

# Temperatura del aire en superficie y humedad relativa medidas en el Observatorio Argentino-Alemán de Geodesia (AGGO)

Pablo L Antico<sup>1,2</sup>, Michael Häfner<sup>1</sup>, Mauricio Gende<sup>1,2</sup>

**Resumen** En el AGGO se dispone de diferentes sensores que miden la temperatura del aire y la humedad relativa. Éstos difieren entre sí en cuanto al diseño y condiciones de exposición. A partir de la serie de datos más extensa desde el inicio de las operaciones de AGGO en el año 2016, se construye una serie consistente y homogénea que representa la mejor aproximación de ambas variables meteorológicas. Para ello se propone la aplicación de una técnica que completa la información faltante en la estación meteorológica primaria a partir de dos métodos de interpolación de datos. El primero consiste en una interpolación lineal entre los datos de la estación primaria, mientras que la segunda se basa en una función para calcular la temperatura a partir de los datos obtenidos en la estación secundaria.

## INTRODUCCIÓN

La observación meteorológica conduce a la utilización de una amplia variedad de instrumentos y equipos. Éstos a su vez difieren entre sí según el diseño, la exposición y la frecuencia de muestreo. El producto final consiste en una aproximación a los valores reales de propiedades atmosféricas tales como la temperatura y la humedad relativa de superficie. Es así que en AGGO se dispone de un conjunto de estaciones meteorológicas automáticas que miden simultáneamente las mismas propiedades del aire. Cada uno de los equipos ha sido instalado en función de las necesidades propias de los distintos sistemas de observación geodésica. Este trabajo se propone construir una única serie representativa de la temperatura del aire y de la humedad relativa en el sitio de AGGO. Para ello, se toma como referencia a la serie temporal más extensa y que es a su vez la de mayor resolución temporal. La metodología utilizada consiste en aplicar dos técnicas de extrapolación según la duración de los períodos con datos faltantes.

## DATOS Y METODOLOGÍA

Cada una de las estaciones meteorológicas consiste en un conjunto de sensores que miden varios parámetros meteorológicos. En este trabajo nos referiremos únicamente a los sensores de temperatura del aire y de humedad relativa cada vez que se nombre a una de las estaciones.

Estación primaria o WS1: localmente identificada como WS1 (Weather Station 1) está instalada en un mástil a una altura 2,4 m medida desde el techo de un contenedor o 5.0 m medida desde el suelo. En funcionamiento desde junio 2016 hasta el presente. Intervalo entre mediciones: 1 min.

Estación secundaria o WS3: localmente identificada como WS3 (Weather Station 3) es operada por el Centro Alemán de Investigación en Geociencias GFZ y está instalada en un mástil a 1.8 m de altura sobre el suelo cubierto de césped y ubicada a 4 m de distancia del edificio de gravimetría. En funcionamiento desde febrero 2017 hasta el presente. Intervalo entre mediciones: 15 min.

Ante la detección de datos faltantes, tanto en la serie de temperatura como en la de humedad, se determina la longitud del intervalo durante el cual persiste la falta de datos. En función de ésta, se opta por uno de los siguientes dos métodos.

<sup>1</sup>Argentinean-German G Observatory (AGGO), Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET) – Bundesamt für Kartographie und Geodäsie (BKG). Email: [pablo.antico@aggo-conicet.gob.ar](mailto:pablo.antico@aggo-conicet.gob.ar)

<sup>2</sup>Facultad de Ciencias Astronómicas y Geofísicas, Universidad Nacional de La Plata, La Plata, Argentina.

## Método 1: interpolación lineal de datos faltantes en WS1

Si el intervalo con datos faltantes es menor a dos horas entonces se calcula una interpolación lineal entre el último y el primer dato de la serie correspondiente a la WS1. Por ejemplo, supongamos una situación en la cual el último dato de temperatura de 24.6°C fue registrado a las 16:14 horas y el primer dato de temperatura se registró a las 16:30 horas con 24.8°C. Entonces, la aplicación del método 1 consiste en interpolar linealmente entre los 24.6°C y los 24.8°C a cada uno de los registros faltantes comprendidos entre las 16:15 y las 16:29 horas.

## Método 2: Interpolación datos faltantes en WS1 a partir de WS3

En el caso que el intervalo sin datos en la serie tanto de temperatura como de humedad relativa sea mayor a dos horas, para completar los registros faltantes se efectúa una interpolación a partir de datos de la WS3. La misma consiste en un procedimiento de tres pasos.

Primer paso: construcción de un modelo para el ciclo diurno de la temperatura y la humedad en ambas estaciones (WS1 y WS3). A este modelo se lo denominará “ciclo diurno típico” y se obtiene como el promedio tanto de temperatura como de humedad entre los años 2020 y 2021 para cada día, hora y minuto del año. Por ejemplo, se construye un ciclo diurno típico para la temperatura del mes de julio y otro para enero.

Segundo paso: diferencia entre los ciclos diurnos típicos de ambas estaciones. Asume un modelo de ciclo diurno típico de la temperatura en ambas estaciones (i.e., WS1 y WS3) y estima la diferencia entre ambas temperaturas para cada día, hora y minuto del año. Como resultado se obtiene un “ciclo diurno típico de diferencias entre la temperatura de la WS1 y la WS3”.

Tercer paso: Interpolación de WS1 a partir de WS3. A partir del ciclo diurno típico de diferencias construido en el segundo paso, se define una “función generadora” tanto para la temperatura como para la humedad. Esta función permite estimar el valor de, por ejemplo temperatura del aire en la WS1 a partir del valor de temperatura del aire medido en la WS3 en ese mismo instante. La función se define como la suma entre la diferencia típica (entre WS1 y WS3) y el valor de temperatura o humedad medido en la WS3 en ese instante.

## RESULTADOS

A modo de ejemplo, en la Figura 1 se grafica la serie anual de temperatura del aire correspondiente a la WS1 para cada uno de los cuatro años del período analizado. En color negro se indican los valores medidos por el sensor de la WS1, mientras que en color rojo se indican los valores estimados (i.e., interpolados).

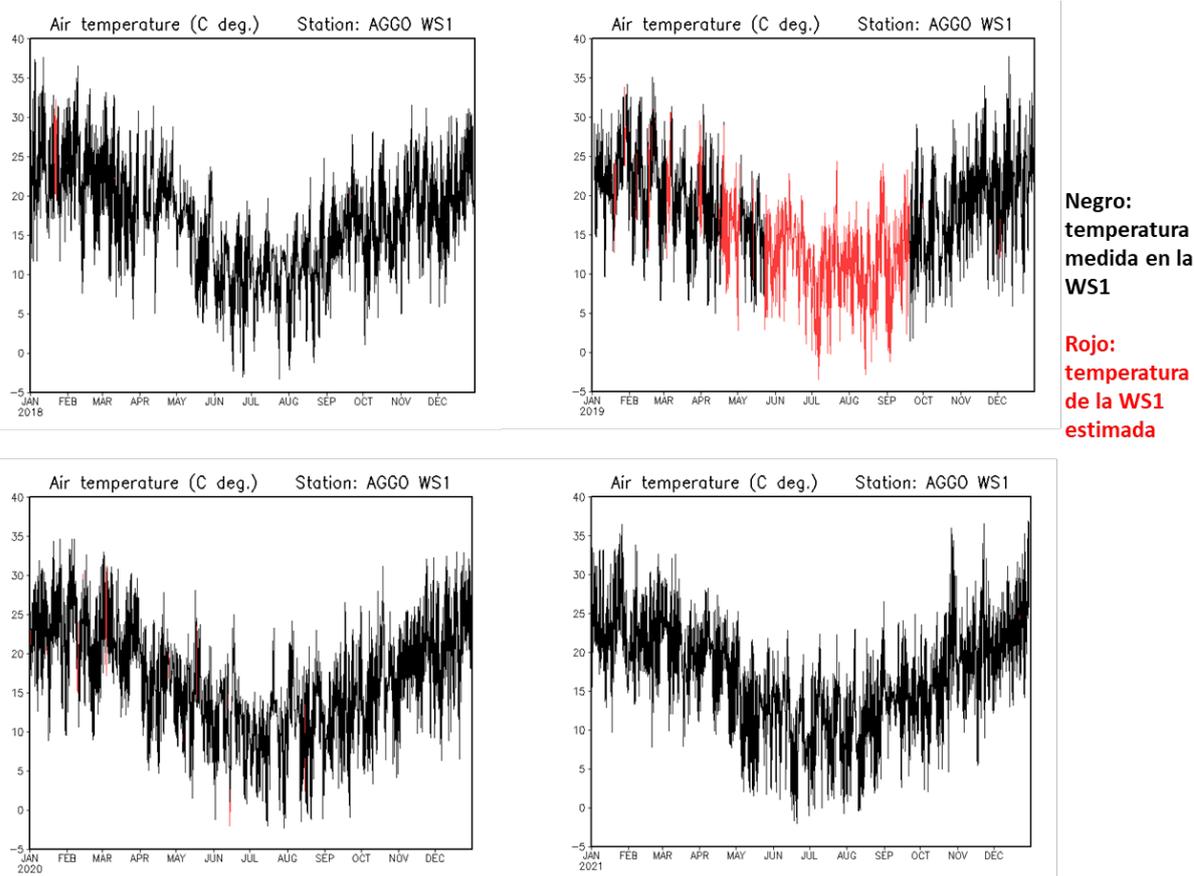
## CONCLUSIONES

El producto final del trabajo consiste en una serie única, homogénea y continua de la temperatura del aire en superficie, y otra similar de la humedad relativa ambas a intervalos de 1 minuto en el sitio AGGO para el período 2018–2021 (Antico et al., 2023b,a).

## REFERENCIAS

Antico, P. L., Vera, J., Pasquaré, A., Galván, R., Häfner, M., Gende, M., Brunini, C., Güntner, A., & Schröder, S. (2023a). *Relative humidity measured at the Argentinean–German Geodetic Observatory (AGGO), 2018-2021*. <https://doi.org/10.1594/PANGAEA.961257>

Antico, P. L., Vera, J., Pasquaré, A., Galván, R., Häfner, M., Gende, M., Brunini, C., Güntner, A., & Schröder, S. (2023b). *Surface air temperature measured at the Argentinean–German Geodetic Observatory (AGGO), 2018-2021*.



**Figura 1.** Temperatura del aire correspondiente a la estación WS1 de AGGO a intervalos de 1 minuto para los años 2018 (panel superior izquierdo), 2019 (panel superior derecho), 2020 (panel inferior izquierdo) y 2021 (panel inferior derecho). La curva de color negro indica temperatura observada y la de color rojo estimada. Unidades: °C.

<https://doi.org/10.1594/PANGAEA.954612>