



Polvo de Carbón en la región del Gran La Plata, Provincia de Buenos Aires

- INFORME FINAL -

15/03/2021



**GRUPO AD HOC “Polvo de Carbón en la región del Gran La Plata,
Provincia de Buenos Aires”**

Red de Seguridad Alimentaria



Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas

ÍNDICE

DESCRIPCIÓN DE LA SOLICITUD	4
CONFORMACIÓN DEL GRUPO AD HOC “POLVO DE CARBÓN EN LA REGIÓN DEL GRAN LA PLATA, PROVINCIA DE BUENOS AIRES”	5
RESUMEN EJECUTIVO	7
ACTIVIDADES DESARROLLADAS	16
RESULTADOS	17
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y FUNDAMENTOS	17
MATERIAL PARTICULADO ATMOSFÉRICO	19
COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL MP	20
HIDROCARBUROS AROMÁTICOS POLICÍCLICOS (HAPs) y METALES	21
CARBÓN NEGRO (BLACK CARBON)	25
FUENTES DE EMISIÓN DE MP EN EL GRAN LA PLATA	27
EXPOSICIÓN MATERIAL PARTICULADO	28
EFFECTOS EN LA SALUD	29
MEDICIÓN Y EVALUACIÓN DE RIESGO	31
MATERIAL PARTICULADO	31
EVALUACIÓN DEL RIESGO POR EXPOSICIÓN A HAPS	32
ESTUDIOS EPIDEMIOLÓGICOS EN LA ZONA DE ESTUDIO	34
LEGISLACIÓN	35
NIVELES DE MP Y COMPUESTOS ASOCIADOS EN EL GRAN LA PLATA.	37
NIVELES DE CONTAMINACIÓN	37
ANÁLISIS DE RIESGO ASOCIADO	73
CICLO BIOLÓGICO. INFLUENCIA DEL MATERIAL PARTICULADO	75
PERCEPCIÓN DE LA CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA EN LA REGIÓN	78
LIMITACIONES DEL INFORME	80
CONCLUSIONES FINALES	81

Informe Polvo de carbón en la región del Gran La Plata, Provincia de Buenos Aires

PRINCIPALES CONCLUSIONES / (RECOMENDACIONES) DERIVADAS DEL TRABAJO REALIZADO POR EL GRUPO AD HOC	81
AGRADECIMIENTOS	82
RECOMENDACIONES	82
REFERENCIAS	83
ANEXO I	¡Error! Marcador no definido.
ANEXO II	¡Error! Marcador no definido.
ANEXO III	¡Error! Marcador no definido.

INFORME FINAL

Polvo de carbón en la región del Gran La Plata, Provincia de Buenos Aires

1 DESCRIPCIÓN DE LA SOLICITUD

Solicitante: Asamblea de vecinos autoconvocados, vecinos contaminados de Berisso, Ensenada y La Plata y el Sr. Intendente de la Municipalidad de Berisso, Fabián Cagliardi.

Solicitud realizada: *La empresa Oxbow-Copetro (categoría 3) se encuentra instalada en una zona urbana de la ciudad de Ensenada y afecta con material particulado a las ciudades de Berisso, Ensenada y La Plata. El impacto de las actividades también se observa en el ecosistema regional. Entre otros factores, se observa el polvo de carbón en áreas de producción primaria de alimentos y en el Río de La Plata, del cual se extrae el agua para consumo domiciliario en la región.*

En las distintas instancias que hemos atravesado (burocráticas, legales, administrativas y de mediación) se nos ha presentado el obstáculo de la falta de comprobación científica, del riesgo que ocasiona en la salud respirar e ingerir este material particulado. Si bien existen casos de antracosis pulmonar en la región, no se ha realizado un trabajo sistemático. En especial no disponemos de información del impacto sobre poblaciones susceptibles (niños, ancianos, inmunodeprimidos, entre otros) debido al consumo de alimentos producidos y/o almacenados en la región de Berisso, Ensenada y La Plata.

Por lo expuesto solicitamos la realización de un informe, análisis y/o meta- análisis sobre el impacto en la población (respirar e ingerir material particulado) en el ambiente y en la producción primaria de alimentos, ocasionado por las actividades desarrolladas por la Oxbow- Copetro (categoría 3).

Motiva esta solicitud el valioso aporte que realizó la RSA-Conicet respecto al consumo de sábalo.

2 CONFORMACIÓN DEL GRUPO AD HOC “POLVO DE CARBÓN EN LA REGIÓN DEL GRAN LA PLATA, PROVINCIA DE BUENOS AIRES”

Coordinador grupo *ad hoc*:

- Dr. Jorge Esteban Colman Lerner, Investigador Adjunto (CINDECA, CONICET-UNLP-CICPBA), Profesor Universidad Nacional Arturo Jauretche (UNAJ), especialista en monitoreo y análisis de contaminantes atmosféricos.

Integrantes grupo *ad hoc*:

- Dra. Aguilera, Mariela. Investigadora Post Doctoral CONICET (Instituto Gulich-CONAE)
- Prof. Bourgeois, Marcelo. Catedra de Epidemiología, Facultad de Cs Médicas-UNLP. Especialista en Epidemiología y Metodología de la Investigación
- Dr. Bozzano, Horacio. Investigador Principal del Instituto de Investigaciones en Humanidades y Ciencias Sociales (IdIHCS UNLP-CONICET).
- Dra. Etchegoyen, Graciela. Facultad de Medicina UNLP.
- Dra. Giannuzzi, Leda. Investigadora Principal (CIDCA, CONICET, UNLP), Profesora Toxicología, Facultad de Ciencias Exactas, UNLP.

Representante de la Red de Seguridad Alimentaria (RSA-CONICET):

- Dr. Leotta, Gerardo. Instituto de Genética Veterinaria “Ing. Fernando N. Dulout” (UNLP-CONICET LA PLATA), Facultad de Ciencias Veterinarias UNLP.

Colaboradores:

- Lic. Achaga, Lucía Valeria. Becaria Doctoral CINEA (UNICEN-CICPBA).
- Sr. Aguilar Ferraro, Santiago. alumno avanzado de la carrera de Lic en Química y Tecnología Ambiental, realizando trabajo final en modelado de contaminantes atmosféricos.
- Dra. Giuliani, Daniela. Investigadora post Doctoral CONICET (CIM-CONICET/UNLP), especialista en monitoreo y análisis de material particulado atmosférico.
- Lic. Del Sole, Micaela. Becaria Doctoral CONICET (CIM- CONICET/UNLP), especialista en modelado de contaminantes atmosféricos.

Informe Polvo de carbón en la región del Gran La Plata, Provincia de Buenos Aires

- Dra. Mellado, Daniela. Investigadora post Doctoral CONICET (CIM- CONICET/UNLP), especialista en modelado de contaminantes atmosféricos.
- Dra. Sánchez, Erica Yanina. Investigadora Adjunta CONICET (CIM- CONICET/UNLP), especialista en modelado de contaminantes atmosféricos.
- Dra. Sosa, Beatriz Soledad. Investigadora CINEA (UNICEN-CICPBA), especialista en estudios de impacto ambiental e inventario de emisiones atmosféricas.
- Dra. Ángeles Martínez. Universidad Nacional de San Juan.

STAFF

Red de Seguridad Alimentaria

Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas

Dirección

Carlos van Gelderen

Coordinación General (CG)

Javier Pardo

Coordinador asistente

María Durrieu

Consejo Directivo (CD)

CIVETAN (Centro de Investigación Veterinaria de Tandil) – Fac. Cs. Veterinarias UNCPBA.
Titular: Paula Lucchesi

INPA (Inst. de Investigaciones en Producción Animal) – Fac. Cs. Veterinarias UBA. Titular:
Alejandra Volpedo, Suplente: Esteban Avigliano

IPATEC (Inst. Andino Patagónico de Tecnologías Biológicas y Geoambientales) - Univ Nac del
Comahue. Titular: Diego Libkind, Suplente: Martín Ducos

ICYTESAS (Inst. de Ciencia y Tecnología de Sistemas Alimentarios Sustentables) – INTA. Titular:
Sergio Vaudagna, Suplente: Marina Mozgovoj

Instituciones pertenecientes al Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación:

INTA (Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria), Titular: Dante Bueno, Suplente: Leonor
Pilatti

Investigadores de la Carrera de Investigadores Científicos y Tecnológicos (CICT) del CONICET
que no tengan asignado como lugar de trabajo una Unidad Ejecutora del CONICET, Titular: Juan
Martín Oteiza.

3 RESUMEN EJECUTIVO

El trabajo realizado por esta comisión Ad Hoc se llevó a cabo durante los meses de junio del 2020 a marzo de 2021. En región del Gran La Plata, se encuentra emplazado un importante polo industrial petroquímico (Ensenada), con la refinería de petróleo más importante del país (procesamiento de unos 38.000 m³/día de crudo) y otras industrias subsidiarias productoras de compuestos aromáticos (benceno, tolueno, xilenos), alifáticos (pentano, hexano, heptano) y coque de petróleo, entre otros.

El objetivo del presente informe es recopilar información de los niveles de MP y su potencial efecto en la salud de la población circundante, así como evaluar las diferentes fuentes principales de emisión en la región, para determinar el riesgo al que están expuestos los vecinos. Para cumplir este objetivo, se realizó un relevamiento de bibliografía, informes y datos aportados por las asociaciones de vecinos locales, pedido de informes a las empresas emplazadas en la región y a la autoridad de control de la provincia de Buenos Aires (Organismo Provincial de Desarrollo Sostenible “OPDS”).

La mayor limitación para la elaboración de este informe, fue la recopilación de información de niveles de concentración de material particulado ambiental en sus diferentes fracciones y compuestos asociados en la región de estudio. Principalmente, se debe destacar la falta de respuesta del sector público, específicamente de la autoridad de aplicación de la Provincia de Buenos Aires (OPDS), a las notas oportunamente enviadas (anexo III: notas del 2/06/2020, 06/07/2020 y 09/11/2020) en donde se solicitó información necesaria para poder realizar un informe que integre a todos los sectores involucrados en el aseguramiento de la calidad del aire. En tal sentido, se recomienda al OPDS y a los municipios de Berisso, La Plata y Ensenada (particularmente a Berisso como solicitante) la recopilación de información propia para poder realizar un análisis continuo sobre el impacto del polo petroquímico en la población. Los datos de calidad de aire deberían ser de acceso público.

Pese a la gran dificultad de obtener información de libre acceso sobre los niveles de material particulado en la región, se trabajó con información publicada por diversos grupos de investigación y por aporte de la empresa Oxbow-Copetro (anexo II). También se contó con datos brindados por los vecinos, que corresponden a informes recibidos por ellos, a partir de la Red de Monitoreo de MPS en los alrededores de Copetro S.C. Berisso, La Plata - Ensenada emanado

Informe Polvo de carbón en la región del Gran La Plata, Provincia de Buenos Aires

por la Dirección Provincial de Evaluación de Impacto Ambiental, Departamento Laboratorio (OPDS) años 2014, 2015, 2016 y 2019.

De acuerdo al análisis detallado de la información recopilada, se puede concluir que se evidencia una disminución de los niveles de MP_{10} en los últimos 20 años, convergiendo en valores anuales promedios entre $20\text{--}50\text{ }\mu\text{g}/\text{m}^3$. Sin embargo, como muestran las figuras I y III, en los años muestreados, los valores de MP_{10} para 1 año, superaron el nivel guía de $20\text{ }\mu\text{g}/\text{m}^3$ establecido por la OMS, pero no así los de la norma provincial. Respecto a los valores de $MP_{2.5}$ en los años 2002, 2017, 2018 y 2019 se superaron el nivel guía de la OMS ($10\text{ }\mu\text{g}/\text{m}^3$) y los regulados actualmente por la norma provincial ($12\text{ }\mu\text{g}/\text{m}^3$) en los años 2002, 2017 y 2018 (Fig. II).

Se evidencia que los niveles regulados para MP_{10} en el Decreto 1074/18 (Ley 5965) de la PBA deben ser actualizados de manera urgente de modo de confluir a los niveles guía de la OMS, para poder preservar la salud de la población.

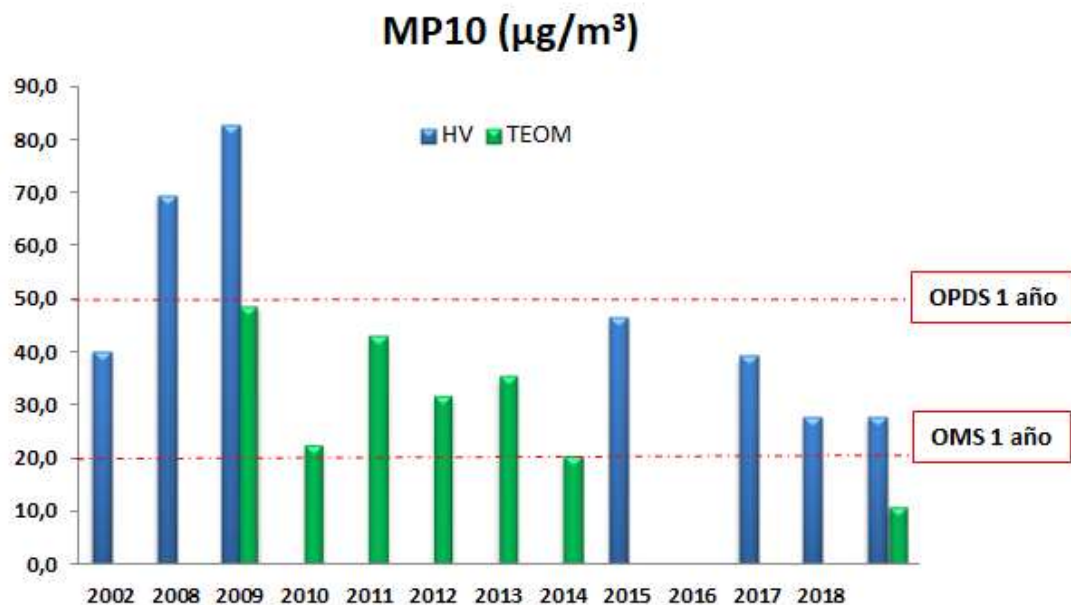


Figura I. Niveles anuales de MP_{10} ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) para el periodo de 1999 a 2019 obtenidos de relevamiento bibliográfico [1-3, 51,52] y aportes de vecinos (anexo I). HV: muestreador de alto volumen; TEOM: muestreador continuo.

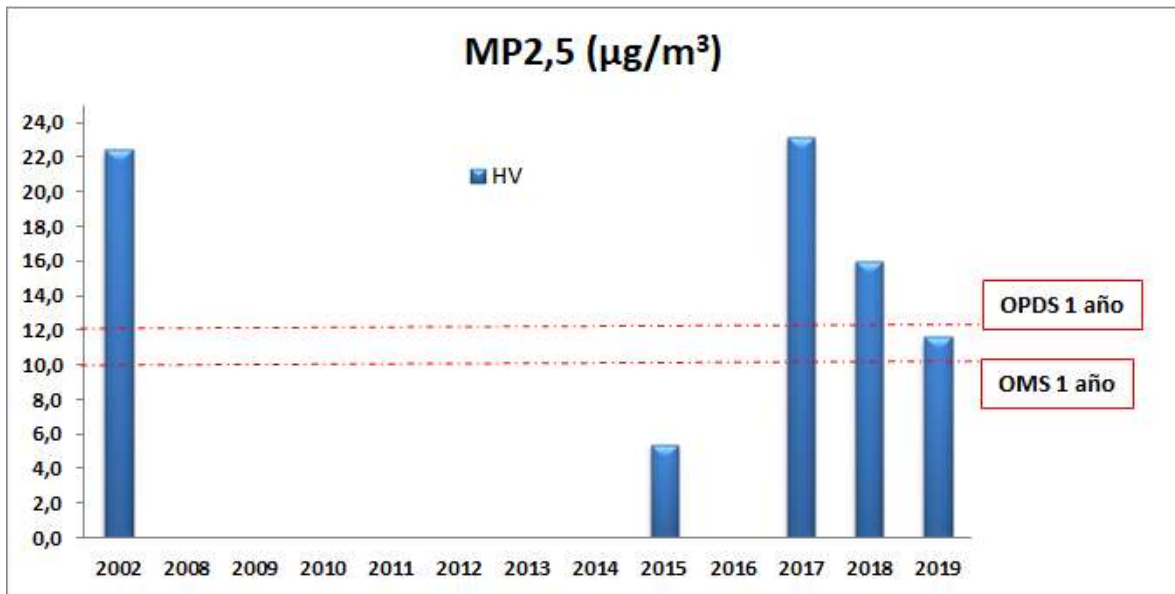


Figura II. Niveles anuales MP_{2,5} (µg/m³) para el periodo 1999-2019 obtenidos de relevamiento bibliográfico [1-3, 51,52]. HV: muestreador de alto volumen

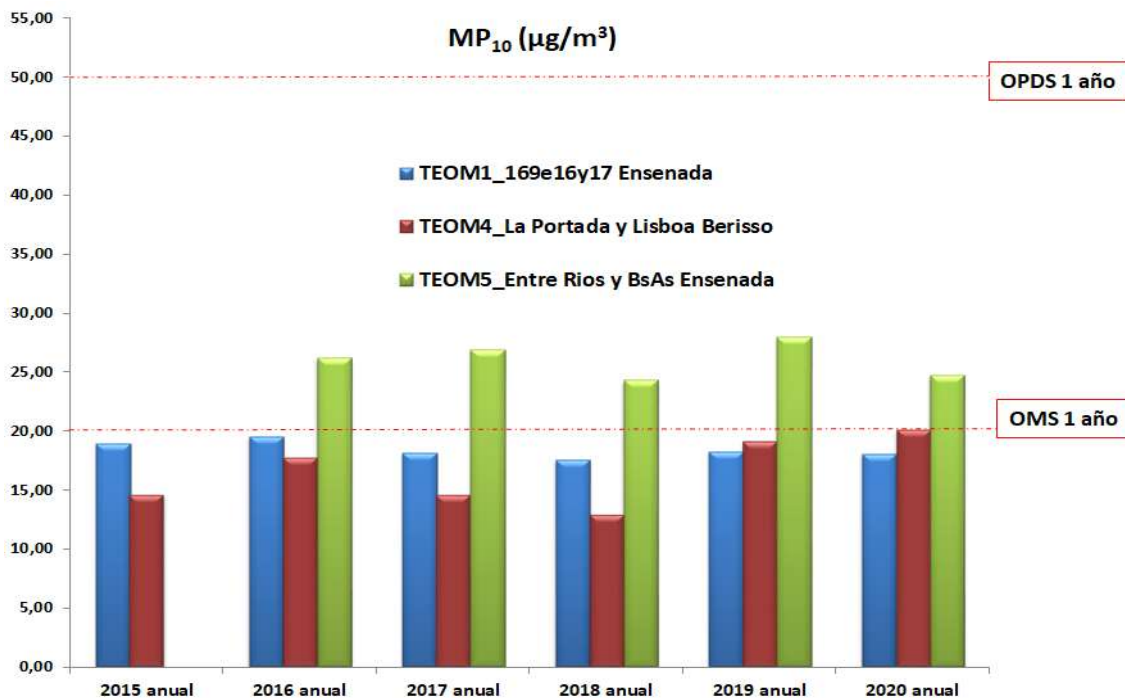


Figura III. Niveles anuales MP₁₀ (µg/m³) para el periodo 2015-2020 obtenidos de datos suministrados por Oxbow-Copetro (anexo II). TEOM: muestreador continuo.

Informe Polvo de carbón en la región del Gran La Plata, Provincia de Buenos Aires

De los datos recopilados [1, 3], se destaca el alarmante incremento (Figuras IV y V) en más de un orden de magnitud de los niveles de HAPs en los últimos 20 años (asociados tanto a MP_{10} como a $MP_{2.5}$), llegando a niveles peligrosos para la salud humana, como lo refleja el trabajo de la Dra Giuliani [3], en el cálculo el LCR (Lifetime Cancer Risk), obteniendo niveles no aceptables según los niveles guía de la Organización Mundial de la Salud (OMS).

A pesar de que no existe un valor límite específico para este grupo de contaminantes, la tendencia habitual en la regulación de los HAP es a considerar como referencia el Benzo(a)pireno y establecer una serie de valores, que permitan determinar la posible contaminación de origen antropogénico de la atmósfera. En este sentido, la Directiva 2004/107/CE, ya establece en su anexo I un valor de 1 ng/m^3 medido sobre la fracción de partículas MP_{10} . Otros países, como Alemania, establecieron rangos de concentración en inmisión que van desde los $0,11 \text{ ng/m}^3$ hasta los $0,52 \text{ ng/m}^3$ para la consideración de atmósfera no contaminada.

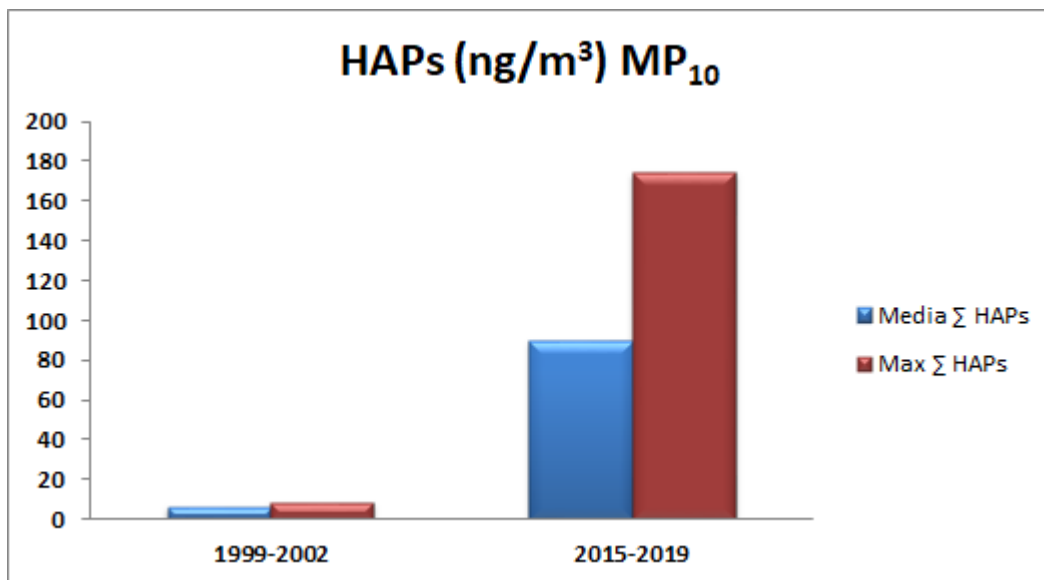


Figura IV. Niveles HAPs en MP_{10} (ng/m^3) periodo 1999-2019

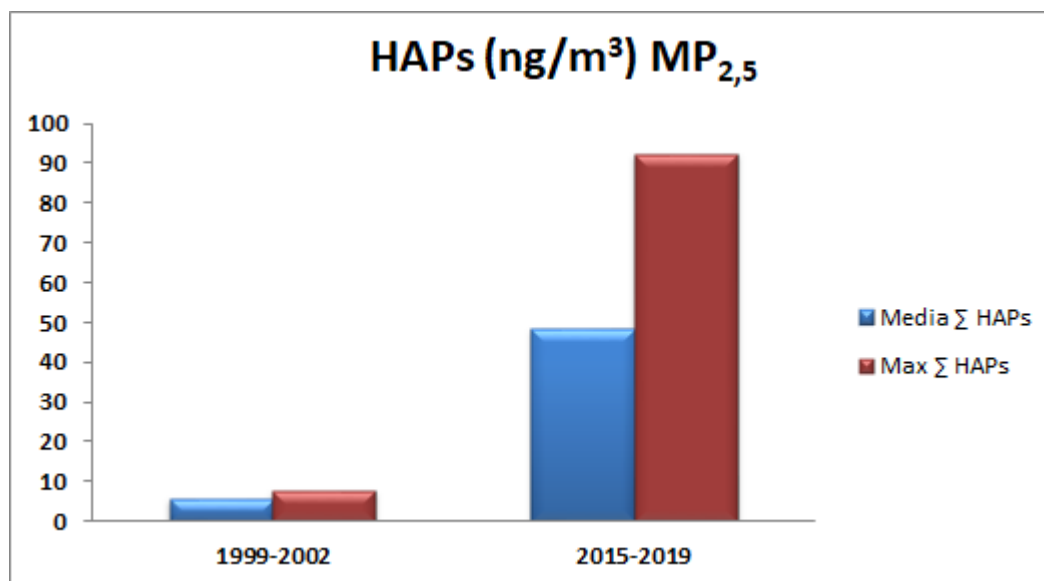


Figura V. Niveles HAPs en MP_{2,5} (ng/m³) periodo 1999-2019

Esto evidencia la necesidad de actualizar los valores de estándares en calidad de aire y disposiciones generales (tabla A, Ley 5965 anexo III del decreto 1074/18), de modo de que converjan con los valores de la OMS, principalmente en lo referido a MP₁₀. Además, se considera necesario, que se actualice el listado de compuestos incluidos como niveles guía de calidad de aire ambiente contaminantes específicos (tabla B, Ley 5965 anexo III del decreto 1074/18) de modo de incluir a todos los hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAPs) y se solicita fuertemente que se cumpla con la Ley 25.831 Régimen de Libre Acceso a la Información Pública Ambiental la cual es un el derecho fundamental de las personas al acceso a la información y a la evidencia científica de contaminación ambiental en la zona.

Los niveles de fracción carbonosa asociados al MP₁₀, para el periodo 2016-2020 (Figura VI) se encuentra por debajo del valor regulado por el OPDS ($0,1 \text{ mg/m}^3 = 100 \text{ } \mu\text{g/m}^3$). Cotejando los valores medios de MP₁₀ y de fracción carbonosa, esta última constituye entre un 4 y 6 % de la masa total de material particulado (MP₁₀), niveles que concuerdan con valores esperados en entornos urbanos [62,63].

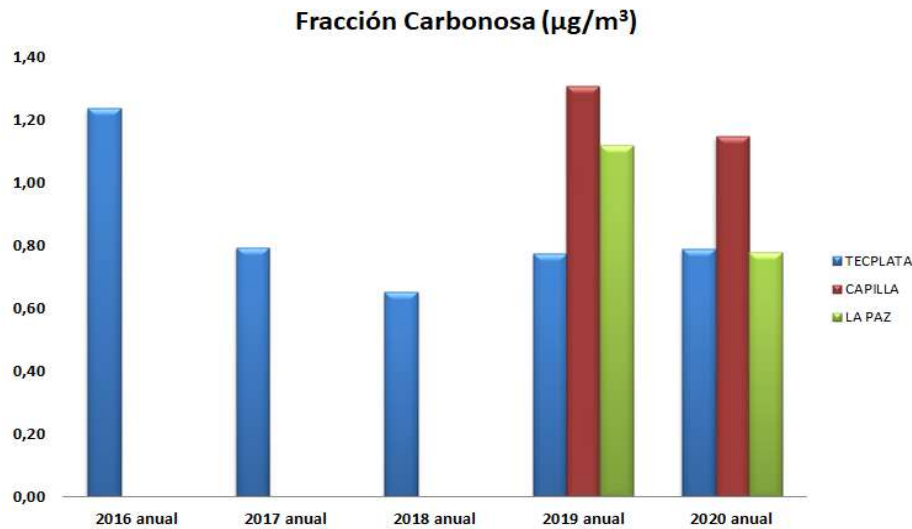


Figura VI. Niveles anuales de fracción carbonosa ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) obtenidos de datos suministrados por Oxbow-Copetro (anexo II)

Respecto al material particulado sedimentable (partículas mayores a 100 micrómetros), para el periodo 2014-2016, se evidencia que se ha superado en varias ocasiones los valores normados de $1 \text{ mg}/\text{cm}^2$ para monitoreo de 30 días en el Decreto 1074/18 de la provincia de Buenos Aires, llegando a valores que superan los $3 \text{ mg}/\text{cm}^2$ entre los meses de octubre y noviembre del 2015 (Figura VII), detectándose en el mismo la presencia de metales tales como hierro, vanadio, cinc, cobre y plomo [64]. Es sabido, que la presencia de estos metales agrava el riesgo a afecciones a la salud de las personas que residen en la zona.

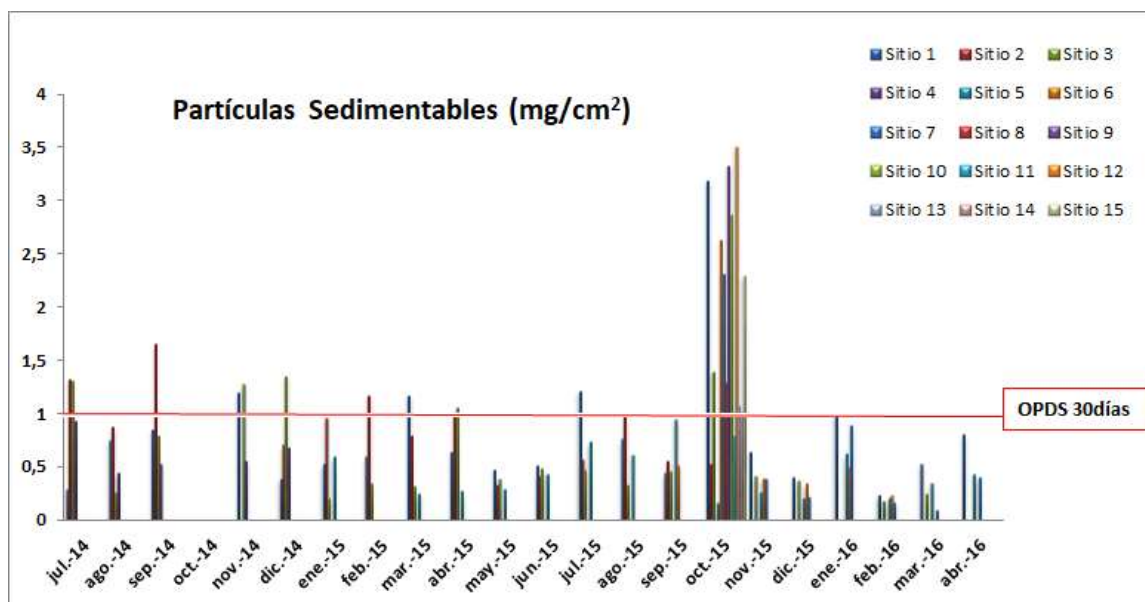


Figura VII. Niveles de partículas sedimentables (mg/cm²) periodo 2014-2016 obtenidos de aportes de vecinos (anexo I)

Ante la evidencia científica y empírica, de ser esta una zona (Municipios de Berisso y Ensenada) inmersa en un polo petroquímico de alta contaminación del aire (compuestos orgánicos volátiles, material particulado, metales pesados, hidrocarburos aromáticos policíclicos, entre otros) se solicita con carácter de urgente realizar estudios epidemiológicos actualizados y profundos para conocer el estado de salud de la población y su vinculación con el estado de la calidad del aire. Además, resulta importante profundizar la caracterización química del material particulado sedimentable (fracción carbonosa, HAPs, metales, aniones) en toda la región del Gran la Plata para poder estimar de manera certera las fuentes principales emisión del mismo.

En el marco de lo anterior se ha establecido un convenio de Asistencia Científica en Redes entre CONICET (RSA) y la Municipalidad de Berisso, para la instalación, por parte de la Municipalidad, de la “Red de monitoreo de la calidad del aire en el municipio de Berisso” y el procesamiento, por parte de la Red de seguridad Alimentaria, de los datos del monitoreo, así como realizar trabajos en conjunto para la realización de un inventario de emisiones móviles (IVE).

Informe Polvo de carbón en la región del Gran La Plata, Provincia de Buenos Aires

En primera instancia, y hasta tanto se puedan obtener los datos sugeridos en este informe, insistimos que es importante que los organismos del gobierno y autoridades de aplicación, cumplan con el principio de precaución, es decir que en caso de amenaza para el medio ambiente o la salud y en una situación de incertidumbre científica se tomen las medidas apropiadas para prevenir el daño.

4 ACTIVIDADES DESARROLLADAS

1. Búsqueda bibliográfica de trabajos de investigación (publicaciones, tesis de grado, postgrado, etc.) realizados a nivel mundial, nacional y en la región de estudio (Gran La Plata: Partidos de La Plata, Berisso y Ensenada). Se centró la búsqueda en trabajos sobre posibles fuentes de emisión de MP en la región, niveles y composición química de material particulado (MP) en todas sus fracciones, así como evaluación del impacto en la salud del mismo en los municipios de Berisso y Ensenada.
2. Recopilación de informes presentados por los vecinos de la región, informes solicitados a la autoridad de aplicación (OPDS) de la Provincia de Buenos Aires y a las empresas más importantes emplazadas en la región (YPF y OXBOW-COPETRO).
3. Evaluación de la legislación de la provincia de Buenos Aires sobre las emisiones de material particulado (material particulado sedimentable, MP₁₀ y MP_{2.5}), compuestos asociados (fracción carbonosa y HAPs) y evaluación de niveles guía de la organización mundial de la Salud (OMS).
4. Análisis estadístico de los datos de MP, fracción carbonosa y HAPs recopilados y evaluación del riesgo asociado a la exposición de los mismos.
5. Discusión de los resultados obtenidos y elaboración de conclusiones y recomendaciones.

5 RESULTADOS

Informe Polvo de carbón en la región del Gran La Plata, Provincia de Buenos Aires

5.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y FUNDAMENTOS

Según la Organización Mundial de la Salud mueren prematuramente unos 7 millones de personas debido a la contaminación del aire, de los cuales la mitad son de países en desarrollo como la Argentina [4]; por ello se considera a la contaminación atmosférica como una de las principales prioridades mundiales en salud [5]. Incluso, la Agencia Internacional para la Investigación sobre el Cáncer (IARC) ha clasificado a la contaminación del aire como carcinógena (Grupo 1) [6]. Los principales responsables de ello son, el ozono a nivel del suelo, los óxidos de nitrógeno (NOx), los compuestos orgánicos volátiles (COVs), el material particulado (MP), el dióxido de azufre (SO₂) y el monóxido de carbono (CO) [6,7].

La presencia de estos agentes químicos, se debe principalmente al desarrollo industrial en áreas urbanas y naturales. Actualmente, el estudio de los efectos de dichos agentes, sus causas y consecuencias en los sistemas biológicos, en particular en el ser humano, debe ser concebido fundamentalmente desde un enfoque integral e interdisciplinario.

Generalmente, la mayoría de las partículas se forman en la atmósfera urbana a partir de diferentes fuentes de emisión. Entre estas se encuentran: la combustión de los vehículos, la resuspensión de polvo en las carreteras y suelos desnudos, actividades industriales y de construcción e incendios forestales [8-14]. Además, las prácticas agrícolas, liberan plaguicidas, que debido a su baja volatilidad son absorbidos por partículas atmosféricas [15,16]. Por lo tanto, las redes de monitoreo continuo son necesarias para determinar la variación espacio-temporal de MP con el fin de conocer la calidad del aire en zonas urbanas.

De esta manera, se producen problemas de salud asociados a la contaminación ambiental, especialmente complejos por la variabilidad de los parámetros de exposición y susceptibilidad individual que presenta la comunidad. En este contexto, adquieren especial importancia la vía inhalatoria y cutánea como vías de absorción e incorporación de los agentes ambientales al interior del organismo. La exposición a través de las vías mencionadas puede producir daño a la salud, cuyos efectos son de gran diversidad y severidad, destacándose los que actúan sobre el

sistema respiratorio y el cardiocirculatorio, siendo en general exposiciones a bajas dosis durante periodos de tiempo prolongados [1-10].

La información que existe localmente (referida a la región del Gran la Plata) , como monitoreos o estudios especiales, que se efectúan sobre los agentes en el ambiente, permite alcanzar con mayor grado de certeza, la evaluación de la exposición. Sin embargo, en las exposiciones por largos períodos de tiempo se presenta una importante limitación, la de no poder realizar las mediciones en forma continua durante todo el período de exposición. Los riesgos de enfermar y/o morir de los grupos humanos, así como sus causas e interdependencias pueden medirse por diferentes métodos, los cuales estudian los factores que condicionan la ocurrencia y evolución de las enfermedades, reconociendo que todos los procesos de salud - enfermedad obedecen a causas múltiples y que éstas derivan tanto de las condiciones culturales, sociales y económicas como de las características físicas y biológicas de los individuos y del ambiente en el que ellos se desenvuelven [7-14]

Durante las décadas del 80 y 90 se han realizado varios estudios epidemiológicos [17-18] tendientes a evaluar el riesgo de daño a la salud en la población, por la exposición aguda y/o crónica a contaminantes atmosféricos. Algunos de ellos son estudios de series temporales, como el APHEA –Air Pollution and Health: A European Approach- y el NMAPS (*National Morbidity, Mortality, and Air Pollution Study*), ambos orientados a la identificación de los efectos agudos de los contaminantes del aire. Estos estudios reportan un aumento de las muertes y de las internaciones por problemas respiratorios y cardiovasculares durante los períodos de mayor contaminación del aire y exacerbación de enfermedades preexistentes como el EPOC (enfermedad pulmonar obstructiva crónica) y la enfermedad coronaria.

Otros estudios [19-21] tienen un diseño analítico de cohorte o seguimiento prospectivo, como del ACS (*American Cancer Society*) o el AHSMOG (*Adventist Health Study of Smog in California*), o bien se trata de estudios de corte transversal para medir la prevalencia de daño a la salud en presencia de concentraciones de contaminantes del aire, como el SAPALDIA (*Air pollution and Lung disease in adults*), que reportan asociación entre daño a la salud- trastornos respiratorios crónicos. Uno de los indicadores más claros observados fue la disminución de la función pulmonar.

Muchas de las enfermedades que afectan al hombre tiene un sustrato causal, condicionante o desencadenante de carácter ambiental; sólo unas pocas de ellas obedecen a causas genéticas o biológicas o son de tipo esencial. La interpretación de las reacciones que produce la contaminación atmosférica en la salud humana se fundamenta en estudios toxicológicos y epidemiológicos, ambos considerados complementarios cuando se trata de valorar los efectos de la contaminación atmosférica [17-22]. Además, estudios realizados en distintas ciudades han demostrado que, aún por debajo de los niveles de calidad considerados como seguros, la contaminación atmosférica se asocia con efectos nocivos sobre la salud. Asimismo, existe mayor preocupación sobre posibles riesgos de algunos agentes atmosféricos para los que no existe una evaluación satisfactoria [22].

Entonces, actualmente hay un amplio consenso en aceptar los efectos nocivos de la contaminación atmosférica en la salud, aunque ese consenso, no es tan amplio a la hora de establecer qué niveles pueden ser considerados seguros para el conjunto de la población, cuáles son los posibles efectos crónicos de la contaminación, qué compuestos tóxicos son los responsables del daño en salud, así como los mecanismos fisiológicos de desencadenamiento del efecto.

Por otra parte, las Guías de Calidad del Aire (GCA) de la OMS [23], basadas en un amplio conjunto de pruebas científicas relativas a la contaminación del aire y sus consecuencias para la salud constituyen un fundamento sólido para los niveles recomendados. Aunque, es necesario subrayar que los valores guía de la OMS no pueden proteger plenamente la salud humana, porque en las investigaciones no se han establecido los umbrales por debajo de los cuales no se han identificado efectos adversos a la salud. No obstante, se ha observado que aparecen una gama creciente de efectos adversos para la salud a concentraciones cada vez más bajas. Esto es aplicable principalmente al MP en suspensión. Por ello, en los estudios actuales se utilizan métodos más refinados e indicadores más sutiles, pero sensibles, de los efectos sobre la salud, como son las medidas fisiológicas (por ejemplo, cambios en la función pulmonar, marcadores de la inflamación).

5.2 MATERIAL PARTICULADO ATMOSFÉRICO

El material particulado atmosférico o aerosoles se define como una mezcla de sustancias en estado sólido y/o líquido [24]. Las partículas difieren de acuerdo a sus fuentes de emisión, formas,

tamaños, mecanismos de formación y composición química, y pueden caracterizarse por sus propiedades físicas y químicas [25, 26].

La distribución de las partículas según su tamaño, es una de las características más importantes de los aerosoles atmosféricos, ya que tiene relación directa con el origen del material particulado, su tiempo de residencia en la atmósfera, sus propiedades ópticas, sus efectos ambientales y con el depósito en el sistema respiratorio del hombre [27]. Según su tamaño, las partículas pueden ser sedimentables ($> 100 \mu\text{m}$), partículas en suspensión ($< 100 \mu\text{m}$), partículas respirables o gruesas ($< 10 \mu\text{m}$), partículas finas ($< 2.5 \mu\text{m}$) y partículas ultrafinas ($< 0.08 \mu\text{m}$).

Los aerosoles atmosféricos, se definen como suspensiones relativamente estables de partículas sólidas o líquidas en un gas y que presentan un diámetro menor a $10 \mu\text{m}$. El término aerosoles atmosféricos difiere del término material particulado, en que éste incluye tanto las partículas como el gas en el cual las mismas se encuentran suspendidas. Sin embargo, cabe señalar que ambos términos serán utilizados como sinónimos para denotar sólo las partículas en este texto, tal como ocurre en general en la literatura sobre química atmosférica [1-3].

5.3 COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL MP

El MP es el único contaminante del aire que no presenta una composición química definida; por ello los perjuicios ocasionados a la salud dependen de las características físico-químicas del material que les da origen. La toxicidad también se relaciona con las características físicas y químicas (tamaño, composición) y con la capacidad de interactuar con otros contaminantes. Esta situación dificulta la interpretación de sus efectos puros, pero numerosos estudios epidemiológicos relacionan su presencia y concentración con incremento de patologías, especialmente respiratorias, pudiendo exacerbar enfermedades pulmonares existentes, como la bronquitis crónica, así como por vía dérmica los contactos prolongados pueden causar irritación y dermatitis. También puede ocasionar irritación en los ojos, como el síndrome de ojo seco [4,8,10, 11].

En general, en la composición química del material particulado predominan sulfatos, nitratos, amonio, sal marina, polvo mineral, metales, compuestos orgánicos, carbono elemental ó negro (black carbon). La abundancia relativa de éstos puede variar en un orden de magnitud o más dependiendo del sitio de estudio y la época del año [1-3, 28-30].

5.3.1 HIDROCARBUROS AROMÁTICOS POLICÍCLICOS (HAPs) y METALES

Determinar la composición química del MP es uno de los objetivos prioritarios para poder llegar a conclusiones satisfactorias en el estudio integral de la salud de la población. Sin perjuicio de ello, se estima conveniente hacer referencia a los compuestos, que desde el punto de vista ambiental y toxicológico refieren cierto riesgo, tales como los HAPs y metales de acuerdo a la bibliografía existente [1-3].

Los HAPs son un grupo de sustancias, que químicamente se identifican como derivados poliméricos del benceno. Se forman durante la incineración incompleta del petróleo, alquitrán, carbón y gas, como así también por quema de madera, basuras y otras sustancias orgánicas. Se encuentran de forma natural en el medio ambiente, aunque también pueden ser producidas por síntesis artificial, específicamente para investigación. Como sustancias químicas puras, los HAPs existen generalmente como sólidos incoloros, blancos o verdes amarillentos pálidos y tienen un olor suave y agradable. El carácter lipofílico de muchos de ellos, tiene gran influencia en su mayor afinidad por los tejidos vivos y para atravesar sus membranas celulares, por lo que los efectos en la salud causados por cada uno de los HAPs en forma individual no son exactamente los mismos.

Si bien la lista de los HAPs puede ser muy amplia, sólo unos pocos están estudiados en profundidad, ya sea porque existe mayor información disponible, o porque se sospecha que son más nocivos a la salud, o presentan mayor posibilidad de exposición por su ubicuidad. Entre éstos, pueden mencionarse a los siguientes: pireno, acenafteno, acenaftileno, antraceno, benzo[a]antraceno, benzo[a]pireno, benzo[e]pireno, benzo[b]fluoranteno, benzo[g,h,i]perileno, fluoranteno, fluoreno, fenantreno, benzo[j]fluoranteno, benzo[k]fluoranteno, criseno, dibenzo[a,h]-antraceno, indeno[1,2,3-c,d]pireno [31-34].

Los HAPs pueden ingresar al organismo por diferentes vías:

- **Inhalatoria:** cuando estas sustancias se encuentran en el aire respirable, especialmente adheridas a partículas o al polvo. El humo del cigarrillo, de la madera, del carbón y el humo proveniente de muchos lugares industriales pueden contener HAPs. No se sabe con certeza la rapidez con la que los HAPs pueden ser absorbidos por los pulmones, como tampoco si lo hacen en forma completa o incompleta.

Informe Polvo de carbón en la región del Gran La Plata, Provincia de Buenos Aires

- **Gastrointestinal:** cuando se incorporan a través del agua de bebida o de alimentos, o están presentes en la tierra o partículas de polvo que son ingeridas accidentalmente. En general, por esta vía la absorción es lenta.
- **Dérmica:** cuando se produce el contacto de la piel con partículas de suelo que contienen altos niveles de HAPs o con aceites derivados del petróleo u otros productos que los contienen.

La rapidez con la cual los HAPs se incorporan al organismo por el consumo de alimentos o bebida o por contacto con la piel, está influenciada por la presencia de otros compuestos a los cuales el cuerpo puede exponerse en forma simultánea a los HAPs. Los tejidos del cuerpo transforman los HAPs en muchas sustancias diferentes; algunas presentan mayor capacidad de daño, en tanto otras producen menor perjuicio que los compuestos de origen. Los resultados de estudios realizados en animales establecen que los HAPs no tienden a acumularse en el cuerpo durante largo tiempo.

Aunque, la mayor parte de los HAPs que entran al cuerpo salen del mismo en unos cuantos días, principalmente en las heces y en la orina [35,36]; se sabe que bajo ciertas circunstancias, los HAPs pueden ser dañinos para la salud. Varios HAPs, entre ellos el benzo[a]antraceno, benzo[a]pireno, benzo[b]fluoranteno, benzo[j]fluoranteno, benzo[k]fluoranteno, criseno, dibenzo[a,h]antraceno e indeno[1,2,3-c,d]pireno han causado tumores en los animales de laboratorio luego de haber inhalado, consumido o por contacto con la piel con estas sustancias durante largos períodos de tiempo. También, se ha demostrado en animales, que los HAPs pueden causar efectos dañinos en la piel, los fluidos corporales y el sistema que utiliza el cuerpo para combatir las enfermedades después de exposiciones tanto a corto como a largo plazo. Los estudios realizados en seres humanos, también demuestran que las personas expuestas a través de la respiración o el contacto de la piel durante largos períodos de tiempo con mezclas que contienen HAPs y otros compuestos pueden presentar ciertos tumores cancerígenos [37,38].

Organismos internacionales han clasificado a diversos HAPs dentro de las categorías de carcinogenicidad. El Departamento de Salud y Servicios Humanos (DHHS) ha determinado que el benzo[a]antraceno, el benzo[b]fluoranteno, el benzo[j]fluoranteno, el benzo[k]fluoranteno, el benzo[a]pireno, el dibenzo[a,h]antraceno, el criseno y el indeno[1,2,3-c,d]pireno son reconocidos carcinógenos animales [39]. La Agencia Internacional para la Investigación del Cáncer (IARC)

clasifica las sustancias químicas en 5 grupos [37, 40] en los que se encuentra algunos HAPs como carcinogénicos (tabla 1):

- **Grupo 1** :Carcinogénico para humanos
- **Grupo 2A**: Probablemente carcinogénicos para humanos
- **Grupo 2B**: Posiblemente carcinogénicos para humanos
- **Grupo 3**: No clasificable como carcinogénico para humanos
- **Grupo 4**: Probablemente no carcinogénicos para humanos

Tabla 1. Clasificación de algunos HAPs según la IARC [37]

HAP	Grupo
Benzo[a]pireno	1
Dibenzo[a,h]antraceno	2A
Benzo[a]antraceno	2B
Benzo[b]fluoranteno	2B
Benzo[k]fluoranteno	2B
Chriseno	2B
Naphtaleno	2B
Indeno[1,2,3-cd]pireno	2B

Los HAPs se transforman en el cuerpo en sustancias químicas que pueden adherirse a otras, pudiendo ser medidos en los tejidos del cuerpo o en la sangre después de ocurrida la exposición. Aunque estas pruebas (medición de metabolitos) pueden demostrar la exposición a estas sustancias, no pueden ser utilizadas para predecir si se presentarán efectos en la salud o para determinar el grado de exposición [1, 37,38].

Los HAPs se encuentran en la atmósfera en cantidades muy pequeñas (ng m^{-3} de aire) y en dos posibles formas: adsorbidos a partículas suspendidas y en fase gaseosa. La importancia de estudiar estos compuestos reside en que un alto porcentaje (70-90%) de los HAPs adsorbidos a partículas se encuentran en partículas con diámetro menor a $5 \mu\text{m}$, es decir que son respirables para el ser humano. Dadas las diferentes fuentes de emisión en la región del Gran La Plata (tráfico e industria petroquímica) estos compuestos y el hecho de que algunos grupos poblacionales que

Informe Polvo de carbón en la región del Gran La Plata, Provincia de Buenos Aires

residen o trabajan en ambientes directamente influenciados por las mismas, están sometidos a un riesgo mayor, se hace necesario poder calcular la exposición a los HAPs en dichos grupos [1-3].

Respecto a los metales pesados, se ha demostrado que determinados niveles asociados al MP están relacionados con la incidencia de enfermedades respiratorias en la población infantil [41]. Los metales adsorbidos sobre el MP revisten particular interés toxicológico.

Respecto a las concentraciones de metales en el MP, en la zona industrial de Ensenada se encontraron valores similares a ciudades con alto grado de contaminación como Agra y Nueva Delhi (India) y Putuo, Jí'nan y Baoshan (China), Tesalónica (Grecia); posiblemente debido a la influencia del polo petroquímico y la Siderúrgica vecina. A continuación, en las figuras 1 y 2 , se presenta la composición relativa para MP₁₀ y MP_{2,5} [42].

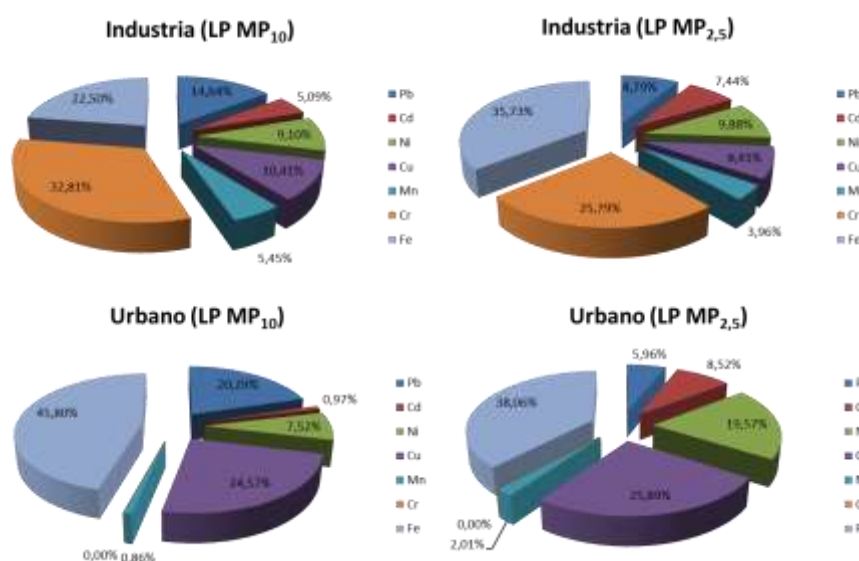
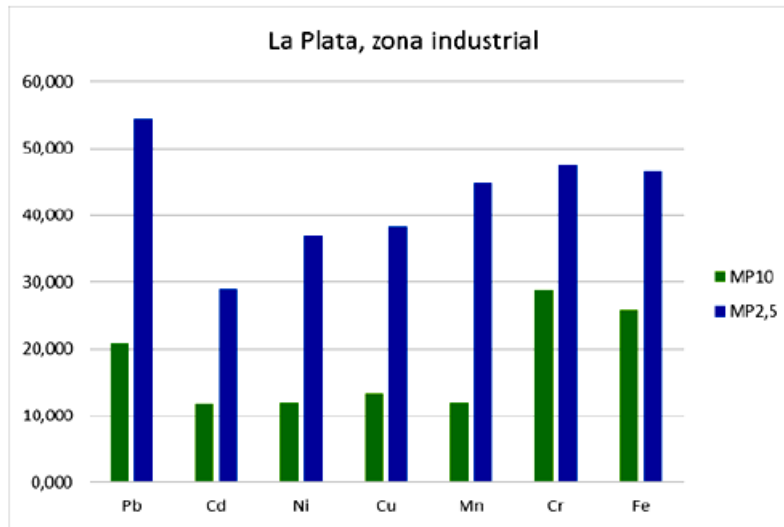


Figura 1. Composición porcentual de metales asociados al MP en el Gran la Plata



µg de metal por mg de MP_{2,5} y MP₁₀ en la zona industrial de La Plata

Figura 2. Niveles de metales asociados al MP en el Gran la Plata

5.3.2 CARBÓN NEGRO (BLACK CARBON)

Aunque el coque es generalmente estable, los productos de su combustión pueden ser inflamables y puede producir emisiones que provocan efectos adversos. La combustión de coque de petróleo puede generar emisiones de CO, CO₂, SO₂, NO_x, MP y metales pesados. La cantidad de las emisiones depende del tipo y composición del coque verde (materia prima) y coque calcinado (producto final) [43].

En general, el coque de petróleo contiene concentraciones de silicio y metales traza que se pueden utilizar para clasificar la fuente del mismo [44]. La variabilidad en la composición del coque de petróleo resulta de las diferencias en el origen del material fuente, las temperaturas de coquización y la duración del tiempo de coquización. Aproximadamente entre el 9% y el 21% del coque verde está compuesto por hidrocarburos residuales, denominados volátiles, que se eliminan por calcinación [45]. Los constituyentes menos volátiles capturados dentro de una matriz de carbono endurecido incluye a los hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAP) y metales. Los niveles de metales presentes en el coque de petróleo varían según las fuentes, pero el níquel y el vanadio son particularmente altos y a menudo superan los 100 ppm [44]. Si bien el coque de petróleo se describe a menudo como una sustancia dura parecida al vidrio, la molienda del coque

de petróleo en las partículas más pequeñas pueden provocar la liberación de compuestos volátiles (p. ej., HAPs) y metales lixiviables (por ejemplo, vanadio).

Se han realizado varios estudios en animales y estudios ocupacionales para identificar los efectos sobre la salud del coque de petróleo [46,47]. La toxicidad del coque de petróleo (CP) depende del tipo de constituyentes de la mezcla. El potencial de toxicidad de este es diferente al de las mezclas, donde se puede asumir la toxicidad individual para calcular la toxicidad final del material. Pero en el caso del CP los componentes individuales están unidos estrechamente en la matriz carbonosa. Por tanto, la toxicidad de los componentes individuales en forma pura puede no ser sumados cuando se combinan en una matriz como la del CP y los estudios pueden subestimar o sobreestimar el riesgo de la exposición al coque. Esto lo demuestran varios estudios epidemiológicos y estudios toxicológicos en animales que indican un bajo potencial de toxicidad a dosis altas y un alto potencial de toxicidad a dosis bajas [46,47].

Basado en el estudio OCDE 421, para la inhalación aguda, se estima que la toxicidad del coque verde y calcinado es mayor a 300 mg/m³ [48].

Una revisión cualitativa sobre los posibles riesgos a la salud humana asociados con el carbón de coque de petróleo fue realizada por Caruso y colaboradores [49], allí se estableció que este no parece contribuir al desarrollo del cáncer ni aumentar los riesgos para la salud reproductiva o del desarrollo, pero es probable que la inflamación pulmonar observada en las personas se deba a una exposición prolongada por inhalación, lo que constituye la principal amenaza para las poblaciones urbanas que viven cerca de las plantas y están expuestas a las emisiones fugitivas de polvo de carbón. El estudio concluye que el coque de petróleo causa o agrava enfermedades, ya sea individualmente o en combinación con otras exposiciones a contaminantes ambientales [49].

Otro estudio realizado mediante encuestas tuvo como objeto evaluar el estado de salud y síntomas de enfermedad asociados a residentes cercanos a plantas de coque de petróleo en la zona del sur de Chicago [50]. Se encontró elevaciones significativas en el número de síntomas respiratorios experimentados por los residentes en la zona expuesta. Los síntomas observados con mayor frecuencia en el grupo expuesto incluyen "bronquitis crónica, enfisema o EPOC", "opresión en el pecho que dura más de 30 minutos", "tos / dolor de garganta no causado por un resfriado que dura dos semanas o más", "nariz tapada / rinitis", "ojos irritados o con picazón

frecuente" y "sabor metálico en la boca" [50]. Además, se registraron síntomas que pueden reflejar emociones o tensión psicológica de vivir cerca de estos sitios emisores. Los síntomas neurológicos específicos informados más comúnmente en el grupo expuesto incluyen dolor de cabeza intenso o migraña, dificultad para concentrarse o para recordar, dificultad para dormir o insomnio y ansiedad / nerviosismo [50].

5.4 FUENTES DE EMISIÓN DE MP EN EL GRAN LA PLATA

La ciudad de La Plata (34°56'00"S 57°57'00"O), es la capital de la provincia de Buenos Aires de la República Argentina. El aglomerado urbano, denominado Gran La Plata, está conformado por los municipios de La Plata, Ensenada y Berisso con una superficie de los tres municipios de 1162 km², de los que corresponden 926 a La Plata, 135 a Berisso y 101 a Ensenada. La población, según el último censo nacional, del año 2010 [3] es de 868.633 habitantes, distribuidos 709.013 en el municipio de La Plata, 97.406 en Berisso y 62.214 en Ensenada [1-3].

Entre los municipios de Ensenada y Berisso se encuentra uno de los polos petroquímicos más importantes del país, compuesto por distintas empresas, algunas de ellas clasificadas de tercera categoría por la Ley Provincial de Radicación Industrial, es decir, establecimientos que se consideran peligrosos porque constituyen un riesgo para la seguridad, la salubridad e higiene de la población, o porque pueden ocasionar daños graves a los bienes y el medio ambiente (Ley provincial 11459 del 1993). No obstante, a pesar de considerarse peligroso, existen cientos de viviendas que rodean el polo petroquímico.

El polo petroquímico es un complejo dividido en tres grandes grupos: refinería y destilería, lubricantes, y unidades de petroquímica. A continuación (Figura 3) se presentan las de mayor importancia [1-3]:

- **Complejo industrial La Plata de YPF.** cuenta con una petroquímica ubicada en Ensenada y una destilería en la zona del puerto y Berisso.
- **Petrocuyo:** es una de las principales productoras de polipropileno de Argentina
- **Polibutenos Argentinos S.A.** – Aco Sapic Los polibutenos "Polybut", es una marca registrada de YPF, cuya unidad de producción está ubicada dentro del complejo petroquímico de YPF de Ensenada.
- **Oxbow-Copetro.** calcina carbón de petróleo y es propiedad de la multinacional Oxbow. Por otro lado, la empresa Copetro, instalada en la zona desde 1982, procesa el carbón de coque,

subproducto derivado de la refinación del petróleo, que se utiliza como combustible en la industria metalúrgica, especialmente para la producción de hierro y acero.

- **LPC La Plata Cogeneración.** Esta Central Térmica de Cogeneración se encuentra instalada en el predio de la refinería La Plata de YPF S.A.
- **Maleik S.A.** es una planta química destinada a la producción de anhídrido maleico
- **Gases de Ensenada S.A. GESA,** producción de gases como oxígeno, nitrógeno y argón.
- **Siderar:** es una industria metalúrgica.
- **Central Dique S.A.** Central térmica
- **Central térmica Ensenada de Barragán**



Figura 3. Principales industrias emplazadas en la región [3]

5.5 EXPOSICIÓN MATERIAL PARTICULADO

En humanos, la absorción y deposición de estos compuestos puede tener consecuencias directas sobre la salud. Estudios previos determinaron una relación causal entre la exposición a partículas atmosféricas y el aumento de muertes prematuras y enfermedades cardiorrespiratorias [1-3,8-11]. Actualmente, sabemos que los efectos por exposición a partículas no se limitan al sistema

respiratorio [13]. Estudios recientes informaron que la exposición prolongada a MP_{10} (partículas no inhalables) y a $MP_{2.5}$ (partículas inhalables) afectó negativamente el funcionamiento renal [12,51] y el rendimiento cognitivo humano [13], además de ocasionar enfermedades oculares como el síndrome de ojo seco [52], entre otras afecciones.

Los estudios más recientes sugieren que la exposición a largo plazo a $MP_{2.5}$ por encima de los estándares actuales de la OMS está asociada con neurodegeneración y aumento del riesgo de enfermedad de Alzheimer [53,54].

5.6 EFECTOS EN LA SALUD

En los últimos veinte años, varios estudios epidemiológicos han demostrado una asociación directa entre los niveles de contaminantes atmosféricos y muertes debidas a neumonía, cáncer de pulmón, EPOC y afecciones coronarias. Con relación al MP ambiental, existe evidencia científica consistente que demuestra un efecto adverso en la salud respiratoria con los niveles de exposición a los que están frecuentemente sujetas las poblaciones de las grandes ciudades. Sin embargo, si bien existe gran cantidad de información sobre los efectos perjudiciales del MP, son muy escasos los estudios realizados en países en vías de desarrollo con condiciones socioeconómicas y niveles de contaminantes muy diferentes a la de los países desarrollados.

La (OMS) ha publicado estándares para MP basados en nuevas evidencias que demuestran que no existen valores mínimos debajo de los cuales no se observan efectos adversos en salud humana. Las recomendaciones de la OMS están basadas en los niveles de MP_{10} o $MP_{2.5}$ ambientales debido a que estos parámetros son los que se emplean generalmente en los estudios epidemiológicos. Si bien existen pocos estudios referidos a la toxicidad de la deposición atmosférica total, es probable que la relación de este parámetro con indicadores de salud en la población sea similar a la encontrada para el material particulado fino o grueso [1-6,23].

La OMS ha elaborado pautas de calidad del aire (ACG) para exposiciones a MP y los valores de seguridad se derivan de las concentraciones más bajas que pudieron asignar riesgo estadísticamente significativo en los estudios epidemiológicos. Estos estudios proporcionan un alto nivel de margen de seguridad para la protección de la salud, ya que los diferentes procesos industriales requieren diferentes fuentes y, por lo tanto, pueden producir una variedad de calidad y cantidad de emisiones contaminantes. Este enfoque se basa en la idea de que las normas

reglamentarias no están destinadas a eliminar "todos" los riesgos, sino que representan márgenes de riesgo "aceptables".

Las partículas sólidas se pueden impregnar en las paredes de la tráquea, bronquios y bronquiolos; igualmente, las más pequeñas de estas pueden alcanzar los alvéolos. El daño causado a los pulmones por la contaminación del aire puede contribuir a la aparición de enfermedades respiratorias como la bronquitis, el enfisema y el cáncer; también puede afectar el corazón y el sistema circulatorio. Dados estos efectos potenciales sobre la salud humana, es conveniente monitorear la presencia de partículas en el aire para determinar los posibles riesgos que existen en función de su concentración y composición (metales, hidrocarburos policíclicos aromaticos, carbón de coque o carbón negro, etc.).

Un estudio realizado en la región [55], sobre la prevalencia de enfermedades respiratorias conjuntamente con la evaluación de parámetros funcionales respiratorios fue llevado a cabo en la zona industrial del polo petroquímico Ensenada en comparación con una zona urbana con alto tránsito vehicular y dos zonas relativamente no contaminadas semirural y residencial. Este estudio se realizó en niños de 6 a 12 años durante los años 2005-2006. Se informó que los niños que vivían en la zona industrial tenían más prevalencia de asma (24,8% frente a 10,1% a 11,5% para los que vivían en zona residencial y casco urbano respectivamente), más exacerbaciones de asma (6,7 vs 2,9-3,6 eventos por año), más síntomas respiratorios (sibilancias, disnea, tos nocturna y rinitis) y menor función pulmonar ($> 13\%$ de disminución en el porcentaje de FEV1 predicho) que los que vivían en otras regiones. El tiempo de residencia en el área fue un factor de riesgo significativo. El estudio concluye que la exposición a MP y COVs provenientes de plantas petroquímicas, pero no de una alta densidad de tráfico, se asoció con una peor salud respiratoria en los niños. A pesar de no haberse determinado las características de los compuestos absorbidos en la superficie de las partículas, es razonable esperar que estos puedan ser diferentes en partículas provenientes de refinerías petroquímicas y de tráfico. Se desconoce si el núcleo carbonoso o los productos químicos adsorbidos son los principales responsables de las consecuencias respiratorias de la exposición a partículas; sin embargo, es probable que ambos contribuyan.

5.7 MEDICIÓN Y EVALUACIÓN DE RIESGO

5.7.1 MATERIAL PARTICULADO

La OMS brinda una guía para estimar la carga de la enfermedad asociada con la exposición medioambiental: la contaminación del aire extramuro [3, 56, 57]. Para obtener estimaciones del impacto de la contaminación del aire extramuro, la exposición de la población se basa en concentraciones medidas de MP_{10} y $MP_{2.5}$. Después de multiplicar las concentraciones de exposición por el número de personas expuestas, se aplican funciones de concentración-respuesta obtenidas de estudios epidemiológicos. Estas funciones relacionan las concentraciones del ambiente de MP con casos de mortalidad prematura, y permiten calcular el riesgo atribuible.

En resumen, el método de evaluación, se basa en 4 componentes (I-IV):

- I. Evaluación de la exposición ambiente de la población a MP_{10} o $MP_{2.5}$, basada en monitores fijos o en estimaciones obtenidas a partir de modelos. También se requiere una concentración de fondo u “objetivo” como comparación, para determinar la enfermedad atribuible o los potenciales beneficios de reducir el factor de riesgo a una cantidad específica.
- II. Determinación del tamaño de la población expuesta a MP_{10} y $MP_{2.5}$ y el tipo de efecto sobre la salud de interés.
- III. La incidencia del efecto sobre la salud que se estima, por ejemplo la tasa de mortalidad en la población, en muertes cada mil personas.
- IV. Funciones de concentración-respuesta de estudios epidemiológicos que relacionan concentraciones ambiente de MP_{10} y $MP_{2.5}$ a efectos sobre la salud seleccionados y proveen la fracción atribuible, que es usada luego para estimar los siguientes puntos finales:
 - **1:** número de casos de mortalidad prematura por todas las causas y exposición en corto plazo a MP_{10} , en todas las edades.
 - **2:** número de casos de mortalidad prematura por enfermedades respiratorias atribuidas a la exposición en corto plazo a MP_{10} , en niños menores a 5 años.
 - **3:** número de casos de mortalidad prematura por enfermedades cardiopulmonares atribuidas a la exposición a largo plazo $MP_{2.5}$, en personas mayores a 30 años.

- **4:** número de casos de mortalidad prematura por cáncer de pulmón atribuidas a la exposición a largo plazo $MP_{2.5}$, en personas mayores a 30 años.

El riesgo relativo (RR) asociado a un determinado punto final se calcula según las expresiones de la tabla 2.

Tabla 2. Expresiones de riesgo relativo asociadas a distintos puntos finales [3]

	Función de riesgo relativo ^a	β sugerido	Grupo etario
RR1	$RR = \exp(\beta(X - X_0))$	0,0008	Todas las edades
RR2	$RR = \exp(\beta(X - X_0))$	0,00166	< 5 años
RR3	$RR = ((X+1)/(X_0+1))^\beta$	0,15515	>30 años
RR4	$RR = ((X+1)/(X_0+1))^\beta$	0,23218	>30 años

^a X: concentración del contaminante ($\mu g\ m^{-3}$); X_0 : concentración objetivo o de fondo del contaminante ($\mu g\ m^{-3}$)

Una vez calculado el riesgo relativo, se procede a calcular la fracción atribuible (AF) de efectos sobre la salud por la contaminación atmosférica:

$$AF = (RR - 1) / RR$$

Por último se calcula el número esperado de muertes debido a contaminación atmosférica E:

$$E = AF \times B \times P$$

Donde *B* es la tasa de mortalidad anual y *P* es la población expuesta.

5.7.2 EVALUACIÓN DEL RIESGO POR EXPOSICIÓN A HAPS

Existen propuestas generales para estimar el aporte específico al riesgo de contraer cáncer por exposición a contaminantes en general. Se ha propuesto una formulación de gran utilidad debido a su sencillez conceptual y la facilidad de acceso a sus componentes principales, en función de los datos provistos por entidades reconocidas, tales como la OMS, la US EPA y el Centro Internacional de Investigaciones sobre el Cáncer (IARC) [3].

Informe Polvo de carbón en la región del Gran La Plata, Provincia de Buenos Aires

En ella se plantea que el cálculo de riesgo de contraer cáncer requiere del conocimiento del potencial cancerígeno del compuesto específico y del grado de exposición del grupo objetivo. De este modo, el riesgo de contraer cáncer a lo largo de una vida (Lifetime Cancer Risk, LCR) asociado al benzo(a)pireno, se calcula multiplicando la incorporación crónica diaria (Chronic Daily Intake, *CDI*) por el factor de potencia (*FP*, equivalente al factor de pendiente estimado a partir de la curva exposición/población, y tabulado en el Sistema IRIS) y por el factor de absorción (*FA*) [2,3,57].

$$\text{LCR} = \text{CDI} \times \text{FP} \times \text{FA}$$

El *CDI*, en $\text{mg kg}^{-1} \text{ día}$, es calculado según la ecuación siguiente:

$$\text{CDI} = (\text{CC} \times \text{IR} \times \text{ED} \times \text{EF} \times \text{LE}) / (\text{BW} \times \text{AT} \times \text{NY})$$

Donde cada término es:

CC: concentración del contaminante (mg m^{-3})

IR: flujo de inhalación ($\text{m}^3 \text{ hora}^{-1}$)

ED: duración de la exposición (horas/semana)

EF: frecuencia de exposición (semanas/año)

LE: la longitud de la exposición (años)

BW: peso del cuerpo (kg)

AT: tiempo medio (promedio del periodo durante el cual se estará expuesto)

NY: número de días por año (365 días)

Para calcular el LCR por exposición a los HAPs, se calcula el equivalente tóxico de los HAPs encontrados con respecto al benzo(a)pireno “**(B(a)Peq)**”, que es el más tóxico de los HAPs. El **B(a)Peq** es obtenido multiplicando la concentración del compuesto por su correspondiente factor de toxicidad equivalente (*TEF*) como se muestra en la Tabla 3 . La suma de **B(a)Peq** permite saber la concentración equivalente tóxica total y se considera que el factor de absorción (*FA*) para humanos es 0,90 para todos los contaminantes HAPs [3,57] .

Tabla 3. Factores de toxicidad equivalente para HAPs [3]

HAPs	TEF
benzo(a)pireno	1
benzo(a)antraceno	0,1
benzo(b)fluoranteno	0,1
benzo(k)fluoranteno	0,1
criseno	0,01
dibenzo(a,h)antraceno	1
indeno(1,2,3,c)pireno	0,1
benzo(ghi)perileno	0,01
pireno	0,001
fluoranteno	0,001
fenantreno	0,001

Una vez obtenido los valores de LCR, se los contrasta con los valores propuestos por las organizaciones internacionales (OMS y US EPA). La OMS considera un LCR "aceptable" en el rango comprendido entre 1×10^{-5} y 1×10^{-6} mientras que para US EPA el valor debe ser menor a 1×10^{-6} [3].

5.8 ESTUDIOS EPIDEMIOLÓGICOS EN LA ZONA DE ESTUDIO

En la región se registró un estudio del 2003 realizado por Etchegoyen y Bourgeois sobre el Barrio campamento, Ensenada [58]. Los resultados del estudio no evidenciaron aumento de cáncer de pulmón o piel en los pobladores actuales del barrio Campamento. No obstante, se encontró una mayor frecuencia relativa de manifestaciones respiratorias (bronquitis, sintomatología inespecífica, disnea) oftalmológicas (irritación de los ojos) y dermatológicas (irritación de la piel) comparado con el grupo control. En sus consideraciones finales se indica que es difícil determinar cuál es el verdadero origen de las afecciones, tanto de origen respiratorio como dérmicas y oculares; si están asociadas al MP en cuanto a su función de transporte y capacidad para atravesar las membranas o si es el contenido de HAPs presentes en ellas o si son otros

componentes también encontrados en las partículas de coque de petróleo, como son los metales pasados, pero existe consenso que aunque no pueda determinarse el origen del problema en forma fehaciente se puede concluir que existe riesgo a la salud ocasionado por la presencia de estas partículas en el ambiente del barrio en estudio, ya sea que actúan en forma conjunta o sinérgica, por separado o en forma única alguno de ellos.

5.9 LEGISLACIÓN

La normativa Argentina vigente con respecto al material particulado corresponde a la Ley 5965 promulgada y sancionada en el año 1958. Esta ley se encuentra reglamentada actualmente por el decreto 1074/18 de la PBA. Dicho decreto incorpora $MP_{2.5}$ mostrando los valores en la tabla 4 [59]

Las GCA de la OMS [23] tienen por objeto ofrecer orientación sobre la manera de reducir los efectos de la contaminación del aire en la salud. Estas guías se basan en la evaluación por expertos de las pruebas científicas del momento. Las GCA de la OMS se basan en el conjunto, ahora amplio, de pruebas científicas relativas a la contaminación del aire y sus consecuencias para la salud. Si bien esta base de información tiene información faltante e incertidumbres, constituye un fundamento sólido para las guías recomendadas. En primer lugar, las pruebas del MP indican que hay riesgos para la salud con las concentraciones que hoy se observan en numerosas ciudades de los países desarrollados. ***Además, hay que subrayar que los valores guía que se proporcionan no pueden proteger plenamente la salud humana, porque en las investigaciones no se han identificado los umbrales por debajo de los cuales no se producen efectos adversos.***

Por el momento, los sistemas más habituales de vigilancia de la calidad del aire producen datos basados en la medición del MP_{10} , en contraposición a otros tamaños del material particulado. En consecuencia, la mayoría de los estudios epidemiológicos utilizan el MP_{10} como indicador de la exposición. El MP_{10} representa la masa de las partículas que entran en el sistema respiratorio, y además incluye tanto las partículas gruesas (de un tamaño comprendido entre 2,5 y 10 μm) como las finas (de menos de 2,5 μm) que se considera que contribuyen a los efectos en la salud observados en los entornos urbanos (asociados a emisiones vehiculares principalmente). Las primeras se forman básicamente por medio de procesos mecánicos, como las obras de construcción, la resuspensión del polvo de los caminos y el viento, mientras que las segundas

Informe Polvo de carbón en la región del Gran La Plata, Provincia de Buenos Aires

proceden sobre todo de fuentes de combustión. Los valores guía de la OMS para MP se muestran en la Tabla 5.

Tabla 4. Valores estándares en calidad de aire para MP (OPDS)

	Tiempo promedio	Valor inicial*	Valor Límite			Observaciones
			1° etapa	2° etapa	3° etapa	
MP₁₀	24 horas	150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Para no ser superado más de una vez al año.
	1 año	50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	No deberá superarse la media aritmética anual
MP_{2.5}	24 horas	-----	75 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	35 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Para no ser superado 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 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	15 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	12 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	No deberá superarse la media aritmética anual
Partículas Sedimentables	30 días	1 mg/cm^2		1 mg/cm^2		-----
Fracción carbonosa en MP	24 horas	0,1 mg/m^3		0,1 mg/m^3		-----

1° Etapa: Operativa a partir de los 2 (dos) años de publicado el presente Decreto. Duración: 1 (uno) año.

2° Etapa: Operativa a partir de los 3 (tres) años de publicado el presente Decreto. Duración: 1 (uno) año.

3° Etapa: Operativa a partir de los 4 (cuatro) años de publicado el presente Decreto.

* norma 3395/96 derogada por decreto 1074/18

Tabla 5. Valores estándares en calidad de aire para MP (OMS)

	Tiempo promedio	Valor $\mu\text{g}/\text{m}^3$
MP₁₀	24 horas	50
	1 año	20
MP_{2.5}	24 horas	20
	1 año	10

Suele haber diferencias de opinión entre los países sobre si el promedio más restrictivo de las GCA es el de 24 horas o el anual, dependiendo fundamentalmente de las características específicas de las fuentes de contaminación y de su localización. Al evaluar las GCA de la OMS y los objetivos intermedios, se suele recomendar que se dé preferencia al promedio anual sobre el de 24 horas, ya que con niveles bajos despiertan menos preocupación las desviaciones episódicas. Sin embargo, el logro de los valores guía para la media de 24 horas protegerá frente a niveles máximos de contaminación que de otra manera determinarían un exceso sustancial de morbilidad o mortalidad. La OMS recomienda que los países con zonas en las que no se cumplen los valores guía de 24 horas adopten medidas inmediatas para alcanzar estos niveles lo más pronto posible [23].

5.10 NIVELES DE MP Y COMPUESTOS ASOCIADOS EN EL GRAN LA PLATA.

5.10.1 NIVELES DE CONTAMINACIÓN

Luego de realizar una extensa búsqueda bibliográfica sobre los niveles de MP y contaminantes asociados en la región del gran La Plata, en particular en los municipios de Berisso y Ensenada se pudo recopilar dicha información para el periodo 1999-2019, a partir de trabajos de tesis doctorales [1 y 3], una tesis de grado [60] e informes (generados por OPDS, anexo I) presentado por la Asamblea de vecinos autoconvocados, Vecinos contaminados de Berisso, Ensenada y La Plata, mostrándose los resultados en la Tabla 6 y las figuras 4-9.

Informe Polvo de carbón en la región del Gran La Plata, Provincia de Buenos Aires

Tabla 6. Niveles de MP₁₀ y MP_{2,5} en los Municipio de Berisso y Ensenada para el periodo 1999-2019

Localidad	Sitio	MP	Fecha	Tipo monitoreo	µg/m3	Observaciones	Ref.
Ensenada	Parque Rodriguez (La montonera)	10	1999-2002	HV-cascada	43,2-36,9	media (Invierno-Verano)	1
Ensenada	Parque Rodriguez (La montonera)	2,5	1999-2002	HV-cascada	22,4-23,5	media (Invierno-Verano)	1
Ensenada	Francia y Almafuerie	10	13/6/2008	HV	58,4	24 hs	60
Ensenada	Francia y Almafuerie	10	7/6/2008	HV	54,5	24 hs	60
Ensenada	Francia y Almafuerie	10	14/6/2008	HV	48,6	24 hs	60
Ensenada	Francia y Almafuerie	10	31/5/2008	HV	48,6	24 hs	60
Ensenada	Francia y Almafuerie	10	14/7/2008	HV	45,2	24 hs	60
Ensenada	Entre Ríos	10	6/10/2008	HV	81,5	24 hs	60
Ensenada	Entre Ríos	10	14/6/2008	HV	73,6	24 hs	60
Ensenada	Entre Ríos	10	26/11/2008	HV	70,6	24 hs	60
Ensenada	Entre Ríos	10	22/10/2008	HV	61,2	24 hs	60
Ensenada	Entre Ríos	10	27/11/2008	HV	59,3	24 hs	60
Ensenada	San Luis	10	6/10/2008	HV	87,7	24 hs	60
Ensenada	San Luis	10	11/10/2008	HV	59,6	24 hs	60
Ensenada	San Luis	10	5/10/2008	HV	55	24 hs	60
Ensenada	San Luis	10	9/10/2008	HV	54,7	24 hs	60

Informe Polvo de carbón en la región del Gran La Plata, Provincia de Buenos Aires

Ensenada	San Luis	10	10/10/2008	HV	43,4	24 hs	60
Ensenada	Santa Fe	10	6/11/2008	HV	119,6	24 hs	60
Ensenada	Santa Fe	10	7/11/2008	HV	107	24 hs	60
Ensenada	Santa Fe	10	8/11/2008	HV	99,2	24 hs	60
Ensenada	Santa Fe	10	26/11/2008	HV	93,1	24 hs	60
Ensenada	Sitio A	10	6/1/2009	HV-TEOM	219-92	24 hs	60
Ensenada	Sitio A	10	12/6/2009	HV-TEOM	124-79	24 hs	60
Ensenada	Sitio A	10	18/1/2009	HV-TEOM	115-56	24 hs	60
Ensenada	Sitio A	10	24/1/2009	HV-TEOM	145-48	24 hs	60
Ensenada	Sitio A	10	30/1/2009	HV-TEOM	19-30	24 hs	60
Ensenada	Sitio A	10	5/2/2009	HV-TEOM	50-39	24 hs	60
Ensenada	Sitio A	10	11/2/2009	HV-TEOM	55-62	24 hs	60
Ensenada	Sitio A	10	18/2/2009	HV-TEOM	48-53	24 hs	60
Ensenada	Sitio A	10	24/2/2009	HV-TEOM	65-51	24 hs	60
Ensenada	Sitio B	10	6/1/2009	HV-TEOM	167-75	24 hs	60
Ensenada	Sitio B	10	12/6/2009	HV-TEOM	122-49	24 hs	60
Ensenada	Sitio B	10	18/1/2009	HV-TEOM	71-38	24 hs	60
Ensenada	Sitio B	10	24/1/2009	HV-TEOM	94-46	24 hs	60
Ensenada	Sitio B	10	30/1/2009	HV-TEOM	24-25	24 hs	60
Ensenada	Sitio B	10	5/2/2009	HV-TEOM	46-30	24 hs	60
Ensenada	Sitio B	10	11/2/2009	HV-TEOM	56-42	24 hs	60
Ensenada	Sitio B	10	18/2/2009	HV-TEOM	24-24	24 hs	60
Ensenada	Sitio B	10	24/2/2009	HV-TEOM	42-34	24 hs	60

Informe Polvo de carbón en la región del Gran La Plata, Provincia de Buenos Aires

Ensenada	La Paz	10	Enero-Marzo 2009	TEOM	28,9-103,6	24 hs (media-máximo)	60
Ensenada	La Paz	10	Abril-Junio 2009	TEOM	37,6-177,2	24 hs (media-máximo)	60
Ensenada	La Paz	10	Julio-Sep 2009	TEOM	26,3-124,3	24 hs (media-máximo)	60
Ensenada	La Paz	10	Oct-Dic 2009	TEOM	23,8-68,3	24 hs (media-máximo)	60
Ensenada	La Paz	10	Enero-Marzo 2010	TEOM	23,0-57,4	24 hs (media-máximo)	60
Ensenada	La Paz	10	Abril-Junio 2010	TEOM	26,1-80,0	24 hs (media-máximo)	60
Ensenada	La Paz	10	Julio-Sep 2010	TEOM	28,5-92,7	24 hs (media-máximo)	60
Ensenada	La Paz	10	Oct-Dic 2010	TEOM	27,7-86,9	24 hs (media-máximo)	60
Ensenada	La Paz	10	Enero-Marzo 2011	TEOM	23,9-53,2	24 hs (media-máximo)	60
Ensenada	La Paz	10	Abril-Junio 2011	TEOM	39,9-210,3	24 hs (media-máximo)	60
Ensenada	La Paz	10	Julio-Sep 2011	TEOM	38,9-133,6	24 hs (media-máximo)	60
Ensenada	La Paz	10	Oct-Dic 2011	TEOM	28,2-53,4	24 hs (media-máximo)	60
Ensenada	La Paz	10	Enero-Marzo 2012	TEOM	26,6-65,8	24 hs (media-máximo)	60
Ensenada	La Paz	10	Abril-Junio 2012	TEOM	30,7-70,6	24 hs (media-máximo)	60
Ensenada	La Paz	10	Julio-Sep 2012	TEOM	25,5-61,1	24 hs (media-máximo)	60

Informe Polvo de carbón en la región del Gran La Plata, Provincia de Buenos Aires

Ensenada	La Paz	10	Oct-Dic 2012	TEOM	25,0-88,8	24 hs (media-máximo)	60
Ensenada	La Paz	10	Enero-Marzo 2013	TEOM	21,5-50,8	24 hs (media-máximo)	60
Ensenada	La Paz	10	Abril-Junio 2013	TEOM	28,3-65,8	24 hs (media-máximo)	60
Ensenada	La Paz	10	Julio-Sep 2013	TEOM	26,2-79,0	24 hs (media-máximo)	60
Ensenada	La Paz	10	Oct-Dic 2013	TEOM	25,5-58,1	24 hs (media-máximo)	60
Ensenada	La Paz	10	Enero-Marzo 2014	TEOM	20,2-48,3	24 hs (media-máximo)	60
Ensenada	La Paz	10	Abril-Junio 2014	TEOM	29,1-71,9	24 hs (media-máximo)	60
Ensenada	La Paz	10	Julio-Sep 2014	TEOM	29,9-105,4	24 hs (media-máximo)	60
Ensenada	La Paz	10	Oct-Dic 2014	TEOM	56,0-92,0	24 hs (media-máximo)	60
Ensenada	La Paz	10	Oct-Dic 2014	HV	65,0-219,0	24 hs (media-máximo)	60
Ensenada	Puerto Puesto	10	Enero-Marzo 2009	TEOM	37,5-88,4	24 hs (media-máximo)	60
Ensenada	Puerto Puesto	10	Abril-Junio 2009	TEOM	36,3-168,2	24 hs (media-máximo)	60
Ensenada	Puerto Puesto	10	Julio-Sep 2009	TEOM	36,2-101,4	24 hs (media-máximo)	60
Ensenada	Puerto Puesto	10	Oct-Dic 2009	TEOM	34,2-63,5	24 hs (media-máximo)	60
Ensenada	Puerto Puesto	10	Enero-Marzo 2010	TEOM	41,5-115,1	24 hs (media-máximo)	60

Informe Polvo de carbón en la región del Gran La Plata, Provincia de Buenos Aires

Ensenada	Puerto Puesto	10	Abril-Junio 2010	TEOM	54,0-139,9	24 hs (media- máximo)	60
Ensenada	Puerto Puesto	10	Julio-Sep 2010	TEOM	40,1-158,1	24 hs (media- máximo)	60
Ensenada	Puerto Puesto	10	Oct-Dic 2010	TEOM	40,3-85,0	24 hs (media- máximo)	60
Ensenada	Puerto Puesto	10	Enero- Marzo 2011	TEOM	39,4-102,8	24 hs (media- máximo)	60
Ensenada	Puerto Puesto	10	Abril-Junio 2011	TEOM	56,5-195,1	24 hs (media- máximo)	60
Ensenada	Puerto Puesto	10	Julio-Sep 2011	TEOM	46,7-156,5	24 hs (media- máximo)	60
Ensenada	Puerto Puesto	10	Oct-Dic 2011	TEOM	28,3-155,1	24 hs (media- máximo)	60
Ensenada	Puerto Puesto	10	Enero- Marzo 2012	TEOM	24,9-70,0	24 hs (media- máximo)	60
Ensenada	Puerto Puesto	10	Abril-Junio 2012	TEOM	22,5-81,0	24 hs (media- máximo)	60
Ensenada	Puerto Puesto	10	Julio-Sep 2012	TEOM	33,0-164,5	24 hs (media- máximo)	60
Ensenada	Puerto Puesto	10	Oct-Dic 2012	TEOM	33,2-122,2	24 hs (media- máximo)	60
Ensenada	Puerto Puesto	10	Enero- Marzo 2013	TEOM	30,8-61,2	24 hs (media- máximo)	60
Ensenada	Puerto Puesto	10	Abril-Junio 2013	TEOM	24,9-81,7	24 hs (media- máximo)	60
Ensenada	Puerto Puesto	10	Julio-Sep 2013	TEOM	27,8-90,0	24 hs (media- máximo)	60
Ensenada	Puerto Puesto	10	Oct-Dic 2013	TEOM	28,2-182,9	24 hs (media- máximo)	60

Informe Polvo de carbón en la región del Gran La Plata, Provincia de Buenos Aires

Ensenada	Puerto Puesto	10	Enero- Marzo 2014	TEOM	20,0-75,3	24 hs (media- máximo)	60
Ensenada	Puerto Puesto	10	Abril-Junio 2014	TEOM	15,5-44,4	24 hs (media- máximo)	60
Ensenada	Puerto Puesto	10	Julio-Sep 2014	TEOM	15,8-44,8	24 hs (media- máximo)	60
Ensenada	Marina del sur	10	Enero- Marzo 2009	TEOM	26,2-81,7	24 hs (media- máximo)	60
Ensenada	Marina del sur	10	Abril-Junio 2009	TEOM	24,4-173,8	24 hs (media- máximo)	60
Ensenada	Marina del sur	10	Julio-Sep 2009	TEOM	22,0-74,6	24 hs (media- máximo)	60
Ensenada	Marina del sur	10	Oct-Dic 2009	TEOM	24,3-78,5	24 hs (media- máximo)	60
Ensenada	Marina del sur	10	Enero- Marzo 2010	TEOM	22,8-75,4	24 hs (media- máximo)	60
Ensenada	Marina del sur	10	Abril-Junio 2010	TEOM	19,2-53,3	24 hs (media- máximo)	60
Ensenada	Marina del sur	10	Julio-Sep 2010	TEOM	20,8-60,9	24 hs (media- máximo)	60
Ensenada	Marina del sur	10	Oct-Dic 2010	TEOM	26,6-95,7	24 hs (media- máximo)	60
Ensenada	Marina del sur	10	Enero- Marzo 2011	TEOM	21,7-83,9	24 hs (media- máximo)	60
Ensenada	Marina del sur	10	Abril-Junio 2011	TEOM	26,1-111,6	24 hs (media- máximo)	60
Ensenada	Marina del sur	10	Julio-Sep 2011	TEOM	39,3-118,2	24 hs (media- máximo)	60
Ensenada	Marina del sur	10	Oct-Dic 2011	TEOM	39,2-147,7	24 hs (media- máximo)	60

Informe Polvo de carbón en la región del Gran La Plata, Provincia de Buenos Aires

Ensenada	Marina del sur	10	Enero-Marzo 2012	TEOM	30,1-67,5	24 hs (media-máximo)	60
Ensenada	Marina del sur	10	Abril-Junio 2012	TEOM	37,0-107,5	24 hs (media-máximo)	60
Ensenada	Marina del sur	10	Julio-Sep 2012	TEOM	31,2-140,0	24 hs (media-máximo)	60
Ensenada	Marina del sur	10	Oct-Dic 2012	TEOM	33,3-88,3	24 hs (media-máximo)	60
Ensenada	Marina del sur	10	Enero-Marzo 2013	TEOM	36,3-131,4	24 hs (media-máximo)	60
Ensenada	Marina del sur	10	Abril-Junio 2013	TEOM	45,3-125,4	24 hs (media máximo)	60
Ensenada	Marina del sur	10	Julio-Sep 2013	TEOM	34,5-172,0	24 hs (media-máximo)	60
Ensenada	Marina del sur	10	Oct-Dic 2013	TEOM	24,7-60,6	24 hs (media-máximo)	60
Ensenada	Marina del sur	10	Enero-Marzo 2014	TEOM	18,9-36,2	24 hs (media-máximo)	60
Ensenada	Marina del sur	10	Abril-Junio 2014	TEOM	21,3-54,6	24 hs (media-máximo)	60
Ensenada	Marina del sur	10	Julio-Sep 2014	TEOM	20,7-45,5	24 hs (media-máximo)	60
Ensenada	126 y 60 (UTN)	10	2015	MiniVol	46,4-69,4	media anual (media-máximo)	3
Ensenada	126 y 60 (UTN)	10	2017	MiniVol	39,2-68,8	media anual (media-máximo)	3
Ensenada	126 y 60 (UTN)	10	2018	MiniVol	27,8-46,3	media anual (media-máximo)	3

Informe Polvo de carbón en la región del Gran La Plata, Provincia de Buenos Aires

Ensenada	126 y 60 (UTN)	10	2019	MiniVol	16,0-23,2	media anual (media-máximo)	3
Ensenada	126 y 60 (UTN)	2,5	2015	MiniVol	5,4-5,4	media anual (media-máximo)	3
Ensenada	126 y 60 (UTN)	2,5	2017	MiniVol	23,1-47,2	media anual (media-máximo)	3
Ensenada	126 y 60 (UTN)	2,5	2018	MiniVol	16,0-36,0	media anual (media-máximo)	3
Ensenada	126 y 60 (UTN)	2,5	2019	MiniVol	11,6-16,7	media anual (media-máximo)	3
Ensenada	calle 169 Berisso	10	ene-19	TEOM	0,27-42,6	24hs (media mensual-máximo)	61
Ensenada	Empresa PAMPACO	10	ene-19	TEOM	0,60-25,4	24hs (media mensual-máximo)	61
Ensenada	Entre Ríos y BsAs	10	ene-19	TEOM	10,5-94,2	24hs (media mensual-máximo)	61
Ensenada	calle 169 Berisso	10	feb-19	TEOM	10,6-46,2	24hs (media mensual-máximo)	61
Ensenada	Empresa PAMPACO	10	feb-19	TEOM	10,3-31,6	24hs (media mensual-máximo)	61
Ensenada	Entre Ríos y BsAs	10	feb-19	TEOM	10,5-44,9	24hs (media mensual-máximo)	61

Informe Polvo de carbón en la región del Gran La Plata, Provincia de Buenos Aires

Ensenada	calle 169 Berisso	10	mar-19	TEOM	12,8-36,8	24hs (media mensual-máximo)	61
Ensenada	Empresa PAMPACO	10	mar-19	TEOM	6,4-49,4	24hs (media mensual-máximo)	61
Ensenada	Entre Ríos y BsAs	10	mar-19	TEOM	16,9-64,5	24hs (media mensual-máximo)	61
Ensenada	calle 169 Berisso	10	abr-19	TEOM	14,0-56,6	24hs (media mensual-máximo)	61
Ensenada	Empresa PAMPACO	10	abr-19	TEOM	9,5-50,8	24hs (media mensual-máximo)	61
Ensenada	Entre Ríos y BsAs	10	abr-19	TEOM	11,7-80,5	24hs (media mensual-máximo)	61
Ensenada	calle 169 Berisso	10	may-19	TEOM	4,0-33,1	24hs (media mensual-máximo)	61
Ensenada	Empresa PAMPACO	10	may-19	TEOM	9,8-31,2	24hs (media mensual-máximo)	61
Ensenada	Entre Ríos y BsAs	10	may-19	TEOM	8,9-56,3	24hs (media mensual-máximo)	61
Ensenada	calle 169 Berisso	10	jun-19	TEOM	3,4-26,3	24hs (media mensual-máximo)	61
Ensenada	Empresa PAMPACO	10	jun-19	TEOM	4,6-27,1	24hs (media mensual-máximo)	61

Informe Polvo de carbón en la región del Gran La Plata, Provincia de Buenos Aires

Ensenada	Entre Ríos y BsAs	10	jun-19	TEOM	9,7-40,7	24hs (media mensual-máximo)	61
Ensenada	calle 169 Berisso	10	jul-19	TEOM	5,2-40,4	24hs (media mensual-máximo)	61
Ensenada	Empresa PAMPACO	10	jul-19	TEOM	7,4-44,4	24hs (media mensual-máximo)	61
Ensenada	Entre Ríos y BsAs	10	jul-19	TEOM	9,0-67,1	24hs (media mensual-máximo)	61
Ensenada	calle 169 Berisso	10	ago-19	TEOM	4,5-32,6	24hs (media mensual-máximo)	61
Ensenada	Empresa PAMPACO	10	ago-19	TEOM	7,4-60,7	24hs (media mensual-máximo)	61
Ensenada	Entre Ríos y BsAs	10	ago-19	TEOM	9,4-58,1	24hs (media mensual-máximo)	61
Ensenada	calle 169 Berisso	10	sep-19	TEOM	3,8-56,1	24hs (media mensual-máximo)	61
Ensenada	Empresa PAMPACO	10	sep-19	TEOM	4,5-43,5	24hs (media mensual-máximo)	61
Ensenada	Entre Ríos y BsAs	10	sep-19	TEOM	6,5-53,3	24hs (media mensual-máximo)	61
Ensenada	La Paz, acceso zona Franca	10	oct-19	TDA	36,0	24hs (media mensual)	61

Informe Polvo de carbón en la región del Gran La Plata, Provincia de Buenos Aires

Ensenada	Capilla Virgen del Lujan, B Campamento	10	oct-19	TDA	27,0	24hs (media mensual)	61
Ensenada	Empresa TECPLATA	10	oct-19	TDA	46,0	24hs (media mensual)	61
Ensenada	Empresa PAMPACO	10	oct-19	TDA	14,0	24hs (media mensual)	61

HV: monitoreo discreto alto volumen; TDA: monitoreo discreto bajo volumen; TEOM: monitoreo continuo (apered element oscillating microbalance)

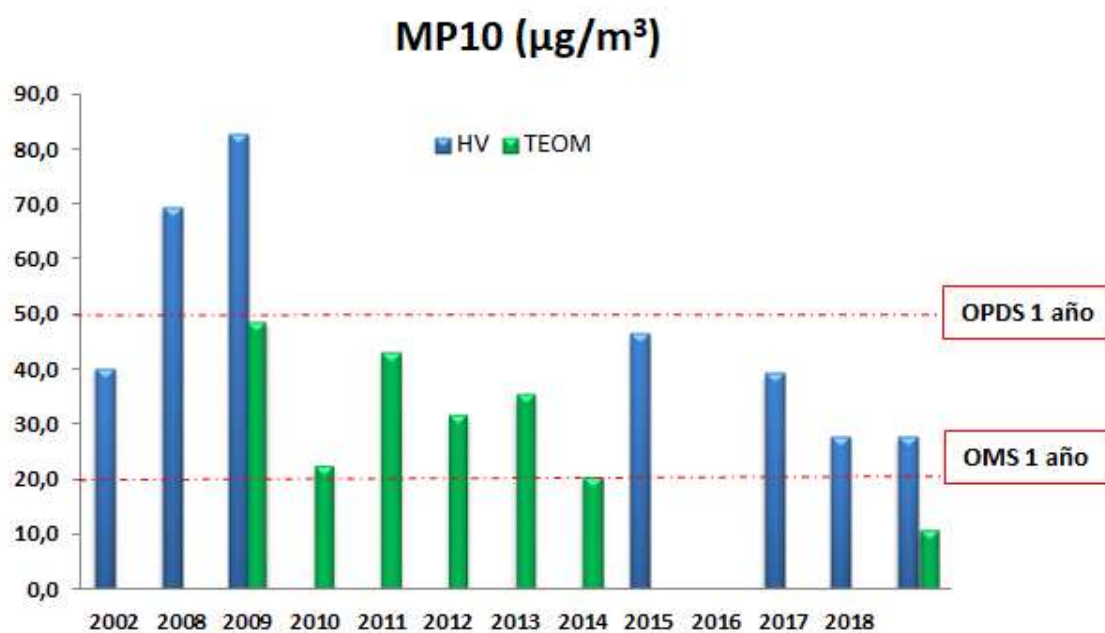


Figura 4. Niveles anuales MP₁₀ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) periodo 1999-2019

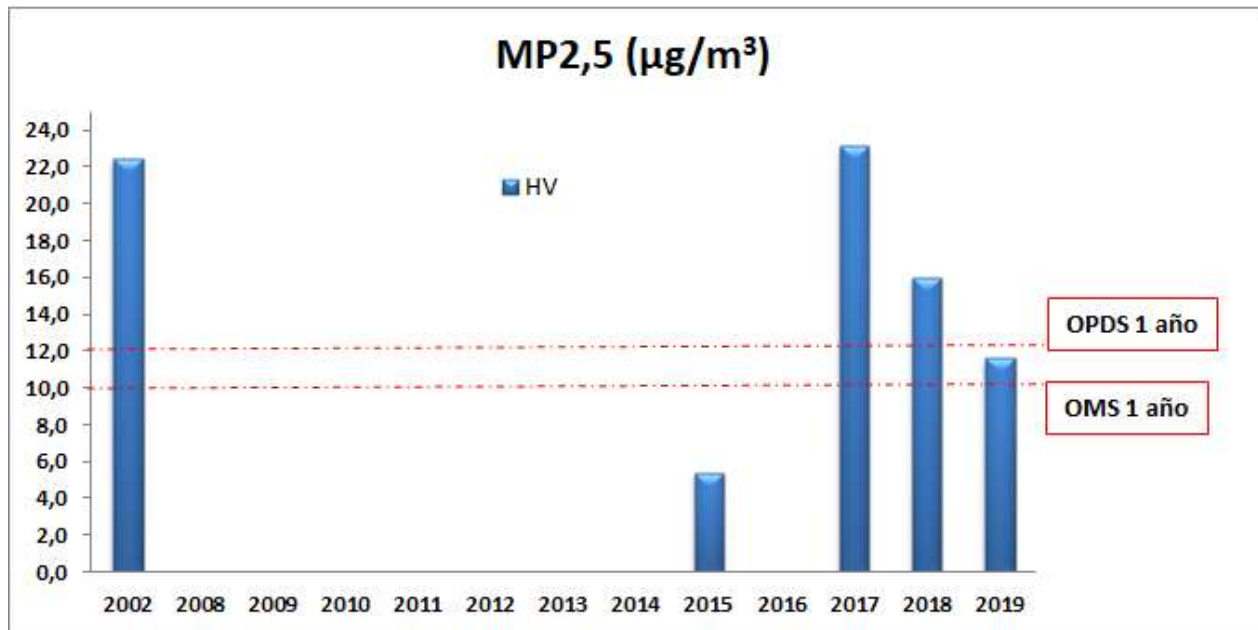


Figura 5. Niveles anuales $\text{MP}_{2,5}$ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) periodo 1999-2019

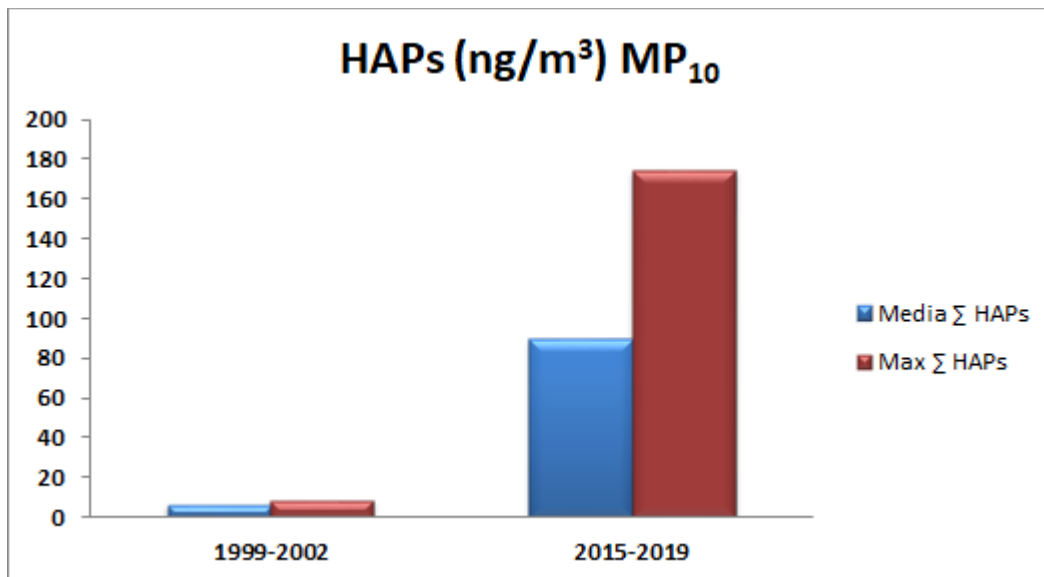


Figura 6. Niveles HAPs en MP_{10} (ng/m^3) periodo 1999-2019

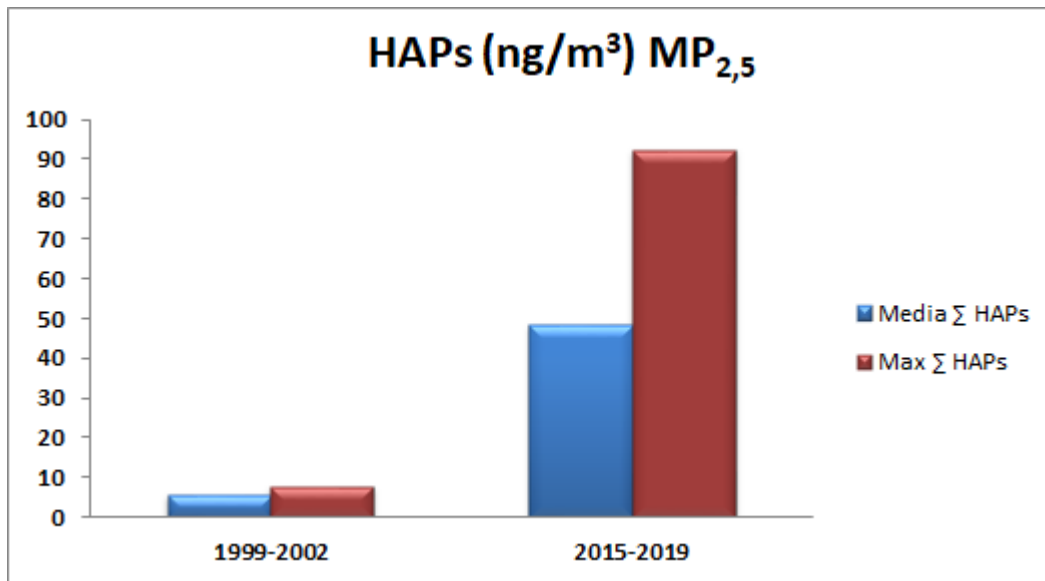


Figura 7. Niveles HAPs en MP_{10} (ng/m³) periodo 1999-2019

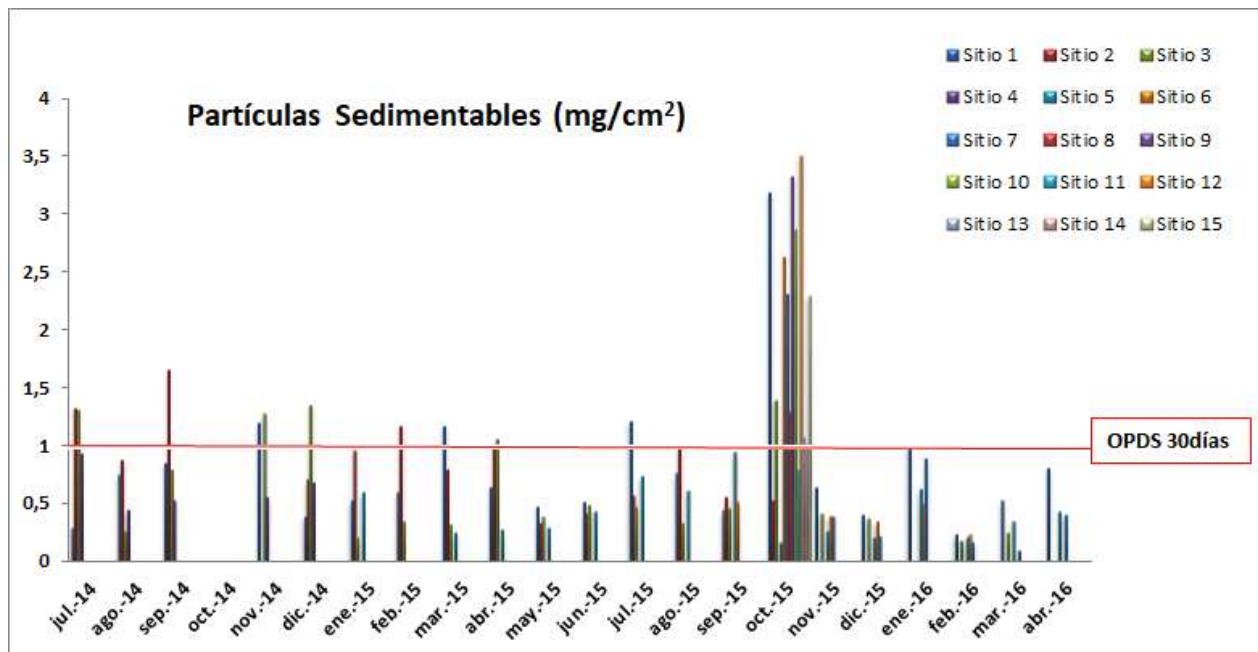


Figura 8. Niveles Partículas Sedimentables (mg/cm²) periodo 2014-2016



Figura 9. Fotografías de material particulado sedimentable en la zona de Berisso/Ensenada, proporcionadas por la Asamblea de vecinos autoconvocados, Vecinos contaminados de Berisso, Ensenada y La Plata

En simultáneo a la búsqueda bibliográfica, se presentaron notas digitales (anexo III) a los correos institucionales de las empresas Oxbow-Copetro (notas del 06/07/2020 y 09/11/2020) e YPF S.A (notas del 08/07/2020 y 09/11/2020), solicitando información sobre los niveles de MP_{10} y $MP_{2,5}$ en calidad de aire que poseen de sus monitoreos continuos o discretos, solo obteniendo respuesta favorable de la empresa Oxbow-Copetro, quien entregó información (Anexo II) de niveles de MP_{10} y fracción carbonosa en MP_{10} para el periodo 2016-2020 de sus estaciones de monitoreo continuo (Figura 10), mostrando los valores en las Tablas 7-8 y Figuras 11-12.

También, se solicitó información al Director Provincial de Evaluación de Impacto Ambiental perteneciente al Organismo Provincial para el Desarrollo Sostenible (OPDS) , mediante notas digitales (Anexo III: notas del 2/06/2020, 06/07/2020 y 09/11/2020), sin obtener respuesta alguna a cada pedido.



Figura 10. Estaciones de monitoreo continuo MP y fracción carbonosa de Oxbow-Copetro. TEOM 1 MPTS PM10 169y17; TEOM 4 MPTS PM10 PAMPACO; TEOM 4 MPTS PM10 TISICO; TEOM 4 MPTS PM10 CAPILLA; TEOM 5 MPTS PM10 EryBA; MAAP 5012-FCS PM10-TECPLATA; BC1054 FCS PM10 CAPILLA y BC1054-FCS PM10-LA PAZ.

Informe Polvo de carbón en la región del Gran La Plata, Provincia de Buenos Aires

Tabla 7. Niveles de MP₁₀ obtenidos en estaciones monitoreo continuo Oxbow-Copetro

MP ₁₀ promedio 24hs µg/m ³												
TEOM 1					TEOM 4				TEOM 5			
fecha	sitio	media	min	max	sitio	media	min	max	sitio	media	min	max
jul-15	169 E/16 Y 17 Berisso	19,52	8,10	44,50	Gaggino y Santa Fe- Ensenada	sin dato	sin dato	sin dato	Entre Ríos y Buenos Aires- Ensenada	sin dato	sin dato	sin dato
ago-15	169 E/16 Y 17 Berisso	17,67	2,60	41,90	Gaggino y Santa Fe- Ensenada	sin dato	sin dato	sin dato	Entre Ríos y Buenos Aires- Ensenada	sin dato	sin dato	sin dato
sep-15	169 E/16 Y 17 Berisso	22,63	7,60	47,30	Gaggino y Santa Fe- Ensenada	sin dato	sin dato	sin dato	Entre Ríos y Buenos Aires- Ensenada	sin dato	sin dato	sin dato
oct-15	169 E/16 Y 17 Berisso	18,73	4,40	25,60	Gaggino y Santa Fe- Ensenada	13,38	7,30	21,30	Entre Ríos y Buenos Aires- Ensenada	sin dato	sin dato	sin dato
nov-15	169 E/16 Y 17 Berisso	17,52	0,50	39,60	Gaggino y Santa Fe- Ensenada	14,40	6,60	26,80	Entre Ríos y Buenos Aires- Ensenada	sin dato	sin dato	sin dato
dic-15	169 E/16 Y 17 Berisso	21,35	8,20	43,60	Gaggino y Santa Fe- Ensenada	15,72	3,70	42,30	Entre Ríos y Buenos Aires- Ensenada	sin dato	sin dato	sin dato
2015 anual	169 E/16 Y 17 Berisso	18,93	0,50	47,30	Gaggino y Santa Fe- Ensenada	14,57	3,70	42,30	Entre Ríos y Buenos Aires- Ensenada	sin dato	sin dato	sin dato

Informe Polvo de carbón en la región del Gran La Plata, Provincia de Buenos Aires

ene-16	169 E/16 Y 17 Berisso	20,32	6,70	36,60	Gaggino y Santa Fe- Ensenada	17,41	7,50	32,50	Entre Ríos y Buenos Aires- Ensenada	26,62	11,60	55,60
feb-16	169 E/16 Y 17 Berisso	17,86	5,00	39,60	Gaggino y Santa Fe- Ensenada	13,70	6,50	29,30	Entre Ríos y Buenos Aires- Ensenada	22,24	8,60	42,30
mar-16	169 E/16 Y 17 Berisso	19,56	4,40	31,30	Gaggino y Santa Fe- Ensenada	19,85	6,50	29,30	Entre Ríos y Buenos Aires- Ensenada	21,10	9,90	39,80
abr-16	169 E/16 Y 17 Berisso	13,80	4,60	29,70	La Portada s/n- Berisso	sin dato	sin dato	sin dato	Entre Ríos y Buenos Aires- Ensenada	18,89	8,60	32,70
may-16	169 E/16 Y 17 Berisso	17,06	2,60	35,40	La Portada s/n- Berisso	8,42	4,00	13,20	Entre Ríos y Buenos Aires- Ensenada	22,48	5,20	50,00
jun-16	169 E/16 Y 17 Berisso	19,72	3,70	46,40	La Portada s/n- Berisso	22,74	5,00	49,10	Entre Ríos y Buenos Aires- Ensenada	26,72	6,40	52,00
jul-16	169 E/16 Y 17 Berisso	17,59	3,80	41,00	La Portada s/n- Berisso	10,99	3,70	25,30	Entre Ríos y Buenos Aires- Ensenada	24,71	8,40	59,20
ago-16	169 E/16 Y 17 Berisso	21,43	8,80	40,70	La Portada s/n- Berisso	18,70	5,10	32,30	Entre Ríos y Buenos Aires- Ensenada	34,56	11,40	77,00

Informe Polvo de carbón en la región del Gran La Plata, Provincia de Buenos Aires

sep-16	169 E/16 Y 17 Berisso	16,97	2,70	32,00	La Portada s/n- Berisso	16,98	4,20	36,30	Entre Ríos y Buenos Aires- Ensenada	27,48	5,60	64,50
oct-16	169 E/16 Y 17 Berisso	18,32	2,20	41,00	La Portada s/n- Berisso	13,46	6,10	29,30	Entre Ríos y Buenos Aires- Ensenada	28,11	9,00	48,80
nov-16	169 E/16 Y 17 Berisso	30,96	16,20	145,10	La Portada s/n- Berisso	27,72	6,80	127,90	Entre Ríos y Buenos Aires- Ensenada	31,28	10,50	134,90
dic-16	169 E/16 Y 17 Berisso	27,58	13,70	52,10	La Portada s/n- Berisso	sin dato	sin dato	sin dato	Entre Ríos y Buenos Aires- Ensenada	36,08	21,30	67,40
2016 anual	169 E/16 Y 17 Berisso	19,53	2,20	145,10	La Portada s/n- Berisso	17,72	3,70	127,90	Entre Ríos y Buenos Aires- Ensenada	26,19	5,20	134,90
ene-17	169 E/16 Y 17 Berisso	sin dato	sin dato	sin dato	La Portada s/n- Berisso	17,53	7,90	45,50	Entre Ríos y Buenos Aires- Ensenada	28,85	12,30	49,60
feb-17	169 E/16 Y 17 Berisso	22,44	14,00	29,30	La Portada s/n- Berisso	15,65	8,20	38,70	Entre Ríos y Buenos Aires- Ensenada	29,88	12,90	60,20
mar-17	169 E/16 Y 17 Berisso	18,58	11,70	39,90	La Portada s/n- Berisso	13,59	6,90	41,00	Entre Ríos y Buenos Aires- Ensenada	27,50	13,80	60,70

Informe Polvo de carbón en la región del Gran La Plata, Provincia de Buenos Aires

abr-17	169 E/16 Y 17 Berisso	19,42	6,60	35,00	La Portada s/n- Berisso	14,87	3,50	41,00	Entre Ríos y Buenos Aires- Ensenada	24,60	6,60	41,20
may-17	169 E/16 Y 17 Berisso	17,63	7,90	35,80	La Portada s/n- Berisso	11,33	4,00	26,30	Entre Ríos y Buenos Aires- Ensenada	23,05	3,90	55,20
jun-17	169 E/16 Y 17 Berisso	24,84	11,40	43,90	La Portada s/n- Berisso	19,34	8,30	39,00	Entre Ríos y Buenos Aires- Ensenada	24,10	8,90	54,30
jul-17	169 E/16 Y 17 Berisso	15,55	7,00	40,80	La Portada s/n- Berisso	sin dato	sin dato	sin dato	Entre Ríos y Buenos Aires- Ensenada	23,75	7,90	41,00
ago-17	169 E/16 Y 17 Berisso	15,40	6,20	35,60	La Portada s/n- Berisso	9,26	0,60	15,70	Entre Ríos y Buenos Aires- Ensenada	11,99	1,40	27,60
sep-17	169 E/16 Y 17 Berisso	14,81	6,10	28,60	La Portada s/n- Berisso	11,14	1,80	24,20	Entre Ríos y Buenos Aires- Ensenada	21,25	1,70	40,40
oct-17	169 E/16 Y 17 Berisso	15,37	9,60	22,30	La Portada s/n- Berisso	13,70	2,20	24,20	Entre Ríos y Buenos Aires- Ensenada	26,08	11,70	43,70
nov-17	169 E/16 Y 17 Berisso	21,40	11,50	44,50	La Portada s/n- Berisso	17,65	9,50	34,10	Entre Ríos y Buenos Aires- Ensenada	29,52	15,60	70,90

Informe Polvo de carbón en la región del Gran La Plata, Provincia de Buenos Aires

dic-17	169 E/16 Y 17 Berisso	20,18	9,70	41,00	La Portada s/n- Berisso	16,60	4,30	41,00	Entre Ríos y Buenos Aires- Ensenada	43,70	1,20	90,90
2017 anual	169 E/16 Y 17 Berisso	18,10	6,10	44,50	La Portada s/n- Berisso	14,60	0,60	45,50	Entre Ríos y Buenos Aires- Ensenada	26,87	1,20	90,90
ene-18	169 E/16 Y 17 Berisso	20,13	11,70	32,80	La Portada s/n- Berisso	15,03	7,30	38,90	Entre Ríos y Buenos Aires- Ensenada	32,82	16,80	59,70
feb-18	169 E/16 Y 17 Berisso	20,55	10,00	41,00	La Portada s/n- Berisso	11,93	6,30	21,00	Entre Ríos y Buenos Aires- Ensenada	27,16	3,10	94,60
mar-18	169 E/16 Y 17 Berisso	20,87	6,20	66,60	La Portada s/n- Berisso	13,99	6,20	40,60	Entre Ríos y Buenos Aires- Ensenada	24,33	10,50	58,20
abr-18	169 E/16 Y 17 Berisso	15,99	8,70	27,50	La Portada s/n- Berisso	9,88	0,30	21,60	Entre Ríos y Buenos Aires- Ensenada	25,10	12,60	56,50
may-18	169 E/16 Y 17 Berisso	19,34	0,80	54,70	La Portada s/n- Berisso	16,25	5,30	45,70	Entre Ríos y Buenos Aires- Ensenada	22,49	8,30	61,40
jun-18	169 E/16 Y 17 Berisso	18,31	6,20	59,80	La Portada s/n- Berisso	14,59	4,20	44,40	Entre Ríos y Buenos Aires- Ensenada	19,84	7,00	52,90

Informe Polvo de carbón en la región del Gran La Plata, Provincia de Buenos Aires

jul-18	169 E/16 Y 17 Berisso	14,00	5,40	38,20	La Portada s/n- Berisso	11,18	4,70	25,40	Entre Ríos y Buenos Aires- Ensenada	21,48	4,30	55,30
ago-18	169 E/16 Y 17 Berisso	15,66	5,00	25,50	La Portada s/n- Berisso	11,83	4,50	21,60	Entre Ríos y Buenos Aires- Ensenada	21,47	6,60	57,60
sep-18	169 E/16 Y 17 Berisso	15,15	4,80	27,89	La Portada s/n- Berisso	10,79	6,13	23,37	Entre Ríos y Buenos Aires- Ensenada	25,19	9,80	44,00
oct-18	169 E/16 Y 17 Berisso	16,09	11,66	23,42	La Portada s/n- Berisso	14,27	6,74	47,41	Entre Ríos y Buenos Aires- Ensenada	26,79	11,90	53,20
nov-18	169 E/16 Y 17 Berisso	17,20	10,57	29,93	La Portada s/n- Berisso	13,18	7,80	24,60	Entre Ríos y Buenos Aires- Ensenada	18,13	8,26	33,78
dic-18	169 E/16 Y 17 Berisso	17,51	2,35	46,10	La Portada s/n- Berisso	13,10	5,69	21,21	Entre Ríos y Buenos Aires- Ensenada	25,50	9,22	62,19
2018 anual	169 E/16 Y 17 Berisso	17,57	0,80	66,60	La Portada s/n- Berisso	12,96	0,30	47,41	Entre Ríos y Buenos Aires- Ensenada	24,29	3,10	94,60
ene-19	169 E/16 Y 17 Berisso	8,91	0,36	19,18	La Portada s/n- Berisso	9,64	0,36	20,70	Entre Ríos y Buenos Aires- Ensenada	30,84	13,13	78,95

Informe Polvo de carbón en la región del Gran La Plata, Provincia de Buenos Aires

feb-19	169 E/16 Y 17 Berisso	16,81	0,83	71,23	La Portada s/n- Berisso	13,91	8,17	28,48	Entre Ríos y Buenos Aires- Ensenada	26,89	8,80	56,60
mar-19	169 E/16 Y 17 Berisso	17,11	9,35	27,79	La Portada s/n- Berisso	12,47	4,60	19,72	Entre Ríos y Buenos Aires- Ensenada	31,10	17,16	71,37
abr-19	169 E/16 Y 17 Berisso	19,44	5,97	42,63	La Portada s/n- Berisso	21,86	7,58	45,18	Entre Ríos y Buenos Aires- Ensenada	32,50	12,64	72,62
may-19	169 E/16 Y 17 Berisso	18,23	1,74	37,15	La Portada y Lisboa - Berisso	19,52	4,58	39,50	Entre Ríos y Buenos Aires- Ensenada	28,40	9,56	50,27
jun-19	169 E/16 Y 17 Berisso	14,57	4,57	33,54	La Portada y Lisboa - Berisso	15,43	5,62	24,34	Entre Ríos y Buenos Aires- Ensenada	20,52	10,67	36,28
jul-19	169 E/16 Y 17 Berisso	18,28	5,22	32,48	La Portada y Lisboa - Berisso	19,15	7,91	35,23	Entre Ríos y Buenos Aires- Ensenada	24,69	10,82	58,38
ago-19	169 E/16 Y 17 Berisso	20,23	5,66	39,79	La Portada y Lisboa - Berisso	24,46	9,36	63,62	Entre Ríos y Buenos Aires- Ensenada	28,07	11,80	59,73
sep-19	169 E/16 Y 17 Berisso	24,21	5,44	47,40	La Portada y Lisboa - Berisso	24,25	5,13	44,79	Entre Ríos y Buenos Aires- Ensenada	27,13	7,00	51,68

Informe Polvo de carbón en la región del Gran La Plata, Provincia de Buenos Aires

oct-19	169 E/16 Y 17 Berisso	17,55	0,65	35,44	La Portada y Lisboa - Berisso	18,06	6,76	34,91	Entre Ríos y Buenos Aires- Ensenada	28,38	14,19	51,17
nov-19	169 E/16 Y 17 Berisso	20,19	1,70	34,90	La Portada y Lisboa - Berisso	27,31	15,60	70,50	Entre Ríos y Buenos Aires- Ensenada	29,45	17,60	52,50
dic-19	169 E/16 Y 17 Berisso	22,75	8,70	35,89	La Portada y Lisboa - Berisso	22,04	13,68	34,00	Entre Ríos y Buenos Aires- Ensenada	26,39	15,00	49,43
2019 anual	169 E/16 Y 17 Berisso	18,26	0,36	71,23	La Portada y Lisboa - Berisso	19,14	0,36	70,50	Entre Ríos y Buenos Aires- Ensenada	27,93	7,00	78,95
ene-20	169 E/16 Y 17 Berisso	26,02	8,01	48,50	La Portada y Lisboa - Berisso	23,24	6,03	37,28	Entre Ríos y Buenos Aires- Ensenada	30,57	15,00	53,00
feb-20	169 E/16 Y 17 Berisso	20,70	3,11	36,00	La Portada y Lisboa - Berisso	21,61	2,50	41,00	Entre Ríos y Buenos Aires- Ensenada	26,50	14,10	49,00
mar-20	169 E/16 Y 17 Berisso	17,90	8,00	42,00	La Portada y Lisboa - Berisso	18,07	8,70	41,20	Entre Ríos y Buenos Aires- Ensenada	26,55	13,30	58,00
abr-20	169 E/16 Y 17 Berisso	15,02	6,00	23,40	La Portada y Lisboa - Berisso	17,16	4,20	31,50	Entre Ríos y Buenos Aires- Ensenada	23,13	5,70	51,00

Informe Polvo de carbón en la región del Gran La Plata, Provincia de Buenos Aires

may-20	169 E/16 Y 17 Berisso	19,43	8,30	43,20	La Portada y Lisboa - Berisso	21,99	9,50	45,10	Entre Ríos y Buenos Aires- Ensenada	21,37	10,20	41,00
jun-20	169 E/16 Y 17 Berisso	14,88	5,30	32,00	La Portada y Lisboa - Berisso	15,89	7,10	28,40	Entre Ríos y Buenos Aires- Ensenada	20,53	9,10	33,50
jul-20	169 E/16 Y 17 Berisso	16,04	6,70	30,10	La Portada y Lisboa - Berisso	17,22	4,30	31,60	Entre Ríos y Buenos Aires- Ensenada	19,90	5,54	55,30
ago-20	169 E/16 Y 17 Berisso	18,65	10,60	35,70	La Portada y Lisboa - Berisso	23,21	5,10	70,00	Entre Ríos y Buenos Aires- Ensenada	28,30	16,20	71,60
sep-20	169 E/16 Y 17 Berisso	19,07	7,00	58,50	La Portada y Lisboa - Berisso	20,57	8,10	55,40	Entre Ríos y Buenos Aires- Ensenada	22,64	2,30	51,30
oct-20	169 E/16 Y 17 Berisso	17,07	8,00	30,20	La Portada y Lisboa - Berisso	18,44	7,00	37,70	Entre Ríos y Buenos Aires- Ensenada	24,12	11,00	60,00
nov-20	169 E/16 Y 17 Berisso	sin dato	sin dato	sin dato	La Portada y Lisboa - Berisso	24,13	15,80	44,60	Entre Ríos y Buenos Aires- Ensenada	28,63	14,60	41,60
2020 anual	169 E/16 Y 17 Berisso	18,07	3,11	58,50	La Portada y Lisboa - Berisso	20,10	2,50	70,00	Entre Ríos y Buenos Aires- Ensenada	24,69	2,30	71,60

Informe Polvo de carbón en la región del Gran La Plata, Provincia de Buenos Aires

**Tabla 8. Niveles de fracción carbonosa obtenidos en estaciones monitoreo continuo
Oxbow-Copetro**

Fracción carbonosa promedio 24hs $\mu\text{g}/\text{m}^3$												
MAAP 5012 FCSPM10					BC 1054 FCSPM10				BC1054 FCSPM10			
fecha	sitio	media	min	max	sitio	media	min	max	sitio	media	min	max
ene-16	TECPLATA (Terminal Contenedores) Berisso	1,25	0,97	1,44	CAPILLA Gaggino y Santa Fe- Ensenada	sin dato	sin dato	sin dato	LA PAZ La Paz N°13- Ensenada	sin dato	sin dato	sin dato
feb-16	TECPLATA (Terminal Contenedores) Berisso	0,83	0,22	2,73	CAPILLA Gaggino y Santa Fe- Ensenada	sin dato	sin dato	sin dato	LA PAZ La Paz N°13- Ensenada	sin dato	sin dato	sin dato
mar-16	TECPLATA (Terminal Contenedores) Berisso	1,09	0,23	2,90	CAPILLA Gaggino y Santa Fe- Ensenada	sin dato	sin dato	sin dato	LA PAZ La Paz N°13- Ensenada	sin dato	sin dato	sin dato
abr-16	TECPLATA (Terminal Contenedores) Berisso	1,15	0,22	3,20	CAPILLA Gaggino y Santa Fe- Ensenada	sin dato	sin dato	sin dato	LA PAZ La Paz N°13- Ensenada	sin dato	sin dato	sin dato
may- 16	TECPLATA (Terminal Contenedores) Berisso	1,59	0,54	4,26	CAPILLA Gaggino y Santa Fe- Ensenada	sin dato	sin dato	sin dato	LA PAZ La Paz N°13- Ensenada	sin dato	sin dato	sin dato
jun-16	TECPLATA (Terminal Contenedores) Berisso	2,54	0,24	8,45	CAPILLA Gaggino y Santa Fe- Ensenada	sin dato	sin dato	sin dato	LA PAZ La Paz N°13- Ensenada	sin dato	sin dato	sin dato

Informe Polvo de carbón en la región del Gran La Plata, Provincia de Buenos Aires

jul-16	TECPLATA (Terminal Contenedores) Berisso	1,45	0,43	3,32	CAPILLA Gaggino y Santa Fe- Ensenada	sin dato	sin dato	sin dato	LA PAZ La Paz N°13- Ensenada	sin dato	sin dato	sin dato
ago-16	TECPLATA (Terminal Contenedores) Berisso	1,96	0,33	7,11	CAPILLA Gaggino y Santa Fe- Ensenada	sin dato	sin dato	sin dato	LA PAZ La Paz N°13- Ensenada	sin dato	sin dato	sin dato
sep-16	TECPLATA (Terminal Contenedores) Berisso	0,97	0,13	2,25	CAPILLA Gaggino y Santa Fe- Ensenada	sin dato	sin dato	sin dato	LA PAZ La Paz N°13- Ensenada	sin dato	sin dato	sin dato
oct-16	TECPLATA (Terminal Contenedores) Berisso	0,46	0,09	1,58	CAPILLA Gaggino y Santa Fe- Ensenada	sin dato	sin dato	sin dato	LA PAZ La Paz N°13- Ensenada	sin dato	sin dato	sin dato
nov-16	TECPLATA (Terminal Contenedores) Berisso	0,77	0,17	2,12	CAPILLA Gaggino y Santa Fe- Ensenada	sin dato	sin dato	sin dato	LA PAZ La Paz N°13- Ensenada	sin dato	sin dato	sin dato
dic-16	TECPLATA (Terminal Contenedores) Berisso	0,77	0,18	2,13	CAPILLA Gaggino y Santa Fe- Ensenada	sin dato	sin dato	sin dato	LA PAZ La Paz N°13- Ensenada	sin dato	sin dato	sin dato
2016 anual	TECPLATA (Terminal Contenedores) Berisso	1,24	0,09	8,45	CAPILLA Gaggino y Santa Fe- Ensenada	sin dato	sin dato	sin dato	LA PAZ La Paz N°13- Ensenada	sin dato	sin dato	sin dato
ene-17	TECPLATA (Terminal Contenedores) Berisso	0,49	0,16	2,32	CAPILLA Gaggino y Santa Fe- Ensenada	sin dato	sin dato	sin dato	LA PAZ La Paz N°13- Ensenada	sin dato	sin dato	sin dato

Informe Polvo de carbón en la región del Gran La Plata, Provincia de Buenos Aires

feb-17	TECPLATA (Terminal Contenedores) Berisso	0,99	0,13	3,95	CAPILLA Gaggino y Santa Fe- Ensenada	sin dato	sin dato	sin dato	LA PAZ La Paz N°13- Ensenada	sin dato	sin dato	sin dato
mar-17	TECPLATA (Terminal Contenedores) Berisso	0,66	0,11	2,42	CAPILLA Gaggino y Santa Fe- Ensenada	sin dato	sin dato	sin dato	LA PAZ La Paz N°13- Ensenada	sin dato	sin dato	sin dato
abr-17	TECPLATA (Terminal Contenedores) Berisso	1,00	0,11	3,02	CAPILLA Gaggino y Santa Fe- Ensenada	sin dato	sin dato	sin dato	LA PAZ La Paz N°13- Ensenada	sin dato	sin dato	sin dato
may- 17	TECPLATA (Terminal Contenedores) Berisso	0,88	0,18	3,46	CAPILLA Gaggino y Santa Fe- Ensenada	sin dato	sin dato	sin dato	LA PAZ La Paz N°13- Ensenada	sin dato	sin dato	sin dato
jun-17	TECPLATA (Terminal Contenedores) Berisso	2,52	0,32	4,76	CAPILLA Gaggino y Santa Fe- Ensenada	sin dato	sin dato	sin dato	LA PAZ La Paz N°13- Ensenada	sin dato	sin dato	sin dato
jul-17	TECPLATA (Terminal Contenedores) Berisso	sin dato	sin dato	sin dato	CAPILLA Gaggino y Santa Fe- Ensenada	sin dato	sin dato	sin dato	LA PAZ La Paz N°13- Ensenada	sin dato	sin dato	sin dato
ago-17	TECPLATA (Terminal Contenedores) Berisso	0,64	0,16	1,09	CAPILLA Gaggino y Santa Fe- Ensenada	sin dato	sin dato	sin dato	LA PAZ La Paz N°13- Ensenada	sin dato	sin dato	sin dato
sep-17	TECPLATA (Terminal Contenedores) Berisso	0,56	0,11	2,30	CAPILLA Gaggino y Santa Fe- Ensenada	sin dato	sin dato	sin dato	LA PAZ La Paz N°13- Ensenada	sin dato	sin dato	sin dato

Informe Polvo de carbón en la región del Gran La Plata, Provincia de Buenos Aires

oct-17	TECPLATA (Terminal Contenedores) Berisso	0,65	0,12	2,47	CAPILLA Gaggino y Santa Fe- Ensenada	sin dato	sin dato	sin dato	LA PAZ La Paz N°13- Ensenada	sin dato	sin dato	sin dato
nov-17	TECPLATA (Terminal Contenedores) Berisso	0,72	0,16	2,99	CAPILLA Gaggino y Santa Fe- Ensenada	sin dato	sin dato	sin dato	LA PAZ La Paz N°13- Ensenada	sin dato	sin dato	sin dato
dic-17	TECPLATA (Terminal Contenedores) Berisso	0,54	0,10	2,86	CAPILLA Gaggino y Santa Fe- Ensenada	sin dato	sin dato	sin dato	LA PAZ La Paz N°13- Ensenada	sin dato	sin dato	sin dato
2017 anual	TECPLATA (Terminal Contenedores) Berisso	0,79	0,10	4,76	CAPILLA Gaggino y Santa Fe- Ensenada	sin dato	sin dato	sin dato	LA PAZ La Paz N°13- Ensenada	sin dato	sin dato	sin dato
ene-18	TECPLATA (Terminal Contenedores) Berisso	0,48	0,08	2,01	CAPILLA Gaggino y Santa Fe- Ensenada	sin dato	sin dato	sin dato	LA PAZ La Paz N°13- Ensenada	sin dato	sin dato	sin dato
feb-18	TECPLATA (Terminal Contenedores) Berisso	0,34	0,07	1,21	CAPILLA Gaggino y Santa Fe- Ensenada	sin dato	sin dato	sin dato	LA PAZ La Paz N°13- Ensenada	sin dato	sin dato	sin dato
mar-18	TECPLATA (Terminal Contenedores) Berisso	0,62	0,11	1,81	CAPILLA Gaggino y Santa Fe- Ensenada	sin dato	sin dato	sin dato	LA PAZ La Paz N°13- Ensenada	sin dato	sin dato	sin dato
abr-18	TECPLATA (Terminal Contenedores) Berisso	0,49	0,08	1,32	CAPILLA Gaggino y Santa Fe- Ensenada	sin dato	sin dato	sin dato	LA PAZ La Paz N°13- Ensenada	sin dato	sin dato	sin dato

Informe Polvo de carbón en la región del Gran La Plata, Provincia de Buenos Aires

may-18	TECPLATA (Terminal Contenedores) Berisso	1,13	0,08	4,08	CAPILLA Gaggino y Santa Fe- Ensenada	sin dato	sin dato	sin dato	LA PAZ La Paz N°13- Ensenada	sin dato	sin dato	sin dato
jun-18	TECPLATA (Terminal Contenedores) Berisso	1,37	0,23	4,72	CAPILLA Gaggino y Santa Fe- Ensenada	sin dato	sin dato	sin dato	LA PAZ La Paz N°13- Ensenada	sin dato	sin dato	sin dato
jul-18	TECPLATA (Terminal Contenedores) Berisso	0,73	0,05	2,39	CAPILLA Gaggino y Santa Fe- Ensenada	sin dato	sin dato	sin dato	LA PAZ La Paz N°13- Ensenada	sin dato	sin dato	sin dato
ago-18	TECPLATA (Terminal Contenedores) Berisso	0,84	0,14	2,60	CAPILLA Gaggino y Santa Fe- Ensenada	sin dato	sin dato	sin dato	LA PAZ La Paz N°13- Ensenada	sin dato	sin dato	sin dato
sep-18	TECPLATA (Terminal Contenedores) Berisso	0,49	0,07	2,20	CAPILLA Gaggino y Santa Fe- Ensenada	sin dato	sin dato	sin dato	LA PAZ La Paz N°13- Ensenada	sin dato	sin dato	sin dato
oct-18	TECPLATA (Terminal Contenedores) Berisso	0,42	0,10	1,14	CAPILLA Gaggino y Santa Fe- Ensenada	sin dato	sin dato	sin dato	LA PAZ La Paz N°13- Ensenada	sin dato	sin dato	sin dato
nov-18	TECPLATA (Terminal Contenedores) Berisso	0,42	0,10	1,14	CAPILLA Gaggino y Santa Fe- Ensenada	sin dato	sin dato	sin dato	LA PAZ La Paz N°13- Ensenada	sin dato	sin dato	sin dato
dic-18	TECPLATA (Terminal Contenedores) Berisso	0,41	0,11	1,37	CAPILLA Gaggino y Santa Fe- Ensenada	sin dato	sin dato	sin dato	LA PAZ La Paz N°13- Ensenada	sin dato	sin dato	sin dato

Informe Polvo de carbón en la región del Gran La Plata, Provincia de Buenos Aires

2018 anual	TECPLATA (Terminal Contenedores) Berisso	0,65	0,05	4,72	CAPILLA Gaggino y Santa Fe- Ensenada	sin dato	sin dato	sin dato	LA PAZ La Paz N°13- Ensenada	sin dato	sin dato	sin dato
ene-19	TECPLATA (Terminal Contenedores) Berisso	0,42	0,05	1,35	CAPILLA Gaggino y Santa Fe- Ensenada	sin dato	sin dato	sin dato	LA PAZ La Paz N°13- Ensenada	sin dato	sin dato	sin dato
feb-19	TECPLATA (Terminal Contenedores) Berisso	0,75	0,13	3,42	CAPILLA Gaggino y Santa Fe- Ensenada	sin dato	sin dato	sin dato	LA PAZ La Paz N°13- Ensenada	sin dato	sin dato	sin dato
mar-19	TECPLATA (Terminal Contenedores) Berisso	0,53	0,10	1,64	CAPILLA Gaggino y Santa Fe- Ensenada	sin dato	sin dato	sin dato	LA PAZ La Paz N°13- Ensenada	sin dato	sin dato	sin dato
abr-19	TECPLATA (Terminal Contenedores) Berisso	0,72	0,11	1,96	CAPILLA Gaggino y Santa Fe- Ensenada	1,49	0,17	11,38	LA PAZ La Paz N°13- Ensenada	1,45	0,24	5,74
may- 19	TECPLATA (Terminal Contenedores) Berisso	0,88	0,15	4,70	CAPILLA Gaggino y Santa Fe- Ensenada	1,34	0,13	6,44	LA PAZ La Paz N°13- Ensenada	1,40	0,18	10,17
jun-19	TECPLATA (Terminal Contenedores) Berisso	0,98	0,11	3,31	CAPILLA Gaggino y Santa Fe- Ensenada	1,29	0,31	3,77	LA PAZ La Paz N°13- Ensenada	1,66	0,23	13,25
jul-19	TECPLATA (Terminal Contenedores) Berisso	1,36	0,14	3,92	CAPILLA Gaggino y Santa Fe- Ensenada	1,26	0,36	2,89	LA PAZ La Paz N°13- Ensenada	1,89	0,25	10,33

Informe Polvo de carbón en la región del Gran La Plata, Provincia de Buenos Aires

ago-19	TECPLATA (Terminal Contenedores) Berisso	1,04	0,20	2,83	CAPILLA Gaggino y Santa Fe- Ensenada	0,96	0,14	2,15	LA PAZ La Paz N°13- Ensenada	0,73	0,14	1,89
sep-19	TECPLATA (Terminal Contenedores) Berisso	0,94	0,10	2,70	CAPILLA Gaggino y Santa Fe- Ensenada	2,29	0,25	11,82	LA PAZ La Paz N°13- Ensenada	0,85	0,14	6,44
oct-19	TECPLATA (Terminal Contenedores) Berisso	0,57	0,05	1,90	CAPILLA Gaggino y Santa Fe- Ensenada	1,41	0,20	9,71	LA PAZ La Paz N°13- Ensenada	0,48	0,10	1,07
nov-19	TECPLATA (Terminal Contenedores) Berisso	0,51	0,05	1,78	CAPILLA Gaggino y Santa Fe- Ensenada	0,67	0,15	1,05	LA PAZ La Paz N°13- Ensenada	0,30	0,09	0,77
dic-19	TECPLATA (Terminal Contenedores) Berisso	0,52	0,06	1,03	CAPILLA Gaggino y Santa Fe- Ensenada	0,56	0,10	1,69	LA PAZ La Paz N°13- Ensenada	sin dato	sin dato	sin dato
2019 anual	TECPLATA (Terminal Contenedores) Berisso	0,78	0,05	4,70	CAPILLA Gaggino y Santa Fe- Ensenada	1,31	0,10	11,82	LA PAZ La Paz N°13- Ensenada	1,12	0,09	13,25
ene-20	TECPLATA (Terminal Contenedores) Berisso	0,55	0,09	2,63	CAPILLA Gaggino y Santa Fe- Ensenada	0,84	0,30	3,01	LA PAZ La Paz N°13- Ensenada	sin dato	sin dato	sin dato
feb-20	TECPLATA (Terminal Contenedores) Berisso	0,49	0,08	1,84	CAPILLA Gaggino y Santa Fe- Ensenada	1,12	0,44	3,41	LA PAZ La Paz N°13- Ensenada	0,83	0,53	1,12

Informe Polvo de carbón en la región del Gran La Plata, Provincia de Buenos Aires

mar-20	TECPLATA (Terminal Contenedores) Berisso	0,51	0,06	2,73	CAPILLA Gaggino y Santa Fe- Ensenada	0,99	0,11	2,41	LA PAZ La Paz N°13- Ensenada	0,49	0,12	1,27
abr-20	TECPLATA (Terminal Contenedores) Berisso	1,13	0,07	13,10	CAPILLA Gaggino y Santa Fe- Ensenada	1,02	0,07	3,28	LA PAZ La Paz N°13- Ensenada	0,64	0,18	2,36
may- 20	TECPLATA (Terminal Contenedores) Berisso	1,44	0,06	4,28	CAPILLA Gaggino y Santa Fe- Ensenada	1,27	0,22	3,79	LA PAZ La Paz N°13- Ensenada	0,97	0,23	2,77
jun-20	TECPLATA (Terminal Contenedores) Berisso	1,11	0,13	3,55	CAPILLA Gaggino y Santa Fe- Ensenada	1,41	0,21	4,22	LA PAZ La Paz N°13- Ensenada	1,23	0,22	8,50
jul-20	TECPLATA (Terminal Contenedores) Berisso	1,26	0,29	3,95	CAPILLA Gaggino y Santa Fe- Ensenada	1,25	0,24	3,53	LA PAZ La Paz N°13- Ensenada	1,11	0,26	3,02
ago-20	TECPLATA (Terminal Contenedores) Berisso	1,16	0,21	4,74	CAPILLA Gaggino y Santa Fe- Ensenada	1,53	0,44	4,58	LA PAZ La Paz N°13- Ensenada	1,04	0,36	3,86
sep-20	TECPLATA (Terminal Contenedores) Berisso	0,50	0,08	1,22	CAPILLA Gaggino y Santa Fe- Ensenada	1,04	0,16	2,85	LA PAZ La Paz N°13- Ensenada	0,65	0,07	2,42
oct-20	TECPLATA (Terminal Contenedores) Berisso	0,40	0,06	1,73	CAPILLA Gaggino y Santa Fe- Ensenada	0,85	0,19	3,61	LA PAZ La Paz N°13- Ensenada	0,38	0,12	0,85

Informe Polvo de carbón en la región del Gran La Plata, Provincia de Buenos Aires

nov-20	TECPLATA (Terminal Contenedores) Berisso	0,18	0,08	0,73	CAPILLA Gaggino y Santa Fe- Ensenada	1,38	0,23	4,03	LA PAZ La Paz N°13- Ensenada	0,40	0,11	2,63
2020 anual	TECPLATA (Terminal Contenedores) Berisso	0,79	0,06	13,10	CAPILLA Gaggino y Santa Fe- Ensenada	1,15	0,07	4,58	LA PAZ La Paz N°13- Ensenada	0,78	0,07	8,50

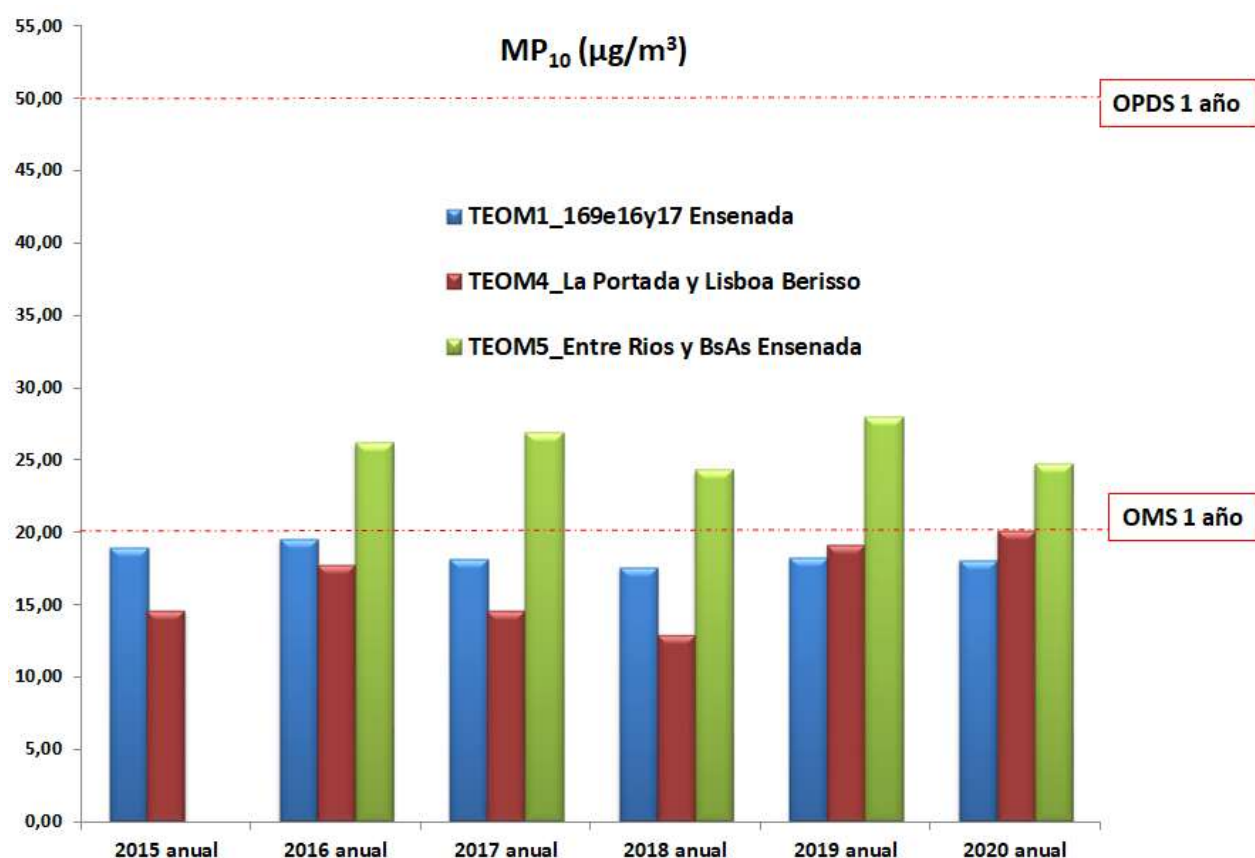


Figura 11. Niveles anuales MP₁₀ (µg/m³) obtenidos en estaciones monitoreo continuo Oxbow-Copetro

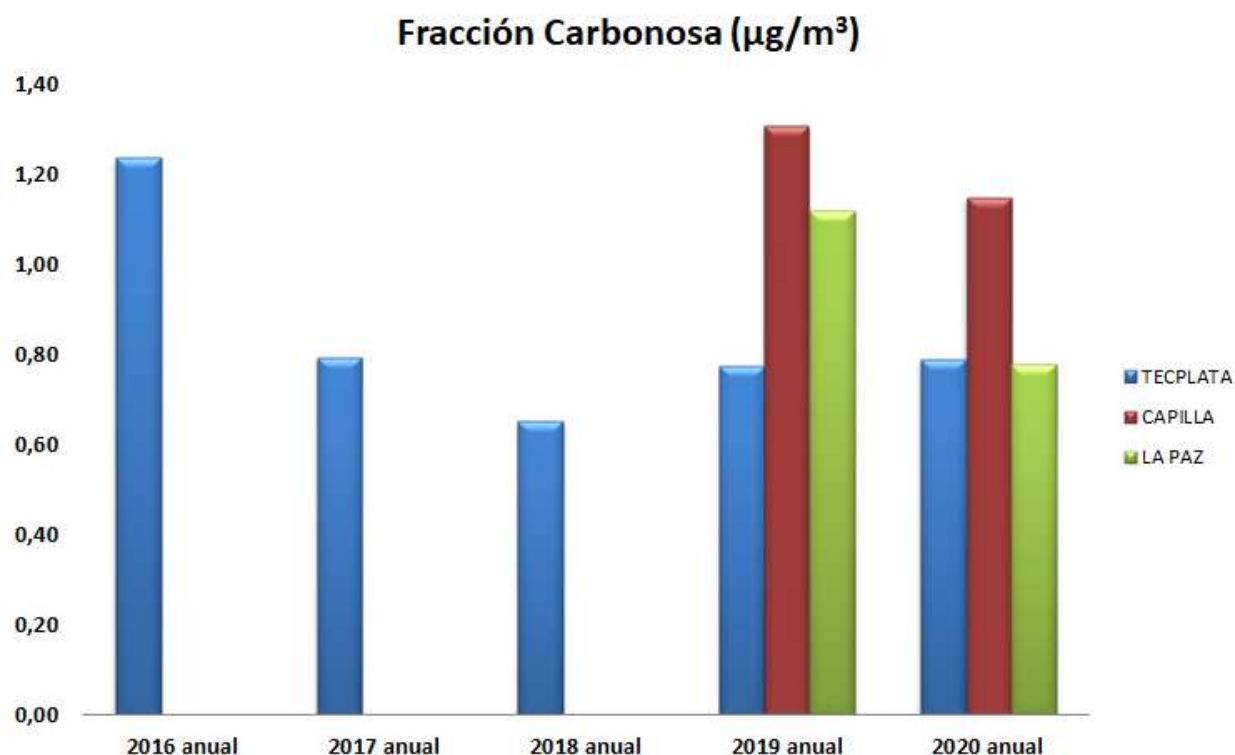


Figura 12. Niveles anuales de fracción carbonosa ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) obtenidos en estaciones monitoreo continuo Oxbow-Copetro (valor límite en MP_{10} decreto 1184/18 de $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$)

Respecto a los niveles de MP_{10} recopilados de diferentes estudios realizados en la región comprendida por los municipios de Berisso y Ensenada [1, 3, 60, 61] los niveles superan los valores de calidad de aire para la media de 1 año del OPDS ($50 \mu\text{g}/\text{m}^3$) y la OMS ($20 \mu\text{g}/\text{m}^3$) para el periodo 1999-2009. Para el periodo 2010-2019 los valores anuales de MP_{10} se mantienen por debajo del límite reglamentado por el OPDS pero superando el nivel recomendado por la OMS. Del análisis de los niveles de MP_{10} suministrado por Oxbow-Copetro para el periodo 2016-2020, se observa la misma tendencia, cumplimentando para 1 año los valores reglamentados por el OPDS pero superando los niveles recomendados por la OMS.

Respecto a los valores regulados para 24hs, de toda la información recopilada en varias ocasiones se evidenciaron valores que superan el nivel límite del reglamentado por el OPDS ($150 \mu\text{g}/\text{m}^3$) en el periodo 1999-2009 y el de la OMS ($50 \mu\text{g}/\text{m}^3$) 1999-2020.

Informe Polvo de carbón en la región del Gran La Plata, Provincia de Buenos Aires

Sobre niveles de $MP_{2.5}$ solo se pudo recopilar información de estudios realizados en la región para los periodos 199-2002 [1] y 2016-2019 [3] en donde se evidencia que en general se superan los valores regulados por el OPDS ($12 \mu\text{g}/\text{m}^3$) y la OMS ($10 \mu\text{g}/\text{m}^3$) para 1 año.

Un resultado a tener en cuenta por su toxicidad relevante es el aumento en más de un orden de magnitud de los niveles de (HAPs) asociados tanto a MP_{10} como a $MP_{2.5}$ (figuras 6 y 7) entre los periodos 1999-2002 y 2016-2019. En el trabajo de Giuliani [3], puede destacarse que de los 16 HAPs prioritarios para la US EPA se detectó un total de 15 en la fracción MP_{10} , estando ausente sólo el naftaleno, y 11 de los 15 encontrados, fueron detectados con una frecuencia del 60% o más. Luego en la fracción $MP_{2.5}$, se detectó un total de 14 HAPs, estando ausente el naftaleno y el pireno, y 10 de los 14 encontrados, fueron detectados con un 60% de frecuencia o más. El benzo(a)pireno, principal HAP reconocido como el más tóxico, debido a que es categoría 1 según la IARC, se encontró en las dos fracciones, con alto porcentaje de frecuencia, 84% en MP_{10} y 97% en $MP_{2.5}$. El dibenzo(a,h)pireno también es de los HAPs más tóxicos, es categoría 2A según la IARC, se encontró en las dos fracciones, con frecuencia del 72% en MP_{10} y 88% en $MP_{2.5}$, asociando los niveles de HAPs encontrados tanto a emisiones de origen vehicular como a origen industrial.

Los niveles de fracción carbonosa asociados al MP_{10} , para el periodo 2016-2020 (Figura 10) se encuentra por debajo del valor regulado por el OPDS ($0,1 \text{ mg}/\text{m}^3$). Cotejando los valores de MP_{10} y de fracción carbonosa, esta última constituye en promedio entre un 4 y 6 % de la masa total de material particulado (MP_{10}) teniendo en cuenta los valores medios recopilados, niveles que concuerdan con valores esperados en entornos urbanos [62,63].

Respecto al material particulado sedimentable (partículas mayores a 100 micrómetros) para el periodo 2014-2016, donde se cuenta con información, se evidencia (figura 8) que se ha superado en varias ocasiones los valores normados de $1 \text{ mg}/\text{cm}^2$ para monitoreo de 30 días en el decreto 1174/18, llegando a valores que superan los $3 \text{ mg}/\text{cm}^2$ entre los meses de octubre y noviembre del 2015 y que se correlaciona con evidencia fotográfica que se muestran en la figura 9 proporcionada por la Asamblea de vecinos autoconvocados, Vecinos contaminados de Berisso, Ensenada y La Plata. Lamentablemente, no se ha podido evaluar los periodos previos al 2014 y posteriores al 2016 por no existir estudios de investigación ni colaboración de las autoridades del OPDS.

Respecto a la composición química (fracción carbonosa, HAPs, metales, etc) del MPS solo se ha podido encontrar un trabajo realizado por Bidegain y col. [64], donde se analizó mediante espectroscopía de fluorescencia atómica la presencia de metales en 9 muestras recopiladas en las cercanías de la planta de calcinado de coque de Oxbow-Copetro, detectando la presencia de metales tales como hierro, vanadio, plomo, cobre, y cinc. Asimismo, se detectó que el material particulado contenía partículas magnéticas. Mediante los parámetros relacionados con la concentración magnética (susceptibilidad magnética), este trabajo afirma que las partículas magnéticas son generadas en el proceso de producción de carbón dado que no se detectaron en el material que ingresa a la planta. En base a estos resultados, se evidencia la necesidad de profundizar la caracterización química del material particulado sedimentable (fracción carbonosa, HAPs, metales, aniones) en toda la región del Gran la Plata para poder estimar de manera certera las fuentes principales emisión del mismo.

5.10.2 ANÁLISIS DE RIESGO ASOCIADO

Para el periodo 2016-2019 la Dra. Giuliani en la región de el Gran la Plata en sus tesis doctoral [3] titulada ***“Especiación de compuestos asociados a material particulado (MP₁₀ y MP_{2.5}) en La Plata y alrededores: metales, hidrocarburos policíclicos aromáticos, simples y derivados. Evaluación del riesgo asociado”*** calculó el número esperado de muertes debido a contaminación atmosférica para los municipios de Berisso, y Ensenada, calculando los riesgos relativos (RR) ,como se describe en el apartado 5.7.1, utilizando las concentraciones medias de MP₁₀ y MP_{2.5}.

Para los cálculos consideró como concentraciones de fondo (X0) los valores 10 µg/m³ para MP₁₀ y 3 µg/m³ para MP_{2.5}, que son los que toma de referencia la guía de la OMS. Los datos de población y de mortalidad por todas las causas se obtuvieron de una base de datos del Ministerio de Salud de la provincia de Buenos Aires y los valores de población fueron obtenidos a partir de una proyección de población elaborada en base a resultados del Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas 2010 del INDEC [65].

Luego de calcular las tasas de mortalidad (B) correspondientes a todas las causas de muerte, a muerte por enfermedades cardiopulmonares y a muerte por cáncer de pulmón, fueron calculados los números esperados de muerte por año correspondientes (E1, E3 y E4), no pudiendo calcular el número de casos de mortalidad prematura por enfermedades respiratorias atribuidas a la exposición en corto plazo a MP₁₀, en niños menores a 5 años (E2) por no conocer la tasa de

Informe Polvo de carbón en la región del Gran La Plata, Provincia de Buenos Aires

mortalidad correspondiente (B2). Los resultados obtenidos por Giuliani [3] se muestran en la tabla 9.

Tabla 9. Valores de las componentes correspondientes a cada municipio necesarios para calcular el número esperado de muertes debido a contaminación atmosférica [3].

	Berisso	Ensenada
Población total^a	94016	60143
Población > 30 años^a	47102	30132
RR1	1,0169	1,0169
RR3	1,2598	1,2598
RR4	1,4129	1,4129
AF1	0,0167	0,0167
AF3	0,206	0,206
AF4	0,2922	0,2922
B1^a	0,00876	0,00900
B3^a	0,00365	0,00386
B4^a	0,00037	0,00057
E1	14	9
E3	35	24
E4	5	5

^a Obtenido del Ministerio de salud de la Provincia de Buenos Aires.

B: tasa de mortalidad

RR: Riesgo relativo asociado a un determinado punto final

AF: fracción atribuible de efectos sobre la salud por la contaminación atmosférica

E: número esperado de muertes debido a contaminación atmosférica

1: número de casos de mortalidad prematura por todas las causas y exposición en corto plazo a MP₁₀, en todas las edades.

3: número de casos de mortalidad prematura por enfermedades cardiopulmonares atribuidas a la exposición a largo plazo MP_{2.5}, en personas mayores a 30 años.

4: número de casos de mortalidad prematura por cáncer de pulmón atribuidas a la exposición en largo plazo MP_{2.5}, en personas mayores a 30 años

Respecto al cálculo de riesgo de contraer cáncer en adultos y niños (LCR) por exposición a HAPs asociados al material particulado, Giuliani encontró [3] que en niños (tabla 10), tanto para MP_{10} como $MP_{2.5}$, cumplen con los límites establecidos por la OMS Y la US EPA, mientras que en el caso de adultos, en todos los casos se cumple con los límites de la OMS, pero no se cumple con los de la US EPA en las zonas industrial (Berisso y Ensenada) en ambas fracciones de MP, ya que el valor del LCR en estos casos es mayor a 1×10^{-6} . Esto es una señal de alarma, que amerita el seguimiento de los niveles de los contaminantes por parte de los organismos de control.

Tabla 10. Valores de LCR para HAPs en municipios de Berisso/Ensenada [3]

LCR	MP_{10}	$MP_{2.5}$
Niños	$4,8 \times 10^{-7}$	$2,8 \times 10^{-7}$
Adultos	$1,8 \times 10^{-6}$	$1,1 \times 10^{-6}$

5.11 CICLO BIOLÓGICO. INFLUENCIA DEL MATERIAL PARTICULADO

Las concentraciones de MP en el ambiente pueden tener amplios efectos sobre la salud de la población, como se expuso anteriormente. Sin embargo, existen otros efectos reportados con menor frecuencia en bibliografía, como lo es el efecto que genera la niebla urbana y regional al disminuir la visibilidad, degradar los ecosistemas e influir en la seguridad alimentaria de la población. Para entender cómo se afecta esto último, es necesario explicar de qué manera los contaminantes, pueden ingresar a la ruta biológica una vez que son emitidos al aire (figura 13).

Los aerosoles pueden dispersarse, depositarse y disolverse en suelo o aguas; tal como sucede con los contaminantes ácidos del aire, los cuales se disuelven fácilmente en la humedad superficial o lluvia, alterando las propiedades originales del sustrato al ser depositadas [66]. Una vez que se encuentran presentes en estos estratos abióticos, se pueden acumular en la vegetación e ingresar de esta forma en la cadena alimenticia, debido a que las plantas pueden incorporarlos ya sea directamente, a través de intercambio de gases con la atmósfera, o a través de la humedad absorbida del suelo.

El impacto de la contaminación del aire es muy amplio y las emisiones hacia la atmósfera relacionadas con el cambio climático pueden agravar los efectos de la contaminación del aire sobre la salud de los ciudadanos, no solo de manera inmediata por los efectos directos de los

contaminantes en la salud [67], sino también por el impacto de los contaminantes sobre los cultivos alimenticios. Ciertamente, se estableció que la producción de alimentos en el futuro será altamente vulnerable al cambio climático y a la contaminación del aire, comprometiendo la seguridad alimentaria global [68-71]. Sin embargo, resulta increíble que durante muchos años en la mayor parte del mundo se hayan tratado estos problemas por separado, evadiendo que existe una relación bidireccional entre la producción de alimentos y la contaminación del aire: la producción de alimentos contribuye significativamente a la contaminación del aire; a su vez, la contaminación del aire puede afectar la producción de alimentos.

Esta interacción, sería mayor en ciudades donde coexisten cultivos con zonas urbanas debido a que las partículas normalmente se forman en la atmósfera urbana a partir de distintas fuentes de emisión, tal como lo es la zona del Gran La Plata en la que se enmarca este trabajo. Entonces, es probable que los cultivos cercanos a grandes urbes contengan concentraciones elevadas de contaminantes antrópicos, que generan preocupación para la seguridad alimentaria mundial ya que reaccionan para formar ozono a nivel del suelo [72], lo cual puede ser perjudicial para los cultivos [70]. Se estimó que la presencia de ozono, a nivel del suelo, causa pérdidas económicas y de cultivos [73], especialmente en cultivos considerados alimentos básicos (papa, ajo, lechuga, trigo, maíz, etc.) para la mayoría de la población mundial [74,75].

Por otro lado, la deposición de polvo (partículas ultrafinas y gruesas) en las hojas, también genera efectos negativos sobre la vegetación. Se demostró que reducen el crecimiento de las plantas [76], que afectan la floración y la reproducción [77], y que disminuyen el número de hojas y el área foliar [78]. Esto último, se debe a que las hojas son las principales receptoras de gases y partículas, y antes de que ingresen a su tejido, interactúan con la superficie foliar y modifican su configuración. Consecuentemente, si logran ingresar, se acumulan en los tejidos [79], que al ser ingeridas pueden desencadenar diversas intoxicaciones causando daños irreparables en la salud humana y animal, como efectos teratogénicos, cáncer e incluso la muerte [80].

La investigación sobre el impacto de la contaminación del aire en los alimentos es relativamente reciente; existen pocos estudios que analizan estas problemáticas en conjunto; y aunque el aumento de las temperaturas se discute ampliamente por el cambio climático, el efecto de la calidad del aire en los cultivos es menos reconocido. Es por ello, que a partir de en este informe también recomendamos a las autoridades de aplicación local que revisen tanto la salud como la

seguridad alimentaria de la población del Gran La Plata. Para poder estimar el riesgo en la salud y el ambiente es necesario contar con información. En el Municipio de Berisso (solicitante de este informe) se producen hortalizas y frutas, particularmente uva utilizada como insumo para los productores de vino de la costa. También existe una comunidad de pescadores artesanales que se desempeñan en toda la ribera berissense y productores de cerdos. Sin embargo, no existe información respecto del tipo de alimentos asociados a la producción primaria, sus volúmenes o el circuito de comercialización. Esta información mínima sería de gran utilidad para evaluar el impacto del polo petroquímico en las áreas de producción primaria de alimentos en Berisso.

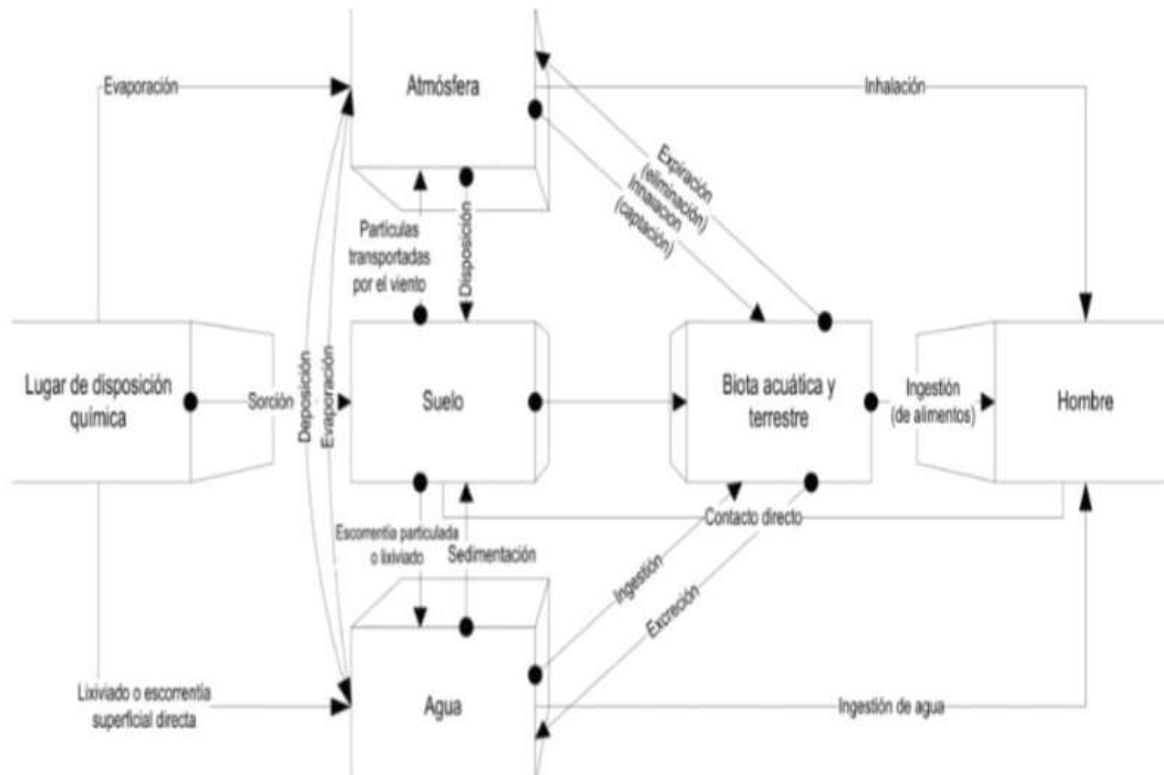


Figura 13. Rutas físicas y biológicas del transporte de contaminantes, sitios de disposición y el potencial de exposición humana . Representación esquemática adaptada del artículo de Batstone y col., 1989.

5.12 PERCEPCIÓN DE LA CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA EN LA REGIÓN

Para ser comprendida la problemática ambiental para una cierta región o comunidad, es preciso conocer las percepciones ambientales de los individuos y colectivos que componen la comunidad, ya que ellas condicionan las actitudes, las sensibilidades e influyen considerablemente en la orientación y regulación de las acciones hacia el entorno [81, 82].

La percepción “consiste en el reflejo en la conciencia del hombre de los objetos o fenómenos, al actuar directamente sobre los sentidos, durante cuyo proceso ocurren la regulación y unificación de las sensaciones aisladas en reflejos integrales de cosas y acontecimientos”. La percepción ambiental considera el entorno de forma holística y para ello las investigaciones que la tratan tienen su foco de atención en el estudio de las múltiples experiencias ambientales que una persona puede tener en su relación con el entorno [83, 84].

En el marco de los objetivos del Proyecto de Investigación Orientado (PIO) de la UNLP y el CONICET denominado “Gestión Integral del Territorio” [85], se trabajó con el objetivo identificar problemáticas sociales y ambientales bajo una concepción integral de territorio en la Cuenca del Maldonado y el área de influencia de los Canales del Puerto La Plata, dos territorios muy afectados por las inundaciones de 2013. El trabajo incluyó la realización de encuestas sobre los barrios con mayor incidencia de problemas ambientales: los adyacentes a los Canales del Puerto La Plata (148 en Ensenada y 159 en Berisso) [85]. Sobre la situación ambiental, la contaminación industrial del suelo es una preocupación destacable en Ensenada donde el 28% de los encuestados manifestó que “siempre” está presente; en menor medida Berisso (22% sumados todos los ítems positivos) y casi insignificante en el Maldonado, una vez más demostrando que se trata de una zona alejada de los sitios industriales. La particular configuración industrial de las tres ciudades se refleja en la mayor incidencia de la contaminación industrial del aire alrededor de los canales del complejo petroquímico entre Berisso y Ensenada, donde el 85% y el 79% de los vecinos manifestaron percibir, con los más altos porcentajes sobre el ítem “siempre”. También allí es significativamente mayor la percepción de otras fuentes de contaminación, especialmente en Ensenada, donde la mayoría de las respuestas positivas (32%) se concentran en la opción que indica que se trata de una problemática que observa o percibe “siempre” en el barrio (Figura 14).



Figura 14. Lugares y fuentes de contaminación del aire percibidos por los vecinos de el gran la Plata [60].

La población percibe al MP como una amenaza a su diario quehacer y calidad de vida. Este se acumula en el patio, ventanas etc., de las casas en grandes cantidades. Presenta consistencia aceitosa, olor a hidrocarburo y deja las superficies manchadas de color negro oscuro. La población indica que sufren enfermedades respiratorias y crisis de alergia. La piel se enrojece y los ojos sufren ardor. Se perciben como una zona de sacrificio que reciben productos de residuo de carbón de coque que no les pertenece y dañan el medio ambiente y la salud y calidad de vida. En cuanto a las representaciones y estrategias sobre problemas ambientales por parte de los habitantes, una serie de entrevistas a adultos mayores del Barrio El Dique ha permitido constatar que el Polo Petroquímico ha sido, y es, fuente de trabajo y, por otro lado, ha sido, y es, el principal factor contaminante del ambiente. En la perspectiva de este mismo trabajo, con el fin de co-construir la agenda de gestión ambiental, se encuentran fuertes coincidencias entre las premisas iniciales y la percepción de los vecinos en torno al problema de la contaminación de los canales del puerto y la contaminación del aire. En cambio, se constatan menos repercusiones en torno al

agua corriente, el suelo y la basura. Además se constató la percepción de la contaminación sonora, que no estaba en la agenda de esta investigación, pero apareció claramente en la percepción de los vecinos como uno de los problemas de contaminación al que le dieron gran importancia [86].

6 LIMITACIONES DEL INFORME

La mayor limitación para la realización del informe fue la recopilación de información de niveles de concentración de material particulado en sus diferentes fracciones y compuestos asociados en la región de estudio, por lo que se trabajó con información publicada por grupos de investigación [1, 3, 60, 61] y el aporte de la empresa Oxbow-Copetro. Principalmente se debe destacar la falta de respuesta del sector público, específicamente de la autoridad de aplicación de la Provincia de Buenos Aires (OPDS) a las notas oportunamente (Anexo III: notas del 2/06/2020, 06/07/2020 y 09/11/2020) enviadas en donde se solicitaba información necesaria para poder realizar un informe que integre a todos los sectores involucrados en el aseguramiento de la calidad del aire.

Del sector privado solo hemos obtenido colaboración de la empresa Oxbow-Copetro, mientras que de YPF S.A (Anexo III: notas del 08/07/2020 y 09/11/2020) no han respondido a ninguna de las notas solicitando información sobre niveles de MP.

Otro gran aspecto limitante es la falta de estudios epidemiológicos actuales en la región que relacionen la calidad del aire con el riesgo de daño a la salud de la población, contando únicamente con la investigación realizada por los doctores Etchegoyen y Bourgeois [58] en el año 2003.

Para suplir a futuro la información faltante y en el marco de lo anterior, se ha establecido un convenio de Asistencia Científica en Redes entre CONICET (RSA) y la Municipalidad de Berisso, para la instalación, por parte de la Municipalidad, de la “Red de monitoreo de la calidad del aire en el municipio de Berisso” (AQLab, donada por el Ministerio de Medio Ambiente de la Nación, para la recopilación de información de MP₁₀, O₃, SO₂, NO₂, NO, CO, temperatura, humedad y sonido) y el procesamiento, por parte de la Red de seguridad Alimentaria, de los datos del monitoreo, así como realizar trabajos en conjunto para la realización de un inventario de emisiones móviles (IVE).

7 CONCLUSIONES FINALES

7.1 PRINCIPALES CONCLUSIONES / (RECOMENDACIONES) DERIVADAS DEL TRABAJO REALIZADO POR EL GRUPO AD HOC

- Pese a la gran dificultad de obtener información pública sobre los niveles de MP en la región, se puede concluir que se evidencia una disminución de los niveles de MP₁₀ en los últimos 20 años, convergiendo a valores anuales de entre 20-50 µg/m³ y valores de MP_{2.5} que superan los 10 µg/m³. Esto evidencia la urgente necesidad de actualizar los niveles regulados para MP₁₀ en el decreto 1074/18 (150 µg/m³ para 24hs y 50 µg/m³ para 1 año) de modo de confluir a los niveles guía de la OMS (50 µg/m³ para 24hs y 20 µg/m³ para 1 año) para poder preservar la salud de la población.
- Es para destacar el alarmante incremento en más de un orden de magnitud de los niveles de HAPs en los últimos 20 años (asociados tanto a MP₁₀ como a MP_{2.5}) llegando niveles peligrosos para la salud humana, como lo refleja el trabajo de la Dra Giuliani en el cálculo de LCR (Lifetime Cancer Risk). Esto evidencia la necesidad de profundizar los estudios en las diferentes fracciones de MP (MP₁₀ y MP_{2.5}) teniendo en cuenta el aporte de origen industrial y el incremento de las emisiones vehiculares, y la necesidad de incluir niveles guías de HAPs en la normativa provincial.
- Respecto a los niveles de fracción carbonosa asociados al MP₁₀ cumplen con la reglamentación actual (Decreto 1074/18) siendo niveles comparables con entornos urbanos, pero es necesario profundizar los estudios respecto a los niveles presentes en MP_{2.5} así como en material particulado sedimentable.
- Respecto al material particulado sedimentable, solo se pudo obtener información para el periodo 2014-2016, donde se evidencia que en múltiples ocasiones se supera el nivel normado por la provincia de Buenos Aires (Decreto 1074/18), llegando a triplicarse en los meses de octubre-noviembre del 2015.
- La información recopilada no permite identificar y cuantificar con certeza las principales fuentes de aporte de MP (en todas sus fracciones) a los niveles ambientales de material particulado.

7.2 AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a los Doctores Andres Porta (Investigador Principal CICIPBA, director del Centro de Investigación del Medio ambiente CIM-CONICET/UNLP) y Jorge Enrique Sambeth (Investigador Independiente Centro de Investigación y Desarrollo de Ciencias Aplicadas "Dr. Jorge Juan Ronco", CINDECA-CONICET/UNLP/CICIPBA y Coordinador de la Red de Estudios Ambientales bonaerense "REAB") por su colaboración en el aporte de información para la elaboración del presente informe y en la revisión del mismo.

8 RECOMENDACIONES

- Realizar un inventario de emisiones en la región del Gran la Plata a modo de poder identificar y cuantificar las principales fuentes de aporte de material particulado sedimentable, MP_{10} y $MP_{2.5}$ y compuestos asociados (fracción carbonosa, HAPs y metales). Para que dicho objetivo se pueda concretar es condición necesaria la colaboración del OPDS ya que cuenta con la información necesaria para la elaboración de dicho inventario.
- Realizar un estudio epidemiológico actualizado -analítico observacional de tipo transversal con grupo control-para poder medir la probabilidad de riesgo de daño a la salud asociado a los efectos de la contaminación por material particulado sedimentable, MP_{10} y $MP_{2.5}$ y sus compuestos (fracción carbonosa, HAPs y metales) en el área problema de estudio. Dicho estudio podrá establecer comparaciones, regularidades y tendencias epidemiológicas-sanitarias con la última investigación realizada en la zona durante 2003.
- Diseñar y ejecutar un Sistema de Vigilancia Epidemiológica (SVE) comunitario/municipal, a fin de determinar el perfil epidemiológico de las poblaciones del lugar y permitir el monitoreo y la evaluación prospectiva acerca del riesgo a la salud humana por exposición prolongada a dichas fuentes contaminantes. Los datos e información a recabar estarán a cargo de las unidades centinelas -por caso los Centros de Atención Primaria en Salud (CAPS) de gestión municipal-distribuidas en el área afectada.
- Implementar una red de monitoreo ambiental de material particulado sedimentable, MP_{10} y $MP_{2.5}$ y compuestos asociados (fracción carbonosa, HAPs y metales), cuya información sea de acceso público.

Informe Polvo de carbón en la región del Gran La Plata, Provincia de Buenos Aires

- Habida cuenta de la existencia de reglamentación para MP y compuestos orgánicos volátiles se solicita a que los organismos de control (OPDS y otros) hagan efectiva el cumplimiento de las mismas con un programa de monitoreo continuo y de acceso público marcando días y horas que excedan estos niveles máximos.
- Es necesario y urgente actualizar los valores de estándares en calidad de aire y disposiciones generales (Tabla A, Ley 5965 Anexo III del Decreto 1074/18) de modo de que converjan con los valores de la OMS, principalmente en lo referido a MP₁₀ y actualizar el listado de compuestos incluidos como niveles guía de calidad de aire ambiente contaminantes específicos (tabla B, Ley 5965 anexo III del decreto 1074/18) de modo de incluir a todos los hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAPs) y metales pesados.
- En el Municipio de Berisso (solicitante de este informe) se producen hortalizas y frutas, particularmente uva utilizada como insumo para los productores de vino de la costa. También existe una comunidad de pescadores artesanales que se desempeñan en toda la ribera berissense y productores de cerdos. Sin embargo, no existe información respecto del tipo de alimentos asociados a la producción primaria, sus volúmenes o el circuito de comercialización. Esta información mínima sería de gran utilidad para evaluar el impacto del polo petroquímico en las áreas de producción primaria de alimentos en Berisso.

9 REFERENCIAS

- [1] Massolo, Laura. Exposición a contaminantes atmosféricos y factores de riesgo asociados a la calidad de aire en La Plata y alrededores. 2004. Tesis Doctoral. Facultad de Ciencias Exactas, UNLP.
- [2] Colman Lerner, Jorge E. Análisis y mitigación/remoción de Material Particulado (MP) y Compuestos Orgánicos Volátiles (COVs) y Semivolátiles (COSVs). 2013. Tesis doctoral. Facultad de Ciencias Exactas, UNLP.
- [3] Giuliani Daniela. Especiación de compuestos asociados a material particulado (MP₁₀ y MP_{2.5}) en La Plata y alrededores: metales, hidrocarburos policíclicos aromáticos, simples y derivados. Evaluación del riesgo asociado, 2020. Tesis doctoral. Facultad de Ciencias Exactas, UNLP.
- [4] WHO Regional Office for Europe (2010). Environment and health risks: a review of the influence and effects of social inequalities.

- [5] WHO (2013). <http://www.who.int/mediacentre/news/releases/2014/air-pollution/es/>
- [6] WHO (2013). Review of evidence on health aspects of air pollution - REVIHAAP Project. WHO European Centre for Environment and Health, Bonn, WHO Regional Office for Europe, World Health Organization 2013. 309 pp. www.euro.who.int/_data/assets/pdf_file/0004/193108/REVIHAAP-Final-technical-report-final-version.pdf
- [7] Pope III, C. Arden; DOCKERY, Douglas W. Health effects of fine particulate air pollution: lines that connect. Journal of the air & waste management association, 2006, vol. 56, no 6, p. 709-742.
- [8] Pope, C. (2000). Review: Epidemiological Basis for Particulate Air Pollution Health Standards," Aerosol Sci. Technol., vol. 32, no. 1.
- [9] Zanobetti A, Schwartz J. (2009). The effect of fine and coarse particulate air pollution on mortality: a national analysis. Environ Health Perspect, 117(6) (2009 Jun), pp. 898-903.
- [10] US EPA (Environmental Protection Agency) (1984). Health effects assessment for polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs). EPA 549/1-86-013, Environmental Criteria and Assessment Office, Cincinnati.
- [11] Braga, A.L.F., Saldiva, P.H.N., Pereira, L.A.A., Menezes, J.J.C., Conceição, G.M.S., Lin, C.A., Zanobetti, A.; Schwartz, J. and Dockery, D.W. (2001). Health Effects of Air Pollution Exposure on Children and Adolescents in São Paulo, Brazil. Pediatric Pulmonology, 31, 106-113.
- [12] Zhang Y., Qiujuan L., Mengxiong F., Yanmin M., Na L., Xiaomei Y. Jie Z. and Fasheng L. (2018). The Kidney Injury Induced by Short-Term PM2.5 Exposure and the Prophylactic Treatment of Essential Oils in BALB/c Mice. Oxidative Medicine and Cellular Longevity Volume 2018, Article ID 9098627, 12 page.
- [13] Yang Y.R, Chen, Y.M, Chen S.Y y Chan, C.C. (2017). Associations between Long-Term Particulate Matter Exposure and Adult Renal Function in the Taipei Metropolis. Environmental Health Perspectives, vol. 125, no. 4, págs. 602-607.
- [14] Seltenrich N. (2016). PM2.5 and Kidney Function: Long-Term Exposures May Lead to Modest Declines. Environmental Health Perspectives, vol. 124, no. 9, artículo A168
- [15] Coscollà C. et al., (2013) "Particle size distributions of currently used pesticides in a rural atmosphere of France," Atmos. Environ., vol. 81, pp. 32–38,.
- [16] Coscollà C., A. Muñoz, E. Borrás, T. Vera, M. Ródenas, and V. Yusà, (2014) "Particle size distributions of currently used pesticides in ambient air of an agricultural Mediterranean area," Atmos. Environ., vol. 95, pp. 29–35,.

- [17] Katsouyanni, K on behalf of the APHEA Group Aphea Project: Air Pollution and Health: A European Approach, *Epidemiology*: November 2006 - Volume 17 - Issue 6 - p S19.
- [18] Thurston, G., Bekkedal, M., Roberts, E. et al. Use of health information in air pollution health research: Past successes and emerging needs. *J Expo Sci Environ Epidemiol* 19, 45–58 (2009). <https://doi.org/10.1038/jes.2008.41ACS> (American cancer Society). www.cancer.org
- [19] ACS (American cancer Society). www.cancer.org
- [20] AHSMOG (Adventist Health Study of Smog in California). <https://adventisthealthstudy.org/researchers/scientific-publications/adventist-health-air-pollution-study-publication-database>
- [21] Leuenberger P, Künzli N, Ackermann-Liebrich U, Schindler C, Bolognini G, Bongard JP, Brändli O, Defila C, Domenighetti G, Karrer W, Keller R, Medici T, Monn C, Perruchoud AP, Schöni M, Tschopp JM, Villiger B, Wüthrich B, Zellweger JP. Etude suisse sur la pollution de l'air et les maladies respiratoires chez l'adulte (SAPALDIA). Swiss Study on Air Pollution and Lung Diseases in Adults [Swiss Study on Air Pollution and Lung Diseases in Adults (SAPALDIA)]. *Schweiz Med Wochenschr.* 1998 Jan 31;128(5):150-61. French. PMID: 9522421.
- [22] Sheehan MC, Lam J, Navas-Acien A, Chang HH. Ambient air pollution epidemiology systematic review and meta-analysis: A review of reporting and methods practice. *Environ Int.* 2016 Jul-Aug;92-93:647-56. doi: 10.1016/j.envint.2016.02.016. Epub 2016 Feb 28. PMID: 26923218.
- [23] Guías de calidad del aire de la OMS relativas al material particulado, el ozono, el dióxido de nitrógeno y el dióxido de azufre (2005). Resumen de evaluación de los riesgos. https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/69478/WHO_SDE_PHE_OEH_06.02_spa.pdf;jsessionid=1A1A12E5BF2172471BF5AD4A96D66CDF?sequence=1
- [24] Hitchins, J., L. Morawska, R. Wolff, and D. Gilbert. 2000. "Concentrations of Submicrometre Particles from Vehicle Emissions near a Major Road." *Atmospheric Environment* 34(1): 51–59
- [25] Mendiola, L. (2016). Variabilidad de la composición química mayoritaria de la fracción PM10 en el Elche. Trabajo de Fin de Grado.
- [26] Callén, M., de la Cruz, M., López, J., Navarro, M., y Mastral, A. (2009). Comparison of receptor models for source apportionment of the PM10 in Zaragoza (Spain). *Chemosphere*, 76(8), 1120–1129. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2009.04.015>
- [27] Martin, P. (2005). Concentración de material particulado en aire en la ciudad de Buenos Aires. Tesis Doctoral. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales Universidad de Buenos Aires. Biblioteca Digital de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales - Universidad de Buenos Aires

- [28] Hettinger, B., et al. Laser-induced breakdown spectroscopy for ambient air particulate monitoring: correlation of total and speciated aerosol particle counts. *Applied spectroscopy*, 2006, vol. 60, no 3, p. 237-245.
- [29] Ji, Zhurun; Dai, Rucheng; ZHANG, Zengming. Characterization of fine particulate matter in ambient air by combining TEM and multiple spectroscopic techniques—NMR, FTIR and Raman spectroscopy. *Environmental Science: Processes & Impacts*, 2015, vol. 17, no 3, p. 552-560.
- [30] Harpale, V. M., et al. Chemical identification of semi-urban aerosols by laser Raman spectroscopy. *Global NEST Journal*, 2006, vol. 8, p. 260-264.
- [31] Del Rosario Sienra, M., & Rosazza, N. G. (2006). Occurrence of nitro-polycyclic aromatic hydrocarbons in urban particulate matter PM10. *Atmospheric Research*, 81(4), 265–276. <https://doi.org/10.1016/j.atmosres.2006.01.003>
- [32] Dimashki, M., Harrad, S., & Harrison, R. M. (2000). Measurements of nitro-PAH in the atmospheres of two cities. *Atmospheric Environment*, 34(15), 2459–2469. [https://doi.org/10.1016/S1352-2310\(99\)00417-3](https://doi.org/10.1016/S1352-2310(99)00417-3)
- [33] Mastandrea, C., Chichizola, C., Ludueña, B., Sánchez, H., Álvarez, H., & Gutiérrez, A. (2005). Hidrocarburos aromáticos policíclicos. Riesgos para la salud y marcadores biológicos Palabras clave: hidrocarburos aromáticos policíclicos * carcinógenos * mutá-genos * disruptores endocrinos * hidroxiderivados * aductos * biomarcadores. polycyclic aromat. *Acta Bioquím Clín Latinoam*, 39(1), 27–36.
- [34] Nikolaou, K., Masclet, P., & Mouvier, G. (1984). Sources and chemical reactivity of polynuclear aromatic hydrocarbons in the atmosphere - A critical review. *Science of the Total Environment*, The, 32(2), 103–132. [https://doi.org/10.1016/0048-9697\(84\)90125-6](https://doi.org/10.1016/0048-9697(84)90125-6)
- [35] Hussein I. Abdel-Shafy, Mona S.M. Mansour, A review on polycyclic aromatic hydrocarbons: Source, environmental impact, effect on human health and remediation, *Egyptian Journal of Petroleum*, Volume 25, Issue 1, 2016, Pages 107-123
- [36] Honda, M., & Suzuki, N. (2020). Toxicities of Polycyclic Aromatic Hydrocarbons for Aquatic Animals. *International journal of environmental research and public health*, 17(4), 1363. <https://doi.org/10.3390/ijerph17041363>
- [37] WHO - IARC. (2016). OUTDOOR AIR POLLUTION (Vol. 109). International Agency for Research on Cancer.
- [38] Loomis, D., Grosse, Y., Lauby-Secretan, B., Ghissassi, F. El, Bouvard, V., Benbrahim-Tallaa, L., Guha, N., Baan, R., Mattock, H., & Straif, K. (2013). The carcinogenicity of outdoor air pollution. *The Lancet Oncology*, 14(13), 1262–1263. [https://doi.org/10.1016/S1470-2045\(13\)70487-X](https://doi.org/10.1016/S1470-2045(13)70487-X)

Informe Polvo de carbón en la región del Gran La Plata, Provincia de Buenos Aires

- [39] Departamento de Salud y Servicios Humanos (DHHS). <https://www.usa.gov/espanol/agencias-federales/departamento-de-salud-y-servicios-humanos>
- [40] Agencia de Protección Ambiental de los EEUU (US EPA). <https://espanol.epa.gov/>
- [41] Carreras, H. A., Wannaz, E. D., & Pignata, M. L. (2009). Assessment of human health risk related to metals by the use of biomonitors in the province of Córdoba, Argentina. *Environmental pollution*, 157(1), 117-122
- [42] Giuliani, D.S., Orte, .A., Martins, E.F., Matamoros, N., Colman Lerner, J.E., Porta, A.A., (2017). Caracterización química y espectroscópica de material particulado en aire extramuros en la ciudad de La Plata y alrededores. IV Congreso Internacional Científico y Tecnológico-CONCYT 2017, <https://digital.cic.gba.gob.ar/handle/11746/6762>.
- [43] Jongeneelen, F.J., Anzion, R.B.M., Leijdekkers, CM. et al. 1-Hydroxypyrene in human urine after exposure to coal tar and a coal tar derived product. *Int. Arch Occup Environ Health* 57, 47–55 (1985). <https://doi.org/10.1007/BF00383545>
- [44] Barwise, A.J.G. Role of Nickel and Vanadium in petroleum classification. *Energ. Fuel*. 1990, 4, 647–652.
- [45] Al-Haj-Ibrahim, H.; Ali, M. M., Effect of the removal of sulphur and volatile matter on the true density of petroleum coke. *Period. Polytech. Chem. Eng.* 2005, 49, 19–24.
- [46] Chu L, Villeneuve DC, Rousseaux CG. Toxicology of coal liquefaction products: an overview. *J Appl Toxicol*. 1994 Jul-Aug;14(4):241-56. doi: 10.1002/jat.2550140402. PMID: 7963236.
- [47] Giddings, J.M., Parkhurst, B.R., Gehrs, C.W. et al. Toxicity of a coal liquefaction product to aquatic organisms. *Bull. Environ. Contam. Toxicol.* 25, 1–6 (1980). <https://doi.org/10.1007/BF01985477>
- [48] The American Petroleum Institute Petroleum HPV Testing Group (2008). PETROLEUM COKE CATEGORY ANALYSIS AND HAZARD CHARACTERIZATION Submitted to the US EPA.
- [49] Caruso J., Zhang K., Schroeck N. J., McCoy B., and McElmurry S.P. (2015). Petroleum Coke in the Urban Environment: A Review of Potential Health Effects. *Int. J. Environ. Res. Public Health* 2015, 12, 6218-6231; doi:10.3390/ijerph120606218
- [50] Hendryx, M., Entwistle J., Kenny E., and Illyn P. Health status among urban residents living in proximity to petroleum coke storage: a first examination. *International Journal of Environmental Health Research*, 2016 <http://dx.doi.org/10.1080/09603123.2016.119438>
[44]https://sitioanterior.indec.gob.ar/nivel4_default.asp?id_tema_1=2&id_tema_2=24&id_tema_3=119

- [51] Kim E. A. (2017). Particulate Matter (Fine Particle) and Urologic Diseases. *International neurourology journal*, 21(3), 155–162. <https://doi.org/10.5213/inj.1734954.477>
- [52] Gutiérrez M., Colman J., Giuliani D., Porta A. (2018). Comparative study of tear lipid composition in two human populations with different exposure to particulate matter in La Plata, Argentina. *Environmental Science and Pollution Research*.
- [53] Calderon-Garciduenas, L.; Vojdani, A.; Blaurock-Busch, E.; Busch, Y.; Friedle, A.; Franco-Lira, M.; Sarathi-Mukherjee, P.; Martínez-Aguirre, X.; Park, S.B.; Torres-Jardón, R.; et al. Air pollution and children: Neural and tight junction antibodies and combustion metals, the role of barrier breakdown and brain immunity in neurodegeneration. *J. Alzheimer's Dis.* 2015, 43, 1039–1058.
- [54] Jung, C.R.; Lin, Y.T.; Hwang, B.F. Ozone, particulate matter, and newly diagnosed Alzheimer's disease: A population-based cohort study in Taiwan. *J. Alzheimer's Dis.* 2015, 44, 573–584.
- [55] Wichmann F.A., Müllerc A., Busia L., Ciannib N., Massolo L., Schlink U., Porta A., Sly P.D., Increased asthma and respiratory symptoms in children exposed to petrochemical pollution. *Journal of Allergy and Clinical Immunology*, 23, 3, (2009), 632-638
- [56] Ostro, B., Prüss-üstün, A., Campbell-lendrum, D., Corvalán, C., & Woodward, A. (2004). Outdoor air pollution: Assessing the environmental burden of disease at national and local levels. In *Who Environmental Burden Disease Series, No 5 (Issue Environmental Burden of Disease Series, No. 5)*.
- [57] Sosa, B. S., Porta, A., Colman Lerner, J. E., Banda Noriega, R., & Massolo, L. (2017). Human health risk due to variations in PM10 -PM2.5 and associated PAHs levels. *Atmospheric Environment*, 160, 27–35. <https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2017.04.004>
- [58] Etchegoyen, G.; Bourgeois, M. & Pascual, A. (2003). Evaluación de riesgo en salud asociado al material particulado del aire en los pobladores del Barrio Campamento, Partido de Ensenada, Provincia de Buenos Aires, Argentina, 2003. Centro INUS, Facultad de Ciencias Médicas FCM, UNLP. En Causa nº 232.609: "Sagarduy Alberto Omar c/ Copetro S.A. s/ Daños y Perjuicios". Juz. 5 La Plata, Sentencia N°62, 28/03/2006
- [59] Decreto 1074/18, PBA. Disponible en: <http://www.opds.gba.gov.ar/sites/default/files/Decreto%201074%2018.pdf>
- [60] Singh, Davinderjit, "Human Health Risk Characterization of Petroleum Coke Calcining Facility Emissions" (2016). Graduate Theses and Diseertations

- [61] Anexo 1 informe. Expedientes generados por el OPDS para el periodo enero-octubre 2019 entregados por la Asamblea de vecinos autoconvocados, Vecinos contaminados de Berisso, Ensenada y La Plata.
- [62] Mohd Rashid, Sattar Yunus, Ramli Mat, Sabariah Baharun, Puji Lestari, PM10 black carbon and ionic species concentration of urban atmosphere in Makassar of South Sulawesi Province, Indonesia, Atmospheric Pollution Research, Volume 5, Issue 4, 2014, Pages 610-615.
- [63] Dotse S.Q., Asane, J.K., Ofosu, F.G., 2012. Particulate matter and black carbon concentration levels in Ashaiman, a semi-urban area of Ghana, 2008. Research Journal of Environmental and Earth Sciences 4, 20–25.
- [64] Bidegain, J.C., Chaparro, M.A.E., Marié, D.C. et al. Air pollution caused by manufacturing coal from petroleum coke in Argentina. Environ Earth Sci 62, 847–855 (2011). <https://doi.org/10.1007/s12665-010-0571-x>
- [65] <https://www.indec.gob.ar/indec/web/Nivel3-Tema-2-41>
- [66] Batstone, R., Smith, J., Wilson, D. (1989). The safe disposal of hazardous wastes: the special needs and problems of developing countries. World Bank Technical Paper N°93. World Bank, Washington, DC.
- [67] Ballester F. (2005). CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA, CAMBIO CLIMÁTICO Y SALUD. Rev Esp Salud Pública 2005; 79 159-175 Colab., vol. 2, no. 6, pp. 159–175.
- [68] Lobell, D. B. (2008). Prioritizing climate change adaptation needs for food security in 2030. Science 319(5863), 607-610
- [69] Battisti, D. S. & Naylor, R. L. (2009). Historical warnings of future food insecurity with unprecedented seasonal heat. Science 323(5911), 240-244
- [70] Avnery, S., Mauzerall, D. L., Fiore, A. M. (2013). Increasing global agricultural production by reducing ozone damages via methane emission controls and ozone-resistant cultivar selection. Global Change Biol. 19(4), 1285-1299.
- [71] Avnery, S., Mauzerall, D. L., Liu, J. F. & Horowitz, L. W. (2011). Global crop yield reductions due to surface ozone exposure: 1. Year 2000 crop production losses and economic damage. Atmos. Environ. 45(13), 2284-2296.
- [72] Roberts T. M. (1984). Effects of air pollutants on agriculture and forestry. Atmos. Environ., vol. 18, no. 3, pp. 629–652.

- [73] Feng Z. et al. (2019). Economic losses due to ozone impacts on human health, forest productivity and crop yield across China," *Environ. Int.*, vol. 131, no. July, p. 104966.
- [74] Vlachokostas C. et al. (2010). Economic damages of ozone air pollution to crops using combined air quality and GIS modelling. *Atmos. Environ.*, vol. 44, no. 28, pp. 3352–3361
- [75] Rodríguez, C. R. Cupull, G. Pérez, and Y. Morales (2012). Efectos del ozono troposférico sobre cultivos de ajo, *Allium sativum* y tabaco, *Nicotiana tabacum* en Cuba. *Rev. Amaz. Cienc. y Tecnol.*, vol. 1(2), pp. 49–54.
- [76] Lambers, H., Chapin III, F.S., Pons, T.L. (1998). *Plant Physiological Ecology*. Springer, New York
- [77] Katsouyanni K, Touloumi G, Samoli E, Gryparis A, Le Tertre A, Monopolis Y, et al. Confounding and Effect Modification in the Short-Term Effects of Ambient Particles on Total Mortality: Results from 29 European Cities within the APHEA2 Project, *Epidemiology* 2001;12:521-531.
- [78] Samet J.M, Dominici F, Curriero F.C, Coursac I, Zeger S. (2000). Fine Particulate Air Pollution and Mortality in 20 U.S. Cities, 1987-1994. *N Engl J Med*; 343(24):1742-1749.
- [79] Rai, P. K. (2016). Impacts of particulate matter pollution on plants: Implications for environmental biomonitoring. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 129, 120–136.
- [80] Londoño F, Londoño Muñoz P. T. and Muñoz Garcia F. G. (2016). Los Riesgos De Los Metales Pesados En La Salud Humana Y Animal, *Biotecnología en el Sect. Agropecu. y Agroindustrial*, vol. 14, no. 2, p. 145.
- [81] Nazarea V., R. Rhoades, E. Bontoyan y G. Flora (1998) "Defining indicators which make sense to local people: Intracultural variation in perception of natural resources", *Human Organization*, vol. 57, núm. 2, pp. 159-170.
- [82] Stea, D. (2003) "Environmental/Geographic Perception and Cognition", *Geography* 7371—Doctoral Seminar in Geo Distance Education Class. Disponible en: <http://www.pdf4free.com>.
- [83] Warnock G., J. (1974) *La filosofía de la percepción*. México: Fondo de Cultura Económica, pp. 7-8.
- [84] Whyte, A. V. T. (1985) "Perception", *Climate Impact Assessment*. Chennai, India: Fundación de Investigación MS Swaminathan. Disponible en: <http://www.icsu-scope.org/downloadpubs/scope27/chapter16.html>

[85] Bozzano, H. y Canevari, T. (Coords.) (2020). Transformar diálogos de saberes en diálogos de haceres: Ciencia, comunidad y políticas públicas. La Plata : EDULP. En Memoria Académica. Disponible en: <http://www.memoria.fahce.unlp.edu.ar/libros/pm.1267/pm.1267.pdf>.

[86] Prieto, S., & Banzato, G. (2017). Los vecinos del Barrio El Dique y los problemas ambientales: Primeros avances hacia una agenda de gestión con Inteligencia Territorial (Ensenada, Buenos Aires, Argentina). En M. Saquet, & A. Alves (eds.), *Processos de cooperação e solidariedade na América Latina* (pp. 217-236). Río de Janeiro: Editora Consequência.