

Herramientas para el control de calidad del sistema de calibración del analizador Picarro G2401 en la estación VAG Ushuaia

Nota Técnica SMN 2026-208

María Emilia Ruiz¹, Lino Condori¹, Emiliano Petruzzi¹, Gonzalo Gambarte¹

¹Dirección Central de Monitoreo del Clima, DNCIPS

Marzo 2026

Información sobre Copyright

Este reporte ha sido producido por empleados del Servicio Meteorológico Nacional con el fin de documentar sus actividades de investigación y desarrollo. El presente trabajo ha tenido cierto nivel de revisión por otros miembros de la institución, pero ninguno de los resultados o juicios expresados aquí presuponen un aval implícito o explícito del Servicio Meteorológico Nacional.

La información aquí presentada puede ser reproducida a condición que la fuente sea adecuadamente citada.

Resumen

La presente nota técnica describe un conjunto de herramientas desarrolladas para el control de calidad aplicado al sistema de calibración del analizador de gases Picarro G2401 en la estación VAG Ushuaia, en el marco del programa VAG de la OMM. Se presentan herramientas para el monitoreo de la estabilidad de los tanques de calibración y de la evolución temporal de los coeficientes de calibración, basadas en el análisis de la diferencia entre valores medidos y asignados, y en el seguimiento de los parámetros de ajuste lineal (pendiente, ordenada al origen y RMSE).

A partir de estos diagnósticos se identifican situaciones anómalas que afectan la calidad de las mediciones, incluyendo la deriva temporal del CO en cilindros de calibración y fallas instrumentales que impactan en la medición de determinados tanques. Se analizan casos concretos ocurridos en la estación, y se discuten estrategias para mitigar sus efectos, tales como la exclusión de tanques problemáticos o el uso de subconjuntos de cilindros para el cálculo de coeficientes de calibración.

Finalmente, se destaca la importancia de implementar herramientas sistemáticas de control de calidad para garantizar la consistencia y trazabilidad de las mediciones de gases de efecto invernadero, así como para sostener la comparabilidad de los datos dentro de la red VAG.

Abstract

This technical note describes a set of tools developed for quality control of the calibration system of the Picarro G2401 gas analyzer at the Ushuaia GAW station, within the framework of the WMO GAW programme. These tools are designed to monitor the stability of calibration cylinders and the temporal evolution of calibration coefficients, based on the analysis of the differences between measured and assigned values, as well as on the tracking of linear fit parameters (slope, intercept, and RMSE).

Based on these diagnostics, anomalous situations that affect measurement quality are identified, including temporal drift of CO in calibration cylinders and instrumental failures impacting the measurement of specific tanks. Case studies from the station are presented, and strategies to mitigate these effects are discussed, such as excluding problematic cylinders or using subsets of stable tanks for the calculation of calibration coefficients.

Finally, the importance of implementing systematic quality control tools is highlighted in order to ensure the consistency and traceability of greenhouse gas measurements, as well as to maintain the comparability of data within the GAW network.

Palabras clave: GAW, gases de efecto invernadero, control de calidad, Picarro

Citar como:

Ruiz, M.E., Condori, L., Petrucci, E., y Gambarte, G., 2026: Herramientas para el control de calidad del sistema de calibración del analizador Picarro G2401 en la estación VAG Ushuaia. Nota Técnica SMN 2026 -208.

1. INTRODUCCIÓN

La estación VAG Ushuaia del Servicio Meteorológico Nacional (SMN) forma parte de la red de estaciones del programa de Vigilancia de la Atmósfera Global (VAG) de la OMM desde el año 1994, y es una de las 31 estaciones de carácter global, es decir, permite monitorear la composición de la atmósfera en condiciones de *background*, libre de la influencia directa de la actividad antropogénica (Barlasina y otros 2019).

El SMN realiza en la estación VAG Ushuaia observaciones continuas de dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄) y monóxido de carbono (CO) con el analizador Picarro G2401 (número de serie: 2634-CFKADS2238) desde el año 2017, y mediciones continuas de óxido nitroso (N₂O) y CO con el analizador de gases Picarro G5310 (número de serie 5141-DAS-JKADS5150) desde el año 2024. Ambos analizadores emplean la técnica de espectroscopía de decaimiento de cavidad resonante (CRDS) (detalles del principio de medición pueden verse en Gambarte y otros, 2024).

El programa VAG de OMM establece como requisito que las mediciones sean trazables a una misma escala de referencia de modo que mediciones hechas en diferentes sitios puedan ser comparadas entre sí. Para ello el *Global Monitoring Laboratory* de la *National Oceanic and Atmospheric Administration* (GML/NOAA) cumple el rol del Laboratorio Central de Calibración (CCL) en la red VAG y es por lo tanto responsable de mantener y distribuir las escalas de fracción molar en aire seco de CO₂, CH₄, N₂O y CO (WMO X2019, WMO X2004A, WMO X2006A y WMO X2014A respectivamente, ver WMO, 2025).

Además de los CCL las actividades de gestión de la calidad del programa VAG/OMM incluyen a los Centros Mundiales de Calibración (WCC, *World Calibration Center*), que se encargan de realizar auditorías *in situ* de los sistemas y del desempeño como control de calidad independiente. Estas auditorías implican el uso de estándares viajeros como así también mediciones paralelas de CO₂, CH₄, CO y N₂O por un período de tiempo de entre dos semanas a dos meses, utilizando un sistema de medición completamente independiente. Las auditorías son una medida de control de calidad muy robusta ya que permiten evaluar el proceso entero de medición desde la toma de aire hasta el procesamiento de los datos. Actualmente el rol de CCL dentro de la red VAG/OMM lo lleva adelante el Laboratorio Federal Suizo de Ciencia y Tecnología de Materiales (EMPA).

El analizador Picarro G2401 en la estación VAG Ushuaia mide de forma rutinaria tres tipos de muestras de aire: aire ambiente, aire proveniente de tanques de calibración y aire proveniente del tanque "target". Las mediciones de los tanques de calibración se realizan con una frecuencia quincenal (siempre en horarios diferentes) mientras que las del target se realizan de forma diaria (en caso que un mismo día se midan los gases de calibración y el target, este último se medirá después de la calibración). Para automatizar esta secuencia, el personal de la estación desarrolló e implementó un sistema de calibración automático (Gambarte y otros, 2023). Así, para las mediciones continuas de CO₂, CH₄ y CO del Picarro G2401, el sistema de medición se compone del analizador y de su sistema de calibración, por lo que las actividades de aseguramiento de calidad y de control de calidad deben aplicarse a ambos componentes.

El sistema de calibración automática forma parte integral del sistema de medición. Su estabilidad y correcto funcionamiento son condiciones necesarias para asegurar la calidad de las observaciones. Por ello, el seguimiento sistemático de los tanques de calibración y de los coeficientes derivados de las calibraciones constituye una actividad de control de calidad esencial.

Esta nota técnica tiene como objetivo documentar dentro del SMN las herramientas desarrolladas para el control de calidad del sistema de calibración del analizador Picarro 2401, en el contexto de las buenas prácticas internacionales para la medición de gases atmosféricos en redes de observación de largo plazo. En particular, se toman como referencia los lineamientos y procedimientos operativos implementados en la red

Europea denominada “Sistema Integrado de Observación del Carbono” (ICOS, 2020) adaptados a las características específicas del sistema de medición y a las condiciones operativas locales. Herramientas similares están en desarrollo para el analizador Picarro G5310.

2. SISTEMA DE CALIBRACIÓN AUTOMÁTICO

El Picarro G2401 cuenta con un sistema de calibración automático compuesto por tres cilindros de aire seco cuyas concentraciones de CO₂, CH₄, N₂O y CO están certificadas por el CCL y trazables al WCC. El equipo opera mediante un conjunto de válvulas solenoides que, en combinación con una válvula multiposición, permite conmutar entre aire ambiente, aire de calibración y aire del target. El comportamiento del analizador en el rango de concentraciones esperadas de GEI en aire ambiente es lineal, por lo que la curva de calibración se representa con una recta. Si bien una recta queda inequívocamente definida por dos puntos (que se obtienen con la medición de dos tanques), se recomienda fuertemente el uso de tres cilindros de calibración para disponer de redundancia en caso de que uno falle.

Las mediciones de los tanques de calibración se realizan con una frecuencia quincenal (siempre en horarios diferentes) mientras que las del target se realizan de forma diaria (en caso que un mismo día se midan los gases de calibración y el target, este último se medirá después de la calibración).

La información tanto de los estados de las válvulas solenoide como de la válvula multiposición se guarda junto con las concentraciones de GEI medidas por el analizador. Luego esta información se utiliza para aplicar las correcciones de calibración de manera *offline*. Cada especie tiene su propia curva de calibración (Ruiz y otros, 2024).

3. CONTROL DE CALIDAD DEL SISTEMA DE CALIBRACION

El control de calidad del sistema de calibración se basa en el análisis continuo de dos aspectos principales: la estabilidad de los tanques de referencia y la consistencia temporal de los coeficientes de calibración.

3.1 Deriva de los tanques de calibración

La medición de los tanques con gases de calibración con el analizador Picarro G2401 produce para el CO₂, el CH₄ y el CO el par de valores “concentración asignada” y “concentración medida por el analizador”. La deriva de los tanques de calibración se define como la evolución en el tiempo de la diferencia entre el valor medido por el Picarro y el valor asignado al cilindro de referencia. Estas diferencias constituyen el principal indicador de estabilidad de los tanques. Valores estables y próximos a cero indican un comportamiento normal del sistema; desviaciones persistentes o tendencias sostenidas sugieren un problema en el sistema de calibración que debe ser investigado.

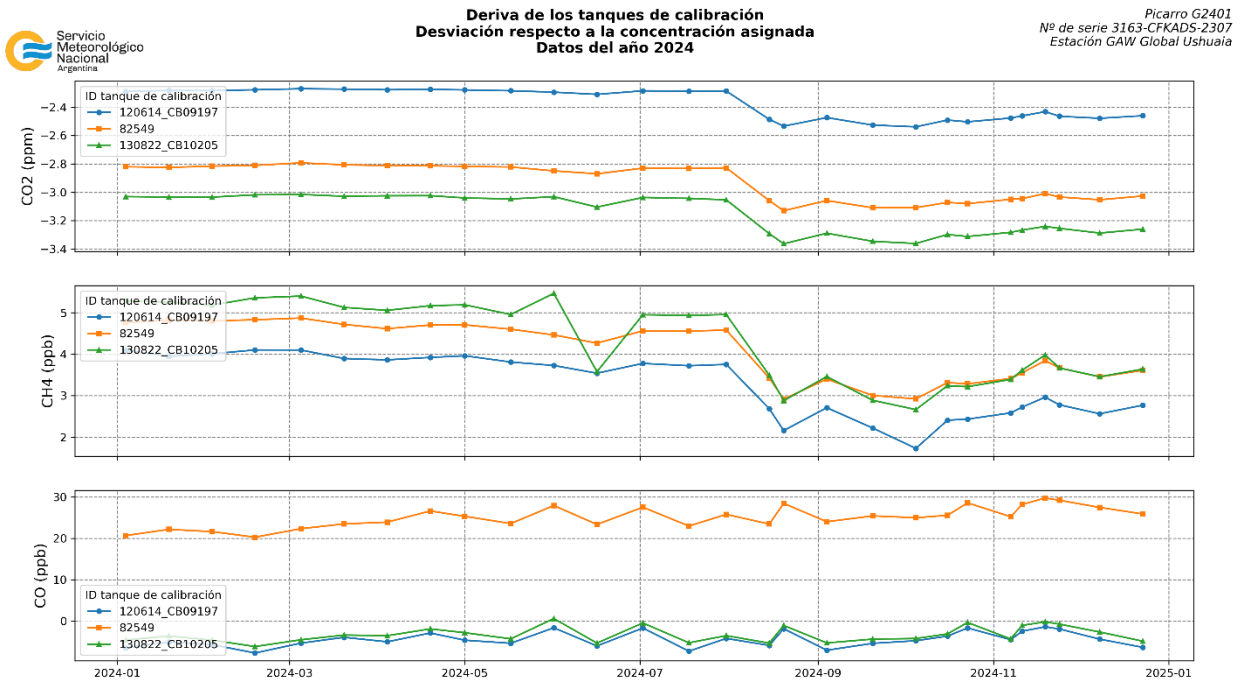


Figura 1: Diferencia entre el valor medido por el Picarro G2401 y el valor asignado a cada cilindro con gas de referencia, para las tres especies medidas por el analizador, para el año 2024.

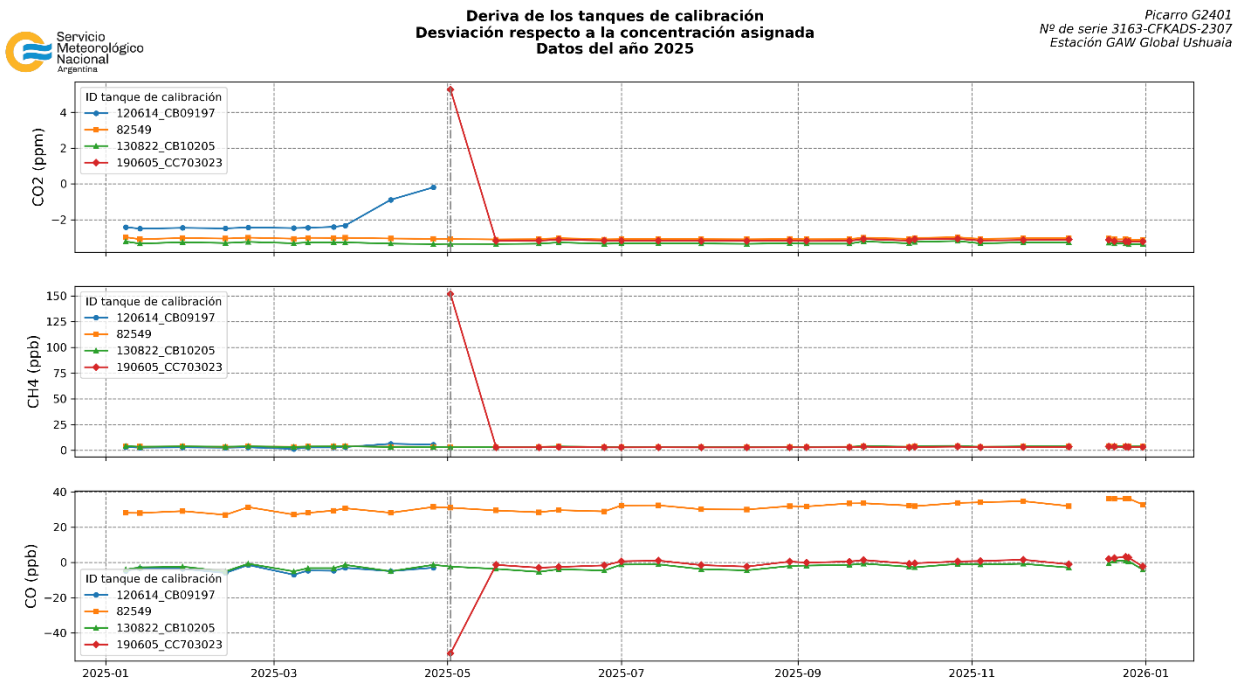


Figura 2: Diferencia entre el valor medido por el Picarro G2401 y el valor asignado a cada cilindro con gas de referencia, año 2025. El día 2 de mayo el tanque #120614_CB09197 (azul) fue reemplazo por el #190605_CC703023 (rojo).

La Figura 1 muestra un ejemplo para el año 2024. Durante ese año estaban en uso tres tanques de calibración, identificados con las etiquetas #82549, #130822_CB10205, #120614_CB09197. El primer panel muestra la diferencia entre el valor asignado de CO₂ y el valor medido por el analizador Picarro G2401, para cada tanque en uso. A lo largo del año vemos que esta diferencia se mantiene aproximadamente estable y aún más, varía aproximadamente igual en los tres tanques. El segundo panel muestra la diferencia entre el valor asignado de CH₄ y el valor medido por el analizador, el comportamiento del sistema de calibración respecto a esta especie es similar al caso del CO₂, la diferencia se mantiene estable y los tres tanques muestran el mismo cambio al mismo tiempo. Este comportamiento, tanto para CO₂ como para CH₄, es aceptable e indica que las mediciones de los tres tanques de calibración pueden usarse para la obtención de coeficientes de calibración de las mediciones de CO₂ y CH₄.

El tercer panel muestra la diferencia entre el valor asignado de CO y el valor medido por el analizador para cada tanque. En este caso se observa un comportamiento diferente a los dos primeros paneles: la diferencia para el tanque #82549 es bastante grande (~ 20 ppb) en comparación con los otros dos tanques, y además muestra una tendencia a aumentar a lo largo del año (ver la sección 4.1 para más detalle).

La Figura 2 muestra otro ejemplo de la deriva de los tanques de calibración, en este caso para el año 2025. En el mes de mayo el tanque #120614_CB09197 (línea azul) se agotó y debió ser reemplazado por el #190605_CC703023. Esto se evidencia tanto en el control de presión del tanque que se hace *in situ* en la estación (no se muestra en esta Nota Técnica) sino también en la tendencia ascendente de la curva azul. Por otro lado, la primera medición del tanque nuevo falló por alguna razón (pico en la curva roja), por lo que debe descartarse para el cálculo de coeficientes de calibración.

3.2 Monitoreo de los coeficientes de calibración

Con los valores “concentración asignada” y “concentración medida por el analizador” se determina, para cada gas de efecto invernadero (GEI = CO₂, CH₄, CO) individualmente la ecuación de calibración mediante un ajuste lineal por cuadrados mínimos, tal como se ejemplifica en la Figura 3. Los parámetros obtenidos son la pendiente m_{GEI} y la ordenada al origen b_{GEI} con los que corregirán las mediciones de aire ambiente según la ecuación (1).

$$[GEI]_{calibrado} = [GEI]_{medido} \cdot m_{GEI} + b_{GEI} \quad (1)$$

Por otro lado, como medida de la calidad del ajuste lineal, se calcula el error cuadrático medio (*RMSE*, por sus siglas en inglés). Este se obtiene a partir de las diferencias entre los valores de concentración asignados a los tanques y los valores predichos por el modelo de calibración. Si se define y_i como la concentración asignada y a \hat{y}_i como la concentración estimada mediante la ecuación (1) a partir de los valores medidos, el *RMSE* se calcula como según la ecuación (2), donde N es el número de tanques usados en el ajuste ($N = 3$). Este parámetro, expresado en las mismas unidades que la concentración del gas, permite cuantificar el grado de acuerdo entre los valores de referencia y la recta de calibración. Valores bajos de *RMSE* indican un buen ajuste, mientras que incrementos en este parámetro pueden evidenciar problemas en la medición de los tanques o en la estabilidad del sistema de calibración.

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (y_i - \hat{y}_i)^2} \quad (2)$$

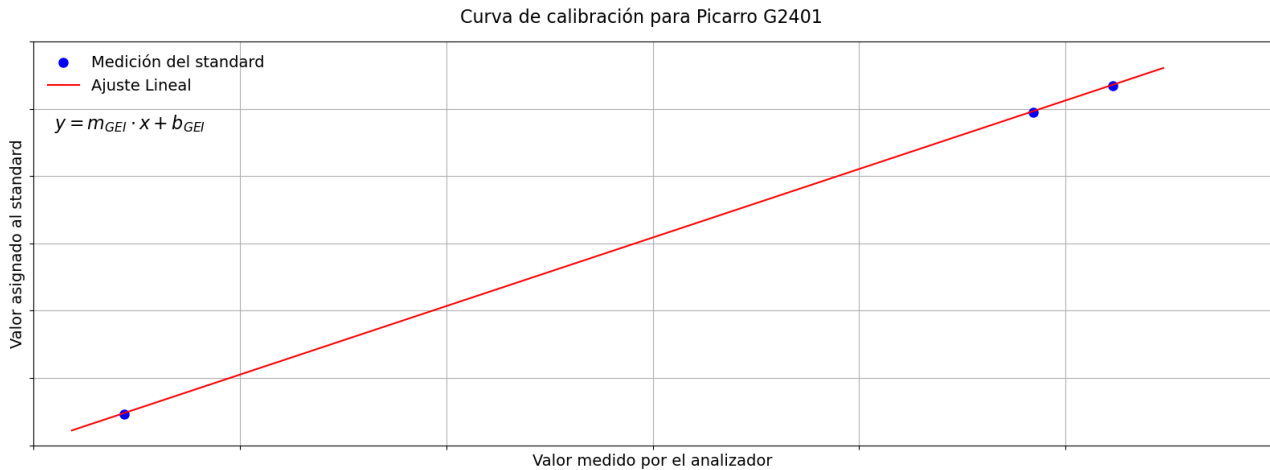


Figura 3: Recta de calibración típica para las especies de GEI monitoreadas con el analizador de gases Picarro G2401.

El seguimiento temporal de los coeficientes de calibración permite evaluar la estabilidad del sistema de medición en su conjunto. Los parámetros de la ecuación (pendiente, ordenada al origen y RMSE) se grafican para cada gas. Cambios abruptos o saltos en las series pueden asociarse a intervenciones técnicas, sustitución de tanques o problemas en alguna parte del sistema de medición (analizador o el sistema de calibración).

La Figura 4 muestra un ejemplo para los años 2024 y 2025 para las tres especies medidas por el analizador Picarro G2401, (CO₂, CH₄ y CO). De arriba hacia abajo, el primer panel muestra la evolución de la pendiente, el segundo panel la ordenada al origen, el tercer panel la evolución de los parámetros anteriores aplicados a valores representativos de las concentraciones de CO₂, CH₄ y CO en la atmósfera limpia (400 ppm para CO₂, 1900 ppb para CH₄ y 100 ppb para CO), y el cuarto panel la evolución del error cuadrático medio. La línea gris vertical indica que ese día se reemplazó un tanque de calibración.

En general, todos los parámetros presentan fluctuaciones dentro de rangos aceptables con excepción del RMSE correspondiente al CO que muestra una tendencia creciente, indicando que el error cometido en el ajuste de la recta de calibración es cada vez más grande. Se observa también un pico en los coeficientes de calibración en mayo de 2025, estos valores corresponden a la primera medición del tanque #190605_CC703023 y el resultado anómalo es consistente con lo observado en la Figura 2.

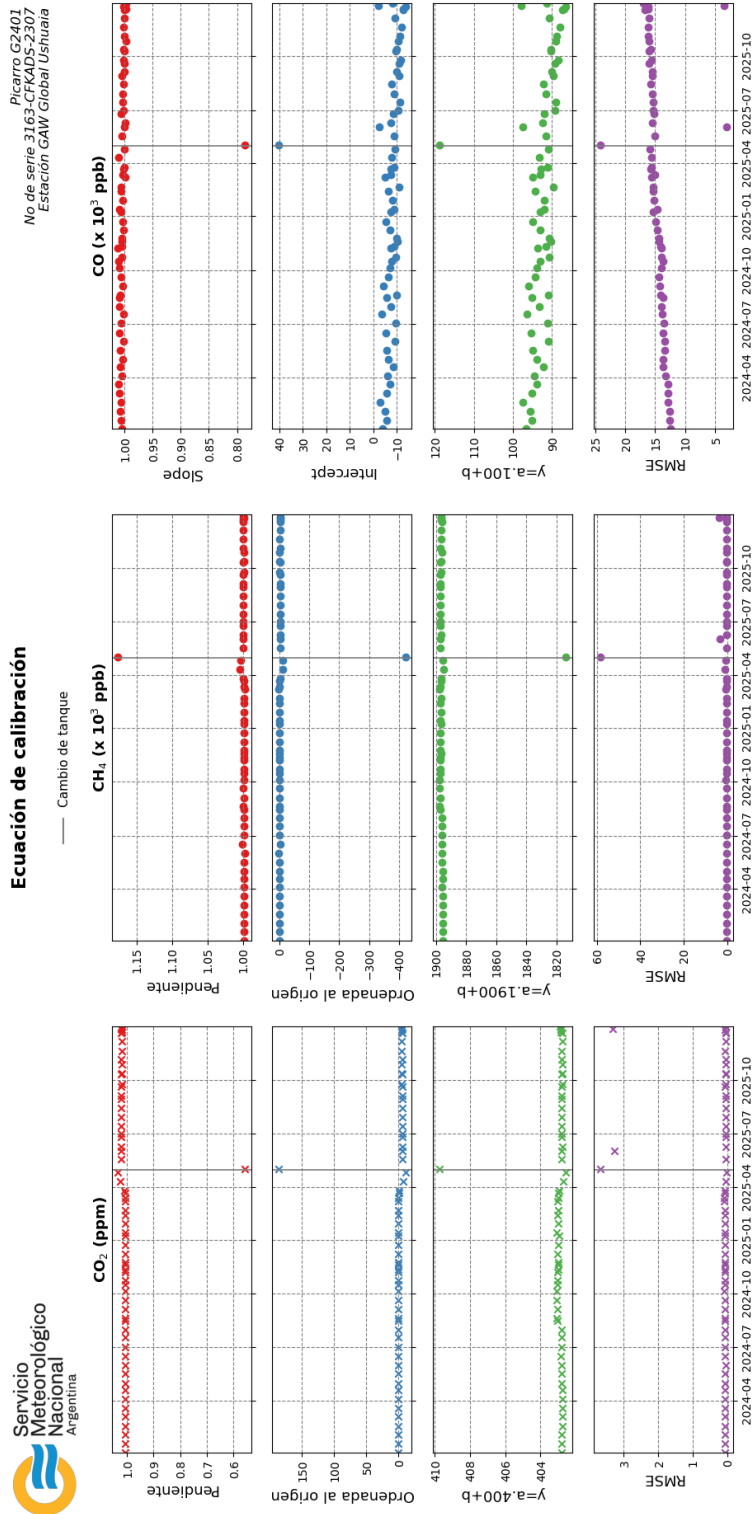


Figura 4: Parámetros de la ecuación de calibración para los años 2024 y 2025 para las especies CO₂, CH₄ y CO medidas con el analizador Picarro G2401 en la VAG Ushuaia. La línea gris vertical representa el cambio de tanque de calibración.

4. SITUACIONES ANOMALAS

Las herramientas presentadas en las secciones anteriores permiten identificar situaciones anómalas mediante la detección de coeficientes fuera de rango o derivas excesivas. En estos casos, la corrección por calibración de los datos de aire ambiente debe realizarse teniendo en cuenta los problemas detectados.

En esta sección se presentan dos casos en los que la aplicación de las herramientas de control de calidad del sistema de calibración permitió identificar situaciones problemáticas y evaluar posibles estrategias de mitigación.

4.1 Deriva del CO en uno de los tanques de calibración

La Figura 5 muestra la diferencia entre el valor asignado a los tanques de calibración y el valor medido por el analizador Picarro G2401 para el monóxido de carbono (CO) desde noviembre de 2019 hasta finales de 2025. Se destaca el comportamiento del tanque #82549: el CO presenta una deriva creciente y sostenida, es decir un aumento progresivo de la diferencia entre el valor asignado y el valor medido a lo largo del tiempo.

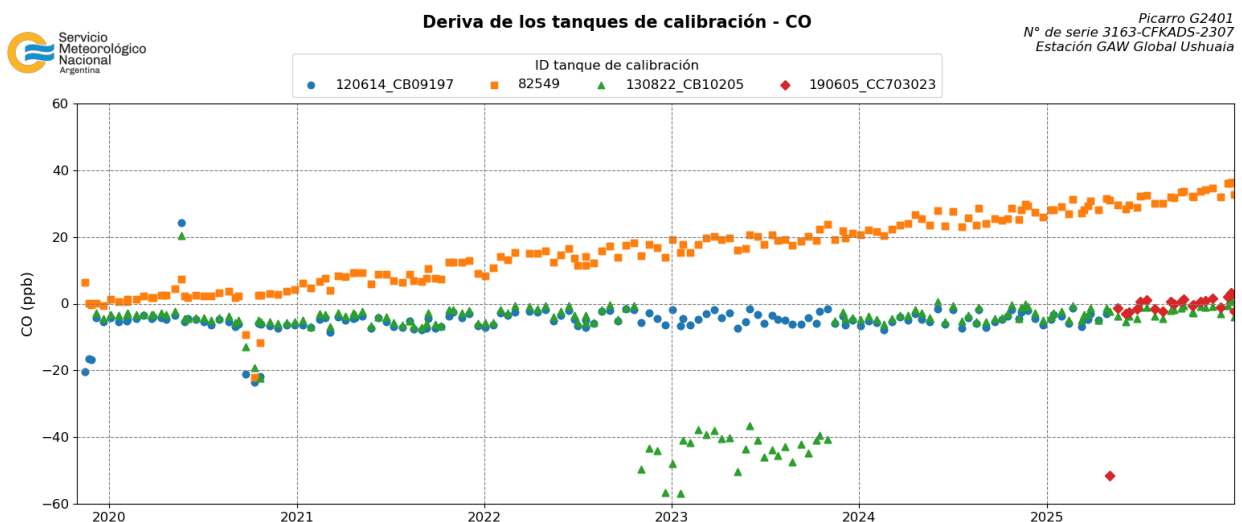


Figura 5: Incremento sostenido en la diferencia entre el valor medido por el Picarro G2401 y el valor asignado de CO para el tanque #82549, entre noviembre de 2019 y fines de 2025.

El incremento sistemático observado es consistente con un fenómeno de deriva temporal ampliamente documentado en estándares de monóxido de carbono almacenados en cilindros a alta presión (por ejemplo Zellweger y otros, 2019). Diversos laboratorios han demostrado que el CO puede presentar un crecimiento progresivo de su fracción molar debido a efectos de interacción con las paredes del cilindro y procesos fisicoquímicos internos, lo que se manifiesta como una deriva positiva en el tiempo. Este comportamiento es difícil de predecir y es reconocido operacionalmente dentro de la red VAG de OMM. No solo afecta a las mediciones de CO atmosférico como las realizadas en la estación VAG Ushuaia sino que también afecta a las escalas de referencia mantenidas y distribuidas por el CCL (GML/NOAA). Las Directrices de medición para las observaciones de CO₂, CH₄ y N₂O en las estaciones de vigilancia de la atmósfera global (WMO, 2025) recomiendan ante esta situación, el envío periódico de cilindros al CCL para su recalibración. Sin embargo, en el caso de la estación VAG Ushuaia, la detección de la deriva del CO en el tanque #82549 se

produjo de forma tardía (al momento del desarrollo de las herramientas de control de calidad aquí presentadas) por lo que esta opción resulta poco factible, además de las dificultades asociadas con el traslado a nivel global de tanques presurizados. Así, surge la necesidad de evaluar estrategias alternativas para el tratamiento de los datos históricos y la obtención de coeficientes de calibración consistentes. Entre las opciones en análisis se incluyen el uso de subconjuntos de cilindros considerados estables, así como la modelización explícita de la deriva mediante ajustes temporales (por ejemplo, lineales) que permitan corregir los valores asignados y remover la tendencia observada. Estas aproximaciones se encuentran actualmente en desarrollo y serán abordadas en detalle en una nota técnica específica futura.

4.2 Medición fallida del tanque #130822_CB10205

Para el período comprendido entre noviembre de 2022 y octubre de 2023 se detectó una deriva significativa en el cilindro #130822_CB10205, evidenciada por valores medidos sistemáticamente superiores a los asignados para CO₂ y CH₄¹, tal como se muestra en la Figura 6. Una inspección en los archivos de datos crudos generados por el Picarro G2401 mostró que durante ese período ocurrieron oscilaciones en la válvula de control de presión de salida del analizador (*outlet valve*, ver Gambarte y otros, 2024) afectando la presión en la cavidad óptica. En consecuencia, los coeficientes de calibración que resultan del ajuste lineal de la ecuación (1) para tres tanques (ver sección 3.2) muestran saltos importantes, ver la Figura 7, en especial la ordenada al origen. Debido a que el problema persistió por 12 meses, para no descartar mediciones de aire ambiente por tanto tiempo y generar un hueco importante en la serie de datos de CO₂ y CH₄ ambiente de Ushuaia, se calcularon coeficientes de calibración usando los otros dos tanques, #82549 y #120614_CB09197, que fueron medidos sin problemas.

La Figura 7 presenta la evolución de los coeficientes de calibración desde junio del 2022 hasta junio de 2024. Los símbolos sin relleno corresponden a la obtención de los coeficientes de calibración que resultan de la ecuación (1) usando tres tanques de calibración, los símbolos triangulares sólidos corresponden a la obtención de los coeficientes de calibración usando solo dos puntos de ajuste (dos tanques #82549 y #120614_CB09197) en la ecuación (1).

¹ Se observa el mismo problema en la medición del CO, se excluye esta especie de este análisis.

Deriva de los tanques de calibración
Desviación respecto a la concentración asignada

Picarro G2401
N° de serie 3163-CFKADS-2307
Estación GAW Global Ushuaia

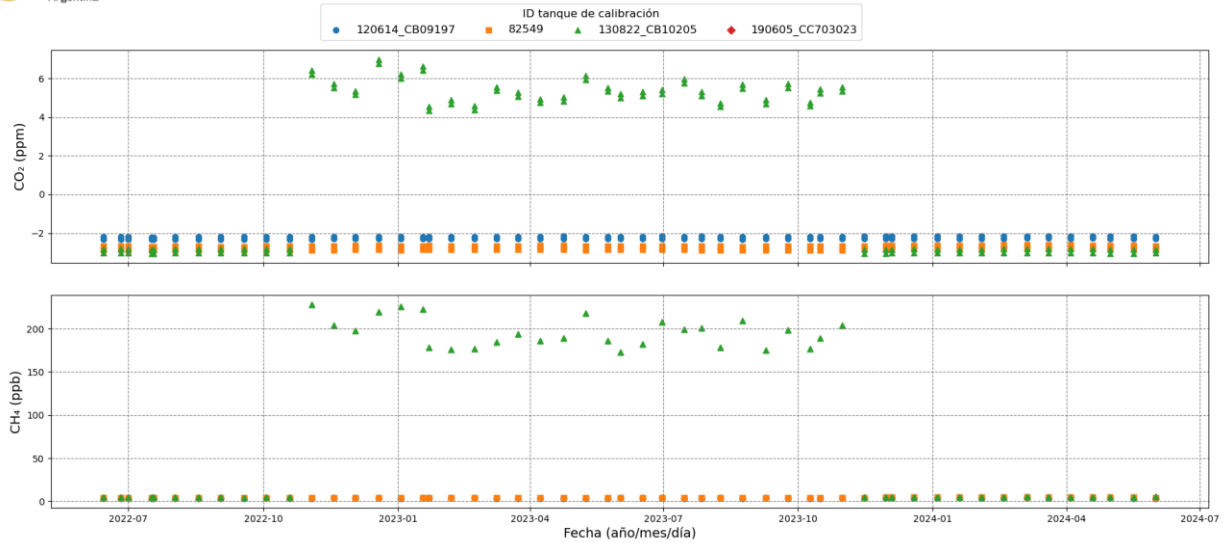


Figura 6: Deriva de los tanques de calibración para los años 2022 y 2023. Los triángulos verdes corresponden a las mediciones del tanque #130822_CB10205. Entre noviembre de 2022 y noviembre de 2023 las mediciones de este tanque con el Picarro G2401 fueron defectuosas resultando en una diferencia muy notoria entre valores medidos y valores asignados.

Ecuación de calibración

Picarro G2401
No de serie 3163-CFKADS-2307
Estación GAW Global Ushuaia

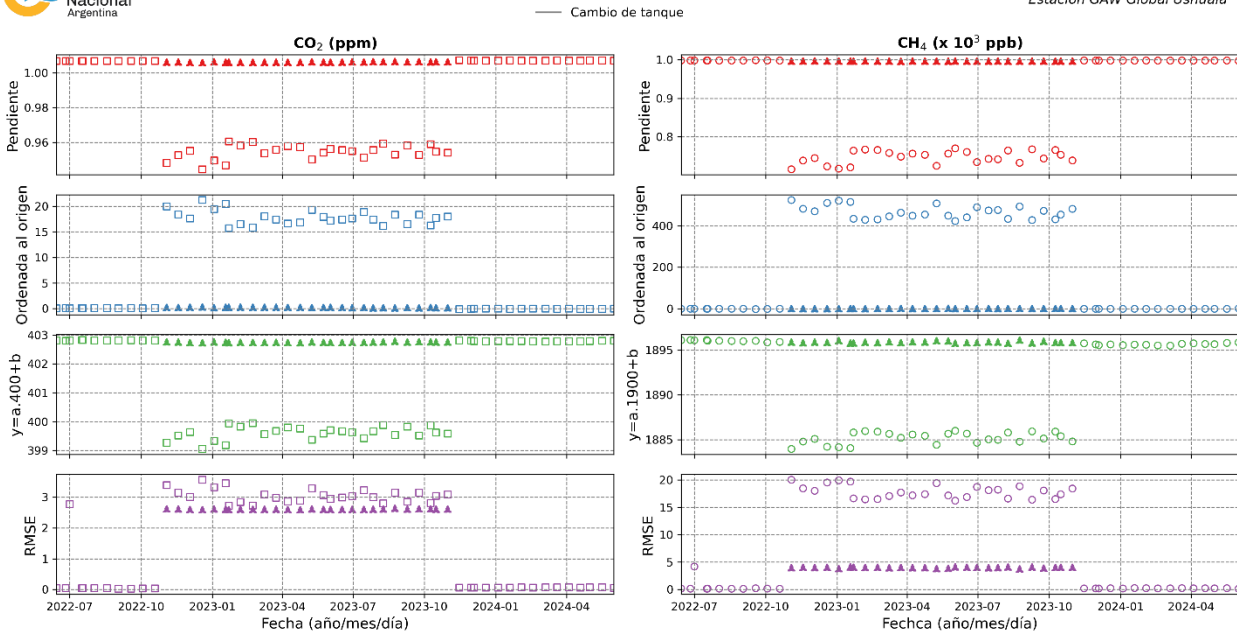


Figura 7: Coeficientes de calibración para el período 2022 – 2023, en el que la medición del tanque #130822_CB10205 falló. Los símbolos sin relleno corresponden al uso de los tres tanques de calibración, mientras que los triángulos corresponden al cálculo de coeficientes de calibración usando los otros dos tanques.

5. CONCLUSIONES

El análisis presentado en esta nota técnica pone de manifiesto la importancia del monitoreo sistemático del sistema de calibración como componente del sistema de medición de gases de efecto invernadero con el Picarro G2401 para asegurar la calidad de las mediciones atmosféricas. Tal como se describe en la sección 3, el seguimiento temporal de los coeficientes de calibración y de los indicadores asociados (pendiente, ordenada al origen y RMSE) permite evaluar la estabilidad del sistema en su conjunto e identificar desviaciones respecto de un comportamiento esperado. Complementariamente, el análisis de la deriva de los tanques de calibración —a partir de la diferencia entre los valores medidos y asignados— constituye una herramienta clave para detectar cambios en la composición de los cilindros y evaluar su estabilidad en el tiempo. En la sección 4 se muestran aplicaciones concretas de estas herramientas en la identificación de situaciones anómalas, incluyendo la deriva del CO en cilindros de calibración y fallas en la medición de tanques específicos. Estos casos evidencian que tanto problemas en los estándares de referencia como en el instrumental pueden introducir sesgos significativos en los coeficientes de calibración y, en consecuencia, en las series de datos de aire ambiente. Los resultados obtenidos demuestran que la detección temprana de estas anomalías es clave para minimizar su impacto. Así, el desarrollo e implementación de herramientas de control de calidad resulta fundamental para fortalecer la capacidad operativa de la estación y asegurar la generación de datos confiables en el largo plazo. Asimismo, estos procedimientos contribuyen a cumplir con los estándares de calidad exigidos por la red VAG, garantizando la comparabilidad y consistencia de las observaciones a nivel global.

6. REFERENCIAS

Barlasina M. E., G. Carbajal Benítez, L. F. Condori y G. E. Copes, 2019: Análisis de las condiciones de background de la estación VAG Ushuaia. Nota Técnica SMN 2019-62.

Gambarte, G., Condori, L., Petruzzi, E. y M.E. Ruiz, 2024: Analizador de gases Picarro G5310 en la estación VAG Ushuaia: instalación, operación y mantenimiento. Nota Técnica SMN 2024-170.

Gambarte, G., Condori L., Petruzzi E., 2023: Sistema de Calibración del Analizador de Concentración de Gas PICARRO G2401. Nota Técnica SMN 2023-136.

ICOS RI (2020): ICOS Atmosphere Station Specifications V2.0 (editor: O. Laurent). ICOS ERIC. <https://doi.org/10.18160/GK28-2188>

Ruiz, M.E., Condori, L., Petruzzi, E., Gambarte, G., 2024: Procesamiento de las mediciones de CO₂ y CH₄ en la estación VAG Ushuaia. Nota Técnica SMN 2024-181.

WMO, 2025: Measurement Guidelines for the Observations of CO₂, CH₄ and N₂O at Global Atmosphere Watch Stations. GAW Report No. 316.

Zellweger, C., Steinbrecher, R., Laurent, O., Lee, H., Kim, S., Emmenegger, L., Steinbacher, M., y Buchmann, B. Recent advances in measurement techniques for atmospheric carbon monoxide and nitrous oxide observations; Atmos. Meas. Tech., 12, 5863–5878, 2019 <https://doi.org/10.5194/amt-12-5863-2019>

Instrucciones para publicar Notas Técnicas

En el SMN existieron y existen una importante cantidad de publicaciones periódicas dedicadas a informar a usuarios distintos aspectos de las actividades del servicio, en general asociados con observaciones o pronósticos meteorológicos.

Existe no obstante abundante material escrito de carácter técnico que no tiene un vehículo de comunicación adecuado ya que no se acomoda a las publicaciones arriba mencionadas ni es apropiado para revistas científicas. Este material, sin embargo, es fundamental para plasmar las actividades y desarrollos de la institución y que esta dé cuenta de su producción técnica. Es importante que las actividades de la institución puedan ser comprendidas con solo acercarse a sus diferentes publicaciones y la longitud de los documentos no debe ser un limitante.

Los interesados en transformar sus trabajos en Notas Técnicas pueden comunicarse con Ramón de Elía (rdelia@smn.gob.ar), Luciano Vidal (lvidal@smn.gob.ar) o Martin Rugna (mrugna@smn.gob.ar) de la Dirección Nacional de Ciencia e Innovación en Productos y Servicios, para obtener la plantilla WORD que sirve de modelo para la escritura de la Nota Técnica. Una vez armado el documento deben enviarlo en formato PDF a los correos antes mencionados. Antes del envío final los autores deben informarse del número de serie que le corresponde a su trabajo e incluirlo en la portada.

La versión digital de la Nota Técnica quedará publicada en el Repositorio Digital del Servicio Meteorológico Nacional. Cualquier consulta o duda al respecto, comunicarse con Melisa Acevedo (macevedo@smn.gob.ar).