

Calibración SINCA-Temperatura

viernes, 17 de octubre de 2025 11:16

Se realiza un análisis de las señales crudas de los sensores de bajo costo Alphasense (que miden concentraciones de NO, NO₂, SO₂, CO y O₃) con relación a las concentraciones medidas en la estación SINCA Las Condes, separando además los datos en 3 rangos de temperaturas, definidos a partir de la temperatura registrada en la misma estación SINCA.

Se ocupan datos obtenidos entre el 11 y 28 de octubre de 2025, fechas en las que 5 de las 6 estaciones de Líneas de Base Públicas estuvieron midiendo los siguientes parámetros en el mismo lugar que los datos que se usan de referencia (SINCA).

El problema inicial es que las concentraciones obtenidas a partir de los parámetros de calibración estimados en laboratorio no coinciden con las concentraciones de la estación SINCA de referencia. Se quiere hacer una comparación entre las correlaciones observadas utilizando los parámetros de laboratorio vs. los parámetros obtenidos con la comparación con SINCA.

Para obtener los parámetros de calibración en función de los datos SINCA, se aplica la siguiente metodología:

- Se utilizan los datos de **temperatura de SINCA** para clasificar los datos de cada estación en **Baja (< 10°C), Media (entre 10 y 20°C) y Alta (> 20°C)**. Esto con la finalidad de obtener distintas calibraciones en función de diferentes rangos de temperatura, los rangos son elegidos en función del documento **Alphasense Application Note**, que muestra cómo corregir las señales de sensores Alphasense en función de la temperatura de sus registros.
- Del total de datos disponibles entre el 11 y 28 de octubre, **se elige el 80%** para realizar una **Regresión Lineal Simple**, considerando los datos SINCA como la referencia. Se obtienen, para cada sensor, **3 RLS en total**, considerando los 3 rangos de temperatura definidos.
- El **20%** de datos restantes se guarda para realizar una **prueba de los resultados** de la RLS.

A continuación se muestran los resultados de esta calibración basada en los datos SINCA, en conjunto con los comportamientos observados con los parámetros de calibración obtenidos en laboratorio, así como los resultados de las correlaciones observadas entre las series de referencia (SINCA) y los 5 módulos.

Las concentraciones asociadas a los sensores Alphasense no incluyen ningún tipo de corrección por temperatura, humedad u otro factor.

1. Monóxido de Nitrógeno

Los parámetros de calibración obtenidos en laboratorio para los sensores Alphasense NO-B4 de Monóxido de Carbono son los se encuentran en la Tabla 1. La Figura 1.1 muestra el periodo de estudio del 20% de las series de tiempo de prueba de los parámetros obtenidos con la calibración SINCA-Temperatura, en donde se observa un comportamiento amplificado de la señal del sensor Alphasense NO-B4 respecto a las concentraciones observadas en SINCA.

Sensor Alphasense NO-B4	Pendiente	Intercepto	R2
1	0.00018	0.00929	1
2	0.00017	0.00229	1
3	0.00017	-0.02953	0.999
4	0.00017	-0.06014	1
5	0.00016	-0.03664	1
6	0.00016	-0.03933	1

Tabla 1: Parámetros de calibración de sensores Alphasense NO-B4 realizada en laboratorio.

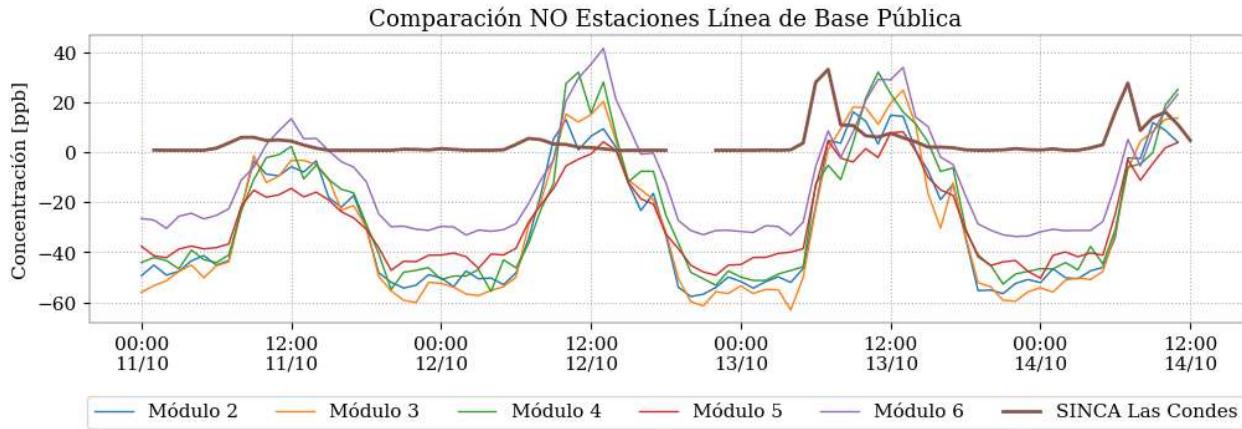
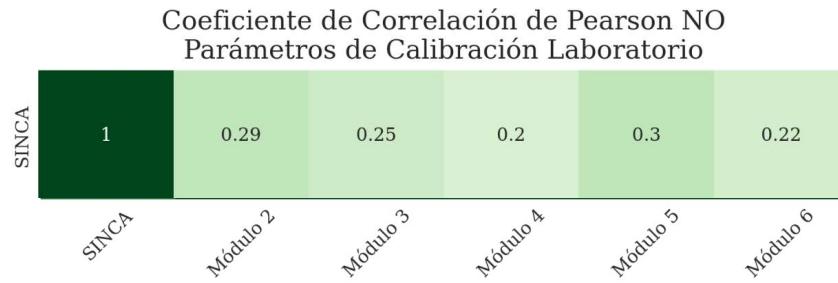


Figura 1.1: Comparación entre sensor Alphasense NO-B4 calculando concentraciones con parámetros de calibración de laboratorio y concentraciones NO medidas en estación SINCA.



La Figura 1.2 muestra las regresiones realizadas por intervalos de temperatura para el monóxido de nitrógeno. A partir de estos parámetros se obtienen las concentraciones observadas en la Figura 1.3, en donde en función de la temperatura se utilizan los distintos parámetros de calibración para los sensores NO-B4.

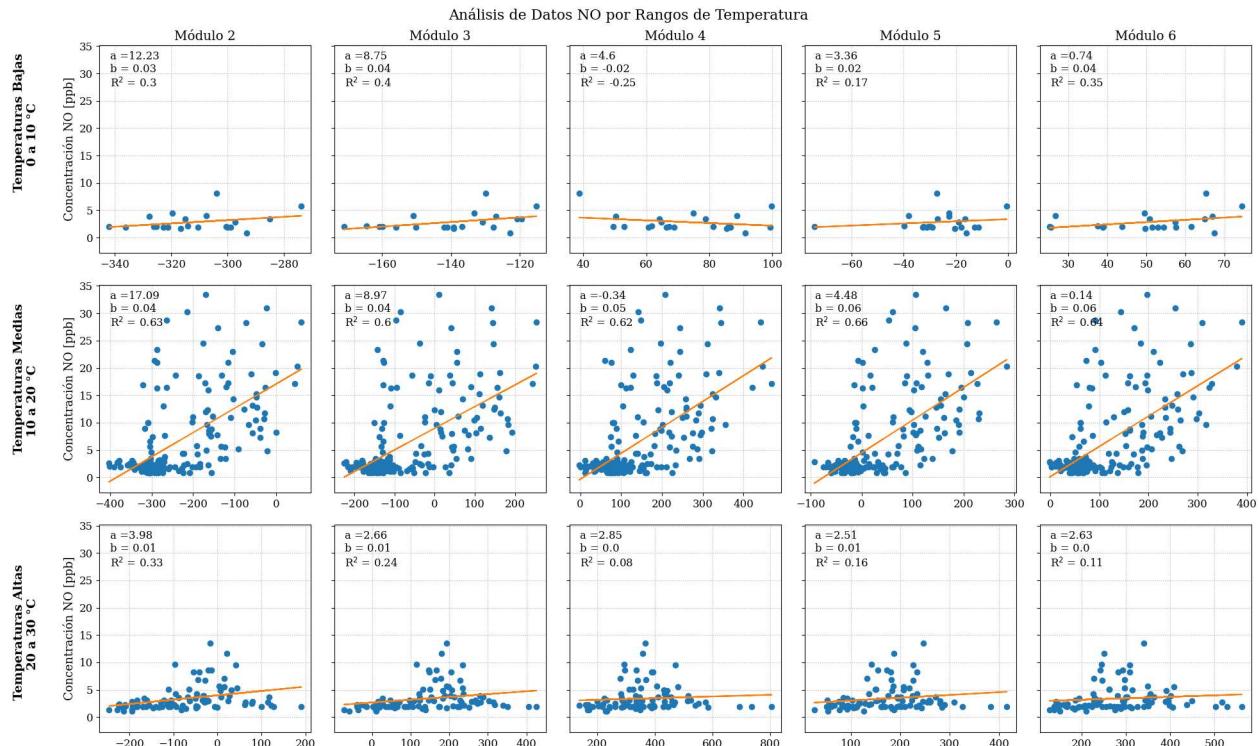


Figura 1.2: Resultados de Regresión Lineal Simple Alphasense NO-B4 vs. SINCA Las Condes, separando en 3 rangos de temperatura.

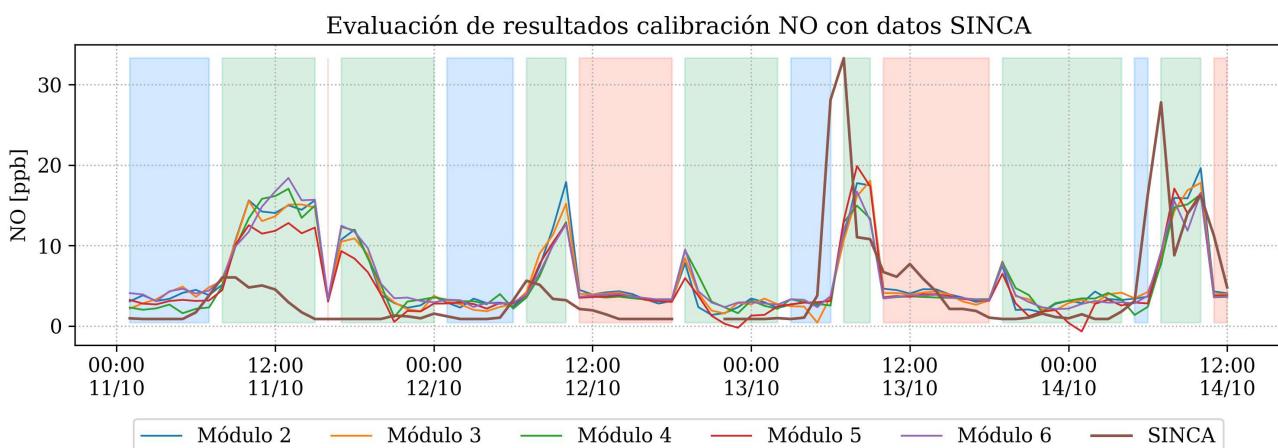
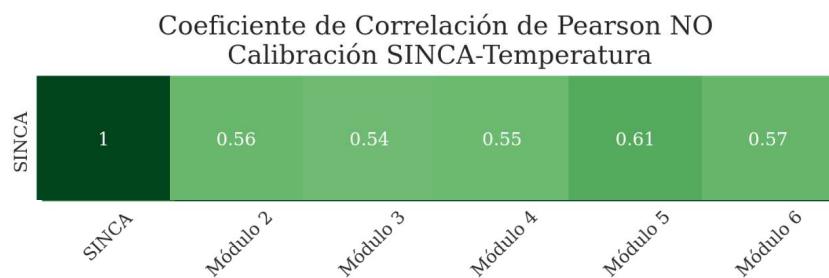


Figura 1.3: Comparación entre sensor Alphasense NO-B4 calculando concentraciones con Calibración SINCA-Temperatura. Serie de tiempo de 20% de datos considerados para prueba.



La comparación entre los coeficientes de correlación de Pearson indican una mejora con la metodología propuesta en la calibración SINCA-Temperatura para los 5 módulos instalados para este análisis. Es interesante notar que la mejora en las correlaciones cambia de manera distinta entre los 5 sensores, sin embargo, el Módulo 5 muestra la correlación más alta para ambos casos.

2. Dióxido de Nitrógeno

Los parámetros de calibración obtenidos en laboratorio para los sensores Alphasense NO₂-B43F de Dióxido de Carbono son los se encuentran en la Tabla 2. La Figura 2.1 muestra el período de estudio del 20% de la serie de tiempo, dejada como test de la calibración SINCA-Temperatura a realizar, sólo que esta Figura utiliza los parámetros de la Tabla 2.

Sensor Alphasense NO₂-B43F [ppb]	Pendiente	Intercepción	R2
1	0.62036	273.4671	0.993
2	0.59329	148.90783	0.993
3	0.57631	195.2833	0.993
4	0.59033	145.73665	0.994
5	0.65508	85.20131	0.999
6	0.66944	159.34674	0.999

Tabla 2: Parámetros de calibración de sensores Alphasense NO₂-B43F realizada en laboratorio.

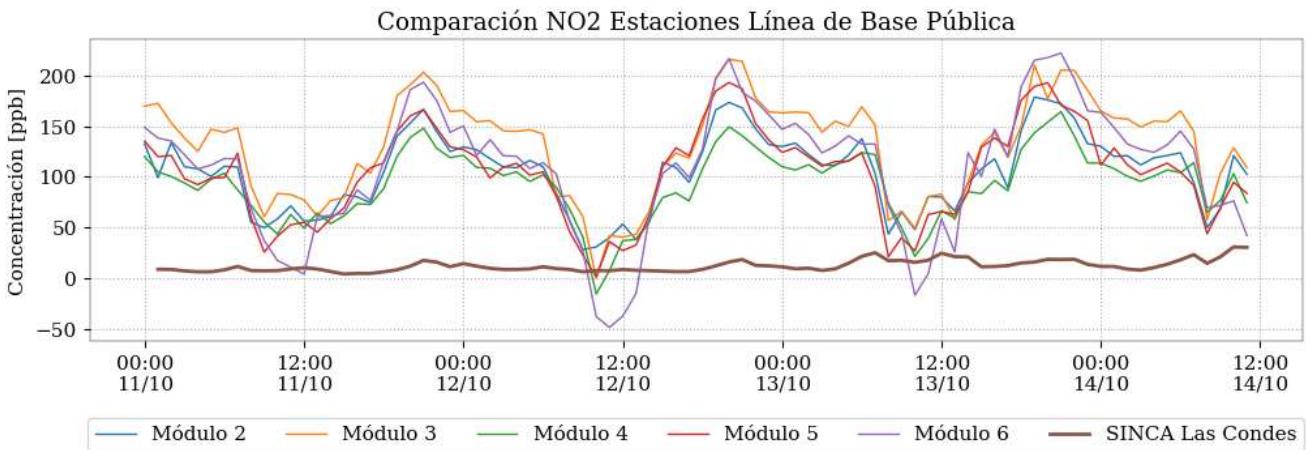
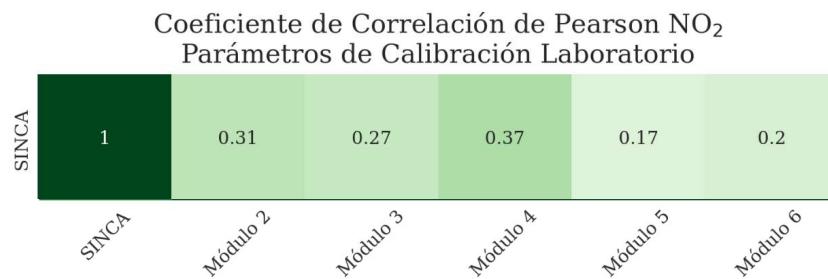


Figura 2.1: Comparación entre sensor Alphasense NO₂-B43F calculando concentraciones con parámetros de calibración de laboratorio y concentraciones NO₂ medidas en estación SINCA.



La Figura 2.2 muestra las regresiones realizadas por intervalos de temperatura para el dióxido de nitrógeno. A partir de estos parámetros se obtienen las concentraciones observadas en la Figura 2.3, en donde en función de la temperatura se utilizan los distintos parámetros de calibración para los sensores NO₂-B43F.



Figura 2.2: Resultados de Regresión Lineal Simple Alphasense NO₂-B43F vs. SINCA Las Condes, separando en 3 rangos de temperatura.

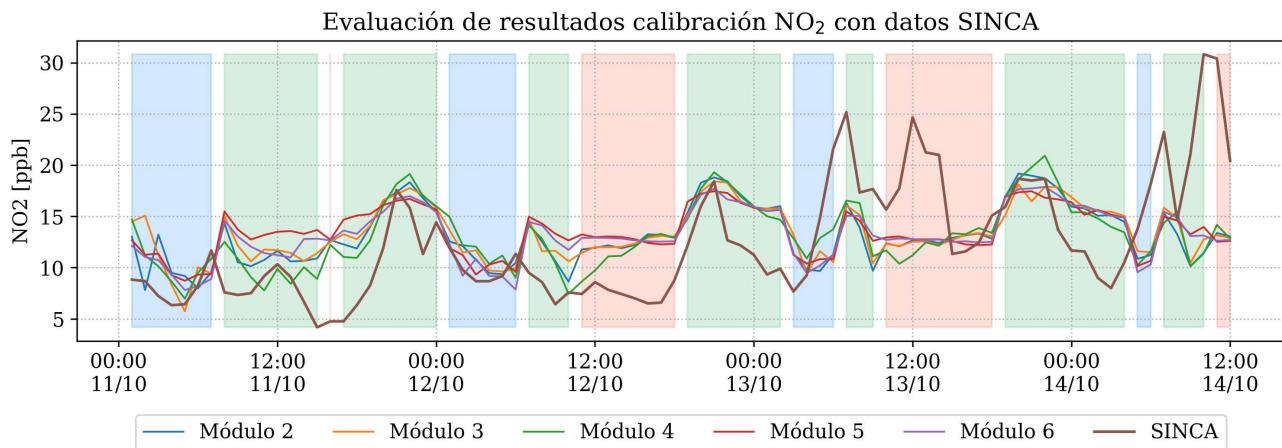
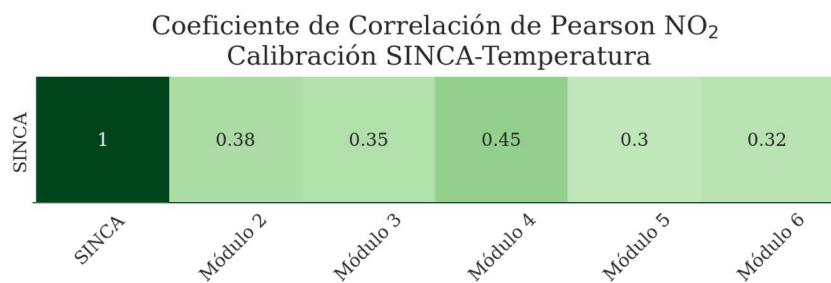


Figura 2.3: Comparación entre sensor Alphasense NO₂-B43F calculando concentraciones con Calibración SINCA-Temperatura. Serie de tiempo de 20% de datos considerados para prueba.



La comparación entre los coeficientes de correlación de Pearson indican una mejora con la metodología propuesta en la calibración SINCA-Temperatura para los 5 sensores NO₂-B43F de este análisis. En este caso, los módulos 4 y 5 muestran mayores aumentos de correlación que los otros 3 módulos con esta calibración, sin embargo, los 5 módulos muestran la misma jerarquía en las correlaciones de antes y después de esta calibración.

3. Ozono

La Tabla 3 muestra los parámetros de calibración de laboratorio para cada uno de los 6 sensores Alphasense OX-B431, mientras que las Figuras 3.1 y 3.2 muestran la misma serie de tiempo, comparando las concentraciones de ozono obtenidas con estos parámetros de calibración, las concentraciones del módulo 6 en la Figura 3.1 muestran comportamientos similares a los otros 4 módulos en la Figura 3.2, sólo que a una escala significativamente mayor.

Sensor Alphasense OX-B431 O₃ [ppm]	Pendiente	Intercepto	R2
1	0.00033	0.08866	0.999
2	0.00046	0.15158	0.997
3	0.00029	-0.02163	0.998
4	0.00035	0.10523	0.998
5	0.00032	0.07544	1
6	0.08638	0.0003	1

Tabla 3: Parámetros de calibración de sensores Alphasense OX-B431 realizada en laboratorio.

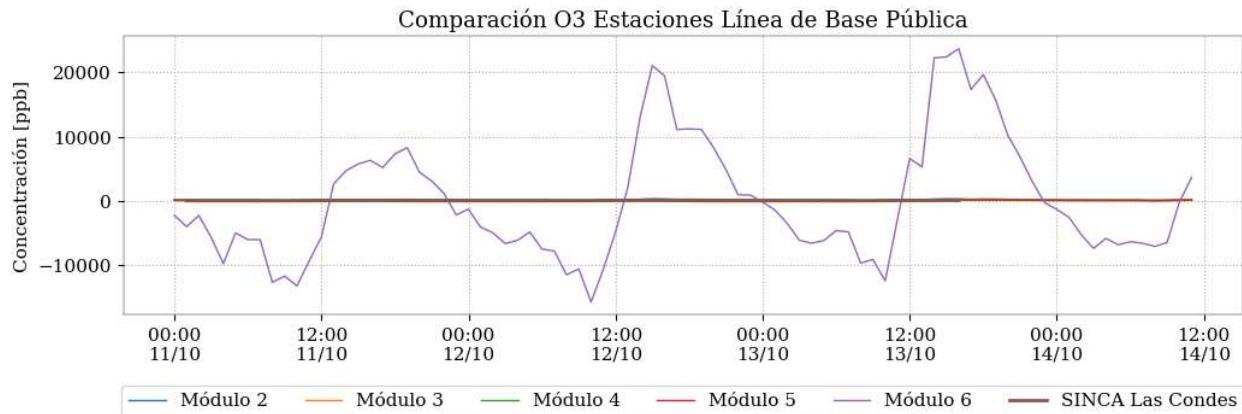


Figura 3.1: Comparación entre sensor Alphasense OX-B431 calculando concentraciones con parámetros de calibración de laboratorio y concentraciones O3 medidas en estación SINCA. Sensores 2 a 6.

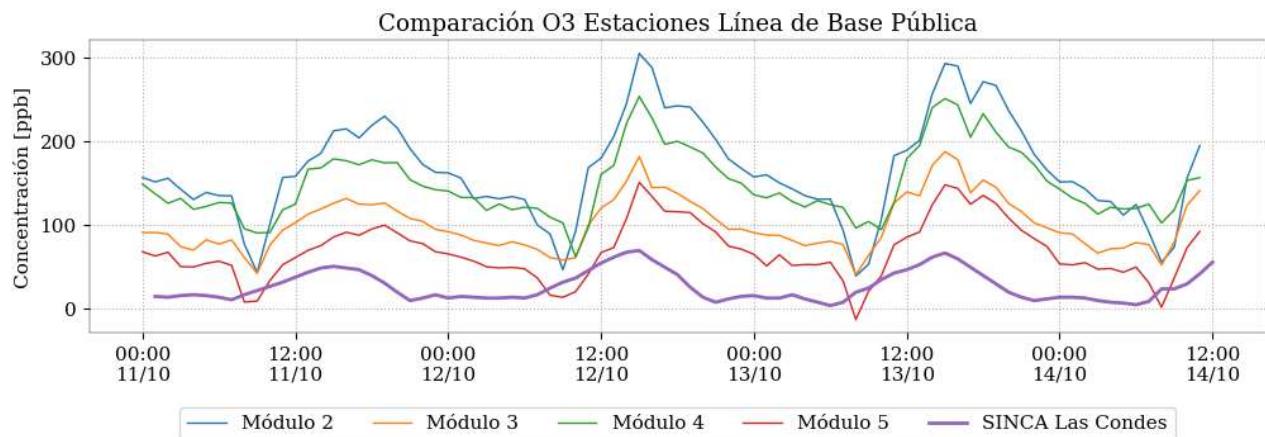
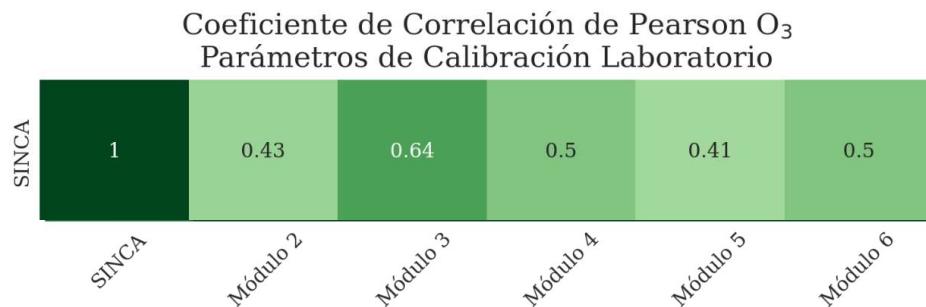


Figura 3.2: Comparación entre sensor Alphasense OX-B431 calculando concentraciones con parámetros de calibración de laboratorio y concentraciones O3 medidas en estación SINCA. Sensores 2 a 5.



La Figura 3.3 muestra las regresiones realizadas por intervalos de temperatura utilizando las concentraciones de ozono medidas en la estación SINCA. A partir de estos parámetros se obtienen las concentraciones observadas en la Figura 3.4, en donde en función de la temperatura se utilizan los distintos parámetros de calibración para los sensores OX-B431 y se contrastan con las concentraciones observadas en SINCA.

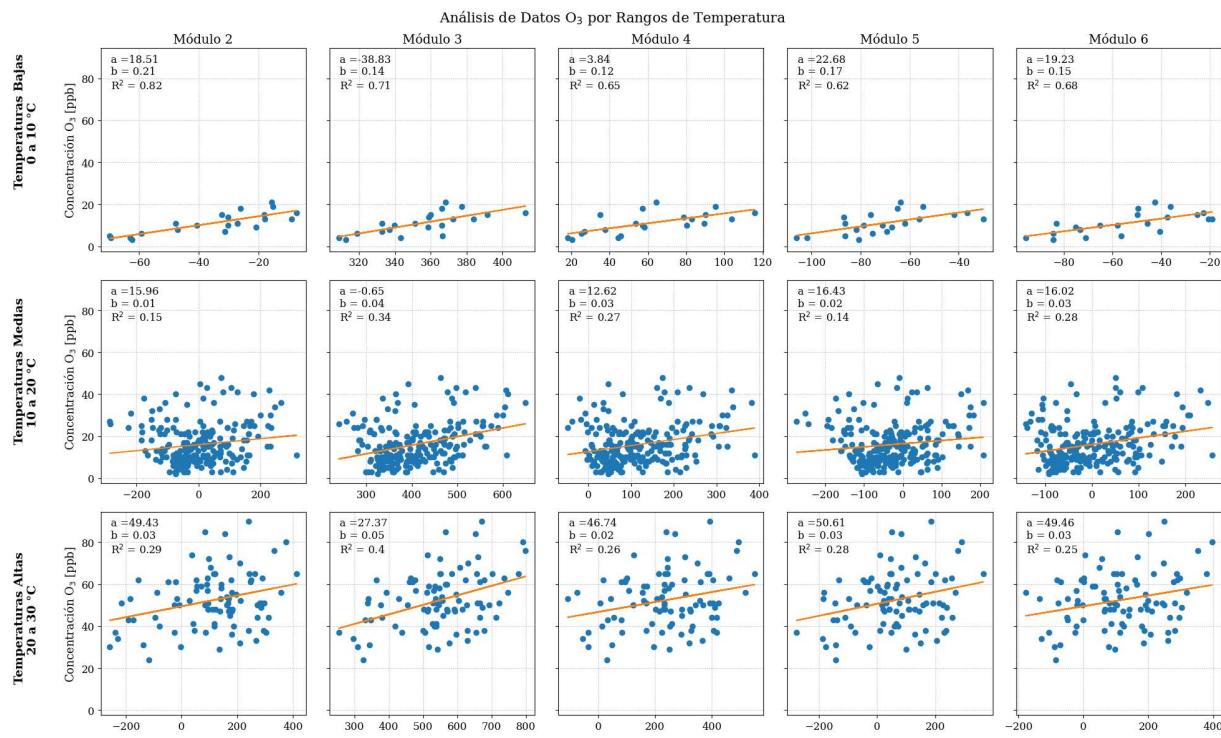


Figura 3.3: Resultados de Regresión Lineal Simple Alphasense OX-B431 vs. SINCA Las Condes, separando en 3 rangos de temperatura.

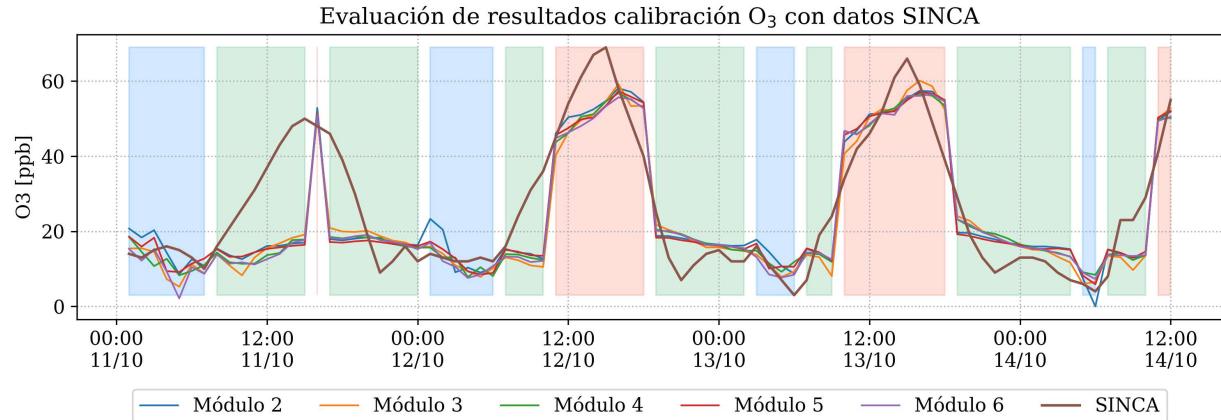
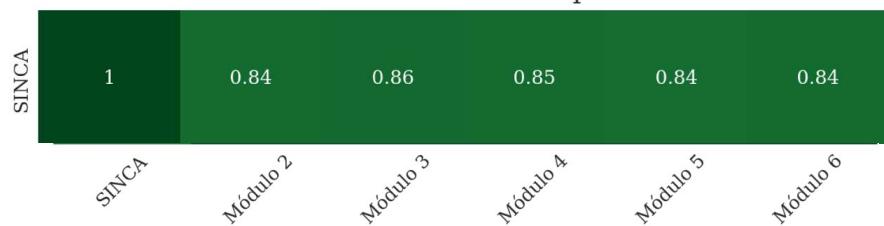


Figura 3.4: Comparación entre sensor Alphasense OX-B431 calculando concentraciones con Calibración SINCA-Temperatura. Serie de tiempo de 20% de datos considerados para prueba.

Coeficiente de Correlación de Pearson O₃ Calibración SINCA-Temperatura



La comparación entre los coeficientes de correlación de Pearson indican una mejora visible con la metodología propuesta en la calibración SINCA-Temperatura para los 5 sensores OX-B431 de este análisis.

4. Monóxido de Carbono

La Tabla 4 muestra los parámetros de calibración de laboratorio para cada uno de los 6 sensores Alphasense CO-B4. La Figura 4.1 muestra el período de estudio del 20% de la serie de tiempo, dejada como test de la calibración SINCA-Temperatura a realizar, sólo que esta Figura utiliza los parámetros de la Tabla 4.

Sensor Alphasense CO-B4 [ppm]	Pendiente	Intercepto	R2
1	0.00014	-0.19082	0.991
2	0.0001	-0.11473	0.990
3	0.00023	0.11404	0.999
4	0.00027	0.20174	0.999
5	0.00007	-0.06684	0.992
6	0.00008	-0.00158	0.992

Tabla 4: Parámetros de calibración de sensores Alphasense CO-B4 realizada en laboratorio.

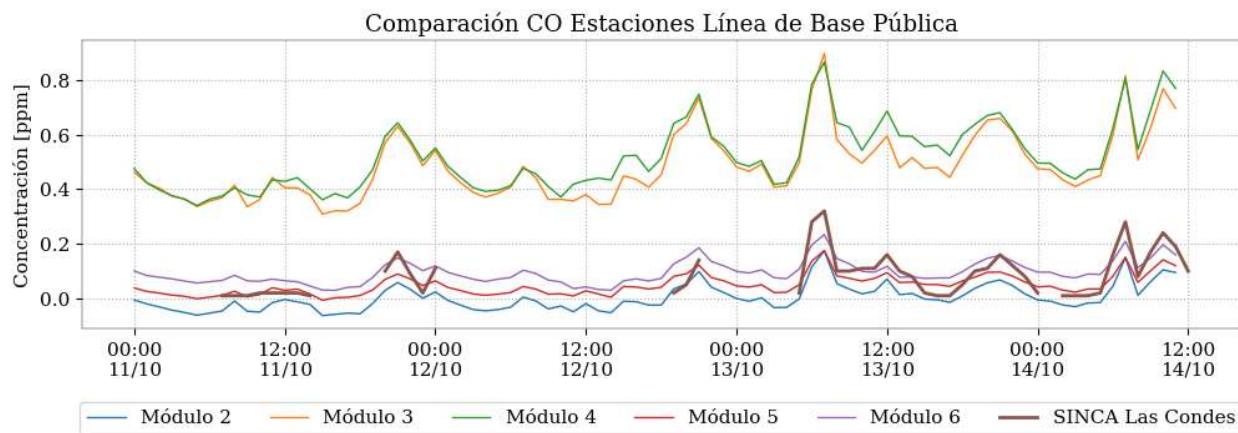
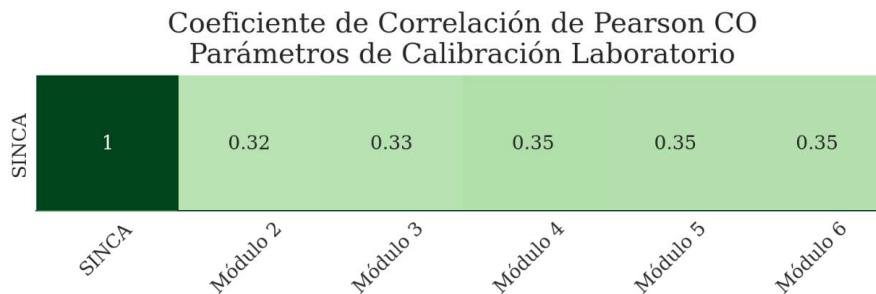


Figura 4.1: Comparación entre sensor Alphasense CO-B4 calculando concentraciones con parámetros de calibración de laboratorio y concentraciones CO medidas en estación SINCA.



La Figura 4.2 muestra las regresiones realizadas por intervalos de temperatura utilizando las concentraciones de monóxido de carbono medidas en la estación SINCA. A partir de estos parámetros se obtienen las concentraciones observadas en la Figura 4.3, en donde en función de la temperatura se utilizan los distintos parámetros de calibración para los sensores CO-B4 y se contrastan con las concentraciones observadas en SINCA.

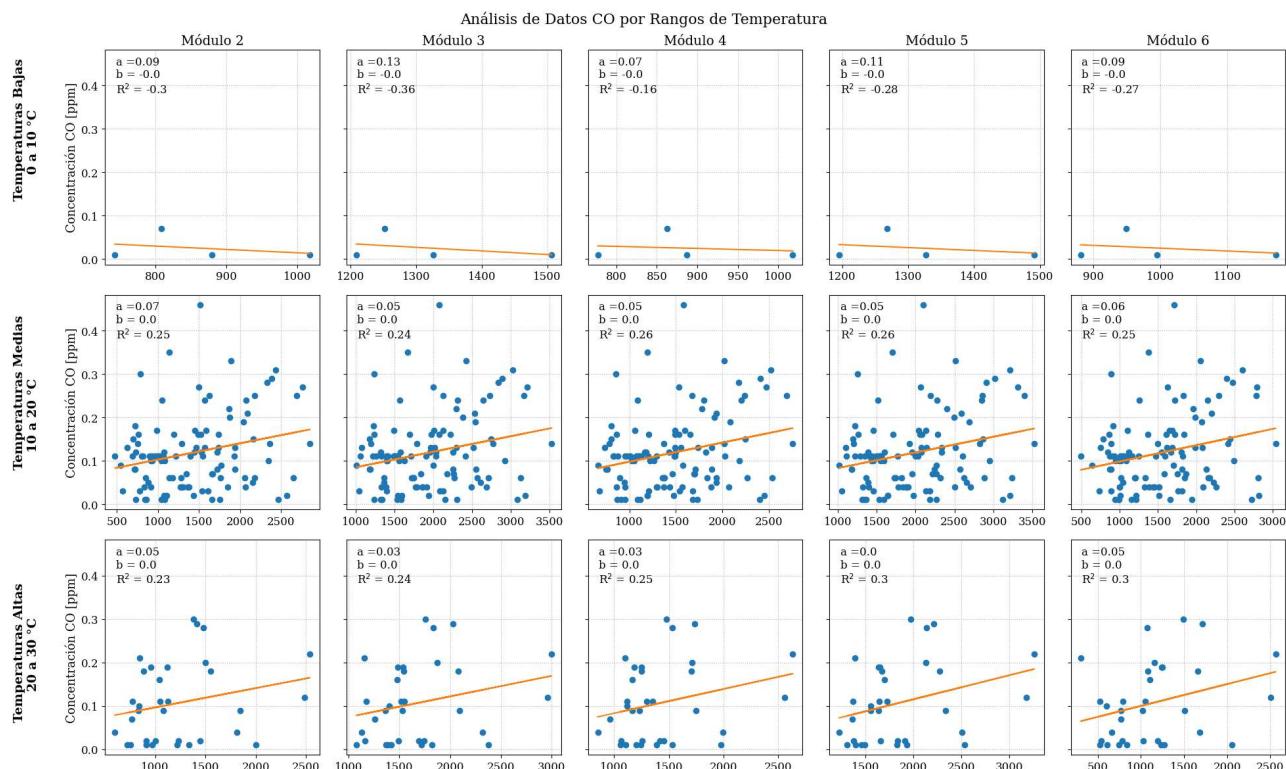


Figura 4.2: Resultados de Regresión Lineal Simple Alphasense CO-B4 vs. SINCA Las Condes, separando en 3 rangos de temperatura.

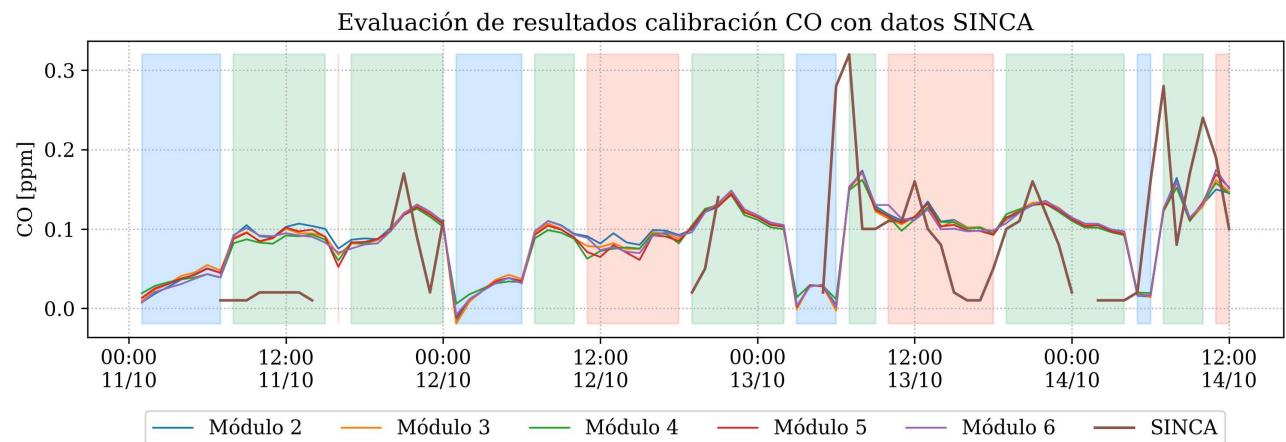
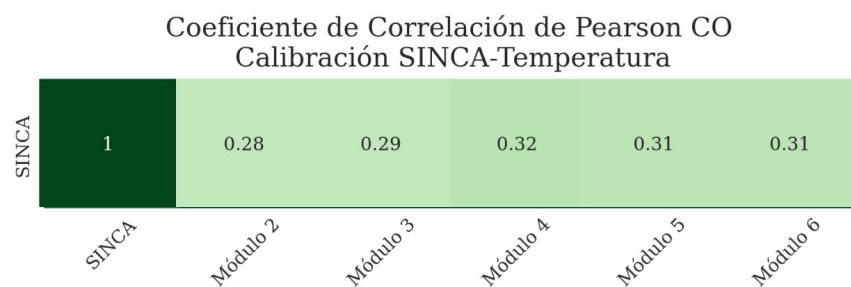


Figura 4.3: Comparación entre sensor Alphasense CO-B4 calculando concentraciones con Calibración SINCA-Temperatura. Serie de tiempo de 20% de datos considerados para prueba.



Los sensores CO-B4 mostraron una reducción en la correlación entre las concentraciones SINCA y las estimaciones realizadas con la calibración SINCA-Temperatura, y a juzgar por las series de tiempo de concentraciones observadas en las Figuras 4.1 y 4.3, para este contaminante en

particular puede que sea preferible una corrección calculada a partir del *offset* observado entre las concentraciones medidas por los módulos 3 y 4 en la Figura 4.1, en vez de aplicar esta calibración SINCA-Temperatura.

Conclusión.

La calibración usando como referencia los datos de la estación SINCA Las Condes muestra mejoras en las correlaciones de los sensores Alphasense NO-B4, NO₂-B43F y OX-B431 mostrando mejoras en las estimaciones de concentraciones y corrigiendo la diferencia de magnitudes entre las concentraciones de ozono para el módulo 6. Para el sensor CO-B4 la calibración SINCA-Temperatura no muestra mejoras en la estimación de concentraciones de monóxido de carbono.