




ENCENDIDO Y APAGADO DEL EQUIPO ANALIZADOR DE GASES DE EFECTO INVERNADERO PICARRO G2401

Instructivo: (IN-DMA-007)

Versión: 01

SUBDIRECCIÓN DE EVALUACIÓN DEL AMBIENTE ATMOSFÉRICO

Elaborado por:	<p>Elvis Anthony Medina Dionicio Subdirector Subdirección de Evaluación del Ambiente Atmosférico</p> <p>Dayana Lucero Acuña Valverde Analista en Modelamiento Ambiental Subdirección de Evaluación del Ambiente Atmosférico</p>	<p>Firma:</p> <div data-bbox="1015 1060 1161 1134">  </div> <p>Firmado digitalmente por MEDINA DIONICIO Elvis Anthony FAU 20131366028 soft Motivo: Soy el autor del documento Fecha: 26.11.2025 16:21:52 -05:00</p> <div data-bbox="1015 1207 1161 1281">  </div> <p>Firmado digitalmente por ACUÑA VALVERDE Dayana Lucero FAU 20131366028 soft Motivo: Soy el autor del documento Fecha: 26.11.2025 16:42:47 -05:00</p>
Revisado por:	<p>Sonia del Carmen Huamán Lozano Unidad de Modernización y Gestión de la Calidad</p>	<p>Firma:</p> <div data-bbox="1015 1438 1161 1512">  </div> <p>Firmado digitalmente por HUAMAN LOZANO Sonia Del Carmen FAU 20131366028 soft Motivo: Soy el autor del documento Fecha: 01.12.2025 08:32:21 -05:00</p>
Aprobado por:	<p>Julio Ernesto Urbiola del Carpio Director Dirección de Meteorología y Evaluación Ambiental Atmosférica</p>	<p>Firma:</p> <div data-bbox="1015 1659 1161 1732">  </div> <p>Firmado digitalmente por URBIOLA DEL CARPIO Julio Ernesto FAU 20131366028 soft Motivo: Soy el autor del documento Fecha: 01.12.2025 17:37:48 -05:00</p>

	INSTRUCTIVO	Código	IN-DMA-007
	ENCENDIDO Y APAGADO DEL EQUIPO	Versión	01
	ANALIZADOR DE GASES DE EFECTO INVERNADERO PICARRO G2401	Página	2 de 10

1. OBJETIVO

Establecer las instrucciones técnicas y operativas para el encendido y apagado del equipo analizador de gases de efecto invernadero PICARRO G2401, a fin de prevenir daños del equipo durante actividades de mantenimiento, revisiones técnicas, interrupciones del suministro eléctrico, traslados o modificaciones en las conexiones de entrada, entre otros.

2. DESARROLLO

2.1. Responsabilidad

El operador asignado es responsable de cumplir estrictamente los pasos establecidos en el presente instructivo, garantizando la correcta operación y preservación del equipo PICARRO G2401.

2.2. Siglas y definiciones


2.2.1. Siglas

- **CRDS:** *Cavity Ring-Down Spectroscopy*. Espectroscopía de cavidad “ring-down”
- **FS-2K:** Filtro de partículas de la línea de muestreo ubicado dentro de la caseta de gases.
- **GEI:** Gases de Efecto Invernadero
- **ICOS:** *Integrated Carbon Observation System*. Sistema Integrado de Observación del Carbono
- **INLET:** Puerto de conexión de entrada del aire al analizador PICARRO G2401.
- **OMM:** Organización Meteorológica Mundial

2.2.2. Definiciones

- **Bomba de vacío externa:** Dispositivo que se emplea para mantener la presión de la cavidad en el interior del analizador¹.
- **CRDS Data Viewer:** Software del PICARRO G2401 que permite el análisis de datos.
- **Deshumecedor:** Dispositivo que permite reducir la humedad del aire antes del ingreso al PICARRO G2401, para prevenir la condensación. Consiste en el empleo de Desecante Drierite™ con indicador de color (azul: seco, rosa: húmedo).
- **H₂O (%):** Para los fines del presente documento, se considerará como valor porcentual de vapor de agua presente en la muestra de aire registrada.
- **Línea de muestreo:** Conjunto de elementos que transportan la muestra de aire desde el punto de toma (ubicado en el exterior de la caseta) hasta el analizador PICARRO G2401. Está conformada por tubería SYNFLEX desde el exterior hasta el INLET, incluyendo el filtro de entrada de toma de muestra (exterior de

¹ Picarro Inc, (2024). G2401 Analizador Manual del Usuario. Picarro Inc.

 Senamhi <small>SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA DEL PERÚ</small>	INSTRUCTIVO		Código	IN-DMA-007
	ENCENDIDO Y APAGADO DEL EQUIPO ANALIZADOR DE GASES DE EFECTO INVERNADERO PICARRO G2401		Versión	01
			Página	3 de 10

la caseta de GEI), el filtro FS-2K (ubicado al interior de la caseta de muestreo) y la manguera principal de ingreso de aire.

- **Manguera principal de ingreso de aire:** Conducto que conduce el flujo de aire desde el filtro FS-2K hacia el INLET. Forma parte de la línea de muestreo.
- **PICARRO G2401:** El analizador Picarro G2401 mide simultáneamente y con alta precisión las concentraciones de CO, CO₂, CH₄ (en partes por billón-ppb) y vapor de H₂O (en partes por millón-ppm), cumpliendo los estándares de la Organización Meteorológica Mundial (OMM) y del Sistema Integrado de Observación del Carbono (ICOS)².

2.3. Recursos necesarios

Los recursos que se mencionan en el presente Instructivo se detallan a continuación:

- Llave francesa.
- Deshumecedor (columna de secado) en buen estado.
- Bomba de vacío externa.
- Conexiones de mangueras seguras y libres de obstrucciones.

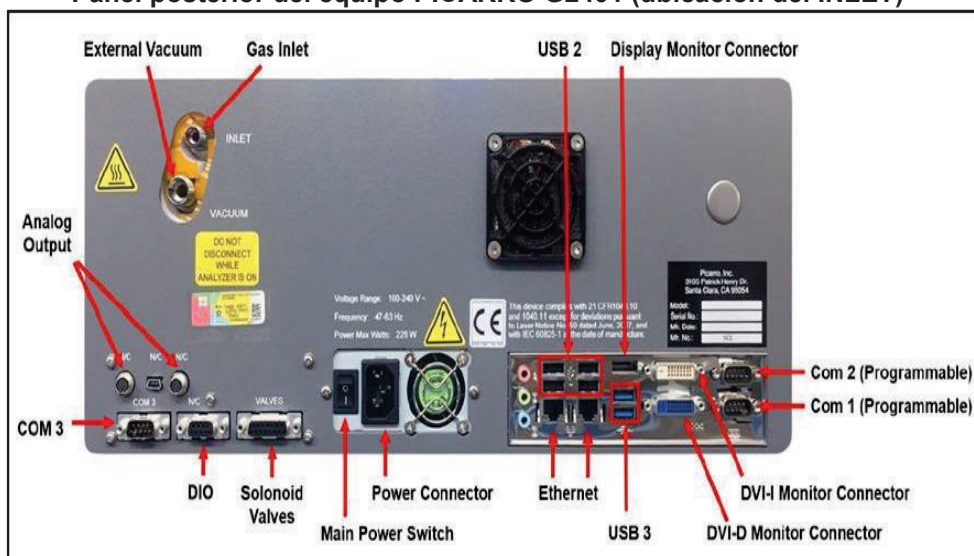
2.4. Procedimiento de encendido del equipo PICARRO G2401

Para el correcto encendido del equipo PICARRO G2401, se ha identificado los pasos siguientes:

a. Conexión de la manguera principal de ingreso de aire al equipo PICARRO G2401


- Conecte la manguera principal de ingreso de aire al INLET del equipo Picarro G2401, verifique que el acople sea firme y libre de fugas.

Figura 1
Panel posterior del equipo PICARRO G2401 (ubicación del INLET)



Nota. Picarro Inc, (2020). G2401 Analyzer for CO₂/CO/CH₄/H₂O. Picarro, Inc., p. 24
https://www.picarro.com/environmental/g2401_user_manual_en_for_co_co2_ch4_and_h2o

² https://www.picarro.com/environmental/products/g2401_gas_concentration_analyzer

	INSTRUCTIVO	Código	IN-DMA-007
	ENCENDIDO Y APAGADO DEL EQUIPO	Versión	01
	ANALIZADOR DE GASES DE EFECTO INVERNADERO PICARRO G2401	Página	4 de 10

- Ajuste la conexión con la ayuda de una llave francesa, tal como se muestra en la Figura 2.

Figura 2
Colocación y ajuste de la manguera principal de ingreso de aire al equipo PICARRO G2401

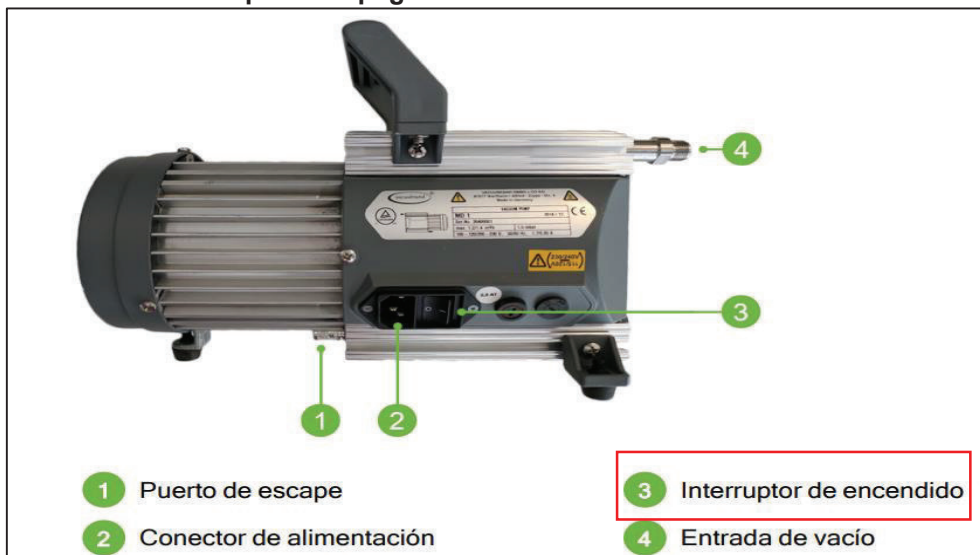


Nota. Picarro, Inc. (s.f.). Recuperado de <https://www.picarro.com/environmental/environmental-video-tutorials>

b. Encendido de la bomba de vacío externa

- Encienda la bomba de vacío ubicada en el suelo, para ello presione el interruptor (ver Figura 3). Tener en cuenta que siempre se enciende la bomba antes del analizador.

Figura 3
Interruptor de apagado de la bomba de vacío externa




Nota. Adaptado de G2401 analizador: Manual del usuario (Picarro Inc., 2024, p. 25). La imagen corresponde al mismo modelo de analizador utilizado por el SENAMHI



Precaución

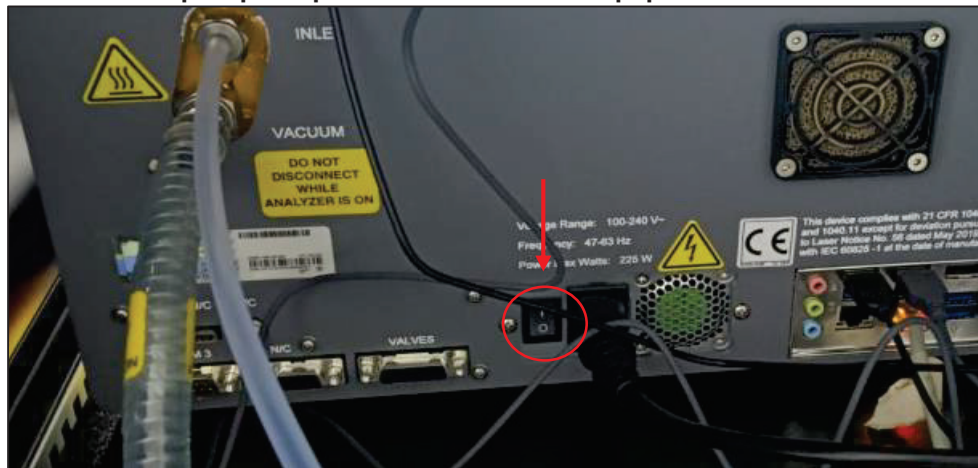
Siempre encienda la bomba antes de encender el analizador.

	INSTRUCTIVO	Código	IN-DMA-007
	ENCENDIDO Y APAGADO DEL EQUIPO	Versión	01
	ANALIZADOR DE GASES DE EFECTO INVERNADERO PICARRO G2401	Página	5 de 10

c. Encendido del equipo PICARRO G2401

- Encienda el interruptor principal ubicado en la parte posterior del equipo PICARRO G2401, tal como se muestra en la Figura 4.

Figura 4
Interruptor principal de encendido del equipo PICARRO G2401



Nota: Fotografía propia


- Presione el botón de encendido ubicado en el panel frontal del equipo PICARRO G2401 (Figura 5). El software se iniciará automáticamente y el monitor del analizador mostrará la ventana del CRDS Data Viewer, tal como se observa Figura 6.

Figura 5
Botón de encendido del equipo PICARRO G2401



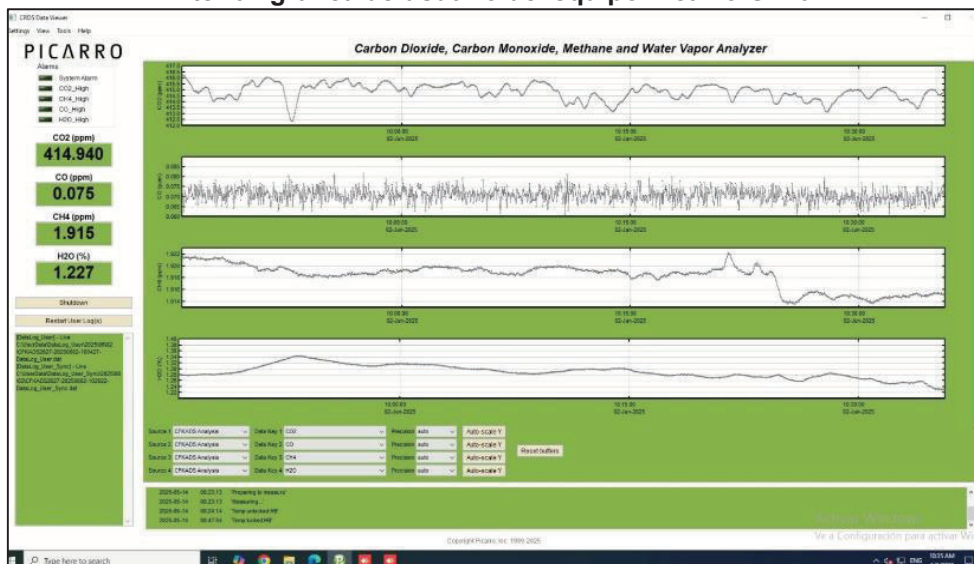
Nota: Fotografía propia

- A continuación, espere a que el equipo PICARRO G2401 complete su proceso de inicialización y estabilización. Durante este periodo es normal que exista un retraso en la visualización de datos. Este proceso puede tomar varios minutos, dependiendo del tiempo necesario para que la temperatura y la presión internas alcancen sus valores de operación.
- Durante esta etapa, algunas lecturas pueden aparecer como negativas o constantes, y los menús desplegables no se habilitarán hasta que se empiecen a recibir mediciones reales.

 Senamhi <small>SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA DEL PERÚ</small>	INSTRUCTIVO		Código	IN-DMA-007
	ENCENDIDO Y APAGADO DEL EQUIPO ANALIZADOR DE GASES DE EFECTO INVERNADERO PICARRO G2401		Versión	01
			Página	6 de 10

- La estabilización toma menos de 30 minutos desde el encendido, aunque puede extenderse hasta aproximadamente 1 hora dependiendo de la temperatura ambiente.

Figura 6
Interfaz gráfica de usuario del equipo Picarro G2401



Nota. Fotografía propia

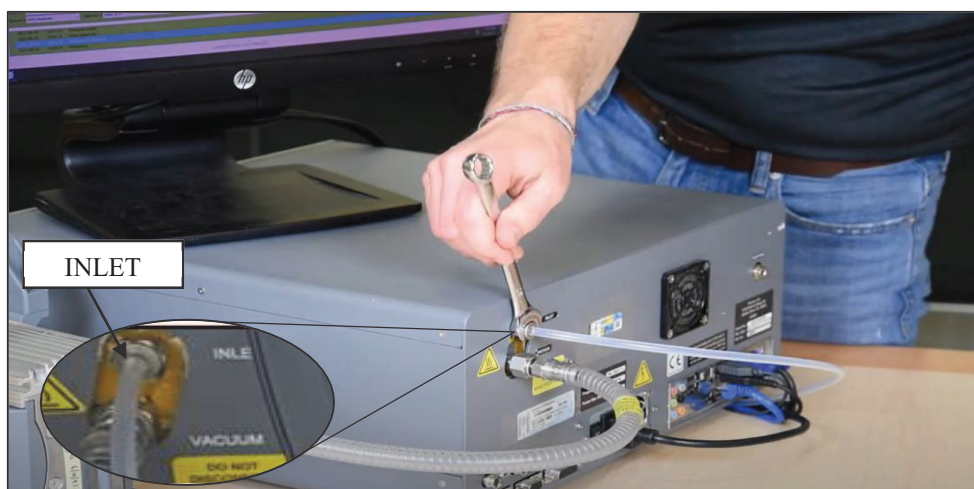
2.5. Procedimiento de apagado del equipo PICARRO G2401

A continuación, se detallan los pasos para realizar correctamente el apagado del equipo PICARRO G2401:


a. Desconexión de la manguera principal

- Con una llave francesa, afloje cuidadosamente la conexión de la manguera principal del INLET, tal como se muestra en la Figura 7. Una vez retirada, deje libre la entrada antes de continuar con el siguiente paso.

Figura 7
Desconexión de la manguera principal del INLET



Nota. Adaptado de Environmental Video Tutorials (Picarro Inc., s.f.).

	INSTRUCTIVO	Código	IN-DMA-007
	ENCENDIDO Y APAGADO DEL EQUIPO	Versión	01
	ANALIZADOR DE GASES DE EFECTO INVERNADERO PICARRO G2401	Página	7 de 10

b. Instalación del deshumecedor

- Instale el deshumecedor, asegurando que la tapa quede hacia arriba y el tubo superior abierto al ambiente, ver figura 8.

Figura 8
Dispositivo deshumecedor




Nota: Picarro, Inc. (s.f.). Desiccant Dryer Kit. Recuperado de <https://store.picarro.com/Desiccant-Dryer-Kit>

- Conecte la manguera ubicada en la parte inferior del deshumecedor al INLET del PICARRO G2401 y ajuste la conexión con una llave francesa, evitando aplicar presión excesiva sobre la conexión. Asegúrese de que la parte azul (desecante fresco) del deshumecedor quede orientada hacia el analizador. Si el desecante presenta color rosado, no debe utilizarse y debe ser reemplazado antes de continuar.
- Coloque el deshumecedor con la tapa hacia arriba (1) y conecte la manguera al INLET del equipo PICARRO G2401 (2), tal como se muestra en la Figura 9.

Figura 9
Instalación del deshumecedor en el INLET del PICARRO G2401



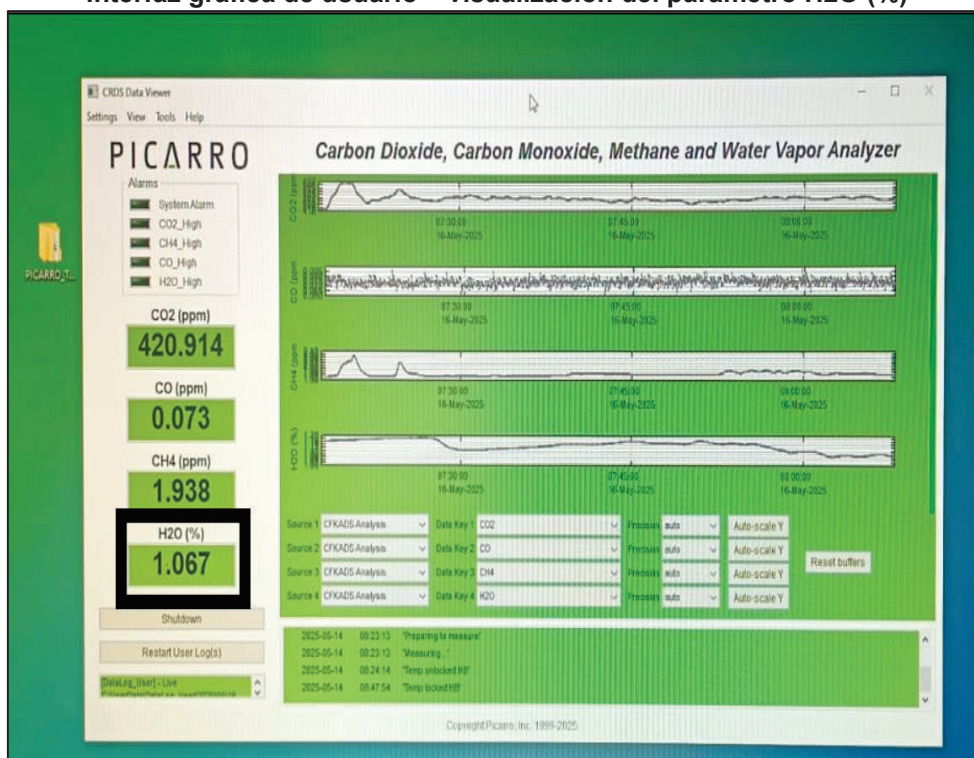
Nota. Adaptado de Environmental Video Tutorials (Picarro Inc., s.f.).

	INSTRUCTIVO	Código	IN-DMA-007
	ENCENDIDO Y APAGADO DEL EQUIPO ANALIZADOR DE GASES DE EFECTO INVERNADERO PICARRO G2401	Versión	01
		Página	8 de 10

c. Verificación de humedad

- Verifique en la interfaz gráfica de usuario que el H₂O (%) descienda por debajo de 0.2%. Este descenso suele iniciar alrededor de los 30 segundos.
- Mantenga la observación durante algunos minutos hasta confirmar que la lectura se estabilice por debajo del mencionado umbral.

Figura 10
Interfaz gráfica de usuario – visualización del parámetro H₂O (%)



Nota. Fotografía propia



Precaución

Se debe dirigir un flujo de gas limpio y seco (<0.2% en H₂O) al equipo PICARRO G2401 durante varios minutos antes de su apagado. La presencia de gas con alto contenido de humedad en la cavidad puede generar condensación en los espejos internos y ocasionar daños al equipo al enfriarse bruscamente.

d. Apagado Automático

- Cuando la lectura de H₂O (%) se estabilice por debajo de 0.2 %, haga clic en el botón SHUTDOWN ubicado en la parte izquierda de la interfaz gráfica de usuario (Figura 11).


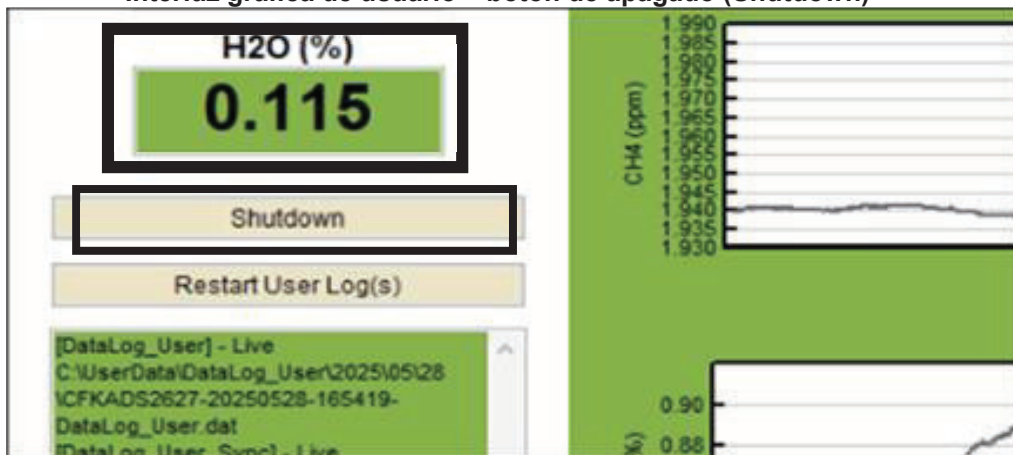
	INSTRUCTIVO	Código	IN-DMA-007
	ENCENDIDO Y APAGADO DEL EQUIPO	Versión	01
	ANALIZADOR DE GASES DE EFECTO INVERNADERO PICARRO G2401	Página	9 de 10

Figura 11
Interfaz gráfica de usuario – botón de apagado (Shutdown)



Nota. Fotografía propia

- El sistema mostrará una ventana emergente solicitando confirmación. Al aceptarla, el software y el hardware del analizador iniciarán el proceso de apagado.

El instrumento dejará de medir y la presión interna se elevará gradualmente hasta niveles cercanos a la presión ambiental.



Precaución

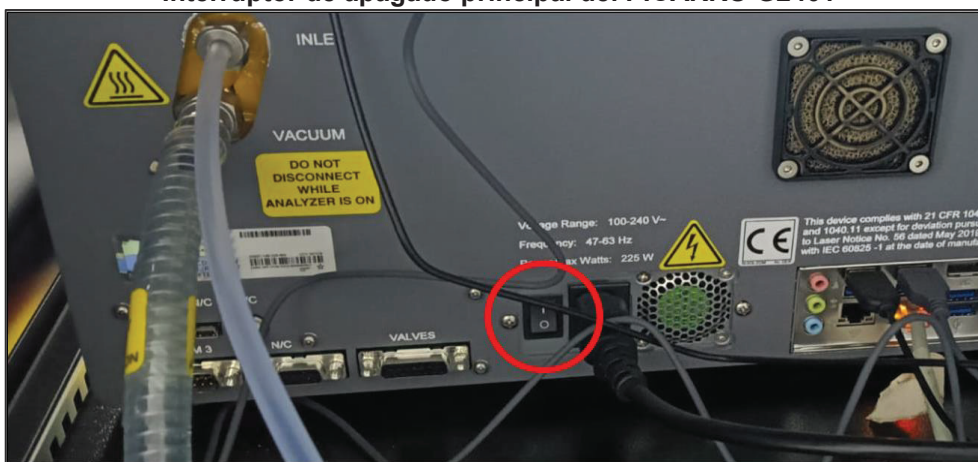
No apagar la bomba ni desconecte la línea de vacío mientras el instrumento esté en funcionamiento.

- Una vez estabilizada la presión, el software CRDS Data Viewer se cerrará automáticamente y luego Windows se apagará.
- Espere hasta que el equipo se apague por completo de manera automática.


e. Verificación del apagado completo

- Verifique que el equipo esté totalmente apagado y no emita sonidos de funcionamiento. Seguidamente, apague el interruptor principal situado en la parte posterior del PICARRO G2401 (Figura 12).

Figura 12
Interruptor de apagado principal del PICARRO G2401



Nota. Fotografía propia

	INSTRUCTIVO	Código	IN-DMA-007
	ENCENDIDO Y APAGADO DEL EQUIPO	Versión	01
	ANALIZADOR DE GASES DE EFECTO INVERNADERO PICARRO G2401	Página	10 de 10

f. Apagado de la bomba de vacío externa

- Cuando los ventiladores se detengan y la luz verde del panel frontal se apague, podrá apagar la bomba de vacío externa.
- Desconecte la columna desecante (deshumecedor) de la entrada y apague la bomba de vacío externa desde su interruptor.

Figura 13

Interruptor de encendido y apagado de la bomba de vacío externa



Nota. Fotografía propia

g. Retiro del deshumecedor

- Finalmente, retire el deshumecedor siguiendo los pasos al inverso al realizado durante su instalación.

3. TABLA DE CONTROL DE CAMBIOS

Versión	Sección	Detalle de cambios
-	-	-