



Programa: Monitoreo de Cuerpos Receptores

Subprograma: Atmósfera

Objetivos del Subprograma: Disponer de un sistema de información respecto a variables atmosféricas y establecer un programa de monitoreo de calidad de aire e impacto ambiental para el control de la calidad de la atmósfera de Bahía Blanca.

Período: Enero 2022 a Diciembre de 2022.

SIN AUDITAR



Resumen del Plan de Trabajo

Este informe presenta el monitoreo continuo de contaminantes básicos atmosféricos (Dióxido de Azufre, Material Particulado (PM_{10} y $PM_{2,5}$), Ozono y Óxidos de Nitrógeno) por medio de las Estaciones de Monitoreo de Calidad de Aire de Bahía Blanca (EMCABB I y II).

El monitoreo continuo de calidad de aire durante el año 2022 tuvo características particulares y que difieren de años anteriores. Se observaron valores de PM_{10} inferiores a años previos en la EMCABB I y valores de PM_{10} y $PM_{2,5}$ en la EMCABB II superiores a registros históricos. Incluso, en esta última estación se encontró el mayor valor promedio de $PM_{2,5}$ de los últimos años y que supera el valor normado de la etapa 3 del Dto 1074/18.

En el caso de la EMCABB I no se registró ninguna superación de la norma para 24 hs, siendo el primer año que ocurre esto.

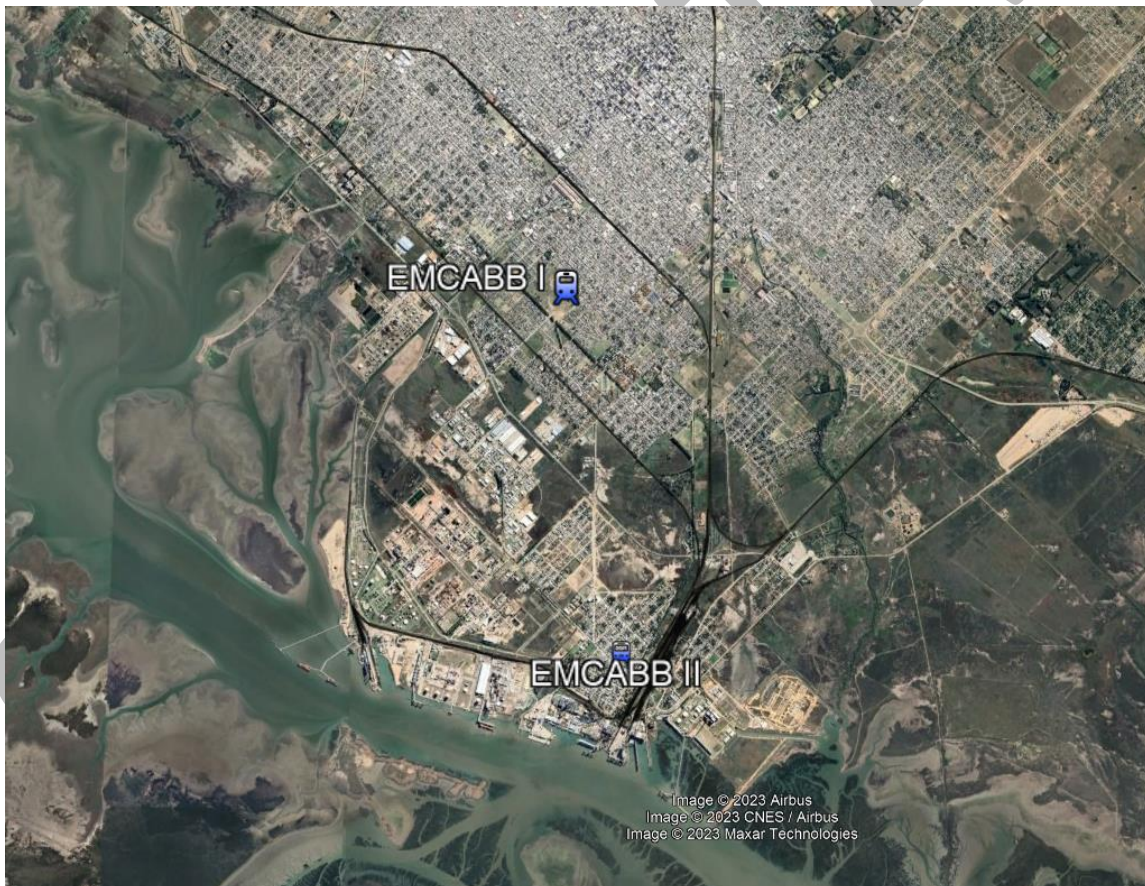
SIN AUDITAR

Metodología

Período de Monitoreo: Enero a Diciembre de 2022

Puntos de Monitoreo

Los puntos de muestreo están ubicados en: EMCABB I Plaza Horacio Aguirre (38 44' 35,37 S 62 16' 38,43" O) y es representativo de Barrios aledaños y EMCABB II ubicada en Ingeniero White en el terreno de San Martín y Mascarello (38 46' 55 77"S - 62 15' 58" O). La escala representativa para el monitoreo es de tipo local, de acuerdo a lo indicado por la USEPA en el Quality Assurance -Handbook-Vol-II. Los sitios de emplazamiento de las estaciones de monitoreo responden a lo descrito por el 40 CFR Part 58 Appendix D.



Durante fines del año 2021 y principios del año 2022 se relocizó la EMCABB I ya que en el sitio donde estaba emplazada se venían identificando fuentes locales (construcciones, movimientos de suelos, depósito de áridos, calle de tierra de alto tránsito de camiones) que afectaban los valores de PM_{10} y por lo tanto la calidad de aire no era representativa del aire que respiran los vecinos. Cabe acotar que estaba localizada en zona industrial exclusiva, sin residencias en el sector.



Procedimiento de Muestreo

Automático y continuo, según método de referencia.

Equipamiento Utilizado

EMCABB I

- Analizador de Material Particulado PM₁₀, Rupprecht & Patashnik, TEOM 1400A.
- Analizador de Monóxido de Carbono - T.E.I¹, modelo 48 C.
- Analizador de Dióxido de Azufre - T.S², modelo 43i.
- Analizador de Óxidos de Nitrógeno -T.S², modelo 42i.
- Analizador de Ozono, T.E.C³. modelo 49 C.
- Módulo para calibración compuesto por:
 - Calibrador dinámico T.S², modelo 146 i.
 - Generador de Aire Cero, T.E.I¹ modelo 111.
 - Calibrador de Ozono T.E.C⁴ modelo 49C PS.
 - Gases patrones primarios certificados.

EMCABB II

- Analizador de Material Particulado PM₁₀-PM_{2,5}, T.S². modelo TEOM 1405 FMDS
- Analizador de Dióxido de Azufre - T.S², modelo 43i.
- Analizador de Óxidos de Nitrógeno -T.S², modelo 42i
- Módulo para calibración compuesto por:
 - Calibrador dinámico T.S², modelo 146 i.
 - Generador de Aire Cero, T.S² modelo 1160.
 - Gases patrones primarios certificados

Métodos de Referencia

El equipamiento listado corresponde a lo especificado en el Título 40, Parte 53 del Código Federal de Regulaciones de EEUU.

¹T.E.I.: ThermoEnvironmental Instruments Inc.

² T.S. Thermo Scientific.

³ T.E.C: Thermo Electron Corporation

Validación de datos:

Los resultados obtenidos fueron validados de acuerdo a un procedimiento que consta de 3 niveles de evaluación:

- Nivel 1: Verificación desde la base de datos en tiempo real de datos anómalos.
- Nivel 2: Identificación y eliminación de datos no válidos y ausentes, identificando y reportando las causas en cada caso. En este nivel de validación se analiza también la suficiencia de datos. Se considera que un 75% de mediciones válidas es el número mínimo suficiente para calcular los valores promedios para cada período de observación. Para el valor promedio de 24 h (1 día) se requieren 18 observaciones válidas de promedios horarios y por otra parte se requieren 273 datos diarios para promedio anual.
- Nivel 3: Evaluación de la consistencia espacial, temporal y estacional de los datos. Este último nivel de evaluación está referido a la interpretación de la información obtenida en función de datos meteorológicos, eventos industriales y situaciones extraordinarias (recepción de las emisiones de erupciones volcánicas, entre otras).

Procesamiento de Datos

Las evaluaciones estadísticas se realizaron de acuerdo a la guía: Data Quality Assessment: A Reviewer's Guide (QA/G-9S). Environmental Protection Agency, EPA. EE.UU. 2006.

Marco normativo y de referencia

En octubre de 2018 entro en vigencia el Decreto 1074/18 reglamentario de la Ley 5965 y que reemplazó al Decreto 3395/96. En la tabla se detallan los valores establecidos para los diferentes contaminantes del aire. Los valores indicados como "etapa 1" son los vigentes a partir de los 2 años de su publicación, o sea desde octubre de 2020. Mientras que la etapa 2 rige a partir de octubre de 2021 y la etapa 3 a partir de octubre de 2022.



PARAMETRO/UNIDADES	TIEMPO PROMEDIADO	Valor inicial		Etapa 1		Etapa 2		Etapa 3	
		$\mu\text{g}/\text{m}^3$	ppb	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	ppb	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	ppb	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	ppb
PM ₁₀	24 horas	150	---	150	---	150	---	150	---
	1 Año	50	---	50	---	50	---	50	---
PM _{2,5}	24 horas	---	---	75	---	40	---	35	---
	1 Año	---	---	25	---	15	---	12	---
CO (ppm)	1 hora	40	35	40	35	40	35	40	35
	8 horas	10	9	10	9	10	9	10	9
SO ₂	1 hora	---	---	250	95	230	88	196	75
	24 horas	365	139	200	76	160	61	125	48
NO ₂	1 hora	367	195	320	170	288	153	188	100
	1 año	100	53	100	53	100	53	100	53
O ₃	8 horas	---	---	137	70	120	61	100	51

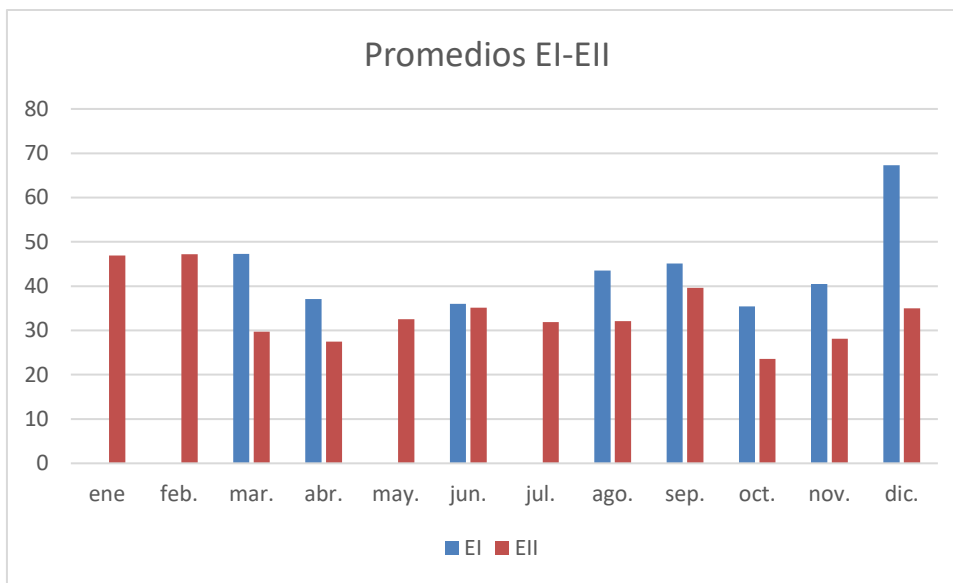
Resultados Obtenidos

Los resultados de las 2 estaciones de monitoreo están detallados en las planillas anexas. La EMCABB I fue trasladada a fin de 2021 a su nueva ubicación en la plaza Aguirre. Por este motivo faltan datos de enero y parte de febrero

De acuerdo a los resultados obtenidos se puede indicar:

1. Los parámetros SO₂, NO₂, CO y O₃ de la EMCABB I así como SO₂ y NO₂, de la EMCABB II cumplieron con las normas de calidad de aire.
2. Los valores de PM₁₀ de la EMCABB I no superaron en ninguna oportunidad la norma para 24 horas. Es la primera vez en la historia de la EMCABB I que no se registra ninguna superación de la norma diaria. Se hace la salvedad que la estación no estaba funcionando en enero y parte de febrero, meses cuando los registros suelen ser más altos. De todas maneras, como se explicó más arriba, la estación justamente se relocalizó porque se venían registrando valores altos debido a emisiones locales y transitorias por lo que había incertidumbre en cuanto a la representatividad de los datos.
3. Se registró una superación de PM₁₀ en la EMCABB II el día 13/01/2022 alcanzando un valor de 203,7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

- No se pudo calcular el promedio anual de PM_{10} de la EMCABB I ya que no se alcanzó el 75 % de los datos. El promedio anual de la EMCABB II fue de $33,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$, resultando debajo del valor normado.
- Se compararon los datos mensuales de PM_{10} entre las 2 estaciones. En el grafico a continuación se muestran los promedios donde puede observarse que, como viene registrándose años anteriores, los valores son mayores en el EMCABB I respecto a la EMCABB II.



- Se registraron superaciones de la norma de $PM_{2,5}$ en la EMCABB II para 24 horas los días: 1-1-2022, con un valor de $40,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$; el día 23-06-2022 con un valor de $43,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y el día 10-07-2022 con un valor de $37,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$.
- El promedio anual de $PM_{2,5}$ en la EMCABB II fue de $14,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ también por encima del valor de la norma.

Interpretación de las superaciones de la norma de PM_{10}

La oportunidad en que se registró la superación de la norma de PM_{10} -24 horas en la EMCABB II fue el 13-01-2022. En esa fecha, durante las horas de mayores concentraciones de PM_{10} , la velocidad de viento promedio horario fue superior a 30 km/h y porcentaje de humedad cercano al 20 %. Como ya se ha informado en estudios anteriores⁴, en estas condiciones suele superarse la norma. Por esto

⁴PIM 2006 Material Particulado PM_{10} : Evaluación de influencia de variables meteorológicas y horarias

https://cte.controlambiental.bahia.gob.ar/inc/emcabb/pim/2006/PIM_2006.pdf

Variabilidad temporal del en PM_{10} Bahía Blanca (Argentina) y su relación con variables climáticas Alicia M. Campo y col.

Monitoreo continuo de calidad de aire en Bahía Blanca- resultados históricos de PM_{10} . Marcia V. Pagani y col. Contribuciones del V Congreso PROIMCA

se asume que si hubiese estado funcionando la EMCABB I en ese momento (estaba fuera de servicio por traslado) seguramente también hubiera superado la norma ese día.

Interpretación de las superaciones de la norma de PM_{2,5} de EMCABB II

Se registraron superaciones de la norma de PM_{2,5} en la EMCABB II los días:

- 1-1-2022, con un valor de 40,0 µg/m³. Los mayores registros fueron entre las 00:00 hs y las 04:00 de la mañana y ya se observa incremento desde las 19:00 hs del día 31-12-2021, coincidente con los festejos de año nuevo.
- 23-06-2022 con un valor de 43,4 µg/m³ Ese día se registraron condiciones de gran estabilidad atmosférica, con viento en calma, muy bajas temperaturas y alta presión atmosférica.
- 10-07-2022 con un valor de 37,7 µg/m³. Ese día se registraron condiciones de gran estabilidad atmosférica, con viento en calma, muy bajas temperaturas y alta presión

Conclusiones

La superación de PM₁₀ de la EMCABB II está relacionada con variables meteorológicas que favorecen el aporte de partículas, tanto regionales como locales.

Las superaciones de PM_{2,5} de 24 horas se produjeron en días con condiciones de alta estabilidad atmosférica.



ANEXO

RESULTADOS DE MONITOREO DE AIRE AÑO 2022

EMCABB I

CO (ppm)	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic
máximo	---	0,53	2,27	4,29	2,23	2,69	4,42	3,23	1,30	1,69	1,28	1,66
promedio	---	0,05	0,13	0,36	0,51	0,42	0,65	0,26	0,38	0,36	0,36	0,31
mediana	---	< LD	0,09	0,30	0,44	0,34	0,59	0,16	0,33	0,37	0,32	0,30
mínimo	---	< LD	< LD	0,07	0,25	0,08	0,27	< LD	0,15	0,15	0,17	0,12
varianza	---	0,00	0,03	0,06	0,07	0,08	0,11	0,09	0,02	0,02	0,01	0,02
desv estándar	---	0,06	0,18	0,25	0,26	0,29	0,33	0,30	0,13	0,14	0,10	0,13
rango	---	0,51	2,25	4,22	1,98	2,61	4,15	3,21	1,15	1,54	1,11	1,54
numero de datos	---	480	734	720	730	696	737	726	719	731	711	739
rango inter	---	0,01	0,16	0,14	0,15	0,20	0,22	0,18	0,11	0,18	0,09	0,08
cv	---	112,35	136,64	68,21	50,98	68,39	50,38	115,67	32,92	38,36	27,32	40,96
coef. Skew	---	3,62	5,49	9,12	3,59	4,07	5,53	3,91	2,70	2,15	3,16	5,78
coef. Kurt	---	17,57	47,50	124,83	15,73	23,23	48,71	24,38	13,30	13,42	21,17	52,46
percentiles	---											
10	---	< LD	< LD	0,19	0,34	0,20	0,38	0,06	0,23	0,21	0,24	0,20
25	---	< LD	< LD	0,25	0,38	0,25	0,50	0,10	0,28	0,25	0,28	0,26
50	---	< LD	0,09	0,30	0,44	0,34	0,59	0,16	0,33	0,37	0,32	0,30
75	---	0,04	0,19	0,39	0,53	0,45	0,72	0,28	0,39	0,43	0,37	0,34
90	---	0,14	0,29	0,50	0,71	0,64	0,88	0,66	0,47	0,50	0,44	0,38
95	---	0,19	0,32	0,62	0,94	0,83	1,08	0,82	0,55	0,58	0,51	0,43
99	---	0,25	0,84	1,00	1,81	1,62	1,72	1,26	0,88	0,79	0,64	0,74
99,99	---	0,53	2,23	4,22	2,22	2,69	4,38	3,17	1,30	1,65	1,27	1,65



SO ₂ (ppb)	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic
máximo	---	1,9	3,7	2,8	2,1	2,8	1,8	6,6	22,4	3,4	1,7	2,0
promedio	---	0,4	0,5	0,5	0,7	0,4	0,6	1,4	1,4	0,5	0,5	0,5
mediana	---	0,4	0,4	0,5	0,6	0,3	0,5	1,2	0,8	0,5	0,4	0,4
mínimo	---	0,3	0,3	0,4	0,5	0,3	0,3	0,5	0,4	0,4	0,4	0,4
varianza	---	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1	0,0	0,4	1,9	0,1	0,0	0,0
desv estándar	---	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3	0,2	0,7	1,4	0,3	0,1	0,1
rango	---	1,6	3,4	2,4	1,6	2,5	1,5	6,1	22,0	3,0	1,3	1,6
numero de datos	---	481	733	720	730	697	737	724	626	729	711	739
rango inter	---	0,1	0,1	0,2	0,1	0,1	0,1	0,8	2,1	0,1	0,1	0,1
cv	---	42,2	46,2	45,4	34,3	63,1	35,6	45,6	100,2	53,0	25,6	30,6
coef. Skew	---	5,1	7,3	4,4	2,4	3,7	3,1	2,3	6,4	5,1	6,4	4,8
coef. Kurt	---	33,7	82,7	25,0	6,4	18,5	13,5	10,2	91,0	32,4	56,1	32,0
percentiles	---											
10	---	0,3	0,4	0,4	0,5	0,3	0,4	0,9	0,4	0,4	0,4	0,4
25	---	0,3	0,4	0,4	0,6	0,3	0,5	1,0	0,5	0,4	0,4	0,4
50	---	0,4	0,4	0,5	0,6	0,3	0,5	1,2	0,8	0,5	0,4	0,4
75	---	0,4	0,5	0,6	0,7	0,4	0,6	1,8	2,6	0,5	0,5	0,5
90	---	0,4	0,6	0,7	1,0	0,8	0,7	2,4	3,0	0,6	0,5	0,5
95	---	0,6	0,8	0,9	1,2	1,0	0,9	2,6	3,1	1,0	0,5	0,7
99	---	1,2	1,2	1,8	1,6	1,7	1,5	3,7	3,3	2,0	1,0	1,2
99,99	---	1,9	3,6	2,8	2,1	2,8	1,8	6,6	21,5	3,4	1,7	2,0



NO₂ (ppb)	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic
máximo	---	9,3	10,9	15,3	13,7	15,6	17,7	46,3	41,4	39,9	36,0	26,9
promedio	---	1,7	1,8	2,6	3,4	4,1	3,6	7,4	7,0	5,6	5,0	4,3
mediana	---	1,4	1,5	2,0	2,8	3,4	2,8	5,2	5,1	4,4	4,0	3,5
mínimo	---	0,3	0,3	0,4	0,5	0,7	0,5	0,3	0,4	0,4	0,3	0,3
varianza	---	1,5	2,0	3,8	5,5	7,0	6,1	42,0	35,4	22,5	19,5	10,8
desv estándar	---	1,2	1,4	1,9	2,4	2,6	2,5	6,5	5,9	4,7	4,4	3,3
rango	---	9,0	10,6	14,9	13,2	14,9	17,2	46,0	41,0	39,5	35,7	26,6
numero de datos	---	460	735,0	720,0	729,0	697,0	737,0	724,0	716,0	728,0	711,0	739,0
rango inter	---	1,4	1,4	1,9	2,9	3,2	2,6	6,2	5,5	4,8	4,4	3,3
cv	---	70,9	77,1	76,2	69,7	65,2	69,1	87,6	84,8	84,3	87,6	77,0
coef. Skew	---	1,7	2,5	2,3	1,4	1,4	1,8	2,2	2,0	2,2	2,3	2,1
coef. Kurt	---	4,4	9,0	7,7	2,0	2,4	4,0	6,2	5,2	7,3	8,5	7,3
percentiles	---											
10	---	0,5	0,6	0,9	1,0	1,4	1,4	2,0	1,9	1,4	1,1	1,1
25	---	0,9	0,9	1,3	1,6	2,1	1,9	3,2	3,2	2,4	2,0	2,1
50	---	1,4	1,5	2,0	2,8	3,4	2,8	5,2	5,1	4,4	4,0	3,5
75	---	2,3	2,3	3,2	4,5	5,3	4,5	9,4	8,7	7,2	6,4	5,4
90	---	3,3	3,6	4,9	6,6	7,5	7,0	16,0	14,6	11,3	10,4	8,1
95	---	4,1	4,3	6,3	8,1	9,1	8,9	20,0	20,3	15,1	13,4	10,3
99	---	5,6	8,2	9,0	11,2	13,4	11,8	32,2	28,5	23,3	21,1	16,8
99,99	---	9,2	10,9	15,2	13,7	15,6	17,6	46,2	41,2	39,3	35,7	26,5



PM ₁₀ (ug/m ³)	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic
Máximo (24 hs)	---	71,1	97,2	118,2	53,7	86,7	70,3	146,0	149,9	89,6	115,5	138,0
promedio	---	50,7	47,3	37,1	34,7	36,0	32,7	43,5	45,1	35,4	40,5	67,3
mediana	---	44,0	43,0	34,2	29,7	33,2	29,5	43,3	39,7	32,9	37,4	67,8
mínimo	---	36,4	19,5	9,0	12,2	14,9	4,6	8,5	11,5	13,2	7,3	24,9
varianza	---	256,4	386,2	501,4	150,4	287,6	321,0	758,4	1205,7	305,1	589,2	951,5
desv estándar	---	16,0	19,7	22,4	12,3	17,0	17,9	27,5	34,7	17,5	24,3	30,8
rango	---	34,7	77,7	109,2	41,5	71,8	65,7	137,5	138,4	76,4	108,2	113,1
numero de datos	---	7	25	24	13	28	13	30	30	30	26	24
rango inter	---	29,0	32,0	19,1	15,4	16,0	14,2	24,0	26,7	22,6	22,3	37,8
cv	---	31,6	41,6	60,4	35,3	47,1	54,8	63,3	77,0	49,3	59,9	45,8
coef. Skew	---	0,4	0,7	2,2	0,7	1,5	0,9	1,8	1,7	1,1	1,7	0,8
coef. Kurt	---	-2,5	-0,2	7,0	0,1	2,3	1,0	5,5	2,9	1,5	3,5	0,1
percentiles	---											
10	---	38,0	29,3	16,6	14,1	22,1	11,3	15,3	17,6	17,9	17,4	37,8
25	---	39,1	31,5	24,8	16,6	26,8	22,7	28,0	25,3	23,3	25,0	46,0
50	---	44,0	43,0	34,2	29,7	33,2	29,5	43,3	39,7	32,9	37,4	67,8
75	---	68,1	63,5	43,9	32,0	42,9	36,9	52,0	51,9	45,9	47,3	83,8
90	---	71,1	73,1	56,9	40,9	56,0	53,4	68,2	78,0	57,4	61,1	113,1
95	---	71,1	77,6	64,8	46,8	74,7	62,6	84,1	130,3	63,2	92,2	132,1
99	---	71,1	92,6	106,1	52,3	84,9	68,8	128,6	144,9	82,7	111,9	137,1
99,99	---	71,1	97,2	118,1	53,7	86,7	70,3	145,8	149,8	89,5	115,5	138,0



EMCABB II

SO ₂ (ppb)	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic
máximo	38,8	2,6	3,5	5,2	4,8	14,5	14,2	25,6	13,8	9,8	3,2	4,7
promedio	1,0	0,9	1,0	1,2	1,2	1,2	1,1	1,1	1,3	1,0	0,5	0,6
mediana	0,9	0,9	0,9	1,1	1,0	0,9	0,9	0,8	1,2	1,1	0,5	0,6
mínimo	0,5	0,5	0,5	0,6	0,5	-0,6	< LD	< LD	< LD	< LD	< LD	< LD
varianza	2,1	0,0	0,0	0,2	0,3	1,2	0,9	2,7	1,7	0,8	0,1	0,1
desv estándar	1,4	0,2	0,2	0,5	0,6	1,1	1,0	1,6	1,3	0,9	0,3	0,3
rango	38,3	2,1	3,0	4,6	4,3	15,1	14,4	26,7	15,8	12,5	4,0	5,6
numero de datos	697	633	726	679	739	720	734	725	694	732	677	681
rango inter	0,2	0,2	0,2	0,2	0,5	0,6	0,3	0,5	0,8	0,5	0,1	0,2
cv	142,7	21,0	20,9	39,3	49,6	92,5	84,4	146,4	98,9	85,6	64,0	60,4
coef. Skew	25,6	2,2	4,4	4,4	2,5	5,9	6,5	8,1	4,3	3,0	0,3	4,0
coef. Kurt	668,7	18,3	43,1	26,5	8,1	54,6	64,5	91,5	28,9	30,3	13,5	42,5
percentiles												
10	0,8	0,6	0,8	0,9	0,7	0,5	0,6	0,4	0,3	0,1	0,3	0,3
25	0,8	0,8	0,8	1,0	0,8	0,7	0,8	0,6	0,7	0,8	0,5	0,5
50	0,9	0,9	0,9	1,1	1,0	0,9	0,9	0,8	1,2	1,1	0,5	0,6
75	1,0	1,0	1,0	1,2	1,3	1,3	1,1	1,1	1,5	1,3	0,6	0,7
90	1,2	1,0	1,1	1,6	1,8	2,0	1,7	1,6	2,1	1,5	0,7	0,8
95	1,3	1,1	1,2	1,9	2,4	2,7	2,4	2,9	2,9	2,0	0,8	0,9
99	1,7	1,3	1,6	3,5	3,4	5,6	5,1	8,2	7,2	3,6	1,6	1,6
99,99	36,3	2,6	3,4	5,2	4,8	14,4	13,9	24,9	13,7	9,8	3,1	4,6



NO₂ (ppb)	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic
máximo	46,8	13,4	17,9	21,9	17,9	29,7	21,4	23,5	20,6	15,5	28,3	27,8
promedio	3,9	3,7	3,4	5,4	4,7	7,1	6,2	5,4	4,5	3,8	4,1	4,5
mediana	2,9	2,9	2,5	4,3	3,6	6,2	5,1	4,3	3,6	3,1	3,3	3,7
mínimo	0,5	0,5	0,6	0,9	0,6	1,1	<LD	<LD	0,5	0,0	<LD	0,7
varianza	12,4	7,1	6,1	12,6	12,4	16,9	16,2	14,1	10,4	7,1	8,5	8,9
desv estándar	3,5	2,7	2,5	3,5	3,5	4,1	4,0	3,8	3,2	2,7	2,9	3,0
rango	46,3	12,9	17,3	21,0	17,3	28,6	21,8	30,7	20,1	15,5	28,5	27,1
numero de datos	697	633	726	676	408	719	734	723	695	733	678	678
rango inter	3,1	2,9	3,1	4,6	4,2	5,5	4,4	5,0	3,7	3,4	3,2	3,1
cv	90,3	73,1	71,7	65,8	74,8	58,0	65,4	68,9	71,1	69,2	70,9	65,9
coef. Skew	3,9	1,3	1,5	1,4	1,4	1,1	1,3	1,3	1,6	1,3	2,3	2,3
coef. Kurt	33,1	1,3	3,2	2,3	1,7	1,7	1,6	2,2	2,9	1,7	10,2	9,4
percentiles												
10	1,2	1,1	1,2	1,9	1,5	2,6	2,1	1,8	1,6	1,2	1,5	1,8
25	1,7	1,7	1,6	2,6	2,1	4,0	3,3	2,6	2,2	1,8	2,1	2,5
50	2,9	2,9	2,5	4,3	3,6	6,2	5,1	4,3	3,6	3,1	3,3	3,7
75	4,8	4,6	4,7	7,2	6,3	9,5	7,7	7,6	5,9	5,2	5,3	5,6
90	8,2	7,7	7,0	10,2	9,9	13,2	12,1	10,6	9,2	7,7	7,7	8,6
95	10,6	9,7	8,2	11,8	12,4	15,2	14,4	12,8	10,9	9,1	9,5	10,3
99	15,9	11,5	10,3	18,0	15,9	18,1	19,2	16,8	15,6	12,6	14,3	14,4
99,99	45,0	13,4	17,8	21,9	17,9	29,3	21,4	23,4	20,5	15,5	27,8	27,5



PM ₁₀ (ug/m ³)	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic
máximo	203,7	82,8	69,2	52,7	60,8	74,0	64,9	89,3	130,7	50,9	64,9	65,5
promedio	46,9	47,2	29,7	27,5	32,5	35,1	31,9	32,1	39,6	23,6	28,1	35,0
mediana	39,9	42,0	26,4	25,9	31,0	31,8	32,3	29,6	33,9	24,1	25,4	33,6
mínimo	15,6	31,7	14,9	12,2	12,9	15,9	6,3	7,8	7,4	9,8	7,0	18,9
varianza	1179,8	297,8	198,8	93,9	162,4	199,0	218,4	308,0	863,7	74,2	172,5	163,6
desv estándar	34,3	17,3	14,1	9,7	12,7	14,1	14,8	17,5	29,4	8,6	13,1	12,8
rango	188,1	51,1	54,3	40,5	47,9	58,1	58,6	81,5	123,3	41,1	57,9	46,6
numero de datos	28	11	20	28	31	30	30	30	27	28	27	25
rango inter	25,5	25,2	11,1	13,0	18,6	10,0	20,0	20,2	23,0	9,9	17,4	17,9
cv	73,2	36,6	47,5	35,2	39,2	40,2	46,3	54,7	74,2	36,5	46,7	36,5
coef. Skew	3,7	0,9	1,8	0,5	0,4	1,5	0,4	1,5	2,0	1,1	0,9	0,9
coef. Kurt	16,4	-0,2	3,1	0,2	-0,7	2,0	-0,5	3,3	3,9	2,3	1,1	0,2
percentiles												
10	23,4	32,0	19,7	15,4	16,4	22,6	15,5	13,3	15,3	14,2	15,2	21,7
25	33,9	34,5	23,1	20,0	22,4	26,8	20,2	20,6	19,5	17,8	18,1	24,1
50	39,9	42,0	26,4	25,9	31,0	31,8	32,3	29,6	33,9	24,1	25,4	33,6
75	59,4	59,6	34,2	33,0	40,9	36,8	40,2	40,8	42,5	27,7	35,4	42,0
90	68,2	67,9	45,7	38,3	50,9	53,8	52,9	46,8	72,5	32,1	43,6	50,4
95	71,4	75,4	64,3	39,6	52,3	67,0	56,8	60,9	107,4	36,5	47,5	60,2
99	168,4	81,3	68,2	49,3	58,4	73,4	62,6	84,4	126,0	47,1	60,6	64,8
99,99	203,3	82,8	69,2	52,7	60,8	74,0	64,9	89,3	130,7	50,9	64,9	65,5



PM_{2,5} (ug/m³)	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic
máximo	40,0	31,0	24,9	24,9	26,9	43,4	37,7	23,2	24,5	14,1	14,9	20,7
promedio	16,1	21,4	14,1	13,5	17,4	21,2	16,5	13,5	12,3	9,6	9,2	9,9
mediana	14,9	21,0	13,1	12,9	17,1	21,0	13,8	12,5	11,5	9,0	8,5	9,1
mínimo	10,0	12,2	4,2	8,1	11,0	12,0	4,6	4,2	5,9	5,8	5,4	5,1
varianza	41,6	24,5	36,4	14,6	21,8	33,0	66,8	25,4	22,9	5,1	7,3	10,3
desv estándar	6,4	4,9	6,0	3,8	4,7	5,7	8,2	5,0	4,8	2,3	2,7	3,2
rango	30,0	18,8	20,7	16,8	15,9	31,4	33,1	19,0	18,6	8,3	9,5	15,6
numero de datos	28	22	28	28	31	30	30	30	29	30	27	25
rango inter	3,0	5,4	9,2	3,0	6,8	4,1	13,1	5,9	4,8	3,1	3,5	3,0
cv	40,1	23,1	42,8	28,3	26,8	27,1	49,5	37,3	38,9	23,5	29,5	32,5
coef. Skew	2,8	0,4	0,2	1,4	0,6	2,0	0,7	0,3	1,0	0,3	0,9	1,7
coef. Kurt	8,4	0,0	-1,0	2,2	-0,6	6,9	-0,2	-0,5	0,5	-0,8	-0,1	4,6
percentiles												
10	11,4	15,2	6,1	9,9	12,2	16,2	7,8	7,5	7,6	6,8	6,4	6,6
25	12,9	18,3	10,7	11,0	13,2	18,1	10,3	10,2	9,1	8,2	7,0	8,1
50	14,9	21,0	13,1	12,9	17,1	21,0	13,8	12,5	11,5	9,0	8,5	9,1
75	15,9	23,7	19,9	14,0	20,0	22,2	23,3	16,0	13,9	11,3	10,5	11,1
90	20,1	28,2	22,3	19,7	24,9	27,6	27,3	20,6	19,4	12,4	13,6	12,6
95	29,3	30,9	23,7	20,7	26,0	28,5	28,5	22,4	21,9	13,3	14,5	13,8
99	38,4	31,0	24,7	23,8	26,7	39,2	35,1	23,1	24,0	14,0	14,8	19,1
99,99	40,0	31,0	24,9	24,9	26,9	43,4	37,7	23,2	24,5	14,1	14,9	20,7