

Chile

Avances de la Red de Sensores Observatorio Antártico del Cambio Climático

Ricardo Faundez, rfaundez@inach.cl

Resumen

Se informa el estado de avance en la implementación de la Red de Sensores Observatorio del Cambio Climático en Antártica, iniciativa a cargo del Instituto Antártico Chileno (INACH), a través de la cual despliega estaciones de monitoreo ambiental en puntos localizados en un extenso rango de latitudes en las islas Shetland del Sur, la península Antártica y sectores del glaciar Unión. Se describen sus características de configuración para la obtención del estado de las variables esenciales del clima necesarias para la investigación científica en temas de alto interés global, proporcionando información clave para el avance de la ciencia, la aplicación en estudios de impacto y la promoción de la colaboración internacional de estos esfuerzos.

Antecedentes

La Antártica es un laboratorio natural que ofrece condiciones especiales para el registro de variables y parámetros ambientales, necesarios para estudiar y comprender el cambio climático global, fenómeno que amenaza directamente a la humanidad. Estas tareas de mediano y largo plazo requieren caracterizar el estado del clima en diferentes localidades, distribuyendo espacialmente en un amplio rango de latitud estaciones de monitoreo que registran información que es usada como evidencia científica y que aún se mantiene en niveles deficitarios. Esta realidad obliga a los Programas Antárticos Nacionales a realizar acciones estratégicas para mejorar el monitoreo y registro de variables ambientales y se convierte en una oportunidad para lograrlo de manera colaborativa en beneficio de múltiples disciplinas de la ciencia antártica.

Chile, a través del Instituto Antártico Chileno (INACH), ejecuta el Programa Red de Sensores Observatorio del Cambio Climático en Antártica desde el año 2021. Este programa materializa el segmento más austral del país del conjunto de estaciones meteorológicas automáticas equipadas con sensores de estándar científico y cuya calibración es respaldada por la Dirección Meteorológica de Chile. Su objetivo es monitorear las variables esenciales del clima necesarias para comprender de mejor manera el impacto del cambio climático en la dinámica de los ecosistemas antárticos y, a la vez, hacer un seguimiento de la tendencia del cambio climático global por medio de información y evidencia científica.

Se sabe que la Antártica interactúa climáticamente con el resto de las zonas del planeta y actúa como un “centinela” anticipando la respuesta del impacto de sus cambios. Los flujos de carbono, niveles de gases de efecto invernadero, las tasas de incremento de temperatura atmosférica y oceánica, el balance de masa de la criósfera, son algunos de los fenómenos que requieren de este tipo de redes de monitoreo.

La red busca aprovechar las características de laboratorio natural de la península Antártica y sus alrededores para registrar a largo plazo mediciones de variables

atmosféricas y oceanográficas instalando estaciones de monitoreo compuestas por diferentes sensores acondicionados para las características ambientales extremas.

El objetivo del programa busca además proveer un conjunto de datos ambientales del territorio antártico, buscando mejorar el entendimiento, predicción y proyección de sus efectos por medio de la generación de información relevante y atingente. Todo esto en apoyo a la toma de decisiones en diversos ámbitos (científico, político, productivo, evaluación de riesgo, entre otros).

Avances del proyecto

El proyecto está enfocado en disponer, operar y mantener una red de puntos de monitoreo en Antártica, esto es, una plataforma de observación y registro de un subconjunto de variables denominadas variables esenciales del clima, correspondientes al estado variables de los dominios atmosférico de superficie, oceanográfico y de la criósfera, para permitir estudiar variaciones ambientales a diferentes escalas temporales (fluctuaciones estacionales, interanuales). Esta red tiene como objetivo final instalar estaciones en 21 puntos y así proveer de datos atmosféricos, criosféricos y oceanográficos desde la Antártica hacia el resto del mundo de manera pública y gratuita, para contar con información relevante y atingente. Durante la LXI Expedición Científica Antártica (2024-2025), se instalaron dos nuevas estaciones las que suman totalizan 15 puntos de monitoreo atmosférico y criosférico.

Por otra parte, a fin de aportar variables oceanográficas a la red se ha concretado la adquisición de un Glider SEAEXPLORER X2 con diferentes sensores oceanográficos y se espera ejecutar las primeras misiones de alistamiento durante este año 2025. También, se está gestionando la adquisición de dos plataformas Lander equipados con sensores oceanográficos y transmisión en tiempo real de datos, los cuales serán incorporados a la red de estaciones de monitoreo del INACH.

Expedición Científica Antártica 58 – Período estival 2021-2022

En diciembre de 2021 se instaló la primera Estación Meteorológica Automática (EMA) perteneciente a la red, ubicada a 1.000 km del polo sur aproximadamente, adyacente a la Estación Polar Científica Conjunta Glaciar Unión (latitud 79° 46' S, longitud 82° 50' O). Desde diciembre de 2021 hasta febrero de 2022 se trabajó en la península Antártica para instalar EMA de monitoreo en la base “Profesor Julio Escudero”, ubicada en bahía Fildes de las islas Shetland del Sur (lat 62° 12' 10.34" S, lon 58° 57' 42.72" O), para luego navegar hacia el sur cruzando el círculo polar antártico y desembarcando en la base “Teniente Luis Carvajal”, ubicada en el extremo sur de la isla Adelaida (lat 67° 45' 36.71" S, lon 68° 54' 56.12" O). Finalizando un poco más al norte en la base “Yelcho”, situada en la isla Doumer, archipiélago Palmer (lat 64° 52' 42.50" S, lon 63° 35' 28.54" O).

Expedición Científica Antártica 59 – Período estival 2022-2023

Desde diciembre de 2022 hasta febrero de 2023 se realizaron las instalaciones de seis EMA, comenzando en paralelo con la estación ubicada en la base “General Bernardo O'Higgins”, la cual se encuentra en el islote Isabel Riquelme, zona norte de la península Antártica (lat 63° 19' 16.95" S, lon 57° 53' 58.99" O) y la estación instalada en cabo

Melville, ubicada en la isla Rey Jorge y siendo la estación perteneciente a la red ubicada más al norte (lat 62° 1' 27.07" S, lon 57° 36' 4.98" O).

Luego se continuó trabajando en paralelo en las estaciones de base "Capitán Arturo Prat", ubicada en bahía Chile, isla Greenwich (lat 62° 28' 47.43" S, lon 59° 39' 59.33" O) y en punta Armonía, ubicada dentro de isla Nelson en las islas Shetland del Sur (lat 62° 18' 21.64" S, lon 59° 11' 44.51" O).

Finalmente, durante la expedición se instalaron en paralelo otras dos estaciones: una ubicada adyacente al refugio "General Jorge Boonen Rivera", ubicado en bahía Duse, en la parte norte de la península (lat 63° 32' 12.52" S, lon 57° 24' 14.17" O) y la última instalada fue en la base Presidente "Gabriel González Videla", ubicada en bahía Paraíso, en las costas del estrecho de Gerlache (lat 64° 49' 26.65" S, lon 62° 51' 28.47" O).

Expedición Científica Antártica 60 – Período estival 2023-2024

Durante la LX Expedición Científica Antártica, entre los meses de diciembre de 2023 y enero de 2024 se realizaron tres instalaciones. La primera de estas estaciones fue instalada en islote D'Hainaut, el cual se encuentra en la parte sur de la isla Trinidad, perteneciente al archipiélago Palmer (lat 63° 54' 11.04" S, lon 60° 47' 37.81" O), para luego continuar con la instalación de la estación islote Alcock, ubicado en la parte norte del estrecho de Gerlache (lat 64° 14' 23.89" S, lon 61° 7' 53.21" O). Finalmente, se instaló la estación ubicada en la isla Livingston (lat 62° 40' 47.72" S, lon 60° 24' 44.36" O).



Expedición Científica Antártica 61 – Período estival 2024-2025

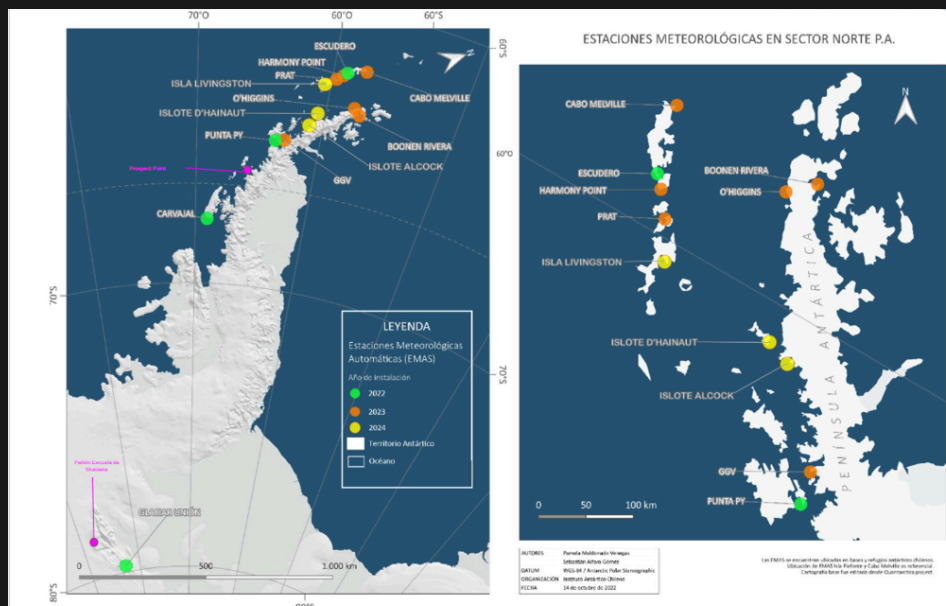
Durante la ECA 61 se lograron instalar dos estaciones meteorológicas. La primera fue instalada en el peñón Escuela de Montaña (79° 47' 32.00" S, 82° 58' 50.00" O), en las cercanías del campamento conjunto Glaciar Unión. Esta estación cumple con un propósito distinto al del resto de estaciones instaladas a la fecha, priorizando el monitoreo de permafrost, por lo que cuenta con una configuración distinta de sensores, la que se ve reflejada en la tabla de más abajo. La siguiente estación fue instalada en la costa de Graham, específicamente en Prospect Point (66° 0' 29.33" S, 65° 20' 21.10" O). Esta

estación entrega múltiples datos atmosféricos abiertos a la comunidad desde una zona en la cual no se contaba con datos de estas características.

Actualmente la red cuenta con 15 de las 21 estaciones instaladas.



Red de Sensores
Observatorio Antártico del
Cambio Climático



Automatic Meteorological Stations metadata – Permafrost monitoring

Component	Label/Model	Detail
Anemometer	RM Young Wind Monitor 05108	Wind speed and wind direction measurement
Net Radiometer	Apogee SN 500	Longwave and shortwave radiation measurement
Relative humidity and temperature probe	Vaisala HMP155	Relative humidity and air temperature probe
Soil thermometer X 4	Campbell 109	Thermistor buried at different depths.
Photovoltaic panel	Campbell SP90-L	Polycrystalline panel 90W
Weather resistant enclosure	Campbell ENC16/18	Fiberglass-reinforced polyester enclosure
Battery pack	Aokly 6GFM100G (12V/100Ah)	5 x 12V 100aH parallel arrangement

Generador eólico	Leading Edge LE-V50 Extreme	12 Volts, 70 Watts 10 Watts at 12 m/s
Satellite Antenna	Modem Tera banda L Iridium 9523	Allows satellite connection via Iridium

Automatic Meteorological Stations metadata

Component	Label/Model	Detail
Anemometer	RM Young Wind Monitor 05108	Wind speed and wind direction measurement
Net Radiometer	Apogee SN 500	Longwave and shortwave radiation measurement
Pyranometer	Apogee CS320	Broad spectrum shortwave radiation
PAR Radiometer	Apogee CS310	Photosynthetically active radiation measurement
Ultrasonic distance sensor	Campbell SR50A	Measures the distance from the sensor to the snow surface
CO2 Probe	Vaisala GMP252	Ppm-level Carbon Dioxide Probe
Relative humidity and temperature probe	Vaisala HMP155	Relative humidity and air temperature probe
Soil thermometer	Campbell 109	Thermistor buried at 20 cm depth. Four of these sensors are installed on the permafrost monitoring AWS.
Photovoltaic panel	Campbell SP90-L	Polycrystalline panel 90W
Weather resistant enclosure	Campbell ENC16/18	Fiberglass-reinforced polyester enclosure
Battery pack	Aokly 6GFM100G (12V/100Ah)	5 x 12V 100aH parallel arrangement
Generador eólico	Leading Edge LE-V50 Extreme	12 Volts, 70 Watts 10 Watts at 12 m/s
Satellite Antenna	Modem Tera banda L Iridium 9523	Allows satellite connection via Iridium

¿Dónde ver los datos de las estaciones ya instaladas?

Los datos e información generada por la red son públicos y de acceso libre. Actualmente, se encuentran disponibles en la plataforma web a la cual se puede acceder desde el link <http://www.redsensoresinach.cl/>. En esta plataforma se encuentra disponible información del proyecto, metadatos, gráficos estadísticos, visualización y descarga de las diferentes variables que se registran in situ y transmiten satelitalmente cuatro veces al día.



Ilustración 1. Ejemplo de las variables medidas por cada estación meteorológica.

Se ruega a los usuarios de la información generada por esta red, mencionar su fuente de la siguiente forma: “Los datos usados en esta [presentación, publicación] fueron extraídos desde la plataforma web del programa Red de Sensores Observatorio Antártico del Cambio Climático del INACH www.redsensoresinach.cl”

Antigüedad de los datos obtenidos por la red

Para llevar a cabo investigaciones, la calidad de los datos y la temporalidad de los mismos son factores de suma importancia para la robustez y la trazabilidad de la misma investigación. En este proyecto la calidad de los datos la valida la Dirección Meteorológica de Chile, ya que trabajan bajo el estándar de la Organización Mundial de Meteorología, por lo que son datos confiables. Debido a la naturaleza del proyecto, se instalan estaciones meteorológicas año a año, por lo que la antigüedad de los datos difiere según la estación que se desee consultar. La siguiente tabla muestra lo dicho anteriormente:

ESTACIÓN	ECA 58 2021-2022	ECA 59 2022-2023	ECA 60 2023-2024	ECA 61 2024-2025	AÑOS DE DATOS CONTINUOS
GLACIAR UNIÓN	*				3
ESCUADERO	*				3
PUNTA PY	*				3
CARVAJAL	*			*	0
PUNTA ARMONÍA		*			2
PRAT		*			2
O'HIGGINS		*			2
CABO MELVILLE		*			2
GGV		*			2
BOONEN RIVERA		*			2
ISLOTE D'HAINAUT			*		1
ISLOTE ALCOCK			*		1
ISLA LIVINGSTON			*		1
PEÑÓN ESCUELA DE MONTAÑA				*	0
BASE J				*	0

Aportes a la ciencia

El 5 de febrero del 2024 varias estaciones pertenecientes a esta red registraron un alza de la temperatura del aire que contrasta con las temperaturas medias registradas. Específicamente, la estación meteorológica ubicada en la base “Gabriel González Videla” (64° 49’ 26.65” S, 62° 51’ 28.47” O) registró una temperatura de 10,9 °C, similar al registro de 10,8 °C en la base ucraniana “Vernadsky” ubicada a 82 kilómetros de distancia de la base chilena. Esto evidenció la presencia de un río atmosférico en la península

Antártica¹, lo que confirma y refuerza la importancia de contar con una red de monitoreo permanente de variables esenciales del clima, a lo largo y ancho de la región.

Para difundir y promover el uso de la información registrada el programa ha sido presentado en diversos eventos tales como el XI Open Science Conference 2024 del Scientific Committee on Antarctic Research (SCAR), el VI Congreso de la Sociedad Chilena de la Criósfera (SOCHICRI) y diversas reuniones en la 43 Commission for the Conservation of Antarctic Marine Living Resources (CCAMLR), en estos tres encuentros se presentó el proyecto en su totalidad, dando a conocer las principales características, alcances y proyecciones, con la finalidad de que distintos investigadores e instituciones ligadas a Antártica hagan uso de los datos para llevar a cabo sus investigaciones.

Específicamente, en las discusiones del grupo de trabajo de ordenación y seguimiento del ecosistema de CCRVMA (WG-EMM-2024) en el marco de las discusiones para mejorar el sistema de seguimiento del ecosistema (CEMP), se destacó la importancia de la red chilena de estaciones meteorológicas automáticas a lo largo de la península Antártica, como un ejemplo de un modelo a seguir para la toma de variables medioambientales que pueden servir a un seguimiento general del ecosistema en conjunto con otras variables que se puedan monitorear a nivel biológico a través de datos con cámaras o animales con transmisores.

Objetivos y desafíos en el mediano plazo

Cada año se suman puntos de monitoreo a la red, por lo que cada vez se presentan mayores desafíos para determinar la posición final de instalación de las nuevas estaciones, es por este motivo que cada vez se vuelve más exhaustivo el criterio científico aplicado para tomar este tipo de decisiones.

Uno de los puntos planteados para avanzar es la isla Elefante, lo que nos permitiría obtener mediciones desde el punto más septentrional del continente antártico. Por otro lado, se están evaluando puntos al interior del círculo polar antártico, sin descartar que esto se realice mediante proyectos de colaboración con otros Programas Antárticos Nacionales.

Como objetivos se tiene concretar la extensión de la red hacia la latitud 86° S, monte Vinson. Con la entrada en funcionamiento del rompehielos AGB-46 *Almirante Viel* y la capacidad logística que tiene, se buscará incursionar de manera más profunda en el mar de Weddell para buscar puntos de instalación, isla Cerro Nevado puede ser un buen objetivo, adentrarse en el círculo polar en la isla Alejandro I.

Como se ha hecho desde el inicio del proyecto, se busca la colaboración con otros proyectos e investigaciones, tanto nacionales como extranjeras, con la finalidad de darle un mayor valor público a los datos generados por la red.

Propuesta de trabajo

Se invita a los países que estén interesados en participar y colaborar con datos atmosféricos y oceanográficos que conformemos un grupo de trabajo, además de poner a disposición los datos de la red de sensores INACH para que los puedan colocar con un

¹ <https://www.inach.cl/evento-de-rio-atmosferico-incremento-las-temperaturas-en-la-peninsula-antartica/>

<https://www.latercera.com/que-pasa/noticia/el-extrano-evento-climatico-que-incremento-las-temperatura-s-en-la-peninsula-antartica/KPMKQNWDFZEF5M7LLOFZZTYNHM/#>

banner en sus distintas páginas web, con el objetivo de promover la cooperación y uso de esta data para fines científicos.

Se invita, además, a los países que puedan disponibilizar logística para realizar las mantenciones de las estaciones y campañas en conjunto, asegurando la mantención en el tiempo de esta red, integrándola con iniciativas que pudieran tener desde los Programas Antárticos Nacionales.