



Dossier de Prensa

Campaña Antártica Española 2021-22

Proyectos de Investigación

Series Temporales

Proyectos de otras nacionalidades

Agencia Estatal de Investigación

Comité Polar Español

Unidad de Tecnología Marina – CSIC



Ejército de Tierra

Armada Española



Versión 22 de noviembre de 2021

Campaña Antártica Española

La Campaña Antártica Española constituye un modelo de cooperación entre diferentes instituciones públicas y privadas al servicio de la I+D+I, en el marco del Plan Estatal de Investigación Científica y Técnica y de Innovación. El Ministerio de Ciencia e Innovación financia la operación y mantenimiento de los buques 'Hespérides' y 'Sarmiento de Gamboa' y los gastos asociados a la logística general de la campaña, y colabora en los gastos de las bases antárticas españolas 'Gabriel de Castilla' y 'Juan Carlos I'. Por su parte, la Agencia Estatal de Investigación financia la mayoría de los proyectos de investigación. A través del Comité Polar Español se coordinan las actividades que los diferentes organismos desarrollan durante las campañas.

Las entidades participantes en estas actividades son la Unidad de Tecnología Marina del CSIC, que gestiona el Sarmiento de Gamboa y la BAE Juan Carlos I en la Isla Livingston y coordina la logística general de la campaña antártica; el Ejército de Tierra, que gestiona la BAE Gabriel de Castilla en la Isla Decepción y la Armada, que opera el BIO Hespérides. Tanto los buques como las bases antárticas forman parte del mapa español de Infraestructuras Científicas y Tecnológicas Singulares (ICTS), instalaciones, recursos o servicios excepcionales en su género, con un coste de inversión, mantenimiento y operación muy elevado y cuya importancia y carácter estratégico justifica su disponibilidad para todo el colectivo de I+D+I.

Más información:

AEI: f.bohoyo@igme.es Gestor del Programa Polar de la Agencia Estatal de Investigación

CPE: cpe@ciecnai.gob.es Comité Polar Español

Título: Eventos tectónicos y oceanográficos en el desarrollo de la Corriente Circumpolar Antártica (ACC) y su relación con la evolución paleoclimática y del casquete de hielos. Acrónimo: TASDRACC

Investigadores principales Sub1: C. Escutia y F. Jiménez-Espejo **Ref.:** CTM2017-89711-C2-1-P

Investigadores principales Sub2: F. Bohoyo y A. Maestro **Ref.:** CTM2017-89711-C2-2-P

Contacto: C. Escutia cescutia@ugr.es y F. Bohoyo f.bohoyo@igme.es twitter: [@TASMANDRAKE](https://twitter.com/TASMANDRAKE)

La campaña oceanográfica **DRACC2022** se desarrollará a bordo del Buque de Investigación Oceanográfica Hespérides codirigida por los **Dres. Carlota Escutia** (IACT-CSIC) y **Fernando Bohoyo** (IGME-CSIC) durante los meses de febrero y marzo de 2022, en el marco de los proyectos coordinados entre el Instituto Andaluz de Ciencias de la Tierra (IACT, CSIC-Univ. de Granada) y el Instituto Geológico y Minero de España (IGME-CSIC). La campaña tiene como objetivo identificar las edades de los principales eventos y procesos (tectónicos, oceanográficos y climáticos) que conducen a la separación de la Antártida de América del Sur y al desarrollo de la Corriente Circumpolar Antártica (CCA), y determinar su relación con la evolución climática global y la dinámica de los casquetes de hielo Antárticos,

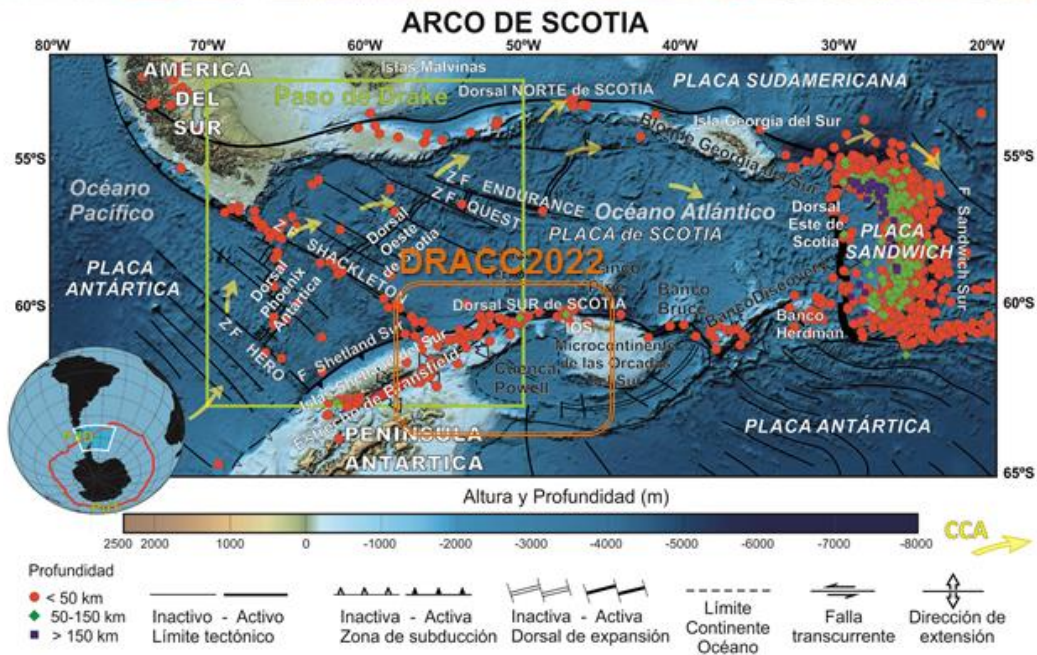
Hace unos 200 millones de años el hemisferio sur de nuestro Planeta estaba ocupado por el supercontinente Gondwana. La pieza central del puzle era la Antártida y anexionados a ella estaban las masas continentales que después serían Sudamérica, África, Australia, Nueva Zelanda, el Indostán, y Madagascar. Hace unos 180 millones de años comenzó la ruptura y progresiva separación y deriva de los continentes de Gondwana. Las dos últimas piezas en separarse fueron las conexiones de la Antártida con Tasmania y con Sudamérica. La apertura de los pasos oceánicos de Tasmania y de Drake (entre la Península Antártica y Sudamérica) favoreció el desarrollo de la CCA, que conecta todos los océanos meridionales. La CCA juega un papel muy importante en el clima de la Tierra, mediante la distribución del calor, los nutrientes, sal, carbono, así como en el intercambio de gases entre la atmósfera y el océano. Pese a su importancia en el Sistema Climático terrestre, aún existen numerosas incógnitas y controversias sobre su origen y evolución, que impiden el poder proyectar posibles cambios futuros en su dinámica forzados por el calentamiento global actual.

El calentamiento climático que sufre nuestro Planeta ha fortalecido los vientos del oeste del hemisferio sur y, aunque su efecto en la CCA no es todavía evidente, se teme que en un futuro provoque un desplazamiento de la CCA hacia el polo sur. Las consecuencias de este desplazamiento incluyen cambios en: el fortalecimiento del afloramiento oceánico, el transporte del calor y del carbono, y la estabilidad de ciertos sectores de los casquetes de hielo Antárticos y, por ende, el nivel del mar global, entre otras. Para poner estos cambios en perspectiva es fundamental mejorar nuestro conocimiento de las condiciones tectónicas, oceánicas y climáticas que han conducido al inicio y posteriores variaciones de la CCA, con hincapié en el estudio de su dinámica durante episodios cálidos del pasado con altas concentraciones de CO₂ atmosférico y temperaturas elevadas como las que se prevén durante este siglo (IPCC 2013).

Durante la Campaña Antártica DRACC2022 realizaremos estudios geofísicos (que permiten el estudio de la estructura de la corteza terrestre) y estudios geológicos (que permiten el estudio de condiciones ambientales pasadas incluida la evolución del clima terrestre en el pasado geológico). En concreto estudiaremos las cuencas oceánicas Powell y Ona y el Microcontinente de las Orcadas del Sur. Los estudios geofísicos y geológicos están enfocados a desvelar los procesos tectónicos, y condiciones oceanográficas y climáticas existentes en los últimos 35 millones de años. En este período incluye las primeras fases de la formación del paso Drake-Scotia mediante la separación del microcontinente de la Península Antártica y la formación de la Cuenca de Powell. Así mismo es durante este período que tienen

lugar tres de los umbrales más críticos en la evolución del clima terrestre. Se trata de entender que papel han jugado la apertura tectónica del Paso de Drake y el desarrollo de la CCA en estos umbrales.

La campaña cuenta con la participación de 20 investigadores del IACT, IGME y otras instituciones españolas (IEO-CSIC, Universidad de Salamanca, Instituto Hidrográfico de la Marina) y extranjeras (Stanford University y Colgate University (USA), Royal Holloway de Londres, Universidad de Bordeaux y Geological Survey of Denmark and Greenland.



El BIO Hespérides navegando entre hielos (Campaña Powell2020. Foto: Armada). Morfología de la Dorsal Phoenix-Antártica (Paso de Drake). Maniobra de obtención de testigos de gravedad (sedimentos). Testigo de gravedad abierto con sedimentos laminados. Apertura de testigos. Esquema geológico del Arco de Scotia.

Título del Proyecto: “Estructura Litosférica y Geodinámica de Powell-Drake-Bransfield Rift”

Investigador Principal: Manuel Catalán (Real Observatorio de la Armada)

Participantes:

Nombre	Institución	País
Roberto Cabieces	Real Observatorio de la Armada	España
Julián Fiz	Real Observatorio de la Armada	España
Victor de Ory	Real Observatorio de la Armada	España
Miguel Angel de la Fuente	Univ. Complutense de Madrid	España
Desiree Palomino	Inst. Español de Oceanografía	España
Marina Díaz	Instituto Nacional de Técnicas Aeroespaciales	España
José Luis García Bueno	Instituto Nacional de Técnicas Aeroespaciales	España
Yasmina Martos	NASA	EEUU
Alberto Santamaría	Univ. de Salamanca	España
Karina Fuentes	Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada	México
Florian Neumann	Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada	México

Este proyecto tiene su origen en un artículo publicado en 1982 por un geólogo llamado Walter Álvarez. Este geólogo es mundialmente conocido por haber sido quien propuso que el impacto de un meteorito en el Yucatán, hace 65 millones de años, había sido la causa de la extinción de los dinosaurios. En dicho artículo, publicado en 1982, postulaba la existencia de unas zonas geográficas por las que el océano Pacífico surtía de magma a otros océanos, posibilitando de esa manera que océanos como el Atlántico se expandieran, y por tanto que América se separara de Europa y de África unos pocos centímetros al año. Este hecho afectaría al proceso de apertura del océano Atlántico, pues caso de no recibirse dicho suministro, el proceso de apertura sería diferente, o incluso podría no mantenerse en el tiempo. Como posibles vías para recibir este material desde el Pacífico hacia el Atlántico, Álvarez proponía que esta transferencia tuviera lugar a través del Canal de Panamá y a través de la zona comprendida entre el cono sur de Sudamérica y la península Antártica, una zona conocida como Placa de Scotia.

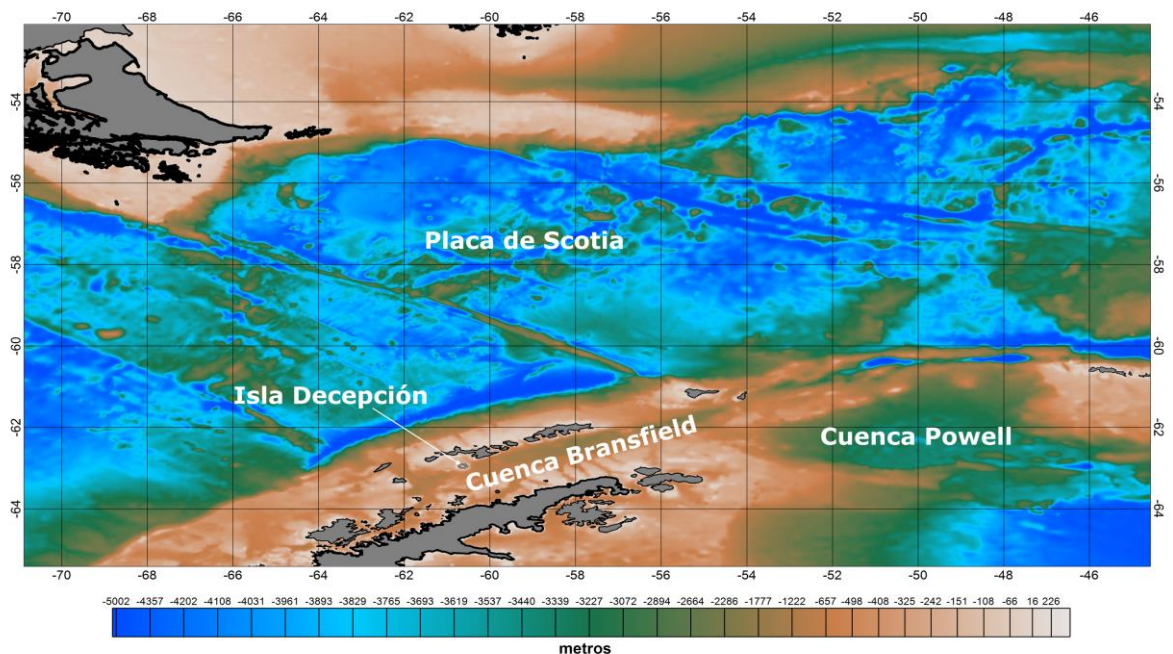
Este proyecto pretende aportar luz sobre la existencia de estas corrientes astenosféricas procedentes del Pacífico. Principalmente obtendrá datos de magnetismo marino y de flujo de calor que evidenciarán la validez de dicha propuesta. Asimismo, estudiará las cuencas Powell y Bransfield. En la primera se pretende determinar cuando comenzó a formarse y cuando finalizó, además de complementar el estudio de las corrientes astenosféricas y precisar el papel que en este pequeño océano pudieron jugar dichas corrientes. En el segundo escenario (Cuenca Bransfield) se estudiará la apertura del fondo marino, utilizando técnicas geofísicas, entre las que se incluirán medidas directas de flujo de calor en diversas localizaciones.

Adicionalmente se realizará el primer levantamiento magnético íntegro del volcán de la isla Decepción, así como la repetición de levantamientos geofísicos realizados en campañas marinas anteriores (1988, 1999 y 2008). Todo ello proporcionará información inédita desde el punto de vista de sus propiedades magnéticas, así como una monitorización sin precedentes de la situación volcánica de la isla.

En la campaña se aplicarán técnicas geofísicas clásicas (magnetismo marino en superficie, gravimetría, sísmica de refracción con sismómetros de fondo marino, batimetría multi-haz), así como se aplicarán técnicas novedosas en España como perfiles de magnetismo profundo, medidas directas de flujo de calor en el océano, o la utilización de medios aéreos no-tripulados (drone) para la realización de levantamientos magnéticos. La campaña está dirigida por el Real Instituto y Observatorio de la Armada, y participan

instituciones académicas españolas como la Universidad de Salamanca, o la Universidad Complutense de Madrid. También participan centros científicos nacionales como el Instituto Nacional de Técnicas Aeroespaciales (INTA), y el Instituto Español de Oceanografía, e internacionales como el Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada (Baja California -México), y el Goddard Space Flight Center de la NASA.

Este proyecto no solo pretende proporcionar información científica relevante, sino que también aportará otros beneficios desde un punto de vista técnico. En primer lugar, supondrá para España un salto cualitativo en el uso de técnicas de geofísica marina, al plantear la adquisición de datos magnéticos a más de 1500 m de profundidad. Esto es un reto que exigirá superar aspectos técnicos y de tratamiento de la información magnética no abordados hasta la fecha en nuestro país. Asimismo, supondrá un salto cualitativo a nivel internacional en el uso de determinadas técnicas de geofísica marina, y pondrá de manifiesto las ventajas de utilizar un drone con magnetómetro a bordo en una isla volcánica, frente a otros procedimientos siempre más costosos y menos eficientes, por el tiempo requerido para el levantamiento y por el esfuerzo en recursos humanos requerido.



PROYECTO: SEGUIMIENTO Y VIGILANCIA DE PROCESOS GEODINÁMICOS ACTIVOS MEDIANTE DEFORMACIÓN GEODÉSICA GNSS EN DIFERENTES ESCENARIOS (ANTÁRTIDA, GOLFO DE CÁDIZ Y LATINOAMÉRICA).

Acrónimo: GEODEF-GNSS

IP: Manuel Berrocoso Domínguez. Laboratorio de Astronomía, Geodesia y Cartografía. Facultad de Ciencias. Universidad de Cádiz. Correo-e: manuel.berrocoso@uca.es

PARTICIPANTES: Amós de Gil Martínez. Carlos González Bielsa. Belén Rosado Moscoso. Laboratorio de Astronomía, Geodesia y Cartografía. Facultad de Ciencias. Universidad de Cádiz.

RESUMEN: El proyecto GEODEF-GNSS plantea resolver problemas relacionados directamente con el seguimiento de procesos geodinámicos de carácter tectónico y/o volcánico mediante el parámetro deformación superficial a partir de observaciones de satélites GNSS. En este proyecto se afronta el diseño, desarrollo y adecuación de metodologías específicas para el tratamiento de observaciones GNSS según el propósito geodinámico y la precisión alcanzada; y de métodos y técnicas numéricas analíticas y estadísticas más precisas y eficientes para series temporales geodésicas. Estas actuaciones permitirán establecer estrategias adecuadas para la obtención de modelos geodinámicos; que permitan abordar el problema del pronóstico espacial y temporal. En deformación tectónica se incidirá en su modelización y seguimiento; y en deformación volcánica también en vigilancia. Se estudiará la deformación debida a la ocurrencia de terremotos dependiendo de su magnitud y distancia a las estaciones consideradas para pronóstico espacial de zonas de influencia. En volcanología, se diseñarán nuevos para localización de fuentes de presión litosférica y su evolución espacial y temporal. Se afrontará el desarrollo de aplicaciones automatizadas para, en situaciones de crisis volcánicas establecer pronósticos a corto plazo. En la Antártida se reobservará la Red Geodésica Antártica Española establecida en la región definida por la Península Antártica, Mar de Bransfield e islas Shetland del Sur con el objetivo de obtener modelos geodinámicos de carácter tectónico más precisos de la región. En la isla Livingston se diseñará y establecerá una red GNSS con características geodinámicas para estudiar las especificidades geodinámicas de Península Byers con respecto al resto de la isla Livingston e islas adyacentes (Decepción, Snow, Low).



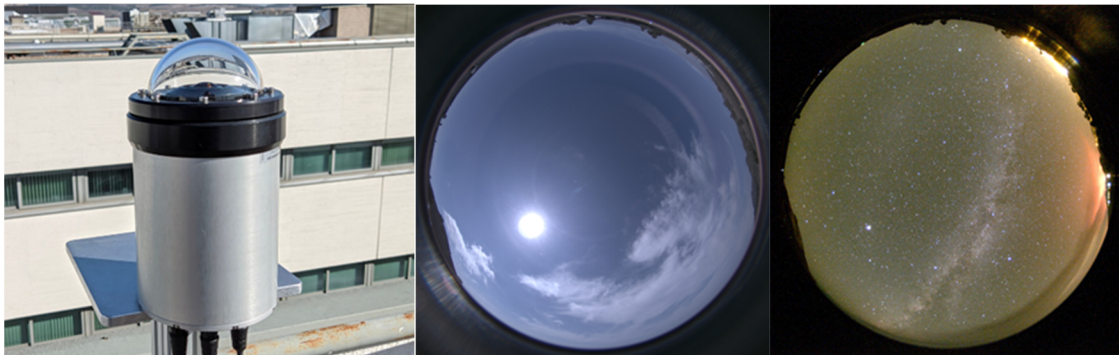
Vértice geodésico PING perteneciente a la red GNSS RGAE ubicado en la isla Pingüino.

Participación de la Universidad de Valladolid en la campaña Antártica 2021-2022 a través del proyecto ePOLAAR

El Grupo de Óptica Atmosférica de la Universidad de Valladolid (GOA-UVa) va a instalar una cámara de cielo en la base Juan Carlos I durante la campaña antártica 2021-2022 para poder estudiar en profundidad el aerosol presente en la Antártida. Además, las imágenes que proporcionará la cámara también serán de utilidad para cuantificar la cubierta nubosa sobre la base Juan Carlos I. Estas medidas se enmarcan dentro del proyecto ePOLAAR financiado por la Agencia Estatal de Investigación, en el que se investigan los aerosoles atmosféricos, nubes y vapor de agua en las regiones polares, tanto Ártica como Antártica.

Los aerosoles atmosféricos son partículas, sólidas o líquidas, que se encuentran en suspensión en la atmósfera. Estos aerosoles son capaces de absorber y dispersar en otras direcciones parte de la radiación solar incidente que llega a la Tierra. Por tanto, tienen un impacto directo sobre la energía solar que llega a la Tierra, jugando un papel determinante en el cambio climático. Cambios en la presencia de aerosoles provocan cambios en el clima, lo cual tiene un impacto de especial importancia en las zonas polares.

Existen diversidad de instrumentos para la medida y estudio de los aerosoles presentes en la columna atmosférica. Recientemente se ha comprobado que unos instrumentos útiles para este fin son las cámaras de cielo. Una cámara de cielo es un dispositivo que captura imágenes de todo el cielo, normalmente gracias a una lente de gran angular, y tiene la ventaja de no tener partes móviles y de aguantar bajas temperaturas, lo cual es crucial en las zonas polares. Estas imágenes proporcionan información de como la luz solar es dispersada por la atmósfera, en parte por los aerosoles, por lo que pueden ser utilizadas para extraer información de las partículas en suspensión.



Cámara de cielo que se instalará en la Base Juan Carlos I y dos ejemplos de imágenes capturadas de día y de noche por una cámara de cielo idéntica.

EREMITA- Raíces evolutivas de la tolerancia al estrés múltiple en plantas

Resumen: Hace unos 500 millones de años, comenzó la colonización del medio terrestre (hasta entonces la vida en la Tierra había sido exclusivamente acuática). En ese contexto las primeras plantas tuvieron que hacer frente fuera del agua a un ambiente hostil que implicaba nuevos desafíos. Es el caso de las fuertes oscilaciones térmicas, la exposición a elevadas dosis de radiación solar y el permanente riesgo de desecación. Ante estas adversidades ambientales, que técnicamente denominamos “estreses”, las plantas no pueden escapar como hacen los animales, y han tenido que desarrollar estrategias de “tolerancia”. Pero estos mecanismos de tolerancia al estrés no son gratuitos para la “economía energética” de las plantas y, de hecho, implican una disminución de los recursos que, en condiciones más favorables, se gastan en otros procesos como la fotosíntesis y en última instancia el crecimiento. El hecho es que en los últimos años hemos podido comprobar que algunas especies son capaces de combinar una elevada tolerancia al estrés con una alta tasa de fotosíntesis y, por lo tanto, de capacidad de crecimiento. Las “superplantas” que hemos encontrado habitan los lugares más hostiles del planeta, como desiertos, altas montañas y zonas polares. Por eso en esta campaña antártica nos vamos a dedicar a estudiar la tolerancia a los estreses ambientales en la vegetación de la Antártida marítima. En concreto, nos centraremos en evaluar la capacidad de los distintos grupos de organismos fotosintéticos que habitan este ecosistema para afrontar desecaciones intensas, temperaturas bajo cero y radiación ultravioleta. Para ello, emplearemos nuevos dispositivos desarrollados en nuestro proyecto de investigación. Este estudio nos puede permitir caracterizar plantas y mecanismos de enorme potencial para desarrollar una agricultura más sostenible y productiva.

Instituciones: Universitat de les Illes Balears (UIB), Universidad del País Vasco (UPV/EHU), Universidad de la Rioja (UR), Universidad de La Laguna (ULL).

Investigadores participantes en la campaña: José Ignacio García Plazaola (UPV/EHU), Javier Martínez Abaigar (UR), Encarnación Núñez Olivera (UR), Beatriz Fernández Marín (ULL), Irati Arzac (UPV/EHU), Xisco Castanyer (UIB)



Investigadores del proyecto tomando muestras de la vegetación antártica.

CONSECUENCIAS ECOLOGICAS Y EVOLUTIVAS DE LA PERSONALIDAD EN PINGÜINOS ANTÁRTICOS EN UN MUNDO CAMBIANTE (PERPANTAR)

Participantes:

Andrés Barbosa (Museo Nacional de Ciencias Naturales, CSIC)

Josabel Belliure (Universidad de Alcalá de Henares)

Miguel Motas (Universidad de Murcia)

Marta Esteban (Instituto de Salud Carlos III)

Ignacio Juárez (Universidad de Oxford)

Dentro del contexto de la investigación sobre la respuesta de los pingüinos antárticos al cambio climático, el proyecto PERPANTAR aborda las consecuencias ecológicas de las variaciones entre los diferentes individuos que constituyen rasgos de personalidad. La personalidad se define como los rasgos de la conducta que son consistentes en el tiempo y en diferentes contextos y que difiere entre los individuos de la misma especie. La caracterización como un síndrome donde los diferentes rasgos de comportamiento están presentes a la vez definen estas personalidades, de manera que individuos proactivos son más agresivos, tienden a ser más audaces, intrépidos y exploradores, mientras que individuos reactivos que son menos agresivos, tienden a ser tímidos y menos exploradores. La variación de la personalidad tiene consecuencias en la adecuación biológica que afectan a diferentes factores comportamentales y ecológicos, como las relaciones depredador-presa, interacciones parasito-hospedador, competencia, sociabilidad, apareamiento, crianza, cuidado parental, demografía, dispersión, colonización, distribución en los hábitats, entre otros. Los pingüinos son un grupo de 18 especies de aves marinas distribuidas en el hemisferio sur que enfrentan problemas específicos de conservación. Las principales amenazas identificadas son el cambio climático y las alteraciones de la cadena alimentaria junto con las molestias humanas, la destrucción del hábitat, la contaminación y las enfermedades emergentes. Los estudios de personalidad en pingüinos son muy escasos, existiendo solo algunos estudios en pingüinos africanos. Parte de esta variación intraespecífica asociada a la personalidad podría explicar si algunos fenotipos se ven afectados de manera diferencial por los cambios ambientales, lo cual tiene gran importancia para predecir las respuestas de las poblaciones y las especies en un escenario de grandes cambios, extremos y rápidos. La península Antártica es una de las regiones del planeta donde las temperaturas han aumentado más y más rápidamente. El aumento de la temperatura ha afectado a la dinámica oceánica produciendo una disminución de la extensión del hielo marino que está afectando a la cadena alimentaria mostrando una reducción de la producción de fitoplancton, una disminución en la abundancia de krill y un contracción de su distribución hacia el sur que afecta a los principales depredadores como los pingüinos provocando una reducción de las especies que se alimentan preferentemente de este crustáceo. Por tanto, incluir el estudio de la personalidad en el contexto de como las poblaciones de pingüinos se enfrentarán a cambios ambientales es crucial para la comprensión de sus efectos considerando el carácter de los pingüinos antárticos como centinelas del ecosistema. En la presente campaña se estudiarán estos aspectos en las tres especies de pingüinos que habitan la península Antártica. Se trabajará principalmente con el pingüino barbijo en isla Decepción y con el pingüino papua y pingüino de Adelia en diversas islas del archipiélago de las Shetlands del Sur. Un aspecto a destacar de la campaña es la colaboración con investigadores de la Universidad de Oxford en la que se estudiará las relaciones de la personalidad con la optimización de la obtención del alimento a través del empleo de cámaras fotográficas de alta resolución y de dispositivos GPS adosados a los pingüinos.



Pingüino barbijo en actitud dominante. Foto: Andrés Barbosa

Proyecto PiMetAn, Campaña Antártica 2021-22

Título: El Papel de los pingüinos en los ciclos biogeoquímicos de metales traza en el Océano Austral

Acrónimo: PiMetAn

Referencia: RTI2018-098048-B-I00

Investigador Principal: Antonio Tovar Sánchez

Participantes:

Antonio Tovar Sánchez; ICMAN-CSIC (Nacionalidad española)

Gabriel Navarro Almendros; ICMAN-CSIC (Nacionalidad española)

Erica Sparaventi; ICMAN-CSIC (Nacionalidad Italiana)

David Roque Atienza; ICMAN-CSIC (Nacionalidad española)

Enrique González Ortegón; ICMAN-CSIC (Nacionalidad española)

Javier R. Viguri Fuente; UNICAM (Nacionalidad española)

Gema Ruiz Gutiérrez; UNICAM (Nacionalidad española)

Francisco Baldó Martínez; IEO-CSIC (Nacionalidad española)

Luis Barbero González; UCA (Nacionalidad española)

Resumen: Numerosos estudios biogeoquímicos en el Océano Antártico se han centrado en la importancia de los metales traza sobre el control de la producción primaria (por ejemplo, Fe, Co) o como potencialmente tóxicos para el ecosistema (por ejemplo, Ag, Cd). No obstante, las razones por las que la limitación del Fe es frecuente en el Océano Antártico, o la existencia de elementos no biogénicos en las aguas superficiales en mayores concentraciones que las encontradas en otros océanos, son aún desconocidas. Puesto que el Océano Antártico no está influenciado por aportes antropogénicos directos y las adiciones de metales no ocurren naturalmente, los estudios sobre los procesos de reciclaje de metales cobran especial interés para entender los ciclos que gobiernan su abundancia y distribución. A pesar de ello, hasta la fecha, no se ha abordado el papel que juegan los pingüinos, uno de los animales más abundantes en el Océano Austral, en el ciclo de los metales traza. El proyecto PiMetAn establece como hipótesis de trabajo que los pingüinos juegan un papel fundamental en el suministro de metales reciclados en las aguas superficiales antárticas, influyendo en sus concentraciones ambientales y en su funcionamiento ecológico. PiMetAn tiene como objetivo caracterizar la composición de metales trazas, el comportamiento bioquímico, la biodisponibilidad y la toxicidad de los productos de excreción de las tres especies de pingüinos más abundantes que viven en la Antártida (Barbijo: *Pygoscelis antarctica*, Adelia: *Pygoscelis adeliae* y Papúa: *Pygoscelis papua*). El trabajo propuesto incluye: i) campañas de muestreo de aguas, sedimentos, guano y biota en las islas Decepción y Livingston; ii) experimentos de incubación, ecotoxicológicos y de cinéticas químicas en laboratorio y; iii) vuelo de drones con diferentes sensores embarcados para el censo de poblaciones de pingüinos, caracterización e identificación de nichos ecológicos, toma de muestras y medidas de parámetros físico-químicos en aguas superficiales costeras. La investigación propuesta no tiene precedentes en términos

de la repercusión potencial sobre un mejor conocimiento del ciclo biogeoquímico de los metales traza en el Océano Austral.

Web: <http://pimetan.csic.es>

Imagen 1: Vuelo de dron con sensor térmico y multiespectral para la caracterización de la colonia de Pingüinos Barbijo de Morro Baily (Isla Decepción)

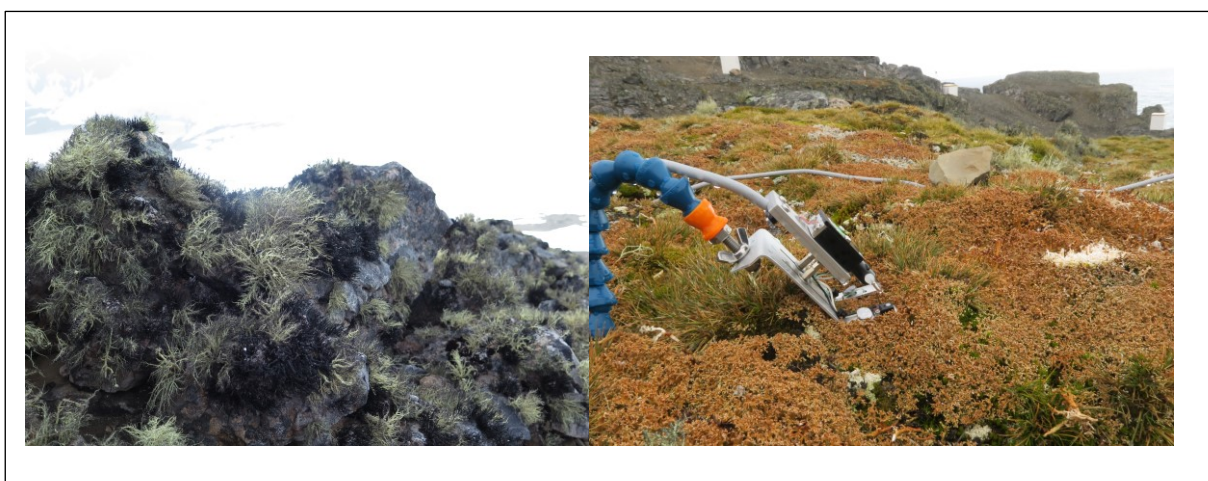


Proyecto POLAR-ROCKS: LA VIDA EN LAS ROCAS: UN SUSTRATO SENSIBLE PARA LA VEGETACIÓN POLAR Y EL CAMBIO CLIMÁTICO

Campaña 2021-22; Isla Livingston. IP: Leopoldo Garcia Sancho (UCM),
sancholg@ucm.es

Participantes: Leopoldo Garcia Sancho, José Raggio Quilez, David Sánchez Pescador y Ana Aramburu Cuberta

Los organismos fotosintetizadores más sencillos (líquenes, musgos y algas) son dominantes en las regiones polares. Las rocas son su hábitat preferido, debido a la estabilidad y a la multiplicidad de microhábitats que pueden encontrarse en este sustrato. En épocas glaciares, solo algunos afloramientos rocosos sobresalían a través de las enormes extensiones de hielo polar. Los inuits, los antiguos habitantes del Ártico, llaman a esta especie de islas de piedra “nunataks”, que es el nombre por el que se conocen en todo el mundo. En la Antártida, los nunataks han jugado, y siguen jugando, un papel fundamental como refugio de la diversidad y fuente de propágulos vitales, que desde aquí van colonizando nuevas áreas a medida que se retira el hielo. Nuestro objetivo principal es explicar cómo este ambiente pétreo determina la diversidad y la ecología de los musgos y líquenes antárticos y averiguar cuáles son las condiciones ambientales en nunataks actuales, que aún pueden encontrarse en los glaciares de Isla Livingston, cerca de la Base Antártica Española. En el más prominente de estos nunataks, pretendemos instalar una red de sensores microclimáticos y sistemas automáticos para la medición de la fotosíntesis, con el fin de entender cómo funcionan los líquenes y musgos en estos afloramientos rocosos aislados en el hielo. Al mismo tiempo, se muestrearán todos los nunataks accesibles desde la Base para obtener una información lo más completa posible sobre la diversidad de líquenes y musgos en estos hábitats. Además, los líquenes antárticos han demostrado ser muy sensibles a pequeñas variaciones en la temperatura anual. Nuestra hipótesis es que los líquenes de nunatak son especialmente reactivos ante cambios ambientales y podrían ser utilizados como centinelas frente al impacto del calentamiento global.



En la imagen de la izquierda se observa una típica comunidad de líquenes antárticos sobre rocas. A la derecha, sensores de fotosíntesis y microclima.

PROYECTO ROCK-EATERS (Investigando *in situ* como los microorganismos pioneros colonizan lavas volcánicas y rocas descubiertas tras el retroceso glaciar)

PID2019-105469RB-C22

Participantes en la campaña: Asunción de los Ríos y Fernando Garrido (Museo Nacional del Ciencias Naturales MNCN-CSIC) y Javier Tamames (Centro Nacional de biotecnología CNB-CSIC)

Las rocas de cualquier ambiente están colonizadas por microorganismos desde el momento en el que quedan expuestas. Así lo hemos podido observar en rocas descubiertas tras el retroceso glaciar o en lavas volcánicas. Desde el principio de dicha colonización, los microorganismos juegan un papel fundamental en los ciclos biogeoquímicos gracias a su capacidad de interactuar y transformar el sustrato mineral que habitan. En los ecosistemas terrestres polares, las rocas son el hábitat más importante para la vida microbiana terrestre, y en ocasiones el único capaz de albergarla. La colonización de rocas por microorganismos y líquenes (simbiosis microbiana) implica el establecimiento de interacciones microorganismo-mineral, que generan transformaciones físicas y químicas en los minerales y la biometeorización de las rocas (alteración inducida por entidades biológicas). Estos procesos, resultado de las actividades de los microorganismos que colonizan secuencialmente la roca, a la vez que generan su degradación, liberan nutrientes al ecosistema y pueden favorecer la resistencia a cambios ambientales.

En esta expedición nos proponemos caracterizar comunidades microbianas polares y su dinámica de colonización y biometeorizar rocas. Para ello estudiaremos distintas fases de colonización en lavas volcánicas de diferentes erupciones en la Isla Decepción y rocas de morrenas glaciares en la Isla Livingston, ambas en el archipiélago Shetland del Sur (Antártida). La investigación se plantea a diferentes escalas; se realizarán estudios metagenómicos para desentrañar los mecanismos genéticos que controlan la biometeorización, directamente en campo, para poder prospectar las áreas más interesantes y seleccionar así muestras para el resto de estudios. Al retorno de la expedición estas muestras serán analizadas por microscopía y microanalítica *in situ* (sin aislar los microorganismos de la roca) para caracterizar las interacciones microorganismo-mineral. A través de estas investigaciones podremos conocer como la actividad de los habitantes microbianos de las rocas contribuyen tanto al ciclo de nutrientes y el funcionamiento de los ecosistemas terrestres antárticos, como a su resiliencia frente al cambio climático.

Un aspecto totalmente innovador de nuestro proyecto es la capacidad de secuenciar y analizar ADN microbiano directamente en el punto de muestreo. Para ello, hemos diseñado un laboratorio portátil capaz de funcionar de forma autónoma, unido a un novedoso sistema informático que nos permitirá obtener información de los genomas microbianos en unas pocas horas. De este modo no será necesario esperar meses hasta el análisis de las muestras al retorno de la expedición, y podremos rediseñar el curso de la campaña de acuerdo a los resultados que vayamos obteniendo. Esto confiere a nuestro proyecto un carácter totalmente original, ya que será la primera vez que se tiene capacidad de realizar este tipo de abordaje.



Evolución de volátiles bajo el volcán de Isla Decepción (Antártida): Procesos de desgasificación, y potencial peligrosidad - VOLGASDEC (PGC2018-095693-B-I00)

Participantes:

Antonio M. Álvarez Valero (IP - Universidad de Salamanca)

Antonio Caracausi (Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia - INGV - Italia)

Probablemente el mayor interés para la sociedad, de la investigación científica en volcanes es predecir cuándo podrían ocurrir. Si avanzamos en el dónde, cuándo y cómo va a ser una futura erupción volcánica, mejor actuaremos para salvar vidas y minimizar el impacto de estos desastres naturales en las infraestructuras y el medio ambiente. Los procesos de desgasificación bajo un volcán, desde el magma fuente en profundidad hasta su escape en superficie, y antes de que la erupción ya sea inevitable, son esenciales para este objetivo. Isla Decepción (Antártida) es un excelente laboratorio natural para este propósito, ya que las observaciones actuales indican que el volcán está activo, y la posibilidad de estudiar geoquímicamente sus gases volcánicos debe ofrecernos información fundamental sobre su evolución durante el ascenso a la superficie desde su liberación en el magma profundo.

La geoquímica de volátiles volcánicos es la tercera pata del taburete (junto a la sísmica y la deformación) en las actividades de monitoreo y control de sistemas volcánicos activos. Este proyecto interdisciplinar, a partir de los resultados previos petrológico-geoquímicos de las rocas y resto de productos eruptivos (eg. Geyer et al., 2019 SciRep; Álvarez-Valero et al., 2020 ChemGeol), pretende no sólo ser esa tercera pata, sino también restringir y comprender los factores clave que controlan los procesos de desgasificación del volcán. Pretendemos caracterizar la geoquímica de los volátiles a tres niveles (i) fuente magmática en profundidad, (ii) durante el ascenso a través de la corteza, y (iii) cuando emanan en superficie. El objetivo principal es dar respuesta a estas preguntas esenciales: ¿cómo se acumulan vs. liberan los volátiles en el cuerpo(s) de magma y evolucionan hacia un estilo -y tamaño- eruptivo en particular?, y ¿hasta qué punto los gases que emanan del suelo, fumarolas, de la isla nos informan sobre una erupción inevitable?

Este proyecto podrá así avanzar en la frontera del conocimiento de los procesos de desgasificación volcánica, con beneficios fundamentales para la sociedad (conciencia de las personas que viven, trabajan y visitan esta región volcánicamente activa) contra una posible futura erupción.



Imagen de la entrada a la caldera volcánica de Isla Decepción por los "fuelles de Neptuno" (fuente: Antonio Álvarez - XXXI campaña antártica española - 2018)

Título: Balance de masa, dinámica glaciaria e interacción glaciaria-océano en el margen occidental de la Península Antártica y las Shetland del Sur. Algunos procesos análogos en el Ártico (PID2020-113051RB-C31)

Investigadores principales: Francisco José Navarro Valero y Jaime Otero García

Centros implicados: ETSI Telecomunicación-Universidad Politécnica de Madrid, y Facultades de Ciencias y Geología-Universidad de Oviedo

Correos de contacto: francisco.navarro@upm.es, jaime.otero@upm.es

Lugar de trabajo y soporte logístico: Isla Livingston, BAE Juan Carlos I

Participantes en la campaña:

Primera fase: Jaime Otero y Unai Letamendia (Universidad Politécnica de Madrid)

Segunda parte de la campaña: Kaian Fernandes (Universidad Politécnica de Madrid) y Javier Fernández Calleja (Universidad de Oviedo)

Resumen:

Investigadores de la Universidad Politécnica de Madrid y la Universidad de Oviedo llevarán a cabo estudios de dinámica, balance de masa y albedo (reflectividad de la radiación solar incidente) en los glaciares de Isla Livingston, en la Antártida. Estos estudios se basarán en medidas de la velocidad del hielo, de acumulación-ablación y de radiación reflejada en la superficie del glaciar, complementadas con medidas de las propiedades físicas de la nieve (densidad, temperatura, morfología) realizadas en catas de nieve. Durante esta campaña también se realizarán medidas de espesor de hielo y de la capa de nieve/neviza, ambas con georradar. El objetivo de estos estudios es conocer la respuesta de los glaciares al cambio climático y, en particular, estimar la contribución de la pérdida de masa de estos glaciares al aumento del nivel del mar.

El balance de masa es el resultado neto de las ganancias de masa por precipitación en forma de nieve y las pérdidas de masa glaciaria por fusión del hielo y de la nieve y por desprendimiento de icebergs. Las medidas de balance de masa de los glaciares Johnsons y Hurd, próximos a la BAE Juan Carlos I, se suministran anualmente a la base de datos del *World Glacier Monitoring Service* para la monitorización de los glaciares del planeta.

La fusión en la superficie del glaciar depende en gran medida del porcentaje de radiación solar absorbida respecto a la recibida por la superficie del glaciar. Precisamente el albedo es la cantidad complementaria a ésta, pues nos informa del porcentaje de radiación solar reflejada respecto a la recibida. El albedo de la superficie de un glaciar depende de las fracciones de nieve y hielo expuestas en su superficie, y de su estado (es mucho más alto en nieve que en hielo; las superficies “blancas” reflejan una mayor proporción de la radiación solar recibida). De ahí el interés de los estudios de albedo. Nuestras medidas se centrarán en dos líneas de trabajo: 1) medidas distribuidas de albedo en función del patrón de microrelieve, orientadas a conseguir una mayor precisión que la obtenida en medidas de albedo desde satélite (como MOSIS o Sentinel-3); 2) medidas distribuidas de albedo en hielo y nieve de temporada, para comprender la influencia de la distribución de hielo-nieve en la respuesta radiométrica de las superficies.



Medidas con georradar de alta frecuencia en el glaciar Johnsons (Isla Livingston, Antártida) para determinar el espesor del hielo en la frontera del glaciar y, con ello, definir con precisión el límite de la superficie ocupada por el glaciar, pues la presencia de nieve impide su determinación visual.

PROYECTO: Mantenimiento de la serie histórica de geomagnetismo e ionosfera en la Isla Livingston

RESUMEN:

El Observatorio del Ebro se encarga de la gestión del observatorio geofísico de Isla Livingston, que consta de una estación geomagnética, de la que se tienen medidas desde 1996 (este año se celebra pues el 25 aniversario de su serie de datos), y también de un sondeador ionosférico, que se puso en operación en la campaña 2004-2005. Este último consiste en una antena emisora y otra receptora de ondas de radio con las que se obtiene un perfil de la ionización de las capas altas de la atmósfera causada principalmente por la radiación solar.

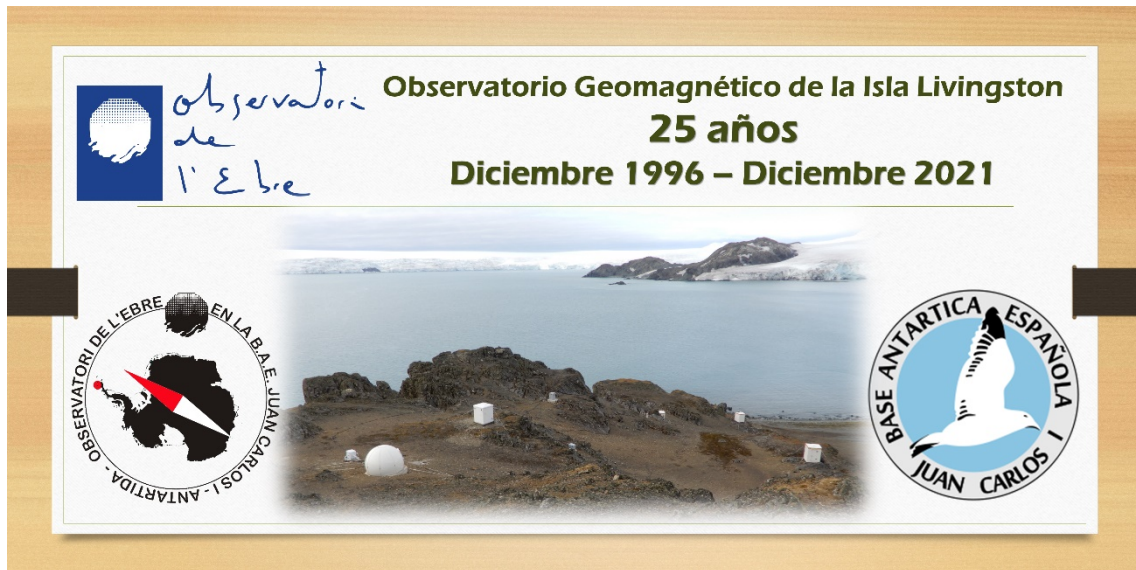
El campo magnético de la Tierra tiene su origen principal en una serie de corrientes eléctricas que fluyen en el núcleo. A parte del núcleo, hay otras fuentes menores del campo magnético que se encuentran en el entorno espacial de la Tierra, como son la magnetosfera y la ionosfera. Nos interesa la monitorización de la contribución de esas fuentes externas porque reciben la influencia de la actividad solar. Esa relación Sol-Tierra, disciplina que el Observatorio del Ebro lleva estudiando hace más de 100 años, es también conocida como Space Weather, y va adquiriendo cada vez más importancia por su repercusión en los sistemas tecnológicos terrestres.

El objetivo de un observatorio geomagnético es caracterizar pues la evolución temporal del vector campo magnético en un punto fijo del espacio. El de Livingston tiene el valor añadido de encontrarse en una zona con baja densidad de este tipo de instalaciones. Actualmente está compuesto por cinco casetas y una serie de pequeños habitáculos a su alrededor que contienen dispositivos electrónicos. Esas casetas contienen magnetómetros automáticos en registro continuo a lo largo del año, la electrónica que los gobierna, y un magnetómetro absoluto denominado DIFlux, que permite calibrar manualmente los instrumentos automáticos durante las distintas campañas. La última instalación ha consistido en un instrumento absoluto automático denominado GyroDIF. Se trata de un magnetómetro completamente novedoso desarrollado por el Real Instituto Meteorológico de Bélgica. Su operación robotizada imita el proceso manual, aunque su construcción conlleva una serie de retos en relación a los materiales aptos para llevar a cabo las medidas magnéticas. Uno de los requisitos de este instrumento es la estabilidad térmica, que se ha conseguido a base de una caja aislante rellena de bloques de obra para suministrar inercia térmica. El conjunto se sitúa dentro de un iglú de fibra de vidrio. La instalación ha requerido también el desarrollo de un complejo sistema electrónico de alimentación y control gestionado por placas arduino.

Además del mantenimiento de todos esos registros, las actividades que pretendemos realizarnar esta campaña pasan por la substitución de un datalogger que hemos detectado que se encuentra caído, así como la instalación de unos reguladores para tratar de alimentar mejor esos dataloggers. Se procederá asimismo a la reinstalación de la electrónica del sondeador ionosférico tras su reparación, a la sustitución de un transmisor de datos geomagnéticos al satélite GOES-E que se estropeó en 2020, y al cambio del programa del Arduino de control del GyroDIF para posibilitar el reseteo remoto del sensor.

IP: J. Miquel Torta, Observatori de l'Ebre, Universitat Ramon Llull-CSIC, Roquetes (Tarragona)

Email: jmtorta@obsebre.es



Póster de la celebración del 25 aniversario de la serie de datos del observatorio geomagnético de la Base Antártica Española Juan Carlos I, donde puede observarse una imagen de sus instalaciones.

SEGUIMIENTO DE LA ACTIVIDAD SÍSMICA EN LA ISLA DECEPCIÓN Y ESTRECHO DE BRANSFIELD

Investigadora principal: Inmaculada Serrano Bermejo (Instituto Andaluz de Geofísica, Universidad de Granada).

Participantes: Rosa María Martín y Enrique Carmona ambos del Instituto Andaluz de Geofísica de la Universidad de Granada.

La Isla Decepción es uno de los volcanes más activos de la Antártida. La actividad sismo-volcánica que presenta la Isla Decepción es muy heterogénea, debido a que se encuentra enmarcada en la compleja tectónica regional del Estrecho de Bransfield, con presencia de glaciares permanentes, acuíferos, sistemas fumarólicos, ... Además, ha tenido erupciones muy recientes a finales de los años 60 y principios de los años 70 que destruyeron dos bases antárticas, la base chilena y la base británica. Actualmente, la presencia de dos bases científicas, la Base Española "Gabriel de Castilla" y la Base Argentina "Decepción", junto con el turismo creciente en la Isla Decepción hacen necesario una vigilancia volcánica.

El Instituto Andaluz de Geofísica (IAG-UGR) lleva desde 1994 y de manera ininterrumpida realizando campañas antárticas investigando y monitoreando sísmicamente la Isla Decepción. En esta campaña antártica 2021-2022, nuestro grupo va a seguir realizando el seguimiento de la actividad sísmica en la isla Decepción en colaboración con el Instituto Geográfico Nacional (IGN).

El objetivo es utilizar los registros sísmicos para evaluar el nivel de actividad volcánica y colaborar en la gestión de los niveles de alerta volcánica junto con la Universidad de Cádiz. Esta evaluación consistirá en estudiar la distribución espacial y temporal de la sismicidad volcánica, cuantificar la energía sísmica liberada, encontrar los mecanismos de generación de los terremotos volcánicos y establecer el estado general de la actividad volcánica en la isla Decepción.

Para llevar a cabo esta labor de vigilancia sismo-volcánica, el IAG-UGR colaborará con el IGN en la instalación de 5 estaciones sísmicas autónomas que mandarán la señal vía WiFi al módulo científico de la Base Española. Además, se instalará un array sísmico (conjunto de sensores separados unas decenas de metros) para detectar y analizar la actividad sísmica puramente volcánica.



Estación DCP de las series temporales en la Isla Decepción

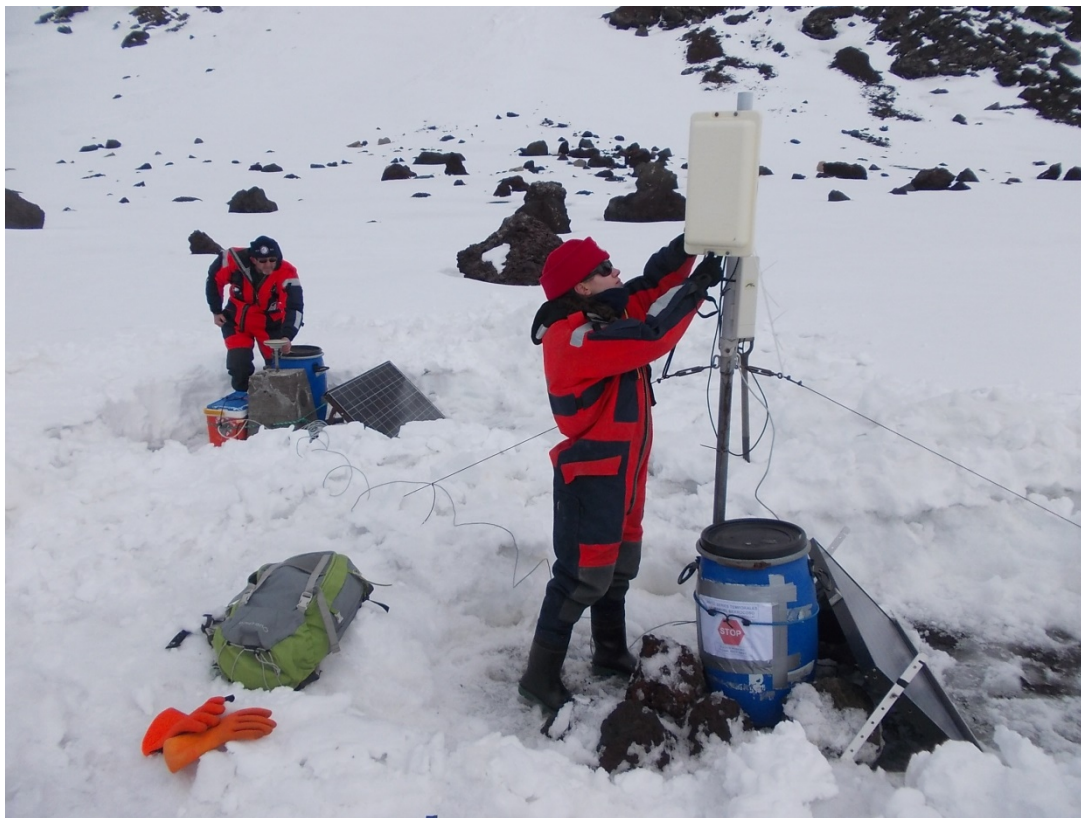
Además de la vigilancia en la Isla Decepción, el IAG-UGR realiza el seguimiento de las Series Temporales e Históricas de las estaciones sísmicas en la Isla de Livingston cerca de la BAE "Juan Carlos I" y la estación sísmica en la Isla Decepción. Las estaciones llevan funcionando de forma autónoma desde 2008 registrando incluso durante el invierno austral. El análisis de estas estaciones es fundamental para el seguimiento de la actividad sísmica del Estrecho de Bransfield y relacionarlo con el volcanismo submarino como la reciente serie sísmica en las inmediaciones del volcán Orca.

PROYECTO: MANTENIMIENTO DE SERIES TEMPORALES GEODÉSICAS, GEOTÉRMICAS Y OCEANOGRÁFICAS PARA LA VIGILANCIA VOLCÁNICA DE LA ISLA DECEPCIÓN (2021-2022)

IP: Manuel Berrocoso Domínguez. Laboratorio de Astronomía, Geodesia y Cartografía. Facultad de Ciencias. Universidad de Cádiz. Correo-e: manuel.berrocoso@uca.es

PARTICIPANTES: Amós de Gil Martínez, Belén Rosado Moscoso, Carlos González Bielsa (Laboratorio de Astronomía, Geodesia y Cartografía. Facultad de Ciencias. Universidad de Cádiz).

RESUMEN: Este proyecto, continuado desde 2013, tiene como objetivo principal el mantenimiento de las observaciones geodésicas GNSS-GPS, de los registros geotérmicos y de nivel del mar, que desde el inicio de las campañas antárticas españolas en el caso de las observaciones GNSS, o desde las últimas campañas en los otros caso se viene realizando. Las dificultades operativas que obviamente ocurren en la Antártida para obtener registros temporales continuados acentúan la importancia del mantenimiento y disponibilidad de estas series. Esta carencia hace que estas series poseen un valor científico extraordinario para estudios vinculados con las Ciencias de la Tierra no solo en la Antártida. Por otra parte, la aplicación de los parámetros asociados a estas series: deformación superficial, anomalías termométricas terrestres y marinas y variaciones del nivel del mar; al estudio geodinámico de la isla Decepción permiten efectuar el seguimiento y la vigilancia de la actividad volcánica de la isla. Se desplegará el sistema DIESID formado por tres estaciones GNSS-GPS, permanentes durante el verano austral. El tratamiento de las observaciones en tiempo real conjuntamente con el conocimiento del mecanismo volcanotectónico de la isla proporcionado por el análisis de las series temporales permiten la evaluación del estado volcánico de la isla; además del pronóstico a corto y medio plazo de dicha actividad. A posteriori, con el tratamiento y análisis de las series temporales obtenidas se efectúa el pronóstico a largo plazo, carácter anual, del comportamiento de la actividad volcánica. Para ello, se dispondrán como referencia no volcánica, de registros geodésicos y oceanográficos en la isla Livingston.



Instalación de estación del sistema DIESID para la vigilancia volcánica mediante observaciones GNSS-GPS en Bahía Fumarolas (Isla Decepción)

AEMET en la Campaña Antártica 2021-22

Aemet participará en la próxima Campaña Antártica prestando apoyo meteorológico en dos vertientes: observación y predicción meteorológica. Los principales objetivos son:

- contribuir a la seguridad del personal de las Bases Españolas, de los buques oceanográficos y de los científicos
- generar y mantener series climatológicas de calidad
- optimizar las actividades asociadas a los diferentes proyectos científicos

La observación y mantenimiento de las EMAs (Estaciones Meteorológicas Automáticas) así como el trabajo de predicción meteorológica se realizarán in situ, por 4 especialistas de Aemet (2 técnicos y 2 predictores).

Se llevará a cabo el mantenimiento de las EMAs de las islas Livingston (base Juan Carlos I, glaciar Hurd y península de Byers) y Decepción (base Gabriel de Castilla); y del Hespérides. Se sustituirán numerosos sensores meteorológicos y se optimizará el registro electrónico de los datos para garantizar los datos durante la internada.

En esta campaña, se instalará una nueva EMA en Pico Sofía, en isla Livingston, y un nuevo abrigo meteorológico para el sensor de temperatura y humedad de la EMA Juan Carlos I.



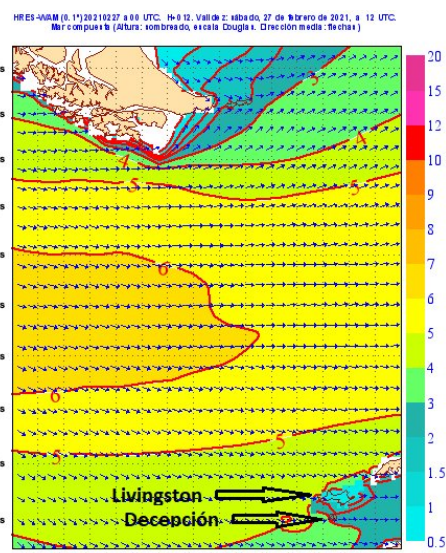
Pluviómetro de pesada en la base Juan Carlos I

Los datos obtenidos estarán disponibles en Aemet Open-Data y serán la base para la elaboración de boletines climatológicos.

La actividad de predicción consistirá básicamente en la elaboración y difusión de los boletines de predicción para las dos bases así como para los buques Sarmiento de Gamboa y Hespérides.

Normalmente estas predicciones tienen una validez de hasta 2 días (corto plazo). Sin embargo, cada vez son más frecuentes las predicciones de medio plazo (hasta 7 días) haciendo uso de la técnica de Predicción por Conjuntos. Estas predicciones se revelan muy útiles, por ejemplo, en la búsqueda de ventanas temporales para el cruce del mar de Hoces.

El trabajo in situ permitirá además una mayor interacción con los usuarios, prestándoles un apoyo meteorológico en tiempo real, predicciones a la carta y un briefing explicativo.



Mapa de altura prevista de olas durante uno de los temporales de la Campaña 2020-21

Characterization of polar Mars and Icy Moons analogs: biomarker detection in unique environments – Caracterización de análogos polares de Marte y las Lunas Heladas: Detección de biomarcadores en ambientes únicos

IP: Lyle G. Whyte

Personal en campaña: Miguel Ángel Fernández-Martínez, Brady O'Connor, Scott Sugden

Institución: McGill University, Montreal (Canadá)

Los ambientes extremos terrestres son a menudo considerados análogos de otros cuerpos del Sistema Solar. Dentro de estos, las regiones polares presentan similitudes tanto con épocas pasadas como presentes de Marte y de las llamadas 'Lunas Heladas' (Europa y Encélado, principalmente). Los glaciares existentes en Isla Livingston son muy buenos ejemplos de esto, ya que presentan condiciones específicas comparables a épocas pasadas (hace aproximadamente 4000 millones de años) y regiones donde el hielo y el agua líquida pudieron estar presentes en la superficie de Marte. Igualmente, estos glaciares son similares a las condiciones actuales de las lunas Europa (Júpiter) y Encélado (Saturno). Por lo tanto, estudiar los biomarcadores presentes en este hielo glaciar, centrándose especialmente en las comunidades microbianas activas, nos brindará unos resultados extraordinariamente importantes para el avance del campo de la Astrobiología. Para poder llevar a cabo el estudio, nuestro grupo empleará una plataforma propia en desarrollo, 'MICRO Life detection platform', cuyo objetivo final es formar parte de una misión espacial centrada en la búsqueda de vida más allá de nuestro planeta. Dicha plataforma ha sido ya testada en ambientes similares en el Ártico canadiense en numerosas ocasiones, con lo que nuestro proyecto no solo proporcionará datos comparables en la región Antártica, sino que también servirá para mejorar las prestaciones de un avanzado instrumento de exploración espacial.