona: Anna Arias Bulbena.

Universidad de Cádiz: Pablo Lozano Ordoñez.

**NOTA: todos los participantes de la campaña han contribuido a la elaboración de este informe.**

### **8.- Repercusión en medios:**

[http://noticias.lainformacion.com/ciencia-y-tecnologia/ciencias-marinas/el-ieo-inicia-hoy-una-expedicion-para-conocer-el-ecosistema-entorno-al-volcan-submarino-de-el-hierro\\_TG6bTBd37s4XNR0z6sSlk4/](http://noticias.lainformacion.com/ciencia-y-tecnologia/ciencias-marinas/el-ieo-inicia-hoy-una-expedicion-para-conocer-el-ecosistema-entorno-al-volcan-submarino-de-el-hierro_TG6bTBd37s4XNR0z6sSlk4/)

<http://www.20minutos.es/noticia/2450091/0/expedicion/volcan-submarino/el-hierro/>

<http://www.rtve.es/noticias/20150430/investigan-efectos-volcanes-hierro-del-medio-ecosistema-marino/1136986.shtml>

<http://www.laopinion.es/sociedad/2015/05/05/hijos-submarinos-canarias/604569.html>

<http://www.rtve.es/alicarta/videos/telediario/telediario-21-horas-06-05-15/3118640/> (a partir del minuto 42).



## ANEXO I: Informe Preliminar Bentos VULCANA 0515 – Volcan de Enmedio

Marcos González-Porto y Gustavo Pérez-Dionis Molina (Centro Oceanográfico de Canarias, IEO)

Listado del Material recogido en las Dragas de Roca Realizadas durante la Campaña VULCANA 0515 en el Volcán de Enmedio (en el Archipiélago de Canarias, entre las islas de Tenerife y Gran Canaria).

PHYLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	TAXA FINAL
<b>Porifera</b>				
	Demospongiae			
		Astrophorida		
			Ancorinidae	
				<i>Jaspis cf. johnstonii</i> (Schmidt, 1862)
		Poecilosclerida		
			Cladorhizidae	
				<i>Cladorhiza abyssicola</i> Sars, 1872
<b>Cnidaria</b>				
	Anthozoa			
		Alcyonacea		
			Chrysogorgiidae	
				<i>Metallogorgia melanotrichos</i> (Wright & Studer, 1889)
			Coralliidae	
				<b>Coralliidae indet.</b>
			Isididae	
				<b>Isididae indet.</b>
		Antipatharia		
			Antipathidae	
				<i>Stichopathes</i> sp
			Schizopathidae	
				<i>Bathypathes cf. patula</i> Brook, 1889
		Scleractinia		
			Caryophylliidae	
				<i>Desmophyllum dianthus</i> (Esper, 1794)
				<b><i>Solenosmilia variabilis</i> Duncan, 1873</b>
			Dendrophylliidae	
				<i>Enallopsammia rostrata</i> (Poutalès, 1878)
<b>Arthropoda</b>				
	Malacostraca			
		Decapoda		
			Geryonidae	
				Geryonidae indet.
			Munididae	
				<i>Munida</i> sp
<b>Mollusca</b>				
	Gastropoda			
		Littorinimorpha		
			Atlantidae	
				<i>Atlanta peronii</i> Lesueur,



	<b>1817</b>
Neogastropoda	
Raphitomidae	
	<b><i>Phymorhynchus</i> sp</b>
Thecosomata	
Cavoliniidae	
	<i>Cavolinia inflexa</i> (Lesueur, 1813)
	<i>Cavolinia tridentata</i> (Forsskål in Niebuhr, 1775)
	<i>Diacria quatridentata</i> (Blainville, 1821)
Creseidae	
	<i>Styliola subula</i> (Quoy & Gaimard, 1827)
Limacinidae	
	<i>Heliconoides inflatus</i> (d'Orbigny, 1834)
	<i>Limacina bulimoides</i> (d'Orbigny, 1834)
	<i>Limacina lesueurii</i> (d'Orbigny, 1835)
	<i>Limacina retroversa</i> (Fleming, 1823)
Scaphopoda	
Dentaliida	
Dentaliidae	
	<i>Fissidentalium capillosum</i> (Jeffreys, 1877)
Echinodermata	
Crinoidea	
Comatulida	
	<b>Comatulida indet.</b>
Ophiuroidea	
Euryalida	
Asteroschematidae	
	<i>Asteroschema inornatum</i> Koehler, 1906
Ophiurida	
Ophiotrichidae	
	<i>Ophiotrix fragilis</i> (Abildgaard, in O.F.Müller, 1789)

\*En color rojo, especies de las que solo han aparecido restos muy deteriorados y muertos en el momento de su recogida.

Todas las especies de la Lista faunística anterior fueron recogidas en la draga 1, a excepción de los restos de Coralliidae, de grandes dimensiones, que fueron recogidos en la draga 2. En total se han podido separar 26 taxones diferentes, de los cuales 22 se han podido identificar a nivel de género o especie. La identificación del Phylum Mollusca ha sido realizada por el experto malacólogo Gustavo Pérez-Dionis Molina.

Los corales *Metallogorgia melanotrichos*, *Bathypathes* cf. *patula* y *Solenosmilia variabilis*, así como el decápodo *Munida* sp y la ofiura *Asteroschema inornatum*, aparecieron en las dos dragas.

Destacar, por su importancia ecológica como especies estructurantes de hábitats, los restos de las scleractinias *S. variabilis* y de *Enalopsammia rostrata*, los corales negros



*Bathypathes* y *Stichopathes*, o la crisogorgidae *M. melanotrichos*, que en las dos dragas apareció acompañada de su ofiura asociada *Asteroschema inornatum*.

Ha sido identificada así mismo una especie de esponja carnívora de profundidad, *Cladorhiza abyssicola*.



Detalle del habitus de la esponja carnívora *Cladorhiza abyssicola*.



Scleractinia colonial, *Solenosmilia variabilis*, recogida con la DR1.



Scleractinia colonial, *Enallopsammia rostrata*, recogida en la DR1.



La ofiura *Asteroschema inornatum* sobre el coral *Metallogorgia melanotrichos*.



Lance	Phylum	Clase	Orden	Familia	Género	Taxa Final	Autor
DA1	Cnidaria	Anthozoa	Scleractinia	Caryophylliidae	<i>Desmophyllum</i>	<i>Desmophyllum dianthus</i>	(Esper, 1794)
DA1	Cnidaria	Anthozoa	Scleractinia	Dendrophylliidae	<i>Enallopsammia</i>	<i>Enallopsammia rostrata</i>	(Pourtalès, 1878)
DA1	Cnidaria	Anthozoa	Scleractinia	Caryophylliidae	<i>Solenosmilia</i>	<i>Solenosmilia variabilis</i>	Duncan, 1873
DA1	Cnidaria	Anthozoa	Alcyonacea	Isididae		<i>Isididae indet.</i>	
DA1	Echinodermata	Crinoidea	Comatulida			Comatulida indet.	
DA1	Porifera	Demospongiae	Poecilosclerida	Cladorhizidae	<i>Cladorhiza</i>	<i>Cladorhiza abyssicola</i>	Sars, 1872
DA1	Arthropoda	Malacostraca	Decapoda	Munididae	<i>Munida</i>	<i>Munida</i> sp	
DA1	Echinodermata	Ophiuroidea	Ophiurida	Ophiotrichidae	<i>Ophiothrix</i>	<i>Ophiothrix fragilis</i>	(Abildgaard, in O.F. Müller, 1789)
DA1	Echinodermata	Ophiuroidea	Euryalida	Asteroschematidae	<i>Asteroschema</i>	<i>Asteroschema inornatum</i> <i>Metallogorgia</i>	Koehler, 1906
DA1	Cnidaria	Anthozoa	Alcyonacea	Chrysogorgiidae	<i>Metallogorgia</i>	<i>metalnotrichos</i>	(Wright & Studer, 1889)
DA1	Cnidaria	Anthozoa	Antipatharia	Antipathidae	<i>Stichopathes</i>	<i>Stichopathes</i> sp	
DA1	Cnidaria	Anthozoa	Antipatharia	Schizopathidae	<i>Bathypathes</i>	<i>Bathypathes cf. patula</i>	Brook, 1889
DA1	Arthropoda	Malacostraca	Decapoda	Geryonidae		Geryonidae indet.	
DA1	Porifera	Demospongiae	Astrophorida	Ancorinidae	<i>Jaspis</i>	<i>Jaspis cf. johnstonii</i>	(Schmidt, 1862)
DA1	Mollusca	Gastropoda	Neogastropoda	Raphitomidae	<i>Phymorhynchus</i>	<i>Phymorhynchus</i> sp	
DA1	Mollusca	Scaphopoda	Dentaliida	Dentaliidae	<i>Fissidentalium</i>	<i>Fissidentalium capillosum</i>	(Jeffreys, 1877)
DA1	Mollusca	Gastropoda	Thecosomata	Limacinidae	<i>Heliconoides</i>	<i>Heliconoides inflatus</i>	(d'Orbigny, 1834)
DA1	Mollusca	Gastropoda	Thecosomata	Creseidae	<i>Styliola</i>	<i>Styliola subula</i>	(Quoy & Gaimard, 1827)
DA1	Mollusca	Gastropoda	Thecosomata	Cavoliniidae	<i>Diacria</i>	<i>Diacria quadridentata</i>	(Blainville, 1821)
DA1	Mollusca	Gastropoda	Thecosomata	Cavoliniidae	<i>Cavolinia</i>	<i>Cavolinia inflexa</i>	(Lesueur, 1813)
DA1	Mollusca	Gastropoda	Thecosomata	Limacinidae	<i>Limacina</i>	<i>Limacina lesueurii</i>	(d'Orbigny, 1835)
DA1	Mollusca	Gastropoda	Littorinimorpha	Atlantidae	<i>Atlanta</i>	<i>Atlanta peronii</i>	Lesueur, 1817
DA1	Mollusca	Gastropoda	Thecosomata	Cavoliniidae	<i>Cavolinia</i>	<i>Cavolinia tridentata</i>	(Forsskål in Niebuhr, 1775)
DA1	Mollusca	Gastropoda	Thecosomata	Limacinidae	<i>Limacina</i>	<i>Limacina bulimoides</i>	(d'Orbigny, 1834)
DA1	Mollusca	Gastropoda	Thecosomata	Limacinidae	<i>Limacina</i>	<i>Limacina retroversa</i>	(Fleming, 1823)
DA2	Cnidaria	Anthozoa	Antipatharia	Schizopathidae	<i>Bathypathes</i>	<i>Bathypathes cf. patula</i>	Brook, 1889
DA2	Arthropoda	Malacostraca	Decapoda	Munididae	<i>Munida</i>	<i>Munida</i> sp	
DA2	Echinodermata	Ophiuroidea	Euryalida	Asteroschematidae	<i>Asteroschema</i>	<i>Asteroschema inornatum</i> <i>Metallogorgia</i>	Koehler, 1906
DA2	Cnidaria	Anthozoa	Alcyonacea	Chrysogorgiidae	<i>Metallogorgia</i>	<i>metalnotrichos</i>	(Wright & Studer, 1889)
DA2	Cnidaria	Anthozoa	Scleractinia	Caryophylliidae	<i>Solenosmilia</i>	<i>Solenosmilia variabilis</i>	Duncan, 1873
DA2	Cnidaria	Anthozoa	Alcyonacea	Coralliidae		<i>Coralliidae indet.</i>	



## ANEXO II: Diario de la campaña VULCANA 0515

### Pablo Lozano Ordoñez

Días antes de comenzar la campaña hubo un importante cambio. Eugenio Fraile, investigador del Centro Oceanográfico de Canarias del Instituto español de Oceanografía (IEO) y líder del proyecto VULCANA, tuvo que delegar su responsabilidad de jefe de campaña para encargarse de la encomienda de asesorar en aspectos de oceanografía al Comité Técnico y de Coordinación creado por el Gobierno ante la crisis del buque ruso *Oleg Naydenov*.

La ausencia de Eugenio introdujo algunas variaciones al plan inicial. Para empezar Juan Tomás Vázquez, geólogo del Centro Oceanográfico de Málaga del IEO, asumiría el papel de jefe de campaña. Por otro lado, algunas maniobras tendrían que no hacerse, debido a la dificultad que conllevan y la experiencia que requieren. Se trata de los *tow-yos*, que consiste en lanzar e izar la roseta mientras se arrastra y conseguir perfiles horizontales en forma de uve. Pero ya hablaremos de esto cuando llegue el momento...

A bordo del *Ángeles Alvariño*, viajamos 27 personas, de los cuales 11 somos científicos. Carmen Presas, investigadora de Centro Oceanográfico de Canarias del IEO, y Paula Sola, estudiante de física de la Universidad de La Laguna, se encargan de los muestreos con roseta, principalmente de la medida de parámetros físicos con los sensores que porta este instrumento. Pepe Escánez, químico en el IEO de Canarias, analizará el oxígeno disuelto y los nutrientes en las muestras de agua. Marta González, bióloga de la Universidad de La Laguna, y Anna Arias, también bióloga pero de la Universidad de Barcelona, se ocuparán de las pesca de plancton. Y, por último, estamos el equipo de geología, compuesto por Juan-Tomás Vázquez y Desirée Palomino, geólogos del Grupo de Geociencias Marinas (GEMAR) del Centro Oceanográfico de Málaga del IEO; David Canabarro, científico de la Armada Brasileña que realiza una estancia postdoctoral en este mismo grupo; Olvido Tello, geóloga y experta en SIG del IEO en Madrid; Stavros Meletlidis, vulcanólogo del Centro Geofísico de Canarias del Instituto Geográfico Nacional; y yo, que trabajo en el gabinete de prensa del IEO y realizo mi tesis doctoral en el grupo GEMAR sobre cartografiado de hábitats.

#### 5 de mayo. Día 1 de la campaña VULCANA: Llegamos al volcán del Medio

Zarpamos a las 8 horas de Santa Cruz de Tenerife. Tras hora y media de navegación, y con un tiempo espléndido, nos aproximamos al volcán del Medio (o de Enmedio) guiados por la última batimetría de la zona, que se realizó en el *Hespérides* en 1998, y para comprobar el funcionamiento de la sonda multihaz, hicimos una primera pasada.

La base del volcán se encuentra a algo más de 2000 metros, profundidad límite de la EM710 que porta el buque *Ángeles Alvariño*. Serán necesarias muchas pasadas por encima del volcán a una velocidad muy baja para poder obtener una cartografía de buena resolución.

Tras esta prueba, al equipo de geología nos toca esperar y dar paso a biólogos y físicos, que muestrearon primero el plancton con redes y luego las propiedades físico-químicas del agua con la roseta desde la superficie hasta escasos 5 metros sobre la cumbre. Hicieron la misma operación en otro pequeño cono, a una milla del principal y, llegada la noche, ya a las 20 horas, empezamos los turnos los geólogos para cartografiar el volcán hasta las 8 de la mañana.

#### 6 de mayo. Día 2 de la campaña VULCANA: Sorpresa en la cima

El primer día se hizo largo. Después de dormir poco, probar la sonda multihaz y hacer las primeras estaciones en la cumbre del volcán y el cono vecino, comenzamos con el



tedioso trabajo del cartografiado. Comenzaba el primer turno a las 20 horas, con Tomás y Stavros. Se diseñó una densa malla de transectos, líneas paralelas y transversales muy cerca la una de la otra que recorrimos lento –a 5 nudos- para tratar de obtener la batimetría de un volcán que se encuentra a una profundidad al límite del alcance de la sonda. Cubrimos la malla en 12 horas, unos 120 kilómetros que recorrimos en tres turnos de trabajo. A las 12 de la noche dimos el relevo a Tomás y a Stravos, Olvido y yo. Y de 4 a 8 terminarían la cartografía Desirée y David.

A las 8 de la mañana, tras el desayuno, comenzarían las dragas de roca. La primera desde la ladera sur hacia la cima, empezando a unos 1800 metros de profundidad y terminando en la cumbre a 1600, barriendo un transecto de entre 300 y 500 metros. La maniobra también se hizo al límite del barco. Se largaron casi al completo los 3000 metros de cable que tiene la maquinilla de popa y, tras cerca de dos horas, llegó la sorpresa: entre rocas volcánicas y sedimentos, se recogieron grandes cantidades de corales de aguas profundas y multitud de especies asociadas. Los científicos a bordo poco más pudimos hacer que observar con asombro y preguntarnos unos a otros que eran unos y otros organismos y acordarnos cada uno de nuestros amigos bentólogos. ¡Lo contentos que se habrían puesto! Guardamos kilos de corales y multitud de especies que habitan estos ecosistemas profundos para que los expertos en la materia que tiene el IEO, como Marcos González, doctorando del Centro Oceanográfico de Canarias, puedan identificarlos. No estaba entre los objetivos de la campaña el estudio de los hábitats ni la recogida de fauna bentónica así que improvisamos unas cajas y guardamos algunas muestras.

Mientras, los expertos geólogos se apresuraban a apartar los corales en busca de la roca volcánica dragada. Se obtuvieron fragmentos muy alterados de color rojo y amarillo. Escorias, explicaba Stavros que se denominan, un material que podría pertenecer a un punto de emisión en los flancos del volcán con una intensa actividad hidrotermal, añadía el científico del IGN.

Iniciamos la navegación al siguiente punto de muestreo en la cara oeste del volcán, donde la batimetría mostró un escarpe en la ladera. Repetimos la maniobra: se lanza la draga a unos 1800 metros, se larga algo más de cable y comienza el arrastre a poco más de 1 nudo. Tras una hora de izado, la tripulación descarga una nueva muestra en la popa del *Alvariño*. De nuevo kilos y kilos de corales sobre roca volcánica. Esta vez de mayor porte, algunos fragmentos tenían el tamaño de un brazo y mostraban cortes con cientos de anillos concéntricos que podrán servir para conocer su edad. De nuevo científicos y estudiantes nos abalanzamos sobre la montaña de coral y roca buscando entusiasmados nuevas sorpresas.

Aquí las rocas observadas fueron diferentes. Grandes bloques de basalto muy denso y de color negro que los expertos creen que sería material cercano al punto central de la emisión, la cual, al menos en la zona dragada no parece muy reciente viendo el tamaño de los corales que aparecían fijados al basalto. Si bien la presencia de rocas con distinto grado de alteración incluso alguna en estado muy fresco todavía deberá hablar sobre la compleja evolución de este volcán.

Sin embargo es muy pronto y las muestras muy puntuales para determinar la actividad del volcán. Habrá que esperar al estudio físico-químico del agua circundante para comprobarlo.

A las 19 horas dábamos por concluido el trabajo en el volcán del Medio por el momento y poníamos rumbo a la isla de El Hierro para comenzar una nueva batimetría del sur de la isla que ampliaríamos a la costa noroeste.



## **7 y 8 de mayo. Días 3 y 4 de la campaña VULCANA: el tedio de la cartografía, llegamos a El Hierro**

A las 4.45 de la madrugada del día 7 de mayo llegamos a El Hierro y a 1600 metros de profundidad lanzamos un perfilador que mide la velocidad de propagación del sonido en toda la columna de agua y que sirve para calibrar la sonda multihaz con la que obtenemos la batimetría. Desde hoy y hasta el 9 de mayo haremos exclusivamente barridos de multihaz y perfiles de EK60 que nos advertirían de posibles emisiones en el fondo. Para ello, el equipo de geología, que componemos seis científicos, hacemos por parejas dos turnos de cuatro horas para mantener la sonda trabajando en todo momento y aprovechar al máximo el elevado coste del buque. Vamos anotando las coordenadas de cualquier anomalía que observamos en la EK60, la misma que se utiliza en pesca para observar cardúmenes, para que pueda el equipo de oceanografía física y química recoger muestras y hacer perfiles con la roseta en esos puntos cuando comiencen su trabajo el día 9.

El turno de mañana es muy cómodo. Me despierto un rato antes de mi turno de comida, que es a las 11 de la mañana. Sí, a las 11. A las 12 Tomás y Stravos nos ponen al día de las novedades y Olvido y yo les contamos el menú, siempre abundante, variado y muy rico. Nos sentamos frente a las pantallas y charlamos mientras el buque recorre las líneas que hemos pintado previamente. Cuando el barco llega el final, elegimos la siguiente y llamamos por walky al puente para avisarles de que pueden cambiar la línea cuando estimen oportuno. Grabamos el archivo e iniciamos uno nuevo. Anotamos en un estadillo la profundidad, el número de haces que emite la sonda, la cobertura en metros que alcanza, la velocidad del buque y el nombre del archivo de multihaz y su correspondiente perfil de sonda EK60. Y así cuatro horas. La conversación es amena, de vez en cuando sales a cubierta a coger un poco de aire y algo de 3G y vuelves a tu silla. Completas unas pocas líneas paralelas y cuando te quieres dar cuenta son las 16. Una siesta, un paseo por la borda, un poco de lectura, escritura y a las 19 comienza el primer turno de cena. Otra siesta y a pelearme un rato con la tesis.

Otro cantar es el turno de la noche. El movimiento del barco agota, y ni dos siestas y dos cafés me mantienen al 100 por 100. Hacer la batimetría es un trabajo tedioso que depara pocas sorpresas mientras se realiza. Sin embargo es básica para muchos estudios y aporta una información importantísima una vez procesada.

Continuamos toda la noche terminando la batimetría. Acabamos las últimas líneas en la costa oeste, frente al faro de Orchilla y volvimos hacia La Restinga cubriendo algunas zonas donde el mal tiempo había introducido muchos errores debido al cabeceo del buque. Tratamos primero de cubrir la zona más profunda, hasta la isobata de 1500 metros, pero el viento y el fuerte oleaje lo hizo imposible y navegamos hasta el volcán para terminar las líneas que quedaban por cubrir.

## **9 de mayo. Día 5 de mayo de la campaña VULCANA: Cazadores de plumas**

Después de 80 horas seguidas barriendo la isla con la multihaz para obtener una nueva batimetría, comenzaba la caza de las anomalías observadas en los perfiles de la EK60 para tratar de comprobar, midiendo parámetros físico-químicos del agua, si estas anomalías eran o no surgencias del fondo. Comenzaba una emocionante maniobra que requirió de la coordinación del puente, el laboratorio de acústica y los responsables del muestreo con roseta.

Navegamos hacia las coordenadas de una anomalía detectada en el perfil de la EK60 en los primeros barridos de la mañana, cerca de la ladera del cono principal del volcán. El jefe de campaña, Tomás Vázquez, guiaba al capitán en el puente. Olvido y



yo, que estábamos de guardia, dábamos apoyo desde el laboratorio de acústica para detectar la anomalía. Y Carmen y Paula preparaban la roseta para lanzarla justo cuando estuviésemos sobre ella.

La EK60 mostró la pluma y la tripulación largó la roseta. Esta sonda, utilizada principalmente en pesca, va mostrando la presencia de objetos en la columna de agua bajo el barco en cada instante y va quedando dibujado en la pantalla en un perfil temporal. La coordinación fue perfecta y se podía observar como la roseta iba bajando y se aproximaba a la pluma. La expectación era enorme. Científicos y tripulación nos agolpábamos en el laboratorio seco, desde donde Carmen y Paula controlaban la roseta. Sus sensores iban dibujando en la pantalla perfiles de los diferentes parámetros que mide: temperatura, salinidad, presión,... pero la atención se centraba en uno: el ORP, que mide la óxido-reducción y que los expertos esperaban que mostrase un descenso importante al pasar sobre la pluma. Pero antes de cruzar la roseta la anomalía, ésta desapareció. En un primer momento se creyó que la deriva del buque nos había hecho alejarnos de la anomalía. Volvimos a la posición exacta original, pero no se observaba nada. Esperamos en la posición y empezaron a aparecer pequeñas plumas que iban disipándose y se empezó a pensar que se trataba de una emisión intermitente. Se mantuvo la roseta a unos 100 metros de profundidad esperando que surgiese una nueva pluma. Al rato lo hizo, y se largó la roseta. Esta vez se observó con claridad como atravesó la anomalía en la EK60, sin embargo, ni el perfil del ORP ni ningún otro se vieron alterados.

Continuamos hacia una segunda anomalía pero resultó ser muy pequeña, al menos durante el momento que estuvimos. Se hizo una draga también sobre la zona y se recuperó material reciente de la colada que aparecía colonizado por pequeños gusanos.

Siguiendo el plan programado, dimos por concluido el día de trabajo y nos dirigimos al puerto de La Estaca para realizar un cambio de personal. Embarcó el equipo de oceanografía química que lidera Magdalena Santana de la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Magdalena, junto a Carolina Santana, doctoranda que está estudiando la evolución del ión  $Fe^{2+}$  en la zona, prepararon de inmediato su laboratorio a bordo e instalaron, con la ayuda de Carmen, nuevos sensores en la roseta. Uno de ellos un pehachímetro de gran precisión, que podría quizás ser la clave para corroborar la existencia de las escurridizas plumas que mostró la sonda.

Mientras tanto el resto aprovechamos para poner los pies en firme. Paseos, carreras y un baño en el muelle antes de subir a Valverde a cenar científicos y tripulación. Un merecido descanso para desconectar de haces, plumas, rosetas y dragas.

### **10 de mayo. Día 6 de la campaña VULCANA: De vuelta al mar**

El domingo a primera hora, Tomás atendía a un equipo de Televisión Canaria mientras Olvido y Stavros recogían sus cosas para desembarcar. Ha sido un placer compartir aventura con ambos. Se les echará de menos, especialmente a mi compañera de guardias. La convivencia a bordo es intensa y es curioso como enseguida te sientes como en casa y en familia. Las campañas oceanográficas son auténticos catalizadores de amistades.

Salimos del puerto de La Estaca a las 9 de la mañana. Carmen, Paula, Marta, Anna, Magdalena, Carolina y Pepe comenzaban el estudio físico-químico y biológico de la columna de agua continuando así con el seguimiento del ecosistema marino tras la emisión submarina del volcán de El Hierro en octubre de 2011. Se engrosa así una serie de datos con un valor científico incalculable. Con ésta son 19 las campañas realizadas en la zona, que se ha convertido en un laboratorio natural para el estudio del efecto de los cambios ambientales en los ecosistemas.



Para dar continuidad a esta serie, se diseña un plan de muestreo que consiste en un conjunto de estaciones equidistantes que forman una densa malla en torno al volcán submarino. En cada estación se larga la roseta que porta una serie de sensores que miden en continuo varios parámetros físicos: en este caso, temperatura, presión, conductividad, óxido reducción, pH, fluorescencia y transmitancia. Además, la roseta alberga una serie de botellas que permiten tomar muestras de agua a las profundidades deseadas que posteriormente analizan el equipo de químicos.

Se repite la misma operación en todos los puntos de la malla, exactamente en los mismos lugares campaña tras campaña: el buque se posiciona con el sistema de posicionamiento dinámico que le permite permanecer estacionado siempre en el mismo punto y, desde el laboratorio multipropósito, Carmen da la orden de largar la roseta con sus sensores activados y sus 24 botellas listas para recoger agua. Poco a poco se hace descender hasta que llega a cinco metros sobre el fondo y en las pantallas van dibujándose los diferentes perfiles. Una vez en el fondo, se inicia la maniobra de virada y se van cerrando las botellas a las profundidades que se desea.

Con la roseta a bordo, comienza una carrera contrarreloj para recoger con rapidez las muestras antes de comenzar la siguiente maniobra. Cada botella tiene un pequeño grifo que se utiliza para llenar diferentes recipientes para estudiar diferentes parámetros. Unos se analizan a bordo y otros se fijan y almacenan para analizarlos en el laboratorio. Pepe toma una muestra para estudiar a bordo el oxígeno disuelto y guarda otra para analizar el contenido de nutrientes en el laboratorio del IEO en Canarias. Por otra parte, Magdalena se encarga de analizar el pH y Carolina el contenido de hierro 2 del agua. Además fijan otras muestras para medir ya en laboratorio el carbono total, la alcalinidad, metales pesados y la diversidad y abundancia de bacterias.

Tras el muestreo físico-químico, Marta y Anna preparan la red de plancton para muestrear la columna de agua desde 200 metros –donde los haya- hasta superficie. Con la ayuda de la tripulación, sumergen la red y, una vez alcanzada la profundidad deseada, se inicia la virada a superficie. Con una manguera se limpia bien la red antes de ponerla en cubierta para que todo el material llegue a los colectores. Se anota la hora de largada y virada para calcular el volumen de agua filtrado y por último la muestra se guarda, la mitad en botes con formol para estudiar la biodiversidad y la otra mitad se congela para estudiar la biomasa.

Se repitió la maniobra cinco veces más, en cinco de las 14 estaciones de la malla de muestreo.

Después, a las 18 horas, nos acercamos al puerto de La Restinga –aprovechando el tránsito para cubrir algunos errores en la batimetría- para recoger en zodiac a María Gómez, geóloga del IEO en Madrid. Mi nueva compañera de guardias.

Llegó la noche y con ella el turno nuevamente de la acústica. Esta noche empezábamos con los perfiles de TOPAS, una sonda que permite observar la naturaleza de las primeras capas del subsuelo. Al contrario que la EK60, que emite y recibe en la misma frecuencia, la TOPAS envía dos frecuencias que se combinan al llegar al fondo dando una tercera que es la que penetra el subsuelo y que a su vuelta detecta el barco. Se hicieron ocho perfiles atravesando el volcán y la colada a una velocidad de cuatro nudos. Tomás, experto en el análisis de estos perfiles, nos mostraba donde aparecían deslizamientos y posibles capas de materiales de origen hidrotermal, donde los demás solo veíamos sombras.

Los últimos perfiles de TOPAS los acabamos María y yo. Al terminar apagamos la TOPAS y encendimos de nuevo la ecosonda multihaz para cubrir una nueva malla de mayor densidad sobre el volcán y la colada para obtener una batimetría de muy alta



resolución. Desirée terminaría la malla y cubriría algunas líneas al oeste para corregir errores en zonas donde el mal tiempo afectó a la adquisición de los datos en días previos.

Con las primeras luces, comenzaba nuevamente el muestreo con roseta. Y es que el barco no para de trabajar.

### **11 de mayo. Día 7 de la campaña VULCANA: lo sistemático y lo puntual.**

La investigación marina es una mezcla de mucha rutina y pequeños e intensos momentos emocionantes, y hoy fue un buen reflejo de ello.

A primera hora de la mañana continuaban los muestreos físico-químicos y biológicos en la columna de agua en las estaciones que quedaban por cubrir. Una vez más el ritmo era frenético en el laboratorio húmedo. Se medía oxígeno disuelto, pH y el ión  $Fe^{2+}$  a bordo, y se fijaban y guardaban muestras, cada una siguiendo un protocolo muy preciso, para medir en laboratorio parámetros como el carbono inorgánico total, la alcalinidad, la concentración de nutrientes o la de metales pesados. Y se tomaban también muestras de plancton que se conservaban en formol. Por otro lado, desde el laboratorio multipropósito, se controla la adquisición de los datos físicos que miden los sensores de la roseta en cada estación.

Mientras se cumplía con estas labores rutinarias que permiten mantener una serie temporal de un valor científico enorme, Desirée continuaba procesando la batimetría y anotando los errores que deberíamos cubrir llegada la noche. La rutina de los geólogos.

Unos muestreos sistemáticos que pueden parecer redundantes pero que son la base de un ambicioso proyecto que permitirá conocer, con gran detalle, la evolución del ecosistema entorno a el volcán submarino una vez se analicen en su conjunto los datos de esta serie, que se remonta ya a 2011.

Pero entre horas de rutina, siempre hay momentos emocionantes. Muestreos puntuales en los que todos los presentes soñamos con presenciar algo único. Con esa motivación, y una vez cubiertas las estaciones de muestreo programadas, nos dirigimos nuevamente al lugar donde se detectó dos días antes una enorme anomalía. Carmen comunicó las coordenadas a puente y el capitán puso rumbo a esta zona. En el laboratorio de acústica observábamos las pantallas expectantes. El barco se aproximaba al punto y, nada más posicionarse, la ecosonda EK60 mostraba una vez más la pluma, algo tímida por el momento. El barco mantuvo la posición mientras se preparaba la roseta, que en pocos minutos ya estaba en el agua a la espera de que la anomalía aumentase su tamaño en la sonda. Se observaba el mismo patrón que la última vez: la pluma aparecía y desaparecía, a veces con más fuerza y otras con menos. Esta vez la roseta iba mejor equipada desde que embarcase el equipo de oceanografía química. Después de un rato con la roseta largada a unos 50 metros del fondo, la sonda mostró un crecimiento considerable de la pluma y se bajó la roseta. En la pantalla de la EK60 se podía ver con claridad cómo la roseta atravesaba la anomalía y se posicionaba donde el color era más intenso. Sin embargo, ningún sensor mostraba nada raro. La pluma seguía creciendo y la roseta se mantenía en su interior, pero nada. Ni Magdalena, ni Tomás, ni Carmen, ni nadie encontraba explicación para que ningún sensor mostrase cambios en el interior de la pluma. Entre ellos hablaban que el sensor de transmitancia debería detectar la anomalía si se tratase de material en suspensión, el peachímetro indicaría su presencia si se tratase de gas y el ORP tendría que mostrar un importante descenso de ser un flujo hidrotermal. Era evidente que algo pasaba en el fondo pero era un misterio la composición de la anomalía. Se mantuvo la roseta a tres metros del fondo y fueron varias las plumas que la envolvieron. Pero nada. Finalmente se recogió agua cuando



más intensa parecía y se izó la roseta para tomar las muestras. Habrá que esperar a los análisis en laboratorio y al procesado de los datos al detalle para comprobar la naturaleza de estas anomalías. La decepción era evidente entre los presentes pero la emoción del muestreo mereció la pena.

### **12 de mayo. Día 8 de la campaña VULCANA: primeros tow-yos**

Tras una noche con rachas de 50 nudos de viento, poco se pudo mejorar la cartografía realizada en estos días. Algunos huecos se rellenaron, pero pocos.

Por la mañana no mejoró demasiado el tiempo pero aun así, se llevaría a cabo la maniobra más nombrada en estos días y que poco a poco hemos aprendido todos a pronunciar: los *tow-yos*.

Se trata de una maniobra muy delicada que requiere mucha experiencia y una gran coordinación entre el puente y el laboratorio multipropósito. Consiste en recorrer una serie de transectos arrastrando la roseta muy cerca del fondo para obtener medidas en continuo y tratar de localizar emisiones durante el recorrido.

Carmen fue la responsable de dirigir la operación y controlar la profundidad de la roseta mientras el barco navegaba muy lento, a menos de un nudo. La roseta comienza a unos 40 metros sobre el fondo y se baja hasta situarse a dos o tres metros para volver a 40 y así sucesivamente obteniendo un perfil que recorre las laderas y cumbres de los conos principal y secundarios. El tiempo no era el más adecuado y en ocasiones el balanceo del buque hacía descender la roseta más de dos metros, lo que hacía todavía más arriesgado el muestreo. Cada línea eran entre 45 y 60 minutos en los que Carmen debía mantener la concentración al máximo. Magdalena a un lado y Paula al otro avisaban de la profundidad en todo momento y anotaban cualquier anomalía.

Se realizaron tres *tow-yos* atravesando el volcán en diferentes direcciones y cuando el barco se posicionó para realizar el cuarto, se levantaron rachas de viento de 50 nudos y hubo que buscar resguardo en el Mar de Las Calmas. Se hizo un segundo intento pero, pese a que el viento había amainado, el oleaje imposibilitaba la maniobra.

El tiempo seguía empeorando y se dejaron los últimos *tow-yos* para el día siguiente. Volvimos al Mar de las Calmas, en la costa suroeste de la isla, a refugio del oleaje. Es impresionante como puede cambiar el tiempo en pocos metros. Aprovechamos la tarde para cubrir alguna líneas de multihaz muy cerca de la costa, tratando de exprimir el tiempo disponible de buque allí donde la meteorología lo permitía.

### **13 de mayo. Día 9 de la campaña VULCANA: al mal tiempo buena cara**

Tras una noche más completando la batimetría continuaríamos a las 8 de la mañana con los últimos *tow-yos*.

El tiempo seguía sin sonreírnos aunque parecía que por las mañanas daba un poco de tregua. Pudieron completarse los tres *tow-yos* que quedaban pendientes y aún hubo tiempo de muestrear con la roseta tres de las anomalías registradas durante estas maniobras. La sonda EK60 seguía mostrando grandes e intensas plumas pero los sensores de la roseta solo registraban ligeras variaciones en los parámetros físicos. Una vez más, habrá que esperar a los análisis de laboratorio y al procesado al detalle de los perfiles y datos oceanográficos para conocer la naturaleza de estas anomalías.

El mar se iba embraveciendo pero todavía habría tiempo de tomar muestras de roca sobre las zonas donde se observaron las plumas. Se hicieron dos dragas y el material obtenido se guardó y etiquetó para su análisis en laboratorio. Estas serían las últimas maniobras que el tiempo permitiría hacer en cubierta.

Pese al temporal, Juan Tomás se negaba a volver al refugio del Mar de las Calmas sin



antes aprovechar al máximo el tiempo en el *Ángeles Alvariño*, un tiempo muy valioso del que no es fácil disponer.

Ya que los muestreos en cubierta eran imposibles, había que pensar e improvisar cómo sacar todo el partido al barco y Tomás dibujó nuevos transectos sobre el volcán –coincidiendo con el trazado de los *tow-yos*- que recorreríamos utilizando un complemento de la sonda multihaz que no suele utilizarse y que sin embargo puede aportar información muy interesante. Se trata del *water column*, un complemento que al activarlo registra el eco de los haces que rebotan en la columna de agua en lugar de los que rebotan en el fondo. Los archivos generados son enormes pero una vez procesados pueden dar una imagen precisa de las anomalías en la columna de agua.

El mar se ponía cada vez peor pero Tomás insistía en aprovechar el tiempo e intentamos comenzar nuevos perfiles de TOPAS. Pero ya era demasiado. Las rachas de viento superaban los 50 nudos y los registros de la sonda eran muy malos. Así que no quedó otra: pusimos rumbo a al Mar de Las Calmas y por fin el barco mantuvo la horizontal. Esta noche no trabajaríamos y todos –incluso Tomás- agradecimos el descanso.

#### **14 de mayo. Día 10 de la campaña VULCANA: acorralados en el Mar de las Calmas**

Después de una noche a refugio, volvimos temprano a La Restinga. Pero hoy no existió la tregua de las mañanas. Los cabeceos del buque eran tremendos, los registros de las sondas pésimos y trabajar en cubierta imposible. En el volcán del Medio la previsión era todavía peor así que volvimos al refugio del Mar de Las Calmas.

Pasamos todo el día haciendo perfiles de TOPAS en esta zona entre La Restinga y el faro de Orchilla. Una zona en la que aparentemente no existen anomalías ni registros significativos de sismicidad. Nunca se habían hecho este tipo de perfiles en esta zona y a priori no parece que ofrezcan gran información debido a que, en este sustrato tan duro, la sonda no penetra demasiado. Sin embargo se apreciaron alguno deslizamientos y algunos depósitos en los canales. Además, nunca se sabe dónde podría ocurrir la próxima erupción y toda información de referencia es de gran valor.

Mientras terminábamos los perfiles de TOPAS, Tomás, Magdalena y Carmen planificaban el trabajo en el volcán del Medio con la esperanza de que el temporal nos diese una tregua. Allí quedaban dos días de trabajo durante los que, principalmente, cubriríamos las estaciones programadas con rosetas y redes para completar el primer estudio físico-químico y biológico de la columna de agua en torno al volcán.

Pero la opinión del capitán era bastante menos optimista. Las previsiones eran muy malas pero habría que intentarlo.

#### **15 de mayo. Día 11 de la campaña VULCANA: la última travesía**

Pasadas las 00 terminábamos el último perfil de TOPAS y poníamos rumbo al volcán del Medio. Salimos del Mar de Las Calmas y el tiempo se puso como nunca hasta ahora. A los que tenemos poca experiencia en el mar nos cuesta medir los temporales por la fuerza del viento o el tamaño de las olas. Mi escala al menos es mucho más sencilla y a la vez difícil de expresar con números. Por primera vez en estos días de mal tiempo, me resultaba imposible realizar muchas tareas cotidianas. Simplemente andar por el barco ya era complicado y tomarte un té o darte una ducha estaba descartado.

Teníamos unas 10 horas de travesía hasta el volcán del Medio, así que nos fuimos cada uno a su camarote a tratar de descansar. Pese al cansancio acumulado, dormir se hacía difícil. Con unos segundos de relativa calma tenía más que suficiente para conciliar el sueño pero de repente una enorme ola te despertaba con un nudo en el



estómago. Era como dormir en una montaña rusa. Mirabas por la ventana y veías el horizonte y en pocos segundos estabas varios metros bajo el agua.

A las 10 de la mañana llegábamos a la zona del volcán del Medio para lamentablemente confirmar que era imposible realizar ningún muestreo. Había que intentarlo.

El mar no siempre lo pone fácil y a veces directamente imposible. Y es una lástima, porque es un tiempo que ya no recuperas. La disponibilidad de buques oceanográficos es muy limitada y disponer de ellos requiere un trabajo previo tremendo. El presupuesto en ciencia es escaso y la competencia por disponer de los recursos es muy alta.

Sin embargo, aunque algo decepcionados, volvimos a puerto orgullosos del trabajo realizado. La mayor parte de las tareas programadas se realizaron con éxito y además se pudieron realizar muestreos no previstos que sin duda darán resultados muy interesantes.

Camino de Santa Cruz de Tenerife degustaríamos nuestro último almuerzo a bordo. Gracias a Manolo y Celso por esos manjares durante toda la campaña.

Gracias también a toda la tripulación que desde el primer día te hacen sentir como en casa. Antonio, el capitán; Darío y Moncho, los dos oficiales; Kevin, alumno en prácticas y compañero de camarote; Miguel, el contramaestre; Sergio, Insua y Arturo, de cubierta; Luis, el electrónico; Jorge, el informático; Tenorio, el jefe de máquinas; y Jose y Jose Manuel, también de máquinas.

Gracias a Eugenio por hacer posible este proyecto y darme la oportunidad de participar en él.

Gracias a Tomás por cómo ha tomado las riendas de la campaña, por sus lecciones y por cómo te hace partícipe de todo.

Y gracias al resto de compañeros por compartir con esa pasión vuestros conocimientos. Anna, Carmen, Carolina, David, Desirée, Magdalena, María, Marta, Olvido, Paula, Pepe y Stavros. Gracias.