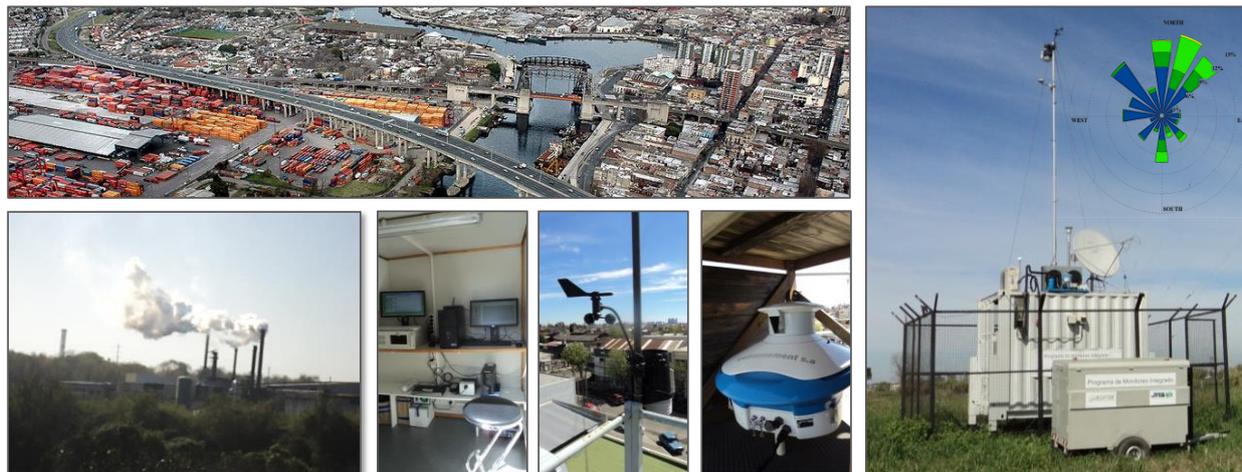


CUENCA MATANZA RIACHUELO

MONITOREO DE LA CALIDAD DEL AIRE



**Informe Trimestral Integrado con los datos de la Provincia
y la Ciudad de Buenos Aires, así como los generados por la
ACUMAR**

Marzo – Mayo 2019

**Coordinación de Calidad Ambiental
Dirección Técnica
Dirección General Ambiental**

Julio de 2019

Contenido

RESUMEN.....	3
1. Monitoreo Continuo y automático de la calidad del aire.....	6
1.1. Monitoreo continuo mediante Estaciones de monitoreo continuo (EMC I, EMC II, LA BOCA Y CIFA). 6	
1.1.1. Resultados de parámetros medidos en las Estaciones de monitoreo continuo (EMC I, EMC II, LA BOCA Y CIFA) para el período MARZO – MAYO 2019: Grado de Cumplimiento de la Res. ACUMAR N° 02/07 de Calidad de Aire.....	11
1.1.2. Análisis de tendencias y variabilidad horaria de PARÁMETROS medidos en las Estaciones de Monitoreo Continuo (EMC I, EMC II, LA BOCA Y CIFA).....	24
1.2. Monitoreo continuo mediante el sistema Open Path (OP1 y OP2) en Dock Sud.....	35
1.2.1. Resultados de parámetros medidos con los sistemas Open Path (OP1 y OP2) para el período marzo - mayo 2019.	36
1.2.2. Análisis de tendencia en la concentración de benceno detectada en los equipos Open Path (OP1 y OP2) y en la Estación de Monitoreo Continuo (EMC I).....	42
2. Monitoreo discontinuo y manual de la calidad del aire.....	45
3. Evaluación fundada de los riesgos para los daños en la salud que signifique la presencia de los elementos detectados.	49
3.1. Información ambiental.....	49
3.1.1. Resultados de los monitoreos ambientales.....	51
3.2. Posible impacto a la salud.....	52
3.3. Información complementaria.....	53
3.3.1. Introducción.....	53
3.3.2. Consideraciones técnicas sobre los contaminantes del aire exterior.....	56
3.3.3. Dióxido De Azufre (SO ₂).....	56
3.3.4. Material Particulado.....	58
3.3.5. Monóxido De Carbono (CO).....	60
3.3.6. Ozono.....	61
3.3.7. Dióxido De Nitrógeno (NO ₂).....	62
ANEXO I: Gráficos históricos para las Estaciones de Monitoreo Continuo EMC I y EMC II.....	65
ANEXO II: Gráficos históricos para los equipos Open Path (OP1 y OP2).....	73
Referencias.....	77

RESUMEN

El Juzgado Federal en lo Criminal y Correccional N° 2 de Morón, Secretaría N° 5 en su Resolución de fecha 14 de mayo de 2019 punto b) *"VENCIMIENTO PERIODICO SEMESTRAL (JULIO/ENERO), solicitó a la ACUMAR que de modo semestral (y coincidente con 2 de los trimestrales dispuestos por la CSJN en su fallo del 07/07/2008) remita: 1) informes integrados con los datos de la Provincia y la Ciudad de Buenos Aires y como así también de la firma contratada por el ente; 2) se adjunte una evaluación fundada de los riesgos para los daños en la salud que signifique la presencia de los elementos detectados"*.

Atento lo solicitado por dicho Juzgado, de ahora en más trimestralmente, ACUMAR presentará informes integrados del estado de la calidad del aire de la Cuenca conteniendo en un mismo formato, además de los datos generados por la red ACUMAR de monitoreo de calidad de aire, los generados por la Ciudad de Buenos Aires y la Provincia de Buenos Aires, adicionalmente se adjuntará una evaluación fundada de los riesgos para los daños en la salud que signifique la presencia de los elementos detectados.

En el presente informe, se incorporan a los resultados generados tanto por la red ACUMAR de monitoreo de la calidad del aire como por la Agencia de Protección Ambiental (APrA) en el ámbito de la Cuenca. Los datos proporcionados por la APrA han sido convertidos a las unidades que maneja la ACUMAR (mg/m^3 y ug/m^3 según corresponda) asumiendo condiciones normales de presión y temperatura para facilitar el análisis de la información.

En lo que respecta a los datos generados por la Provincia de Buenos Aires, mediante nota de fecha 3 de julio de 2019 el Organismo Provincial para el Desarrollo Sostenible (OPDS) informó a la ACUMAR las acciones que se encuentran desarrollando respecto a la calidad del aire de la Provincia de Buenos Aires las que se encuadran en las previsiones del nuevo Decreto N°1074/18.

En este informe trimestral corresponde al período marzo – mayo 2019 e incluye lo siguiente:

- (i) Resultados de la red de monitoreo continuo y automático de calidad de aire emplazadas en los 6 siguientes 6 sitios de la Cuenca Matanza Riachuelo:
 - a. Estación de Monitoreo Continuo en Dock Sud (EMCI), ACUMAR
 - b. Estación de Monitoreo Continuo en La Matanza (EMCI), ACUMAR
 - c. Estación de Monitoreo Continuo en La Boca, CABA.
 - d. Estación de Monitoreo Continuo en CIFA, CABA.
 - e. Estación Open Path 1 en Dock Sud, ACUMAR.
 - f. Estación Open Path 2 en Dock Sud, ACUMAR
- (ii) Análisis estadístico de los parámetros medidos.
- (iii) Análisis del cumplimiento de la normativa de calidad de aire de ACUMAR (Res. N° 02/07) para los Contaminantes Criterio.

- (iv) Resultados de los monitoreos puntuales realizados por la Agencia de Protección Ambiental de la Ciudad de Buenos Aires (APrA).
- (v) Evaluación de riesgos para la salud por la presencia de contaminantes detectados en el aire exterior elaborada por la Dirección de Salud y Educación Ambiental de la ACUMAR.
- (vi) Nota de fecha 3 de julio de 2019 presentada por el Organismo Provincial para el Desarrollo Sostenible (Gobierno de la Provincia de Buenos Aires).

Los datos de calidad de aire ambiente registrados se encuentran a disposición pública de fácil acceso tanto para la visualización como para la descarga de la información en la página web de ACUMAR: <http://www.acumar.gob.ar/eje-ambiental/monitoreo-ambiental/calidad-de-aire/>

Se puede acceder a la Base de Datos histórica actualizada a **MAYO 2019** de los monitoreos automáticos y manuales de calidad de aire realizados por la ACUMAR en: [BASES DE DATOS ACUMAR](#)

En el siguiente link se puede obtener el informe mensual de monitoreo de calidad de aire de APrA: [Informe Trimestral APrA](#)

En el siguiente link se puede acceder a los informes mensuales, para el período en cuestión, monitoreo de calidad de aire de ACUMAR realizados por la ACUMAR: Informes Mensuales: [Marzo 2019](#), [Abril 2019](#), y [Mayo 2019](#).

A continuación, se presenta el resumen de los resultados correspondientes a los informes mencionados más arriba, realizando un análisis de los valores obtenidos contrastándolos contra los límites máximos permisibles establecidos por la normativa de calidad de aire ambiente ("exterior") de ACUMAR (Res. N° 02/07). En el cuerpo principal de este informe se encuentran los gráficos correspondientes y evaluación más detallada de los resultados.

Monitoreo Continuo de Contaminantes Criterio en las Estaciones de Monitoreo Continuo: Con respecto al cumplimiento de la **Resolución N° 02/07 de ACUMAR**, las estaciones no han registrado excedencias para los siguientes parámetros en los períodos de tiempo normados detallados a continuación: monóxido de carbono (1 y 8 h), dióxido de nitrógeno (1 h), ozono (1 y 8 h), dióxido de azufre (3 y 24 h) y material particulado PM₁₀ (24 h). En el cuerpo principal de este informe se encuentran los gráficos correspondientes.

Monitoreo Continuo de otros parámetros: Adicionalmente a los contaminantes de criterio se han monitoreado en la EMC I: benceno, tolueno, etilbenceno, y o-xileno, óxidos de nitrógeno, monóxido de nitrógeno, hidrocarburos metánicos, hidrocarburos no metánicos, hidrocarburos totales de petróleo, sulfuro

de hidrógeno y material particulado PM_{2.5}, en la EMC II: óxidos de nitrógeno, monóxido de nitrógeno, sulfuro de hidrógeno y material particulado PM_{2.5}, en La Boca: óxidos de nitrógeno, monóxido de nitrógeno y en CIFA: óxidos de nitrógeno, monóxido de nitrógeno. En el cuerpo principal de este informe se encuentran los gráficos correspondientes.

Monitoreo Continuo de otros parámetros por dos sistemas Open Path: En lo que respecta a los parámetros medidos por los sistemas Open Path se han monitoreado: benceno, tolueno, m-xileno y p-xileno. En el cuerpo principal de este informe se encuentran los gráficos correspondientes.

Monitoreo Puntual: En este informe se presentan los resultados de las campañas de monitoreo de los parámetros: monóxido de carbono, dióxido de nitrógeno, monóxido de nitrógeno, óxidos de nitrógeno y material particulado sedimentable. Estos parámetros fueron medidos en 3 zonas de la Cuenca dentro de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires. Con respecto al cumplimiento de la **Resolución Nº 02/07 de ACUMAR**, los monitoreos puntuales no han registrado excedencias para: monóxido de carbono (1 h), dióxido de nitrógeno (1 h) y material particulado sedimentables (1 mes), salvo en la estación "Soldati" donde se registraron excedencias para este último parámetro durante los meses de febrero y abril de 2019.

Evaluación fundada de los riesgos para los daños en la salud que signifique la presencia de los elementos detectados: Se incorpora un capítulo elaborado por la Dirección de Salud y Educación Ambiental de la ACUMAR donde se explican las fuentes generadoras de contaminantes y su impacto en la salud de la población según estudios de la Organización Mundial de la Salud (OMS).

Acciones desarrolladas por el Organismo Provincial para el Desarrollo Sostenible (OPDS) relativas a la calidad del aire de la Provincia de Buenos Aires: se incorpora nota presentada por el OPDS donde se detallan las actividades llevadas a cabo en el marco de las previsiones del nuevo Decreto 1074/18.

FIN DEL RESUMEN

1. MONITOREO CONTINUO Y AUTOMÁTICO DE LA CALIDAD DEL AIRE

1.1. MONITOREO CONTINUO MEDIANTE ESTACIONES DE MONITOREO CONTINUO (EMC I, EMC II, LA BOCA Y CIFA)

La estación de Monitoreo Continuo de Dock Sud (EMC I) se encuentra ubicada en el predio perteneciente a Radiodifusora del Plata S.A., cuyas coordenadas geográficas son: 34°40'2.55" S y 58°19'45.23" O (Figura 1). El mismo se encuentra dentro de los límites del área de estudio conformada por el área de Dock Sud.

Figura 1. Ubicación de la Estación de Monitoreo Continuo y Automático de la Calidad del Aire en Dock Sud (EMC I).



En la EMC I se miden en forma continua y automática los siguientes parámetros (en **negrita** se especifican los métodos de medición):

- Monóxido de carbono (CO) - **Fotometría de Infrarrojo no Dispersivo.**
- Dióxido de azufre (SO₂) - **Fluorescencia UV.**
- Sulfuro de hidrógeno (SH₂), - **Convertidor de H₂S mediante determinación de SO₂.**
- Óxidos de nitrógeno (NO, NO₂, NOx) - **Quimioluminiscencia de Fase Gaseosa.**
- Ozono (O₃) - **Fotometría UV de Gas de Referencia.** El equipo analizador de ozono realiza la medición de ozono de transferencia sin calibrar contra un patrón primario.
- Material particulado inferior a 10 µm (PM₁₀)- **Gravimetría no Destructiva - Atenuación de radiación Beta.**
- Material particulado inferior a 2.5 µm (PM_{2.5}) - **Gravimetría no Destructiva - Atenuación de radiación Beta.**
- Hidrocarburos totales (HCT) - **Ionización de Llama (FID) con Combustión Selectiva y Modulación por Flujo Cruzado.**

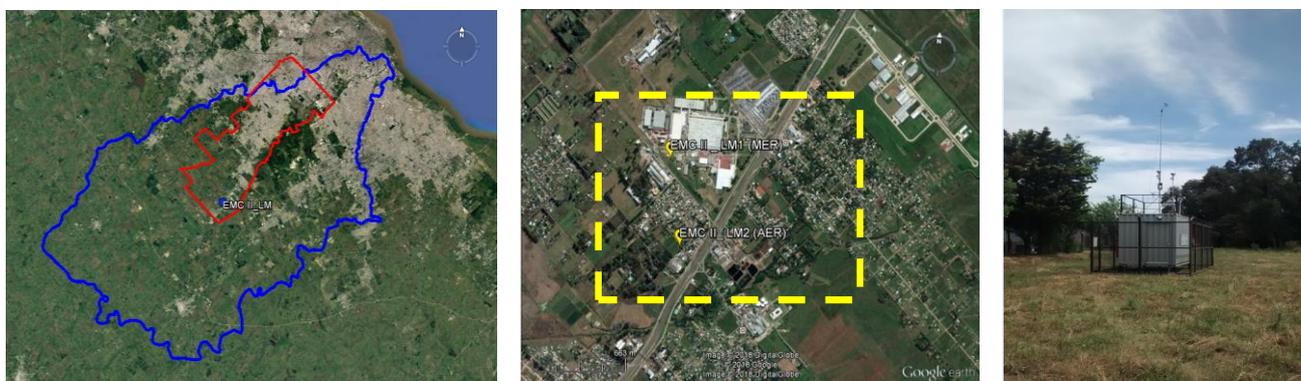
- Hidrocarburos en base metano (HCM) - **Se diferencian en el equipo de Ionización de Llama.**
- Hidrocarburos en base no metánico (HCNM) - **Se diferencian en el equipo de Ionización de Llama.**
- Compuestos Orgánicos Volátiles (VOCs): benceno (C_6H_6), tolueno ($C_6H_5CH_3$), etilbenceno ($C_6H_5CH_2CH_3$) y xilenos ($C_6H_4(CH_3)_2$): m-p xileno y o-xileno (BTEX discriminados) - **P.I.D. (Detección de fotoionización).**

Paralelamente se miden variables meteorológicas:

- Viento: dirección e intensidad
- Humedad Relativa Ambiente
- Presión Atmosférica
- Temperatura
- Radiación Solar Incidente
- Precipitaciones

La Estación de Monitoreo Continuo EMC II fue inicialmente instalada en Lanús Este, en el predio de la empresa ROCA ARGENTINA, cuyas coordenadas geográficas son las siguientes: 34°42'17.75"S y 58°21'37.80"O (LE: 08/07/2016 – 26/06/2017), luego en una segunda etapa del proyecto se ubicó en La Matanza, en el predio perteneciente a la empresa MERCEDES BENZ (Centro Industrial Juan Manuel Fangio: Planta González Catán), cuyas coordenadas geográficas son las siguientes: 34°52'42.64"S y 58°40'59.93"O (MER: 08/07/2017 - 26/11/2017) y finalmente en esta tercera etapa se encuentra en el predio perteneciente a la empresa AEROFARMA LABORATORIOS SACI, cuyas coordenadas geográficas son las siguientes: 34°52'59.43"S y 58°40'57.15"O (AER: 19/12/2017-a la fecha, Figura 2) a 600 m del sitio de MERCEDES BENZ.

Figura 2. Ubicación de la Estación de Monitoreo Continuo y Automático de la Calidad del Aire en La Matanza (EMC II).



En la EMC II se miden en forma continua y automática los siguientes parámetros (en negrita se especifican los métodos de medición):

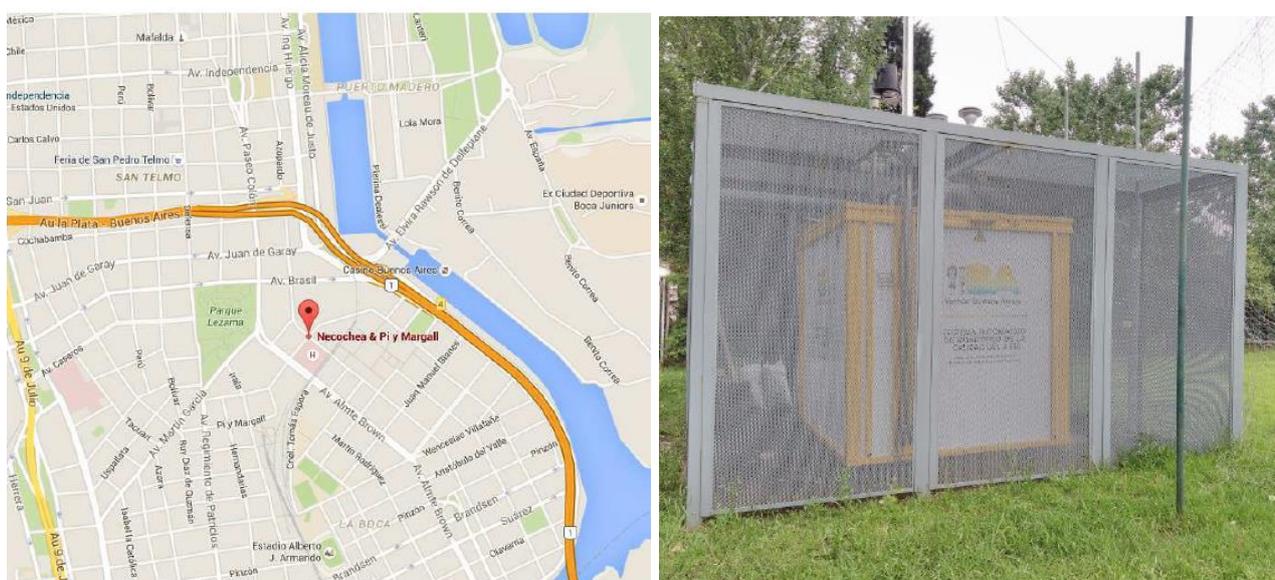
- Monóxido de carbono (CO) - **Fotometría de Infrarrojo no Dispersivo.**
- Dióxido de azufre (SO₂) - **Fluorescencia UV.**
- Sulfuro de hidrógeno (SH₂), - **Convertidor de H₂S mediante determinación de SO₂.**
- Óxidos de nitrógeno (NO, NO₂, NOx) - **Quimioluminiscencia de Fase Gaseosa.**
- Material particulado inferior a 10 µm (PM₁₀)- **Gravimetría no Destructiva - Atenuación de radiación Beta.**
- Material particulado inferior a 2.5 µm (PM_{2.5}) - **Gravimetría no Destructiva - Atenuación de radiación Beta.**

Paralelamente se miden variables meteorológicas:

- Viento: dirección e intensidad
- Humedad Relativa Ambiente
- Presión Atmosférica
- Temperatura
- Radiación Solar Incidente
- Precipitaciones

La estación "La Boca" es operada por la APRA y se encuentra localizada a algunos pocos metros de la margen sur de la calzada de la Av. Brasil al 100, instalada dentro del predio del Club Catalinas Sur (Figura 3). Sus coordenadas geográficas son: 34°62'53"S 58°36'55"O

Figura 3. Ubicación de la Estación de Monitoreo Continuo y Automático de la Calidad del Aire en La Boca.



En "La Boca" se miden en forma continua y automática los siguientes parámetros (en negrita se especifican los métodos de medición):

- Monóxido de carbono (CO) - **Fotometría de Infrarrojo no Dispersivo.**
- Óxidos de nitrógeno (NO, NO₂, NOx) - **Quimioluminiscencia de Fase Gaseosa.**
- Material particulado inferior a 10 µm (PM₁₀)- **Gravimetría no Destructiva - Atenuación de radiación Beta.**

Paralelamente se miden variables meteorológicas:

- Viento: dirección e intensidad
- Humedad Relativa Ambiente
- Presión Atmosférica
- Temperatura
- Radiación Solar Incidente
- Precipitaciones

Por último, la estación "CIFA" también es operada por la APra y se encuentra instalada en el edificio del Centro de Información y Formación Ambiental sito en Paseo Islas Malvinas S/N, a metros de Av. Escalada y Av. Castañares (Figura 4). Sus coordenadas geográficas son: 34°39'53"S 58°28'06"O.

Figura 4. Ubicación de la Estación de Monitoreo Continuo y Automático de la Calidad del Aire en CIFA.



En "CIFA" se miden en forma continua y automática los siguientes parámetros (en negrita se especifican los métodos de medición):

- Monóxido de carbono (CO) - **Fotometría de Infrarrojo no Dispersivo.**
- Óxidos de nitrógeno (NO, NO₂, NOx) - **Quimioluminiscencia de Fase Gaseosa.**

Paralelamente se miden variables meteorológicas:

- Viento: dirección e intensidad
- Humedad Relativa Ambiente
- Presión Atmosférica
- Temperatura
- Radiación Solar Incidente
- Precipitaciones

A continuación, se presentan los datos validados, tanto técnicamente como ambientalmente de los parámetros medidos durante el período 01 de marzo de 2019 a las 00:00 h hasta el 31 de mayo de 2019 a las 23:59 h en las estaciones de monitoreo.

1.1.1.RESULTADOS DE PARÁMETROS MEDIDOS EN LAS ESTACIONES DE MONITOREO CONTINUO (EMC I, EMC II, LA BOCA Y CIFA) PARA EL PERÍODO MARZO – MAYO 2019: GRADO DE CUMPLIMIENTO DE LA RES. ACUMAR N° 02/07 DE CALIDAD DE AIRE

A continuación, se presenta la Resolución N° 02/07 de ACUMAR (Tabla 1) donde se fijan los estándares ambientales para los siguientes parámetros:

- Monóxido de Carbono- CO (1 h y 8 h)
- Dióxido de nitrógeno- NO₂ (1 h y 1 año)
- Dióxido de azufre- SO₂ (3 h, 24 h y 1 año)
- Ozono- O₃ (1 h y 8 h)
- Plomo- Pb (3 meses)
- Material particulado en suspensión- PM₁₀ (24 h y 1 año)
- Partículas sedimentables (1 mes)

Tabla 1. Resolución ACUMAR N° 02/07 de calidad de aire

Parámetros	Tiempo de promedio	Estándar (µg/m ³)	Estándar (ppm)	Carácter de estándar
Monóxido de Carbono (CO)	1 hora (1)	40.000	35.000	Primario
	8 horas (3)	10.000	9.000	Primario
Dióxido de Nitrógeno (NO₂)	1 hora (1)	376	200	Primario y secundario
	1 año (5) Promedio aritmético	100	53	Primario y secundario
Dióxido de Azufre (SO₂)	3 horas (2)	1.309	500	Secundario
	24 horas (4)	367	140	Primario
	1 año (5) Promedio aritmético	79	30	Primario
Ozono (O₃)	1 hora (1)	236	120	Primario y secundario
	8 horas (3)	157	80	Primario y secundario
Plomo (Pb)	3 meses Promedio aritmético	1,5	-----	Primario y secundario
	24 horas (4)	150	-----	Primario
Material Particulado en suspensión (PM10)	1 año (5) Promedio aritmético	50	-----	Primario y secundario
	(6)	(6)	(6)	Primario
Benceno	(6)	(6)	(6)	Primario
Partículas sedimentables (Flujo máscico vertical)	1 mes	1 mg/cm ²	-----	Primario

ppm: partes por millón.

µg/m³: microgramos por metro cúbico

Los estándares están expresados en CNPT.

1. Para cumplimentar este estándar, el valor de la concentración horaria correspondiente al percentil 98 de las concentraciones horarias de tres años consecutivos en cada monitor no debe exceder el estándar.

2. El valor (tiempo de promedio: 3 horas) debe ser interpretado como valor medio temporal correspondiente a períodos de 3 horas consecutivas; por ejemplo: entre 01-03horas, 04-06 horas, 07-09 horas, 10-12 horas, etc.

Para cumplimentar este estándar, el valor de la concentración media (tiempo de promedio: 3 horas) correspondiente al percentil 98 de las concentraciones medias (tiempo de promedio: 3 horas) de tres años consecutivos en cada monitor no debe exceder el estándar.

3. El valor (tiempo de promedio: 8 horas) debe ser interpretado como valor medio temporal (promedio móvil) de períodos de 8 horas superpuestos; por ejemplo: entre 01-09horas, 02-10 horas, 03-10 horas, 04-11 horas, etc.

Para cumplimentar este estándar, el valor de la concentración media (tiempo de promedio: 8 horas) correspondiente al percentil 98 de las concentraciones medias (tiempo de promedio: 8 horas) de tres años consecutivos en cada monitor no debe exceder el estándar.

4. El valor (tiempo de promedio: 24 horas) debe ser interpretado como valor medio temporal correspondiente a períodos de 24 horas consecutivos.

Para cumplimentar este estándar, el valor de la concentración media (tiempo de promedio: 24 horas) correspondiente al percentil 98 de las concentraciones medias (tiempo de promedio: 24 horas) de tres años consecutivos en cada monitor no debe exceder el estándar.

5. Para cumplimentar este estándar el promedio de las medias aritméticas anuales de las concentraciones de este contaminante en aire de tres años consecutivos en cada muestreador no debe exceder el estándar respectivo.

6. En el marco de la Comisión Interjurisdiccional artículo 5º, inc. "a" de la Ley 26.168 será oportunamente definido el valor correspondiente dentro del plazo de dos (2) años.

Respecto al cumplimiento de la **Resolución Nº 02/07 de ACUMAR** para el período bajo estudio (marzo – mayo 2019) no se han registrado excedencias para los siguientes parámetros en los períodos de tiempo normados detallados a continuación: monóxido de carbono (1 y 8 h), dióxido de nitrógeno (1 h), ozono (1 y 8 h), dióxido de azufre (3 y 24 h) y material particulado PM10 (24 h).

Monóxido de carbono (1 y 8 h)

En la Tabla 2 se pueden visualizar los valores de concentración para el parámetro **monóxido de carbono 1 h y 8 h** de la EMC I (Figura 5 y Figura 9), la EMC II (Figura 6 y Figura 10), La Boca (Figura 7 y Figura 11) y CIFA (Figura 8 y Figura 12), así como también el valor del respectivo estándar de Calidad de Aire indicado por la Resolución N° 02/07 de ACUMAR. Durante los meses de abril y mayo 2019, el analizador de CO de la estación CIFA se encontraba fuera de servicio debido a tareas de mantenimiento.

Tabla 2. Valores de concentración medias trimestrales, máximos diarios, máximos horarios y estándares para 1 y 8 horas de CO medido en las Estaciones de Monitoreo Continuo (EMC I, EMC II, La Boca y CIFA) ubicadas en Dock Sud, La Matanza y CABA (período marzo – mayo 2019).

		EMC I (mg/m ³)	EMC II (mg/m ³)	La Boca (mg/m ³)	CIFA (*) (mg/m ³)	Estándar (mg/m ³)
Media Trimestral 1 hora		0,40	0,47	0,75	-	-
Máximo diario 1 hora	Marzo	1,08	1,11	0,96	1,04	40
	Abril	0,50	1,05	2,14	-	
	Mayo	1,20	0,68	1,26	-	
Máximo horario 1 hora	Marzo	2,43	5,10	2,55	3,23	-
	Abril	1,72	2,09	5,15	-	
	Mayo	2,11	1,62	4,07	-	
Media Trimestral 8 horas		0,40	0,47	0,75	-	-
Máximo diario 8 horas	Marzo	1,06	1,08	1,07	1,11	10
	Abril	0,51	1,03	2,06	-	
	Mayo	1,21	0,75	1,45	-	
Máximo horario 8 horas	Marzo	1,75	2,02	2,07	1,93	-
	Abril	0,99	1,45	4,88	-	
	Mayo	1,72	1,31	2,53	-	

(*) No se calculan los valores trimestrales ni los correspondientes a los meses de abril y mayo en la estación CIFA a causa del mantenimiento del analizador.

Figura 5. Valores de concentración medios y máximos diarios de CO (1 h) medidos en la Estación de Monitoreo Continuo Dock Sud (EMC I) período marzo - mayo 2019. Los resultados se expresan en $\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$.

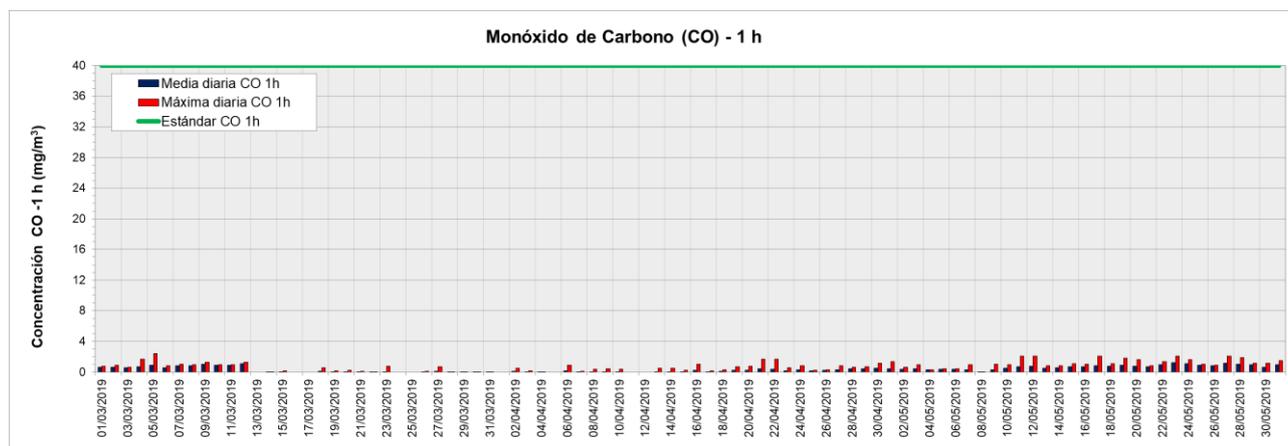


Figura 6. Valores de concentración medios y máximos diarios de CO (1 h) medidos en la Estación de Monitoreo Continuo La Matanza (EMC II) período marzo - mayo 2019. Los resultados se expresan en $\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$.

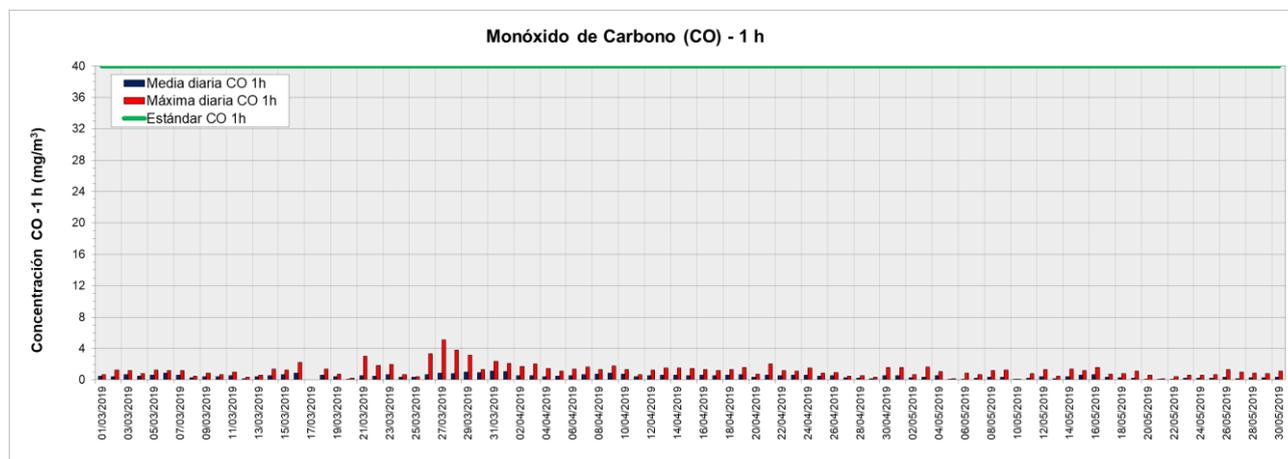


Figura 7. Valores de concentración medios y máximos diarios de CO (1 h) medidos en la Estación de Monitoreo Continuo La Boca período marzo – mayo 2019. Los resultados se expresan en $\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$.

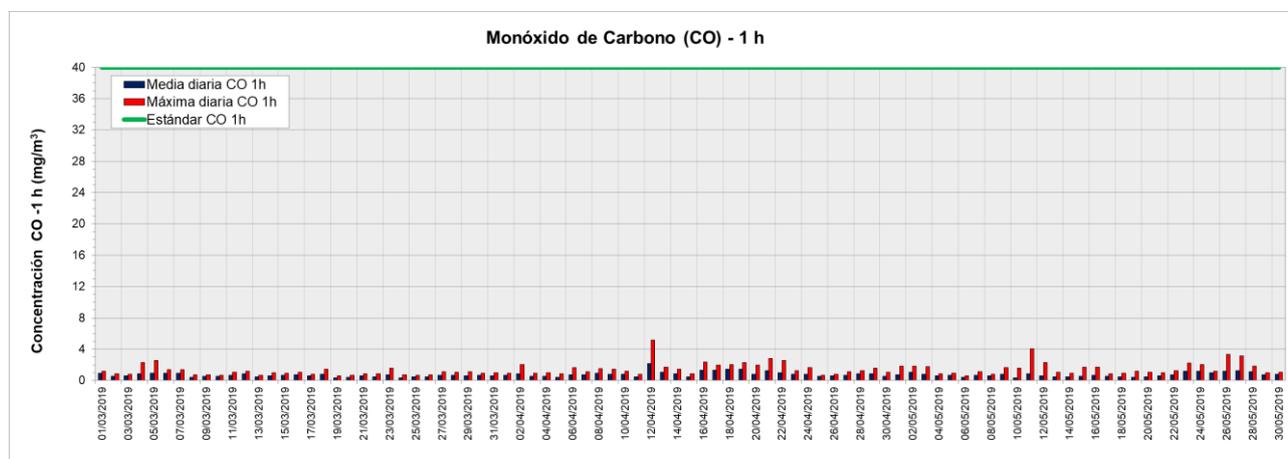


Figura 8. Valores de concentración medios y máximos diarios de CO (1 h) medidos en la Estación de Monitoreo Continuo CIFA período marzo – mayo 2019. Los resultados se expresan en $\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$.

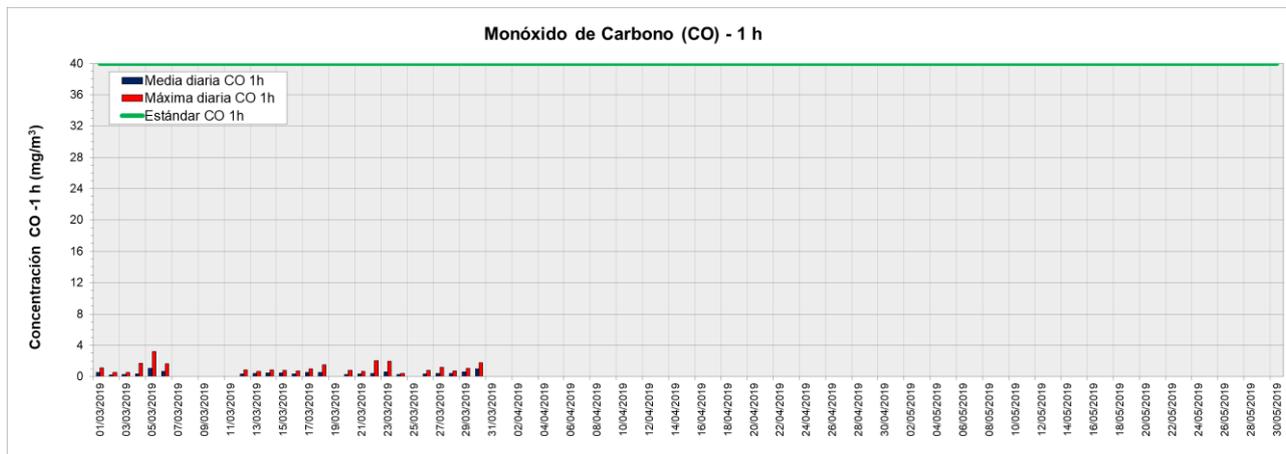


Figura 9. Valores de concentración medios y máximos diarios de CO (8 h) medidos en la Estación de Monitoreo Continuo Dock Sud (EMC I) período marzo - mayo 2019. Los resultados se expresan en $\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$.

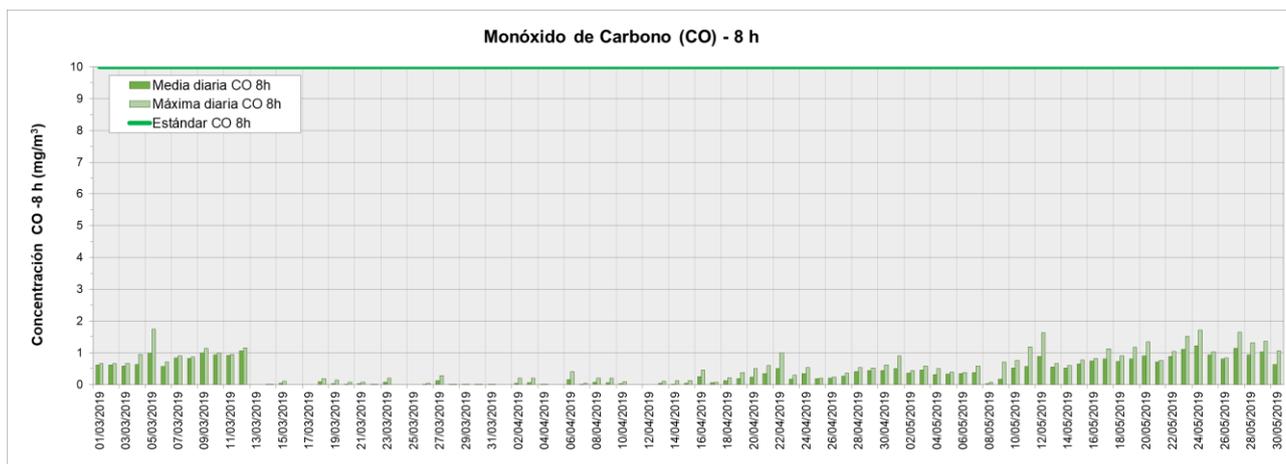


Figura 10. Valores de concentración medios y máximos diarios de CO (8 h) medidos en la Estación de Monitoreo Continuo La Matanza (EMC II) período marzo - mayo 2019. Los resultados se expresan en $\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$.

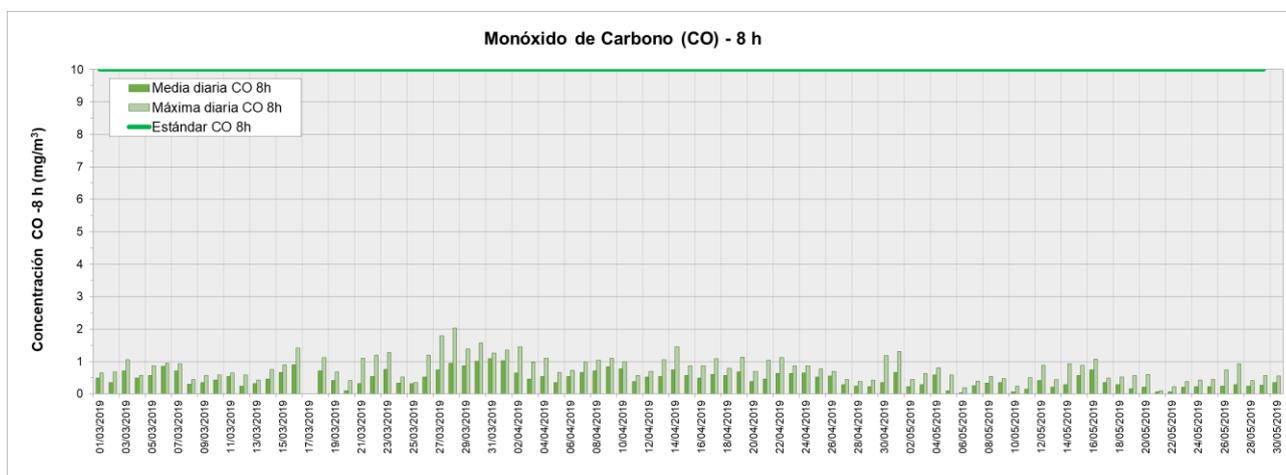


Figura 11. Valores de concentración medios y máximos diarios de CO (8 h) medidos en la Estación de Monitoreo Continuo La Boca período marzo – mayo 2019. Los resultados se expresan en $\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$.

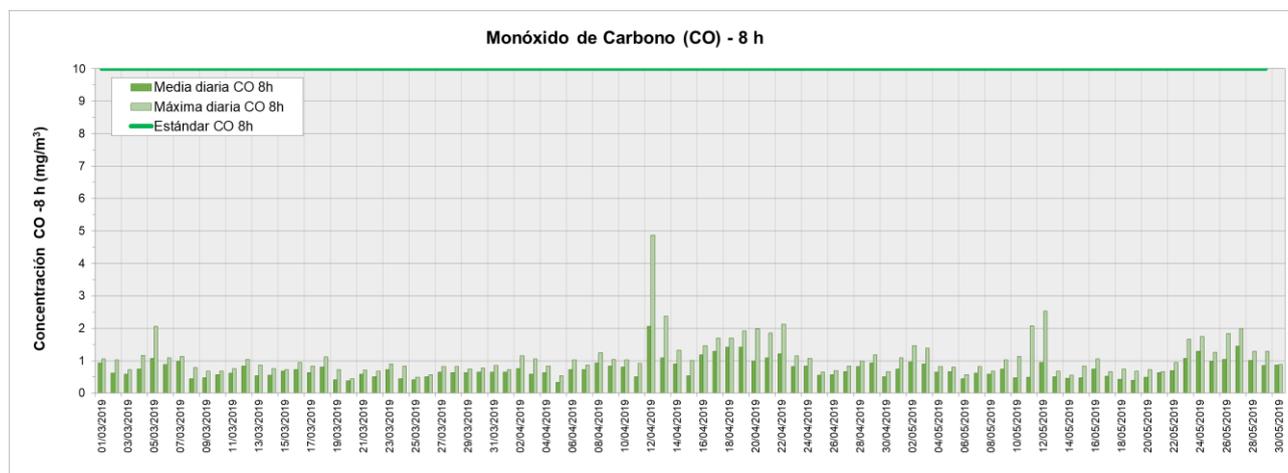
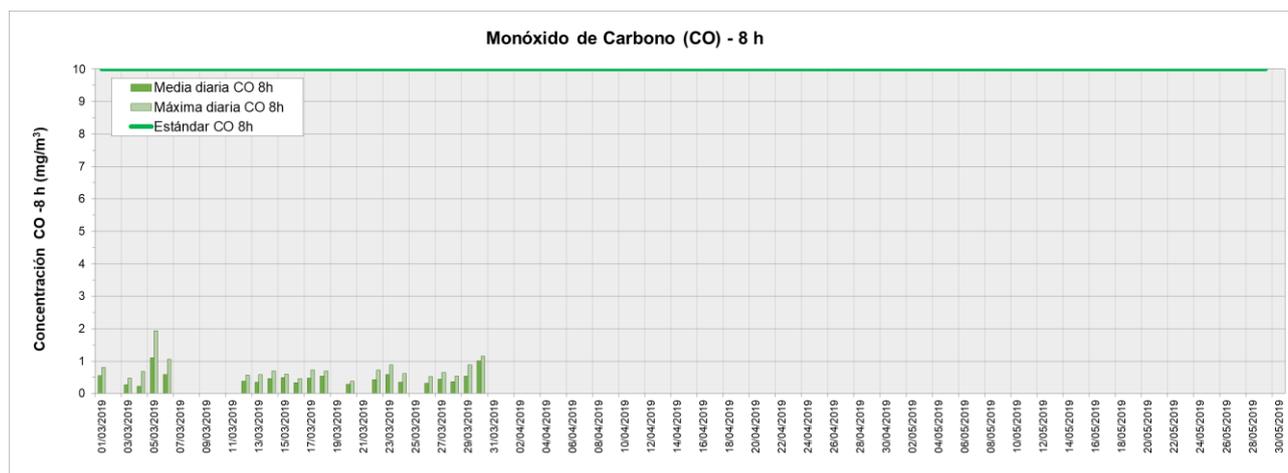


Figura 12. Valores de concentración medios y máximos diarios de CO (8 h) medidos en la Estación de Monitoreo Continuo CIFA período marzo – mayo 2019. Los resultados se expresan en $\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$.



Dióxido de nitrógeno (1 h)

Para el parámetro **dióxido de nitrógeno 1 h** se pueden visualizar los valores de concentración medidos en la en de la EMC II (Figura 13), La Boca (Figura 14) y CIFA (Figura 15), así como también el valor del respectivo estándar de Calidad de Aire indicado por la Resolución N° 02/07 de ACUMAR en la Tabla 3. Durante este trimestre el analizador de dióxido de nitrógeno de la EMC I se encontró fuera de servicio debido a tareas de mantenimiento.

Tabla 3. Valores de concentración media trimestral, máximos diarios, máximos horarios y valor estándar para 1 hora de NO₂ medidos en las Estaciones de Monitoreo Continuo (EMC I, EMC II, La Boca y CIFA) ubicadas en Dock Sud, La Matanza y CABA (período marzo – mayo 2019).

		EMC I (*) (µg/m ³)	EMC II (µg/m ³)	La Boca (µg/m ³)	CIFA (µg/m ³)	Estándar (µg/m ³)
Media Trimestral 1 hora		-	36,35	38,10	24,51	-
Máximo diario 1 hora	Marzo	-	44,86	74,87	34,20	376
	Abril	-	54,60	46,36	52,25	
	Mayo	-	53,63	61,51	48,46	
Máximo horario 1 hora	Marzo	-	70,16	122,38	70,87	-
	Abril	-	83,18	75,74	119,86	
	Mayo	-	84,90	85,11	71,70	

(*) Durante este trimestre, en la EMC I, no hay datos debido al mantenimiento del analizador.

Figura 13. Valores de concentración medios y máximos diarios de NO₂ (1 h) medidos en la Estación de Monitoreo Continuo La Matanza (EMC II) período marzo – mayo 2019. Los resultados se expresan en µg.m⁻³.

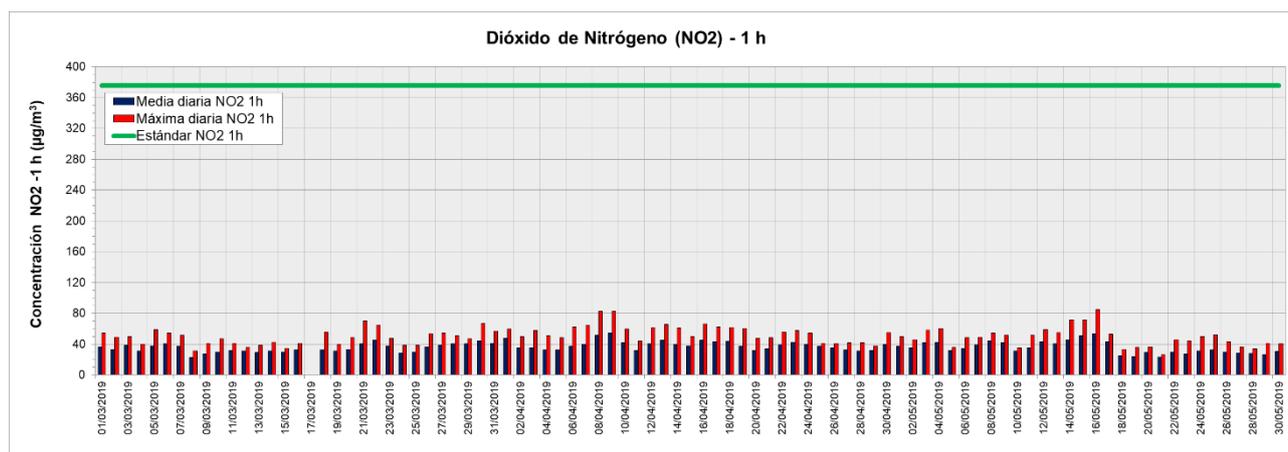


Figura 14. Valores de concentración medios y máximos diarios de NO₂ (1 h) medidos en la Estación de Monitoreo Continuo La Boca período marzo – mayo 2019. Los resultados se expresan en µg.m⁻³.

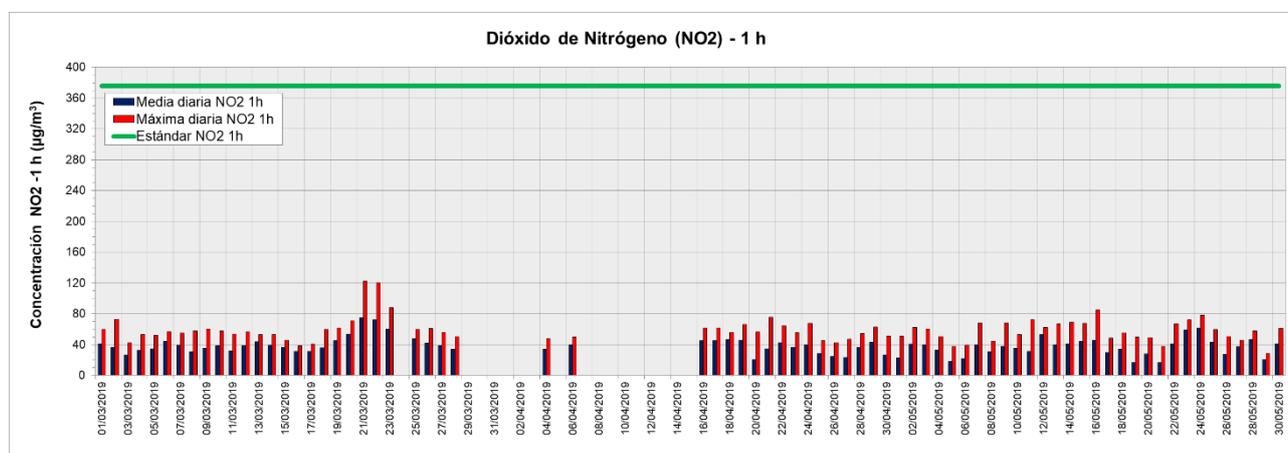
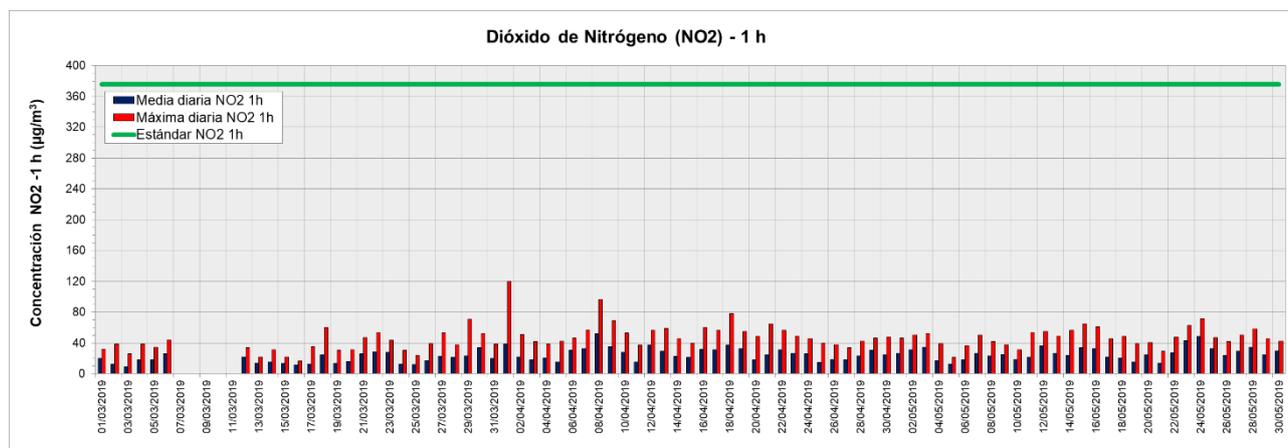


Figura 15. Valores de concentración medios y máximos diarios de NO₂ (1 h) medidos en la Estación de Monitoreo Continuo CIFA período marzo – mayo 2019. Los resultados se expresan en µg.m⁻³.



Ozono (1 y 8 h)

En la Tabla 4 se pueden visualizar los valores para el parámetro **ozono 1 h y 8 h** de la EMC I (Figura 16 y Figura 17), como así también el valor estándar de Calidad de Aire indicado por la Resolución N° 02/07 de ACUMAR.

Tabla 4. Valores de concentración media trimestral, máximos diarios, máximos horarios y valores estándar para 1 y 8 horas de O₃ medidos en la Estación de Monitoreo Continuo EMC I ubicada en Dock Sud (período marzo – mayo 2019).

		EMC I (µg/m ³)	Estándar (µg/m ³)
Media Trimestral 1 hora		24,89	-
Máximo diario 1 hora	Marzo	56,04	236
	Abril	30,29	
	Mayo	31,88	
Máximo horario 1 hora	Marzo	64,00	-
	Abril	64,00	
	Mayo	44,00	
Media Trimestral 8 horas		24,89	-
Máximo diario 8 horas	Marzo	55,42	157
	Abril	31,54	
	Mayo	31,32	
Máximo horario 8 horas	Marzo	58,13	-
	Abril	50,50	
	Mayo	36,63	

Figura 16. Valores de concentración medios y máximos diarios de O₃ (1 h) medidos en la Estación de Monitoreo Continuo Dock Sud (EMC I) período marzo - mayo 2019. Los resultados se expresan en µg.m⁻³.

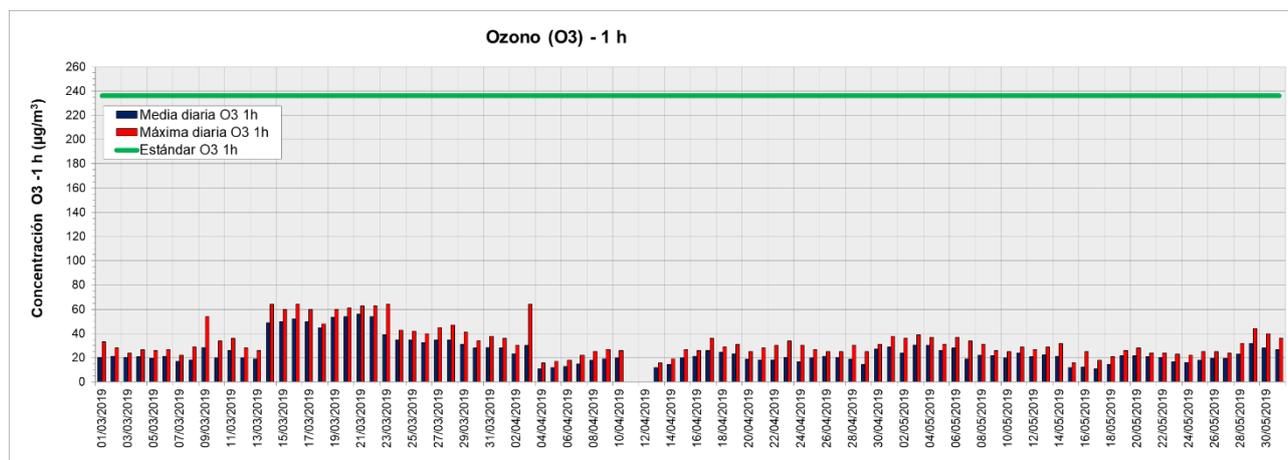
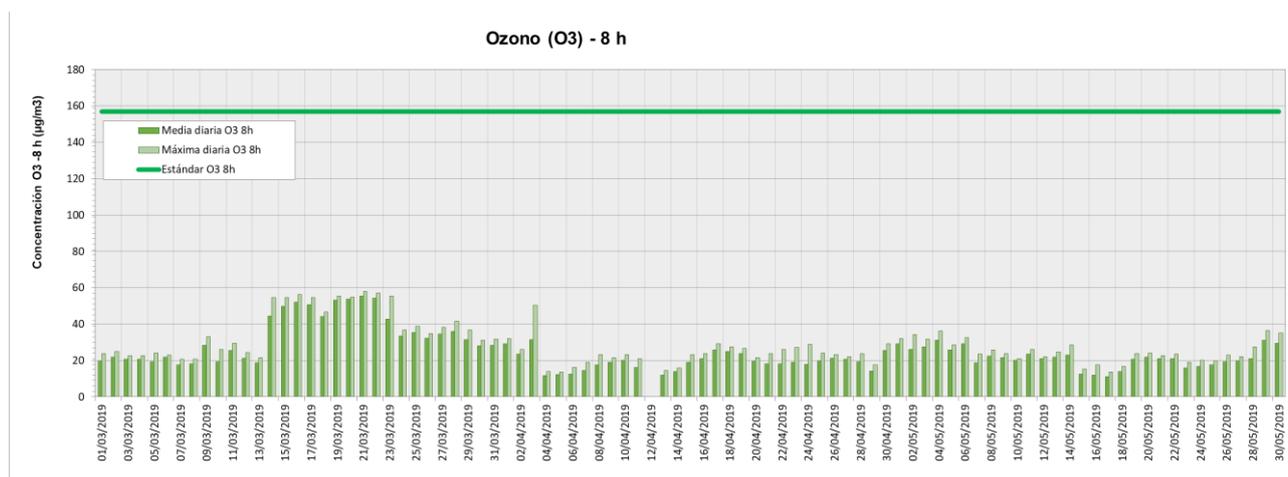


Figura 17. Valores de concentración medios y máximos diarios de O₃ (8 h) medidos en la Estación de Monitoreo Continuo Dock Sud (EMC I) período marzo - mayo 2019. Los resultados se expresan en µg .m⁻³.



Dióxido de azufre (3 y 24 h)

Para el parámetro **dióxido de azufre 3 h y 24 h** se pueden visualizar los valores de la EMC I (Figura 18 y Figura 20) y de la EMC II (Figura 19 y Figura 21) en la Tabla 5, como así también los respectivos valores estándar de Calidad de Aire indicados por la Resolución N° 02/07 de ACUMAR. Durante los primeros 25 días del mes de marzo 2019 el analizador de la EMC I se encontró fuera de servicio debido a tareas de mantenimiento.

Tabla 5. Valores de concentración medios trimestrales, máximos diarios, máximos horarios y valores estándar para 1 y 8 horas de SO₂ medidos en las Estaciones de Monitoreo Continuo (EMC I y EMC II) ubicadas en Dock Sud y La Matanza (período marzo – mayo 2019).

		EMC I (*) (µg/m ³)	EMC II (µg/m ³)	Estándar (µg/m ³)
Media Trimestral 3 horas		-	1,37	-
Máximo diario 3 h	Marzo	-	4,37	1309
	Abril	14,28	3,37	
	Mayo	11,06	2,28	
Máximo horario 3 h	Marzo	-	5,84	-
	Abril	42,00	6,09	
	Mayo	51,00	9,42	
Media Trimestral 24 horas		-	1,36	-
Máximo diario 24 h	Marzo	-	4,21	367
	Abril	11,65	3,02	
	Mayo	7,97	1,53	
Máximo horario 24 h	Marzo	-	4,51	-
	Abril	14,29	4,63	
	Mayo	11,00	2,29	

(*) No se han calculado las medias trimestrales y ni promedios para el mes de marzo en la EMC I debido a que los primeros 25 días del mes de marzo el analizador se encontraba bajo tareas de mantenimiento.

Figura 18. Valores de concentración medios y máximos diarios de SO₂ (3 h) medidos en la Estación de Monitoreo Continuo Dock Sud (EMC I) período marzo – mayo 2019. Los resultados se expresan en µg .m⁻³.

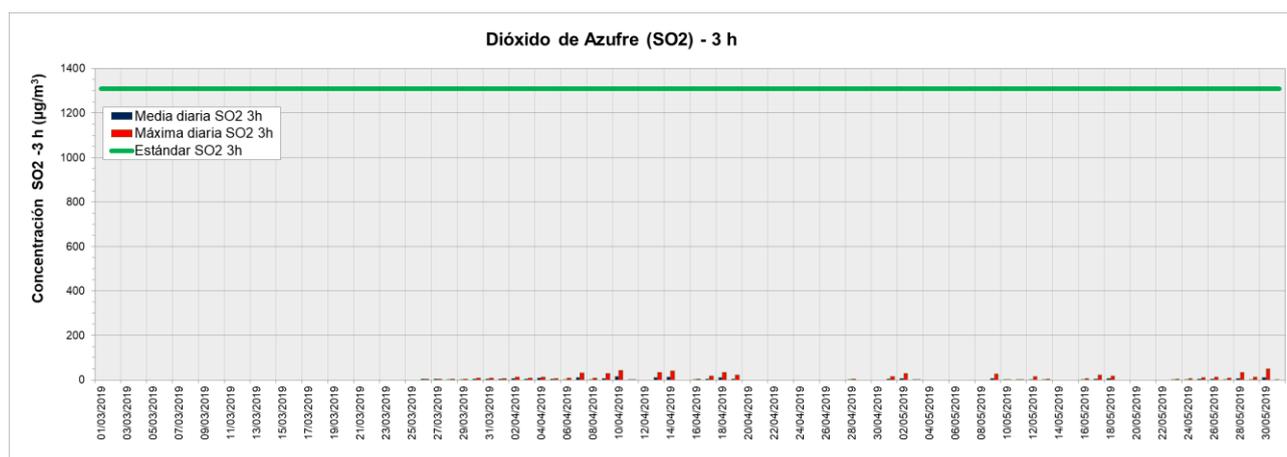


Figura 19. Valores de concentración medios y máximos diarios de SO₂ (3 h) medidos en la Estación de Monitoreo Continuo La Matanza (EMC II) período marzo – mayo 2019. Los resultados se expresan en µg.m⁻³.

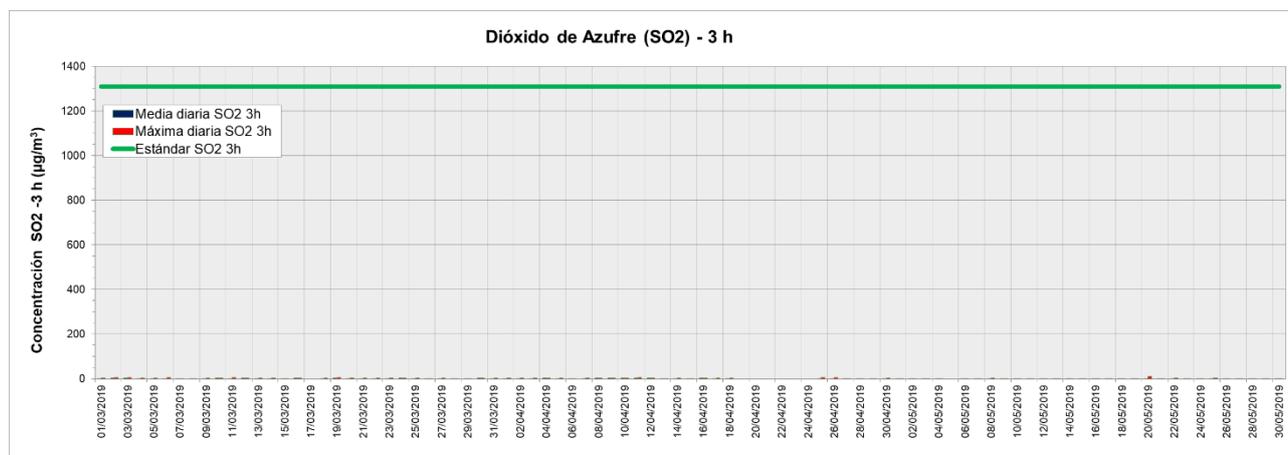


Figura 20. Valores de concentración medios y máximos diarios de SO₂ (24 h) medidos en la Estación de Monitoreo Continuo Dock Sud (EMC I) período marzo – mayo 2019. Los resultados se expresan en µg.m⁻³.

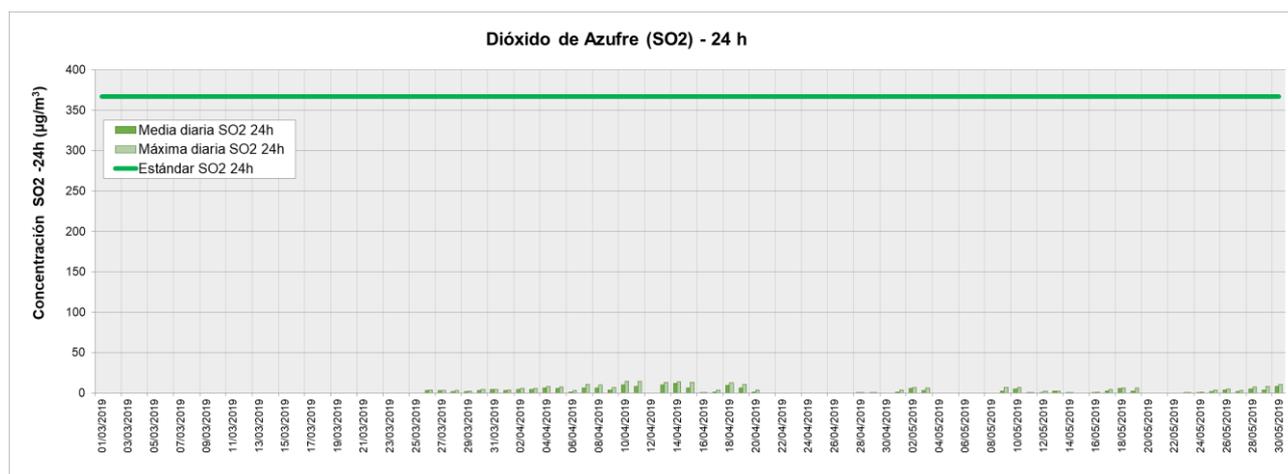
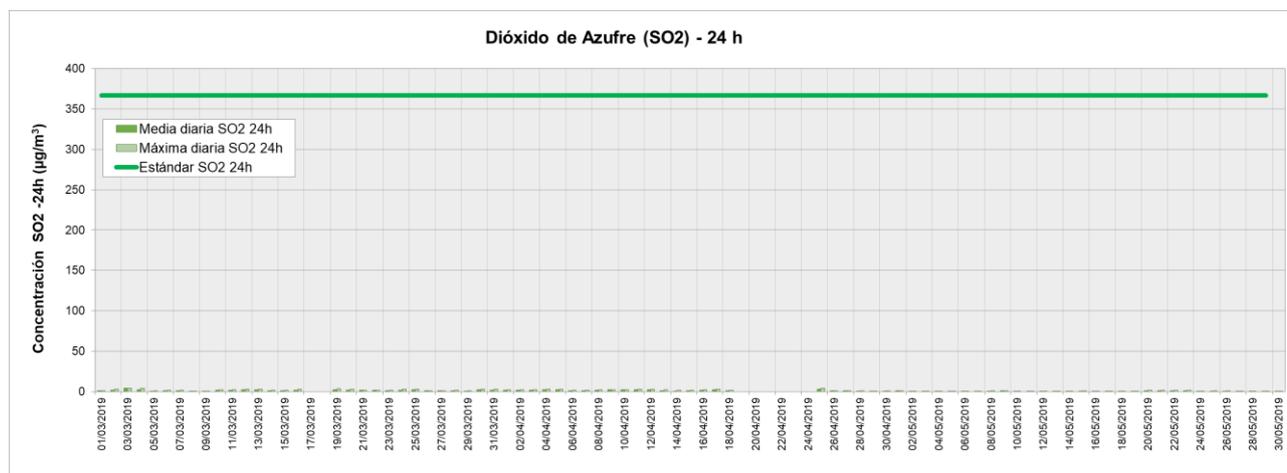


Figura 21. Valores de concentración medios y máximos diarios de SO₂ (24 h) medidos en la Estación de Monitoreo Continuo La Matanza (EMC II) período marzo – mayo 2019. Los resultados se expresan en µg.m⁻³.



Material particulado PM10 (24 h)

Para el parámetro **material particulado PM10 24 h** se pueden visualizar los valores de la EMC I (Figura 22), de la EMC II (Figura 23) y La Boca (Figura 24) en la Tabla 6, como así también el valor estándar de Calidad de Aire indicado por la Resolución N° 02/07 de ACUMAR.

Tabla 6. Valores de concentración media trimestral, máximos diarios, máximos horarios y valor estándar para 24 horas de PM10 medidos en las Estaciones de Monitoreo Continuo (EMC I, EMC II y La Boca) ubicadas en Dock Sud, La Matanza y CABA (período marzo – mayo 2019).

		EMC I (µg/m ³)	EMC II (µg/m ³)	La Boca (µg/m ³)	Estándar (µg/m ³)
Media Trimestral 24 h		18,14	35,44	30,18	-
Máximo diario 24 h	Marzo	24,67	64,25	52,33	150
	Abril	76,11	78,83	49,08	
	Mayo	74,63	64,42	48,06	
Máximo horario 24 h	Marzo	67,25	219,00	109,24	-
	Abril	589,75	197,00	202,30	
	Mayo	468,25	196,00	166,77	

Figura 22. Valores de concentración medios y máximos de PM₁₀ (24 h) medidos en la Estación de Monitoreo Continuo Dock Sud (EMC I) período marzo – mayo 2019. Los resultados se expresan en $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$.

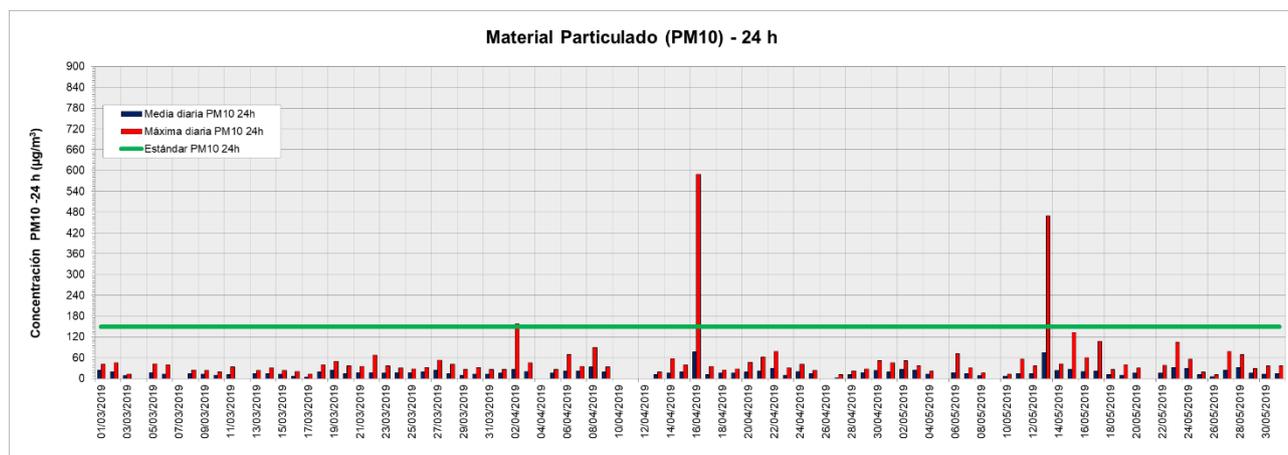


Figura 23. Valores de concentración medios y máximos de PM₁₀ (24 h) medidos en la Estación de Monitoreo Continuo La Matanza (EMC II) período marzo – mayo 2019. Los resultados se expresan en $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$.

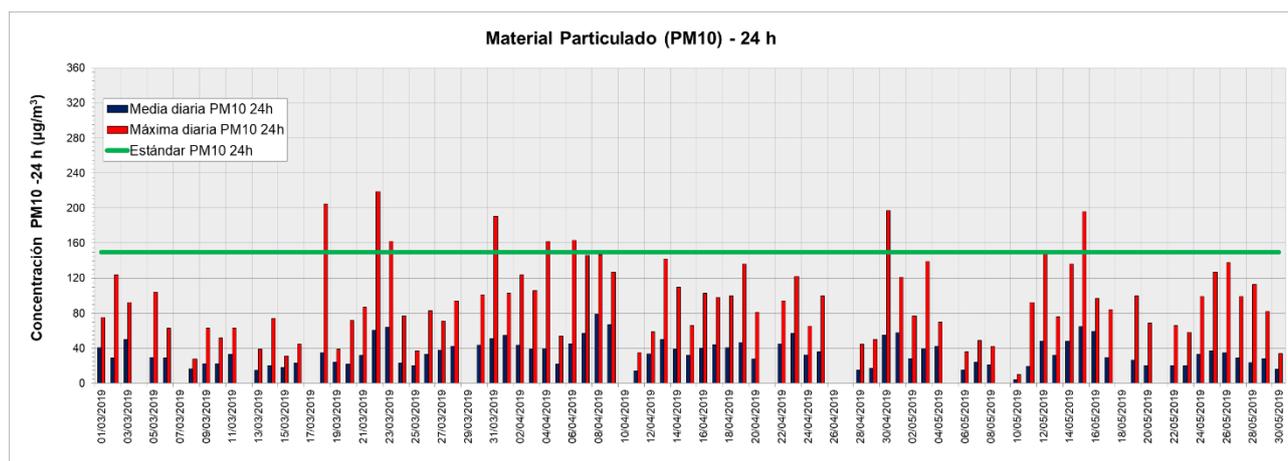
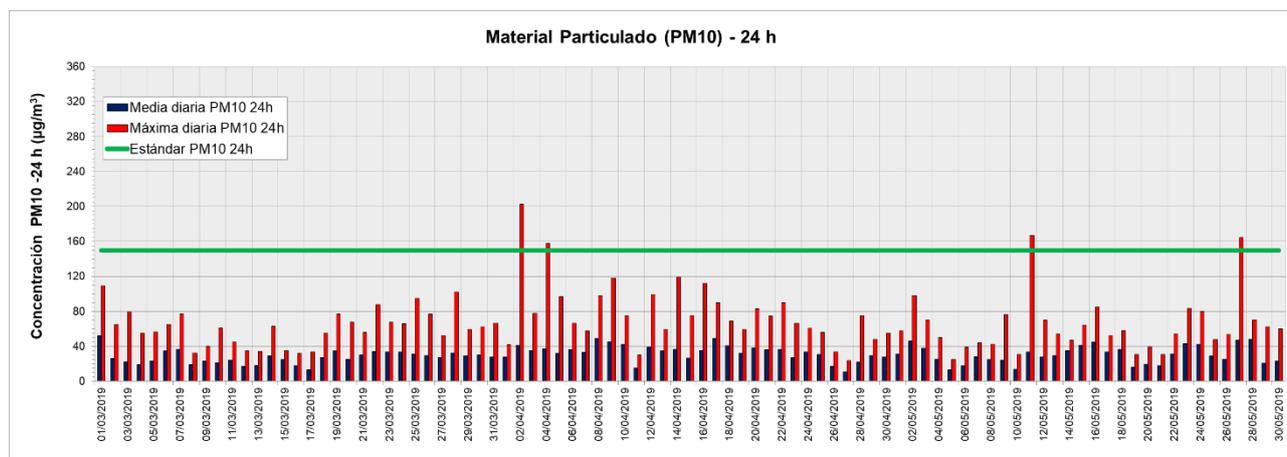


Figura 24. Valores de concentración medios y máximos de PM₁₀ (24 h) medidos en la Estación de Monitoreo Continuo La Boca período marzo – mayo 2019. Los resultados se expresan en $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$.



Nota: Con respecto a los gráficos presentados en este punto del informe, es importante considerar que las barras de color azul corresponden a valores promedios diarios contrastables con el Estándar de Calidad de Aire de ACUMAR que regula una concentración máxima a 24 h y las barras de color rojo corresponden a valores horarios no comparables con el Estándar, por lo que visualizamos que no se registran excedencias en el periodo en estudio.

Adicionalmente a los contaminantes de criterio se han monitoreado en la EMC I: benceno, tolueno, etilbenceno, y m,p-xileno y o-xileno, óxidos de nitrógeno, monóxido de nitrógeno, hidrocarburos metánicos, hidrocarburos no metánicos, hidrocarburos totales de petróleo, sulfuro de hidrógeno y material particulado PM_{2.5}. Por su parte, en la EMC II se han monitoreado: óxidos de nitrógeno, monóxido de nitrógeno, sulfuro de hidrógeno y material particulado PM_{2.5} y en las estaciones de La Boca y CIFA se han monitoreado: óxidos de nitrógeno y monóxido de nitrógeno.

1.1.2. ANÁLISIS DE TENDENCIAS Y VARIABILIDAD HORARIA DE PARÁMETROS MEDIDOS EN LAS ESTACIONES DE MONITOREO CONTINUO (EMC I, EMC II, LA BOCA Y CIFA)

Monóxido de carbono (CO)

Con respecto al análisis de tendencias CO, se presenta la evolución horaria a lo largo del trimestre marzo - mayo 2019 para las estaciones de monitoreo continuo, EMC I en Dock Sud (Figura 25), EMC II en La Matanza (Figura 26) La Boca (Figura 27) y CIFA (Figura 28) en CABA

Analizando el comportamiento horario de CO medido en las estaciones (Figura 29), se observa que la estación donde se registran los mayores valores es "La Boca". Adicionalmente se pueden apreciar la misma tendencia en las curvas de las cuatro estaciones, existiendo dos picos muy marcados a lo largo del día, el primero entre las 6 y 10 horas y el segundo entre las 19 y 23 horas.

Figura 25. Variación horaria en la concentración de CO medida en la Estación de Monitoreo Continuo Dock Sud (EMC I) para el período marzo - mayo 2019. Los resultados se expresan en $\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$.

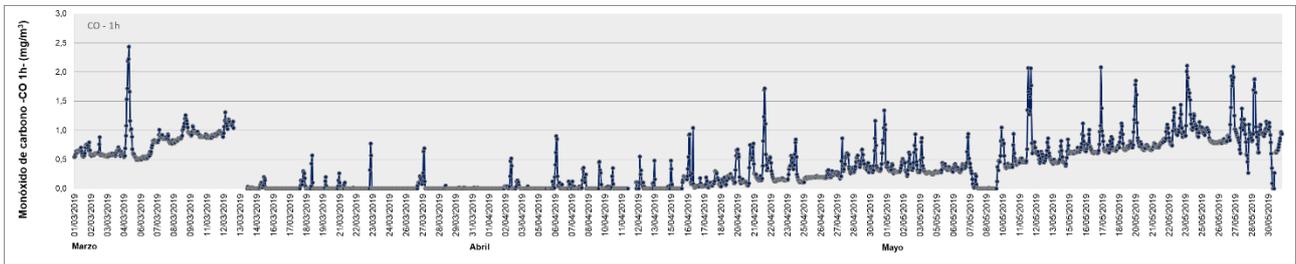


Figura 26. Variación horaria en la concentración de CO medida en la Estación de Monitoreo Continuo La Matanza (EMC II) para el período marzo - mayo 2019. Los resultados se expresan en $\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$.

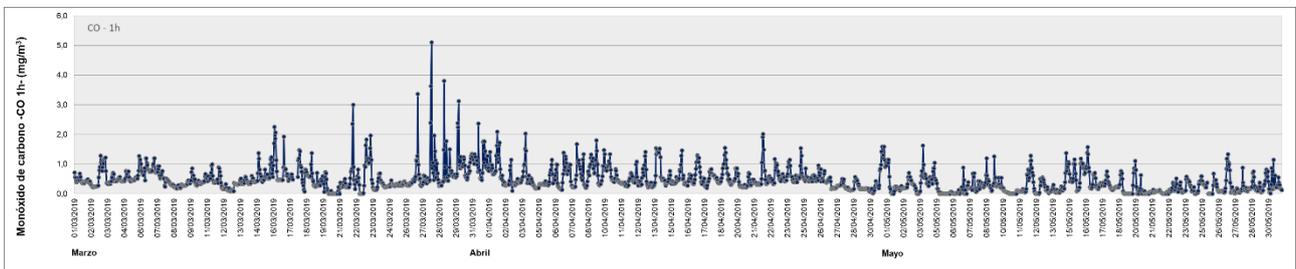


Figura 27. Variación horaria en la concentración de CO medida en la Estación de Monitoreo Continuo La Boca para el período marzo - mayo 2019. Los resultados se expresan en $\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$.

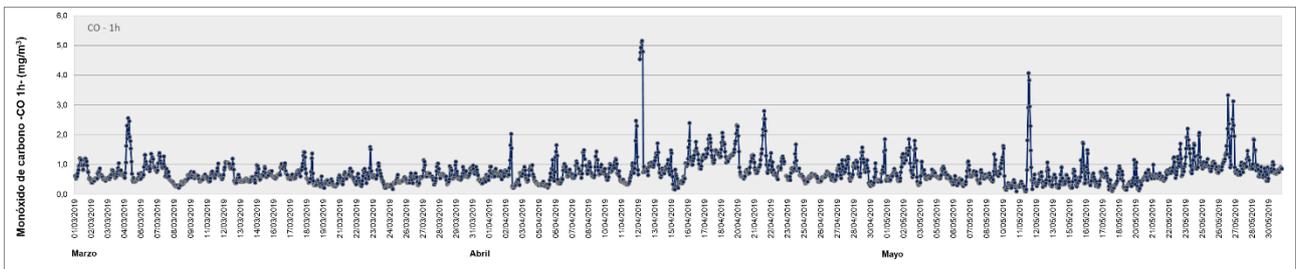


Figura 28. Variación horaria en la concentración de CO medida en la Estación de Monitoreo Continuo CIFA para el período marzo - mayo 2019. Los resultados se expresan en $\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$.

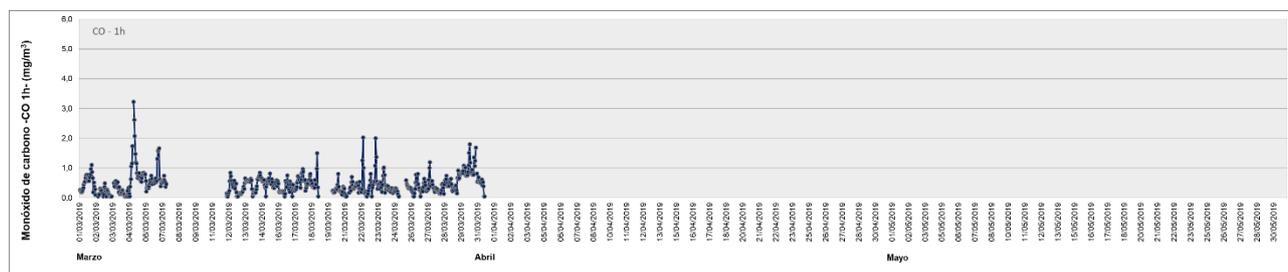
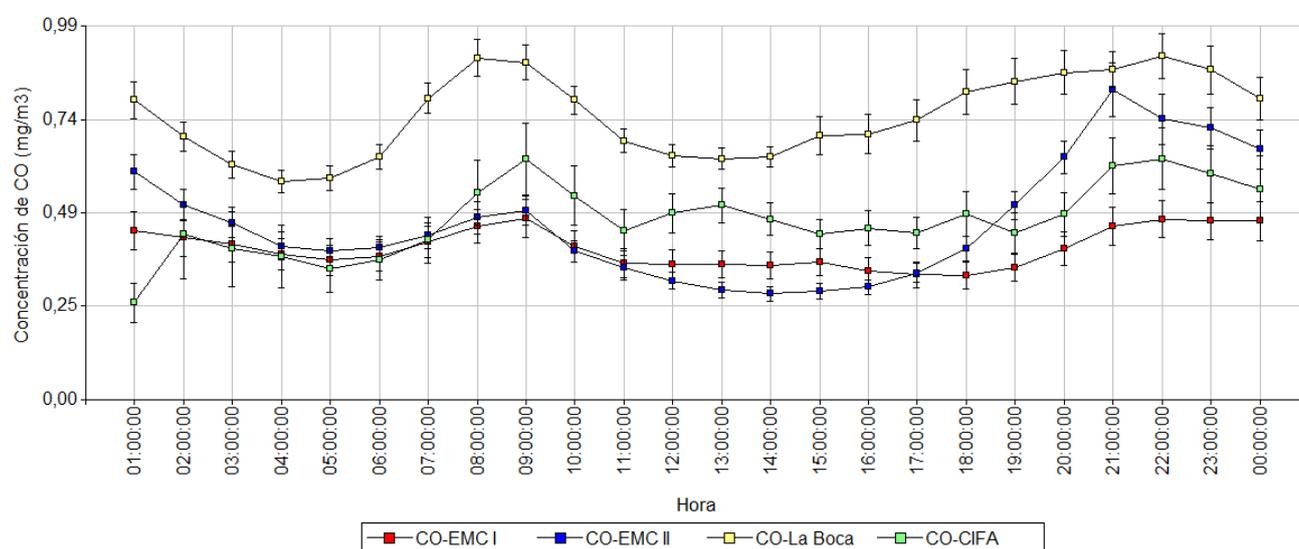


Figura 29. Variación horaria (media \pm error estándar) en la concentración de CO medido en las Estaciones de Monitoreo Continuo de Dock Sud (EMC I), La Matanza (EMC II), La Boca y CIFA para el período marzo - mayo 2019. Los resultados se expresan en $\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$.



Dióxido de nitrógeno (NO_2)

Con respecto al análisis de tendencias NO_2 , se presenta la evolución horaria a lo largo del trimestre marzo - mayo 2019 para las estaciones de monitoreo continuo EMC II en La Matanza (Figura 30), La Boca (Figura 31) y CIFA (Figura 32) en CABA. El analizador de la EMC I se encontraba bajo tareas de mantenimiento.

Analizando el comportamiento horario de NO_2 en las estaciones (Figura 33), se observan dos picos, uno durante la mañana entre las 06 y las 10 horas y otro por la noche entre las 19 y 22 horas. Los valores más altos se registraron en la estación "La Boca".

Figura 30. Variación horaria en la concentración de NO₂ medida en la Estación de Monitoreo Continuo La Matanza (EMC II) para el período marzo - mayo 2019. Los resultados se expresan en µg.m⁻³.

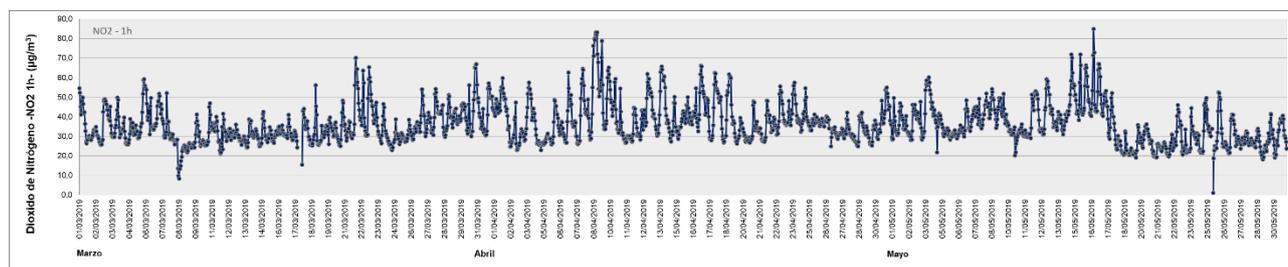


Figura 31. Variación horaria en la concentración de NO₂ medida en la Estación de Monitoreo Continuo La Boca para el período marzo - mayo 2019. Los resultados se expresan en µg.m⁻³.

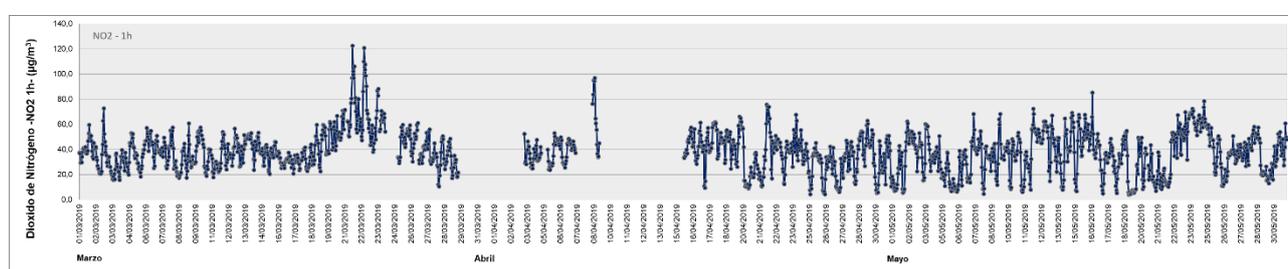


Figura 32. Variación horaria en la concentración de NO₂ medida en la Estación de Monitoreo Continuo CIFA para el período marzo - mayo 2019. Los resultados se expresan en µg.m⁻³.

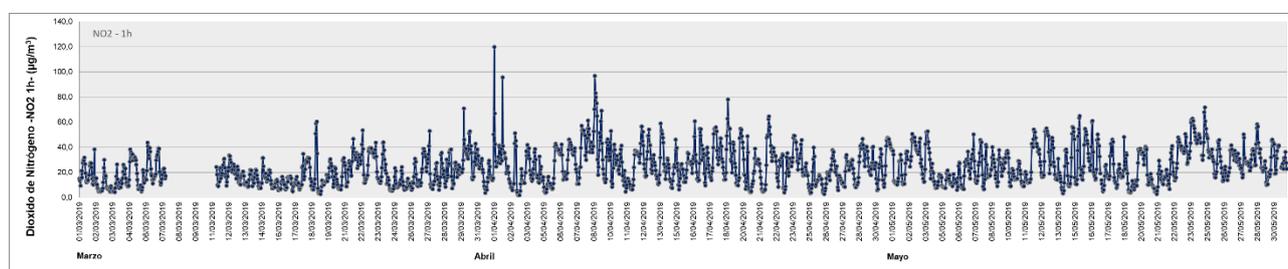
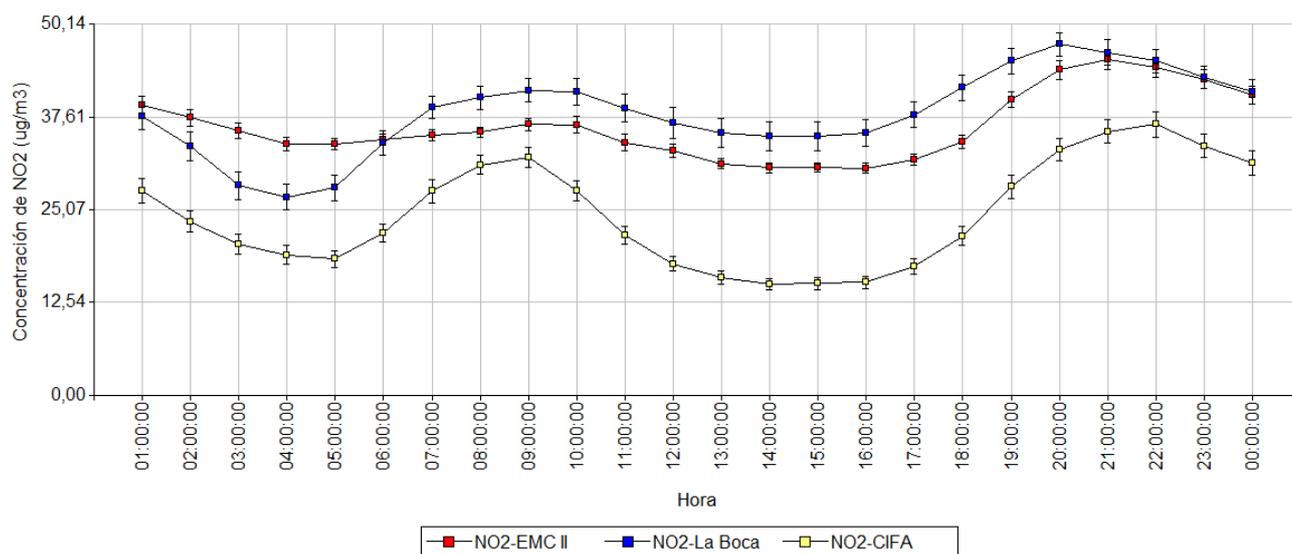


Figura 33. Variación horaria (media ± error estándar) en las concentraciones de NO₂ medido en las Estaciones de Monitoreo Continuo de La Matanza (EMC II), La Boca y CIFA para el período marzo - mayo 2019. Los resultados se expresan en µg.m⁻³.

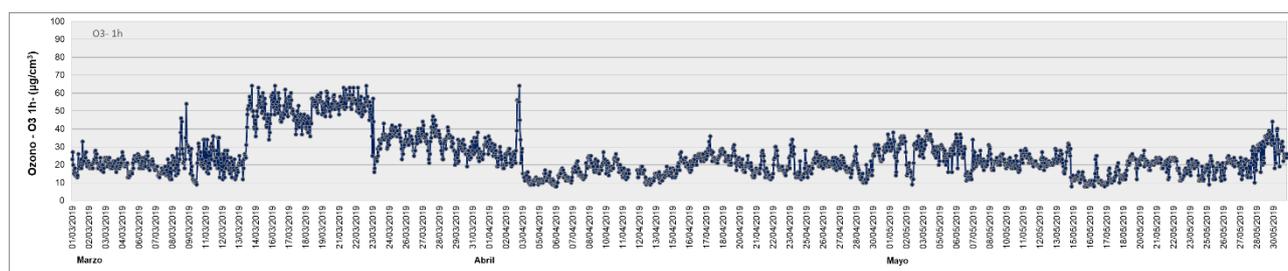


Ozono (O₃)

Con respecto al análisis de tendencias O₃, se presenta la evolución horaria a lo largo del trimestre marzo - mayo 2019 para la estación de monitoreo continuo EMC I en Dock Sud (Figura 34).

El ozono es un contaminante fotoquímico secundario ya que por lo general no es emitido directamente a la atmósfera, sino que es formado a partir de contaminantes primarios (precursores) a través de reacciones provocadas por la luz solar. Además de los ciclos diarios, la concentración de ozono también cambia según la época del año; en los meses de mayor intensidad solar (primavera-verano) se favorece la formación de oxidantes fotoquímicos aumentando la concentración de ozono. Es decir que la radiación solar es el principal factor o variable a la hora de estudiar las fluctuaciones de ozono. Para el caso del trimestre bajo estudio, se observan valores medios de concentración más elevados durante el mes de marzo.

Figura 34. Variación horaria en la concentración de O₃ medida en la Estación de Monitoreo Continuo Dock Sud (EMC I) para el período marzo - mayo 2019. Los resultados se expresan en µg.m⁻³.



Dióxido de azufre (SO₂)

Con respecto al análisis de tendencias SO₂, se presenta la evolución horaria a lo largo del trimestre marzo - mayo 2019 para ambas estaciones de monitoreo continuo, EMC I en Dock Sud (Figura 35) y EMC II en La Matanza (Figura 36). Durante los primeros 25 días del mes de marzo el analizador de la EMC I se encontró fuera de servicio debido a tareas de mantenimiento.

Comparando ambas estaciones, se observan valores menores de SO₂ en La Matanza (EMC II). Con respecto a Dock Sud (EMC I) se observaron picos horarios a lo largo de todo el trimestre bajo estudio.

Analizando el comportamiento horario mensual de SO₂ para el período bajo estudio (Figura 37), se observa para la estación de La Matanza valores más estables a lo largo del día registrándose un leve incremento entre las 13 y las 22 h, mientras que para la estación de Dock Sud, se observan valores pico durante el horario diurno.

Figura 35. Variación horaria en la concentración de SO₂ medida en la Estación de Monitoreo Continuo Dock Sud (EMC I) para el período marzo - mayo 2019. Los resultados se expresan en µg.m⁻³.

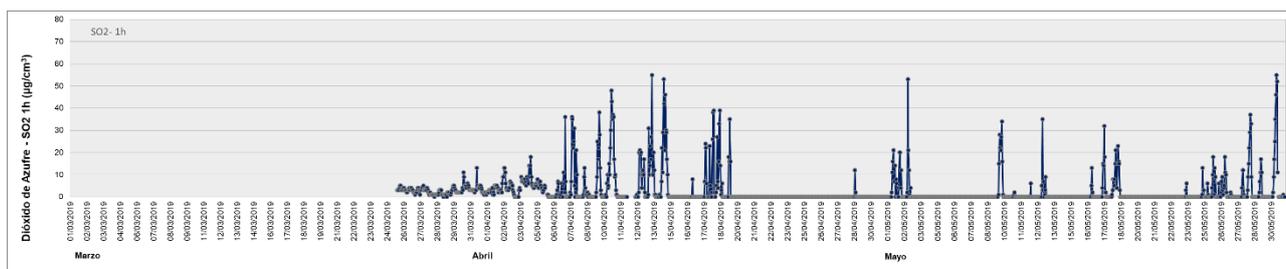


Figura 36. Variación horaria en la concentración de SO₂ medida en la Estación de Monitoreo Continuo La Matanza (EMC II) para el período marzo - mayo 2019. Los resultados se expresan en µg.m⁻³.

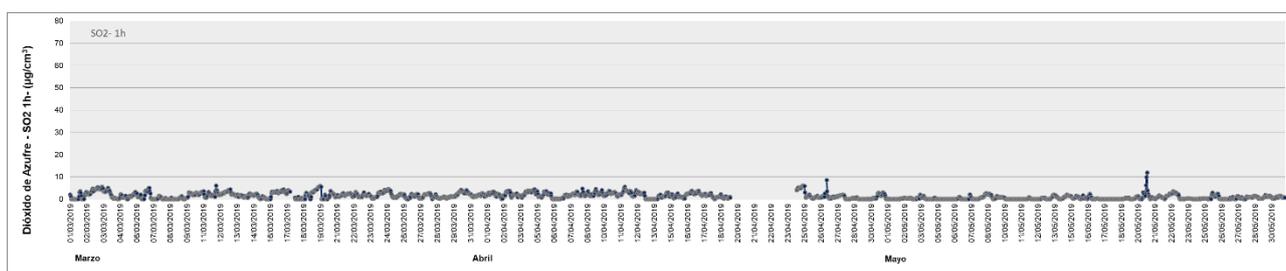
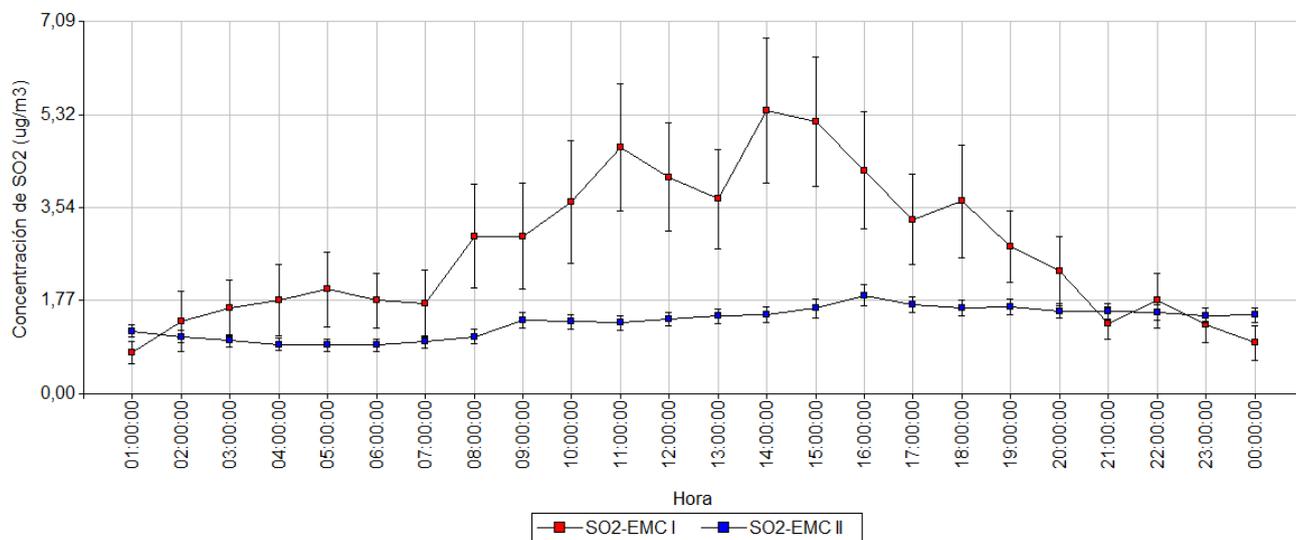


Figura 37. Variación horaria (media ± error estándar) en la concentración de SO₂ medido en la EMC I en Dock Sud y en la EMC II en La Matanza para el período marzo - mayo 2019. Los resultados se expresan en µg.m⁻³.



Sulfuro de hidrógeno (H₂S)

Con respecto al análisis de tendencias H₂S, se presenta la evolución horaria a lo largo del trimestre marzo - mayo 2019 para ambas estaciones de monitoreo continuo, EMC I en Dock Sud (Figura 38) y EMC II en La Matanza (Figura 39). Durante 25 días del mes de marzo el analizador de la EMC I se encontró fuera de servicio debido a tareas de mantenimiento.

Analizando el comportamiento horario de H₂S para ambas estaciones de monitoreo continuo para el período bajo estudio, se observan algunos picos horarios, detectándose valores más elevados en la EMC I. Respecto a la Figura 40 se observan distintas tendencias para ambas estaciones durante el día, mientras que en Dock Sud los máximos valores se registraron entre las 18 – 22 h, en La Matanza se observa un ligero incremento en las concentraciones desde las 21 hasta las 23 h.

Figura 38. Variación horaria en la concentración de H₂S medida en la Estación de Monitoreo Continuo Dock Sud (EMC I) para el período marzo - mayo 2019. Los resultados se expresan en µg.m⁻³.

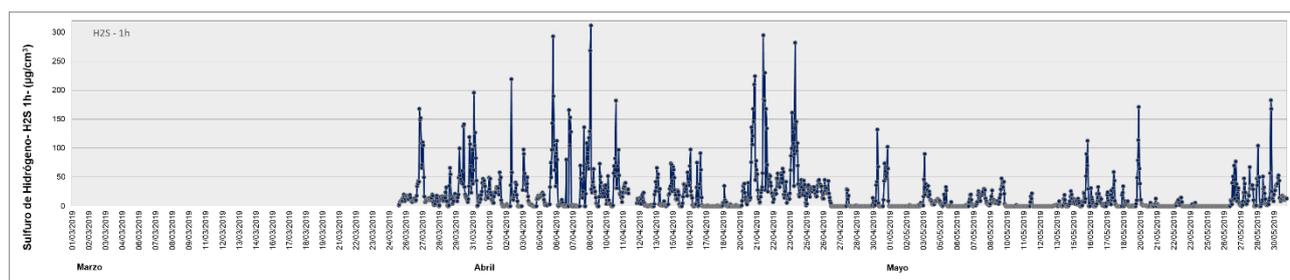


Figura 39. Variación horaria en la concentración de H₂S medida en la Estación de Monitoreo Continuo La Matanza (EMC II) para el período marzo - mayo 2019. Los resultados se expresan en µg.m⁻³.

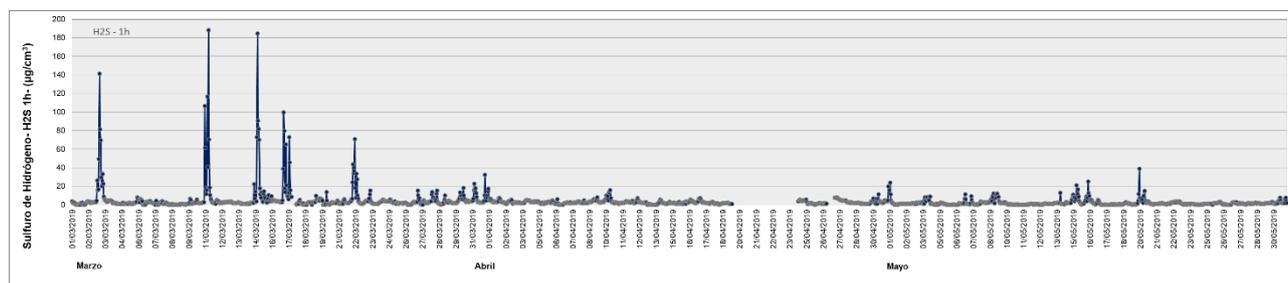
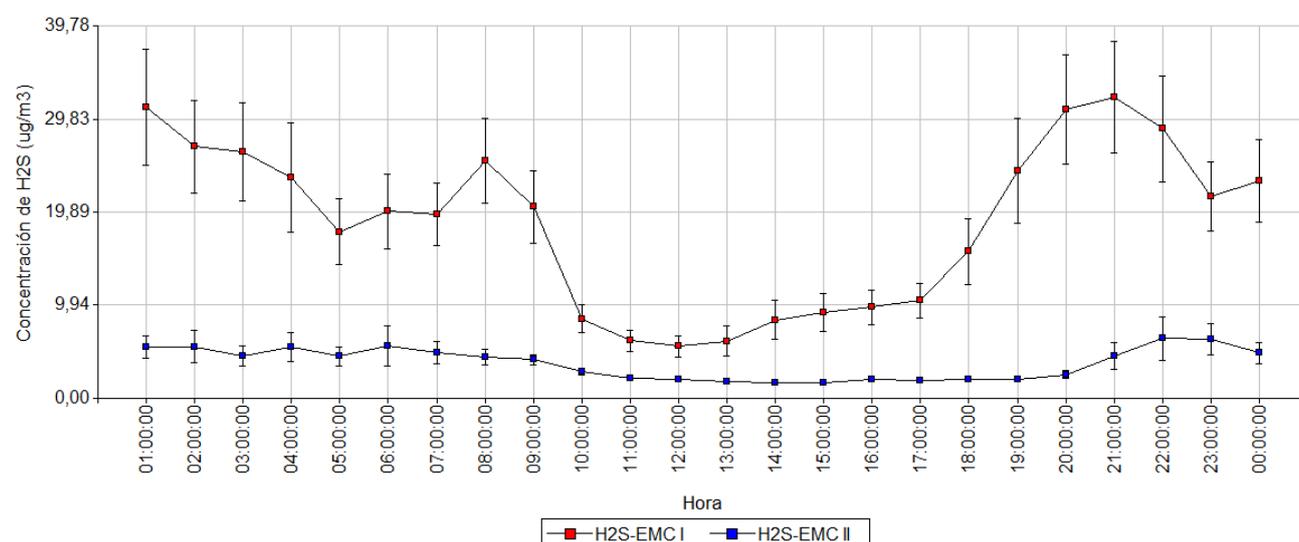


Figura 40. Variación horaria (media ± error estándar) en la concentración de H₂S medido en la Estación de Monitoreo Continuo Dock Sud (EMC I) y en la Estación de Monitoreo Continuo La Matanza (EMC II) para el período marzo - mayo 2019. Los resultados se expresan en µg.m⁻³.



Material particulado (PM10 y PM2.5)

Con respecto al análisis de tendencias PM10 y PM2.5, se presenta la evolución horaria y diaria a lo largo del trimestre para ambas estaciones de monitoreo continuo, EMC I en Dock Sud (Figuras 41, 44 y 46), EMC II en La Matanza (Figuras 42, 45 y 47) y La Boca en CABA (Figura 43).

Analizando el comportamiento horario de PM10 (Figuras 41, 42 y 43), los valores máximos para las estaciones EMC I y EMC II se registraron durante el mes de abril, mientras que para La Boca se produjeron durante el mes de marzo.

Analizando el comportamiento diario de PM10 y PM2.5 para las estaciones EMC I y EMC II (Figuras 46 y 47), se observa un comportamiento similar para ambas estaciones, donde el PM2.5 es menor que el PM10 y varían en sintonía.

En la Figura 48, se puede observar que el comportamiento horario para PM10 en las tres estaciones es muy similar durante el día exceptuando en la EMC II donde destaca un pico entre las 19 y 23 horas. Esto puede deberse a la cercanía de la estación a la Ruta 3, donde el material particulado provendría de las fuentes móviles.

Figura 41. Variación horaria en la concentración de PM10 medida en la Estación de Monitoreo Continuo Dock Sud (EMC I) para el período marzo - mayo 2019. Los resultados se expresan en $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$.

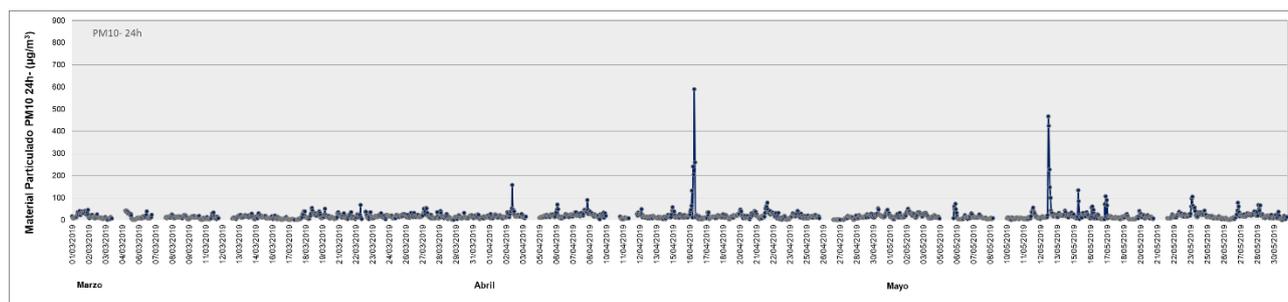


Figura 42. Variación horaria en la concentración de PM10 medida en la Estación de Monitoreo Continuo La Matanza (EMC II) para el período marzo - mayo 2019. Los resultados se expresan en $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$.

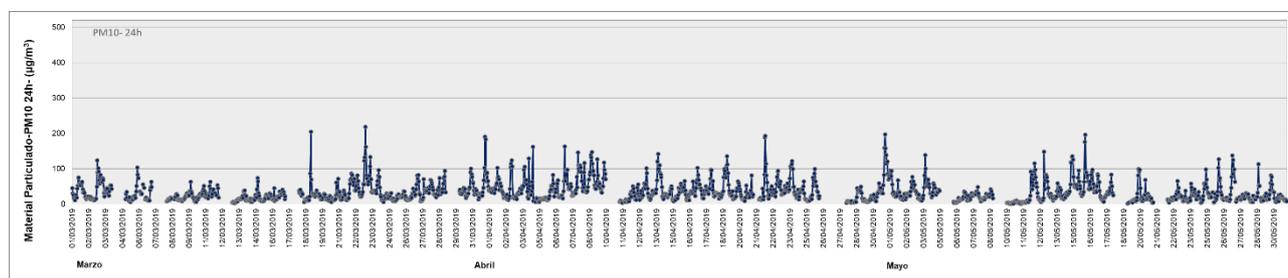


Figura 43. Variación horaria en la concentración de PM10 medida en la Estación de Monitoreo Continuo La Boca para el período marzo - mayo 2019. Los resultados se expresan en $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$.

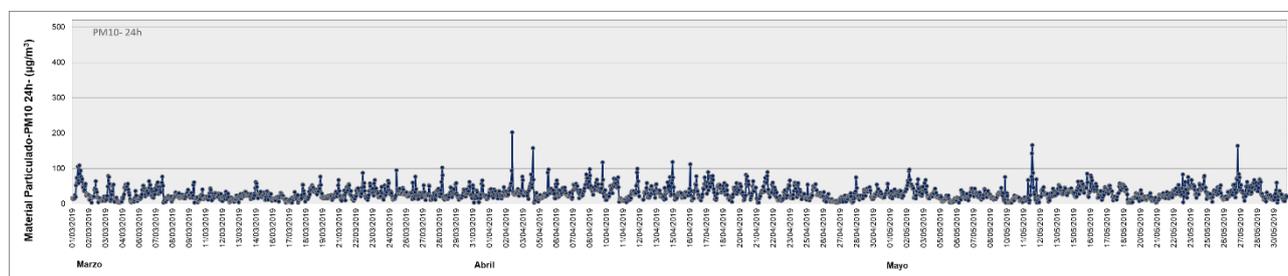


Figura 44. Variación horaria en la concentración de PM_{2.5} medida en la Estación de Monitoreo Continuo Dock Sud (EMC I) para el período marzo - mayo 2019. Los resultados se expresan en $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$.

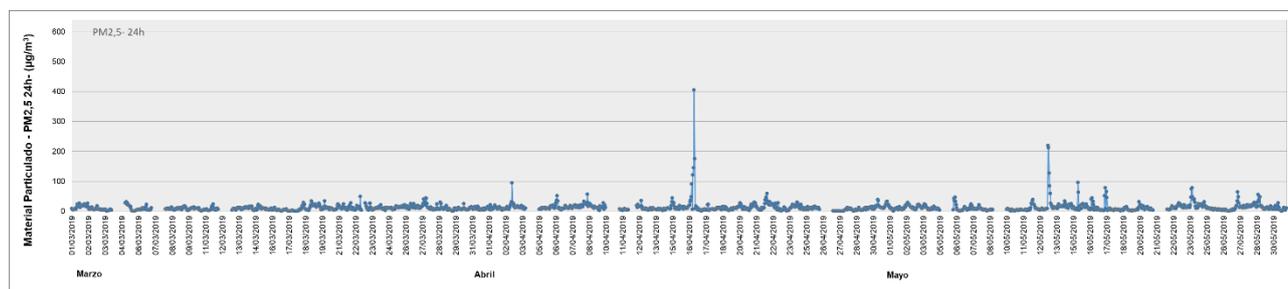


Figura 45. Variación horaria en la concentración de PM_{2.5} medida en la Estación de Monitoreo Continuo La Matanza (EMC II) para el período marzo - mayo 2019. Los resultados se expresan en $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$.

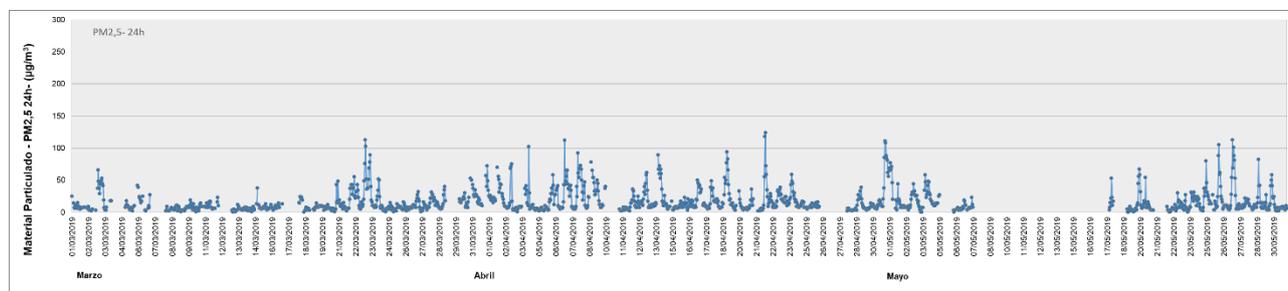


Figura 46. Variación diaria en la concentración de PM₁₀ y PM_{2.5} (24 h) medidos en la Estación de Monitoreo Continuo Dock Sud (EMC I) para el período marzo - mayo 2019. Los resultados se expresan en $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$.

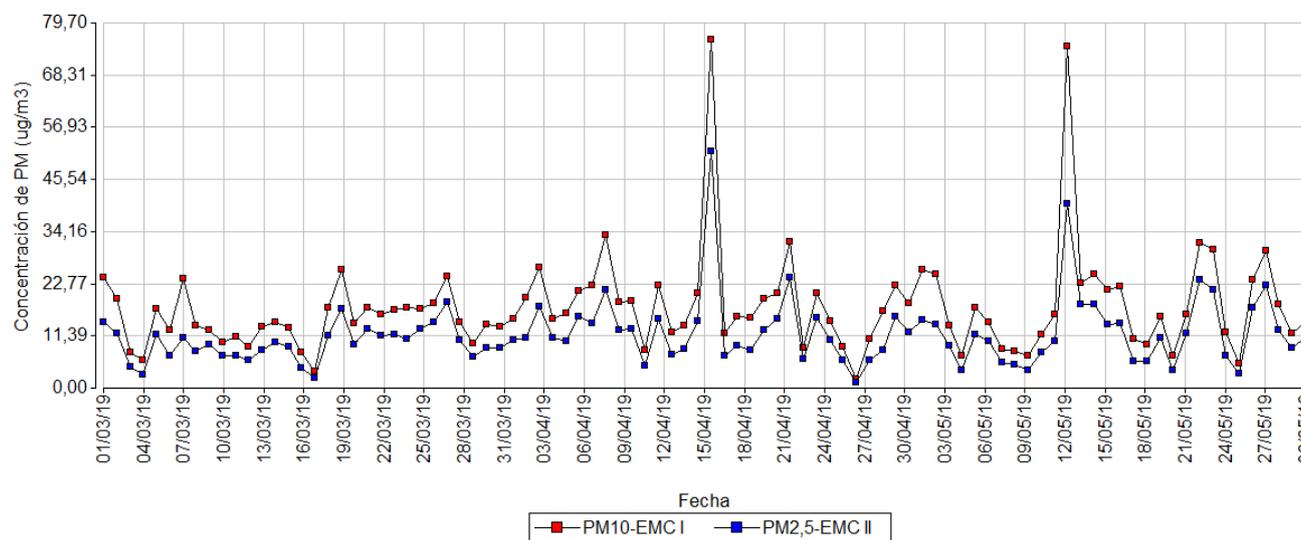


Figura 47. Variación diaria en la concentración de PM₁₀ y PM_{2,5} (24 h) medidos en la Estación de Monitoreo Continuo La Matanza (EMC II) para el período marzo - mayo 2019. Los resultados se expresan en $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$.

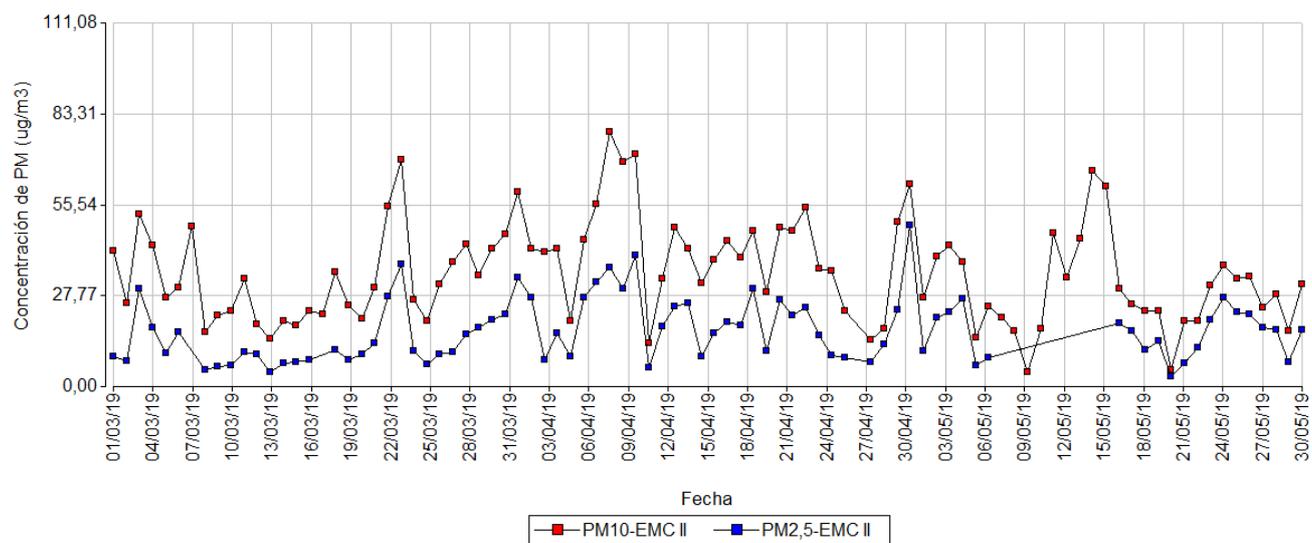
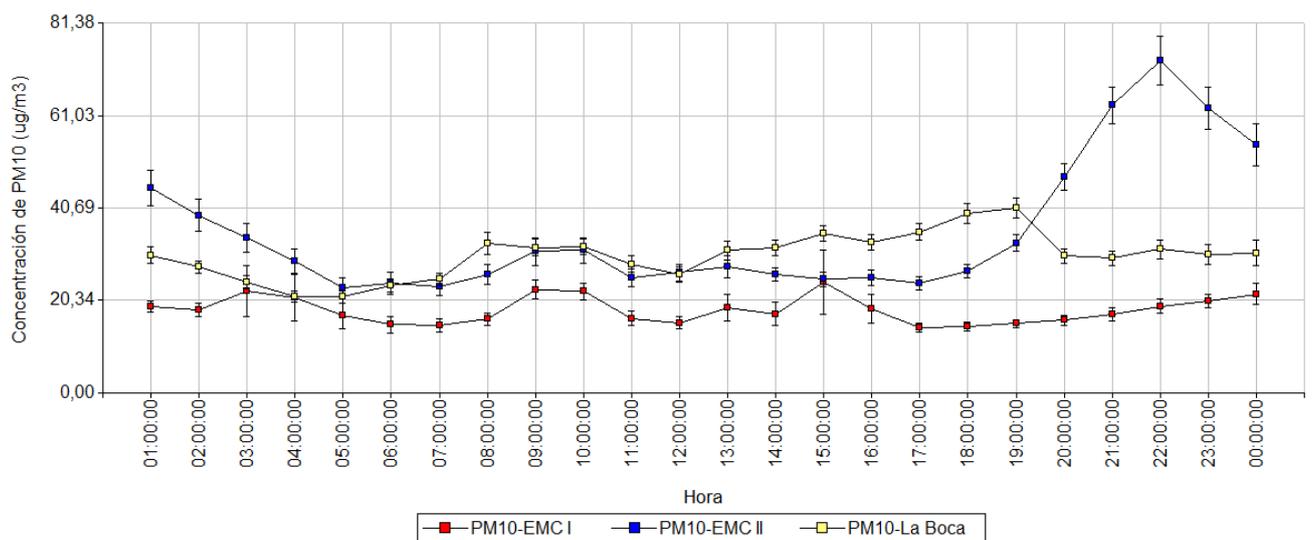


Figura 48. Variación horaria en la concentración de PM₁₀ medidos en la Estación de Monitoreo Continuo de Dock Sud (EMC I), La Matanza (EMC II) y La Boca para el período marzo - mayo 2019. Los resultados se expresan en $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$.



1.2. MONITOREO CONTINUO MEDIANTE EL SISTEMA OPEN PATH (OP1 Y OP2) EN DOCK SUD

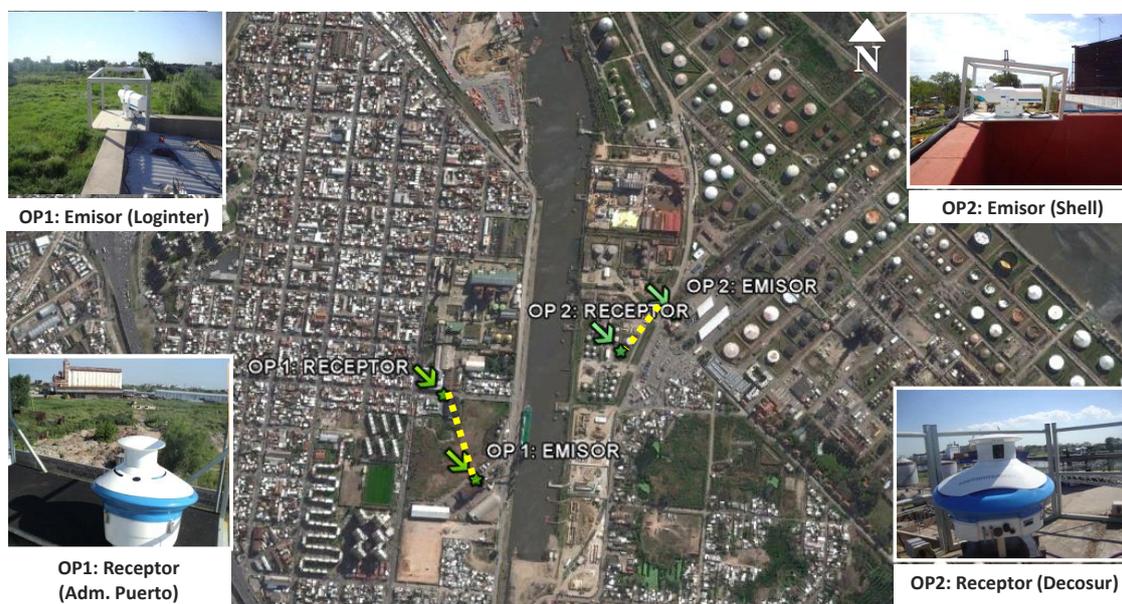
La tecnología Open Path se basa en la determinación mediante el principio de medición UV-Visible de contaminantes específicos en forma continua, a través de un paso óptico logrado por el distanciamiento del emisor y el receptor.

Los equipos están instalados en el área de Dock Sud en las siguientes ubicaciones (Figura 49):

a) equipo Open Path 1 que posee un paso óptico con las siguientes coordenadas, emisor: 34°39'27.84"S; 58°20'30.93"O y receptor: 34°39'20.54"S; 58°20'35.11"O y

b) equipo Open Path 2 posee un paso óptico con las siguientes coordenadas geográficas, emisor: 34°39'12.03"S; 58°20'10.84"O y receptor: 34°39'15.72"S; 58°20'16.57"O.

Figura 49. Ubicación de los sistemas Open Path en Dock Sud.



Los parámetros medidos en ambos equipos son (en negrita se especifica el método de medición):

- Benceno (C_6H_6),
- Tolueno ($C_6H_5CH_3$),
- Xilenos ($C_6H_4(CH_3)_2$): m-xileno y p-xileno.

Medidos por **Espectrometría de Absorción Óptica Diferencial, UV-Visible, conforme a la metodología EPA TO16.**

Paralelamente se miden variables meteorológicas:

- Viento: dirección e intensidad
- Humedad Relativa Ambiente

- Presión Atmosférica
- Temperatura
- Radiación Solar Incidente
- Precipitaciones

1.2.1. RESULTADOS DE PARÁMETROS MEDIDOS CON LOS SISTEMAS OPEN PATH (OP1 Y OP2) PARA EL PERÍODO MARZO - MAYO 2019.

A continuación, se presenta el análisis de los resultados de los parámetros en estudio medidos por los Open Path correspondientes al período marzo - mayo 2019.

Benceno (1 h)

En la Tabla 7 se pueden visualizar los valores para el parámetro **benceno 1 h** medidos con los equipos Open Path 1 y 2 (Figura 50 y Figura 51). Los valores medios de concentración registrados por el OP1 fueron menores a los del trimestre anterior ($7,26 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$; diciembre 2018-febrero 2019), al igual que para el caso del OP2 ($2,79 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$; diciembre 2018-febrero 2019). Los mayores valores registrados durante este trimestre en ambos OP se registraron durante el mes de marzo.

Tabla 7. Valores de concentración medias trimestrales, máximos diarios y máximos horarios para 1 hora de Benceno medidos por los equipos Open Path (OP1 y OP2) ubicadas en Dock Sud (período marzo - mayo 2019).

		OP1 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	OP2 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Media Trimestral 1 hora		6,35	0,56
Máximo diario 1 hora	Marzo	40,28	5,77
	Abril	27,86	0,79
	Mayo	3,07	0,93
Máximo horario 1 hora	Marzo	98,80	17,90
	Abril	73,90	6,10
	Mayo	15,70	27,30

Figura 50. Valores de concentración medios y máximos diarios de benceno (1 h) medidos en el equipo Open Path (OP1) ubicado en Dock Sud (período marzo - mayo 2019). Los resultados se expresan en $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$.

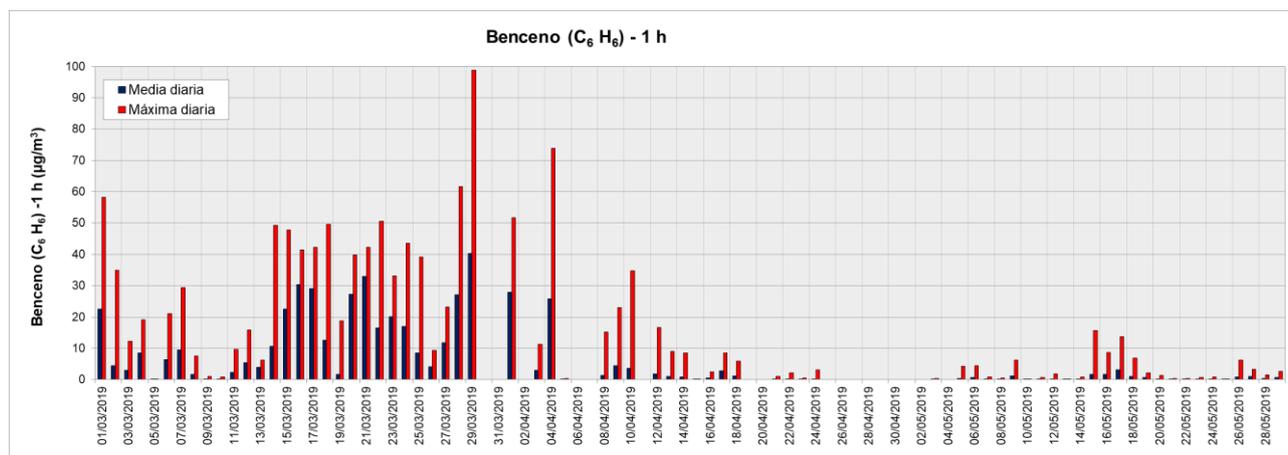
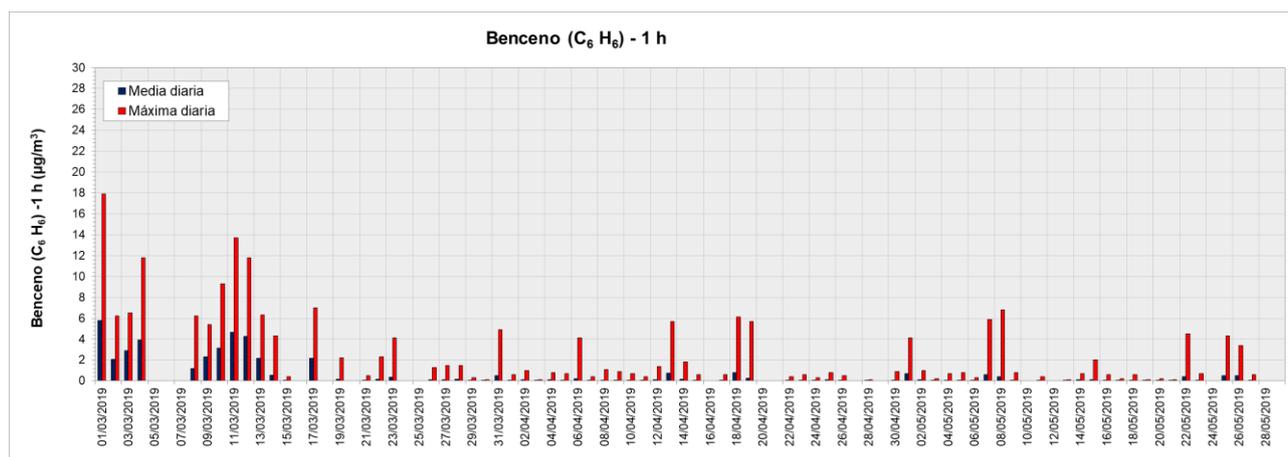


Figura 51. Valores de concentración medios y máximos diarios de benceno (1 h) medidos en el equipo Open Path (OP2) ubicado en Dock Sud (período marzo - mayo 2019). Los resultados se expresan en $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$.



Tolueno (1 h)

En la Tabla 8 se pueden visualizar los valores para el parámetro **tolueno 1 h** medidos con los equipos Open Path 1 y 2 (Figura 52 y Figura 53). Los valores medios trimestrales registrados fueron similares a los del trimestre anterior (diciembre 2018-febrero 2019) para los OP1 y OP2 (9,17 y 26,71 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ respectivamente).

Tabla 8. Valores de concentración medias trimestrales, máximos diarios y máximos horarios para 1 hora de Tolueno medidos por los equipos Open Path (OP1 y OP2) ubicadas en Dock Sud (período marzo - mayo 2019).

		OP1 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	OP2 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Media Trimestral 1 hora		9,71	25,12
Máximo diario 1 hora	Marzo	28,05	63,25
	Abril	37,48	55,86
	Mayo	22,63	40,83
Máximo horario 1 hora	Marzo	53,10	120,70
	Abril	77,00	120,10
	Mayo	65,70	85,20

Figura 52. Valores de concentración medios y máximos diarios de tolueno (1 h) medidos en el equipo Open Path (OP1) ubicado en Dock Sud (período marzo - mayo 2019). Los resultados se expresan en $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$.

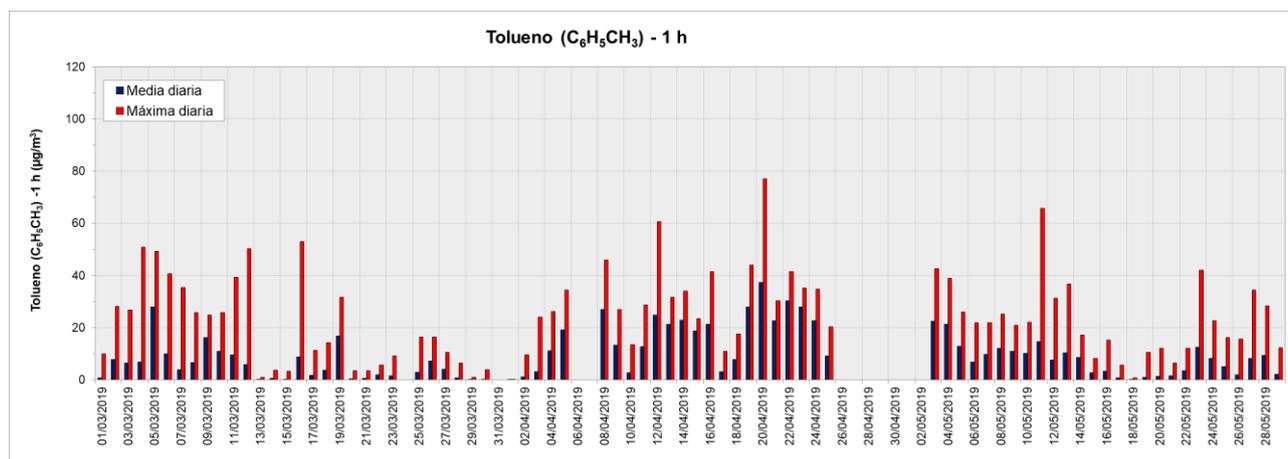
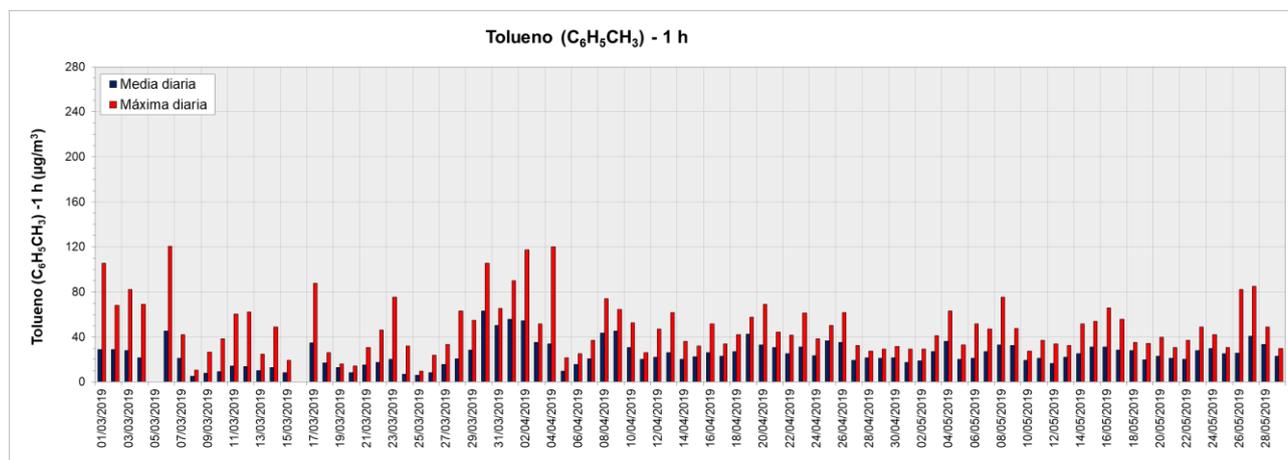


Figura 53. Valores de concentración medios y máximos diarios de tolueno (1 h) medidos en el equipo Open Path (OP2) ubicado en Dock Sud (período marzo - mayo 2019). Los resultados se expresan en $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$.



m-Xileno (1 h)

En la Tabla 9 se pueden visualizar los valores para el parámetro **m-xileno 1 h** medidos con los equipos Open Path 1 y 2 (Figura 54 y Figura 55). Los valores de concentración de m-xileno fueron menores para ambos OPs respecto al trimestre anterior (0,20 y 3,24 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$.respectivamente)

Tabla 9. Valores de concentración medias trimestrales, máximos diarios y máximos horarios para 1 hora de m Xileno medidos por los equipos Open Path (OP1 y OP2) ubicadas en Dock Sud (período marzo - mayo 2019).

		OP1 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	OP2 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Media Trimestral 1 hora		0,16	1,72
Máximo diario 1 hora	Marzo	1,27	6,28
	Abril	1,73	6,16
	Mayo	3,48	6,76
Máximo horario 1 hora	Marzo	8,00	25,10
	Abril	14,00	48,20
	Mayo	19,70	19,80

Figura 54. Valores de concentración medios y máximos diarios de m-xileno (1 h) medidos en el equipo Open Path (OP1) ubicado en Dock Sud (período marzo - mayo 2019). Los resultados se expresan en $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$.

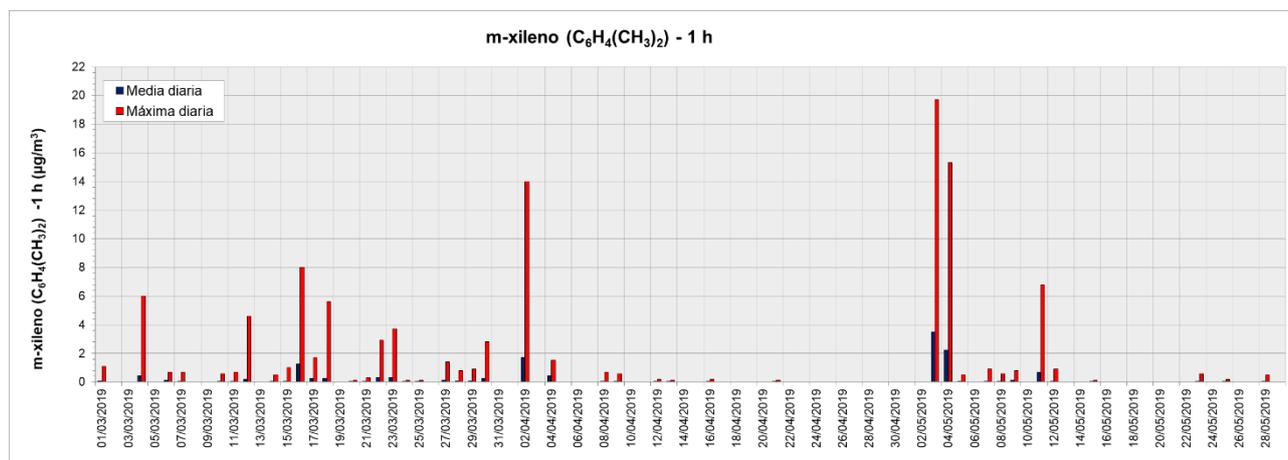
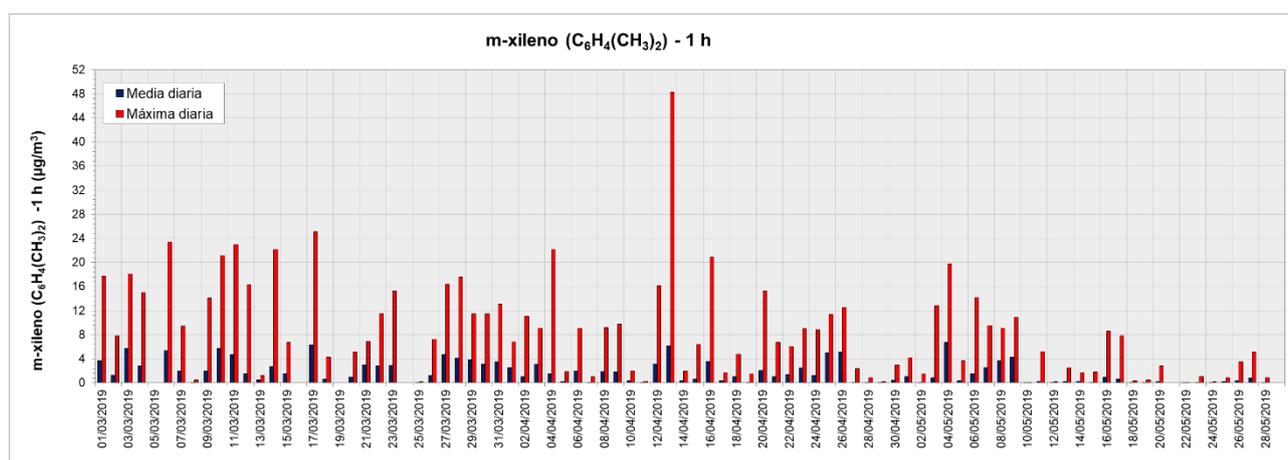


Figura 55. Valores de concentración medios y máximos diarios de m-Xileno (1 h) medidos en el equipo Open Path (OP2) ubicado en Dock Sud (período marzo - mayo 2019). Los resultados se expresan en $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$.



p-Xileno (1 h)

En la Tabla 10 se pueden visualizar los valores para el parámetro **p-xileno 1 h** medidos con los equipos Open Path 1 y 2 (Figura 56 y Figura 57). El valor medio del trimestre para el OP1 fue ligeramente mayor al registrado durante el trimestre anterior ($0,72 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ diciembre 2018-febrero 2019) mientras que para el OP2 fue menor ($0,54 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ diciembre 2018-febrero 2019).

Tabla 10. Valores de concentración medias trimestrales, máximos diarios y máximos horarios para 1 hora de p Xileno medidos por los equipos Open Path (OP1 y OP2) ubicadas en Dock Sud (período marzo - mayo 2019).

		OP1 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	OP2 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Media Trimestral 1 hora		0,76	0,17
Máximo diario 1 hora	Marzo	5,12	1,24
	Abril	5,50	0,40
	Mayo	3,92	0,62
Máximo horario 1 hora	Marzo	9,90	3,80
	Abril	12,60	3,70
	Mayo	11,30	3,20

Figura 56. Valores de concentración medios y máximos diarios de p-Xileno (1 h) medidos en el equipo Open Path (OP1) ubicado en Dock Sud (período marzo - mayo 2019). Los resultados se expresan en $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$.

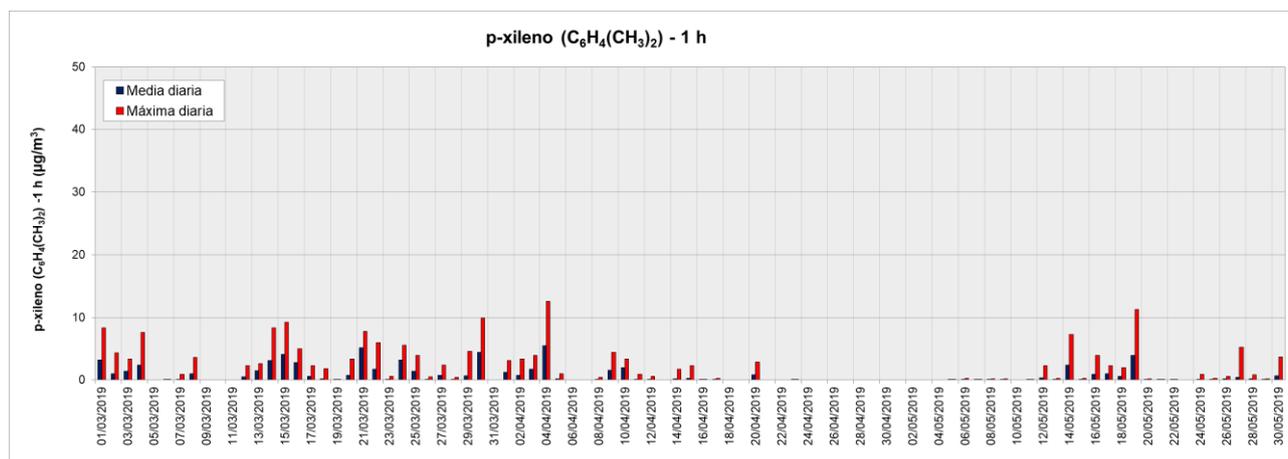
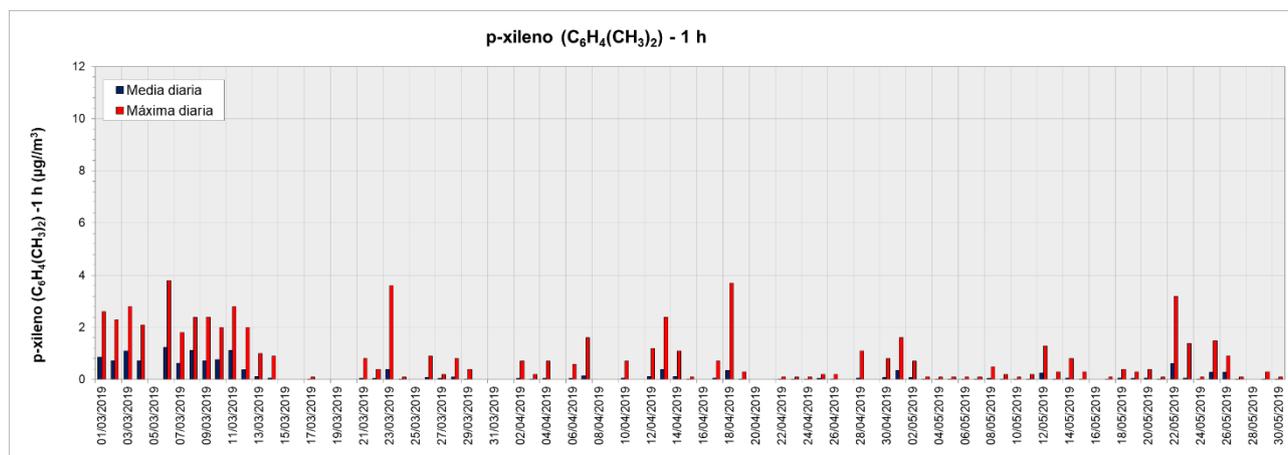


Figura 57. Valores de concentración medios y máximos diarios de p-Xileno (1 h) medidos en el equipo Open Path (OP2) ubicado en Dock Sud (período marzo - mayo 2019). Los resultados se expresan en $\mu\text{g}/\text{m}^3$.



1.2.2. ANÁLISIS DE TENDENCIA EN LA CONCENTRACIÓN DE BENCENO DETECTADA EN LOS EQUIPOS OPEN PATH (OP1 Y OP2) Y EN LA ESTACIÓN DE MONITOREO CONTINUO (EMC I).

Con respecto al trimestre bajo estudio, se observa lo siguiente (Figura 58 y Figura 59):

- Mediciones de benceno en el sitio de la EMC I: hubo muy pocos registros cuantificables de concentración durante marzo y abril (valor máximo horario: $18,50 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Las mayores concentraciones se registraron con vientos de varias direcciones, principalmente: NNE, NO, ONO y O.
- Mediciones de benceno en el sitio del OP1: se observan picos horarios significativamente altos con respecto a los medidos en la EMC I y OP2, durante marzo y abril (valor máximo horario: $105,70 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Las mayores concentraciones se registraron con vientos de varias direcciones, principalmente: NE, ENE, NNO y ESE.
- Mediciones de benceno en el sitio del OP2: se observan valores de concentración con picos horarios periódicos a lo largo del trimestre, reportándose el máximo valor en mayo (valor máximo horario: $27,30 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Las mayores concentraciones se registraron con vientos de varias direcciones, principalmente: NNO, NE, E y ENE.

Figura 58. Variación horaria en la concentración de Benceno medida con los Open Path 1 y 2 y la EMC I para el período marzo - mayo 2019. Los resultados se expresan en $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$.

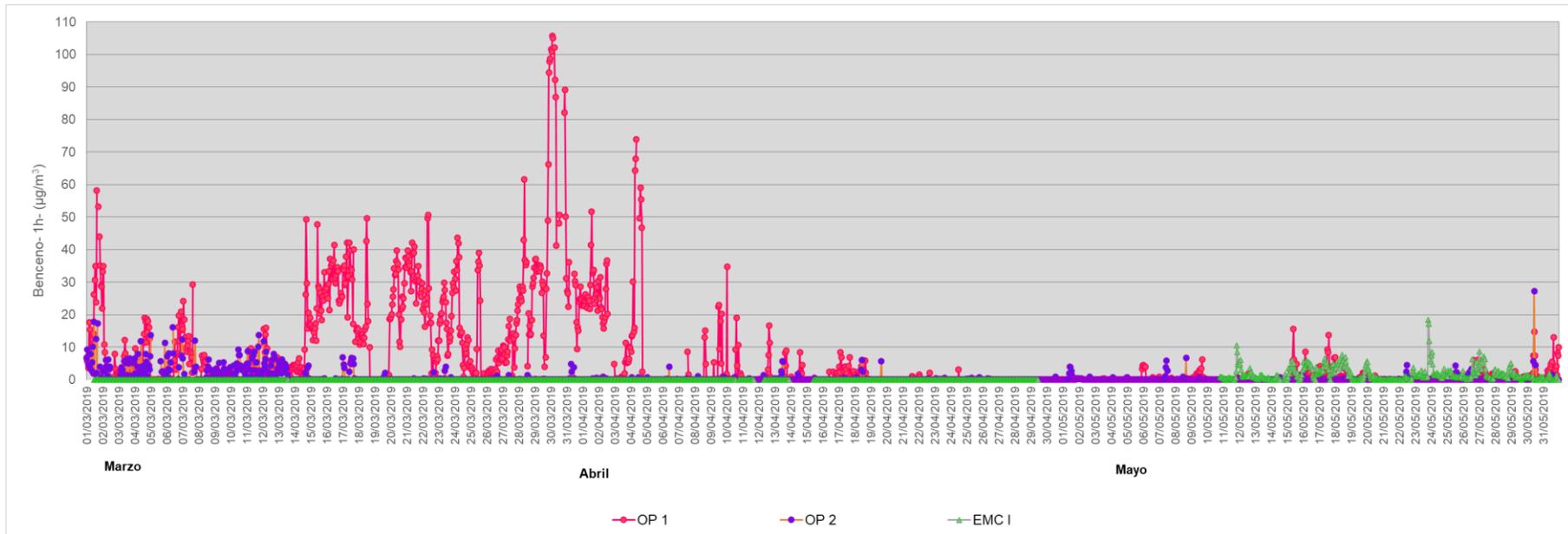


Figura 59. Rosas de contaminantes para Benceno medido en la EMC I, OP1 y OP2 en Dock Sud en los meses de marzo - mayo 2019. Se presentan los valores promedio de concentración de benceno ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) para las 16 direcciones de viento.



Es importante destacar que el mapa de la Figura 59 no se encuentra en escala respecto a la rosa de contaminantes realizada y que este análisis constituye solo una herramienta estimativa para identificar las direcciones de vientos predominantes respecto a las concentraciones horarias de benceno medidas en los sitios de monitoreo. Los puntos en el centro de las rosas representan la ubicación de cada una de las estaciones de monitoreo y la línea verde las mayores concentraciones de benceno en las respectivas direcciones de viento.

2. MONITOREO DISCONTINUO Y MANUAL DE LA CALIDAD DEL AIRE

Durante las campañas de monitoreo puntual, ejecutadas por la APra, se monitorearon los siguientes parámetros:

- Monóxido de carbono;
- Monóxido de nitrógeno, dióxido de nitrógeno, óxidos de nitrógeno totales;
- Material particulado sedimentable;
- Compuestos Orgánicos Volátiles (VOCs): benceno (C_6H_6), tolueno ($C_6H_5-CH_3$), etilbenceno ($C_6H_5-CH_2CH_3$) y xilenos ($C_6H_4-(CH_3)_2$): m-p xileno y o-xileno.

Son de aplicación las siguientes normas para la medición y determinación de los compuestos antes mencionados:

- Monóxido de carbono: por Retención en cámara inerte tedlar y fotometría de infrarrojo no dispersivo. Periodo de captación 60 minutos.
- Óxidos de nitrógeno: por Espectrofotometría UV Visible. Periodo de captación 60 minutos.
- Material Particulado sedimentable: por American Society of Testing Materials (ASTM) Periodo de captación 30 días.
- Compuestos Orgánicos Volátiles (BTX discriminados): por Cromatografía Gaseosa acoplada a Espectrometría de Masas (GC-MS) con Desorción Térmica. Periodo de captación 40 minutos.

En las Figuras 60 y 61 se presentan los sitios de monitoreo para los diferentes parámetros monitoreados en el ámbito de la Cuenca.

Figura 60. Puntos de monitoreo puntual APra, mediciones de monóxido de nitrógeno (NO), dióxido de nitrógeno (NO_2), óxidos de nitrógeno (NO_x) y monóxido de carbono (CO).



Tabla 11. Valores de concentración de monóxido de nitrógeno (NO), dióxido de nitrógeno (NO₂), óxidos de nitrógeno (NO_x) y monóxido de carbono (CO) para los puntos Puente La Noria, Puente Uriburu y Prefectura (período marzo - mayo 2019).

Día	Ubicación	NO (ug/m ³)	NO ₂ (ug/m ³)	NO _x (ug/m ³)	CO (mg/m ³)
14/03/2019	Puente La Noria	10,00	10,00	30,00	0,82
	Puente Uriburu	-	-	-	1,80
	Dest. Prefectura	-	-	-	1,15
21/03/2019	Puente La Noria	-	-	-	0,33
	Puente Uriburu	40,00	30,00	70,00	1,31
	Dest. Prefectura	-	-	-	0,33
22/03/2019	Puente La Noria	-	-	-	2,62
	Puente Uriburu	-	-	-	3,93
	Dest. Prefectura	60,00	30,00	90,00	1,80
04/04/2019	Puente La Noria	20,00	20,00	40,00	1,15
	Puente Uriburu	-	-	-	1,96
	Dest. Prefectura	-	-	-	0,98
17/04/2019	Puente La Noria	-	-	-	2,45
	Puente Uriburu	40,00	30,00	70,00	1,64
	Dest. Prefectura	-	-	-	1,47
24/04/2019	Puente La Noria	-	-	-	1,80
	Puente Uriburu	-	-	-	2,13
	Dest. Prefectura	20,00	10,00	30,00	1,47
03/05/2019	Puente La Noria	140,00	40,00	180,00	1,47
	Puente Uriburu	-	-	-	2,13
	Dest. Prefectura	-	-	-	1,15
23/05/2019	Puente La Noria	-	-	-	1,47
	Puente Uriburu	30,00	40,00	80,00	2,78
	Dest. Prefectura	-	-	-	0,98
31/05/2019	Puente La Noria	-	-	-	1,31
	Puente Uriburu	-	-	-	1,64
	Dest. Prefectura	60,00	80,00	140,00	1,96

Tabla 12. Valores de concentración de material Particulado sedimentable para los puntos Soldati, Pompeya y Prefectura (período marzo - mayo 2019).

	Ubicación	Particulado Sedimentable (mg/cm ²)	Estándar (mg/cm ²)
Febrero	Soldati	3,189	1,000
	Pompeya	0,425	
	Dest. Prefectura	0,431	
Marzo	Soldati	-	
	Pompeya	0,327	
	Dest. Prefectura	0,347	
Abril	Soldati	1,031	
	Pompeya	0,522	
	Dest. Prefectura	0,561	

(*) El valor de material Particulado sedimentable del mes de marzo 2019 para el punto "Soldati" no pudo ser obtenido.

Tabla 13. Valores de concentración de Compuestos Orgánicos Volátiles para los puntos Puente La Noria, Puente Uriburu y Prefectura (período marzo - mayo 2019).

Día	Ubicación	Benceno (ug/m ³)	Tolueno (ug/m ³)	Etilbenceno (ug/m ³)	o-Xileno (ug/m ³)	m,p-Xileno (ug/m ³)
14/03/2019	Puente La Noria	2,00	5,00	1,00	1,00	2,00
	Puente Uriburu	-	-	-	-	-
	Dest. Prefectura	-	-	-	-	-
21/03/2019	Puente La Noria	-	-	-	-	-
	Puente Uriburu	6,00	20,00	3,00	4,00	11,00
	Dest. Prefectura	3,00	13,00	2,00	3,00	8,00
17/04/2019	Puente La Noria	6,00	25,00	5,00	6,00	15,00
	Puente Uriburu	10,00	45,00	8,00	3,00	15,00
	Dest. Prefectura	7,00	27,00	6,00	8,00	20,00

(*)Por cuestiones operativas no se consignan en el presente informe los análisis correspondientes al mes de mayo, que serán exhibidos en el informe trimestral de junio a agosto de 2019

3. EVALUACIÓN FUNDADA DE LOS RIESGOS PARA LOS DAÑOS EN LA SALUD QUE SIGNIFIQUE LA PRESENCIA DE LOS ELEMENTOS DETECTADOS.

El presente capítulo ha sido elaborado por la Dirección de Salud y Educación Ambiental de la ACUMAR.

3.1. INFORMACIÓN AMBIENTAL

El presente informe se elaboró en base a la información provista en:

- 1- El Informe Trimestral (Diciembre 2018 A Febrero 2019) De Monitoreo De Calidad De Aire Cuenca Matanza Riachuelo de la Agencia De Protección Ambiental de la Ciudad Autónoma De Buenos Aires (informe de Marzo de 2019).
- 2- El Informe Mensual De Prórroga II N°12 y el Informe Mensual Prórroga II N° 13 correspondientes a los meses de Marzo y Abril de 2019, sobre el monitoreo de la calidad del aire en la Cuenca Matanza-Riachuelo, realizado por ACUMAR.

Para el análisis se tomaron los datos informados para los puntos de monitoreo en la CABA y de los puntos de monitoreo de provincia de Buenos Aires, según el siguiente detalle:

Tabla 14. Estaciones de monitoreo relevadas por APrA y ACUMAR. Cuenca Matanza Riachuelo. Periodo diciembre de 2018 - abril de 2019¹.

Lugar	Estaciones De Monitoreo	Periodo Relevado	Responsable
CABA	<u>Monitoreo Continuo:</u> La Boca CIFA	Diciembre 2018, Enero 2019 Febrero 2019	APrA
	<u>Monitoreo Manual:</u> Puente La Noria; Puente Uriburu; Desembocadura Riachuelo (Destacamento De Prefectura La Boca)		
Pcia BA	<u>Dock Sud:</u> Estación De Monitoreo Continuo I (EMC I), Estación De Monitoreo De Tecnología Open Path 1 (OP1) Estación De Monitoreo De Tecnología Open Path 2 (OP2) <u>La Matanza:</u> Estación De Monitoreo Continuo II (EMC II)	Marzo 2019 Abril 2019	ACUMAR

En la Tabla 15 se presentan los contaminantes relevados por cada estación de monitoreo y la exacta ubicación de cada una de ellas.

¹ **Fuente:** Informe Trimestral De Monitoreo De Calidad De Aire Cuenca Matanza Riachuelo de la Agencia De Protección Ambiental de la Ciudad Autónoma De Buenos Aires; e Informes Mensuales De Prórroga II N°12 y N° 13 de la ACUMAR.

Tabla 15. Enumeración de los contaminantes relevados en cada estación de monitoreo. APRA y ACUMAR.

Lugar	Estaciones De Monitoreo	Ubicación	Contaminantes que mide
CABA (monitoreo continuo)	La Boca	Av. Brasil al 100	Monóxido de Carbono (CO) Dióxido de Nitrógeno (NO ₂) Material Particulado inferior a 10 µm (PM10)
	CIFA	Paseo Islas Malvinas S/N (Centro de Información y Formación Ambiental)	Monóxido de Carbono (CO) Dióxido de Nitrógeno (NO ₂)
CABA (monitoreo manual)	Puente La Noria,	Puente	Monóxido de Carbono (CO) Dióxido de Nitrógeno (NO ₂)
	Puente Uriburu	Puente	Monóxido de Nitrógeno (NO) Óxidos de Nitrógeno Totales (NO _x)
	Desembocadura Riachuelo	Destacamento de Prefectura La Boca	Material Particulado Sedimentable (PS) Compuestos Orgánicos Volátiles (VOCs)
Provincia de Buenos Aires (monitoreo continuo)	<u>Dock Sud:</u> EMC I	Radiodifusora Del Plata S.A	Monóxido de Carbono (CO) Dióxido de Nitrógeno (NO ₂) Dióxido de Azufre (SO ₂) Ozono (O ₃) Material Particulado inferior a 10 µm (PM10) Material Particulado inferior a 2.5 µm (PM2.5) Óxidos de Nitrógeno (NO _x) Monóxido de Nitrógeno (NO) Hidrocarburos Metánicos (HcM) Hidrocarburos No Metánicos (HcNM) Hidrocarburos Totales de Petróleo (HCT) Sulfuro de Hidrógeno (SH ₂) Benceno (C ₆ H ₆) Tolueno (C ₆ H ₅ CH ₃) Xilenos: m/p-Xilenos y o-Xileno (C ₆ H ₄ (CH ₃) ₂) Etilbenceno (C ₈ H ₁₀)
	<u>Dock Sud:</u> OP1	Entre los predios de Loginter y la Administración de Puertos	Benceno (C ₆ H ₆) Tolueno (C ₆ H ₅ CH ₃) Xilenos (m-Xilenos y p-Xileno) (C ₆ H ₄ (CH ₃) ₂)
	<u>Dock Sud:</u> OP2	Entre los predios de Shell y Decosur	
	<u>La Matanza:</u> EMC II	Predio de Aerofarma Laboratorios SACI	Monóxido de Carbono (CO) Dióxido de Nitrógeno (NO ₂) Dióxido de Azufre (SO ₂) Material Particulado inferior a 10 µm (PM10) Material Particulado inferior a 2.5 µm (PM2.5) Óxidos de Nitrógeno (NO _x) Monóxido de Nitrógeno (NO) Sulfuro de Hidrógeno (SH ₂)

3.1.1. RESULTADOS DE LOS MONITOREOS AMBIENTALES

CABA

El relevamiento, procesamiento y análisis de los datos fueron realizados por APrA para los meses de diciembre 2018, enero y febrero de 2019. Las estaciones de monitoreo continuo relevaron contaminantes criterio (Monóxido de Carbono; Dióxido de Nitrógeno; Material Particulado inferior a 10 µm); mientras que las estaciones de monitoreo manual relevaron además Óxidos de Nitrógeno Totales; Material Particulado Sedimentable y Compuestos Orgánicos Volátiles.

Según el informe los datos registrados por monitoreo continuo automático en la estación La Boca y CIFA para monóxido de carbono, dióxido de nitrógeno y material particulado respirable menor a 10 micras durante este período, en esa localización, resultaron inferiores a los límites establecidos en el Decreto 198/ 06, reglamentario de la Ley 1356 de la ciudad de Buenos Aires y la Resolución N° 2 de ACUMAR (2007).

En cuanto al monitoreo manual (cuenca baja del río) se analizaron las concentraciones de contaminantes atmosféricos: monóxido de carbono, monóxido de nitrógeno, dióxido de nitrógeno, óxidos de nitrógeno totales, material particulado sedimentable y Compuestos Orgánicos Volátiles (VOCs): benceno, tolueno, etilbenceno, durante los meses de diciembre 2018 a febrero 2019, en las localizaciones Puente La Noria, Puente Uruburu y Desembocadura Riachuelo en Destacamento de Prefectura La Boca, medidos por personal de la APrA.

De manera general, el informe concluye que los valores registrados durante el período evaluado para Monóxido de Carbono, Dióxido de Nitrógeno, Material Particulado menor a 10 micrones (PM10) se encontraron por debajo de los límites admisibles establecidos tanto por la Ley de la CABA N° 1.356 como por la Resolución ACUMAR N°2/ 2007. En el caso del Material Particulado Sedimentable (PS) se registró una concentración elevada, respecto del límite establecido por la Ley 1.356, en el mes de septiembre 2018 en la Estación La Boca. Para el caso de los Compuestos Orgánicos Volátiles, y al no estar regulados en las normativas citadas, se compararon con las concentraciones propuestas por la Ley Nacional 20.284 y el Decreto 831/93 reglamentario de la Ley 24.051, encontrándose sus concentraciones por debajo de los límites establecidos.

Provincia de Buenos Aires

ACUMAR elaboró los Informes De Prórroga II N°12 y N° 13 correspondientes a los meses de Marzo y Abril de 2019, realizado con los datos relevados en 4 estaciones de monitoreo continuo automático ubicadas en los partidos de Avellaneda y La Matanza (ver detalle en Tabla 14). Las estaciones EMC I y II registraron información sobre los contaminantes clásicos o criterio que están contemplados en la Resolución ACUMAR 02/2007; y otros contaminantes que no han sido considerados en la normativa local. Las estaciones OP1 y

OP2, por su parte, recogieron información ambiental de compuestos orgánicos volátiles (VOCs), los cuales no están alcanzados por la norma de la Cuenca Matanza Riachuelo.

Según los informes presentados por ACUMAR para los meses de marzo y abril de 2019, se concluye que las concentraciones de los contaminantes clásicos o criterio no han superado lo regulado por la Resolución Nº 2/2007 de ACUMAR: Monóxido de Carbono (1 y 8 h), Material Particulado PM10 (24 h) ni Ozono (1 y 8 h). Durante el mes de abril de 2019 se registraron, sin embargo, elevaciones episódicas de las concentraciones máximas horarias que superaron a los valores de la Resolución Nº 2/2007 y que dieron origen a los informes de contingencia que se anexaron. Cada informe de contingencia intento establecer la causa de estos episodios de excedencia de los contaminantes involucrados y su impacto en la salud y calidad de vida de la población.

Las estaciones EMC I; EMC II; OP1 y OP2 registraron contaminantes no clásicos que no están contemplados en la Resolución Nº 2/2007 y para los que solo se presentan concentraciones máximas diarias: Hidrocarburos Metánicos; Hidrocarburos No Metánicos; Hidrocarburos Totales de Petróleo; Benceno; Tolueno; m,p-Xileno; o-Xileno; PM2.5; Sulfuro de Hidrógeno; Óxidos de Nitrógeno; Monóxido de Nitrógeno.

Los informes de ACUMAR ofrecen también un Inventario o Listado de Fuentes de Emisión a La Atmósfera en Dock Sud y en La Matanza.

3.2. POSIBLE IMPACTO A LA SALUD

En relación a las Enfermedades de Notificación Obligatoria (ENO) reportadas por los servicios de salud durante el año 2018 al Sistema Nacional De Vigilancia En Salud, no se observaron episodios de aumento en la frecuencia de enfermedades relacionadas a la contaminación del aire exterior. En CABA durante el año 2018, se notificaron 13.175 casos de enfermedades respiratorias agudas (IRA), lo que represento el 36% del total de las ENO, cifra similar reportada años anteriores.

En la provincia de Buenos Aires ocurrió algo similar. Durante el año 2018 en el partido de Avellaneda se reportaron 467 IRA, lo que represento el 9% del total de las ENO; en el partido de Lanús, las IRA representaron el 23% de las ENO (2.378 casos) y en Lomas de Zamora, las IRA representaron un porcentaje similar, el 28% (2.357 casos).

Las enfermedades relacionadas a la contaminación ambiental, como las infecciones respiratorias agudas y crónicas, reconocen en su etiopatogenia la multicausalidad, esto es que pueden exacerbarse o no por factores de ambiente y del huésped, así como por el acceso a la atención en salud.

Tabla 16. Factores que influyen la respuesta de los individuos o grupos a los contaminantes del aire ambiental.

Factores de susceptibilidad	Factores de vulnerabilidad /exposición
Enfermedad cardiopulmonar pre existente	Proximidad a una fuente fija
Factores genéticos	Proximidad a rutas/autopistas
Edad	Ocupación
Genero	Nivel de actividad
Raza/etnicidad	Uso de aire acondicionado
Embarazo	Exposición intra útero
Diabetes	Bajo nivel socio económico
Obesidad	Localización territorial (urbano vs rural)

3.3. INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA

A título informativo, se expone a continuación una descripción general sobre los efectos de la contaminación del aire exterior en las zonas urbanas, que no necesariamente se relaciona directamente con lo que sucede en la Cuenca Matanza Riachuelo.

3.3.1. INTRODUCCIÓN

El efecto de la contaminación del aire exterior es mayor en zonas urbanas, provoca deterioro en la salud de las poblaciones y es causa de problemas respiratorios y cardiovasculares, y existe gran caudal de evidencia sobre los probables efectos carcinogénicos de la contaminación del aire exterior e interior.

La Organización Mundial de la Salud (OMS) estima que a nivel mundial en 2016, aproximadamente el 58% de las muertes prematuras relacionadas con la contaminación atmosférica se debieron a cardiopatías isquémicas y accidentes cerebrovasculares, mientras que el 18% de las muertes se debieron a enfermedad pulmonar obstructiva crónica e infecciones respiratorias agudas, y el 6% de las muertes se debieron al cáncer de pulmón. Algunas de estas muertes pueden atribuirse a más de un factor de riesgo al mismo tiempo. Por ejemplo, tanto el consumo de tabaco como la contaminación del aire ambiente pueden provocar cáncer de pulmón. Algunas de las muertes por cáncer de pulmón podrían haberse evitado con la mejora de la calidad del aire ambiente o con la reducción del consumo de tabaco.

Una evaluación de 2013 realizada por la Centro Internacional de Investigaciones sobre el Cáncer de la OMS (IARC) determinó que la contaminación del aire exterior es carcinógena para el ser humano, y que las partículas del aire contaminado están estrechamente relacionadas con la creciente incidencia del cáncer, especialmente el cáncer de pulmón. También se ha observado una relación entre la contaminación del aire exterior y el aumento del cáncer de vías urinarias y vejiga.

El monitoreo de las concentraciones ambientales de ciertos contaminantes no garantiza la ausencia absoluta de riesgo para enfermar y morir. Se hace necesario entonces evaluar cuanto riesgo una sociedad es capaz de

soportar en pos del desarrollo local. Esta evaluación del riesgo considero los reportes epidemiológicos de la autoridad sanitaria en CABA y provincia de Buenos Aires para el periodo estudiado (diciembre 2018, enero, febrero, marzo y abril de 2019); las determinaciones ambientales de contaminantes clásicos regulados por todas las normas vigentes aplicables a las jurisdicciones estudiadas y el índice de peligro (IP) de cada contaminante según los datos reportados del monitoreo ambiental. Cabe mencionar que se revisaron asimismo las concentraciones de material particulado menor a 2.5 micras (PM2.5) y se calcularon los IP correspondientes ya que existe evidencia suficiente de su efecto carcinogénico en el hombre.

Diversos organismos locales, nacionales e internacionales han establecido estándares de calidad del aire ambiente para seis de los contaminantes del aire más comunes (monóxido de carbono, plomo, ozono a nivel del suelo, material particulado, dióxido de nitrógeno y dióxido de azufre), conocidos como Contaminantes Criterio Del Aire. La presencia de estos contaminantes en el aire ambiente se debe generalmente a fuentes de emisiones diversas y generalizadas. Los estándares primarios de calidad de aire están constituidos para proteger la salud pública. Generalmente la autoridad en la materia también establece concentraciones secundarias para proteger al público en general, de los efectos adversos de los contaminantes criterio, incluida la conservación de la visibilidad o el daño a los animales, los cultivos, o incluso los edificios.

Es necesario también destacar que las directrices de la OMS sobre la calidad del aire publicadas en 2005 (Guías de calidad del aire de la OMS relativas al material particulado, el ozono, el dióxido de nitrógeno y el dióxido de azufre) ofrecen orientación general relativa a umbrales y límites para contaminantes atmosféricos clave que entrañan riesgos sanitarios. Las directrices señalan que mediante la reducción de la contaminación con partículas (PM10) de 70 a 20 microgramos por metro cúbico ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) es posible reducir en un 15% el número de defunciones relacionadas con la contaminación del aire. Estas directrices se consideran y aplican en todo el mundo y se basan en la evaluación, realizada por expertos, de las pruebas científicas actuales concernientes a partículas (PM); ozono (O_3); dióxido de nitrógeno (NO_2) y dióxido de azufre (SO_2). Las directrices de la OMS sobre calidad del aire se encuentran actualmente en proceso de revisión y su publicación está prevista para 2020.

Tabla 17. Concentraciones de referencia de los contaminantes del aire exterior según distintas normas: Ley 1356/04 de la CABA; Resolución 02/2007 de ACUMAR y Guías de calidad del aire de la OMS relativas al material particulado, el ozono, el dióxido de nitrógeno y el dióxido de azufre, 2006.

Contaminante	Período	LEY 1356/04		Resol 02/2007		OMS
		mg/m ³	ppm	mg/m ³	ppm	µg/m ³
Dióxido de azufre SO ₂	Media Anual	0,08	0,03	0,079	0,03	-
	Media 24 hs.	0,365	0,14	0,367	0,14	20
	Media 3 hs.	1,3	0,5	1,309	0,5	500
Material Particulado PM10	Media Anual	0,05	-	0,05	-	20
	Media 24 hs.	0,15	-	0,15	-	50
Material Particulado PM2.5	Media Anual	0,015	-	-	-	10
	Media 24 hs.	0,065	-	-	-	25
Monóxido de carbono CO	Media 8 hs.	10	9	10	9	-
	Media 1 hora	40	35	40	35	-
Ozono O ₃	Media 8 hs	0,157	0,08	0,157	0,08	100
	Media 1 hora	0,235	0,12	0,236	0,12	
Dióxido de nitrógeno NO ₂	Media anual	0,1	0,053	0,1	0,053	40
	1 h	-	-	0,376	0,2	200
Plomo Pb	Media trimestral	0,0015	-	0,0015	-	-
Partículas sedimentables	1 mes	-	-	1 mg/cm ²	-	-
Benceno	-	-	-	-	-	-

Si analizan las concentraciones máximas permitidas por la normativa local vigente y los valores guía propuestos por OMS, tenemos, por ejemplo, que para el material particulado menor a 2.5 micras de diámetro (partículas respirables que ingresan a la pequeña vía aérea) la resolución 02/2007 de ACUMAR no regula su concentración ambiental y la ley 1356 dispone concentraciones mayores a las propuestas por OMS.

Para la cuantificación del peligro a partir de las concentraciones ambientales provistas por las agencias, se empleó el "índice de peligrosidad" (IP). El IP se emplea para efectos no cancerígenos y puede evaluarse tanto para una exposición crónica como para una exposición aguda. Este índice se calcula como la relación de la concentración promedio de cada contaminante y una concentración de referencia para exposición crónica o aguda. La exposición crónica se considera cuando se tienen períodos de exposición mayores a tres meses y la aguda para exposiciones de una hasta 24 horas. Un valor inferior a la unidad indica que no hay efectos en la salud.

Se consideraron solo los valores de los contaminantes clásicos o criterio ya que son sustancias que se liberan en grandes cantidades de gran variedad de fuentes y presentan un riesgo a la salud y bienestar humano en grandes regiones. Se seleccionaron las concentraciones máximas diarias u horarias según la sustancia analizada y se calculó el IP para exposiciones agudas.

Tabla 18. Índices de peligrosidad correspondientes a los contaminantes criterio según valores máximos informados. Cuenca Matanza Riachuelo. Periodo diciembre 2018-abril 2019.

Compuesto químico	Inhalación	Concentración en aire exterior	IP
	Aguda ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	Aguda ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Ozono	1.8×10^2	56,04	0,31
Dióxido de Azufre	6.6×10^2	4,11	0,01
PM10	1.2×10^2	589,75	4,91
Monóxido de carbono	--	--	--
Dióxido de nitrógeno	4.7×10^2	44,13	0,09

Para el caso de las exposiciones agudas, el material particulado PM10 es el componente que posee la mayor contribución al riesgo potencial a la salud ya que sobrepasa el valor de 1.

Sin embargo, al emplearse el IP de los otros contaminantes, se observa que la calidad del aire es poco favorable especialmente durante los episodios o eventos de concentraciones muy superiores a las normas.

3.3.2. CONSIDERACIONES TÉCNICAS SOBRE LOS CONTAMINANTES DEL AIRE EXTERIOR

Los contaminantes criterio son sustancias que se liberan en grandes cantidades de gran variedad de fuentes y presentan un riesgo a la salud y bienestar humano en grandes regiones. El dióxido de azufre, el dióxido de nitrógeno, el monóxido de carbono, material particulado y ozono son los contaminantes criterio. En términos generales, los efectos que causan estos contaminantes principalmente son agudos, pueden exacerbar enfermedades crónicas pre existentes y en el caso de las partículas respirables, existe evidencia de su poder carcinogénico. De los efectos agudos, se ha identificado que el incremento en la concentración ambiental de partículas (PM10) y ozono se encuentran relacionadas a un incremento en la tasa de mortalidad prematura (O'Neill et al. 2004a, b, De Pablo et al. 2006, Filleul et al. 2006, Ritz et al. 2006, Zhang et al. 2006).

3.3.3. DIÓXIDO DE AZUFRE (SO_2)

El SO_2 es un gas incoloro e inodoro en concentraciones bajas y de olor acre en concentraciones altas. Es producido por la combustión de combustibles fósiles³ que contienen azufre como el carbón y el petróleo y por varios procesos industriales, como la fundición de metales no ferrosos, la producción de ácido sulfúrico y la conversión de pulpa en papel. Cuando el SO_2 y los oxidantes fotoquímicos reaccionan en la atmósfera, se

forma el trióxido de azufre, el cual se combina con agua para formar ácido sulfúrico y partículas sulfatadas. Esto contribuye a la producción de lluvia ácida y al aumento de los niveles de material particulado PM10 y PM2.5 (OPS 2001).

La exposición a SO₂ puede afectar al sistema respiratorio y las funciones pulmonares, y causa irritación ocular. La inflamación del sistema respiratorio provoca tos, secreción mucosa y agravamiento del asma y la bronquitis crónica; asimismo, aumenta la propensión de las personas a contraer infecciones del sistema respiratorio. Los ingresos hospitalarios por cardiopatías y la mortalidad aumentan en los días en que los niveles de SO₂ son más elevados. También puede contribuir al incremento de la mortalidad, especialmente si las concentraciones de PM también son elevadas. Los asmáticos y las personas con enfermedades pulmonares obstructivas crónicas (EPOC) y con problemas cardíacos son los más sensibles a los efectos del SO₂, como así también adultos mayores y niños.

Estudios recientes que consideran la mezcla de fuentes vehiculares e industriales, han mostrado consistentemente efectos sobre mortalidad (total, cardiovascular y respiratoria), y admisiones hospitalarias de emergencia por causas respiratorias y enfermedades pulmonares obstructivas crónicas (EPOC), a bajos niveles de exposición (niveles medios anuales inferiores a 50 µg/m³; niveles diarios usualmente inferiores a 125 µg/m³). Estos resultados han demostrado, en algunos casos, persistir cuando los niveles de humo negro y las partículas suspendidas totales fueron controlados, mientras que en otros no se intentó separar los efectos de los contaminantes. No se pudieron identificar niveles obvios en estos estudios (OMS 2000).

Estudios controlados realizados con asmáticos que hacían ejercicio indicaron que pueden experimentar cambios en la función pulmonar y los síntomas respiratorios tras periodos de exposición al SO₂ de apenas 10 minutos. Estos resultados indican que la exposición de corto plazo a altas concentraciones de SO₂ puede irritar el tracto respiratorio y congestionar los conductos bronquiales de los asmáticos. Tomando como base estas pruebas, la OMS (OMS 2005), actualizó los valores guía para SO₂, recomendando que la concentración de SO₂ en períodos promedio de 10 minutos no debería superar los 500 µg/m³.

Para exposiciones prolongadas (más de 24 horas) el valor guía para SO₂ en 24 horas definido por la OMS (OMS 2005) es de 20 µg/m³. Esto se definió considerando la incertidumbre sobre la causalidad del SO₂; la dificultad práctica para obtener niveles que estén ciertamente asociados con la ausencia de efectos; y la necesidad de conseguir un grado de protección superior al que proporciona a 125 µg/m³ (OMS 2000), adoptándose como enfoque precautorio prudente un valor de 20 µg/m³. A su vez, es probable que la reducción de las concentraciones de SO₂ disminuya la exposición a otros contaminantes.

La OMS propone concentraciones máximas permitidas en aire exterior basado en el control de las emisiones de los vehículos de motor, las emisiones industriales y/o las emisiones de la producción de energía.

3.3.4. MATERIAL PARTICULADO

La naturaleza de ciertas actividades industriales hace que los contaminantes de preocupación con respecto a la calidad del aire con posible impacto en la salud pública sean aquellos relacionados con el polvo o material particulado (PM por su sigla en inglés), que incluyen las fracciones con diámetro aerodinámico respirable (PM10 y PM2.5), por cuanto se correlacionan directamente con la incidencia y prevalencia de enfermedades respiratorias y cardiovasculares, y los metales pesados (plomo, arsénico, cadmio, cromo, entre otros), tóxicos o nocivos para las personas, que pueden encontrarse en la composición química del material particulado.

Por ejemplo, para la OMS el nivel aceptable para plomo es de $0,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$, mientras que para PM10 es de $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Es por ello que es necesario el monitoreo conjunto de las concentraciones en aire tanto de los valores de material particulado como las sustancias químicas que entran en su composición, ya que en alguna circunstancia es posible satisfacer el valor aceptable para PM10 pero no para uno o más metales.

Tanto la Agencia Internacional para la Investigación del Cáncer (IARC) como la Organización Mundial de la Salud (OMS) han designado al PM como Carcinogénico Grado 1, siendo considerado el agente más mortal de contaminación del aire debido a su capacidad de penetrar en los alvéolos y pasar al torrente sanguíneo, causando mutaciones de ADN permanentes, efectos cardiovasculares y muerte prematura (OPS 2007; USEPA 2014).

El efecto del material particulado sobre la salud es altamente dependiente del tamaño de las partículas, pues el material fino posee la capacidad de ingresar al sistema respiratorio con mayor facilidad que las partículas más gruesas. En general, partículas con diámetros mayores a $15 \mu\text{m}$ no penetran en el sistema respiratorio y sus efectos en la salud se encuentran más bien relacionados con irritaciones oculares. Aquellas partículas entre 10 y $15 \mu\text{m}$ son retenidas en la parte alta del sistema respiratorio, causando irritación en la garganta y en las vías nasales. Si bien algunos autores reservan la categorización de "respirable" a las partículas con diámetro aerodinámico inferior a $4 \mu\text{m}$, la OMS en su última actualización de las GCA (OMS 2005) consideran respirables a las partículas cuyo diámetro aerodinámico es menor o igual que $10 \mu\text{m}$ (PM10). Se trata de partículas inhalables que por su tamaño pueden ingresar al sistema respiratorio y que tienden a permanecer en suspensión, aún con intensidades de viento muy bajas (aproximadamente 1 m/s), como las que se dan en condiciones de calma, debido a su reducida velocidad de caída (Parret 1992) o de sedimentación (alrededor de $0,007 \text{ m/s}$), pudiendo ser transportadas a distancias considerables e ingresar fácilmente en las viviendas. Las partículas con tamaño menor a $10 \mu\text{m}$ pueden afectar los bronquios, pudiendo dar origen a enfermedades como bronquitis o asma. Por último, se monitorean también las concentraciones en aire de fracciones más finas, que corresponden a las partículas con diámetro aerodinámico $<2.5 \mu\text{m}$ que pueden penetrar en los alvéolos pulmonares, produciendo neumoconiosis (por ejemplo, silicosis) y hasta cáncer en casos extremos, cuando la exposición a determinados agentes cancerígenos es prolongada en el tiempo.

La evidencia acumulada respecto de los efectos que genera el material particulado en suspensión en el aire sobre la salud de las personas es muy importante (OMS 2000; OMS 2005). Toda la población puede estar afectada, pero la susceptibilidad al material particulado puede variar con el estado de salud o la edad de los individuos, así como también en función de la composición química de las partículas.

Las exposiciones a material particulado, que experimentan con mayor intensidad las poblaciones urbanas, tanto en los países desarrollados como en vías de desarrollo, son motivo de regulación por parte de los Estados a fin de alcanzar niveles de calidad del aire que no den lugar a riesgos o efectos negativos significativos sobre la salud humana o el medio ambiente.

Para las exposiciones a PM10, la OMS recomienda dos valores como GCA (OMS 2005): uno para exposiciones prolongadas, establecido en 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ como promedio anual, ya que estos son los niveles más bajos con los cuales se ha demostrado, que la mortalidad total, cardiopulmonar y por cáncer de pulmón, aumenta en respuesta a la exposición prolongada al PM 2.5. por otro lado, y considerando exposiciones breves, la GCA ha definido en 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ como promedio para un período de 24 horas.

Concentraciones medias anuales de material particulado y su impacto en la salud por exposiciones prolongadas. GCA OMS 2005.		
PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	PM2.5 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Impacto en salud
70	35	Niveles asociados con un riesgo de mortalidad a largo plazo alrededor de un 15% mayor que con el valor guía.
50	25	A estos niveles se reduce el riesgo de mortalidad prematura en un 6% aproximadamente [2-11%]
30	15	A estos niveles se reduce el riesgo de mortalidad en un 6% [2-11%] aproximadamente en comparación con las concentraciones anteriores.

Los resultados de los estudios de series cronológicas de exposición diaria, en los que se examina la relación entre la exposición al PM2.5 y los efectos adversos agudos en la salud señalan que las medias de las exposiciones prolongadas (es decir, de 3 a 4 años) son del orden de 14 a 18 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Por consiguiente, se puede considerar que, según la bibliografía científica disponible, una concentración media anual de 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ estaría por debajo de la media para los efectos más probables, aunque no se puedan descartar los efectos adversos en la salud por debajo de dichos niveles.

Exposiciones breves

En relación con el Nivel Guía de Calidad del Aire para exposiciones breves (para PM10, establecido en 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ promedio en 24 horas) se publicaron numerosos estudios (Katsouyanni et al. 2001; Samet et al. 2000, Cohen et al. 2004; HEI International Oversight Committee 2004) realizados en diferentes países y regiones,

los cuales indican que, por cada $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ que aumenta la concentración de PM10 en aire ambiente por encima del Nivel Guía, la mortalidad diaria del colectivo de personas expuestas sube un 0,5%.

Los estudios tomados como referencia por la OMS, realizados en Europa (29 ciudades) y en los Estados Unidos (20 ciudades) notificaron efectos de mortalidad a corto plazo con concentraciones de PM10 del 0,62% y el 0,46% por $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (media de 24 horas), respectivamente. Se cita también un meta-análisis de los datos de 29 ciudades situadas fuera de Europa Occidental y de América del Norte, en el que se observó un efecto de mortalidad del 0,5% por $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$, muy parecido al obtenido para las ciudades asiáticas (0,49% por $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$). A partir de estos datos, la OMS señala que los riesgos para la salud asociados con exposiciones breves al PM10 probablemente son semejantes en las ciudades de los países desarrollados y en desarrollo, con un aumento de la mortalidad de alrededor del 0,5% por cada incremento de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en la concentración diaria. Por consiguiente, cabe suponer que la concentración aceptada por las regulaciones de muchos países (incluida la Argentina) de $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$ se asocia a un incremento aproximado de la mortalidad diaria del 5%, mientras que una concentración de $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ estaría asociada a un incremento aproximado de la mortalidad diaria del 2,5%.

3.3.5. MONÓXIDO DE CARBONO (CO)

El monóxido de carbono es un gas incoloro, sin olor ni sabor, no irritante, que se encuentra tanto en el aire puertos adentro como al aire libre. Se produce de la combustión incompleta del carbón. Es producido tanto por actividades humanas como por fuentes naturales. La fuente humana más importante de monóxido de carbono es el tubo de escape de automóviles (ATSDR 2009).

La exposición a niveles altos de monóxido de carbono puede ser fatal. En personas que inhalan monóxido de carbono se han descrito dolor de cabeza, náusea, vómitos, mareo, visión borrosa, confusión, dolor en el pecho, debilidad, falla cardíaca, dificultad para respirar, convulsiones y coma. Las personas que sufren de enfermedades al corazón o al pulmón son más susceptibles a los efectos del monóxido de carbono (ATSDR 2009).

Al ingresar al organismo, el CO se difunde rápidamente entre las membranas alveolares, capilares y placentarias. Aproximadamente de 80% a 90% del CO absorbido se une a la hemoglobina y forma carboxihemoglobina (COHb), que es un marcador biológico específico de exposición en la sangre. La afinidad de la hemoglobina al CO es 200 a 250 veces mayor que al oxígeno. El COHb, reduce la capacidad de la sangre para transportar oxígeno e inhibe la descarga de oxígeno de la hemoglobina. Estas son las principales causas de la hipoxia tisular producida por el CO en niveles de exposición bajos. En concentraciones mayores, el resto del CO absorbido se une con otras hemoproteínas heme como la mioglobina, la citocromo oxidasa y el citocromo P-450. Los efectos tóxicos del CO se hacen evidentes primero en los órganos y tejidos que consumen altas cantidades de oxígeno, como el cerebro, el corazón, el músculo esquelético de alta

intervención en los ejercicios y el feto en desarrollo. La incidencia de hipoxia grave debido a la intoxicación aguda por CO puede conducir tanto a daños reversibles de corto plazo como a deficiencias neurológicas o daños neurológicos graves y con frecuencia diferidos (OMS 2000).

Los datos epidemiológicos y clínicos indican que el CO que proviene del tabaquismo y de exposiciones ambientales u ocupacionales puede contribuir a la mortalidad cardiovascular y al desarrollo prematuro del infarto del miocardio. Los datos actuales de estudios epidemiológicos y experimentales en animales indican que en los países desarrollados las exposiciones ambientales normales al CO no tendrían efectos aterogénicos en los seres humanos (OMS, 1999a).

Para proteger a los no fumadores, a las personas de mediana y tercera edad con enfermedades coronarias documentadas o latentes causadas por ataques cardíacos agudos y a los fetos de madres no fumadoras de efectos hipóxicos adversos, la OMS establece que el nivel de COHb no debe ser mayor de 2,5% (OMS 2000). Los valores guía (valores redondeados de ppm) y periodos ponderados de exposición se han determinado de tal modo que no se excede el nivel de 2,5% de COHb, ni siquiera cuando un individuo normal realiza ejercicio ligero o moderado. Los valores guía que establece la OMS para el CO son 100 mg/m³ (90 ppm) por 15 minutos, 60 mg/m³ (50 ppm) por 30 minutos, 30 mg/m³ (25 ppm) por una hora y 10 mg/m³ (10 ppm) por 8 horas (OMS 2000).

3.3.6.OZONO

El ozono se forma en la atmósfera mediante reacciones fotoquímicas en presencia de luz solar y contaminantes precursores, como los óxidos de nitrógeno (NOx) y diversos compuestos orgánicos volátiles (COV). Se destruye en reacciones con el NO₂ y se deposita en el suelo (OMS).

Al nivel de suelo, el ozono es perjudicial para la salud, ya que puede causar tos, dificultad para respirar y afectación pulmonar. La exposición al ozono puede aumentar la susceptibilidad de los pulmones a las infecciones, agravar las enfermedades pulmonares, aumentar la frecuencia de los ataques de asma así como el riesgo de muerte temprana a raíz de cardiopatías o enfermedades pulmonares (EPA 2016).

El ozono, por su alta reactividad en presencia de compuestos orgánicos con doble enlace, como por ejemplo proteínas y elementos constitutivos de las células, conduce a transformaciones químicas que pueden dar lugar a mutaciones a nivel celular, cuando esta sustancia penetra al organismo a través de las vías respiratorias. Es uno de los contaminantes de mayor estudio en el campo epidemiológico por sus efectos nocivos sobre la salud humana (Moragues 1999).

Existen numerosos estudios epidemiológicos que demostraron asociaciones positivas, entre la mortalidad diaria y los niveles de ozono, que son independientes de los efectos del material particulado. En base a estos resultados, junto las pruebas obtenidas en estudios tanto de laboratorio como de campo, la OMS definió como GCA un valor de 100 µg/m³ (media máxima diaria de ocho horas (OMS 2005).

Diversos estudios europeos han revelado que la mortalidad diaria y mortalidad por cardiopatías aumentan un 0,3% y un 0,4% respectivamente con un aumento de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en la concentración de ozono (OMS 2005). Según la OMS, tomando como base varios estudios de series cronológicas, se estima que el número de muertes que se le pueden atribuir aumenta un 1-2% en los días en los que la concentración media de ozono durante ocho horas llega a $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$, por encima del que se registra cuando los niveles de ozono están en un nivel de referencia de $70 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Hay algunos datos que parecen indicar que la exposición prolongada al ozono puede tener efectos crónicos, pero no son suficientes para recomendar un valor guía anual.

A medida que aumentan las concentraciones de ozono por encima del valor guía, los efectos en la salud de la población son cada vez más numerosos y graves. Dichos efectos se pueden presentar en lugares en los que las concentraciones ya son elevadas debido a actividades humanas o suben durante episodios de clima muy caluroso.

Se considera que cuando las concentraciones durante ocho horas son superiores a $240 \mu\text{g}/\text{m}^3$ existe la probabilidad de efectos significativos en la salud. Esta conclusión se basa en los resultados de un gran número de estudios de inhalación clínica y en condiciones de campo. Cabe suponer que tanto los adultos sanos como los asmáticos experimentan una reducción considerable de la función pulmonar, así como inflamación de las vías respiratorias, que provocaría síntomas y alteraría el rendimiento.

Hay también otros motivos de preocupación por el aumento de la morbilidad respiratoria en los niños. De acuerdo con las pruebas obtenidas en series cronológicas, la exposición a concentraciones de ozono de esta magnitud daría lugar a un aumento del número de muertes que se le pueden atribuir de un 5-9% con respecto a la exposición al nivel de fondo estimado.

3.3.7. DIÓXIDO DE NITRÓGENO (NO_2)

El dióxido de nitrógeno (NO_2) es un producto formado por oxidación del monóxido de nitrógeno (NO) el cual es producido durante el quemado de combustibles fósiles por oxidación del nitrógeno del aire. El NO_2 es disociado por la luz solar produciendo NO y un átomo de oxígeno. Este último se combina con oxígeno molecular para dar ozono (O_3) el cual no se acumula puesto que se combina con el NO para producir nuevamente NO_2 . El proceso es continuo y se establece una concentración de equilibrio de cada especie (Morgues 2000). El NO_2 es, en presencia de hidrocarburos y luz ultravioleta, la principal fuente de ozono troposférico y de aerosoles de nitratos, que constituyen una fracción importante de la masa de $\text{PM}_{2.5}$ del aire ambiente (OMS 2005).

Las concentraciones ambientales de NO_2 en el aire son variables. Entre las 6 y las 8 horas, cuando aumenta la actividad urbana, la concentración de CO y NO , aumenta dramáticamente; y debido al aumento de la radiación solar ultravioleta, aumenta la concentración de NO_2 a partir del NO . Cuando la concentración de NO cae a niveles muy bajos (menor del 0,1 ppm) los oxidantes fotoquímicos comienzan acumularse y

alcanzan un pico al mediodía. El aumento del tráfico de automotores por la tarde causa un nuevo aumento en la concentración de NO. Aún en ausencia de luz solar, se continúa formando el NO₂ a partir del NO por acción del ozono, hasta que el aporte del O₃ se agota (Moragues 1999). En las ciudades donde el tránsito vehicular es denso o tiende a aumentar, se observan los niveles de contaminación más altos y curvas ascendentes (OMS 2000).

Al igual que el SO₂, el NO₂ es otro de los contaminantes gaseoso que poseen carácter ácido. Su acción se manifiesta mediante la descomposición del NO₂ con la humedad presente en el sistema respiratorio, transformándose en ácido nítrico (HNO₃) y nitroso (HNO₂). Dado que el NO₂ es un gas relativamente insoluble en agua pasa a través de la tráquea y bronquios, relativamente secos, alcanzando el área húmeda de los pulmones (los alvéolos) donde forma los ácidos mencionados, ambos irritantes y corrosivos para la cubierta mucosa de los pulmones (Moragues 1999). Al igual que el SO₂, los individuos que padecen de asma son más susceptibles de desarrollar una respuesta de constricción bronquial (OMS 2000).

El NO₂ se ha utilizado en numerosos estudios epidemiológicos como marcador de la mezcla de contaminantes relacionados con la combustión, en particular los que emiten el tráfico por carretera o las fuentes de combustión en espacios cerrados. En estos estudios, los efectos observados en la salud se podrían haber asociado también con otros productos de la combustión, como las partículas ultrafinas, el óxido nitroso (NO), el material particulado o el benceno. Aunque en varios estudios, realizados tanto en espacios abiertos como cerrados, se ha tratado de concentrar la atención en los riesgos del NO₂ para la salud, a menudo es difícil descartar la contribución de los efectos de estos otros contaminantes, muy relacionados con él. Por esto, no está claro hasta qué punto los efectos observados en los estudios epidemiológicos se pueden atribuir al propio NO₂ o a otros productos primarios o secundarios relacionados con la combustión con los que tiene una correlación característica (OMS 2005).

Para las exposiciones a NO₂, la OMS recomienda dos valores como Guías de Calidad del Aire (GCA): uno para exposiciones prolongadas, establecido en 40 µg/m³ como media anual, y otro para exposiciones breves, definido en 200 µg/m³ como promedio para un período de una hora. Los estudios experimentales realizados con animales y con personas indican que el NO₂, en concentraciones de corta duración superiores a 200 µg/m³, es un gas tóxico con efectos importantes en la salud. El valor guía de 40 µg/m³ (media anual) se estableció para proteger al público de los efectos del NO₂ gaseoso en la salud. El fundamento de esto es que, debido a que la mayoría de los métodos de reducción de la concentración son específicos para los NOx, no están concebidos para controlar otros contaminantes que los acompañan, pudiendo incluso aumentar sus emisiones. Sin embargo, si se vigila el NO₂ como marcador de mezclas complejas de la contaminación derivada de la combustión se debería utilizar un valor guía anual más bajo (OMS 2005).

Exposiciones prolongadas

A pesar de que se dispone de un gran número de estudios sobre la exposición aguda controlada en seres humanos, en varios de los cuales se emplearon concentraciones múltiples, no hay evidencia que muestre

una relación clara de concentración-respuesta para la exposición al NO₂, por lo que todavía no se cuenta con una base sólida que permita establecer un valor guía medio anual para el NO₂ mediante cualquier efecto tóxico directo. Sin embargo, se han obtenido pruebas que hacen aumentar la preocupación por los efectos en la salud asociados con mezclas de contaminación del aire de espacios abiertos que contienen NO₂.

Se ha demostrado que el NO₂ puede tener una variación espacial superior a la de otros contaminantes del aire relacionados con el tráfico, como por ejemplo la masa de partículas. También se encontraron efectos adversos en la salud de los niños que vivían en zonas metropolitanas caracterizadas por niveles más elevados de NO₂, incluso en los casos en los que el nivel global en toda la ciudad era relativamente bajo.

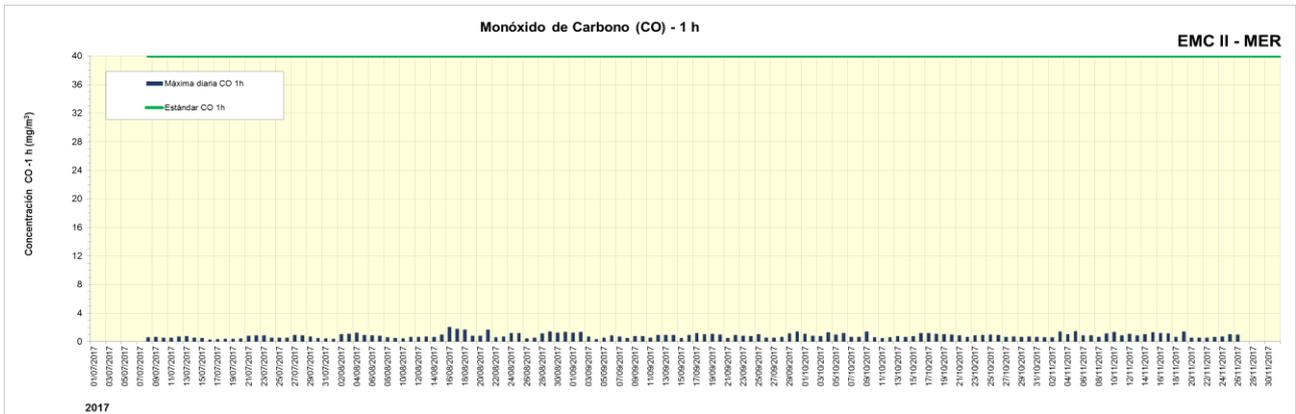
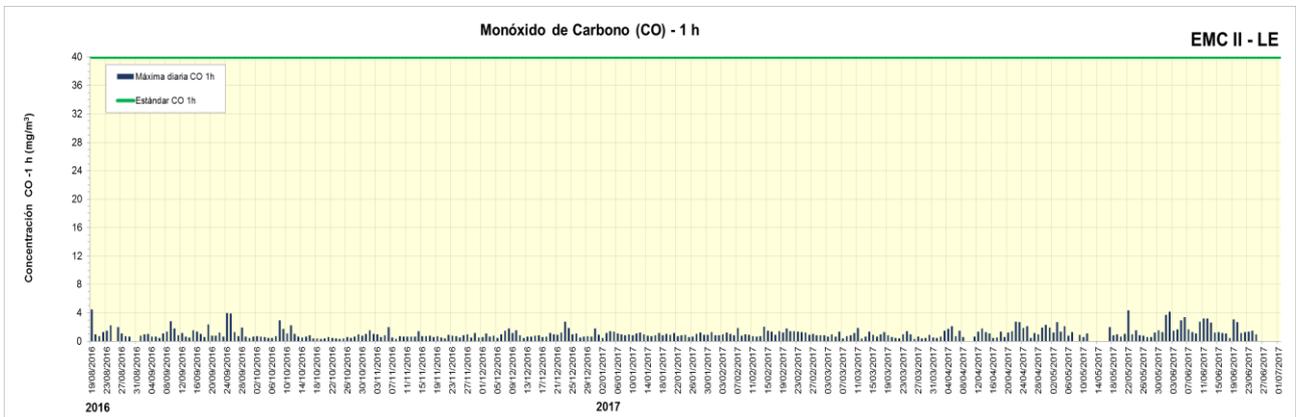
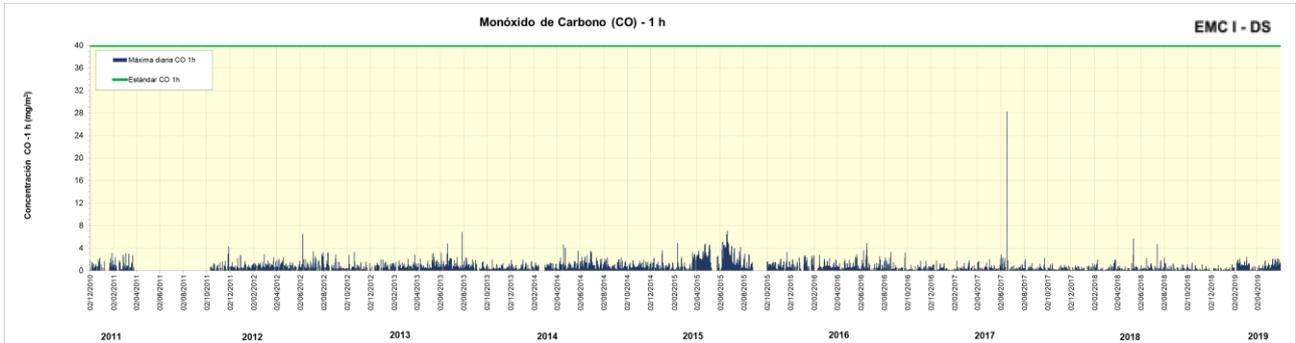
En estudios recientes realizados en espacios cerrados, se han obtenido pruebas de efectos en los síntomas respiratorios de los lactantes con concentraciones de NO₂ por debajo de 40 µg/m³. Estas asociaciones no se pueden explicar completamente por la exposición simultánea a PM, pero se ha indicado que la asociación observada se podría explicar en parte por otros componentes de la mezcla (como el carbono orgánico y el vapor de ácido nitroso). Si bien ningún estudio sustenta claramente la selección de un valor numérico específico para una guía promedio anual, es necesario proteger al público de exposiciones crónicas al NO₂, y dado que no se ha puesto en tela de juicio en estudios más recientes, la OMS mantiene dicho valor guía en 40 µg/m³, establecido en el año 1997 (OMS 1997c).

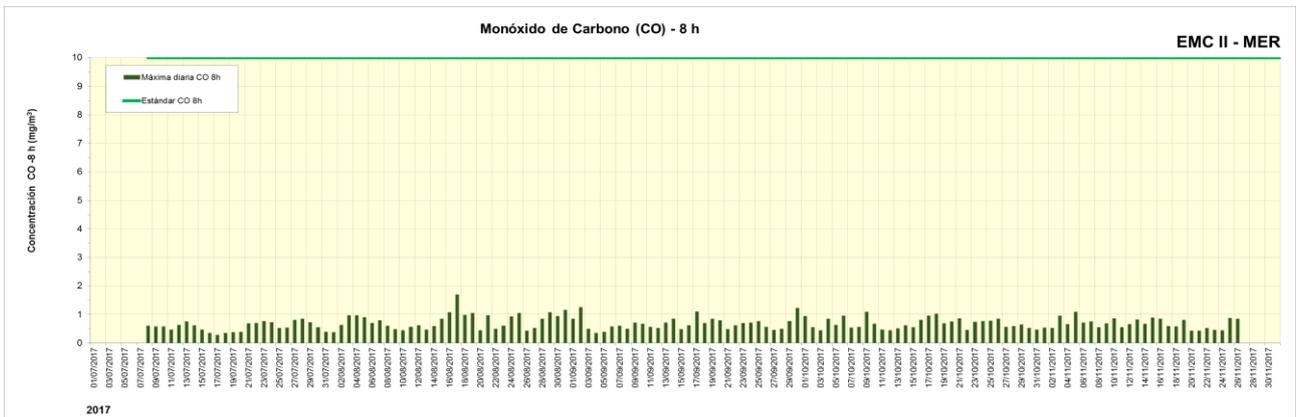
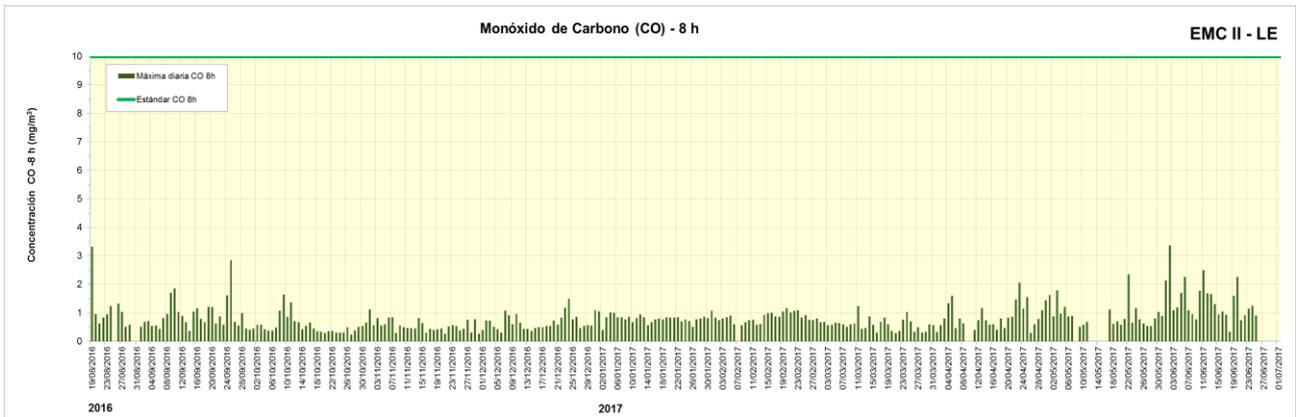
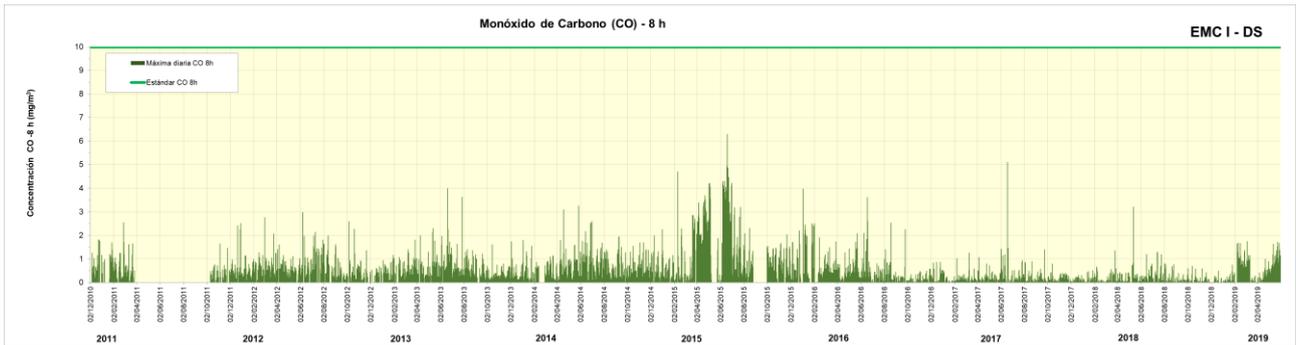
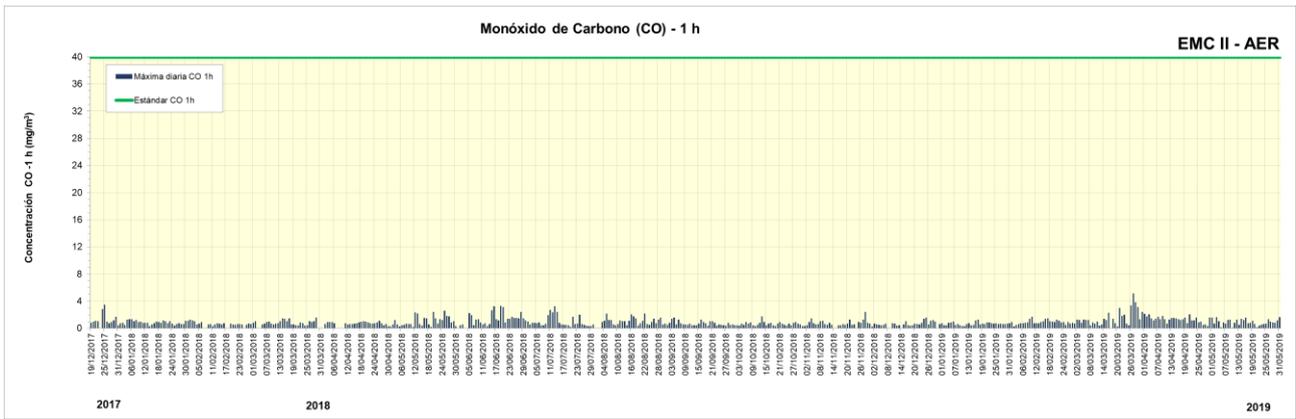
Exposiciones breves

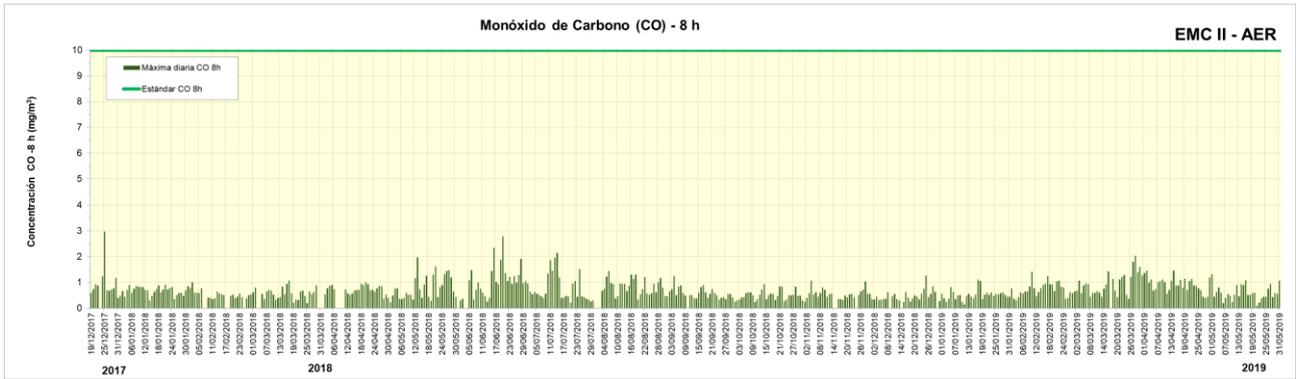
En varios estudios experimentales de toxicología humana de corta duración se han notificado efectos agudos en la salud tras la exposición a concentraciones de más de 500 µg/m³ de NO₂ durante una hora. Aunque el nivel más bajo de exposición al NO₂ que ha mostrado un efecto directo en la función pulmonar de los asmáticos en más de un laboratorio es de 560 µg/m³, los estudios realizados sobre la capacidad de respuesta bronquial en los asmáticos parecen indicar que aumenta con niveles superiores a 200 µg/m³. En base a estos antecedentes, la OMS definió en el año 2000 el valor guía en 200 µg/m³ de NO₂ como promedio para una hora (OMS 2000).

ANEXO I: GRÁFICOS HISTÓRICOS PARA LAS ESTACIONES DE MONITOREO CONTINUO EMC I Y EMC II

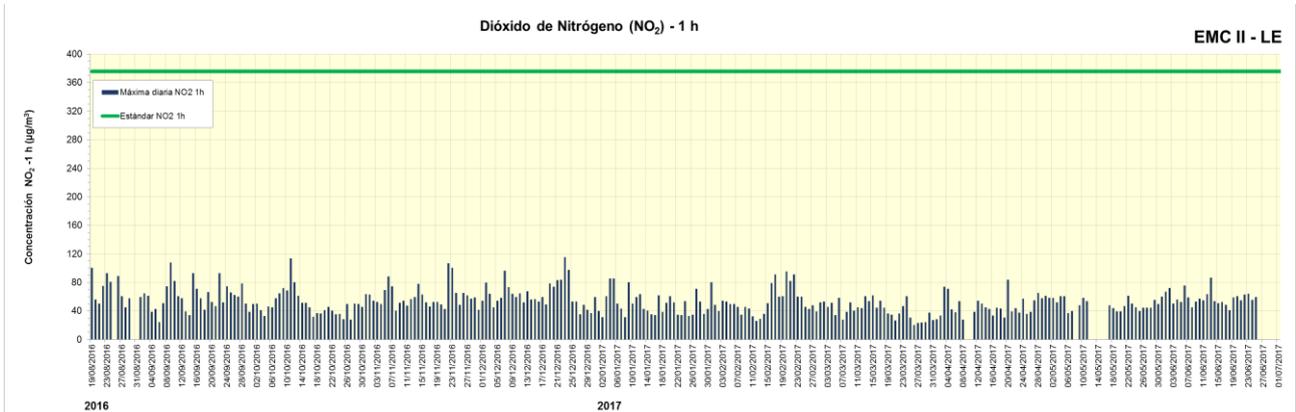
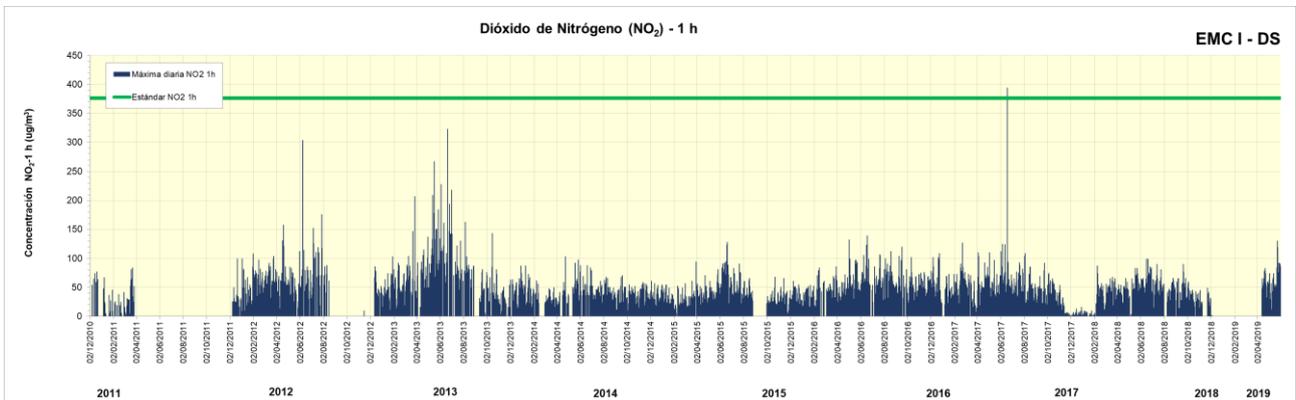
Monóxido de carbono (1 y 8 h)

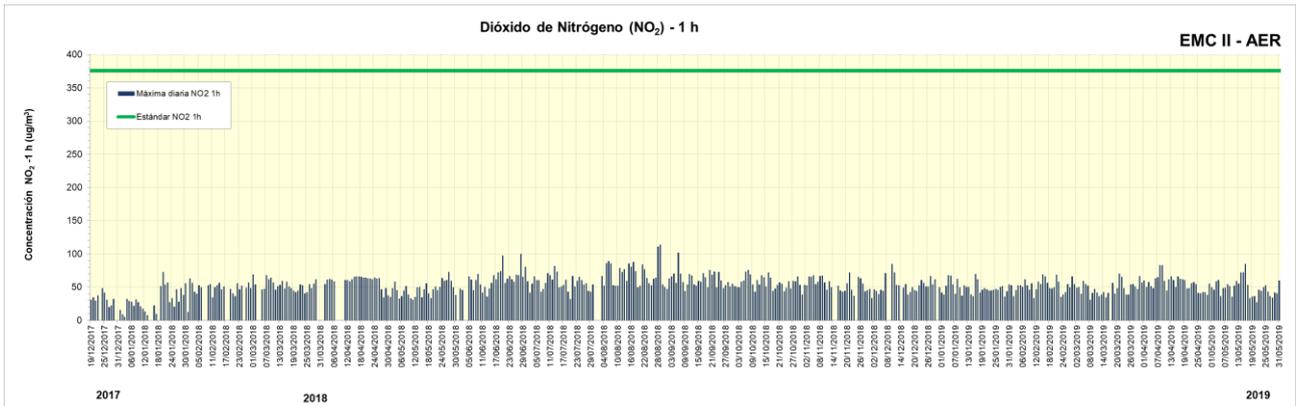
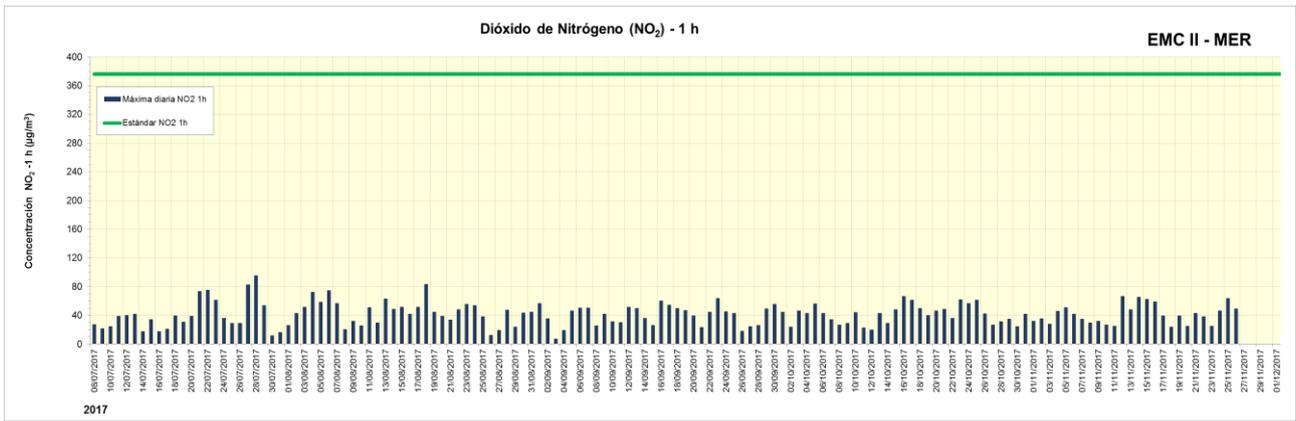




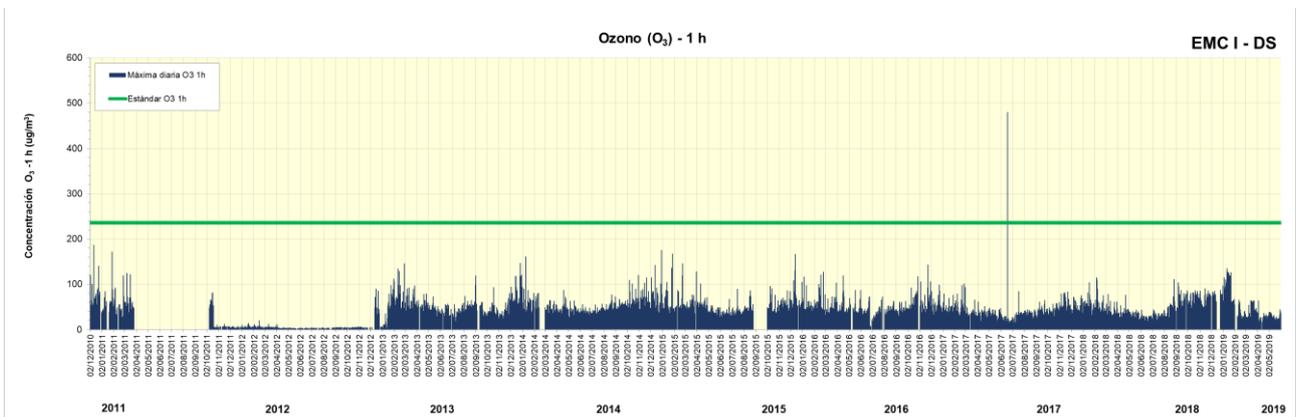


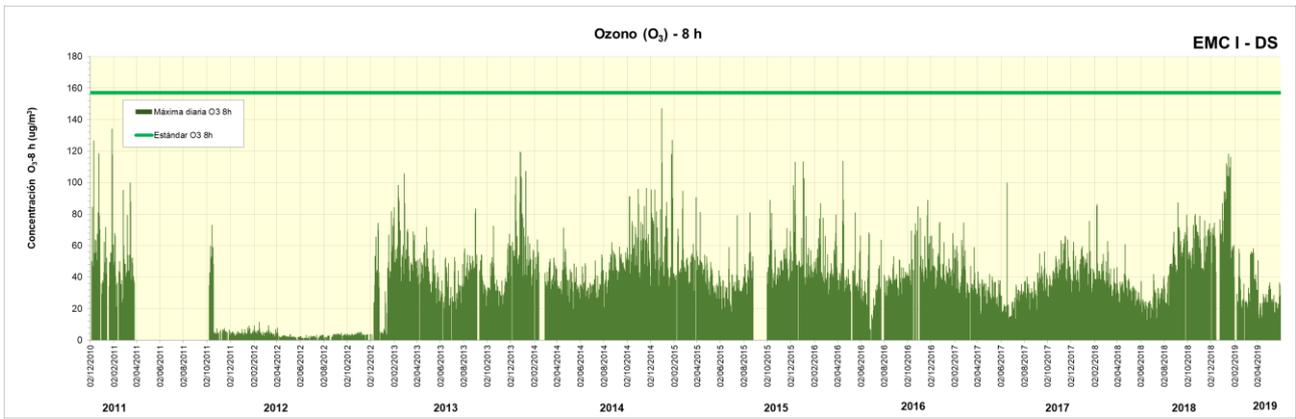
Dióxido de nitrógeno (1 h)



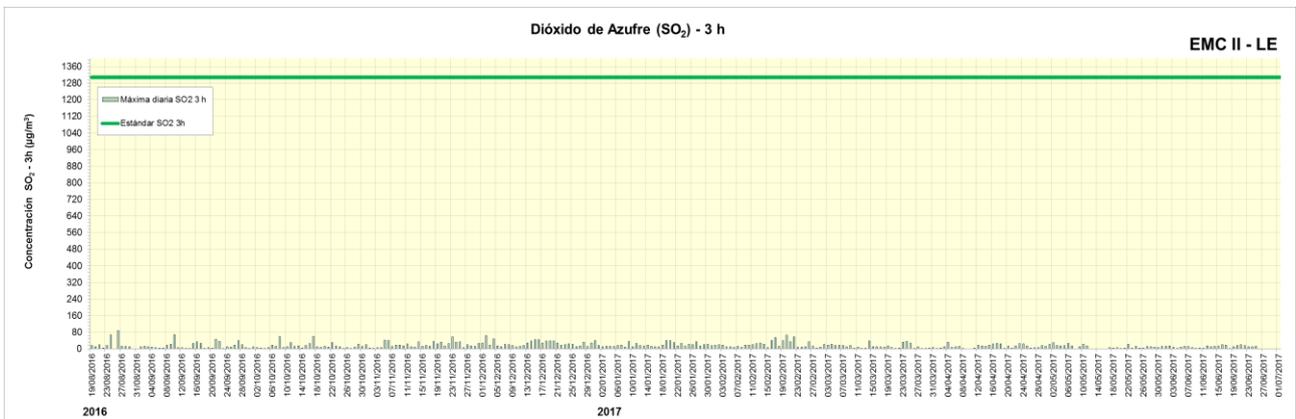
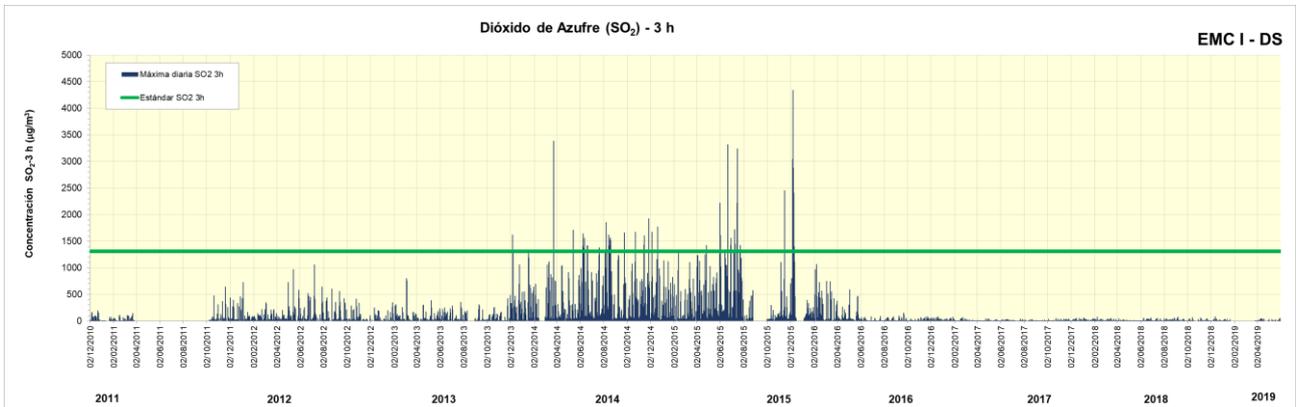


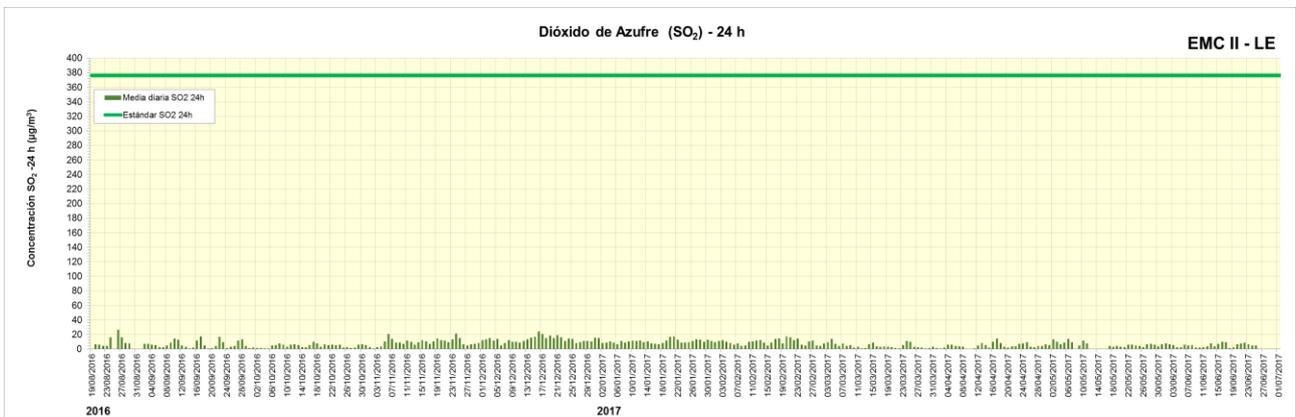
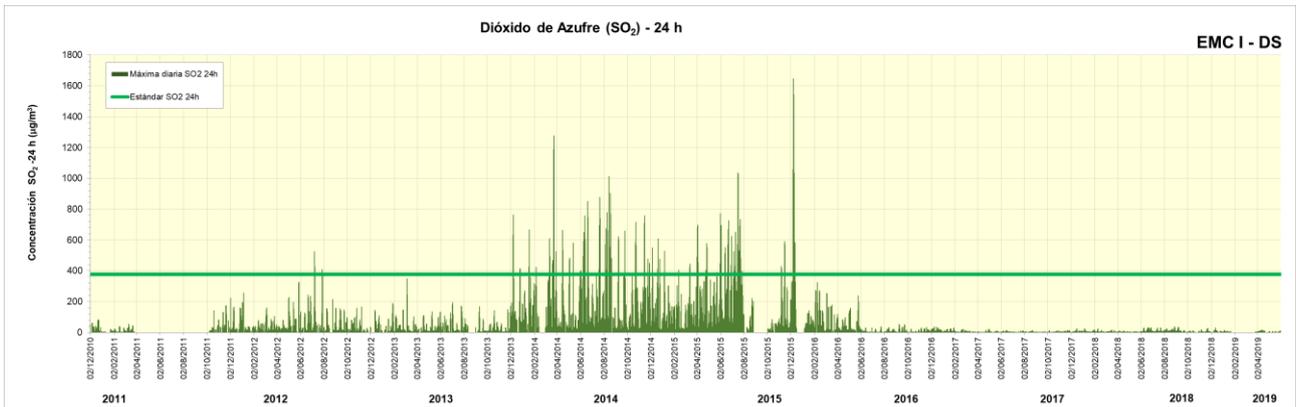
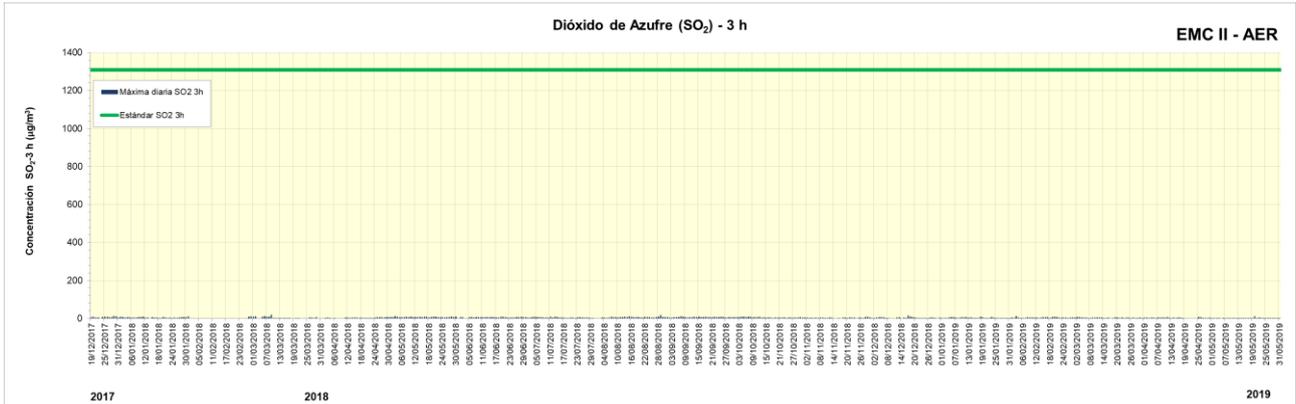
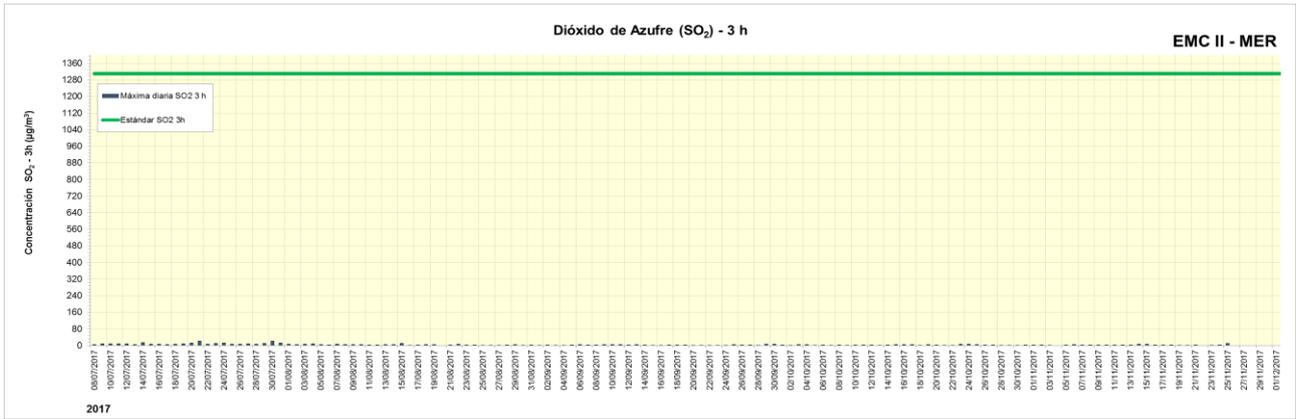
Ozono (1 y 8 h)

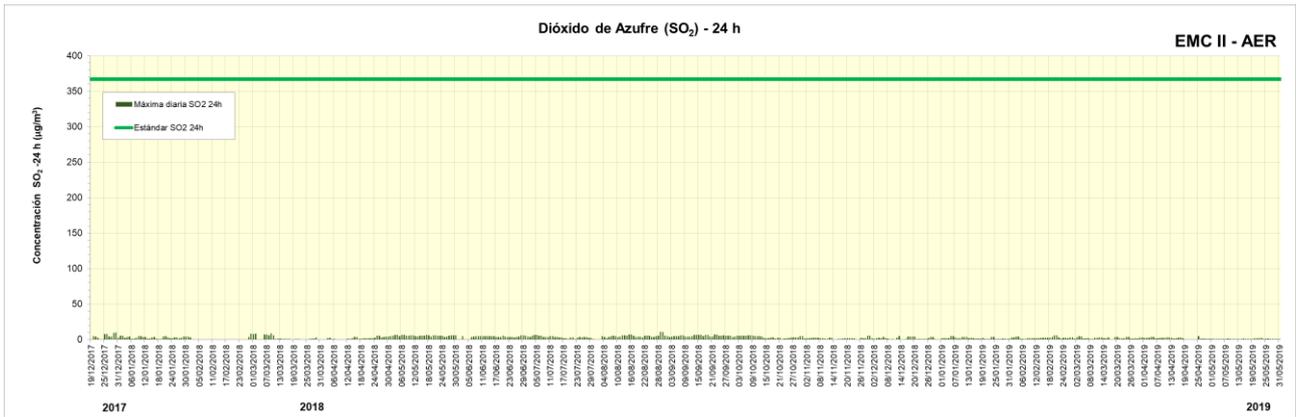
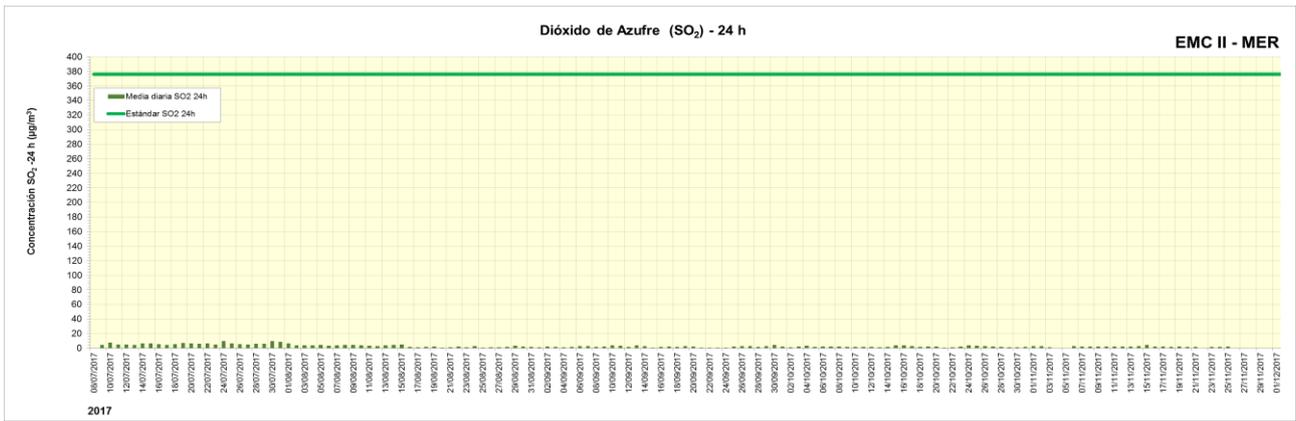




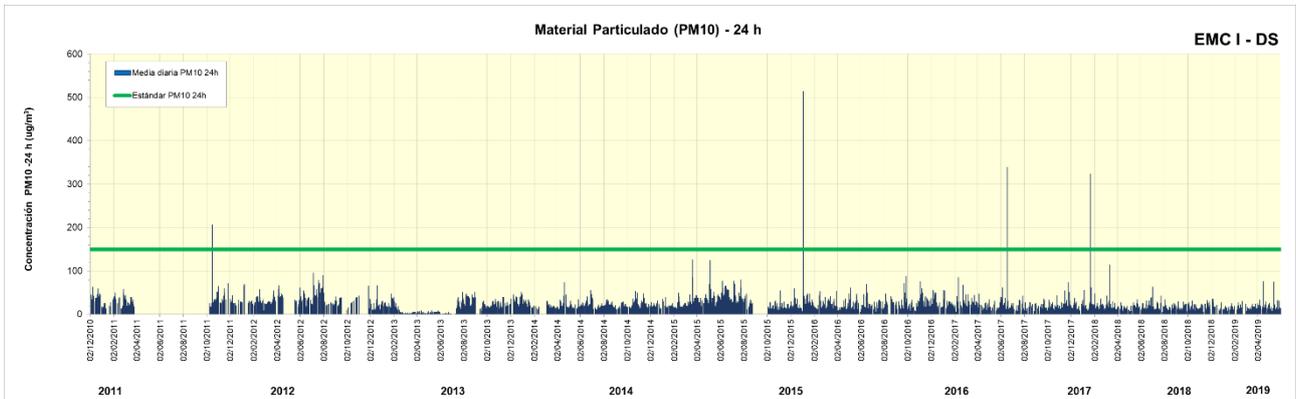
Dióxido de azufre (3 y 24 h)

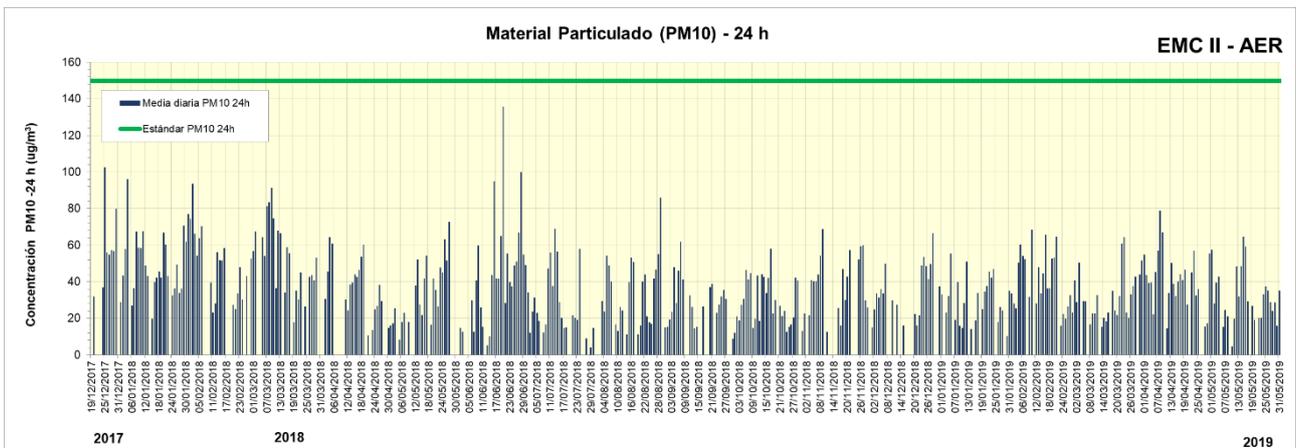
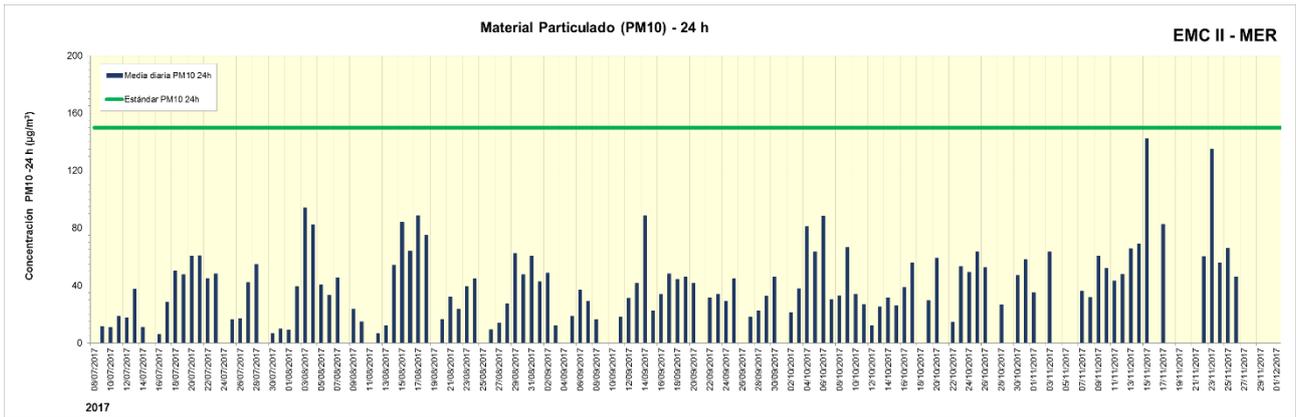
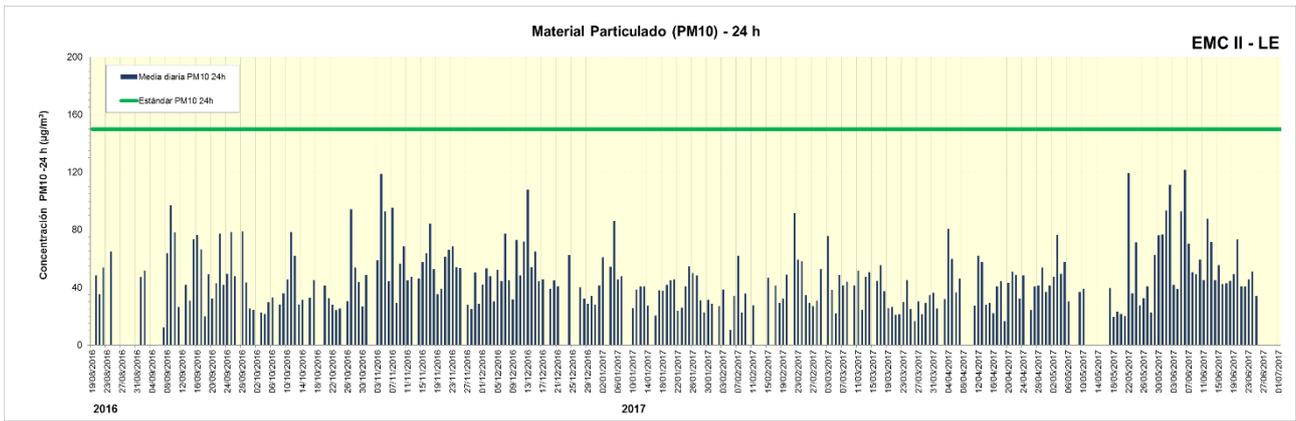






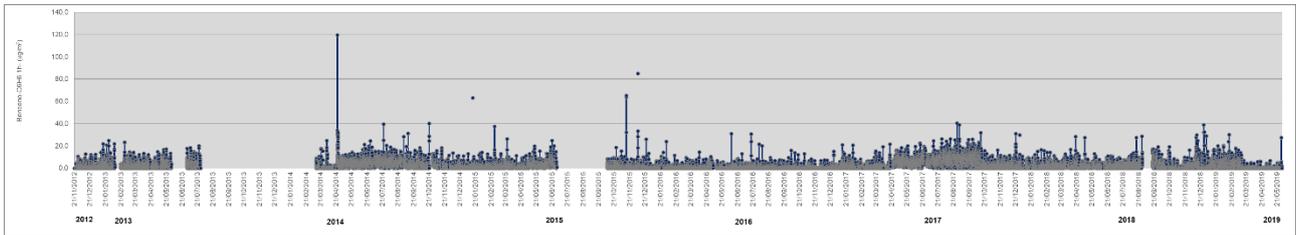
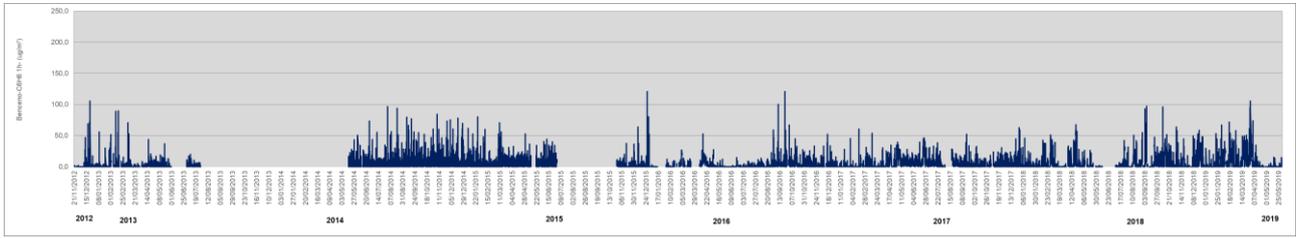
Material Particulado PM10 (24 h)



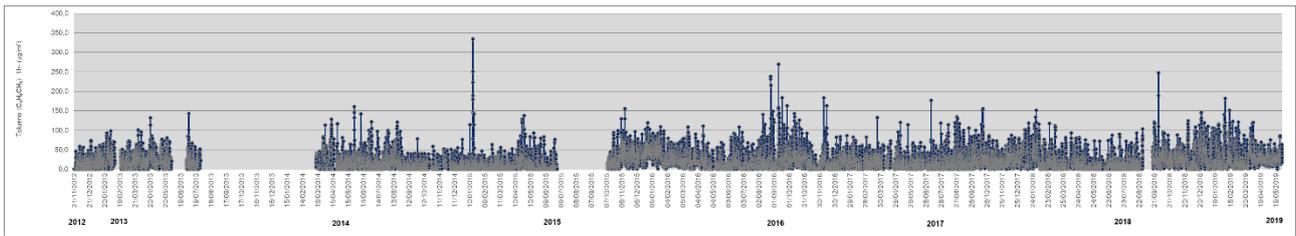
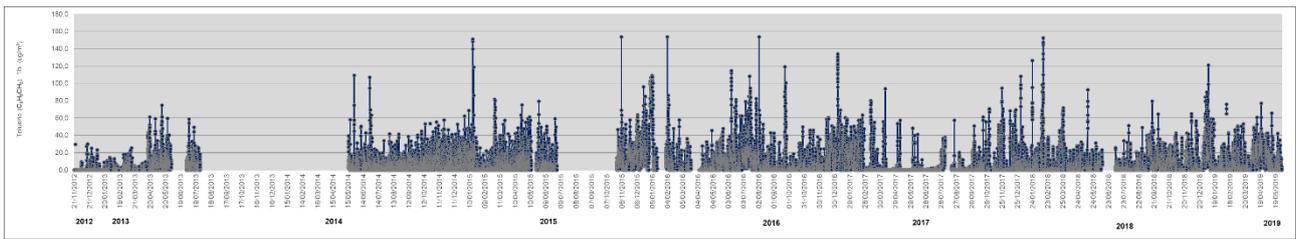


ANEXO II: GRÁFICOS HISTÓRICOS PARA LOS EQUIPOS OPEN PATH (OP1 Y OP2)

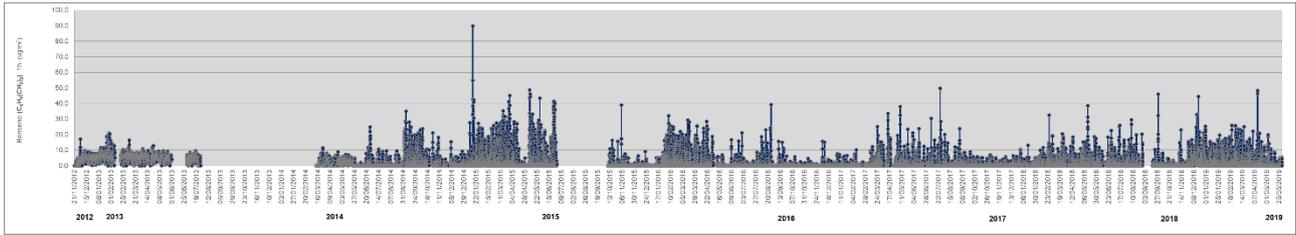
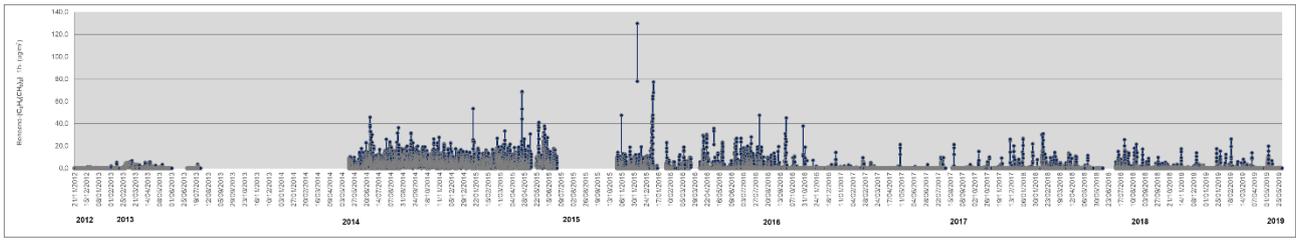
Benceno (1 h)



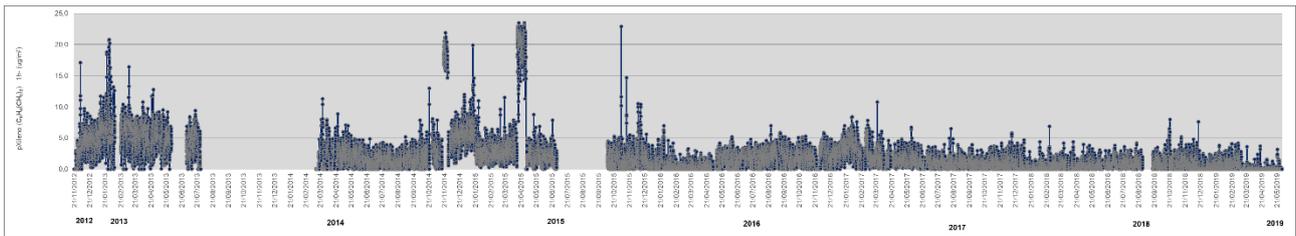
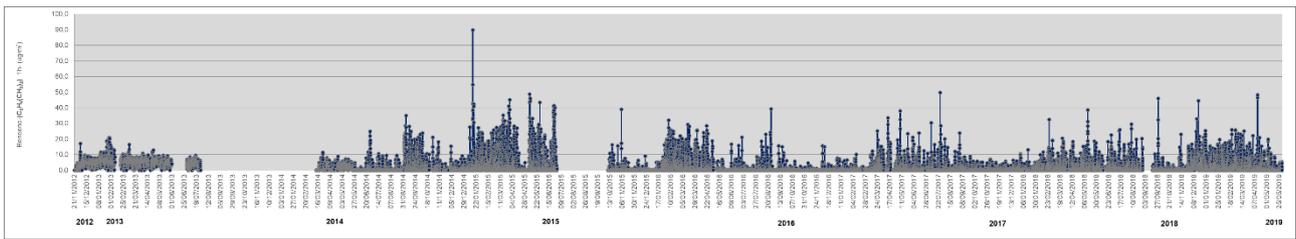
Tolueno (1 h)



m-Xileno (1 h)



p-Xileno (1 h)



REFERENCIAS

- Costabile, F., Allegrini, I. 2007. Measurements and Analyses of Nitrogen Oxides and Ozone in the Yard and on the Roof of a Street-canyon in Suzhou. *Atmospheric Environment*, 41: 6637–6647
- Han, S., Bian, H., Feng, Y., Liu, A., Li, X., Zeng, F., Zhang, X. 2011. Analysis of the Relationship between O₃, NO and NO₂ in Tianjin, China. *Aerosol and Air Quality Research*, 11: 128–139.
- Ministerio de Ambiente de Ontario (MOE). 2012. Ontario's Ambient Air Quality Criteria (AAQCs) - Standards Development Branch Ontario Ministry of the Environment. PIBS # 6570e01.
- Organización Mundial de la Salud (OMS). 2000. Capítulo 6.4. Cromo. WHO Regional Office for Europe, Copenhagen, Denmark.
- Organización Mundial de la Salud (OMS). 2005. Guías de calidad de aire – actualización mundial. WHO Regional Office for Europe, Copenhagen, Denmark.
- Pudasainee, D., Sapkota, B., Shrestha, M.L., Kaga, A., Kondo, A. and Inoue, Y. 2006. Ground Level Ozone Concentrations and Its Association with NO_x and Meteorological Parameters in Kathmandu Valley, Nepal. *Atmospheric Environment*, 40: 8081–8087.
- Sánchez, M.L., Torre, B.D., García, M.A. and Pérez, I. 2007. Ground-level Ozone and Ozone Vertical Profile Measurements Close to the Footfills of the Guadarrama Mountain Range (Spain). *Atmospheric Environment*, 41: 1302–1314.

FIN DEL DOCUMENTO
