



Programa: Monitoreo de Cuerpos Receptores

Subprograma: Atmósfera

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

Período: Enero a Diciembre de 2018.

Copia sin auditar



Resumen del Plan de Trabajo

Este informe presenta el monitoreo continuo de contaminantes básicos atmosféricos (Dióxido de Azufre, Material Particulado (PM-10), Ozono y Óxidos de Nitrógeno) por medio de la Estación de Monitoreo de Calidad de Aire de Bahía Blanca (EMCABB II) en el período comprendido entre enero a diciembre de 2018. Durante el año 2018 se continuo el monitoreo en las dos estaciones pero los datos de la estación EMCABB I no se presentan dado que por problemas ajenos al CTE no se han podido obtener la base de datos del año completo para realizar los procesos de validación y procesamiento.

Por último se muestran los resultados de los Monitoreo de Contaminantes Específicos y Deposición Atmosférica de Metales.

Tareas	
1. Monitoreo continuo de Contaminantes Básicos Atmosféricos	3
2. Monitoreo de contaminantes específicos	9
3. Deposición Atmosférica de Mercurio y Nitrógeno Amoniacal.....	18
4. Conclusiones Generales del Subprograma	21
ANEXO	23

1. Monitoreo Continuo de Contaminantes Básicos Atmosféricos

1.1. Objetivos

Determinar la congruencia de los resultados del monitoreo con normas guía de calidad de aire, estimar la exposición en la población y el ambiente, establecer bases científicas para determinar o revisar niveles guía o normas de calidad de aire y evaluar tendencias.

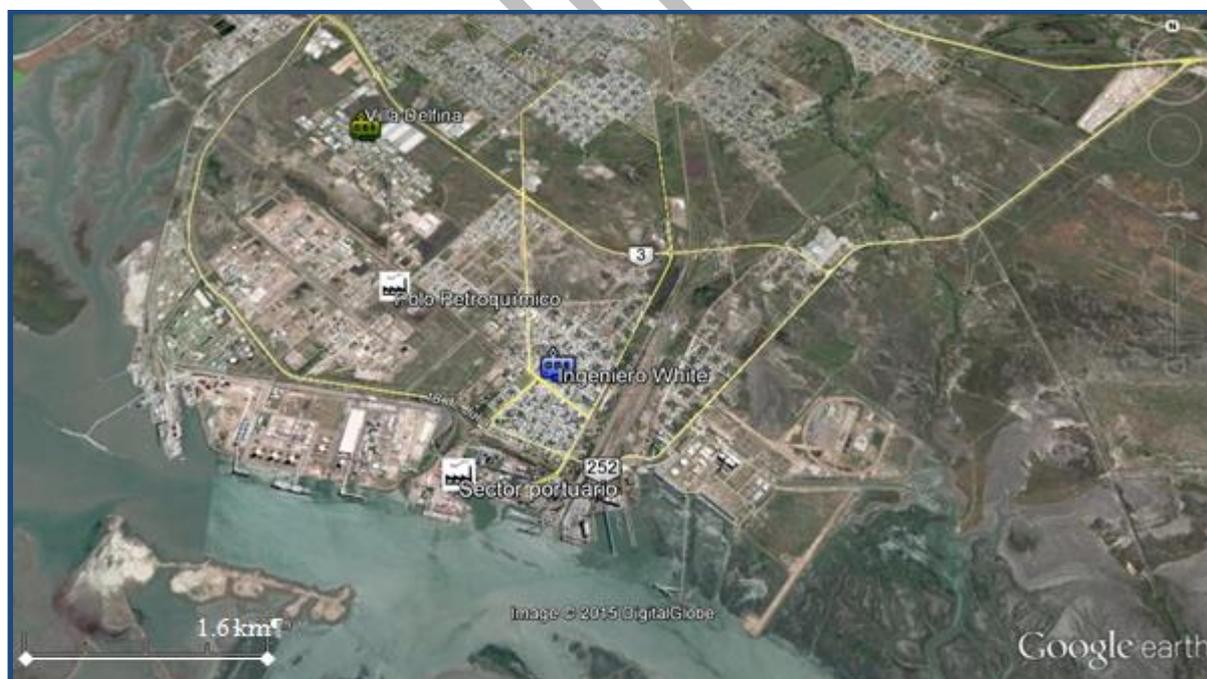
1.2. Metodología

1.2.1. Período de Monitoreo

Enero a diciembre de 2018.

1.2.2. Puntos de Monitoreo

Los puntos de muestreo están ubicados en: EMCABB I Parque Industrial ($38^{\circ} 45' 32''$ S - $62^{\circ} 17' 08''$ O) y es representativo de Villa Delfina y EMCABB II ubicada en Ingeniero White, hasta octubre en el predio del CTE, Av. San Martín 3474 ($38^{\circ} 46' 52' 77''$ S - $62^{\circ} 16' 02''$ O) y a partir de Noviembre en el terreno de San Martín y Mascarello, a unos 150 metros ($38^{\circ} 46' 55' 77''$ S - $62^{\circ} 15' 58''$ O).



La escala representativa para el monitoreo es de tipo local, de acuerdo a lo indicado por la USEPA en el Quality Assurance -Handbook-Vol-II. Los sitios de emplazamiento de las estaciones de monitoreo responden a lo descrito por el 40 CFR Part 58 Appendix D.

1.2.3. Procedimiento de Muestreo

Automático y continuo, según método de referencia.

1.2.4. Equipamiento Utilizado

EMCABB I

- Analizador de Material Particulado PM-10, Rupprecht & Patashnik, TEOM 1400A.
- Analizador de Monóxido de Carbono - T.E.I¹., modelo 48 C.
- Analizador de Dióxido de Azufre - T.S²., modelo 43i.
- Analizador de Óxidos de Nitrógeno -T.S²., modelo 42i.
- Analizador de Ozono, T.E.C³. modelo 49 C.
- Módulo para calibración compuesto por:
 - Calibrador dinámico T.S², modelo 146 i.
 - Generador de Aire Cero, T.E.I¹ modelo 111.
 - Calibrador de Ozono T.E.C⁴ modelo 49C PS.
 - Gases patrones primarios certificados.

EMCABB II

- Analizador de Material Particulado PM-10, T.S². modelo TEOM 1405
- Analizador de Material Particulado PM-10-PM-2.5, T.S². modelo TEOM 1405 FMDS
- Analizador de Dióxido de Azufre - T.S², modelo 43i.
- Analizador de Óxidos de Nitrógeno -T.S²., modelo 42i
- Módulo para calibración compuesto por:
 - Calibrador dinámico T.S², modelo 146 i.
 - Generador de Aire Cero, T.E.I¹ modelo 111.
 - Calibrador de Ozono T.E.C³ modelo 49C PS.
 - Gases patrones primarios certificados

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

² T.S. Thermo Scientific.

³ T.E.C: Thermo Electron Corporation

1.2.5. Métodos de Referencia

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

1.2.6. Validación de datos:

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

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

1.2.7. Procesamiento de Datos

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

1.3 Marco normativo y de referencia

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

TABLA A
VALORES NORMA PARA ESTANDARES EN CALIDAD DE AIRE.

Parámetro	Símbolo	Tiempo Promedio	Valores Iniciales	1ª Etapa ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	2ª Etapa ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	3ª Etapa ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Observaciones
Material Particulado	PM ₁₀	24 horas	150	150*	150*	150*	Para no ser superado en más de una vez al año
		1 año	50	50*	50*	50*	No deberá superarse la media aritmética anual
	PM _{2.5}	24 horas	–	75	40	35	Para no ser superado en más de una vez al año. Monitoreo continuo y automático: Percentil 99 anual de las concentraciones medias (24 horas continuas) de un año en cada estación monitorea no debe exceder el estándar
		1 año	–	25	15	12	No deberá superarse la media aritmética anual
Dióxido de Azufre	SO ₂	1 hora	–	250	230	196	Para no ser superado en más de una vez al año. Monitoreo continuo y automático: Percentil 99 de las concentraciones medias (1 hora continua) de un año en cada estación monitorea no debe exceder el estándar
		24 hs	365	200*	160*	125*	Para no ser superado en más de una vez al año.
Dióxido de Nitrógeno	NO ₂	1 hora	367	320	288	188	Para no ser superado en más de una vez al año. Monitoreo continuo y automático: Percentil 98 de las concentraciones medias (1 hora continua) de un año en cada estación monitorea no debe exceder el estándar
		1 año	100	100*	100*	100*	No deberá superarse la media aritmética anual
Ozono	O ₃	8 horas	–	137	120	100	El valor corresponde a las concentraciones medias (tiempo promedio: 8 horas) de un año en cada estación monitorea no debe exceder el estándar.
Monóxido de Carbono	CO	1 hora	40000	40000	40000	40000	No deberá superarse la media aritmética en el periodo considerado
		8 horas	10000	10000	10000	10000	

CO2

1.4 Resultados Obtenidos

Se presentan los resultados obtenidos de calidad de aire de la estación de monitoreo EMCABB II, durante el período indicado, para contaminantes básicos. En las Tablas I a IV del Anexo – Atmósfera, página 23, se presenta una tabla con parámetros estadísticos para cada uno. No se presentan los datos de la EMCABB I ya que, debido a problemas con el software de adquisición de datos no se pudo obtener el año completo para su validación y procesamiento de datos.

1.4.1 Dióxido de Azufre (SO₂) (EMCABB II)

Sobre un total de 8574 datos, los resultados obtenidos indican que en ninguna oportunidad se superaron las normas para 1 hora ni para 24 horas.

El valor máximo promedio horario obtenido fue de 13,6 ppb en el mes de abril.

1.4.3 Dióxido de Nitrogeno

Sobre un total de 8606 datos, el máximo promedio horario obtenido fue de 48,3 ppb, siendo inferior al valor normado. El promedio anual de NO₂ fue de 7,0 ppb, también por debajo del límite establecido.

1.4.4 Material Particulado Suspendido (PM-10) (EMCABB II)

Sobre un total anual de 353 promedios diarios, los resultados indican que en ninguna oportunidad se superó la norma para 24 horas de exposición.

El máximo valor promedio diario obtenido fue de 88,4 µg/m³, en el mes de febrero, no superando en ninguna oportunidad la norma de 24 horas.

El promedio anual fue de 23,2 µg/m³, encontrándose por debajo de la norma de calidad de aire para 1 año de exposición.

1.4.5 Material Particulado Suspendido (PM-2.5) (EMCABB II)

Sobre un total anual de 353 promedios diarios, el máximo promedio de 24 horas fue de 21,8 µg/m³ por lo que en ninguna oportunidad se superó el valor de la norma.

El promedio anual fue de 6,8 µg/m³, encontrándose por debajo de la norma

1.5 Discusión de resultados

Los resultados obtenidos en el monitoreo continuo de contaminantes básicos en Ingeniero White, indican que todos los resultados estuvieron por debajo de las normas de calidad de aire establecidas en el Dtro 1074/18.

2. Muestreo y Análisis de Material Particulado PM-2.5 en Ingeniero White

2.1 Objetivo

Monitorear el material particulado PM-2.5 en el casco urbano de Ingeniero White y evaluar la exposición de la población al mismo.

2.1.1 Metodología

2.1.1.1 Punto de Monitoreo

Casco urbano de Ingeniero White, San Martín 3474.

2.1.2 Equipamiento Utilizado

Muestreador: Reference Ambient Air Sampler (RAAS) marca Thermo Electron Corporation. Cumple con los requerimientos de la EPA como método de referencia, según Título 40, Parte 50 apéndice L, M y J del Código Federal de Regulaciones de EEUU. Con cabezales intercambiables para PM-10 y PM-2.5.

Balanza: Microbalanza Sartorius MESF con una resolución de 1 µg y platillo especial para filtros de 47 mm de diámetro.

2.1.3 Método de Referencia

De acuerdo a las recomendaciones del manual de calidad de la EPA: Quality Assurance Guidance Document 2.12 Monitoring PM-2.5 in Ambient using Designated Reference or Class I Equivalent Methods.

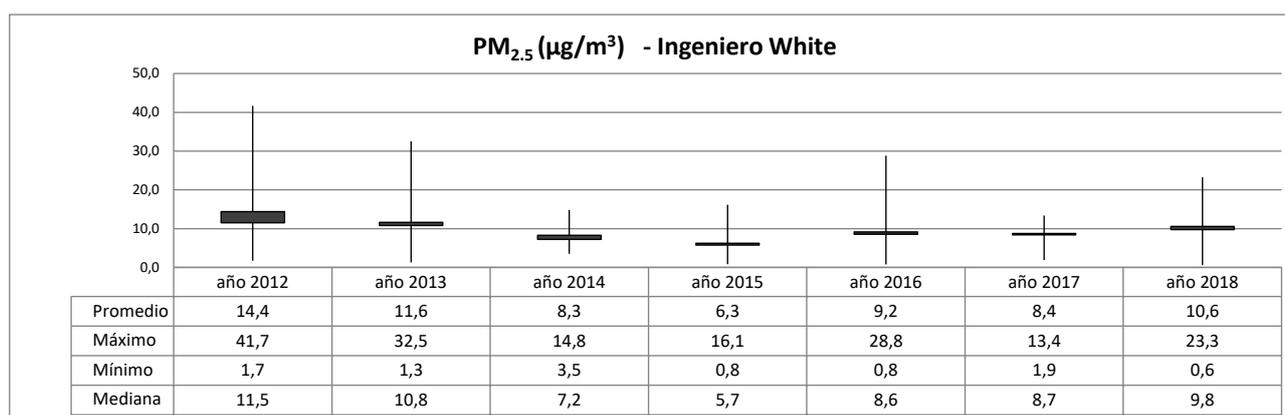
2.2 Marco Regulatorio

Ver tabla inciso 1.3

2.3 Resultados Obtenidos

Durante el año 2018 se obtuvieron 20 muestras de 24 horas. El máximo valor obtenido fue de 23,3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. En ninguna oportunidad se superó el valor de la norma.

Los valores obtenidos en el año 2018 se encuentran en el mismo rango de valores históricos, de acuerdo al gráfico a continuación.



3. Monitoreo de Contaminantes Específicos

Estos monitoreos permiten complementar con los existentes de emisiones periféricas en las proximidades de las industrias.

Es importante señalar las diferencias entre los monitoreos de emisiones periféricas, que se están realizando desde hace años respecto a los de calidad de aire. En primer lugar, el objetivo de medición: el monitoreo de emisiones tiene un propósito de fiscalizar y detectar en forma temprana un problema, y así requerir a la industria las medidas correctivas y mitigatorias necesarias; el monitoreo de calidad de aire pretende evaluar la exposición de la población a un contaminante en función de un determinado tiempo. Por eso, las acciones a tomar en uno y otro caso difieren: mientras que en el caso de los monitoreos de emisiones permiten notificar desvíos a las empresas responsables y requerir medidas mitigatorias inmediatas. Por otra parte, las evaluaciones de calidad de aire ofrecen información a la población, a las autoridades, y permiten evaluar impactos y tendencias a largo plazo. Además, las concentraciones esperables en una emisión son mayores respecto a los niveles en calidad de aire, por lo que es más fácil contar con medios técnicos de análisis. Por otro lado, los monitoreos de emisiones son de corta duración (segundos o minutos) mientras que los de calidad de aire deben ser de mayor tiempo (8 hs, 24 hs o anual). Por otra parte, el punto de medición es diferente: mientras que en un monitoreo de emisión periférica se busca la mayor cercanía posible a la fuente y vientos debajo de la misma, en un monitoreo de calidad de aire debe hacerse en un punto fijo durante la totalidad de horas de muestreo y debe realizarse en un

lugar donde habiten personas, preferentemente individuos vulnerables (jardines de infantes, hospitales, hogares de ancianos).

Los contaminantes específicos que consideramos prioritarios en el ámbito de aplicación de la Ley 12530 y sus fuentes de emisión son: Benceno, Tolueno, Etilbenceno, Xilenos (Refinería, fabricación de polietileno), Mercurio, Cloro y Cloruro de Vinilo (fabricación de PVC), Hexano (aceitera y fabricación de polietileno) y Amoníaco (fabricación de urea).

Los Niveles Guías de Calidad de Aire establecen valores muy bajos de concentración (ppb, o ppt) para muchos de los contaminantes mencionados. Existe una limitación técnica con las metodologías analíticas para alcanzar tales valores. En los casos particulares de benceno y cloruro de vinilo no existen en la ciudad laboratorios privados o públicos (universidades o institutos de investigación) que estén en condiciones de llevar a cabo estos análisis con los límites de detección requeridos para calidad de aire.

En el caso del Amoníaco, la red de sensores que monitorea en forma continua en 9 sitios fijos, tiene como principal objetivo la respuesta ante una emergencia tecnológica. Posee sensores de tipo electroquímico con un límite de detección de 1 ppm, lo que permite a su vez, ser de utilidad para evaluar la congruencia de los datos con niveles guía de calidad de aire.

Respecto al Mercurio, se continuó el monitoreo con equipo DMA (Direct Mercury Analyzer) Milestone, que permite alcanzar los niveles requeridos para calidad de aire. Posteriormente se desarrolló y optimizó la metodología analítica para monitoreo en campo a niveles de ng/m^3 . Los resultados del monitoreo 2018 de Mercurio en aire se detallan en el punto 3.1.

Se continuó desarrollando el monitoreo de BTEX que permite alcanzar los valores indicados en el Decreto 1074/18, a excepción de benceno. De todas maneras, la técnica utilizada es adecuada respecto al nivel de referencia de benceno adoptado por la Comunidad Europea de $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$, ver punto 3.2.

Respecto al cloruro de vinilo, se optimizó durante el año 2018 una metodología analítica consistente en cromatografía de gases, con detector PID y preconcentrador que, si bien no logra resolver los niveles de concentración establecidos en la legislación como "niveles guía" permite bajar unas cinco veces el valor de detección respecto al cromatógrafo utilizado para los monitoreos de emisiones perimetrales (Ver Subprograma de monitoreo de emisiones gaseosas perimetrales).

Legislación vigente

La Tabla B del Decreto 1074/18 fija los Niveles guía de calidad de aire para contaminantes específicos.

Parámetro	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	Tiempo Promedio
ACETONA (67 - 64 - 1)	36000	8 horas
ACIDO ACÉTICO (64 - 19 - 7)	2470	8 horas
ACIDO CIANHIDRIDO (74 - 90 - 8)	95	15 minutos
ÁCIDO SULFÚRICO (7664 - 93 - 9)	2	8 horas
ACRILATO DE METILO (96 - 33 - 3)	3500	8 horas
AMONIACO (7664 - 41 - 7)	2430	15 minutos
	1390	30 minutos
	1800	8 horas
ANHIDRIDO FTÁLICO (85 - 44 - 9)	300	8 horas
ANHIDRIDO MALEICO (108 - 31 - 6)	20	8 horas
BENCENO (71 - 43 - 2)	0,096	Anual
CADMIO (7440 - 43 - 9)	0,00011	Anual
CLORURO DE HIDRÓGENO (7647 - 01 - 0)	150	24 horas
CLORURO DE VINILO (75-01-4)	1	24 horas
	0,2	Anual
CROMO (hexavalente)	0,0000167	Anual
1,2 - DICLOROETANO (107 - 06 - 02)	0,03	Anual

DIMETILAMINA (124 - 40 - 3)	2	24 horas
ESTIRENO (100 - 42 - 5)	26,3	Anual
FENOL (108 - 95 - 2)	90	8 horas
DIÓXIDO DE MANGANESO (1313 - 13 - 9)	0,054	24 horas
SULFATO DE MANGANESO (7785 - 87 - 7)	0,012	24 horas
MERCURIO VAPOR (elemental)	0,95	8 horas
MERCURIO INORGÁNICO	0,48	8 horas
MERCURIO ORGÁNICO	0,05	8 horas
METACRILATO DE METILO (80 - 62 - 6)	400	24 horas
METANOL (67 - 56 - 1)	3100	8 horas
METILETILCETONA (78 - 93 - 3)	390	24 horas
NAFTALENO (91 - 20 - 3)	120	8 horas
PENTÓXIDO DE VANADIO (1314 - 62 - 1)	1	8 horas
PROPILENO	5500	8 horas
DISULFURO DE CARBONO (75 - 15 - 0)	150	24 horas
TOLUENO (108 - 88 - 3)	1400	8 horas
XILENOS (1330 - 20 - 7)	5200	8 horas
ACROLEÍNA (107 - 02 - 8)	0,037	24 horas
FORMALDEHÍDO (50 - 00 - 0)	0,062	Anual

3.1. Monitoreo de Mercurio Gaseoso en Aire

3.1.1. Introducción

La Organización Mundial de la Salud (OMS) menciona que en áreas remotas, los niveles atmosféricos de Mercurio son de aproximadamente 2 a 4 ng/m^3 , en las áreas urbanas alrededor de 10 ng/m^3 , y en zonas industriales hasta de 20 ng/m^3 . Esto significa que la cantidad diaria de Mercurio absorbido

en el torrente sanguíneo, como resultado de la exposición respiratoria, es de aproximadamente 32 a 64 ng en áreas remotas y alrededor de 160 ng en áreas urbanas⁴.

Sin embargo, la exposición al Mercurio del aire exterior de áreas urbanas es insignificante en comparación con la exposición de amalgamas dentales, dado que la absorción media diaria estimada de vapor de Mercurio de los empastes dentales oscila entre 3000 y 17000 ng. Es por ello que no se espera que la exposición al Mercurio del aire exterior urbano, a estos niveles, tenga efectos directos en la salud humana⁴.

Los sitios "hot-spots" con mayor concentración de Mercurio han sido reportados en el aire cerca de emisiones industriales o por encima de las áreas donde los fungicidas con Mercurio se han utilizado ampliamente. En Fujimura se reportaron niveles en aire de hasta 10000 ng/m³ cerca de campos de arroz donde se usaron fungicidas con Mercurio, y valores de hasta 18000 ng/m³ cerca de una autopista de alto tránsito en Japón. Los valores de aire pueden elevarse a 600 y 1500 ng/m³ cerca de minas de Mercurio y refineras⁴.

La especie predominante de Mercurio presente en el aire (Hg⁰), no es ni mutagénica ni cancerígena. Por ello, la OMS recomienda como nivel guía para el vapor de Mercurio un valor de 1000 ng/m³ como promedio anual. De todas maneras y según el conocimiento actual, la OMS sugiere considerar posibles efectos en el sistema inmune a exposiciones más bajas. Por ello, y para evitar posibles efectos sobre la salud en un futuro cercano, la OMS recomienda que los niveles de Mercurio en el aire ambiente deben mantenerse lo más bajo posible⁴.

La emisión de Mercurio en el medio ambiente a nivel mundial, se debe fundamentalmente a la actividad humana. La principal fuente es la combustión del carbón para la producción de electricidad y la calefacción. El Mercurio que contiene el carbón es emitido durante la combustión de éste. Prácticamente la mitad de las emisiones atmosféricas de Mercurio proceden de centrales termoeléctricas alimentadas con carbón, de calderas industriales y del uso doméstico para calentarse y cocinar. Otras fuentes importantes de emisiones de Mercurio son los procesos industriales, los incineradores de basuras y la minería del Mercurio, del Oro y otros metales. Como el Mercurio es un elemento presente de forma natural en el medio ambiente, también hay emisión generada por la actividad volcánica y la erosión de las rocas.

En el ámbito de aplicación de la Ley 12530, una de las fuentes principales de emisión de Mercurio, es la planta de Cloro Soda de Unipar-Indupa.

⁴ Air Quality Guidelines for Europe – 2nd edition. Copenhagen, 2000.

3.1.2. Objetivos

Evaluar los niveles de concentración de Mercurio gaseoso en el aire de la zona de Ingeniero White y barrios aledaños.

3.1.3. Metodología

Se seleccionaron como sitios de muestreo las 2 estaciones de monitoreo continuo de aire que dispone el CTE: EMCABB I ubicada en el Consorcio del Parque Industrial (PI) representativa de Villa Delfina y alrededores, y la EMCABB II en la zona Urbana de Ingeniero White (IW). El muestreo fue iniciando en el mes de abril y finalizando en octubre por falta de insumos.

Para el monitoreo se empleó la metodología de NIOSH 6009, con una modificación en el tiempo de muestreo, el cual fue de 24 horas. Se emplearon tubos SKC con relleno de Carulite (HYDRAR) para la absorción de Mercurio.

La determinación analítica se realizó según metodología EPA 7473, utilizando un equipo DMA (Direct Mercury Analyzer) Milestone. El mismo realiza una descomposición térmica de la muestra, con posterior amalgamación del mercurio con oro, un paso de desorción térmica y finalmente lectura por espectrofotometría de absorción atómica (AAS).

Las calibraciones se realizaron con solución Patrón de Mercurio de trazabilidad internacional. El límite de detección de la metodología es de 0,08 ng/m³.

3.1.4. Marco Normativo y de referencia

La tabla B del Decreto 1074/18, reglamentario de la Ley Provincial 5965 establece un nivel guía para Mercurio vapor de 0,95 µg/m³ (950 ng/m³) para 8 horas de exposición. Las "Guías de Calidad de Aire para Europa" -2º edición de la OMS establecen un nivel guía de 1 µg/m³ (1000 ng/m³) para un año de exposición.

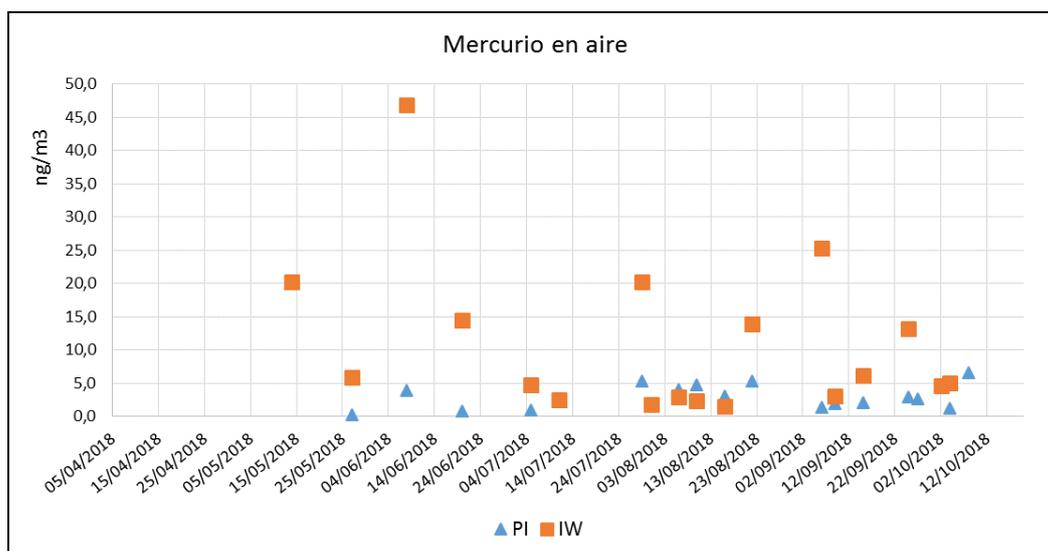
3.1.5. Resultados

Durante el periodo 2018, se realizaron en total 25 determinaciones en cada sitio.

En el sitio IW, el 75% de las mediciones resultaron mayores al límite de detección, mientras que el 72% lo fue en el PI.

Debido a que el monitoreo se desarrolló por 6 meses, no es posible estadísticamente determinar un promedio anual de concentración de mercurio, ya que se requiere del 75% de datos en el año para obtener ese valor.

A continuación se muestran en el gráfico los valores obtenidos.



Si bien no es posible con la cantidad de datos realizar cálculos estadísticos, se puede observar del gráfico que la gran mayoría de los datos (92%) se encuentran por debajo de la línea de 20 ng/m³.

También resulta evidente que las mayores concentraciones se obtuvieron en el sitio de IW.

En particular los registros obtenidos en el sitio PI se encuentran por debajo de la línea de 5 ng/m³.

3.1.6. Discusión de Resultados

Los datos son similares con los registros del período anterior. A diferencia de otros años, y por haber conseguido bajar el límite de detección de la metodología aplicada, los porcentajes de no detectables disminuyeron considerablemente respecto de años anteriores.

Los valores obtenidos se encuentran 2 a 3 órdenes de magnitud por debajo de los niveles guía de la legislación vigente.

Los resultados del presente trabajo son congruentes con los valores esperables para zonas mixtas urbano-industriales, de acuerdo al informe de la OMS señalado en el apartado 3.1.1

3.1.7. Conclusiones

Estos valores hallados concuerdan con los determinados en el período anterior, reflejando nuevamente que los niveles alcanzados resultan bajos y son esperables de encontrar en zonas urbanas e industriales.

3.2. Monitoreo de Benceno, Tolueno, Etilbenceno y Xileno (BTEX) en Aire

3.2.1. Introducción

Las fuentes de BTEX incluyen emisiones de fuentes fijas (industrias petroquímicas, refinerías), fuentes móviles, estaciones de servicio, procesos de combustión, humo de cigarrillo entre otras. Dentro de estos compuestos químicos, el de mayor relevancia desde el punto de vista toxicológico es el Benceno, debido a que es cancerígeno.

De acuerdo a la OMS la concentración media de Benceno es de $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en zona rural, y entre 5 y $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en zona urbana, presentando las concentraciones mayores cerca de fuentes de emisión como pueden ser estaciones de servicio. En cuanto a Tolueno refiere concentraciones medias en áreas rurales de $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$, mientras que en zonas urbanas los promedios están en el rango de 5-150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

3.2.2. Objetivos

Evaluar los niveles de concentración de Benceno, Tolueno, Etilbenceno y o-Xileno en el aire de la zona de Ingeniero White y en barrios aledaños.

3.2.3. Metodología

Se seleccionaron como sitios de muestreo las estaciones de monitoreo continuo de aire que dispone el CTE: EMCABB I y EMCABB II, ubicadas en el Consorcio del Parque Industrial (PI), representativo de Villa Delfina, y en la zona Urbana de Ingeniero White (IW) respectivamente.

Para el monitoreo se empleó la metodología de NIOSH 1501, con una modificación en el tiempo de muestreo, extendiéndolo a 24 horas. Se emplearon tubos SKC Anasorb CSC (coconut shell charcoal) de 60 x 6 mm, para absorción de los analitos.

Se emplearon dos bombas con caudales de 200 y 250 ml/minuto, según el sitio de muestreo.

El periodo analizado fue desde fines de marzo a principio de septiembre, el cual debió ser suspendido por falta de insumos.

La determinación analítica de los contaminantes se realizó por cromatografía gaseosa con equipo Agilent 6890, con detector de espectrometría de masa Agilent modelo 5973N

Las calibraciones se realizaron con gas patrón certificado de trazabilidad internacional, con una concentración de 1 ppm de BTEX, en balance Nitrógeno.

Los límites de detección fueron: Benceno $0,40 \mu\text{g}/\text{m}^3$; Tolueno $0,50 \mu\text{g}/\text{m}^3$, Etilbenceno $0,60 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y o-Xileno $0,60 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

3.2.4. Marco Normativo y de referencia

La tabla B del Decreto 1074/18 reglamentario de la Ley Provincial 5965 establece los siguientes niveles guías:

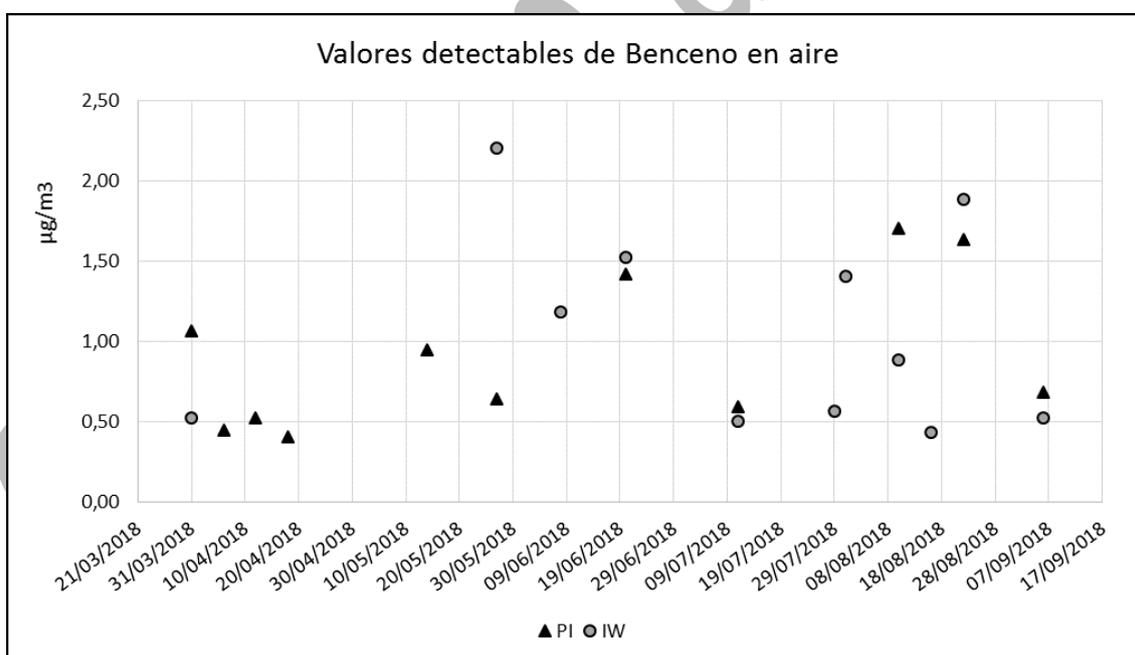
- Benceno: 0,096 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ para 1 año
- Tolueno: 1400 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ para 8 horas
- Xilenos: 5200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ para 8 horas

Las "Guías de Calidad de aire para Europa" no establecen valores de referencia para sustancias cancerígenas (Benceno). Para Tolueno sugiere un nivel guía de: 260 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ para 1 semana y no evalúa etilbenceno ni Xileno.

Por otra parte la Comunidad Europea establece para sus países miembros un estándar de calidad de aire para Benceno de 5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ para 1 año de exposición.

3.2.5. Resultados

Los registros de benceno, con un total de 38 análisis realizados (19 en cada sitio) se observan en la tabla a continuación:

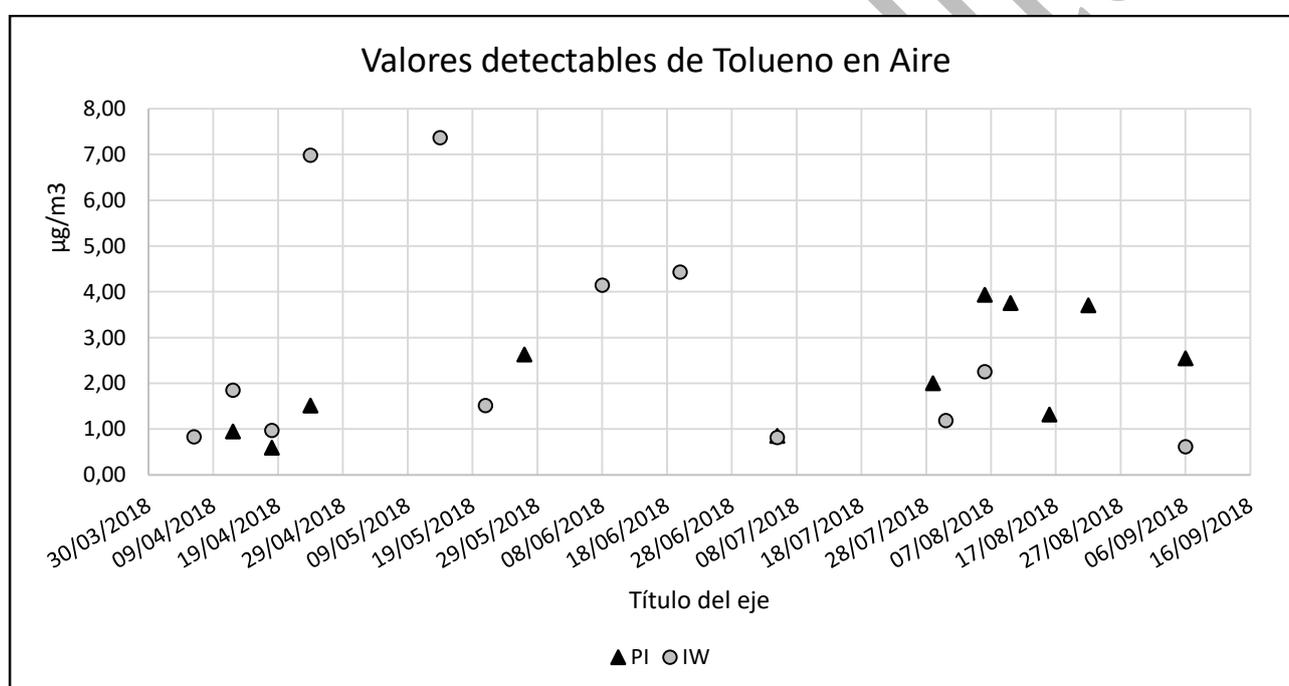


Para el área de PI sobre 19 determinaciones, 11 (58%) resultaron con valores detectables, con un mínimo de 0,40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ y un máximo de 1,70 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. El promedio de las determinaciones, aplicando

la "guía para análisis de datos con valores no detectables de la Agencia de Protección Ambiental de USA (EPA)" fue de $0,53 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Para el área de IW y sobre 19 determinaciones, 11 (58%) resultaron con valores detectables, con un mínimo de $0,43 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y un máximo de $2,20 \mu\text{g}/\text{m}^3$. La concentración promedio de los datos fue de $0,61 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

En cuanto al tolueno, ambos sitios de muestreo presentaron un comportamiento similar. Por ello resulta práctico informar valores generales para el área de estudio. Así, sobre 38 determinaciones el 65,8 % de los valores resultaron detectables y estos valores detectables oscilaron entre un mínimo de $0,59 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y un máximo de $7,36 \mu\text{g}/\text{m}^3$. El promedio de datos, asumiendo el criterio antes indicado, es de $1,55 \mu\text{g}/\text{m}^3$ para el sitio PI y de $1,79 \mu\text{g}/\text{m}^3$ para el sitio IW. Los registros pueden observarse en el siguiente gráfico.



Se aclara para ambos contaminantes, que los promedios se refieren a las medias para los datos obtenidos en la campaña de monitoreo y no deben ser considerados promedios anuales dado que se trata de una campaña parcial de 6 meses, no incluye todas estaciones del año y el número de datos es insuficientes como para obtener un promedio anual.

Por su parte para el Etilbenceno, el 90 % de los valores globales resultaron no detectables. Los datos detectados oscilaron entre $0,73$ y $0,99 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Para el o-Xileno, el 90% de los valores globales resultaron no detectables. Los restantes oscilaron entre un mínimo de 0,64 y un máximo de 1,07 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. El máximo valor obtenido está 3 órdenes de magnitud por debajo del nivel guía.

3.2.6. Conclusiones

Estos resultados sostienen y reafirman los determinados en el monitoreo iniciado en 2016, cuando se estaba poniendo a punto la técnica de muestreo y análisis.

Los valores promedios de benceno (que no representan el promedio anual, según se apuntó anteriormente) se encuentra por encima del nivel guía provincial. De todas maneras, es importante destacar que para ambos sitios de muestreo, se acercan más a los valores típicos para zonas rurales que a los reportados para zonas urbanas, de acuerdo al informe de la OMS señalado en el apartado 3.2.1 y respecto a la legislación de la CEE se encuentran unas 20 veces por debajo de la misma.

Los valores de Tolueno, Etilbeneno y o-Xileno se encuentran muy por debajo de los niveles guía de referencia. Para Tolueno, los valores se asemejan a los niveles para ambientes rurales según la OMS.

4. Deposición Atmosférica de Mercurio y Nitrógeno amoniacal

Marco Normativo

No existe legislación en Argentina, ni niveles guías para los eventos de deposición atmosférica. En Europa⁵, existen pautas para la deposición de nitrógeno en diferentes ambientes que establecen para los ecosistemas más sensibles una cargas críticas de 500 a 1000 mg/m^2 por año, y un valor promedio para los ecosistemas naturales y seminaturales de 1500 a 2000 mg/m^2 por año. Deposición Atmosférica Húmeda (lluvia)

4.1.1. Técnica de muestreo y análisis

Se adoptó como técnica de muestreo la establecida por la NADP-MDN (National Atmospheric Deposition Program – Mercury Deposition Network). El método para la preparación de la cristalería es una modificación del Método 1669 de la USEPA.

Para el muestreo de lluvia se emplean botellas de vidrio de borosilicato, previamente lavadas con ácido clorhídrico al 30%, enjuagadas con agua tridestilada y secadas en estufa a 100 °C durante 4 horas.

⁵ Air Quality Guidelines for Europe – 2nd edition. Copenhagen, 2000.

Para el muestreo fue empleado un equipo automatizado, de fabricación propia, que permite la recolección de la lluvia y el registro de la precipitación, con apertura automática al inicio de la misma. El equipo fue fabricado en función de otros modelos de recolección de lluvia empleados por la NOAA⁶ y de publicaciones científicas⁷.

Se emplea para la determinación de Mercurio, la metodología EPA 7473, utilizando un equipo DMA (Direct Mercury Analyzer) Milestone, el mismo realiza una descomposición térmica de la muestra, con posterior amalgamación del Mercurio con Oro, un paso de desorción y finalmente lectura por espectrofotometría de absorción atómica (AAS).

Asimismo la medición de pH se realiza en el laboratorio siguiendo la metodología SM 4500 H+ B, empleando peachímetro de mesada con electrodo de vidrio marca Orion modelo 710a.

Resultados

Se recolectaron 29 precipitaciones durante el 2018. Sobre las mismas siempre que fue posible se analizó: pH, concentración de mercurio y de nitrógeno amoniacal. Cabe mencionar que en esta oportunidad se logró recolectar un alto porcentaje de las precipitaciones (>80%), permitiendo que éste sea un registro anual representativo del período evaluado. Por la misma razón, se logró también un registro representativo con los datos de nitrógeno amoniacal, que alcanzaron un acumulado de 42,7 mg/ m² siendo la primera vez que se informa un resultado de la deposición de este parámetro.

El valor medio de pH fue de 6,5 upH, con un mínimo de 5,0 y un máximo de 7,3 upH.

La deposición acumulada anual de mercurio fue de 31,4 µg/m².

La deposición acumulada anual de nitrógeno amoniacal fue de 42,7 mg/m².

⁶ <https://www.esrl.noaa.gov/gmd/obop/mlo/programs/esrl/prec/prec.html>

⁷ <https://pubs.usgs.gov/gip/acidrain/2.html>

En la siguiente tabla se observan los registros obtenidos durante el periodo 2018.

Fecha	pH	Dep Hg ($\mu\text{g}/\text{m}^2$)	Dep N Amonical (mg/m^2)
27/02/2018	6,8	ND	0,00
24/04/2018	6,2	0,00	NA
02/05/2018	7,0	0,00	NA
31/05/2018	7,3	0,00	NA
11/09/2018	7,1	0,00	0,00
18/09/2018	7,0	0,00	0,00
22/09/2018	5,5	0,00	0,00
27/09/2018	5	0,00	0,00
28/09/2018		0,00	NA
28/09/2018	6,4	0,00	0,00
08/10/2018	6,4	0,00	0,00
12/10/2018	6,4	0,00	0,00
15/10/2018		0,00	NA
20/10/2018	6,3	0,00	0,00
24/10/2018	6,3	0,00	0,00
24/10/2018		0,00	0,00
29/10/2018		0,00	0
30/10/2018		0,00	0,00
02/11/2018	6,8	ND	0,00
11/11/2018		0,00	0,00
13/11/2018	6,3	0,00	0,00
13/11/2018		0,00	0,00
17/11/2018		0,00	0,00
26/11/2018		0,00	0,00
30/11/2018		0,00	0,00
10/12/2018		0,00	0,00
13/12/2018	6,8	0,00	0,00
14/12/2018		0,00	0,00

ND: No Detectable; NA: No Analizado

La deposición acumulada anual de mercurio y nitrógeno amoniacal en otros ambientes del mundo en comparación con nuestra área de muestreo se muestran a continuación:

Comparación con otras áreas del contenido de Mercurio en las Deposiciones Húmedas ($\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{año}$)		
Ciudad y periodo	Hg deposición	Referencia
Poznań, Polonia. (Ab. 2013 - Oc. 2014)	3,6	Siudek <i>et al.</i> (2016)
Gdynia, Polonia (2008)	4,0	Siudek <i>et al.</i> (2015)
Katowice, Polonia (2008)	28,7	Siudek <i>et al.</i> (2014)
New Hampshire, EEUU (Ene. 2008 - Dic. 2008)	9,6	Lombard <i>et al.</i> (2011)
Chongqing, China (Jun. 2010 - Jul. 2011)	28,7	Wang <i>et al.</i> (2014)
Yu-Shan National Park, Taiwan (2010 a 213)	32,3	Ly Sy Phu Nguyen <i>et al.</i> (2019)
Wujiang River, China (2006)	34,7	Guo <i>et al.</i> (2008)
Florida, EEUU (2016)	14,5	NADP
Kansas, EEUU (2016)	6,64	NADP
Alberta, Canada (2016)	2,6	NADP
Bahía Blanca, Argentina (Sep. 2015- Dic. 2016)	13,2	CTE-MBB
Bahía Blanca, Argentina (2017 - N=8)	5,8	CTE-MBB
Bahía Blanca, Argentina (2018)	31,4	este informe

Nitrógeno amoniacal en las Deposiciones Húmedas ($\text{mg}/\text{m}^2/\text{año}$)		
Ciudad	N_{NH_3} deposición	Referencia
Rafaela, Santa Fe (1972-1979)	690 ¹	INTA-EERA (1981)
EEUU (1998)	< 100 hasta 700	NADP ² (2000)
Pqe. Nac. Puyehue, Chile (1999-2000)	42 a 579	Oyarzun C. <i>et al.</i> (2002)
Mt. Lulin, Taiwan	32,3	Nguyen <i>et al.</i> (2019)
Pengjiayu, Taiwan	10,2	Sheu and Lin, 2013
Mt. Waliguan, China	2,0	Fu <i>et al.</i> , 2016
Mt. Waliguan, China	6,1	Fu <i>et al.</i> , 2017
Mt. Ailao, China	7,2	Fu <i>et al.</i> , 2018
Bahía Blanca, Argentina (2017 - N=8)	28,6	CTE-MBB
Bahía Blanca, Argentina (2018)	42,7	este informe

1. Promedio anual de todos los años evaluados

2. National Atmospheric Deposition Program

5. Conclusiones Generales del Subprograma

Los resultados obtenidos en el monitoreo de calidad de aire en Ingeniero White de contaminantes básicos, durante el período analizado indican que: el Dióxido de Azufre (SO_2), el Material Particulado

en Suspensión (PM-10 y PM-2,5) registraron valores por debajo de lo establecido en del Dec. 1074/18.

Se continuó con los monitoreos de contaminantes específicos en calidad de aire para Mercurio y BTEX. Los resultados fueron similares a los obtenidos durante en años anteriores. Se comparan los resultados con Normativas Provinciales y europeas. Los valores de mercurio obtenidos se encuentran 2 a 3 órdenes de magnitud por debajo de los niveles guía de la legislación vigente. Los valores promedios de benceno se encuentran por encima de lo establecido por la legislación provincial como nivel guía y por debajo de los estándares de la CEE. Los valores de Tolueno, Etilbeneno y o-Xileno se encuentran muy por debajo de los niveles guía de referencia

Los registros de la deposición acumulada húmeda de mercurio fueron mayores a los detectados en años anteriores, alcanzando un valor de 31,4 $\mu\text{g}/\text{m}^2$, Para ambos eventos de deposición, el periodo anterior evaluado (2017) disponía de pocos registros (N=8), por lo que su comparación no es realizada. Frente a las pautas europeas mencionadas anteriormente en "Marco Normativo" los valores registrados en nuestra área de estudio no se prevén que se generen perjuicios a la vegetación existente ni a los ambientes naturales.

La nueva herramienta de muestreo de agua de lluvia, construida por personal del CTE contribuyó exitosamente a lograr el objetivo de recolectar la mayor cantidad posible de las precipitaciones, que permite realizar los cálculos de las deposiciones atmosféricas de contaminantes.



ANEXO

Programa: **Monitoreo de Cuerpos Receptores**

Subprograma: **Atmósfera**

Copia sin auditar

RESULTADOS EMCABB II

Tabla I Dióxido de Azufre (ppb) – Datos promedio horarios

SO2	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic
máximo	3,2	3,9	4,5	13,6	6,6	6,3	2,6	11,6	5,2	10,2	3,8	10,0
promedio	0,5	0,5	0,6	0,7	0,8	0,8	0,9	1,5	1,4	1,5	1,0	0,7
mediana	0,4	0,4	0,5	0,6	0,7	0,7	1,0	1,3	1,2	1,2	0,9	0,5
mínimo	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,7	0,9	0,7	0,4	0,4
varianza	0,1	0,1	0,2	0,5	0,3	0,2	0,1	0,7	0,2	0,9	0,1	0,4
desv estándar	0,3	0,3	0,4	0,7	0,5	0,5	0,3	0,8	0,5	0,9	0,3	0,6
rango	2,8	3,5	4,1	13,2	6,2	5,9	2,2	10,9	4,3	9,5	3,4	9,6
numero de datos	663	650	734	708	741	715	742	742	719	720	707	718
rango inter	0,1	0,1	0,1	0,1	0,3	0,3	0,5	0,4	0,4	0,4	0,2	0,3
cv	64,5	57,7	76,8	101,1	65,2	57,3	37,5	55,6	33,9	63,9	31,3	91,8
coef. Skew	3,7	6,6	5,7	11,8	4,2	4,5	0,5	5,8	3,6	5,1	3,3	8,9
coef. Kurt	16,5	57,3	38,1	189,4	28,0	33,3	0,9	47,7	19,1	33,0	18,9	103,5
percentiles												
10	0,4	0,4	0,4	0,4	0,5	0,5	0,5	1,1	1,1	1,0	0,7	0,4
25	0,4	0,4	0,4	0,5	0,6	0,6	0,6	1,1	1,1	1,1	0,8	0,5
50	0,4	0,4	0,5	0,6	0,7	0,7	1,0	1,3	1,2	1,2	0,9	0,5
75	0,5	0,5	0,5	0,6	0,9	0,9	1,1	1,5	1,5	1,5	1,0	0,8
90	0,9	0,6	0,7	0,9	1,3	1,3	1,3	1,9	1,9	1,9	1,2	1,0
95	1,3	0,9	1,0	1,1	1,8	1,6	1,4	2,7	2,2	2,6	1,5	1,2
99	2,0	1,8	3,0	2,8	3,2	2,6	1,8	5,1	3,1	6,0	2,3	3,0
99,99	3,2	3,9	4,5	13,1	6,5	6,1	2,6	11,3	5,2	10,2	3,8	9,9

Referencias:

LD: Límite de detección de 0,1 ppb.

Tabla II Dióxido de nitrógeno NO₂ (ppb) – Datos promedio horarios

NO₂	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic
máximo	24,4	26,3	35,8	28,3	48,3	36,1	41,5	40,1	34,5	29,6	36,3	19,4
promedio	5,4	5,4	6,0	7,0	9,0	9,0	9,1	9,3	8,2	6,3	5,0	4,1
mediana	4,4	4,1	4,4	5,3	7,7	7,3	6,9	7,0	6,6	4,8	3,7	3,0
mínimo	0,4	0,5	0,4	0,4	0,7	0,8	0,5	0,8	0,7	0,7	0,5	0,4
varianza	15,5	16,9	26,6	28,8	40,2	41,3	51,4	53,1	34,2	23,9	20,0	10,6
desv estándar	3,9	4,1	5,2	5,4	6,3	6,4	7,2	7,3	5,8	4,9	4,5	3,3
rango	24,0	25,8	35,4	27,9	47,6	35,3	41,0	39,3	33,8	28,9	35,8	19,0
numero de datos	699	652	734	708	743	719	742	742	719	722	707	718
rango inter	4,6	4,9	5,2	5,8	6,9	7,7	8,7	8,6	7,5	5,8	4,1	3,7
cv	72,3	76,8	85,3	76,3	70,1	71,4	78,7	78,6	71,3	78,2	90,1	79,1
coef. Skew	1,6	1,6	2,2	1,4	1,8	1,3	1,5	1,4	1,5	1,5	2,9	1,5
coef. Kurt	3,3	3,3	6,5	1,8	5,4	1,7	2,4	1,8	2,8	2,7	12,4	2,5
percentiles												
10	1,6	1,5	1,7	1,8	2,6	2,5	2,4	2,6	2,5	1,7	1,4	1,1
25	2,6	2,4	2,6	3,2	4,7	4,3	3,7	3,9	3,8	2,6	2,1	1,8
50	4,4	4,1	4,4	5,3	7,7	7,3	6,9	7,0	6,6	4,8	3,7	3,0
75	7,2	7,3	7,8	9,0	11,6	11,9	12,4	12,5	11,3	8,4	6,2	5,5
90	10,8	10,8	11,9	14,9	17,2	18,2	19,6	19,7	15,1	12,9	10,0	8,6
95	13,0	14,4	15,8	18,3	21,1	22,0	22,9	25,1	19,9	16,1	12,7	10,8
99	19,9	19,9	25,0	24,2	29,5	30,4	33,0	32,3	29,8	22,8	26,0	15,0
99,99	24,4	26,1	35,7	28,2	48,1	36,1	41,4	40,0	34,4	29,4	36,0	19,3

Referencias:

LD: Límite de detección de 0,1 ppb.

Tabla III Material Particulado PM-10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) Equipo TEOM 1405 FMDS
Datos promedio de 24 horas

PM10	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic
máximo	63,6	88,4	84,0	68,3	70,1	32,2	60,1	68,6	62,1	70,1	73,9	79,9
promedio	30,8	31,1	27,8	26,5	22,9	18,5	18,9	27,8	17,3	16,8	19,6	21,5
mediana	29,7	28,7	23,3	23,2	20,7	17,8	17,6	23,9	16,0	14,7	17,1	18,4
mínimo	12,0	11,9	7,1	8,6	10,1	3,8	3,9	11,6	1,1	6,2	6,7	8,1
varianza	181,4	264,1	257,0	169,9	111,7	52,0	145,4	174,3	147,9	123,8	166,8	177,9
desv estándar	13,5	16,3	16,0	13,0	10,6	7,2	12,1	13,2	12,2	11,1	12,9	13,3
rango	51,6	76,5	76,8	59,6	60,0	28,4	56,2	57,1	61,0	64,0	67,3	71,8
numero de datos	29	26	30	29	31	30	31	31	30	29	29	28
rango inter	11,5	18,4	19,5	15,2	9,8	9,9	12,1	15,7	11,3	4,1	9,2	10,2
cv	43,7	52,3	57,7	49,2	46,2	38,9	63,7	47,5	70,2	66,4	65,9	62,0
coef. Skew	1,1	1,8	1,6	1,6	3,1	-0,1	1,5	1,4	1,8	4,2	2,9	3,2
coef. Kurt	0,7	5,0	3,9	3,3	13,2	-0,6	3,2	2,0	5,3	20,4	11,1	13,6
percentiles												
10	18,1	15,2	11,7	14,2	13,6	9,2	6,8	14,7	4,0	10,1	9,7	12,5
25	21,3	20,0	15,7	17,5	16,9	14,6	9,2	19,4	10,7	12,1	12,0	14,5
50	29,7	28,7	23,3	23,2	20,7	17,8	17,6	23,9	16,0	14,7	17,1	18,4
75	32,8	38,4	35,2	32,7	26,7	24,5	21,3	35,0	22,0	16,2	21,1	24,6
90	50,6	45,9	45,5	36,7	29,9	27,0	33,2	44,5	29,2	21,5	30,7	31,1
95	60,4	53,9	48,2	51,3	32,3	28,5	35,7	50,6	35,2	24,2	37,3	34,9
99	62,9	80,3	73,8	64,5	58,9	31,2	53,4	65,0	54,8	57,4	64,5	68,2
99,99	63,6	88,3	83,9	68,2	70,0	32,2	60,1	68,6	62,0	70,0	73,8	79,8

Referencias:

LD: Límite de detección de $2.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Tabla IV Material Particulado PM-2,5 ($\mu\text{g} / \text{m}^3$) Equipo TEOM 1405 FMDS
Datos promedio de 24 horas

PM2.5	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic
máximo	13,8	12,0	11,9	15,6	21,8	15,2	17,8	19,3	9,6	16,9	14,1	11,1
promedio	6,5	7,3	5,2	6,8	9,4	6,4	8,2	7,7	4,7	6,8	6,7	5,8
mediana	5,7	7,5	4,4	5,3	9,5	6,0	7,5	7,3	4,3	5,8	6,9	5,2
mínimo	3,9	1,3	1,9	1,5	3,0	2,0	1,5	2,0	1,0	1,7	2,4	2,8
varianza	5,6	8,8	6,2	13,1	25,3	8,6	21,0	20,6	6,6	15,9	7,9	5,9
desv estándar	2,4	3,0	2,5	3,6	5,0	2,9	4,6	4,5	2,6	4,0	2,8	2,4
rango	9,9	10,7	10,1	14,0	18,8	13,3	16,3	17,3	8,5	15,3	11,7	8,4
numero de datos	29	26	30	29	31	30	31	31	30	29	29	28
rango inter	3,6	4,5	3,2	4,3	6,6	3,3	6,3	6,3	3,7	5,6	3,9	3,7
cv	36,5	40,5	47,8	53,3	53,2	45,5	56,0	59,0	54,5	58,9	41,6	41,8
coef. Skew	1,1	-0,3	1,1	0,8	0,8	0,9	0,6	0,7	0,4	0,9	0,5	0,7
coef. Kurt	1,5	-0,9	1,0	-0,3	0,2	1,5	-0,3	0,0	-1,0	0,1	0,1	-0,4
percentiles												
10	4,1	3,7	2,4	2,8	3,8	2,6	2,8	2,3	1,9	2,9	3,3	3,2
25	4,6	5,2	3,5	4,2	5,0	4,3	4,6	3,7	2,4	4,0	4,7	3,8
50	5,7	7,5	4,4	5,3	9,5	6,0	7,5	7,3	4,3	5,8	6,9	5,2
75	8,2	9,7	6,7	8,5	11,6	7,7	10,9	10,0	6,1	9,6	8,6	7,5
90	9,1	10,8	7,6	11,7	16,0	9,8	14,5	13,2	8,7	13,2	9,8	9,0
95	9,4	11,7	10,2	11,9	18,5	10,1	17,2	15,8	9,1	13,7	10,9	10,4
99	12,6	12,0	11,5	14,6	21,6	13,8	17,7	18,4	9,5	16,1	13,4	11,1
99,99	13,8	12,0	11,9	15,6	21,8	15,2	17,8	19,3	9,6	16,9	14,1	11,1

Referencias:

LD: Límite de detección de $2.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$.