

# EXPEDICIÓN CIENTÍFICA DEL PERÚ A LA ANTÁRTIDA



Foto: Fabian Brondi.

## AVANCES CIENTÍFICOS DE LA EXPEDICIÓN ANTAR XXVII RESULTADOS TÉCNICOS

- DIRECCIÓN GENERAL DE SOBERANÍA,  
LÍMITES Y ASUNTOS ANTÁRTICOS
- DIRECCIÓN DE ASUNTOS ANTÁRTICOS

2020



# EXPEDICIÓN CIENTÍFICA DEL PERU A LA ANTÁRTIDA

AVANCES CIENTÍFICOS ANTAR XXVII  
RESULTADOS TÉCNICOS

Ministerio de Relaciones Exteriores  
Dirección de Asuntos Antárticos  
Dirección de Soberanía, Límites y Asuntos Antárticos

CUIDADO DE LA EDICIÓN:  
MC. David Gamarra Silva

COORDINADORA DE LA PUBLICACIÓN:  
Dra. Elizabeth Silvestre Espinoza

RESPONSABLE DE LA REDACCIÓN:  
Dra. Elizabeth Silvestre Espinoza

AUTORES:  
Gamarra Silva, David; Silvestre Espinoza, Elizabeth; Bello Chirinos,  
Cinthya; Londoño Bailon, Pablo.

REVISIÓN Y EDICIÓN:  
MC. David Gamarra Silva  
Dra. Elizabeth Silvestre Espinoza

FOTO DE PORTADA:  
Estación Científica Antártica – “Machu Picchu” Foto: Fabian Brondi

COLABORADORES:  
Enrique Franco, Francis López, Ismael Grau, Marcela De Los Ríos,  
Mirtha Arbulú.

EDITADO POR:  
Ministerio de Relaciones Exteriores  
Jr. Lampa 545, Cercado de Lima  
Lima – Perú  
Teléfono: +51 1 2043538

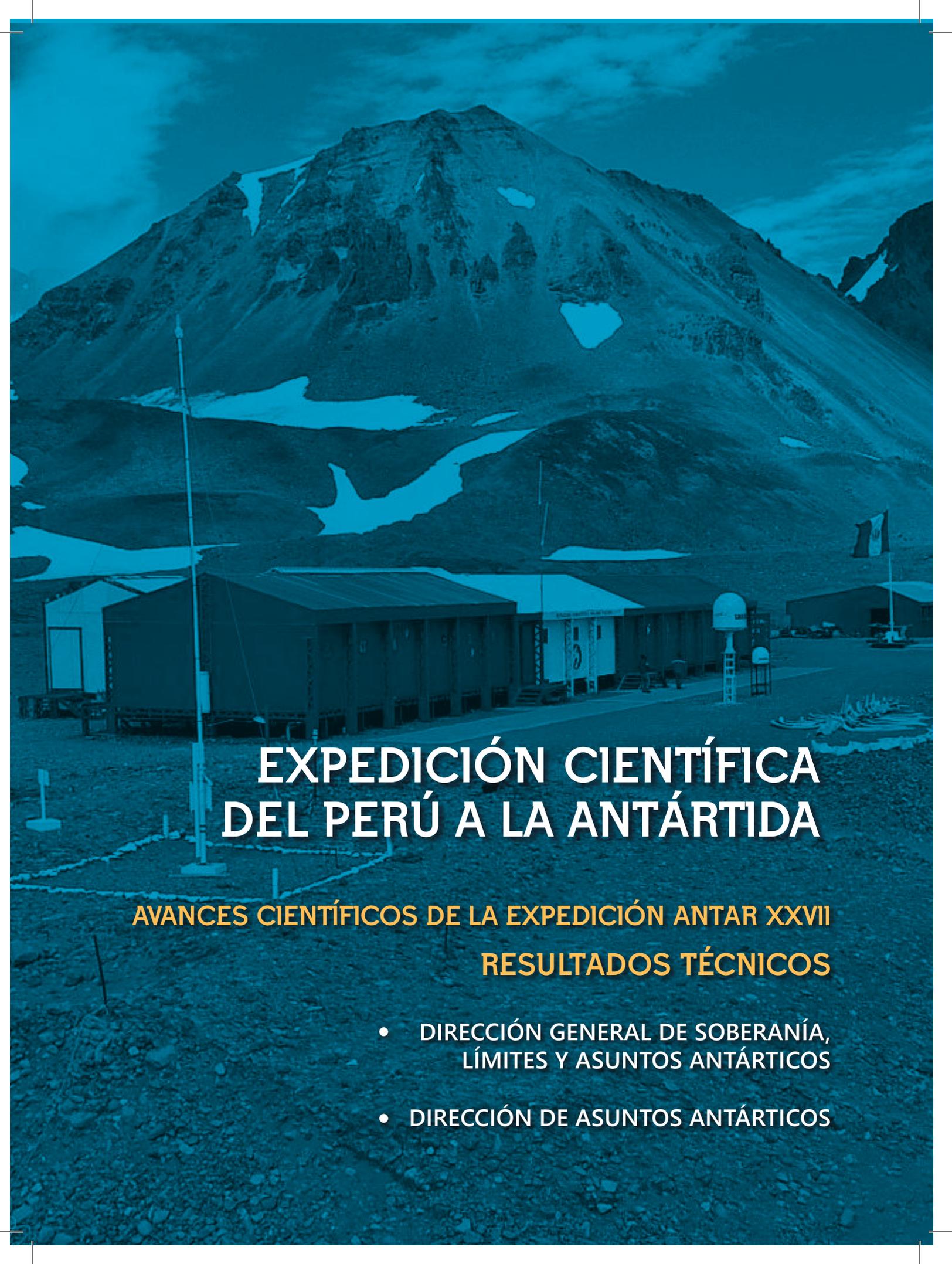
PRIMERA EDICIÓN DIGITAL:  
Setiembre 2020

ISBN N° 978-612-48348-1-3

Hecho el Depósito Legal en la Biblioteca Nacional del Perú N° 2020-06286

Libro digital disponible en <https://www.gob.pe/rree#publicaciones>

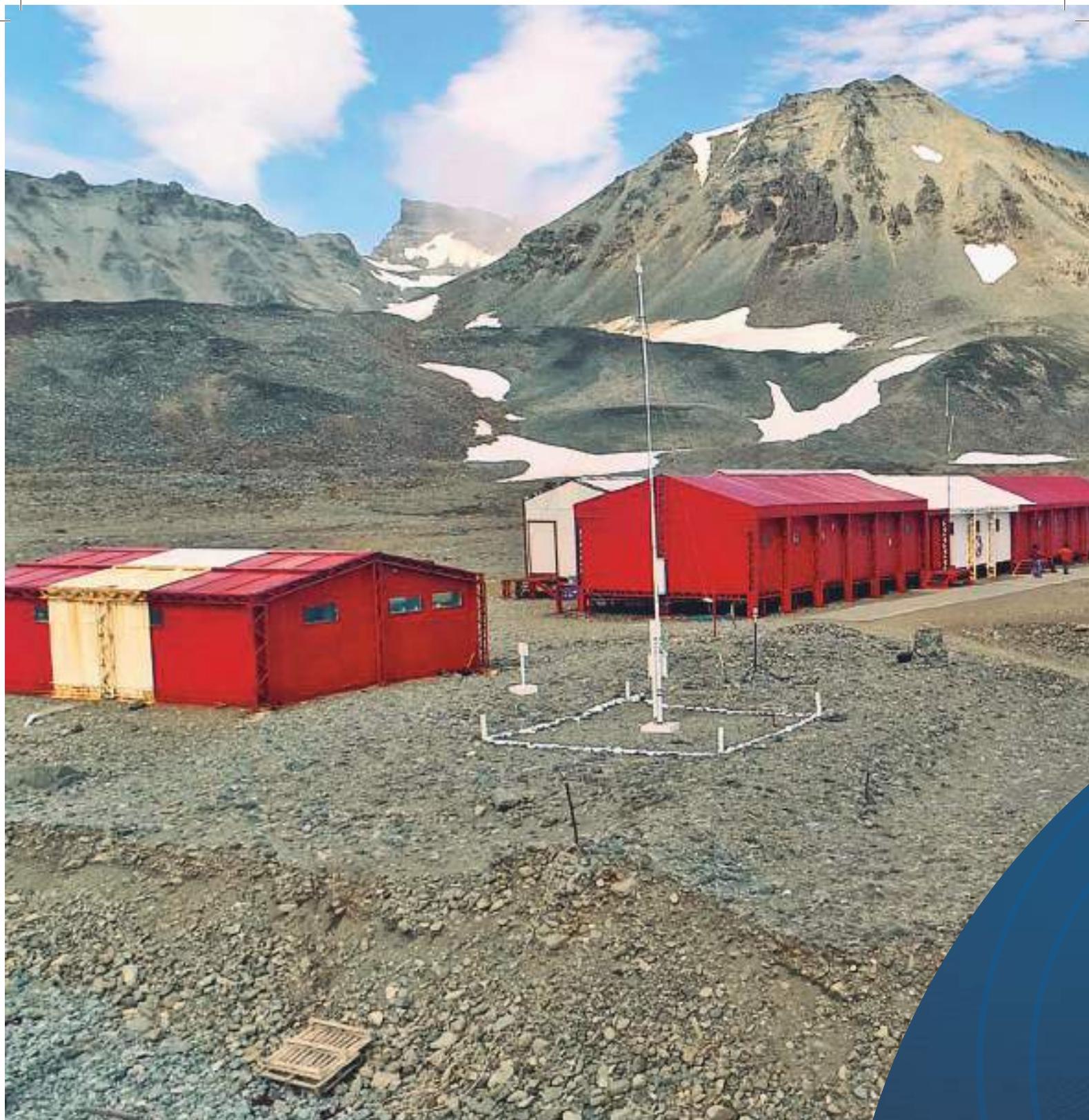




# EXPEDICIÓN CIENTÍFICA DEL PERÚ A LA ANTÁRTIDA

## AVANCES CIENTÍFICOS DE LA EXPEDICIÓN ANTA XXVII RESULTADOS TÉCNICOS

- DIRECCIÓN GENERAL DE SOBERANÍA,  
LÍMITES Y ASUNTOS ANTÁRTICOS
- DIRECCIÓN DE ASUNTOS ANTÁRTICOS



A photograph of an Antarctic expedition camp. In the foreground, there are several red and white tents and a red flag on a pole. The camp is situated on a rocky, grey beach. In the background, there are steep, rocky mountains with patches of snow under a blue sky with light clouds. The ocean is a vibrant turquoise color.

# EXPEDICIÓN CIENTÍFICA DEL PERÚ A LA ANTÁRTIDA

## VIGÉSIMO SÉPTIMA EXPEDICIÓN DEL PERÚ A LA ANTÁRTIDA ANTAR XXVII

AVANCES CIENTÍFICOS DE LA EXPEDICIÓN ANTAR XXVII  
RESULTADOS TÉCNICOS 2020





# VIGÉSIMO SÉPTIMA EXPEDICIÓN DEL PERÚ A LA ANTÁRTIDA ANTAR XXVII



MINISTERIO DE RELACIONES EXTERIORES – ENTE RECTOR

**MARIO JUVENAL LOPEZ CHÁVARRI**  
Ministro de Relaciones Exteriores

**MANUEL GERARDO TALAVERA ESPINAR**  
Viceministro de Relaciones Exteriores

**AUGUSTO ARZUBIAGA SCHEUCH**  
Director General de Soberanía, Límites y Asuntos Antárticos

**DAVID GUILLERMO GAMARRA SILVA**  
Director de Asuntos Antárticos

# PRESENTACIÓN



En 1988, el Perú realizó su primera expedición al continente blanco y en 1989 construyó la Estación Científica Antártica “Machu Picchu” (ECAMP), ubicada en la isla Rey Jorge o 25 de mayo, en la Antártida. En el año 2019, con la expedición ANTAR XXVII, se cumplieron treinta y un años de sostenida investigación, la que no ha hecho otra cosa que ratificar y consolidar el estatus consultivo del Perú en el Tratado Antártico.

En la expedición ANTAR XXVII, se realizó en dos etapas: la primera inició el 22 de diciembre de 2019 y finalizó el 27 de enero de 2020 y la segunda se inició el 28 de enero y finalizó el 5 de marzo de 2020. Ambas etapas fueron realizadas en la ECAMP y en el Buque de la Armada Peruana (BAP) “Carrasco”, buque de investigación con capacidad polar. En la que participaron 75 expedicionarios nacionales y 24 expedicionarios extranjeros.

La expedición ANTAR XXVII, contó con la participación de entidades nacionales que comprenden: universidades, institutos públicos de investigación (IPIs) y entidades del Ministerio de Defensa, quienes se encargaron del apoyo logístico para el transporte y el desarrollo de los proyectos de investigación. Se desarrollaron 24 proyectos de investigación, siendo el 45% desarrollados por universidades y el 40% por IPIs. Desde el punto de vista internacional se ha iniciado colaboración científica con 8 países.





Los proyectos desarrollados están relacionados con la evaluación del retroceso acelerado de glaciares y su relación con el cambio climático; la calidad ambiental focalizada en la evaluación de la contaminación atmosférica y del agua; la identificación de micro y macroplásticos en componentes bióticos y abióticos en la península Antártica. Asimismo, otros proyectos están relacionados con el comportamiento de la biodiversidad marina y del fondo del mar antártico, con la finalidad de entender la evolución a través del tiempo.

Los procesos físicos y dinámicos del estrecho de Bransfield relacionados con la oceanografía fueron objeto de monitoreo utilizando el equipamiento del BAP Carrasco, con la finalidad de entender la circulación oceánica y su relación con el comportamiento dinámico y físico de la atmósfera, el fenómeno de El Niño y la Niña, y el cambio climático. Se inició el levantamiento de información para el entendimiento de los procesos geológicos y geomorfológicos relacionados con el permafrost, la situación vibracional en la superficie y el comportamiento de los volcanes en el fondo del mar. Complementariamente, se evaluó las potencialidades del turismo en la Antártida. El soporte de las actividades en relación con los proyectos planificados fue el monitoreo y pronóstico meteorológico.

En este documento presentamos resultados técnicos del avance científico que se ha logrado con los proyectos de cada institución participante. Los resultados científicos serán publicados en revistas indexadas, para contribuir a la ciencia y posicionando del Perú como parte consultiva del Tratado Antártico.

# VIGÉSIMO SÉPTIMA EXPEDICIÓN DEL PERÚ A LA ANTÁRTIDA ANTAR XXVII

## INSTITUCIONES PARTICIPANTES

Autoridad Nacional del Agua - ANA  
Ministerio de Agricultura y Riego



Dirección de Meteorología Aeronáutica  
de la Fuerza Aérea del Perú - DIRMA  
Ministerio de Defensa



Comisión Nacional de Desarrollo  
Aeroespacial - CONIDA  
Ministerio de Defensa



Dirección de Hidrografía y  
Navegación - DHN  
Marina de Guerra del Perú



Instituto Geográfico Nacional - IGN  
Ministerio de Defensa



Instituto Geofísico del Perú - IGP  
Ministerio del Ambiente



Instituto Geológico, Minero y  
Metalúrgico - INGEMMET  
Ministerio de Energía y Minas





**Instituto Nacional de Investigación en Glaciares  
y Ecosistemas de  
Montaña - INAIGEM**  
Ministerio del Ambiente



**Instituto Peruano de Energía Nuclear - IPEN**  
Ministerio de Energía y Minas



**Instituto del Mar del Perú - IMARPE**  
Ministerio de la Producción



**Servicio Nacional de Meteorología e  
Hidrología - SENAMHI**  
Ministerio del Ambiente



**Universidad Católica de  
Santa María - UCSM**



**Universidad del Sagrado  
Corazón de Jesús - UNIFE**



**Universidad Nacional del  
Centro del Perú - UNCP**



**Universidad Nacional de San Agustín  
de Arequipa - UNSA**



**Universidad San Ignacio  
de Loyola - USIL**



**Universidad de Ingeniería  
y Tecnología - UTEC**



**Servicio Nacional de Áreas Naturales  
Protegidas por el Estado - SERNANP**  
Ministerio de Agricultura y Riego



**Compañía de Operaciones Antárticas**  
Ejército del Perú



**Grupo Aéreo 3**  
Fuerza Aérea del Perú



# AVANCES CIENTÍFICOS DEL ANTAR XXVII

## RESULTADOS TÉCNICOS

## PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA ANTAR XXVII

### GENERACIÓN DE VOLUMETRÍA GLACIAR, EMPLEANDO TECNOLOGÍA RPA INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL - IGN

Investigador Principal	MSc. Fabián Brondi Rueda
Equipo de Investigación	Raúl Olivar Yallico, Alexis Camargo Pumahuacre
Expedicionarios	Raúl Olivar Yallico, Alexis Camargo Pumahuacre

### ESTRUCTURA Y DINÁMICA DE LA CIRCULACIÓN EN EL ESTRECHO DE BRANSFIELD INSTITUTO GEOFÍSICO DEL PERÚ- IGP

Investigador Principal	Dra. Ivonne Montes
Equipo de Investigación	Kobi Mosquera, Boris Dewitte <sup>1,2,3</sup> , Luis Bravo <sup>4</sup>
Expedicionarios	Kobi Mosquera, Ivonne Montes

### ESTUDIO DEL ECOSISTEMA PELÁGICO EN EL ESTRECHO DE BRANSFIELD Y ALREDEDORES DE LAS ISLAS PILOTO PARDO INSTITUTO DEL MAR DEL PERÚ - IMARPE

Investigador Principal	Dra. Ana Alegre Norza Sior
Equipo de Investigación	Andrés Chipolini
Expedicionarios	Regina Aguilar Arakaki, Ana Alegre Norza Sior, Wilson Carhuapoma Bernabé, Andrés Chipolini Montenegro, Jonathan Correa Acosta, Gustavo Cuadros Caballero, Augusto Franco García, María Andrea Meza Torres, Luz Ximena Orosco Montenegro, Marissela Pozada Herrera, Roberto Quesquén Liza, Javier Quiñones Dávila, Cinthya Romero Moreno, Cecilia Roque García, José Salcedo Rodríguez, Javier Sánchez Espinoza, Luis Vásquez Espinoza.

### ESTUDIO DEL MEDIO AMBIENTE EN LA ENSENADA MACKELLAR, BAHÍA ALMIRANTAZGO Y ESTRECHO DE BRANSFIELD INSTITUTO DEL MAR DEL PERÚ - IMARPE

Investigador Principal	MSc. Piero Villegas Apaza
Equipo de Investigación	Ricardo Dioses Avellaneda, Carlos Martínez Gamboa
Expedicionarios	Ricardo Dioses Avellaneda, Carlos Martínez Gamboa

<sup>1</sup> Centro de Estudios Avanzado en Zonas Áridas (CEAZA), Coquimbo, Chile.

<sup>2</sup> Departamento de Biología, Facultad de Ciencias del Mar, Universidad Católica del Norte, Coquimbo, Chile.

<sup>3,4</sup> Millennium Nucleus for Ecology and Sustainable Management of Oceanic Islands (ESMOI), Coquimbo, Chile

<sup>4</sup> Laboratoire d'Etudes en Géophysique et Océanographie Spatiales, Toulouse, France

## APORTE SOCIAL, ECONÓMICO Y AMBIENTAL EN LA CONSERVACIÓN Y PÉRDIDA DE LA BIODIVERSIDAD MARINA POR EL RETROCESO GLACIAR EN LA PENÍNSULA ANTÁRTICA (PANT\_ BIOGLACIAR)

INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN GLACIARES Y ECOSISTEMAS DE MONTAÑA - INAIGEM

Investigador Principal

Dr. Pedro Miguel Tapia Ormeño (e)

Equipo de Investigación

Gisella Orjeda Fernández, Carolyn Eyles<sup>5</sup>, Rodrigo Narro Pérez<sup>5</sup>, Yuri Hooker Mantilla<sup>6</sup>, Adriana Gonzales Pestana<sup>6</sup>, Víctor Pacora Suarez<sup>7</sup>, Milena Arias Schreiber<sup>8</sup>, Edwin Anibal Loarte Cadenas, Katy Medina, Luzmila Dávila Roller, Gina Osorio

Expedicionarios

Edwin Anibal Loarte Cadenas, Katy Damacia Medina Marcos, Mayra Doris Mejía Camones, Yuri Hooker Mantilla, Adriana Gonzales Pestana

## EVOLUCIÓN DEL VULCANISMO SUBMARINO EN EL ESTRECHO DE BRANSFIELD: RELACIÓN DE LAS EMANACIONES HIDROTERMALES CON LA BIODIVERSIDAD Y EL CAMBIO CLIMÁTICO - CRUCERO MULTINACIONAL ORCA

INSTITUTO GEOLÓGICO MINERO Y METALÚRGICO - INGEMMET

Investigador Principal

MSc. Luis Cerpa

Equipo de Investigación

Natalia Venturini<sup>9</sup>, Aldo Indacochea<sup>10</sup>, Constanza Ricaurte<sup>11</sup>, Luis Somoza<sup>12</sup>, Ximena Contardo<sup>13</sup>, Cristian Rodrigo<sup>13</sup>, Rodrigo González<sup>14</sup>, Silvia Rosas<sup>15</sup>, Bernhard Dold<sup>15</sup>

Expedicionarios

Luis Cerpa Cornejo, Natalia Venturini, Constanza Ricaurte, Adriana Tuduri, Sofia Santos, Magnolia Murics Riaño, Silvio Andrés Ordoñez Zuñiga, Keyssi Alain Rodriguez Flores, Ulrike Inge Tarazona Janampa, Raul Mauricio Olaechea Alejo, Álvaro Martín Arteaga Bengoa, José Manuel Herrera Nizama, Maryuri Edith Nole Valdez, Dante Soberón Ortiz, Alonso Arturo Marchena Campos, Víctor Raúl Poma LLantoy, Blanca Silvia Rosas Lizárraga, Bernhard Stefan Dold, Eduardo Jesús Tirado Dávila, Alison Giomara Bedoya Campoverde, Jhoselyn Mariangela Paredes Zavala, Mariagracia Díaz Gutiérrez, Gino Osses, Erick Cinfuentes, Angélica Varas Villalobos, Cristina de Ignacio San José, María Asensio Ramos, Santiago Golmayo Flethes, Alejandra Páscale, Mauricio Faraone, Louise Julie Delhaye, Jacobus Engelbrecht.

<sup>5</sup> McMaster University

<sup>6</sup> Laboratorio de Biología Marina – UPCH

<sup>7</sup> Universidad Nacional de Ingeniería

<sup>8</sup> University of Gothenburg

<sup>9</sup> Universidad de la República – Uruguay

<sup>10</sup> Universidad Científica del Sur

<sup>11</sup> Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras José Benito Vives de Andrés - INVEMAR

<sup>12</sup> Instituto Geológico Minero de España – IGME

<sup>13</sup> Universidad Andres Bello – Chile

<sup>14</sup> Universidad Católica del Norte – Chile

<sup>15</sup> Pontificia Universidad Católica del Perú

## ESTUDIO DEL PERMAFROST EN LOS ALREDEDORES DE LA ESTACIÓN CIENTÍFICA "MACHU PICCHU", ISLA REY JORGE, PENÍNSULA ANTÁRTICA.

INSTITUTO GEOLÓGICO MINERO Y METALÚRGICO - INGEMMET

Investigador Principal  
Equipo de Investigación  
Expedicionarios

Ing. Baclimer Quispe Yanapa  
Wai Long Ng, Gonzalo Luna<sup>16</sup>, Vladimir Aquino<sup>17</sup>  
Baclimer Quispe Yanapa

## EVOLUCIÓN DEL GLACIAR DOMEYKO A PARTIR DE REGISTROS GEOMORFOLÓGICOS EN LA ENSENADA MACKELLAR, ISLA REY JORGE. ANTÁRTIDA

INSTITUTO GEOLÓGICO MINERO Y METALÚRGICO - INGEMMET

Investigador Principal  
Equipo de Investigación  
Expedicionarios

Estibene Pool Vásquez Choque  
Ing. Gonzalo Luna  
Estibene Pool Vásquez Choque

## ESTUDIO DE VIBRACIÓN AMBIENTAL Y SU CORRELACIÓN CON LA LITOESTRATIGRAFÍA Y PERMAFROST EN LA ESTACIÓN CIENTÍFICA ANTÁRTICA MACHU PICCHU Y ALREDEDORES, ISLA REY JORGE, ANTÁRTIDA

INSTITUTO GEOLÓGICO MINERO Y METALÚRGICO - INGEMMET

Investigador Principal  
Equipo de Investigación  
Expedicionarios

Dra. Yanet Antayhua Vera  
José Calderón Vilca, Wai Long Cutipa, Antonio Correia, Javier Almendros  
José Javier Calderón Vilca, Antonio Correia

## EVOLUCIÓN GEOLÓGICA DE BAHÍA ALMIRANTAZGO, ISLA REY JORGE Y BAHÍA ESPERANZA, PENÍNSULA ANTÁRTICA

INSTITUTO GEOLÓGICO MINERO Y METALÚRGICO - INGEMMET

Investigador Principal  
Equipo de Investigación  
Expedicionarios

MSc. Luis Cerpa Cornejo  
Alejandra Pascale, Mauricio Faraone, Maryuri Nole, Dante Soberon  
Luis Cerpa, Maryuri Nole Vásquez, Alexandra Tuduri, Dante Soberón, Mauricio Faraone

## ANÁLISIS METAGENÓMICO DE LA MICROBIOTA DEL KRILL ANTÁRTICO (*EUPHAUSIA SUPERBA*) Y SU RELACIÓN CON EL CAMBIO CLIMÁTICO

INSTITUTO PERUANO DE ENERGÍA NUCLEAR - IPEN

Investigador Principal  
Equipo de Investigación  
Expedicionarios

Blgo. Ángel J. Montes Osorio  
MSc. Juan Agapito Javier A. Sánchez Espinoza, Antonio A. Cuba Martínez y Dany M. Ulloa Espejo  
Ángel J. Montes Osorio

<sup>16</sup> Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco - UNSAAC

<sup>17</sup> Universidad Nacional Mayor de San Marcos - UNMSM

<sup>18</sup> Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco - UNSAAC

<sup>19</sup> Universidad de Évora - Portugal

<sup>20</sup> Universidad de Granada - España

<sup>21</sup> Dirección Nacional de Minería y Geología de Uruguay

<sup>22</sup> Dirección Nacional de Minería y Geología de Uruguay

<sup>23</sup> Instituto del Mar del Perú - IMARPE

## CARACTERIZACIÓN RADIOLÓGICA DE LOS SEDIMENTOS EXTRAÍDOS DE LA PROFUNDIDAD DEL MAR EN EL ESTRECHO DE BRANSFIELD Y MUESTRAS AMBIENTALES EN LA ECAMP

INSTITUTO PERUANO DE ENERGÍA NUCLEAR - IPEN

Investigador Principal	•	MSc. Pablo Antonio Mendoza Hidalgo
Equipo de Investigación	•	Víctor Poma, Jorge Martínez, Kevin Mego <sup>24</sup>
Expedicionarios	•	Víctor Raúl Poma Llantoy

## DESARROLLO DE ESTACIÓN DE CLIMA ESPACIAL EN LA ESTACIÓN CIENTÍFICA ANTÁRTICA "MACHU PICCHU"

COMISIÓN NACIONAL DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO AEROSPAZIAL - CONIDA

Investigador Principal	•	Ing. Luis Javier Otiniano Ormachea
Equipo de Investigación	•	Jorge Samanes, César Castromonte <sup>25</sup>
Expedicionarios	•	Luis Javier Otiniano Ormachea

## ESTUDIO DE LA CIRCULACIÓN OCEÁNICA ALREDEDOR DE LAS ISLAS SHETLAND DEL SUR E ISLA ELEFANTE Y SU CONEXIÓN FRENTE A LA COSTA PERUANA Y EL FENÓMENO EL NIÑO Y LA NIÑA

DIRECCIÓN DE HIDROGRAFÍA Y NAVEGACIÓN - DHN

Investigador Principal	•	Ing. Rina Gabriel Valverde
Equipo de Investigación	•	Roberto Chauca, Emanuel Guzmán, Carmela Ramos, Carol Estrada Ludeña, Gerardo Ramírez Rosario, Juan Sarazú, Eduardo Choque Arias
Expedicionarios	•	Roberto Chaca Hoyos, Roger Salazar Rojas

## ESTUDIO DE LA CIRCULACIÓN MARINA PARA DETERMINAR TRAYECTORIA DE POSIBLES ELEMENTOS CONTAMINANTES EN LA BAHÍA DE ALMIRANTAZGO, MEDIANTE APROXIMACIÓN LAGRANGIANA

DIRECCIÓN DE HIDROGRAFÍA Y NAVEGACIÓN - DHN

Investigador Principal	•	Mg. Emanuel Guzmán Zorrilla
Equipo de Investigación	•	Carmela Ramos Orlandino, Juan José Sarazú Cotirna, Eduardo Choque Arias, Fernando Guzmán Contreras, Carmela Ramos, Juan Sarazú, Rina Gabriel, Roberto Chauca, Eduardo Choque, Fernando Guzmán
Expedicionarios	•	Joel Carlos Bruno Soldevilla, José Santana Castañeda, Moisés Molina Vicharra, Iván Jiménez Ríos

## ESTUDIO DEL COMPORTAMIENTO DE LAS VARIABLES METEOROLÓGICAS PARA LOS PRONÓSTICOS EN LA BAHÍA ALMIRANTAZGO

DIRECCIÓN DE METEOROLOGÍA AERONÁUTICA DE LA FUERZA AÉREA DEL PERÚ - DIRMA

Investigador Principal	•	Cap. Kristian Carlos Guillén Cueva
Equipo de Investigación	•	Frank Giovanni Vega Abad, Nilo Andía Oscoco, Juan Carlos Jiménez Cerrón
Expedicionarios	•	Kristian Guillén Cueva, Nilo Andía Oscoco, Juan Carlos Jiménez Cerrón

<sup>24</sup> Universidad Nacional Mayor de San Marcos (UNMSM)

<sup>25</sup> Universidad Nacional de Ingeniería (UNI)

## COMPARACIÓN DE LA DINÁMICA Y EVOLUCIÓN GLACIAR EN LA ANTÁRTIDA Y GLACIARES TROPICALES DEL PERÚ

SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA DEL PERÚ Y AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA SENAMHI/ANA

Investigador Principal	•	Dr. Wilson Suarez (SENAMHI) / Ing. Nelson Santillán (ANA)
Equipo de Investigación	•	Alejo Cochachin (ANA), Gilbert Gonzales (ANA), Sandro Arias (SENAMHI) Rolando Cruz (ANA)
Expedicionarios	•	Wilson Suarez Alayza, Rolando Cruz, Joe Quijano

## CARACTERIZACIÓN DE MACRO Y MICROPLÁSTICOS EN RECURSOS HIDROBIOLÓGICOS Y SEDIMENTOS DEL ECOSISTEMA DE LA BAHÍA ALMIRANTAZGO (ISLA REY JORGE) Y ESTRECHO DE BRANSFIELD E IDENTIFICACIÓN DE MACROPLÁSTICOS EN EL FONDO MARINO DE LA PENÍNSULA ANTÁRTICA

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTA MARÍA - UCSM

Investigador Principal	•	MSc. Jhoselyn Paredes Zavala
Equipo de Investigación	•	Jhoselyn Paredes Zavala, Jaime Cárdenas García, Alexandra Sánchez-Moreno del Castillo, Karen Ordoñez Rivera, Antonella Delgado Cárdenas, Mariagracia Díaz Gutiérrez, Anny Infa Cahuina, Sara Espinoza Puma
Expedicionarios	•	Jhoselyn Paredes Zavala, Mariagracia Díaz Gutiérrez, Antonella Delgado Cárdenas, Alexandra Sánchez-Moreno del Castillo

## EVALUACIÓN DEL TRANSPORTE DE AEROSOLES ATMOSFÉRICOS Y SU DEPOSICIÓN SOBRE LA NIEVE PARA ESTIMAR EL EFECTO EN SU DESCONGELAMIENTO: CASOS ANDES PERUANOS Y LA ANTÁRTIDA

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CENTRO DEL PERÚ - UNCP

Investigador Principal	•	MSc. José Eduardo Pomalaya Valdez
Equipo de Investigación	•	José Pomalaya Valdez, Violeta Quispe Coquil, Wilfredo Ramírez, Ever Ingaruca, Daniel Álvarez Tolentino, Alfonso Torre Vitor, Luis Suarez Salas <sup>26</sup> , Christian Torres <sup>27</sup> , Boris Barja <sup>28</sup> , y Eder Bayer Maier
Expedicionarios	•	Daniel Álvarez Tolentino, Alfonso Torre Vitor

## EQUILIBRIO DE LA SUPLEMENTACIÓN CON VITAMINA C EN EXPEDICIONARIOS DEL ANTAR XXVII Y LA EVALUACIÓN DEL CONTENIDO NUTRICIONAL DE LAS MACROALGAS DE LA BAHÍA ALMIRANTAZGO EN LA ISLA REY JORGE

UNIVERSIDAD FEMENINA DEL SAGRADO CORAZÓN- UNIFE

Investigador Principal	•	Lic. Giannina La Torre Gallardo
Equipo de Investigación	•	Giannina La Torre Gallardo, Marinalva Santos Bandy, Mirtha Yarlequé Chocas, Yadira Jiménez Arrunátegui
Expedicionarios	•	Giannina La Torre Gallardo

<sup>26</sup> Instituto Geofísico del Perú- IGP

<sup>27</sup> Universidad Federal de Rio Grande (Brasil)

<sup>28</sup> Universidad de Magallanes (Chile)

**DETERMINACIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE METALES PESADOS Y CONTAMINANTES ORGÁNICOS EN EL COMPONENTE BIÓTICO Y ABIÓTICO DE ECOSISTEMAS SUBMAREALES, LITORALES DE LA ZONA MARINA ALEDAÑA A LA ESTACIÓN "MACHU PICCHU"**  
UNIVERSIDAD NACIONAL SAN AGUSTIN DE AREQUIPA - UNSA

Investigador Principal  
Equipo de Investigación

Dr. Graciano A. Del Carpio Tejada  
Graciano A. Del Carpio Tejada, Marcos S. Ríos Morales, Ulrich Zanabria Alarcón

Expedicionarios

Graciano A. Del Carpio Tejada

**EVALUACIÓN DE LA PRESENCIA DE MICROPLÁSTICOS EN COMPONENTES ABIÓTICOS Y BIÓTICOS EN LA BAHÍA ALMIRANTAZGO**  
UNIVERSIDAD SAN IGNACIO DE LOYOLA - USIL

Investigador Principal  
Equipo de Investigación

MSc. Luis Santillán Corrales  
Miguel Mucha Torre, Gabriel de la Torre Picho, Diana Dioses Salinas, Miguel Ángel Saldaña<sup>29</sup>

Expedicionarios

Luis Santillán Corrales

**ESTUDIO DE LA HIDRODINÁMICA DE LAS CORRIENTES MARINAS ALREDEDOR DE LAS ISLAS SHETLAND DEL SUR**  
UNIVERSIDAD DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA - UTEC

Investigador Principal  
Equipo de Investigación

Dr. Jorge D. Abad Cueva  
Jorge D. Abad, Henry Valverde, Leo Guerrero, Tania Rojas

Expedicionarios

Henry Valverde Azaña

**TURISMO EN LA ANTÁRTIDA**  
SERVICIO NACIONAL DE ÁREA NATURALES PROTEGIDAS POR EL ESTADO - SERNANP

Investigador Principal  
Equipo de Investigación  
Expedicionarios

MSc. Juan Carlos Heaton  
MSc Mariana Ríos - Programa Antártico de Uruguay  
Juan Carlos Heaton

<sup>29</sup> Laboratory of Biomarkers of Aquatic Contamination and Immunochemistry, Department of Biochemistry, Federal University of Santa Catarina, UFSC, Florianópolis, SC, Brazil



# GLACIARES EN LA ISLA REY JORGE, PENÍNSULA ANTÁRTICA

En la isla Rey Jorge (península Antártica), se encuentra el glaciar Znosko, el cual es objeto de estudio para entender la dinámica del retroceso glaciar y su relación con los impactos del cambio climático en la Antártida y en el Perú.

Utilizando Aeronaves Remotamente Pilotadas (RPA), a cargo del Instituto Geográfico Nacional (IGN) se ha observado cambios en el glaciar Znosko (Figura 1a y 1b). Estos resultados fueron aceptados en la 9th Scientific Committee on Antarctic Research (SCAR) Open Science Conference.



Figura 1a. Observaciones con RPA del glaciar Znosko durante el ANTAR XXVI (fuente: IGN).

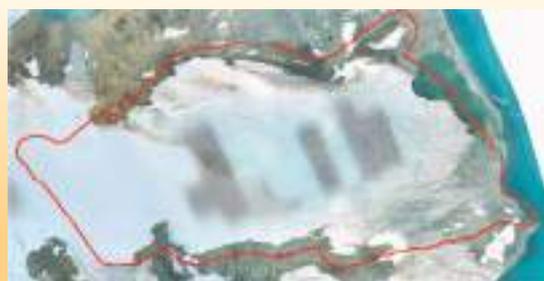


Figura 1b. Observaciones con RPA del glaciar Znosko durante el ANTAR XXVII (fuente: IGN).



Asimismo, se exploró el glaciar Znosko mediante GeoRadar a cargo del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI) en conjunto con la Autoridad Nacional del Agua (ANA), con la finalidad de estudiar la dinámica de su retroceso (Figura 2). Estos resultados serán analizados con miras a ser publicados en una revista indexada. Los resultados preliminares fueron aceptados en la 9th Scientific Committee on Antarctic Research (SCAR) Open Science Conference.



Figura 2. Exploración mediante GeoRadar en el glaciar Znosko en el ANTAR XXVI (líneas verdes) y en la expedición ANTAR XXVII (líneas amarillas). (Fuente: SENAMHI/ANA).

# CALIDAD AMBIENTAL EN LA ISLA REY JORGE, PENIÍNSULA ANTÁRTICA

Los expedicionarios de la **Universidad Católica Santa María (UCSM)** de Arequipa realizaron estudios para identificar contaminantes atmosféricos, micro y macropásticos en la bahía Almirantazgo y las proximidades de la ECAMP (isla Rey Jorge, Antártida). (Figura 3).



Figura 3. Macropásticos encontrados en cercanías a la Estación Científica Antártica "Machu Picchu" (Fuente: UCSM).

En el laboratorio de Investigación de la ECAMP se analizaron las muestras de suelo obtenidas en sus proximidades (bahía Almirantazgo), los expedicionarios de la citada universidad identificaron una variedad de filamentos plásticos (Figura 4).

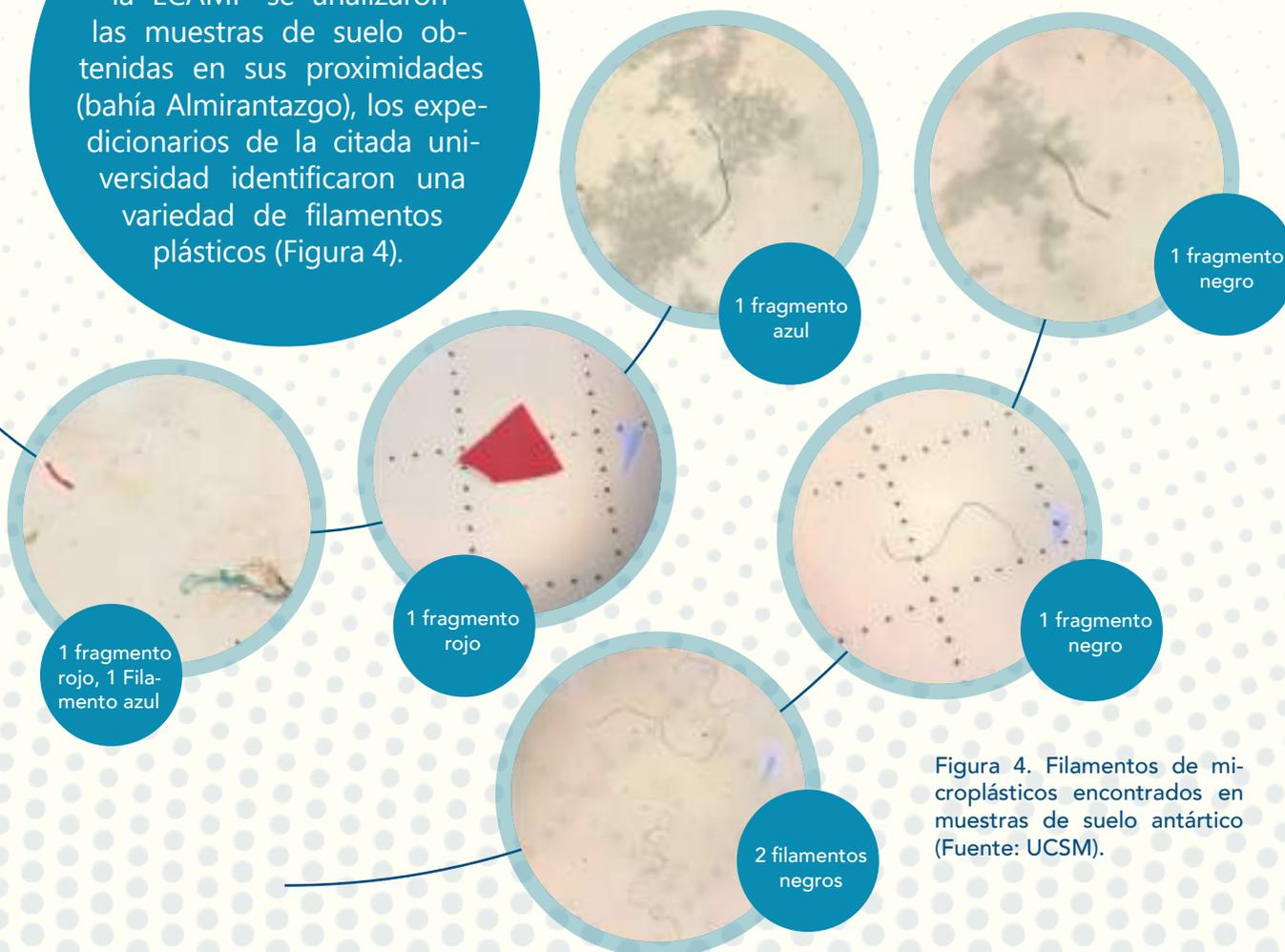


Figura 4. Filamentos de micropásticos encontrados en muestras de suelo antártico (Fuente: UCSM).

Al analizarse los componentes bióticos, relacionados con las fecas de pingüinos y lobos marinos a cargo de la **Universidad San Ignacio de Loyola (USIL)**, se identificaron filamentos de microplásticos (Figura 5).

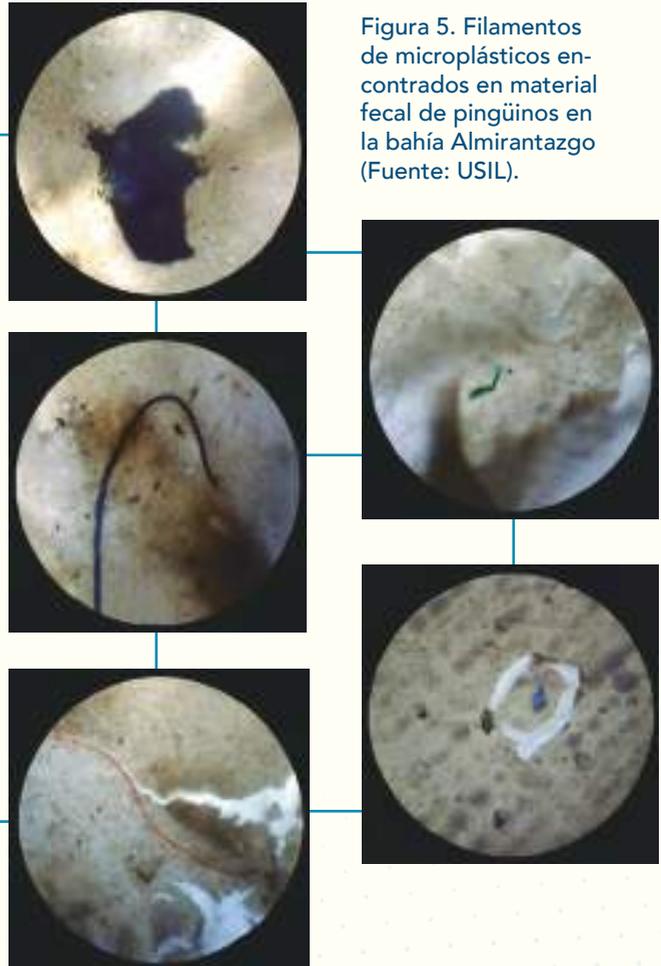
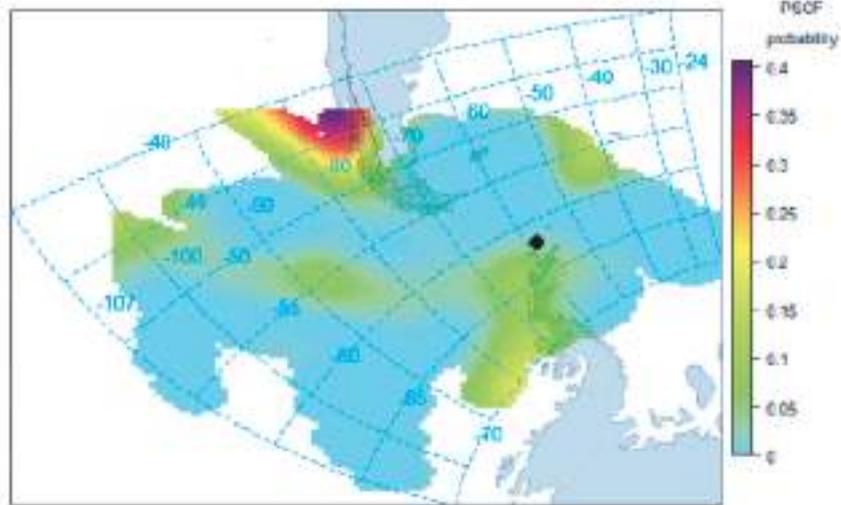


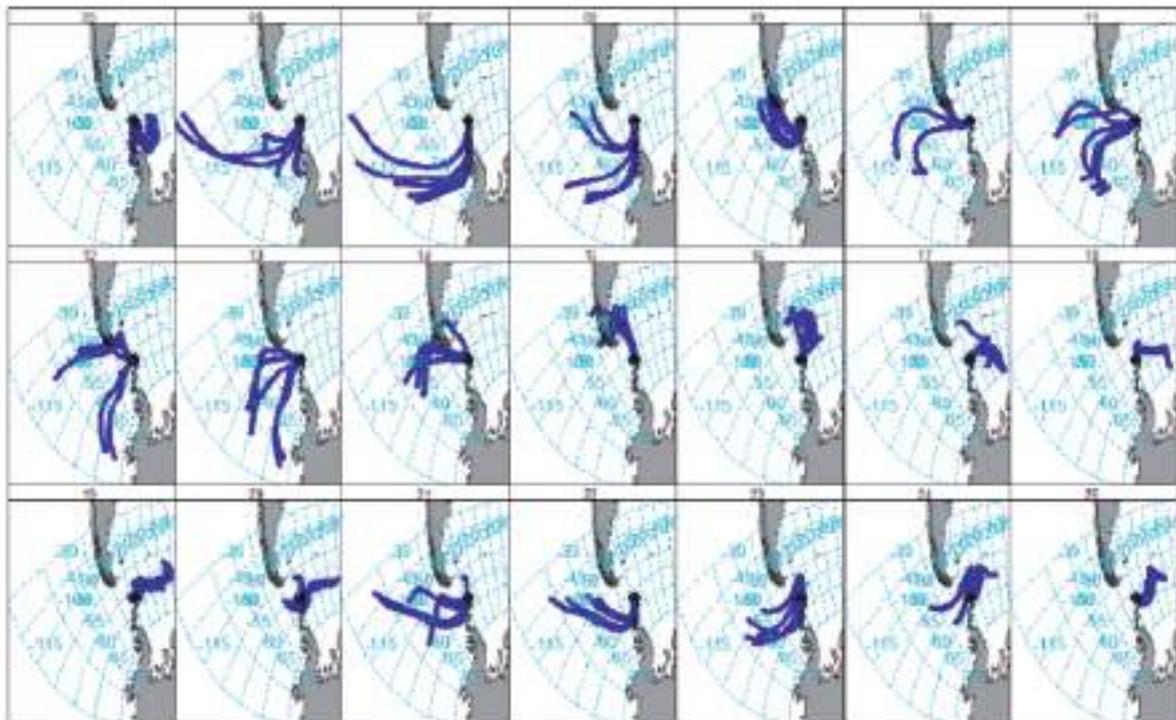
Figura 5. Filamentos de microplásticos encontrados en material fecal de pingüinos en la bahía Almirantazgo (Fuente: USIL).

La **Universidad Nacional del Centro del Perú (UNCP)**, estimó la procedencia de material particulado hacia la Antártida (Figura 6) y la variación de las trayectorias de esos contaminantes atmosféricos (Figura 7).



Posibles zonas de procedencia de partículas (10 de febrero) durante la expedición ANTAR XXVII en el ECAMP.

Figura 6. Posibles zonas de procedencia de contaminantes atmosféricos en forma de partículas observadas durante la expedición ANTAR XXVII (fuente: UNCP).



Variación de trayectorias por día durante la expedición ANTAR XXVII en el ECAMP

Figura 7. Variación de trayectorias de partículas por día observados durante la expedición ANTAR XXVII (Fuente: UNCP).

La **Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa (UNSA)** tomó muestras para determinar metales pesados en componentes bióticos y abióticos, cuyo procesamiento será realizado en sus laboratorios.

El **Instituto Nacional de Energía Nuclear (IPEN)**, analizó sedimentos extraídos del fondo marino en el estrecho de Bransfield con la finalidad de determinar la existencia de isótopos radiactivos de origen natural o artificial. Los resultados muestran la existencia de tritio en sedimentos del fondo marino (Figura 8).

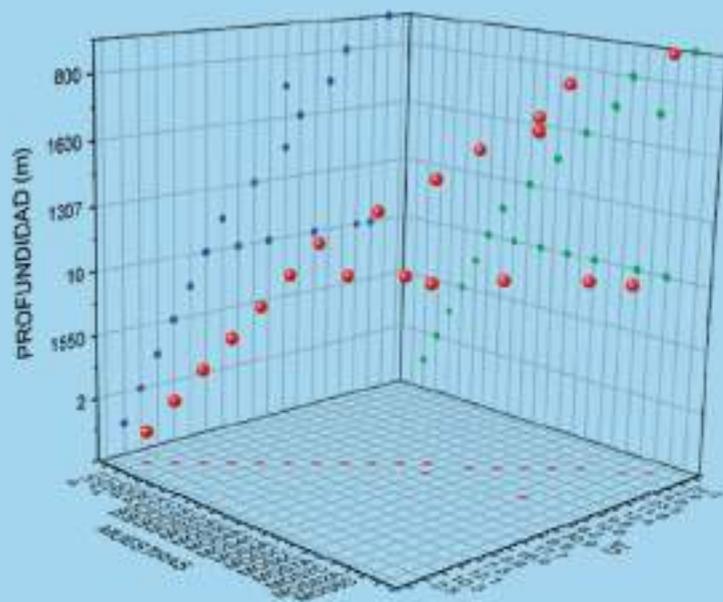


Figura 8. Distribución espacial de las unidades tritadas de tritio a diferentes profundidades. (Fuente: IPEN).

# BIODIVERSIDAD MARINA Y TERRESTRE EN LA ANTÁRTIDA

El Instituto del Mar del Perú (IMARPE) monitorea la distribución del krill (*Euphausia superba*), cuyos resultados fueron comparados con monitoreos anteriores, observándose mayores concentraciones de krill en el ANTAR XXVII (2019/20), seguido del ANTAR XXVI (2018/19) y ANTAR XXV (2017/18). (Figura 9).

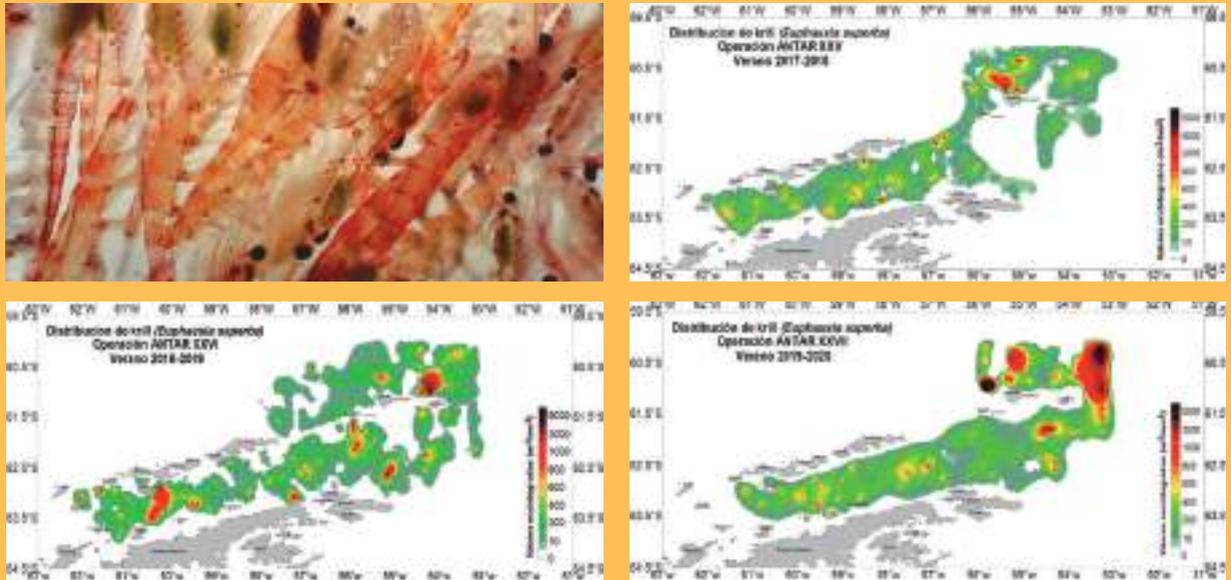


Figura 9. Distribución del krill (*Euphausia superba*). (a) ANTAR XXV, (b) ANTAR XXVI, (c) ANTAR XXVII. (Fuente: IMARPE).

Además, el IMARPE realizó avistamiento de depredadores superiores aves, que al ser comparados con avistamientos anteriores resultó en una disminución notable de aves observadas (Figura 10).

CAMPAÑA	Especies	Individuos
ANTAR XXV	26	8802
ANTAR XXVI	26	3122
ANTAR XXVII	26	1182



Fulmar antártico (*Fulmarus glacialis*).



Petrel de mentón blanco (*Procellaria aequinoctialis*).



Petrel del Cabo (*Daption capense*).



Pingüino papua (*Pygoscelis papua*).



Petrel gigante del norte (*Macronectes halli*).



Pingüino papua (*halassarche melanophrys*).

Figura 10. Depredadores Mayores observados en zona antártica (fuente: IMARPE)

Con respecto al avistamiento de los depredadores mayores mamíferos, el **IMARPE** realizó 86 avistamientos contabilizando un total de 145 individuos de distintas especies como: la Ballena Jorobada (*Megaptera novaeangliae*), Ballena de aleta (*Balaenoptera physalus*), Ballena Mike (*Balaenoptera bonaerensis*), Orca (*Orcinus orca*) y Lobo fino antártico (*Arctocephalus gazella*). (Figura 11). Estos avistamientos tienen como objetivo determinar la relación entre la abundancia y distribución de las aves y mamíferos con la abundancia y distribución del krill.



Ballena jorobada (*Megaptera novaeangliae*).



Orca (*Orcinus orca*).

Figura 11. Depredadores mayores mamíferos en aguas antárticas (Fuente: IMARPE).



Ballena jorobada (*Megaptera novaeangliae*).



Lobo fino antártico (*Arctocephalus gazella*).

La Universidad Femenina Sagrado Corazón (UNIFE), colectó algas marinas en las costas de la bahía Almirantazgo, tanto en el área próxima a la ECAMP como a la estación Arctowski de Polonia con la finalidad de realizar un análisis del contenido de macronutrientes (Figura 12).



Figura 12. Macroalgas colectadas en proximidades en la bahía Almirantazgo (Fuente: UNIFE).

El Instituto Nacional de Investigación de Glaciares y Ecosistemas de Montaña (INAIGEM) realizó el estudio de la biodiversidad marina existen en el fondo marino, se observaron distintas familias, entre ellas: Poríferas, Ascidas, Cnidarios, Equinodermos, Moluscos, Isópodos, Nemertinos y Poliquetos (Figura 13).

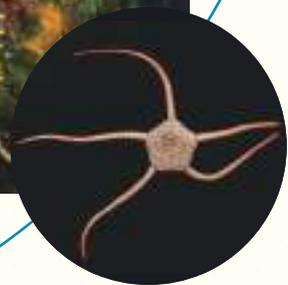


Figura 13. Biodiversidad de la profundidad marina antártica (Fuente: INAIGEM).

El Instituto Nacional de Energía Nuclear (IPEN), colectó muestras de krill, con la finalidad de determinar la composición de su microbiota estomacal mediante un análisis metagenómico y relacionarla con los principales parámetros ambientales. Las muestras colectadas serán evaluadas en los laboratorios del IPEN.



Figura 14. Muestreo de krill (*Euphasia superba*) para análisis metagenómico (Fuente: IPEN).

# PROCESOS FÍSICOS Y DINÁMICOS OCEANOGRÁFICOS EN LA ANTÁRTIDA

Entender los procesos físicos y dinámicos de la oceanografía antártica requiere la obtención de datos de parámetros físicos y dinámicos. Algunos datos obtenidos por el **Instituto Geofísico del Perú (IGP)**, relacionado con la distribución vertical en profundidad de la temperatura y salinidad en aguas antárticas, pueden observarse en la figura 15.

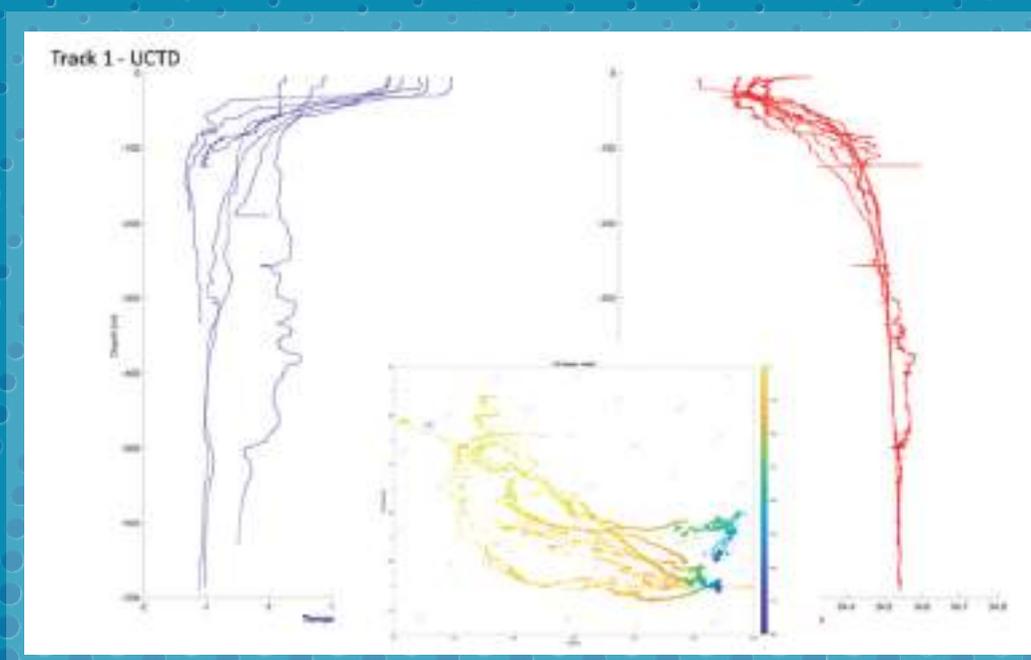
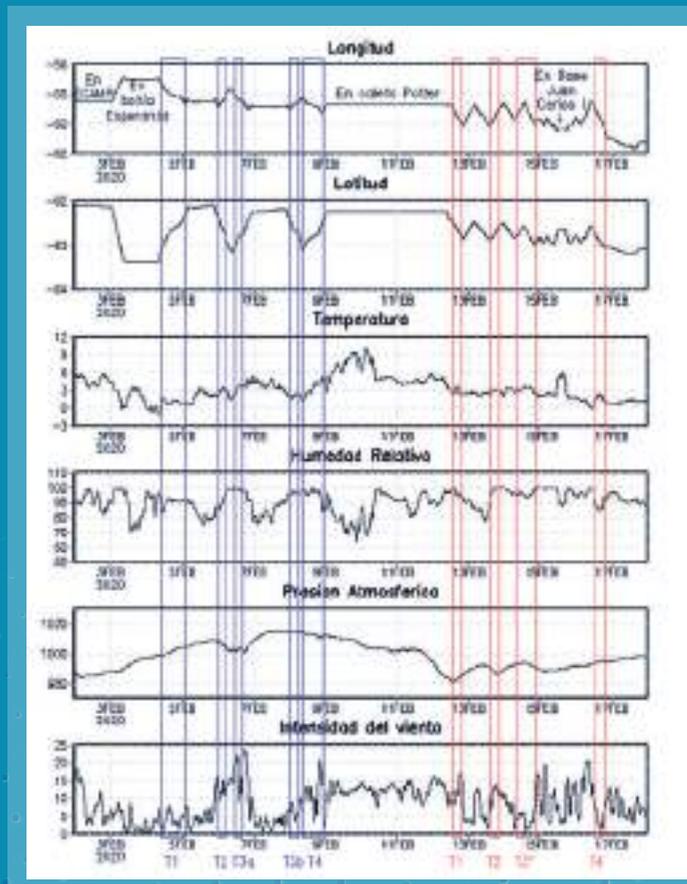


Figura 15. Distribución vertical de variables físicas en el mar antártico (Fuente: IGP).

Asimismo, el **IMARPE**, comparó la distribución espacial del comportamiento de la temperatura del mar en el estrecho de Bransfield a diferentes profundidades con información observada en expediciones previas; (Figura 16); así como la distribución espacial de la salinidad. (Figura 17).

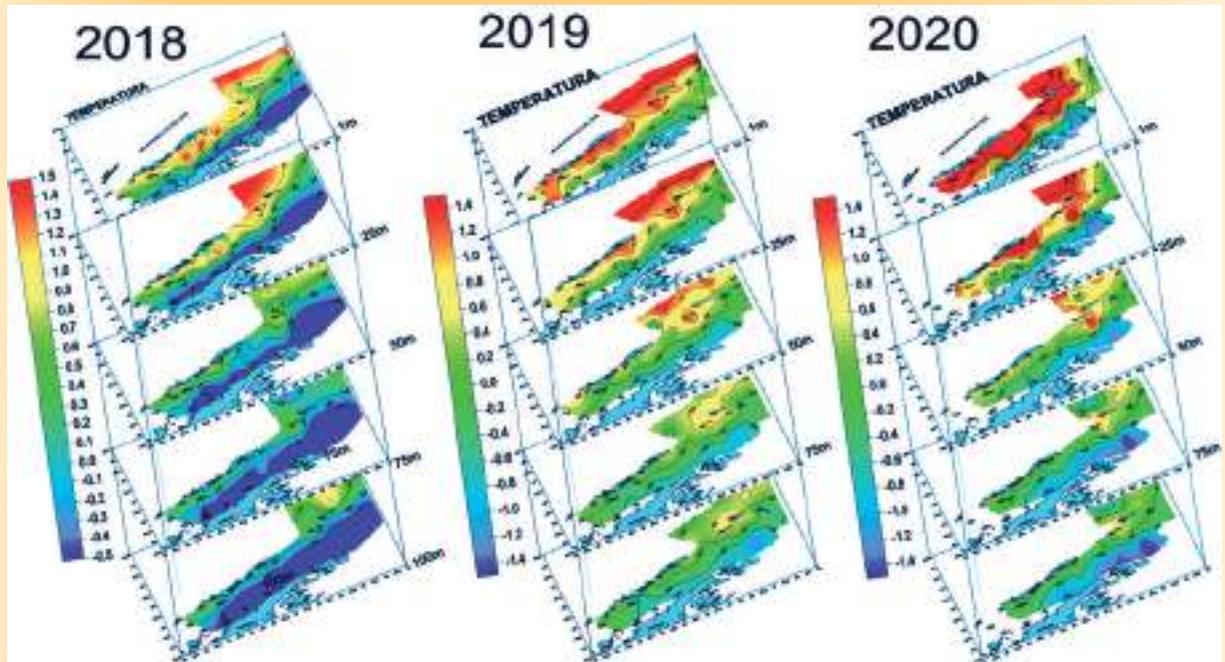


Figura 16. Comparación del comportamiento de la temperatura a diferentes profundidades en aguas antárticas (Fuente IMARPE).

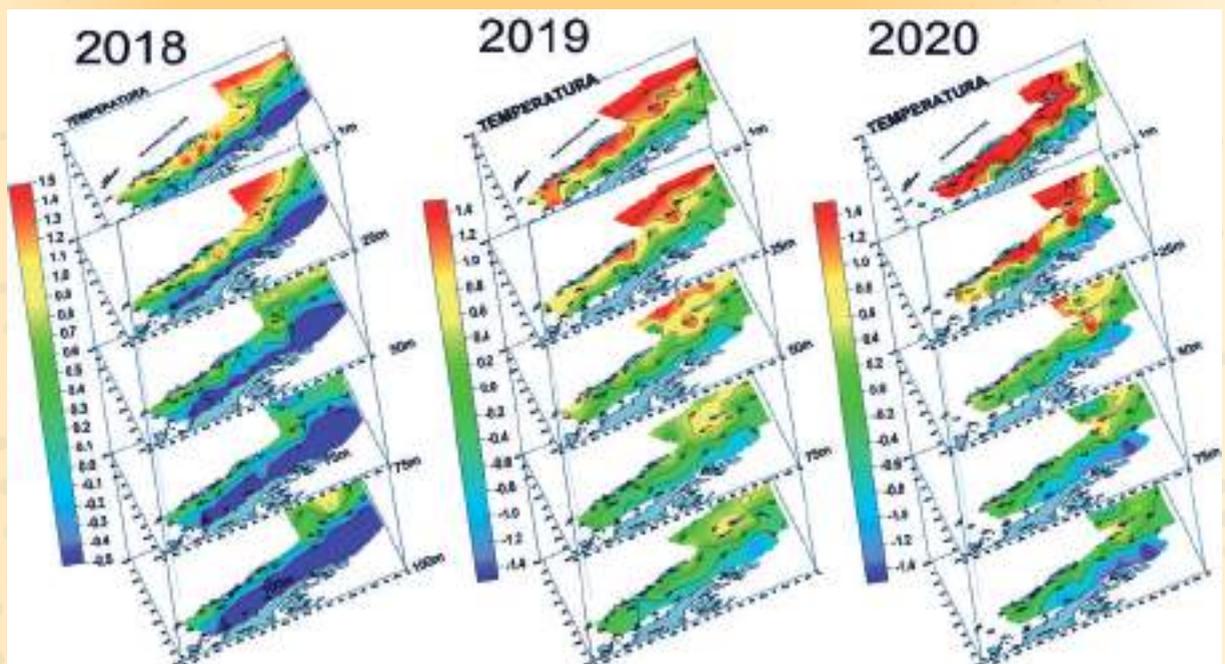
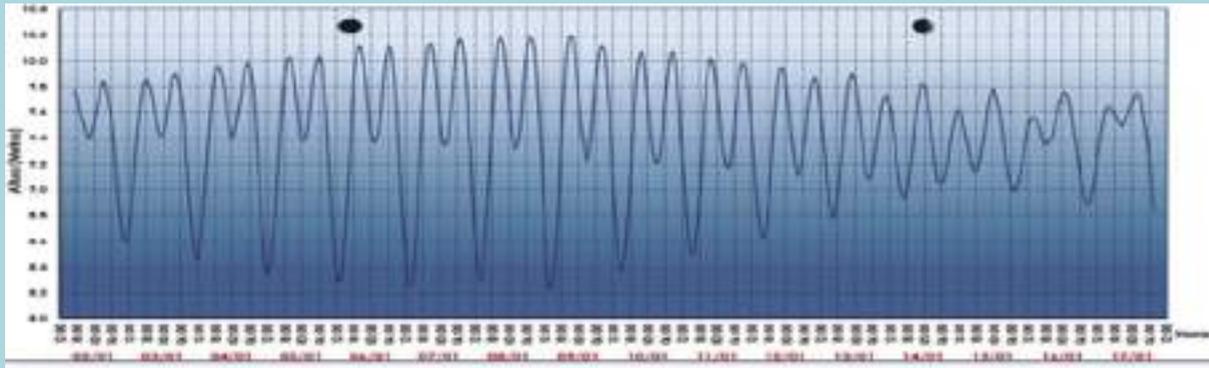
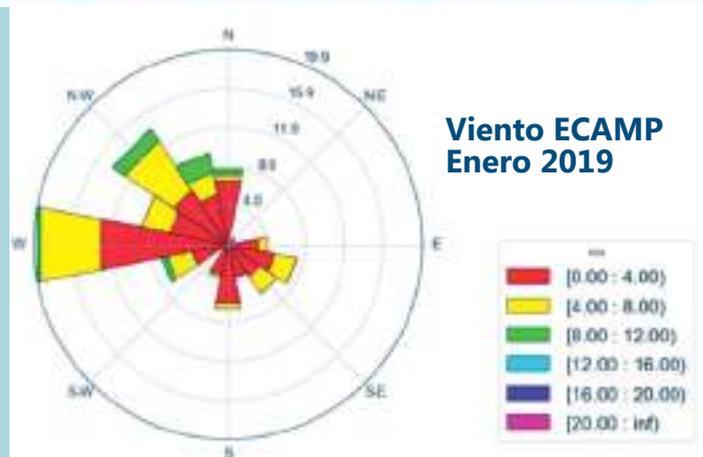


Figura 17. Comparación del comportamiento de la salinidad a diferentes profundidades en aguas antárticas (Fuente IMARPE).

## NIVEL DEL MAR ENERO 2019



La Dirección de Hidrografía y Navegación (DHN) de la Marina de Guerra del Perú, tomó datos de la variabilidad del nivel del mar y del comportamiento de los vientos en la bahía Almirantazgo, para estudiar la dinámica que se produce en esa zona. Además, fue comparado con los datos obtenidos en la expedición ANTAR XXVI (Figura 18).



## NIVEL DEL MAR ENERO 2020

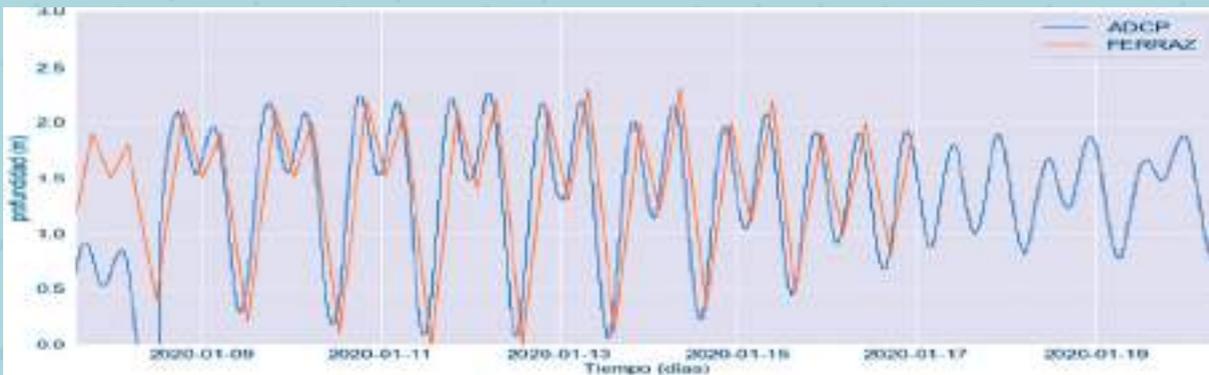
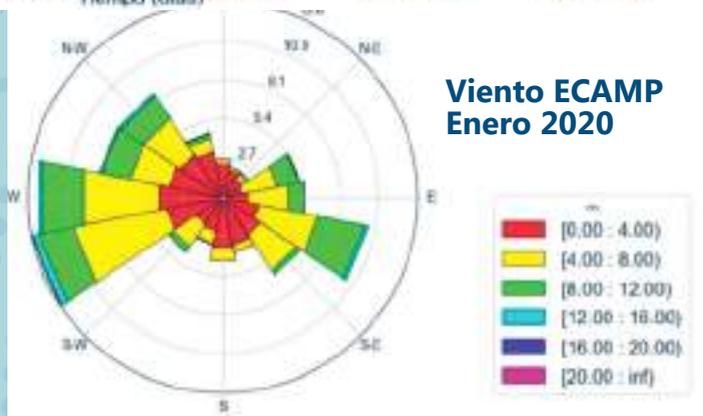


Figura 18. Nivel del mar y dirección de vientos observados durante la expedición ANTAR XXVI (2018/19) y ANTAR XXVII (2019/20). (Fuente DHN).



La Universidad de Ingeniería y Tecnología (UTEC) colectó datos de la velocidad de los vientos y la temperatura a nivel superficial en el estrecho de Bransfield, con fines de modelar su del comportamiento oceanográfico. Sus primeros resultados se muestran en la Figura 19.

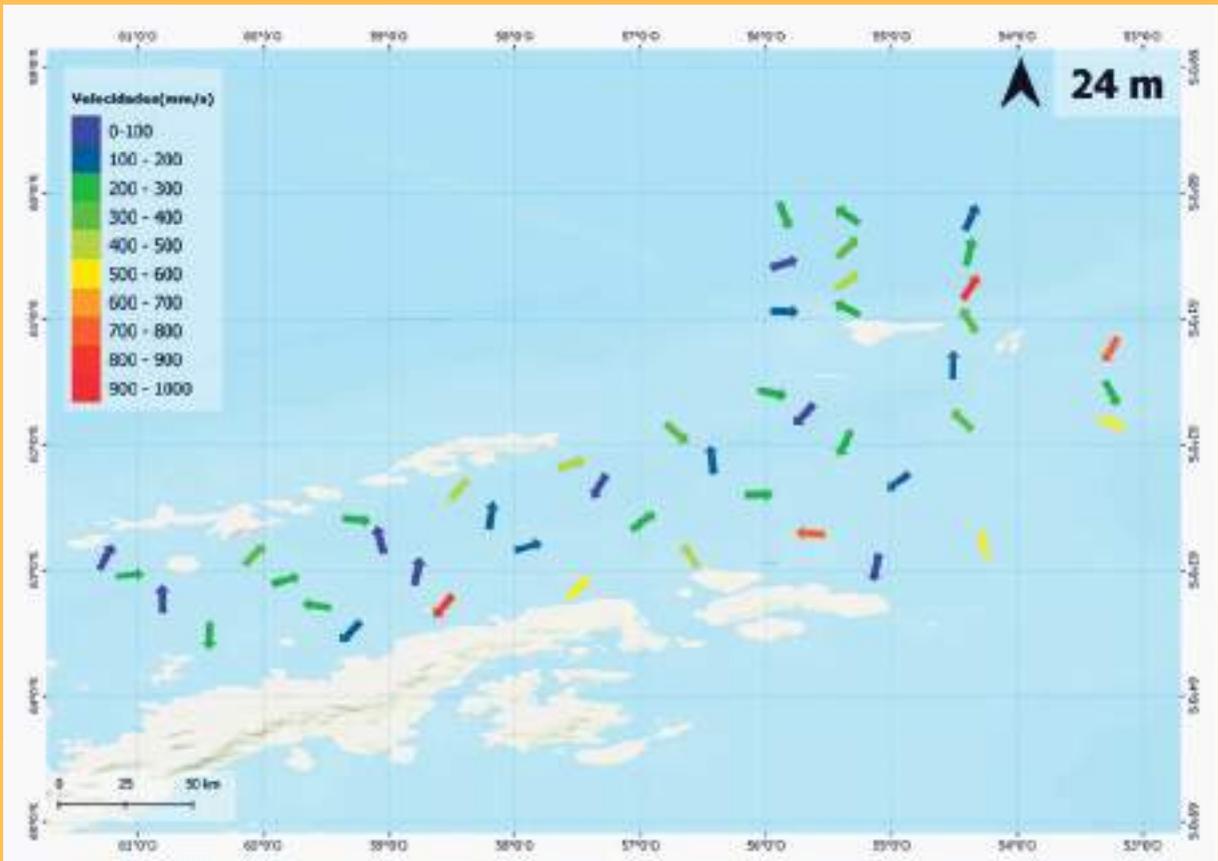
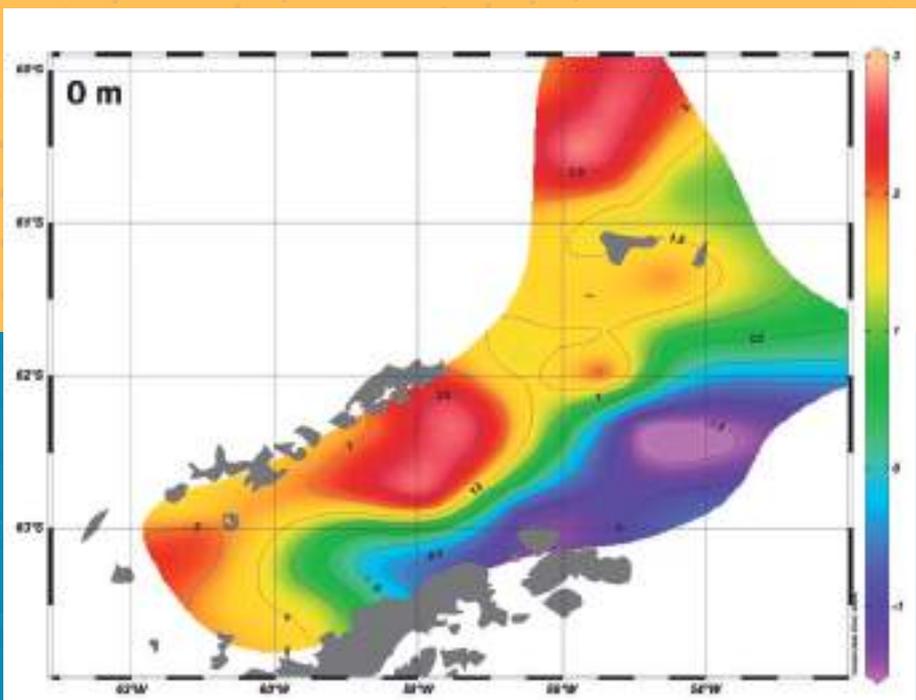


Figura 19. Comportamiento de temperatura y vientos en el estrecho de Bransfield. (Fuente DHN).



# GEOLOGÍA Y GEOMORFOLOGÍA EN LA ANTÁRTIDA

El Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico (INGEMMET) realizó estudios de permafrost (suelo permanentemente congelado, pero no permanentemente cubierto de hielo o nieve) en las proximidades de la ECAMP. Los primeros resultados muestran una disminución del permafrost del año 2019 al 2020 (Figura 20).

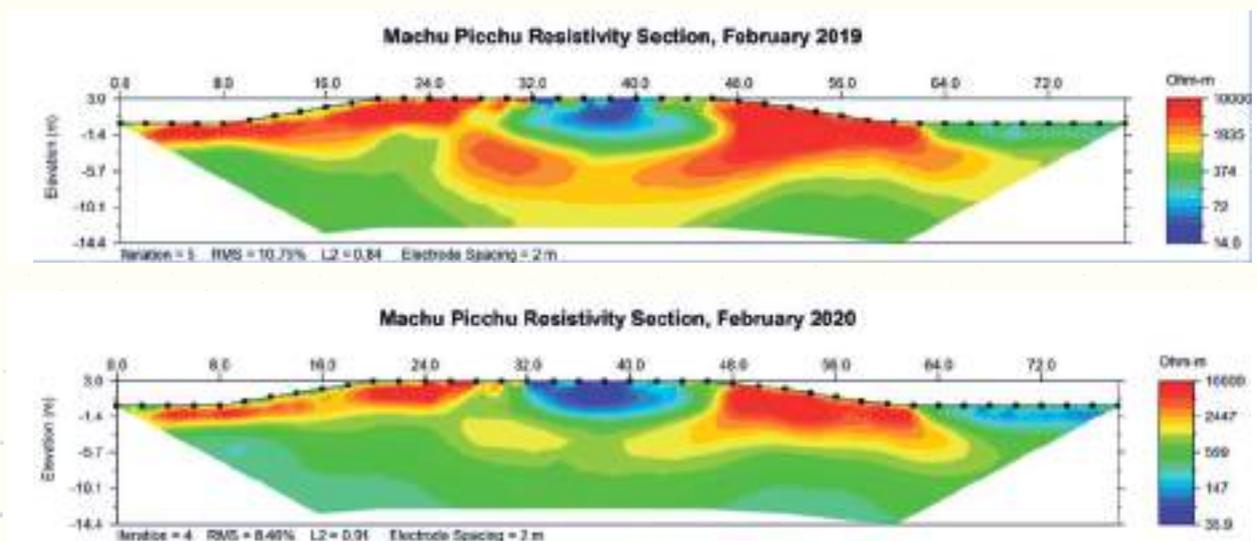


Figura 20. Comparación del permafrost (color rojo) en la ECAMP (fuente: INGEMMET).

Asimismo, el INGEMMET recolectó datos en el glaciar Domeyko, ubicado en las proximidades de la ECAMP, para entender su geomorfología (Figura 21).



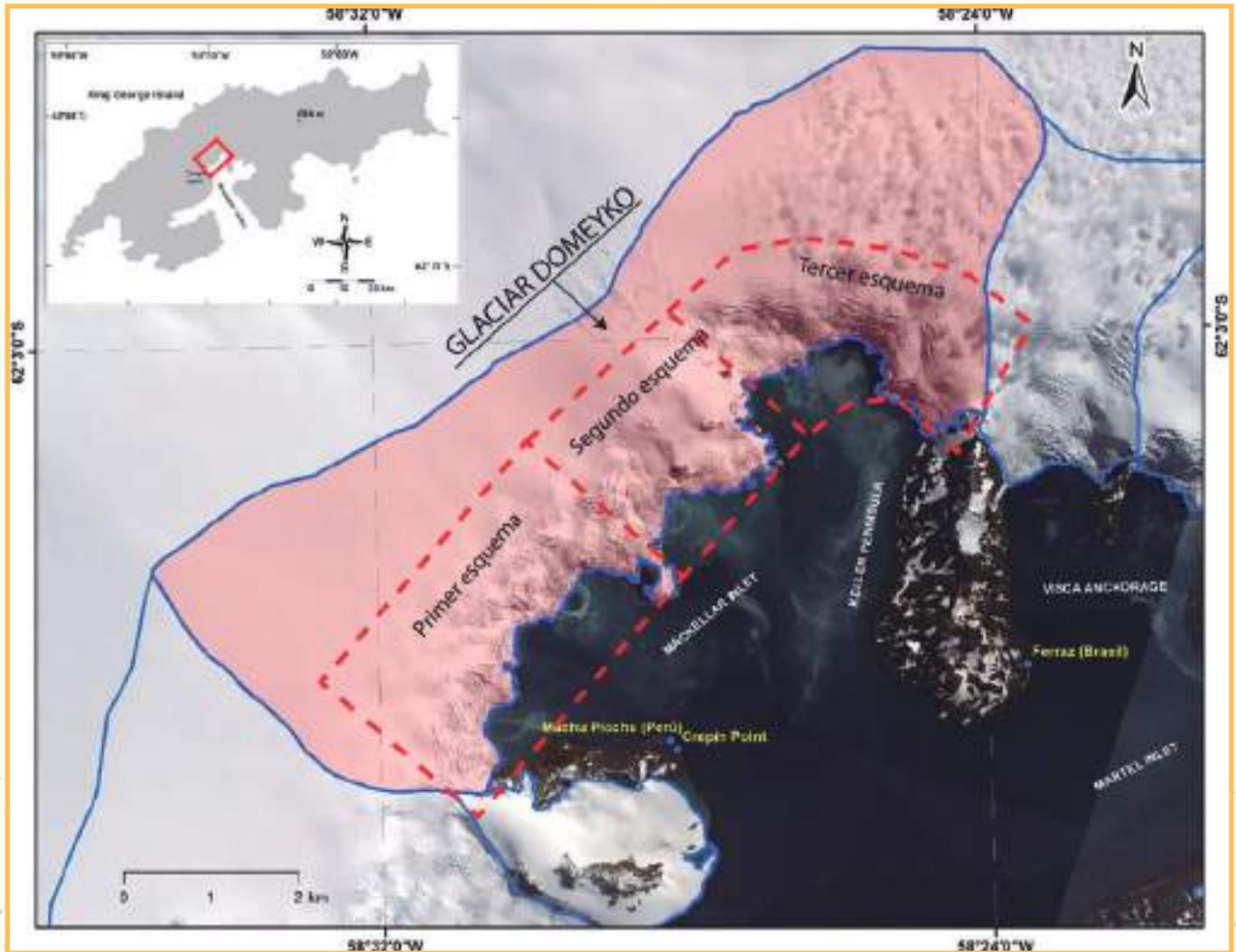


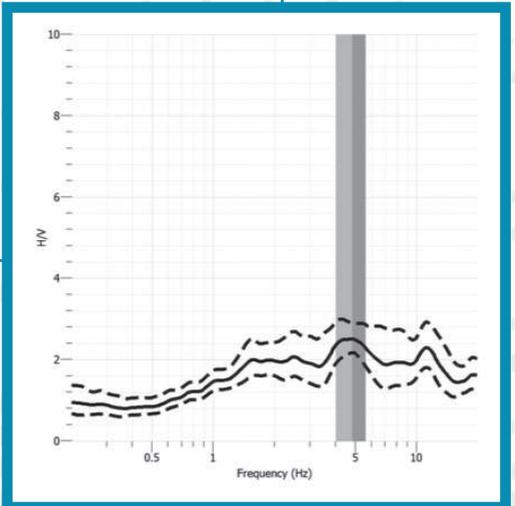
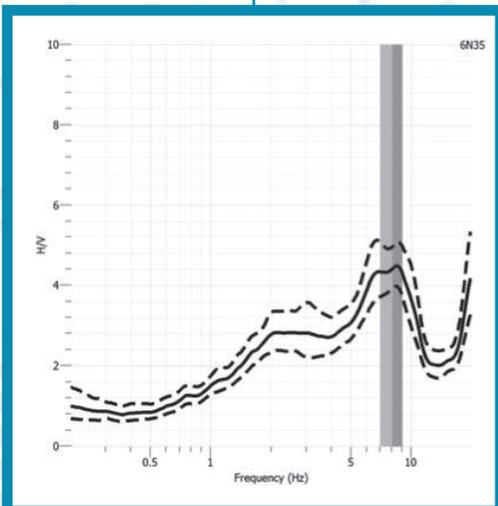
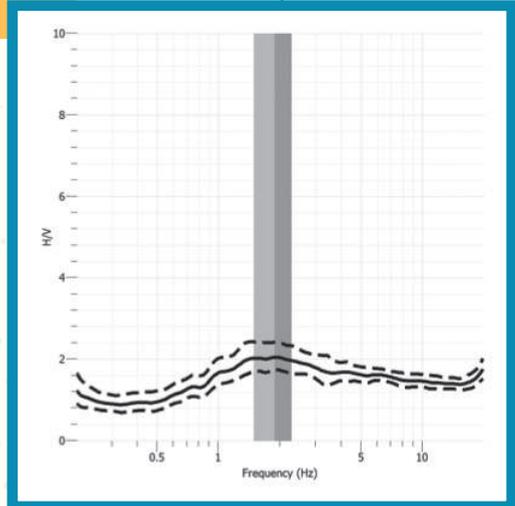
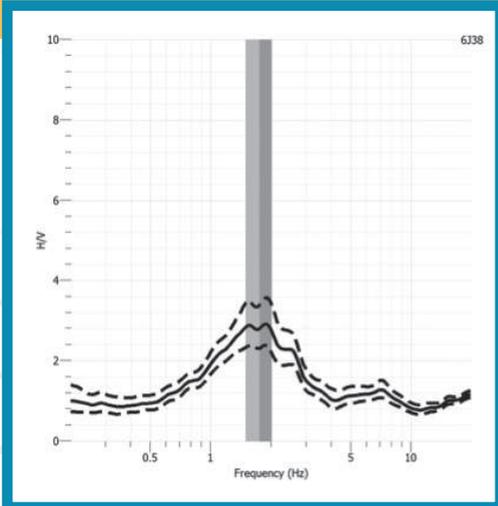
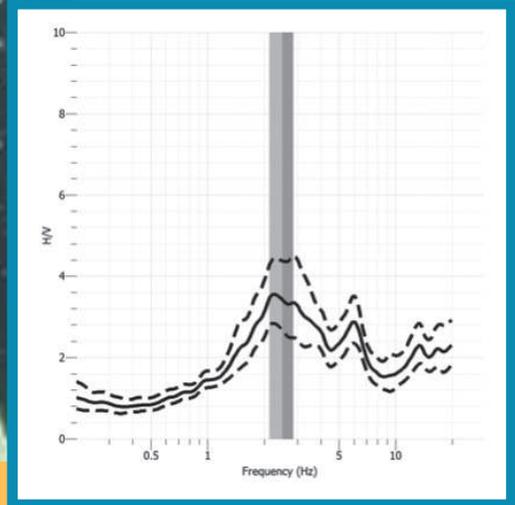
Figura 21. Monitoreo realizado en al Glaciar Domeyko durante la expedición ANTAR XXVII (fuente: INGEMMET).



El INGEMMET recolectó datos de la estabilidad del suelo en la bahía Almirantazgo, alrededor de la ECAMP, utilizando equipos sísmicos para encontrar la relación de las vibraciones que se reflejan en la estratigrafía y el cambio climático (Figura 22).



Figura 22. Comportamiento vibracional en cercanías a la ECAMP (fuente: INGEMMET).



El **INGEMMET**, ha recolectado información de sedimentos y parámetros físicos de comunidades biológicas y microbiológicas, así como muestras para caracterizar la morfología y composición de los volcanes submarinos en las islas Shetland del Sur y en la península Antártica (Figura 23). El objetivo de este estudio es encontrar la relación entre el vulcanismo, las emanaciones hidrotermales y el cambio climático.

De igual manera, el **INGEMMET** recolectó diferentes tipos de rocas en la isla Rey Jorge y bahía Esperanza de la península Antártica para su análisis evolutivo (Figura 24).



Figura 23. Muestras litográficas y microbiológicas en islas Shetland y península Antártica (fuente: INGEMMET).



Figura 24. Levantamiento de información geológica (fuente: INGEMMET).

# METEOROLOGÍA Y PRONÓSTICOS EN LA ESTACIÓN CIENTÍFICA ANTÁRTICA "MACHU PICCHU"



Las actividades realizadas en la ECAMP fueron planificadas teniendo en cuenta el comportamiento atmosférico, las cuales estuvieron a cargo de la **Dirección de Meteorología Aeronáutica (DIRMA)** de la Fuerza Aérea del Perú. El comportamiento de la temperatura del aire en la ECAMP, puede observarse en la figura 25.

Figura 25. Comportamiento de la temperatura del aire en la ECAMP (Fuente: DIRMA).

# TURISMO EN LA ANTÁRTIDA

Dado el creciente interés en la Antártida, y en las actividades de turismo ya desarrolladas por otros países, el Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas por el Estado (SERNANP), participó en la expedición ANTAR XXVII con la finalidad de evaluar la zona y, adicionalmente, contribuir a mejorar la forma en la que se desarrolla el turismo en el marco del Tratado Antártico. Adicionalmente, el SERNANP en enero de 2020 diseño una propuesta metodológica (figura 26).

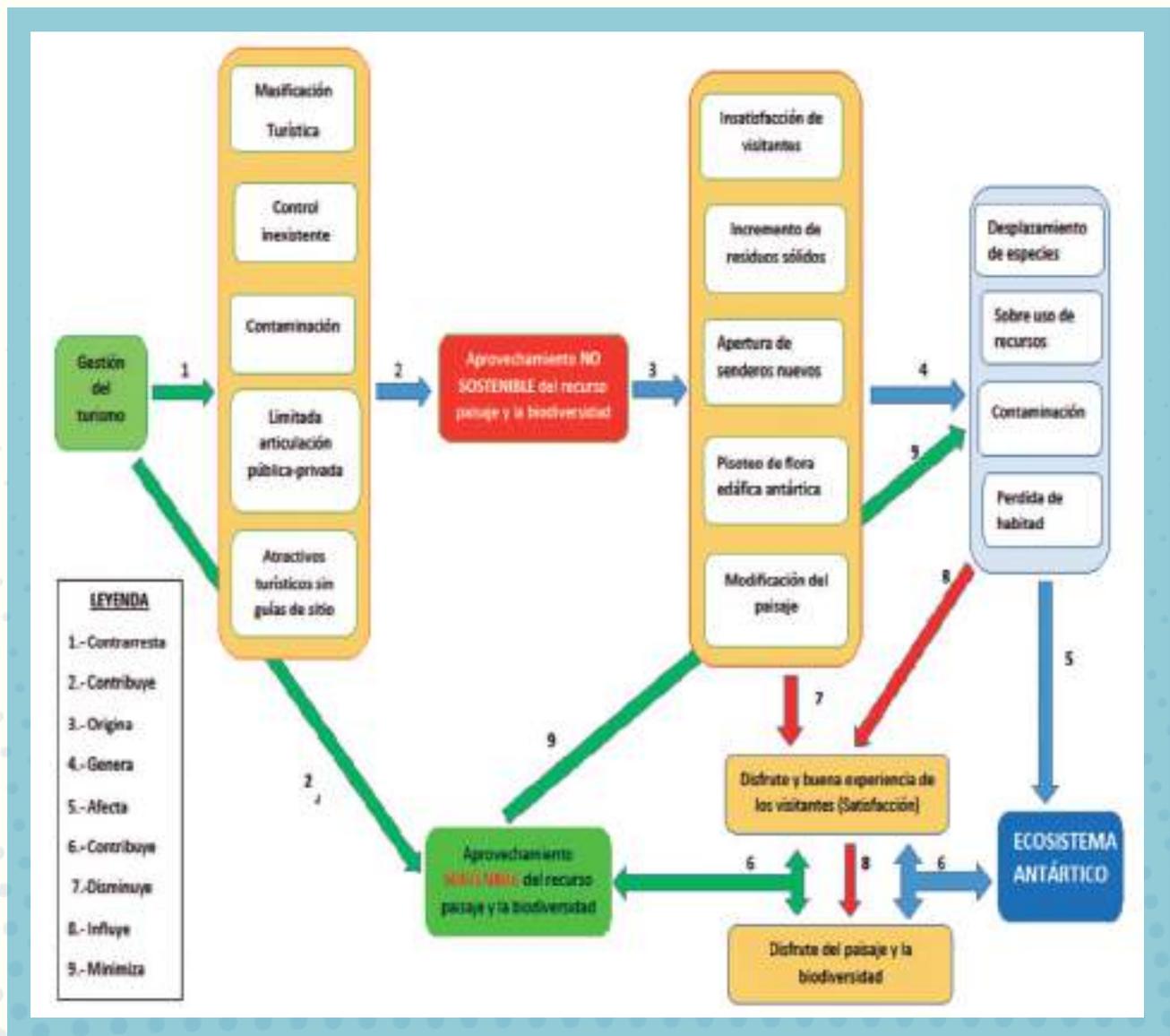


Figura 26. Propuesta de Modelo Conceptual para la gestión del turismo en la Península Fildes - Antártida (Fuente: SERNANP).

An aerial photograph of a vast, snow-covered mountain range, likely in the Andes, viewed from the perspective of a pilot in a cockpit. The cockpit's instrument panel and control yokes are visible in the foreground. The image is overlaid with a blue circular graphic on the left and a teal circular graphic on the bottom right, both containing text. White curved lines with dots connect the text to the image.

## APOYO LOGÍSTICO PARA EL DESARROLLO DEL ANTAR XXVII

El Ministerio de Defensa (MINDEF), a través de la participación de sus tres institutos armados ha brindado apoyo logístico transportando a los expedicionarios, materiales y equipos hacia la Antártida, así como ha sido soporte para el desarrollo de diversos proyectos de investigación.

La **Compañía de Operaciones Antárticas (COA)** del Ejército del Perú, estuvo a cargo del mantenimiento, funcionamiento y operación de la ECAMP. El funcionamiento operativo de la estación permitió el desarrollo de varias investigaciones realizadas en los alrededores de ésta. Además, el personal de COA estuvo a cargo de la seguridad, prevención de riesgos y transporte de los expedicionarios científicos durante el desarrollo de las actividades en exteriores de la estación.



La Compañía de Operaciones Antárticas (COA) del Ejército Peruano en la expedición ANTAR XXVII.



La COA es la responsable de que la ECAMP este operativa durante las expediciones ANTAR.



Apoyo logístico del COA en los diversos estudios en el mar Antártico.



La COA en pleno retiro de un bote Zodiac después del apoyo a los estudios de investigación en el mar Antártico.



La Dirección de Hidrografía y Navegación (DHN) de la Marina de Guerra del Perú estuvo a cargo de la operación del BAP "Carrasco" (Figura 31), lo que ha permitido el desarrollo de dos cruceros científicos, en el estrecho de Bransfield, bahía Almirantazgo y bahía Esperanza, al transportar a los expedicionarios científicos y facilitar los equipos, materiales y laboratorios a bordo. Además de transportar a todos los expedicionarios desde Punta Arenas al ECAMP.



Buque de la Armada Peruana (BAP) "Carrasco".

La Fuerza Aérea del Perú (FAP), a través de la operación del Hércules L-100 permitió el ingreso del personal expedicionario de Lima a la Antártida y viceversa. Además, con el helicóptero BELL-212, fue posible el apoyo a la colecta/toma de fotografías del glaciar Znosko en apoyo a los proyectos de investigación; así como, brindar apoyo a otras estaciones antárticas colindantes a través de la implementación de operaciones SAR (de búsqueda y rescate) para la evacuación de personal frente a una emergencia o incidente.



La Fuerza Área del Perú rumbo a la expedición ANTAR XXVII.



La FAP preparándose para realizar apoyo en el desarrollo de proyectos de investigación.



## DIRECCIÓN DE ASUNTOS ANTÁRTICOS

### DIRECTOR

MC. David Guillermo Gamarra Silva

### EQUIPO CIENTÍFICO

Ph.D Elizabeth Silvestre Espinoza

MSc. Cinthya Elizabeth Bello Chirinos

MSc. Rubén Pablo Londoño Bailon

### EQUIPO DE APOYO ADMINISTRATIVO

Sra. Beatriz Marcela De los Ríos Robles

Abg. Enrique Rafael Franco Moreno

### PLANIFICACIÓN Y PRESUPUESTO

Econ. Mirtha Olga Arbulú Chanduvil

### APOYO LOGÍSTICO

Sr. Ismael Eduardo Grau Enciso

### DIFUSIÓN

Lic. Francis Israel López Ortega

### COORDINACIÓN, REVISIÓN Y EDICIÓN

Ph.D Elizabeth Silvestre Espinoza

