PROVINCIA DE BUENOS AIRES
CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES

MAPA DE RIESGO AMBIENTAL PARA SITIOS POTENCIALMENTE CONTAMINADOS CON PLOMO Y OTROS METALES PESADOS EN LA PROVINCIA DE BUENOS AIRES

AUTORES: Leandro Martin Tatone; Eric Demian Speranza

Universidad Nacional ARTURO JAURETCHE
UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PLATA
Facultad de Ciencias Naturales y Museo
CFI CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES
MINISTERIO DE AMBIENTE
GOBIERNO DE LA PROVINCIA DE BUENOS AIRES

AUTORIDADES

Gobernador de la provincia de Buenos Aires
Axel Kicillof

Vicegobernadora
Verónica Magario

Ministra de Ambiente
Daniela Vilar

Jefe de Gabinete
Matías Fernández

MINISTERIO DE AMBIENTE

GOBIERNO DE LA PROVINCIA DE BUENOS AIRES

Colaboradores:

- **M.Sc. Carlos N. Skorupka**
- **Lic. Santiago Heguilor**
- **Est. Martina B. Palladino**
- **Est. Gastón E. Bonamino**
- **Est. Paula A. Villalba Polo**

INDICE

1. RESUMEN……..1

2. INTRODUCCION ……..2

2.1 Características de los suelos urbanos……..3

2.2 Transporte atmosférico de metales……..3

2.3 El plomo como contaminante……4

2.4 Situación en Argentina……..6

3. MATERIALES Y METODOS……..8

3.1 Muestreo de suelos…..……8

3.2 Muestreo de suelos, sedimento vial y material sedimentable atmosférico en sitios críticos……10

3.3 Procesamiento y análisis de muestras……13

3.4 Cálculo del índice de Geoacumulación (Igeo)……18

3.5 Evaluación de riesgo para la salud……19

3.6 Procesamiento, análisis estadísticos y visualización de datos ……..21

4. RESULTADOS……23

4.1. Características generales de los suelos……23

4.2. Concentración de metales en suelos……28

4.2.1 Plomo ……32

4.2.2 Zinc ……35

4.2.3 Cobre……37

4.2.4 Cromo……39

4.2.5 Níquel ……41

4.2.6 Índice de Geoacumulación (Igeo) ……43

4.2.7 Evaluación de riesgo para la salud……..……..49

4.3 Sitios críticos……..……50

4.3.1 Concentración de Pb en suelos de la transecta……..……52

4.3.2 Concentración de Pb en sedimento vial……,……..……54

4.3.3 Material particulado atmosférico ……..……..57

5. CONCLUSIONES…..……..……61

6. Recomendaciones……62

7. BIBLIOGRAFIA ……..……64

ANEXO I……..……..73

ANEXO II ……..……..……..…102

ANEXO III..……..……103

ANEXO IV..……..……..……125

ANEXO V……133

ANEXO VI……..……139

ANEXO VII……..……..……144

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Área de estudio del presente proyecto……..…….**9**

Figura 2. Ejemplo de las 5 submuestras colectadas para obtener una muestra compuesta de suelo……..……..……**10**

Figura 3. Ubicación de los puntos de muestreo del correspondiente periodo en la Provincia de Buenos Aires ……..……..……**12**

Figura 4. Esquema general de procesamiento de las muestras……..……**14**

Figura 5. Procesamiento de muestras llevado a cabo en el laboratorio……**15**

Figura 6. Filtración y preparación de los filtros con las PAS para la digestión ácida……...**16**

Figura 7. Diagrama de caja y distribución de frecuencia de los valores de pH de las muestras de suelo ……..……..**23**

Figura 8. Diagrama de caja y distribución de frecuencia del porcentaje de materia orgánica (MO) de los suelos……**24**

Figura 9. Diagrama de caja y distribución de frecuencia de los valores de carbono total (CT), nitrógeno total (NT) y la relación C/N de los suelos……..**25**

Figura 10. Relación entre el porcentaje de materia orgánica (MO) y el porcentaje de carbono total (CT) en muestras de suelos……**26**

Figura 11. Diagrama ternario de la composición granulométrica de los suelos.**27**

Figura 12. Composición granulométrica, en términos de abundancia relativa de los diámetros de partículas, de los suelos analizados. ……..……...**28**

Figura 13. Matriz de correlación de las variables estudiadas……..……..**29**

Figura 14. Concentración de metales en suelos por municipios……..……**31**

Figura 15. Distribución espacial de plomo (Pb) en suelos superficiales……**33**

Figura 16. Concentración de plomo en las diferentes categorías de suelo…….**34**

Figura 17. Distribución espacial de zinc (Zn) en suelos superficiales……..**35**

Figura 18. Concentración de zinc en las diferentes categorías de suelo……**36**

Figura 19. Distribución espacial de cobre (Cu) en suelos superficiales……**37**

Figura 20. Concentración de cobre en las diferentes categorías de suelo…….**38**

Figura 21. Distribución espacial de cromo (Cr) en suelos superficiales……..**39**

Figura 22. Concentración de cromo en las diferentes categorías de suelo……**40**

Figura 23. Distribución espacial de níquel (Ni) en suelos superficiales……..**41**

Figura 24. Concentración de níquel en las diferentes categorías de suelo…….**42**

Figura 25. Diagrama de cajas de los Índices de Geoacumulación (Igeo) de los cinco metales estudiados……**43**

Figura 26. Clasificación de los suelos en base al Índice de Geoacumulación (Igeo) del plomo……**44**

Figura 27. Clasificación de los suelos en base al Índice de Geoacumulación (Igeo) del zinc……**45**

Figura 28. Clasificación de los suelos en base al Índice de Geoacumulación (Igeo) del cobre ……**46**

Figura 29. Clasificación de los suelos en base al Índice de Geoacumulación (Igeo) del cromo……**47**

Figura 30. Clasificación de los suelos en base al Índice de Geoacumulación (Igeo) del níquel……**48**

Figura 31 Riesgo para la salud estimado para niños y adultos ……**49**

Figura 32. Ubicación de los sitios críticos……**51**

Figura 33. Concentración de Pb en suelos vs distancia en los sitios críticos….**52**

Figura 34. Diagrama de caja de los valores de pH de las muestras de suelos y sedimentos viales colectados en los sitios críticos……**54**

Figura 35. Distribución de tallas de partículas de las muestras de sedimentos viales de los sitios críticos……**55**

Figura 36. Diagrama de caja de los valores de contenido porcentual de materia orgánica de las muestras de suelos y los sedimentos viales de los sitios críticos……**56**

Figura 37. Concentración de Pb en los sedimentos viales……**57**

Figura 38. Flujos de partículas atmosféricas……**58**

Figura 39. Concentración y flujo de plomo en las partículas atmosféricas sedimentables ……**59**

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Campañas de muestreo ……..……8

Tabla 2. Campañas de muestreo en sitios críticos ..……..……11

Tabla 3. Concentraciones y porcentajes de recuperación de metales en el material certificado de referencia……..17

Tabla 4. Clasificación basada en el Índice de Geoacumulación (Igeo)…….……..18

Tabla 5. Valores de referencia utilizados para determinar el riesgo potencial a la salud humana ……..……20

Tabla 6. Estadística descriptiva de los valores de pH, materia orgánica (MO), carbono (COT), nitrógeno (NT) y textura de los suelos analizados (n=106)……..23

Tabla 7. Estadística descriptiva de las concentraciones de metales (µg/g) en suelos (n=106) y valores guía de suelos.....……..30

Tabla 8. Disminución de la concentración de plomo en suelo desde los sitios críticos a lo largo de las transectas ……..……..53

Tabla 9. Flujos de deposición atmosférica de Pb (mg/m^2/año) comparado con otras regiones……..……60

ANEXOS

ANEXO I. Reportes de salidas de campo

1) Reporte de salida de campo La Plata
2) Reporte de salida de campo La Matanza
3) Reporte de salida de campo La Matanza, Hurlingham y Tres de Febrero
4) Reporte de salida de campo Morón e Ituzaingó
5) Reporte de salida de campo Merlo
6) Reporte de salida de campo Moreno
7) Reporte de salida de campo San Martín
8) Reporte de salida de campo San Miguel, José C. Paz y Malvinas Argentinas
9) Reporte de salida de campo Mercedes y Luján
10) Reporte de salida de campo Pergamino y Pilar
11) Reporte de salida de campo Escobar, Zárate y San Nicolás
12) Reporte de salida de campo Ayacucho, Tandil y General Pueyrredón
13) Reporte de salida de campo Olavarría y Bahía Blanca
14) Reporte de salida de campo Vicente López, San Isidro, San Fernando y Tigre

ANEXO II. Sitios de muestreo en todo el territorio de la provincia de buenos aires

ANEXO III. Reportes de salidas de campo en sitios críticos

1) **Reporte de salida de campo Florencio Varela**
2) **Reporte de salida de campo San Martín y Morón**
3) **Reporte de salida de campo Carmen de Areco y Mercedes**
4) **Reporte de salida de campo Zárate**
5) **Reporte de salida de campo Lanús**
6) **Reporte de salida de campo Magdalena**

ANEXO IV. Valores individuales de los parámetros analizados

1) **Suelos del muestreo general**
2) **Suelos de transectas**
3) **Sedimento vial**
4) **Partículas sedimentables atmosféricas**

ANEXO V. Valores individuales de los metales analizados

1) **Metales en suelos del muestreo general**
2) **Plomo en suelos de las transectas**
3) **Plomo en sedimento vial y partículas atmosféricas sedimentables**

ANEXO VI. Riesgo para la salud

ANEXO VII. Índices de Geoacumulación (Igeo)

1. RESUMEN

Para brindar una evaluación integral de la contaminación con plomo y otros metales (zinc, cobre, cromo y níquel) en la Provincia de Buenos Aires se colectaron 106 muestras compuestas de suelo en 28 municipios de la Provincia de Buenos Aires. Se analizó el contenido de humedad, el pH, el porcentaje de materia orgánica, carbono y nitrógeno total (combustión catalítica), la composición granulométrica (difracción laser) y la determinación de metales (espectrometría de absorción atómica). En general se hallaron suelos altamente orgánicos (9,55±3,03%), neutros (7,08±0,74) y con una composición granulométrica limosa (68,0±6,91%). Los suelos tuvieron concentraciones relativamente bajas de cromo y níquel mientras que para el resto los niveles más elevados se hallaron principalmente en el AMBA, de acuerdo con la alta densidad de población y desarrollo industrial en esta región metropolitana. Los niveles de contaminación se evaluaron con el índice de Geoacumulación, que decrece en el orden Pb (1,12) > Zn (0,64) > Cu (0,38) > Cr (-0,27) > Ni (-0,35). Se hallaron sitios críticos con concentraciones de Pb que superaron ampliamente la norma nacional de uso residencial (500 µg/g), e incluso la de uso industrial (1000 µg/g) y que tuvieron altos índices de riesgo (con máximos para niños en MERPLAC, Mercedes, e IMAP, Morón; HI 9,0 y 11, respectivamente). En estos sitios se desarrolló un estudio detallado evaluando gradientes espaciales a lo largo de transectas, el transporte atmosférico mediante el muestreo de partículas sedimentables atmosféricas y los aportes viales analizando sedimento vial. La rápida caída en las concentraciones de Pb con la distancia al sitio crítico, las altas concentraciones observada en los sedimentos viales y los elevados flujos de deposición atmosférica (entre los mayores reportados a nivel global) indican que estos sitios constituyen focos de contaminación sumamente importantes y representan una seria amenaza a la salud de la población cercana a los mismos.

2. INTRODUCCIÓN

La contaminación del suelo se ha convertido en un problema grave y generalizado en áreas urbanas de muchas partes del mundo (Lal y Stewart, 2017; Rodríguez-Eugenio et al., 2018). La contaminación con metales en particular es la que más preocupación despierta a nivel global debido a su largo tiempo de residencia en los suelos y su toxicidad para los seres humanos, incrementando año tras año en centros urbanos de todo el mundo (Horváth et al., 2014; Sherameti y Varma, 2015; Pan et al., 2018; Sager, 2020). Se denomina vagamente como metales pesados a un grupo de metales y metaloides asociados con contaminación y potencial toxicidad o ecotoxicidad (Duffus, 2002). La contaminación de suelos con metales se destaca por su amplia distribución, su prolongada latencia, su baja reversibilidad, su elevado costo de remediación y por la compleja interacción de múltiples metales sobre los organismos (Su et al., 2014).

En bajas concentraciones, algunos metales pesados (por ejemplo, cobre, cromo, molibdeno, níquel y zinc) son esenciales para el funcionamiento y la reproducción saludables de microorganismos, plantas y animales (incluido el hombre). Sin embargo, en altas concentraciones, estos mismos elementos esenciales pueden causar toxicidad directa o efectos reproductivos. Otros elementos, en cambio, son no esenciales (por ejemplo, arsénico, plomo y mercurio) e incluso bajas concentraciones de estos elementos en el ambiente pueden causar toxicidad tanto para las plantas como para los animales (Alloway, 2013).

El origen de los elementos traza en los suelos proviene de tres fuentes principales (Kabata-Pendias y Mukherjee, 2007). Los elementos litogénicos son aquellos que se heredan directamente de la litósfera, la capa más externa de la Tierra. Los elementos pedogénicos también son de origen litogénico, pero su concentración y distribución en las capas y partículas del suelo cambian debido a procesos de formación y transformación del suelo. Finalmente, los elementos antropogénicos son todos aquellos depositados en los suelos como resultado directo o indirecto de las actividades del hombre. Las fuentes antropogénicas de metales pesados en suelos son muy diversas, incluyendo fuentes difusas (transporte atmosférico, escorrentía superficial, inundaciones y derivadas de prácticas agrícolas como fertilización y aplicación de pesticidas) y puntuales (actividad minera, emisiones vehiculares, vuelcos industriales, disposición de residuos urbanos, etc.) que contaminan los suelos directa o indirectamente y son altamente variables tanto a escala espacial como temporal (Nriagu y Pacyna, 1988; Weissmannová y Pavlovský, 2017; Cachada et al., 2018).

2.1 Características de los suelos urbanos

A diferencia de los suelos de las zonas rurales y suburbanas, en el entorno urbano los suelos expuestos suelen ser fragmentados y de pequeño tamaño. Debido a la planificación urbana, se encuentran comúnmente en zonas verdes a lo largo de las carreteras y en instalaciones de ocio y recreación, como parques infantiles y parques (Wong et al., 2006). Se trata entonces de suelos muy heterogéneos y frecuentemente alterados física y mecánicamente. Dentro de las ciudades se encuentran varios "tipos" de suelo, que van desde suelos relativamente no perturbados, similares en algunos aspectos a sus homólogos rurales, hasta suelos completamente artificiales (Kelly et al., 1996). Estas alteraciones de los suelos urbanos a nivel de sus características físicas, químicas, geológicas y biológicas repercuten seriamente en la salud del ecosistema y de las poblaciones humanas en particular (Li et al., 2018; Lehmann y Stahr, 2007).

Los suelos urbanos están fuertemente afectados por actividades antropogénicas. Los metales, en particular, pueden provenir desde numerosas fuentes antropogénicas, tanto puntuales como difusas. Si bien se han detectado varios metales en concentraciones superiores a las basales de la corteza terrestre, el Zn y el Pb son los más comúnmente enriquecidos en los suelos urbanos (Kabata-Pendias, 2001). En contraste con los numerosos estudios sobre la contaminación por metales en suelos urbanos que se han realizado en países desarrollados (Sharma et al., 2015; Li et al., 2018; Binner et al., 2023), los estudios en países en desarrollo son aún relativamente escasos.

2.2 Transporte atmosférico de metales

La deposición atmosférica se ha identificado como una fuente importante de diversas sustancias tóxicas, incluidos metales pesados y compuestos orgánicos en ambientes acuáticos y terrestres (Sakata et al., 2008). El transporte particulado atmosférico permite la dispersión de metales en todos los rangos espaciales, incluyendo movimientos intercontinentales, y es clave en la dinámica de estos elementos en los ecosistemas (He et al., 2023; Steinnes y Friedland, 2006). La deposición atmosférica ocurre de dos formas: mediante deposición seca (la sedimentación gravitacional de partículas) y mediante deposición húmeda (la eliminación de partículas por precipitación). Por otro lado, las partículas depositadas en el pavimento, denominadas sedimentos viales, constituyen una matriz ambiental valiosa para caracterizar los niveles de contaminantes en áreas urbanas (Sutherland et al., 2012). La dispersión de los

metales esta influenciada por la composición de tallas de partículas del material particulado y sus propiedades aerodinámicas (Samara y Voutsa, 2005; Cho et al., 2011; Hays et al., 2011). Debido a la complejidad de los procesos de transporte y acumulación de los elementos, la evaluación de más de un componente dentro de un mismo sistema urbano (ej. suelos, sedimento vial, partículas atmosféricas, etc.) permite una mejor comprensión de los efectos a largo plazo de la contaminación sobre el ambiente y la salud humana y permite evaluar la dinámica de metales en ambientes urbanos (Duzgoren-Aydin, 2007).

2.3 El plomo como contaminante

Entre los metales se destaca el plomo (Pb) ya que es altamente tóxico, persistente y mayormente antropogénico, pudiendo llegar al suelo desde múltiples fuentes y afectar a la población humana por contacto, inhalación o, indirectamente, a través de su acumulación en productos alimenticios, lo que ha causado contaminación y problemas de salud en muchas partes del mundo (Zwolak et al., 2019; Markus y McBratney, 2001; Raj y Das, 2023). El Pb es un metal ampliamente utilizado por el hombre que se encuentra de forma natural entre 13 y 15 ppm en la corteza terrestre (Taylor, 1964; Wedepohl, 1995). Los minerales más ricos en Pb son la galena (PbS), la anglesita ($PbSO_4$) y la cerusita ($PbCO_3$), siendo la galena la fuente principal de producción comercial de este metal. Debido a su bajo punto de fusión fue uno de los primeros metales empleados por el hombre y su uso extendido ha afectado los ciclos biogeoquímicos locales, regionales y globales en mayor grado que el de otros elementos tóxicos (Hutchinson y Meema, 1987). La principal emisión antropogénica de plomo al ambiente se debe al intenso uso de compuestos organometálicos de plomo (tetraetilplomo y el tetrametilplomo) como aditivos antidetonantes para combustibles. La incorporación a los combustibles comenzó a partir de la década de 1920 y su emisión aumentó exponencialmente en todo el mundo en las décadas subsiguiente hasta que comenzó a prohibirse su uso en combustibles principalmente a partir de la década de 1980 en todos los países (Gulson et al., 2006). Esto resultó en un marcado descenso de los flujos atmosféricos y las concentraciones de plomo en suelo a nivel global aunque aún persisten grandes reservorios derivados de estas emisiones vehiculares enterrados en los suelos y numerosas fuentes de este elemento provenientes de diversas aplicaciones industriales (EPA 2003, 2009). Su uso actual es muy amplio e incluye aleaciones metálicas, soldaduras, baterías, revestimientos de cables, pigmentos, pinturas y municiones. Como resultado de sus múltiples aplicaciones y su intenso uso durante siglos, en la actualidad prácticamente no existen suelos superficiales sin contaminación con plomo (Shotyk y Le Roux, 2005).

Entre todos estos usos del Pb, el principal en la actualidad se asocia a las baterías de Pb-ácido, especialmente para automóviles, donde el Pb representa aproximadamente el 60 % de su peso (Linden y Reddy, 2002). En las plantas de reciclaje de baterías se realiza la ruptura de la batería, el drenaje del ácido, la separación del metal y en algunos casos fundición del plomo recuperado (Small et al., 1995).

El plomo no tiene una función biológica esencial conocida, y todos los compuestos del plomo son potencialmente perjudiciales o tóxicos, especialmente el tetraetilplomo. La intoxicación crónica por plomo, conocida como saturnismo, se conoce desde la antigüedad. La exposición a plomo causa efectos adversos multisistémicos, siendo el sistema nervioso el más afectado, tanto en niños como en adultos (Mitra et al., 2017). La OMS (Organización Mundial de la Salud) considera al plomo como una de las 10 sustancias químicas más peligrosas para la salud pública, especialmente la salud de los trabajadores, los niños y las mujeres en edad reproductiva (WHO, 2022). El Pb está considerado por la Agencia Internacional para la Investigación del Cáncer (IARC) como probable carcinógeno para el hombre (Grupo 2A; www.iarc.who.int).

Pese a su escasa abundancia natural (<0,002 % de la corteza terrestre), se han registrado niveles muy elevados tanto en áreas urbanas como rurales de diversas partes del mundo debida a múltiples fuentes antrópicas (Raj y Das, 2023). Si bien se ha detectado plomo en múltiples matrices ambientales, el suelo ha sido reconocido como una vía crítica hacia el hombre, tanto por ingreso directo como indirecto, mediante la transferencia a vegetales (Mielke y Reagan 1998; Zwolak et al., 2019). Las principales vías de exposición al plomo son la ingestión y la inhalación, y se transporta por todo el cuerpo a través de la sangre, lo que permite que el Pb entre en todos los tejidos. Por esta razón, la medición del nivel de plomo en sangre es el método más común para establecer el grado de exposición en humanos. Los niños son más vulnerables a la intoxicación por plomo debido a ciertas condiciones especiales, como menor masa corporal, sistema nervioso en desarrollo, mayor tasa de absorción y menor tasa de eliminación, y por los comportamientos propios de la edad: mayor actividad exploratoria, succión de pulgares, pica (ingesta intencional de suelo), etc. (Bellinger, 2004). Por tal motivo, en 2021, los Centros para el Control y la Prevención de Enfermedades de Estados Unidos (CDC) redujeron el valor de referencia de plomo en sangre de 5 a 3,5 µg/dL para identificar a los niños con niveles elevados de plomo en sangre. A su vez, la pobreza está directamente relacionada con la exposición infantil al plomo. Los niños de un nivel socioeconómico bajo y de poblaciones marginadas tienen un mayor potencial de estar expuestos al Pb (Sargent et al., 1995; Rothenberg et al., 1996).

2.4 Situación en Argentina

En Argentina, la contaminación de suelos con metales es un grave problema ambiental que ha sido estudiado a múltiples niveles (Gagneten et al., 2007; Rodriguez et al., 2014; Cittadino et al., 2020). La contaminación con plomo en particular causa un severo impacto en la salud de la población (Caravanos et al., 2016; ACUMAR, 2024). La Provincia de Buenos Aires es la más afectada ya que allí habita el 40% de la población nacional y se concentra la mayor parte de su capacidad industrial (INDEC, 2022). Las naftas no contienen plomo desde el año 1996 (Resolución 54/96 de la Ex Secretaría de Obras y Servicios Públicos de la Nación) y la Ley Nacional de Residuos Peligrosos 24051, sancionada en el año 1991, incluyó al plomo como un residuo peligroso que puede “causar daño, directa o indirectamente a seres vivos o contaminar el suelo, el agua, la atmósfera o el ambiente en general” (art. 2 y Anexo I). Se estima que en Argentina 951816 niños tienen niveles de plomo en sangre superiores a 5 µg/dL y 91040 con niveles superiores a 10 µg/dL (UNICEF y Pure Earth, 2020). La Autoridad de la Cuenca Matanza-Riachuelo (ACUMAR) reveló que más del 50 % de los niños testeados (n= 108) en Villa Inflamable (Dock Sud), sede de un gran Polo Petroquímico, presentaban niveles de plomo por encima de 10 µg/dL. Por otro lado, en un estudio realizado en niños (8 meses-16 años) que habitan en el Barrio La Rotonda (Florencio Varela) próximos a una planta de reciclaje de baterías, se encontró que de los 90 niños testeados, el 21 % tuvieron niveles de plomo en sangre superiores a los 10 µg/dl (López et al., 2007).

Si bien se han realizado estudios de contaminación de suelos con plomo y otros metales, los mismos son fragmentarios y no integran todo el territorio provincial sino diferentes sectores del Área Metropolitana de Buenos Aires, que concentra la mayor parte de la población y de la capacidad industrial del país (Llosa et al., 1990; Lavado et al., 1998; Guiffré et al., 2005; Busso et al., 2005; López et al., 2006; Heredia y Fernandez Cirelli, 2009; Tatone et al., 2016; Bilos et al., 2019; Tripodi et al., 2020; Cittadino et al., 2020; Ceballos et al., 2021), pero no existen antecedentes de un estudio integrado a nivel provincial.

El Laboratorio de Química Ambiental y Biogeoquímica (LAQAB), dependencia mixta de la Universidad Nacional de La Plata (UNLP) y la Universidad Nacional Arturo Jauretche (UNAJ) realizó un mapeo de plomo y otros metales en suelos en el sector sur del área metropolitana de Buenos Aires (AMBA) mediante el proyecto “Identificación y mapeo dinámico de riesgo ambiental por existencia de plomo y otros metales pesados en la provincia de Buenos Aires” (Desafío 149 del Programa ImpaCT.AR Ciencia y Tecnología). Dicho estudio se desarrolló siguiendo un diseño de muestreo basado en la densidad de población y la presencia de potenciales fuentes de contaminación. El presente proyecto extiende el mapeo general de metales en suelos hacia el resto de la provincia de Buenos Aires. De este modo, se obtendrá un primer panorama de la contaminación a nivel provincial y de su variabilidad espacial. Asimismo, se identificarán los focos críticos de contaminación para realizar un análisis intensivo de metales en suelos y otras matrices particuladas tales como sedimento vial y polvo de deposición atmosférica.

3. MATERIALES Y METODOS

3.1 Muestreo de suelos

Se realizaron 14 campañas de muestreo entre el 14 de agosto y el 6 de noviembre de 2024, recorriéndose un total de 5551 km (**Tabla 1; Figura 1; ANEXO I**). Se colectaron 106 muestras compuestas de suelo superficial de 28 municipios de la Provincia de Buenos Aires (19 partidos del AMBA, Luján, Mercedes, Zárate, San Nicolás, Ayacucho, Tandil, Olavarría, General Pueyrredón y Bahía Blanca). Tanto el número de muestras como la ubicación de los sitios de muestreo se ajustó a los previstos en el proyecto.

Tabla 1. Campañas de muestreo.

	Lugar	Fecha	km	n
1	La Plata	14/08/2024	86	**4**
2	La Matanza	19/08/2024	150	**6**
3	La Matanza, Hurlingham y Tres de Febrero	26/08/2024	160	**12**
4	Morón e Ituzaingó	06/09/2024	140	**6**
5	Merlo	09/09/2024	160	**6**
6	Moreno	11/09/2024	210	**7**
7	San Martín	16/09/2024	150	**7**
8	San Miguel, José C. Paz y Malvinas Argentinas	27/09/2024	230	**7**
9	Mercedes y Luján	04/10/2024	310	**5**
10	Pergamino y Pilar	09/10/2024	550	**5**
11	Escobar, Zárate y San Nicolás	21 y 22/10/2024	625	**9**
12	Tandil, Ayacucho y General Pueyrredón	25 al 27/10/2024	1200	**14**
13	Olavarría y Bahía Blanca	31/10 al 2/11/2024	1410	**8**
14	Vicente López, San Isidro, San Fernando y Tigre	06/11/2024	170	**10**
	TOTAL		**5551**	**106**

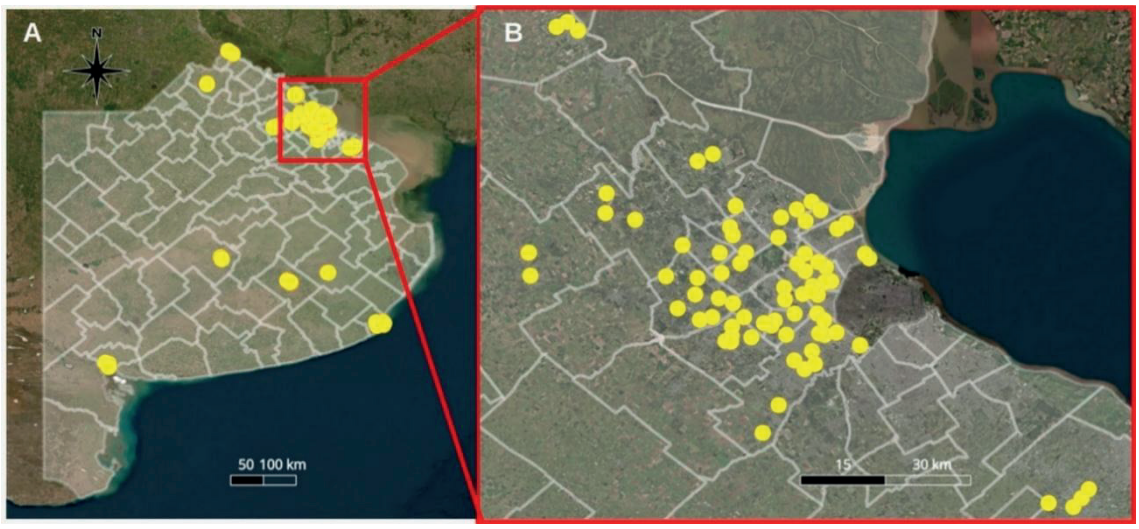


Figura 1. Área de estudio del presente proyecto. **A**. Puntos de muestreo en todo el territorio de la Provincia de Buenos Aires. **B**. Detalle de los sitios de muestreo en el Área Metropolitana de Buenos Aires.

El horizonte superficial del suelo refleja la deposición de contaminantes transportados por aire o depositados recientemente, y es la que generalmente se utiliza para estudios de evaluación de riesgos a la salud (Mason, 1992). Las muestras de suelos se colectaron utilizando espátulas plásticas, eliminando previamente la cobertura vegetal, hojarasca, raíces grandes y fragmentos de roca. En cada sitio se colectaron muestras compuestas de suelo con el objeto de tener una mejor representatividad espacial del área de muestreo (**Figura 2**). Las muestras compuestas se obtuvieron combinando *in situ* cinco submuestras (con una distancia aproximada de 5 metros entre submuestras) según un esquema en cruz en torno al punto exacto del sitio de muestreo (Ordóñez et al., 2003). Las muestras compuestas obtenidas se colocaron en frascos de vidrio prelavados (HNO_3 10 %) y se transportaron refrigeradas hasta su procesamiento en el laboratorio.

Para cada muestra, se registraron las coordenadas geográficas de la ubicación y datos accesorios tales como la categoría del sitio de muestreo (ej. plaza, parque industrial, área de industrias metalúrgicas, basural, etc.), la presencia de juegos infantiles y de escuelas, la cobertura del suelo y las posibles fuentes de contaminación cercanas (**ANEXO I**). En total se colectaron muestras compuestas de suelo en 66 plazas, 17 parques industriales, 10 basurales, 8 metalúrgicas/fundidoras, 3 fábricas de baterías y 2 recicladoras de baterías. Toda esta información fue cargada a una base de datos para el análisis e interpretación de datos. Una vez en el laboratorio, las muestras fueron rotuladas con un código de identificación asignado por la base de datos y agrupadas para el procesamiento inicial y fraccionamiento.



Figura 2. Ejemplo de las 5 submuestras colectadas para obtener una muestra compuesta de suelo.

3.2 Muestreo de suelos, sedimento vial y material sedimentable atmosférico en sitios críticos

Se realizaron 14 campañas de muestreo entre el 6 de diciembre de 2024 y el 15 de enero de 2025 en los sitios identificados como críticos en base a sus concentraciones de plomo en suelos (> 500 ppm, Ley 24.051). Con el objeto de incluir la totalidad de estaciones que superan esta normativa nacional en la provincia de Buenos Aires, se incluyeron 2 sitios identificados como críticos (Baterías Champion, Florencio Varela e Industrias Deriplom, Lanús) en el proyecto ImpaCT.AR N° 149 llevado adelante recientemente por este grupo de trabajo en el cual se relevaron suelos del AMBA sur (**ANEXO II**). Adicionalmente, se incluyeron 2 sitios de referencia de partículas atmosféricas sedimentables (PAS) alejados de áreas urbanas y de posibles fuentes de contaminación en los partidos de Carmen de Areco y Magdalena. En total se colectaron 20 muestras compuestas de suelo superficial, 6 muestras compuestas de sedimento vial y 20 muestras de material particulado atmosférico en 8 municipios de la Provincia de Buenos Aires, recorriéndose un total de 2253 km (**Tabla 2; Figura 3**).

Tabla 2. Campañas de muestreo en sitios críticos.

	Lugar	Fechas	km	Suelos	Sed vial	PAS
				n		
1	Florencio Varela	06/12/2024, 19/12/2024 y 27/12/2024	98	3	1	2
2	San Martín y Morón	09/12/2024 y 26/12/2024	300	6	2	7
3	C. de Areco y Mercedes	15/12/2024, 20/12/2024 y 09/01/2025	950	3	1	4
4	Zárate	23/12/2024 y 15/01/2025	530	5	1	3
5	Lanús	24/12/2024 y 13/01/2025	55	3	1	2
6	Magdalena	29/12/2024 y 14/01/2025	320	-	-	2
		TOTAL	**2253**	**20**	**6**	**20**

Las muestras de suelo superficial se colectaron a lo largo de transectas de 1000-1500 m a partir del sitio crítico. La dirección de la transecta fue seleccionada en base a la dirección predominante de los vientos en los últimos 3 meses, de acuerdo al procesamiento de la información de Monitoreo Climático del Servicio Meteorológico Nacional (SMN, www.smn.gob.ar), tomándose como referencia la estación de monitoreo del SMN más cercana al sitio de muestreo.

En algunos sitios, la dirección de la transecta calculada de acuerdo al criterio recién mencionado debió ser modificada. La dirección de la transecta se determinó en base a la dirección de los vientos predominantes salvo en Mercedes y Zárate donde la dirección hacia el Norte indicada por los vientos no es factible dado que atraviesa áreas deshabitadas y sin acceso (lo cual no solo imposibilita el muestreo, sino que además lo vuelve carente de sentido en el contexto de este estudio al no haber población pasible de ser afectada). En estos dos sitios críticos, la dirección se determinó en base a la ubicación de la población más cercana de modo que la transecta atraviese áreas urbanizadas.

Las muestras de sedimento vial depositado sobre el asfalto se colectaron de manera compuesta con una espátula de plástico (4 submuestras a lo largo de ~50 m) en cada uno de los sitios críticos. Se recolecto el material acumulado contra el cordón de la acera, salvo en dos estaciones (Mercedes y Zárate) donde al no existir dicho cordón se colecto el sedimento depositado sobre el borde de la cinta asfáltica. Las muestras compuestas de sedimento vial obtenidas se colocaron en frascos de vidrio prelavados (HNO_3 10 %) y se transportaron refrigeradas hasta su procesamiento en el laboratorio.

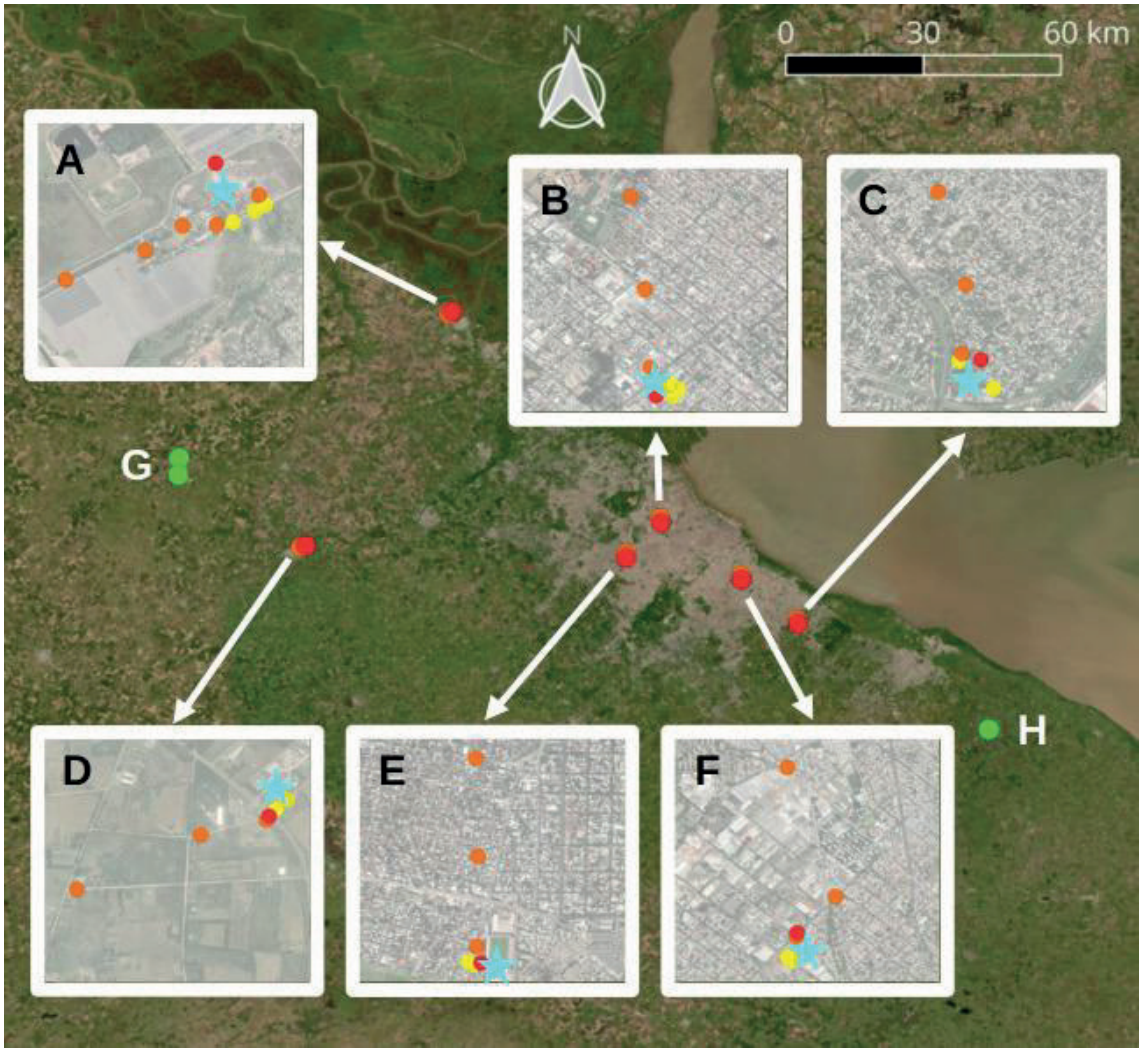


Figura 3. Ubicación de los puntos de muestreo del correspondiente periodo en la Provincia de Buenos Aires. Los puntos rojos corresponden a sitios críticos, los verdes indican las estaciones de referencia para el material particulado sedimentable. En los insertos se indica en celeste la ubicación de cada sitio crítico, en amarillo la ubicación de los colectores tipo Bergerhoff, en naranja los puntos de la transecta y en rojo los sitios donde se colectó el sedimento vial. **A**: Ex fábrica Meteor (Zárate); **B**: UnionBat (Gral. San Martín); **C**: Baterías Champion (Florencio Varela); **D**: MERPLAC (Mercedes); **E**: IMAP SRL (Morón); **F**: Industrias Deriplom (Lanús); **G**: referencia (Carmen de Areco) y **H**: referencia (Magdalena).

Las muestras de material sedimentable atmosférico fueron colectadas con muestreadores tipo Bergerhoff, los cuales colectan partículas depositadas por vía seca y húmeda (Thöni et al., 1999; Mijić et al., 2010). Los muestreadores consisten en recipientes de polipropileno de 4 litros de 18,5 cm de diámetro (superficie: 269 cm^2) prelavados con ácidos. Los muestreadores fueron instalados a ~4 m de altura en postes o superficies elevadas disponibles en el sitio y se los relleno parcialmente con agua destilada para evitar la pérdida de partículas por resuspensión. Luego de 13 - 25 días los muestreadores fueron retirados de su soporte y transportados tapados herméticamente hasta el LAQAB para su procesamiento inmediato. Si bien un muestreador en Carmen de Areco y dos en Morón se perdieron, esto no afectó seriamente al estudio al disponerse de replicas en ambos sitios.

Una vez en el laboratorio, las muestras fueron rotuladas con un código de identificación asignado por la base de datos y agrupadas para el procesamiento inicial y fraccionamiento.

3.3 Procesamiento y análisis de muestras

El esquema general de procesamiento de muestras se presenta en la **Figura 4.** Las muestras de suelo y sedimento vial fueron secadas en estufa (48 h a 40 °C), desagregadas utilizando un mortero y tamizadas en un tamiz plástico para retener la fracción menor a 2 mm. Posteriormente, las muestras se homogenizaron, separándose alícuotas para la determinación de contenido de humedad (secado a 105 ºC hasta lograr peso constante), pH (potenciometría; relación suelo:agua: 1:2,5), materia orgánica (pérdida por ignición; 8 h a 450 ºC), análisis de carbono y nitrógeno, textura y concentración de metales (**Figura 5**).

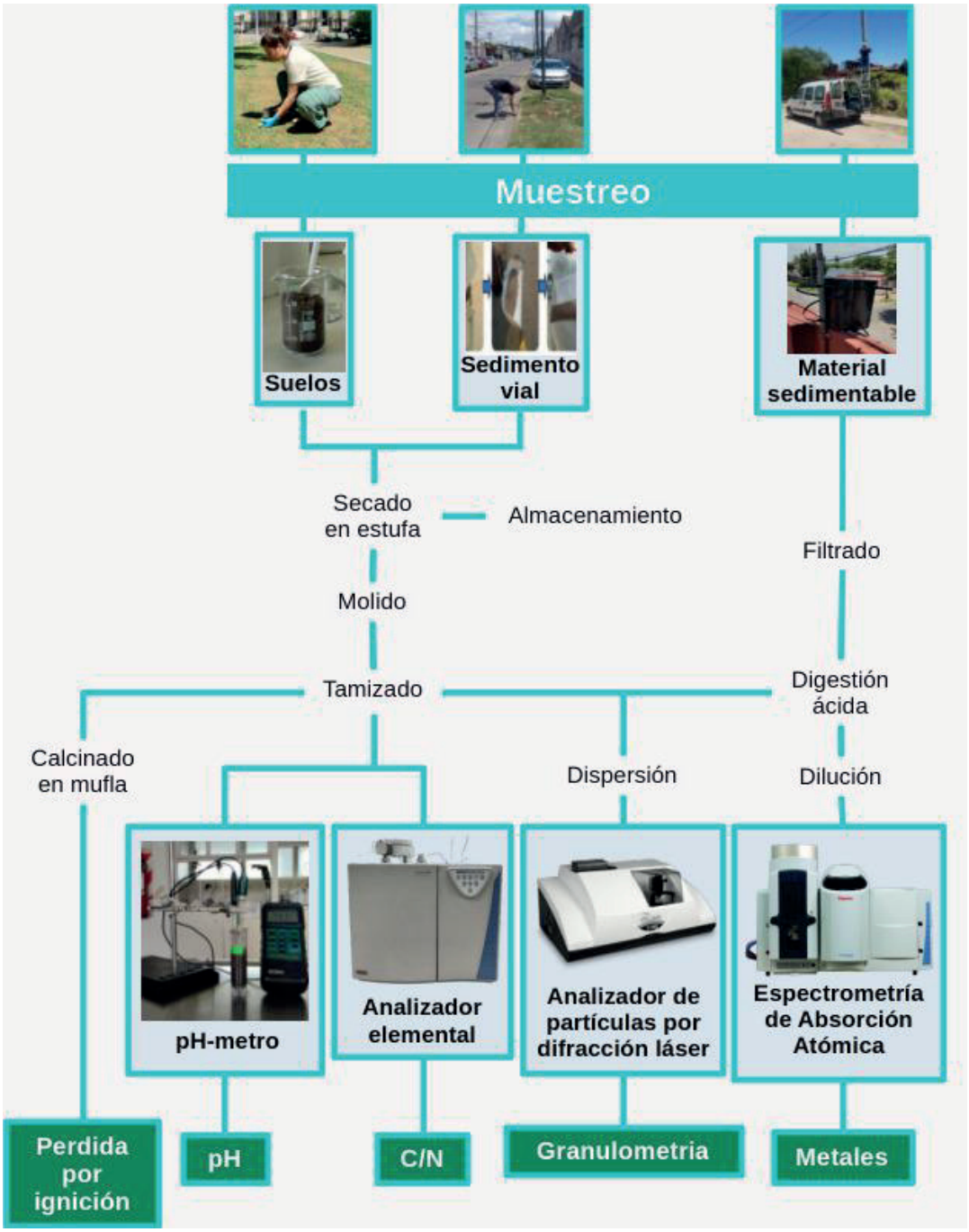


Figura 4. Esquema general de procesamiento de las muestras.



Figura 5. Procesamiento de muestras llevado a cabo en el laboratorio. **A)** Disgregación de las muestras con mortero. **B)** Fraccionamiento de las muestras para los diversos procesos analíticos.

En cada colector tipo Bergerhoff se removieron los residuos macroscópicos (hojas, insectos, etc.) y el material depositado se filtró utilizando un equipo de filtración de policarbonato (Sartorius SM 16510) y filtros prepesados de acetato de celulosa de 0,45 µm (**Figura 6**). Los filtros se secaron en cápsulas de Petri (48 h a 40 ºC) y se determinó gravimétricamente la masa total de partículas en cada filtro. El flujo de partículas atmosféricas sedimentables se calculó de la siguiente manera:

$$F = \frac{(Mf - Mi)}{A \,.\, T} \qquad (1)$$

donde:
F: Flujo partículas (mg/m^2/día)
Mf: masa final del filtro (mg)
Mi: masa inicial del filtro (mg)
A: Área del recipiente colector (m^2)
T: Tiempo de muestreo (días)

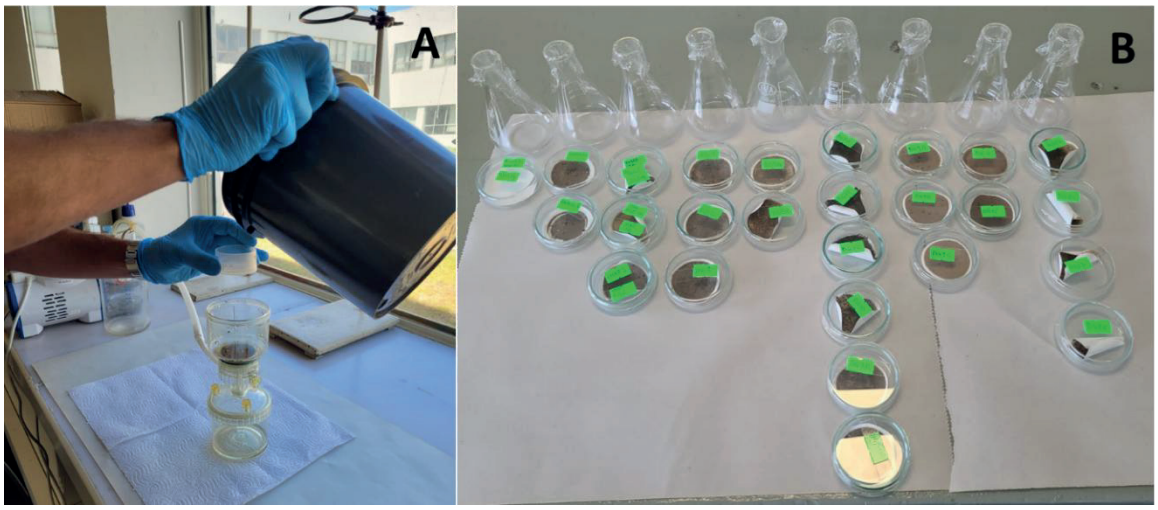


Figura 6. Filtración (**A**) y preparación de los filtros con las PAS para la digestión ácida (**B**).

El estudio detallado de la composición de tallas de partícula de las muestras de suelo y sedimento vial se realizó por análisis de difracción láser (CILAS 990L) usando hexametafosfato como dispersante. El análisis granulométrico de los suelos comprendió la determinación de su composición relativa en 3 clases de diámetro (d) de partículas: arena (d > 62 µm), limo (62 µm < d >3,9 µm) y arcilla (d < 3,9 µm).

El contenido de carbono (%CT) y nitrógeno total (%NT) se analizó por combustión catalítica a alta temperatura con un analizador elemental Flash EA 1112 (Thermo Finnigan, CE Instruments) sobre ~50 mg de suelos secos pesados en barquillos de estaño (Microbalanza Sartorius XM1000P).

Para la determinación de metales, se transfirió aproximadamente 1 g de las muestras secas y molidas de suelos y sedimentos viales a Erlenmeyers de 100 ml. En el caso de las muestras de material sedimentable atmosférico se combinaron todos los filtros de la misma estación de muestreo dentro de un solo Erlenmeyer. Las muestras fueron digeridas con *aqua regia* (3:1 v/v, HCl - HNO_3) y H_2O_2 en planchas calefactoras a 100 °C, siguiendo técnicas extensamente validadas en el LAQAB (Tatone et al., 2009; 2013; 2021).

Las concentraciones de metales (Zn, Cu, Cr, Pb y Ni) se determinaron por espectrometría de absorción atómica utilizando un equipo Thermo Elemental Solaar M5 con llama de aire-acetileno en un mechero de 100 mm. Para suprimir la ionización durante la absorción en la llama se agregó 1500 µg/ml de K a todos los extractos de las muestras. Para la preparación de las curvas de calibración se utilizaron estándares originales de alta pureza (Chem-Lab).

El control de calidad de los análisis incluyó la realización de blancos analíticos, duplicados y análisis de materiales certificados de referencia cada grupo de 15 muestras. La concentración de metales en los blancos de reactivos fue por debajo del límite de detección. La precisión de las determinaciones testeada mediante el análisis de 12 muestras duplicadas fue inferior al 10 %. Los porcentajes de recuperación en el material certificado SQC001-30G (suelo, Sigma-Aldrich) oscilaron entre 81-107 % (**Tabla 3**).

Tabla 3. Concentraciones y porcentajes de recuperación de metales en el material certificado de referencia.

	SQC001-30G (n= 7)		
	Certificado (µg/g)	**Medido (µg/g)**	**Recuperación (%)**
Cobre (Cu)	117±4	122±3	**104**
Zinc (Zn)	296±11	291±28	**98**
Cromo (Cr)	193±6	179±16	**93**
Plomo (Pb)	228±7	243±10	**107**
Níquel (Ni)	197±5	160±18	**81**

3.4 Cálculo del índice de Geoacumulación (Igeo)

Para evaluar la contaminación por metales, se utilizó el Índice de Geoacumulación (Igeo) definido por Müller (1969). Originalmente utilizado para sedimentos, también puede aplicarse a la evaluación de la contaminación del suelo (Loska et al., 2004). El índice se calcula a partir de la siguiente ecuación:

$$Igeo = log_2 \frac{Cn}{1,5\ Bn} \quad (2)$$

donde **Cn** es la concentración medida de metales en suelos y **Bn** es el background geoquímico multiplicado por 1,5 debido a la variabilidad relacionada con los efectos litogénicos. Según este índice, los suelos se clasifican en siete clases (**Tabla 4**) que van desde suelos no contaminados (Igeo ≤ 0) hasta suelos extremadamente contaminados (Igeo ≥ 5).

Tabla 4. Clasificación basada en el Índice de Geoacumulación (Igeo).

Clase	Igeo	Clasificación
0	**≤ 0**	No contaminado
1	**0-1**	No contaminado a moderadamente contaminado
2	**1-2**	Moderadamente contaminado
3	**2-3**	Moderadamente a altamente contaminado
4	**3-4**	Altamente contaminado
5	**4-5**	Altamente a extremadamente contaminado
6	**≥ 5**	Extremadamente contaminado

Los valores background corresponden al contenido total de metales en suelos no afectados por actividades humanas (Alloway, 2013). En este estudio, para calcular los valores background de metales en suelos se utilizaron los valores de metales en suelos agrícolas de la provincia de Buenos Aires (n= 22) reportados por Bilos et al. 2019. Para obtener los valores background se calculó la media acotada (al 10%) de las concentraciones de metales en suelos (**Tabla 5**).

3.5 Evaluación de riesgo para la salud

Para evaluar el riesgo para la salud en humanos se utilizó el método propuesto por la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos de América (USEPA, 1989). Investigaciones previas han documentado que los riesgos para la salud son causados principalmente por la ingestión oral directa de suelos contaminados, más que por el contacto dérmico y la inhalación (Gay y Korre, 2006; Liu et al., 2020). Por lo tanto, solo se consideró la ingestión para calcular el riesgo. El Índice de Riesgo (HI, por sus siglas en inglés) se calculó se la siguiente manera:

$$HI = \frac{CDI}{RfD} \tag{3}$$

donde:
CDI: es la ingesta crónica diaria (mg/kg día)
RfD: dosis de referencia para los metales (mg/kg día)

La dosis de referencia (RfD) es una estimación del riesgo máximo permisible para la población humana a través de la exposición diaria teniendo en cuenta el grupo sensible (los niños) durante la vida. Los valores de RfD utilizados fueron Pb: 0,0035; Zn: 0,3; Cu: 0,04; Cr: 0,03; Ni: 0,02 mg/kg/día).

La ingesta crónica diaria (CDI, por sus siglas en inglés) se estimó para adultos y niños utilizando la siguiente formula:

$$CDI = \frac{Cs \times EF \times ED \times IR}{BW \times AT} \times 10^{-6} \tag{4}$$

donde:
CS: concentración de metales en suelos (mg/kg)
EF: frecuencia de exposición (días/año)
ED: duración de la exposición (años)
IR: tasa de ingestión (mg/día)
BW: peso corporal (kg)
AT: tiempo promedio de exposición (días)

La **Tabla 5** resume los valores utilizados para el cálculo de riesgo en adultos y niños. Los valores de HI ≤1 indican que no hay efectos adversos para la salud y los valores de HI > 1 indican posibles efectos adversos para la salud.

Tabla 5. Valores de referencia utilizados para determinar el riesgo potencial a la salud humana.

Variable	Unidad	Adultos	Niños
EF	días/año	350	
ED	años	30	6
IR	mg/día	100	200
BW	kg	70	15
AT	días	10500	2100

Como se muestra en la **Tabla 5**, la población infantil presenta una tasa de ingesta de suelo diario superior a la población adulta. Esto se puede atribuir a sus características conductuales (actividades outdoor y mano-boca, hábitos higiénicos deficientes), etc. (Calabrese et al., 1997; Mielke y Reagan, 1998; Ljung et al., 2007).

3.6 Procesamiento, análisis estadísticos y visualización de datos

Los datos fueron organizados y almacenados en planillas de cálculo. El análisis estadístico de datos se realizó en Python 3.0, usando librerías especializadas (Pandas, Numpy, Scipy, sci-kit learn, etc.). Para la visualización de datos se utilizaron librerías de Matplotlib y Seaborn. Para el análisis descriptivo en particular se usaron las librerías Sweetviz, Summarytool y Scipy, realizándose el suavizado de la distribución de frecuencia mediante estimación de la densidad de Kernel (KDE).

Para las comparaciones entre categorías, se evaluó la normalidad de la distribución mediante tests de Shapiro-Wilk y de D'Agostino y Pearson antes y después de la transformación Box-Cox de los datos. En el caso de distribuciones normales, se realizaron pruebas de t de Welch (para no asumir igualdad de varianza) para las comparaciones de pares y análisis de varianza (ANOVA) seguida de test a posteriori de Tukey, para comparaciones múltiples. En los casos donde no había distribución normal aun después de aplicada la transformación Box-Cox se aplicaron pruebas no paramétricas como el test U de Mann-Whitney para comparación de pares y la prueba de Kruskal-Wallis seguida de test de Dunn para comparaciones múltiples.

Para la determinación de los vientos predominantes se automatizó la descarga de archivos del servidor del SMN (https://www.smn.gob.ar/descarga-de-datos), iterando el formato del nombre de archivo de datos para colectar la información de dirección de vientos de cada uno de ellos y promediarla en los últimos tres meses.

La asociación entre variables se analizó mediante análisis de correlación evaluando diferentes funciones (lineal, exponencial, potencial y logarítmica) y seleccionando para cada caso el ajuste que maximizo el coeficiente de correlación. La banda de confianza de la curva de regresión se obtuvo por "bootstrapping" de residuales y el intervalo de predicción se calculó con un valor critico de t para 95%. Para el cálculo de la matriz de correlación se aplicó un modelo de ordinario de cuadrados mínimos. Para el análisis granulométrico, los resultados se presentan en formato porcentual. El perfil detallado de tamaño de partículas se obtuvo mediante la extracción automatizada de los datos de los archivos de muestra del analizador CILAS 990L (.met) en una matriz. Para la detección de outliers se utilizó como criterio el rango intercuartil con un factor de 1,5 aplicado sobre el mismo por debajo y por encima de Q1 y Q3 respectivamente.

Los mapas se confeccionaron en QGIS 3.40.3. Los límites de partidos de la provincia de Buenos Aires se obtuvieron del portal urBAsig (https://urbasig.gob.gba.gob.ar/) y como mapa base se utilizó ESRI Satellite. La visualización de puntos solapados por la escala se mejoró mediante la función Desplazamiento de punto (d= 1mm; método: anillo concéntrico). La base de datos y mapas web fue generada mediante el complemento QGIS Cloud 3.9.15.

Las concentraciones de metales en suelo, sedimento vial y partículas atmosféricas sedimentables se informaron en µg/g de peso seco. Las concentraciones de metales en suelos y sedimento vial se compararon con valores de referencia determinados a partir de suelos agrícolas de la provincia de Buenos Aires y con Niveles Guías de Calidad de Suelo nacionales (Ley 24.051) y canadiences (CCME, 2024) para suelos residenciales.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados de este estudio se presentan en las tablas anexas, así como también en la base de datos georeferenciados en línea creada en QGIS cloud (https://qgiscloud.com/LAQAB/QgisCLOUDsaved/).

4.1 Características generales de los suelos

La **Tabla 6** resume los resultados obtenidos de pH, materia orgánica (MO), COT, NT y textura de los suelos y la base de datos completa (incluyendo código de las muestras y uso del suelo) se adjunta en el **ANEXO IV**. Los suelos superficiales estudiados son neutros (pH 7,08±0,74; **Figura 7**), variando relativamente poco (coeficientes de variación: 10,39%) entre 5,39 (Plaza 25 de Mayo, Pergamino) y 8,34 (Plaza Mariano Moreno, La Matanza).

Tabla 6. Estadística descriptiva de los valores de pH, materia orgánica (MO), carbono (COT), nitrógeno (NT) y textura de los suelos analizados (n=106).

	pH	MO	COT	NT	Arcillas	Limos	Arenas
Promedio ± DE	7,08±0,74	9,5±3,03	3,8±1,5	0,31±0,13	12,4±2,63	68,0±6,91	19,7±8,35
Rango (min-máx)	5,39-8,34	4,2-18,2	1,19-8,0	0,09-0,69	5,7-19,8	38,4-78,2	7,7-55,9
CV (%)	10	32	39	42	21	10	42
Curtosis	-0,89	-0,37	0,18	0,21	0,53	4,69	5,51
Asimetría	-0,28	0,35	0,51	0,64	-0,08	-1,96	2,14

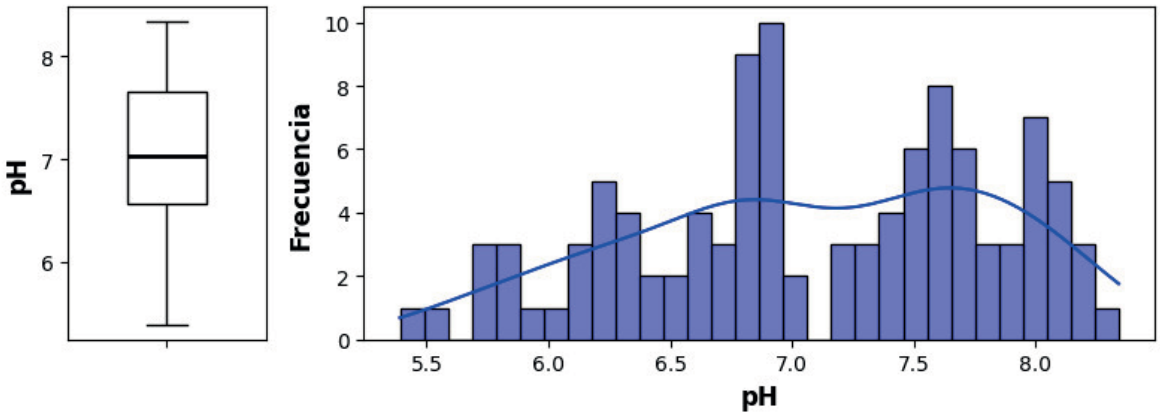


Figura 7. Diagrama de caja y distribución de frecuencia de los valores de pH de las muestras de suelo. La curva azul corresponde a la estimación continua de la densidad de probabilidad (aplicando la técnica de estimación de densidad de Kernel, KDE).

Los suelos fueron en general altamente orgánicos (**Figura 8**), con contenido de materia orgánica estimado por perdida por ignición de 9,55±3,03%. El contenido orgánico exhibió una variabilidad moderada (coeficientes de variación: 31,89%), oscilando entre 3,7 (ex fábrica Meteor, Zárate) y 18,2 (Stellantis, Tres de Febrero).

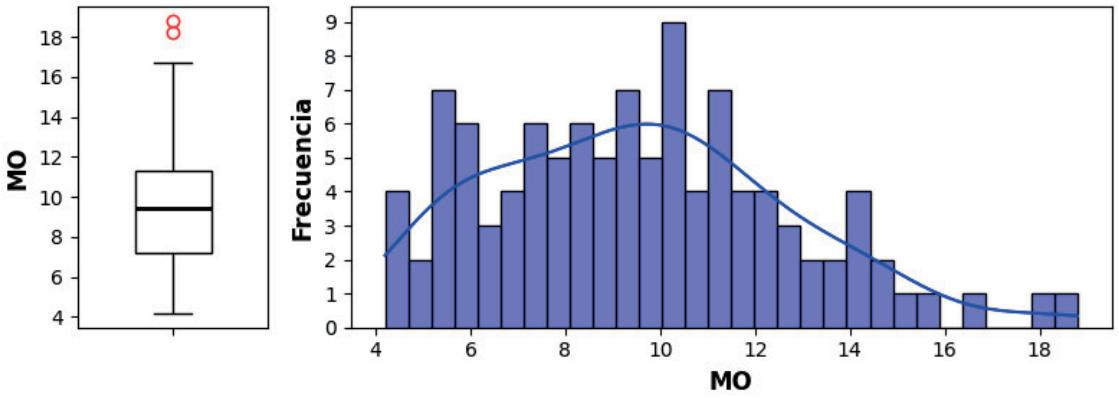


Figura 8. Diagrama de caja y distribución de frecuencia del porcentaje de materia orgánica (MO) de los suelos. Los círculos corresponden a datos extremos. La curva azul corresponde a la estimación continua de la densidad de probabilidad (aplicando la técnica de estimación de densidad de Kernel, KDE).

La **Figura 9** presenta la variación del contenido de carbono total (CT), nitrógeno total (NT) y la relación carbono/nitrógeno (C/N) de los suelos. Los contenidos de carbono y nitrógeno total (% CT y % NT) en las muestras de suelo general fueron de 3,8±1,5% y 0,30±0,13%, respectivamente con una relación entre ambos (C/N) de 14±2,7. Estos valores son comparables a lo observado previamente en suelos urbanos, siendo el % CT, en este contexto, relativamente alto (Rawlins et al., 2008; Huang et al., 2021; Yang et al., 2021). Tanto el carbono como el nitrógeno tuvieron distribuciones de frecuencia relativamente mesocurvicas y centradas, mientras que la relación C/N tuvo una distribución pronunciadamente leptocurvica y sesgada positivamente, debido a la presencia de varias muestras con cociente extraordinariamente elevado (“outliers”, **Figura 9**).

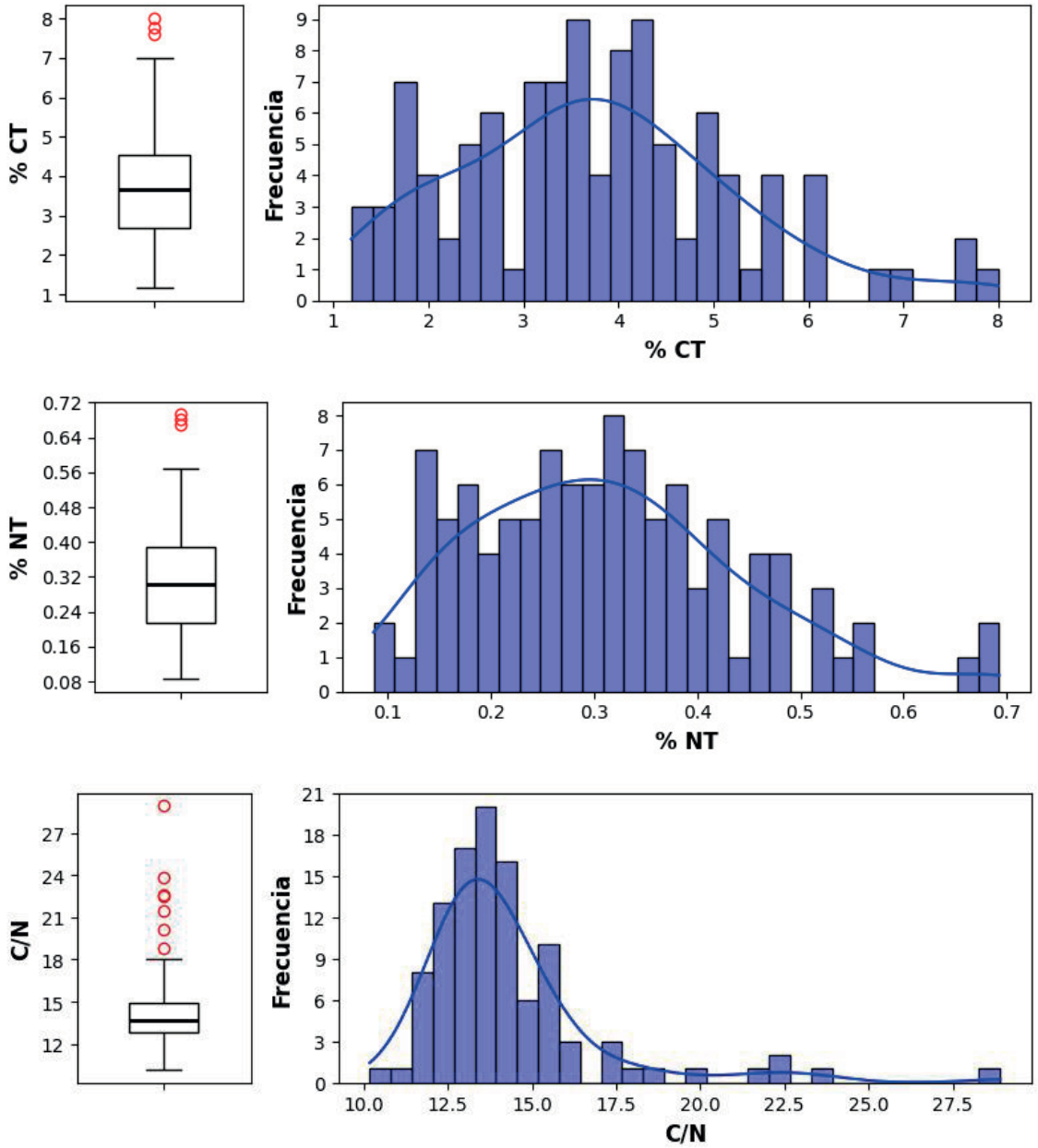


Figura 9. Diagrama de caja y distribución de frecuencia de los valores de carbono total (CT), nitrógeno total (NT) y la relación C/N de los suelos. Los círculos corresponden a datos extremos. La curva azul corresponde a la estimación continua de la densidad de probabilidad (aplicando la técnica de estimación de densidad de Kernel, KDE).

El % CT tuvo una relación directa altamente significativa (r= 0,94; p< 0,0001) con la MO estimada a partir de la perdida por ignición (**Figura 10**). En efecto, las muestras se ajustaron bien a un modelo lineal (% CT = 0,46 % MO - 0,59) salvo tres "outliers" que no entraron en el intervalo de predicción. La estimación de la contribución del carbono a la materia orgánica, en torno al 46%, es relativamente baja, lo cual podría deberse a múltiples factores tales como la presencia de carbono, la liberación de agua de minerales y la ligera tendencia a la sobreestimación de la técnica de perdida por ignición (Pribyl, 2010). Siendo también un elemento clave en la materia orgánica, el % NT presentó una correlación directa y altamente significativa con el % MO (r = 0,89; p< 0,0001), similar a la del carbono.

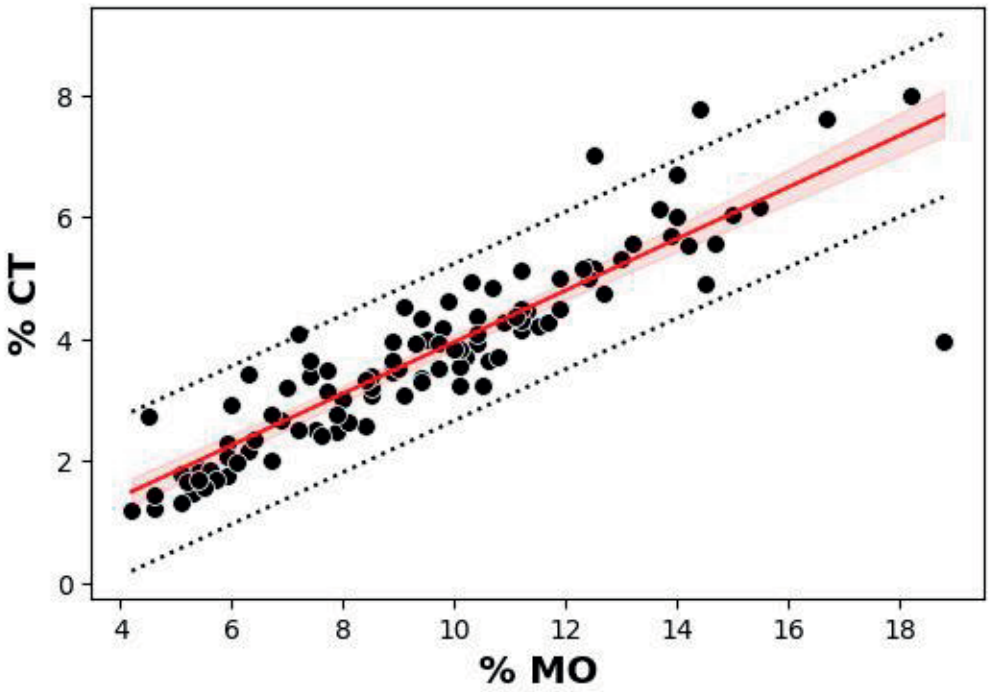


Figura 10. Relación entre el porcentaje de materia orgánica (%MO) y el porcentaje de carbono total (%CT) en muestras de suelos. El área rosada corresponde a la banda de confianza de la regresión (línea roja). Las líneas punteadas delimitan el intervalo de predicción del 95%.

Los suelos tuvieron en general una textura franco limosa homogénea (**Figura 11**), con una distribución de tallas bimodal que maximiza entre 15 y 31 µm (**Figura 12**), lo que es típico de molisoles con sedimentos loessicos que abundan en el territorio bonaerense (Imbellone et al., 2010). Las arcillas constituyeron 12±2,6% de los suelos, oscilando entre 5,7% (Parque Industrial Bahía Blanca, Bahía Blanca) y 20% (Basural Arroyo Pinazo, José C. Paz). Los limos dominaron la composición de clases de partículas con 68±6,9%, variando entre 38% (Parque Industrial Bahía Blanca, Bahía Blanca) y 78% (Plaza Mitre, Zárate). Las arenas constituyeron el 20±8,4% de las partículas, variando desde 7,7% (Plaza Hurlingham, Hurlingham) hasta 56% (Parque Industrial Bahía Blanca, Bahía Blanca). Pese a la extensión del área de estudio, esta composición granulométrica resultó muy homogénea salvo por un conjunto de 9 muestras que mostraron un perfil más arenoso (>30% arenas) y que incluye a los suelos de Bahía Blanca y otros suelos sin un patrón evidente geográfico ni de categoría de sitio de muestreo (**Figura 11**).

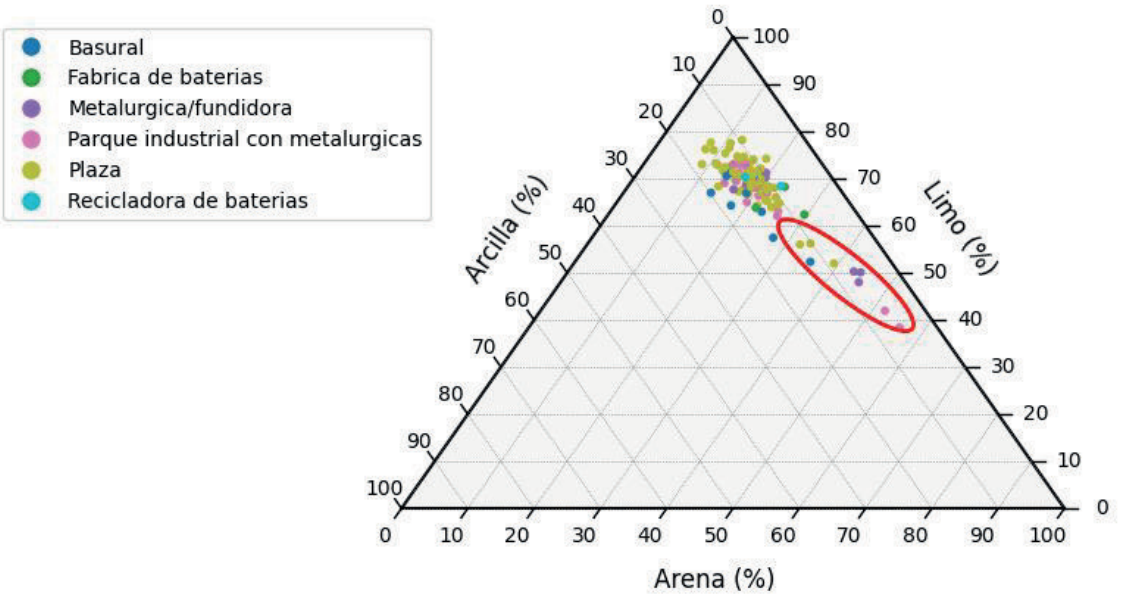


Figura 11. Diagrama ternario de la composición granulométrica de los suelos de diferentes categorías. La elipse roja rodea los suelos con una composición atípica (> 30% de arenas).

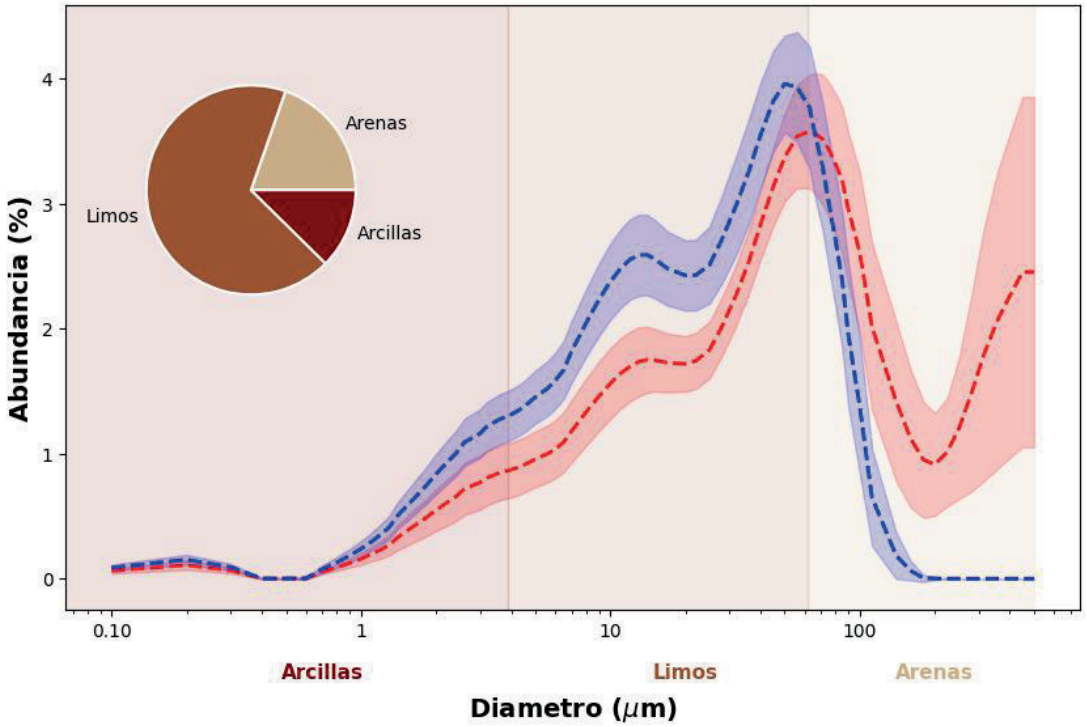


Figura 12. Composición granulométrica, en términos de abundancia relativa de los diámetros de partículas, de los suelos analizados. La curva azul corresponde al perfil general de los suelos. La curva roja corresponde a un grupo de 9 muestras con una textura más arenosa. Las áreas sombreadas indican la desviación estándar de cada curva. Los rangos correspondientes a arcillas (<3,9 µm), limos (3,9 - 62 µm) y arenas (>62 µm) se indican en franjas coloreadas.

4.2 Concentración de metales en suelos

La **Tabla 7** resume los resultados de metales en suelos superficiales y la **Figura 14** presenta la concentración de metales en suelos por municipios comparada con el Nivel Guía de Calidad de Suelo nacional para uso residencial (Ley 24.051) y canadiense (CCME, 2024). Las concentraciones de metales en suelos superficiales no tienen una distribución normal ($p < 0,05$). Las concentraciones de Zn, Pb y Cu (177±504, 106±387 y 87±348 µg/g, respectivamente) presentaron una gran variabilidad espacial (CV= 285-399 %) mientras que las concentraciones de Cr y Ni (9,42±4,22 y 7,84±5,55 µg/g, respectivamente) fueron menos variables (CV= 45-71%). La alta variabilidad observada sugiere que la distribución espacial de estos metales está fuertemente afectada por fuentes antropogénicas (Luo et al., 2007). Las concentraciones de Pb, Zn, Cu y Cr en suelos superficiales fueron

significativamente más elevadas ($p < 0,05$) que los valores background obtenidos de suelos agrícolas de la provincia de Buenos Aires (Bilos et al., 2019).

En general, no se observó una correlación significativa entre los metales estudiados ni con el pH del suelo, el contenido de materia orgánica, el carbono, nitrógeno y la textura de los suelos. Sólo se observó una leve relación significativa positiva ($p < 0,05$) entre Cr-Ni ($r= 0,57$), entre Pb-Zn ($r= 0,38$) y entre Pb-Cu ($r= 0,25$) probablemente indicando fuentes antrópicas comunes (**Figura 13**).

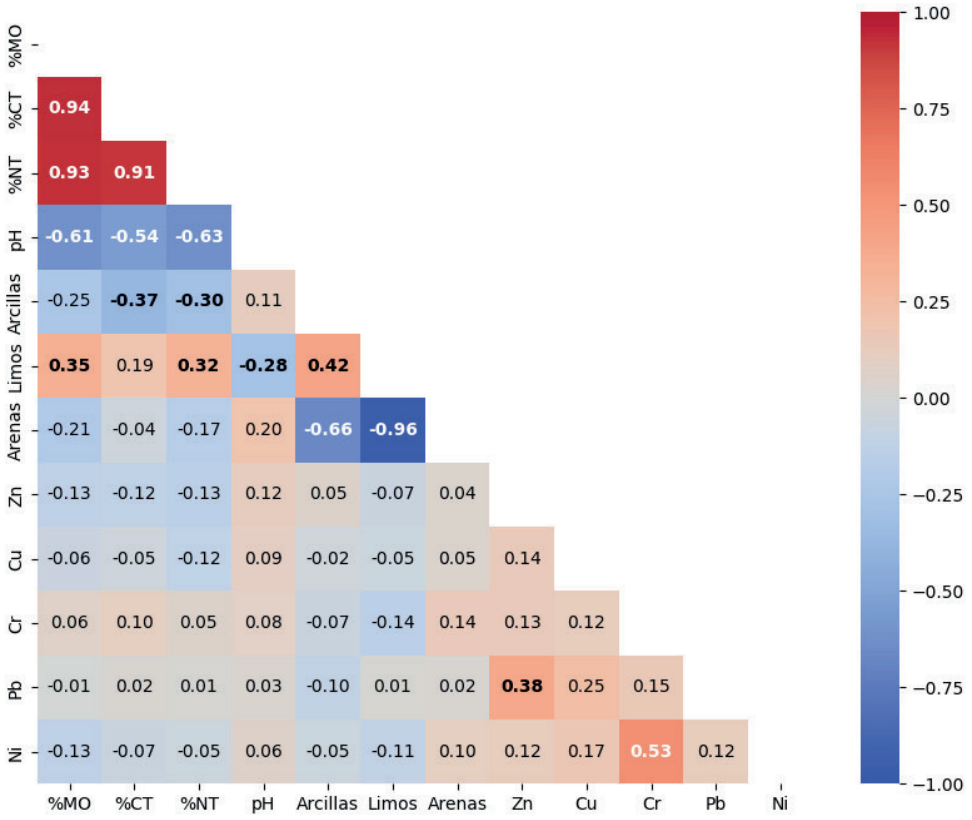


Figura 13. Matriz de correlación de las variables estudiadas. Las correlaciones significativas ($p< 0,05$) se indican en negrita.

En líneas generales, los suelos tuvieron concentraciones relativamente bajas de cromo y níquel, por debajo de los valores guía, mientras que para el resto de los metales los niveles más elevados se hallaron principalmente en el AMBA, de acuerdo con la alta densidad de población y desarrollo industrial en esta región metropolitana.

Tabla 7. Estadística descriptiva de las concentraciones de metales (µg/g) en suelos (n=106) y valores guía de calidad de suelos.

	Pb	Zn	Cu	Cr	Ni
Promedio ± DE	106±387	177±504	87±348	9,42±4,22	7,84±5,55
Rango (min - máx)	7,89-2829	43,02-5175	16,17-3424	4,73-28,26	3,98-48,88
CV (%)	364	285	399	45	71
Curtosis	33,32	89,90	78,87	5,42	32,67
Asimetría	5,72	9,35	8,65	2,20	5,39
Valor background	9,80	46,32	17,29	7,05	6,05
Nivel guía Ley 24.051	500	500	100	250	100
Nivel canadiense	140	250	63	64	45

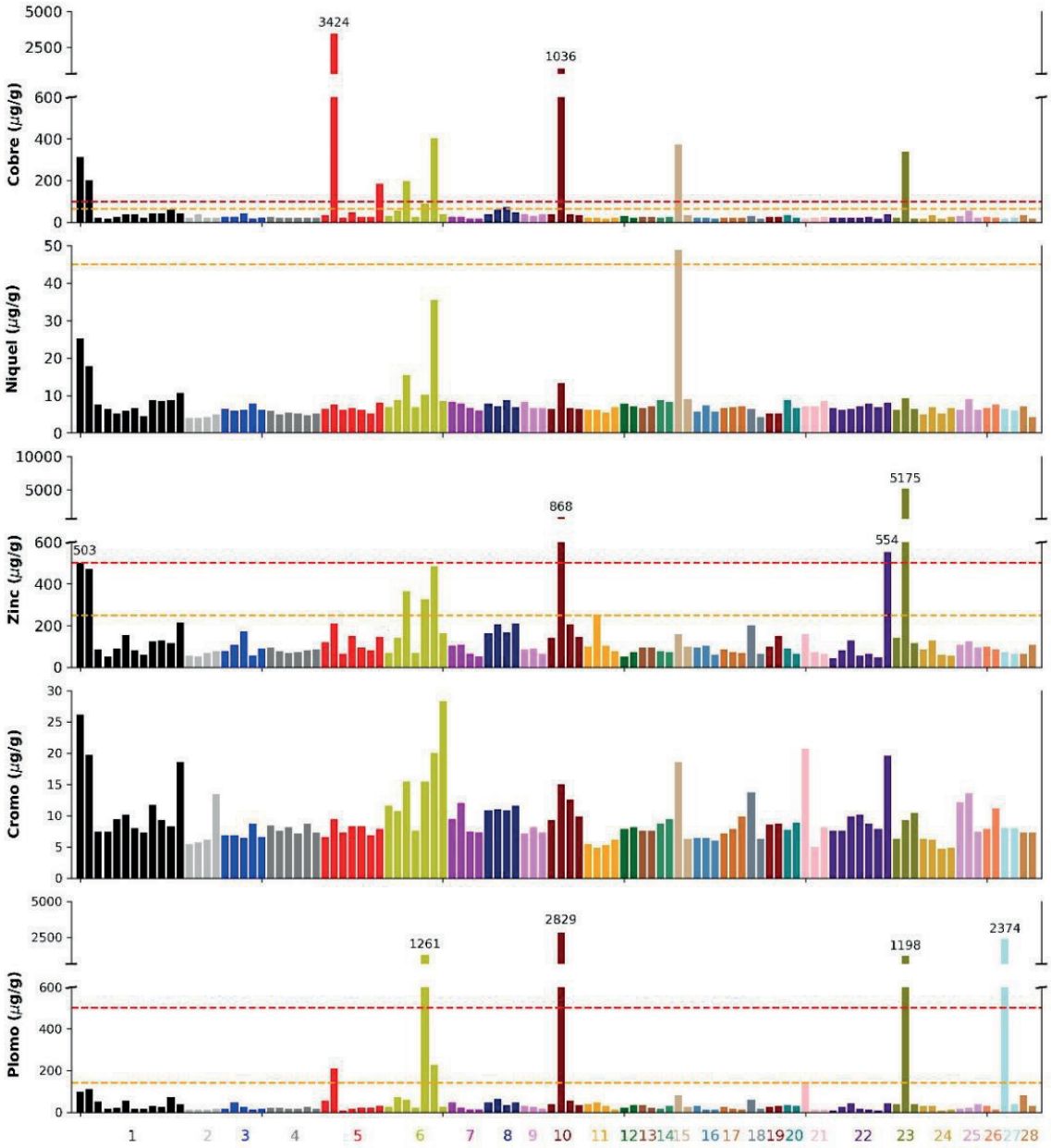


Figura 14. Concentración de metales en suelos por municipios. Las líneas punteadas horizontales indican los niveles guías de calidad de suelos nacionales (roja) y canadienses (naranja). Los valores que superan la guía de calidad nacional se indican encima de las barras correspondientes. Los números indican los municipios: **1:** La Matanza, **2**: La Plata, **3**: General Pueyrredón, **4**: Merlo, **5:** Moreno, **6:** General San Martín, **7:** Tigre, **8:** Tres de Febrero, **9:** Malvinas Argentinas, **10:** Morón, **11:** Bahía Blanca, **12:** San Isidro, **13:** San Miguel, **14:** Vicente López, **15:** José C. Paz, **16:** Pilar, **17:** Escobar, **18:** Hurlingham, **19:** Ituzaingó, **20:** San Fernando, **21:** San Nicolás, **22:** Tandil, **23:** Zárate, **24:** Olavarría, **25:** Luján, **26:** Pergamino, **27:** Mercedes, **28:** Ayacucho.

4.2.1 Plomo

La **Figura 15** muestra la distribución espacial de los niveles de Pb en suelos. Las concentraciones de Pb en suelos superficiales (106±387 µg/g) fueron muy variables (7,89-2829 µg/g; CV= 364 %). Estos valores son consistentes con los datos reportados previamente para suelos superficiales del área por Llosa et al., 1990 (112-12418 ppm), Guiffré et al., 2005 (20-676 ppm), López et al., 2006 (20-968 ppm); Tatone et al., 2016 (14-494 ppm) y Tripodi et al., 2020 (14-681 ppm).

Se observó que 4 muestras superaron ampliamente el Nivel Guía de Calidad de Suelo nacional para uso residencial de 500 ppm. Las concentraciones de Pb que superan la normativa nacional (500 µg/g) se registraron en la ex fábrica Meteor, Zárate (1198 ppm), en UnionBat, Gral. San Martin (1261 ppm), MERPLAC, Mercedes (2374 ppm) y en IMAP SRL, Morón (2829 ppm). Por otro lado, si consideramos el nivel guía canadiense observamos que también el parque industrial del Buen Ayre en Moreno (211 ppm) y el Grupo Alear en Gral. San Martin (227 ppm) superan la directriz más conservadora para suelos de 140 ppm. Aunque el establecimiento industrial en Zárate estuvo abandonado durante varios años, la alta concentraciones de Pb observada en la ex fábrica Meteor se debe a la inmovilidad y persistencia del Pb en los suelos (Chaney et al., 1989).

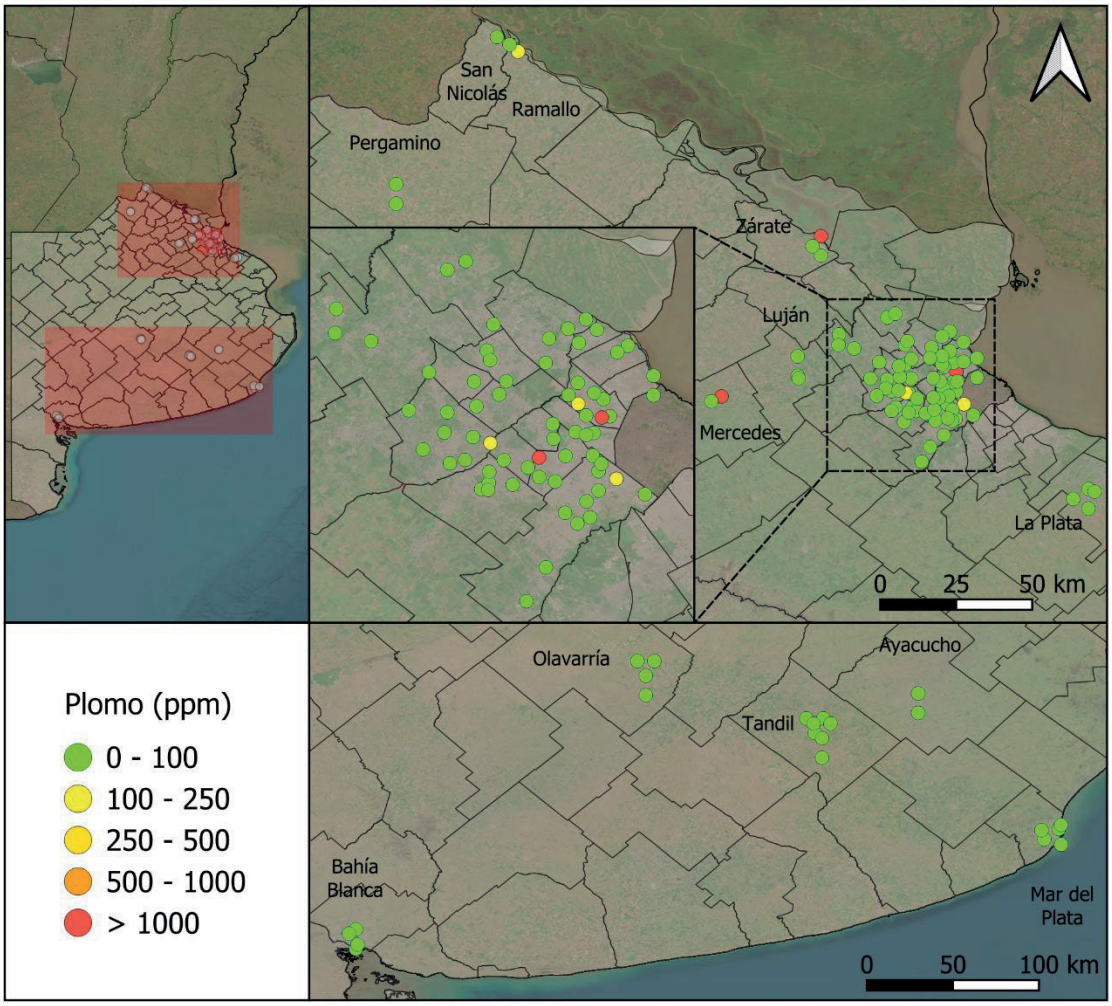


Figura 15. Distribución espacial de plomo (Pb) en suelos superficiales.

La **Figura 16** presenta las concentraciones de plomo de distintas categorías de suelo. El plomo presenta marcadas diferencias entre las diferentes categorías de suelo. Los suelos de los sitios de referencia presentaron niveles de plomo significativamente menores a las de los suelos urbanos. Las muestras colectadas de las categorías Parques industriales, Basurales y Plazas tuvieron concentraciones relativamente bajas de plomo, ampliamente inferiores al nivel guía canadiense (140 µg/g) excepto por dos suelos colectados en parque industriales de las localidades de San Nicolás (Complejo SIDERAR, 139 µg/g) y de Moreno (Parque Industrial del Buen Ayre, 211 µg/g). Los suelos de las categorías Metalúrgicas, Fabricas de baterías y Recicladoras de baterías mostraron los valores más altos de plomo, superando en muchas ocasiones el valor guía canadiense y nacional residencial (140 y 500 µg/g, respectivamente) e incluso el nacional para uso industrial (1000 µg/g). En particular, las dos muestras correspondientes a Recicladoras de baterías de este proyecto

mostraron valores extremos de 2374 µg/g (MERPLAC, Mercedes) y 2829 µg/g (IMAP S.R.L, Morón). El reciclaje de baterías de plomo es considerado como la industria más contaminante en los países de ingresos bajos y medianos (Pure Earth y Green Cross Suiza, 2016). Numerosos estudios han confirmado altos niveles de Pb en suelos próximos a plantas de reciclaje de baterías (Small et al., 1995; Skinner y Salin, 1995; Yeh et al., 1996; Cala y Kunimine, 2003).

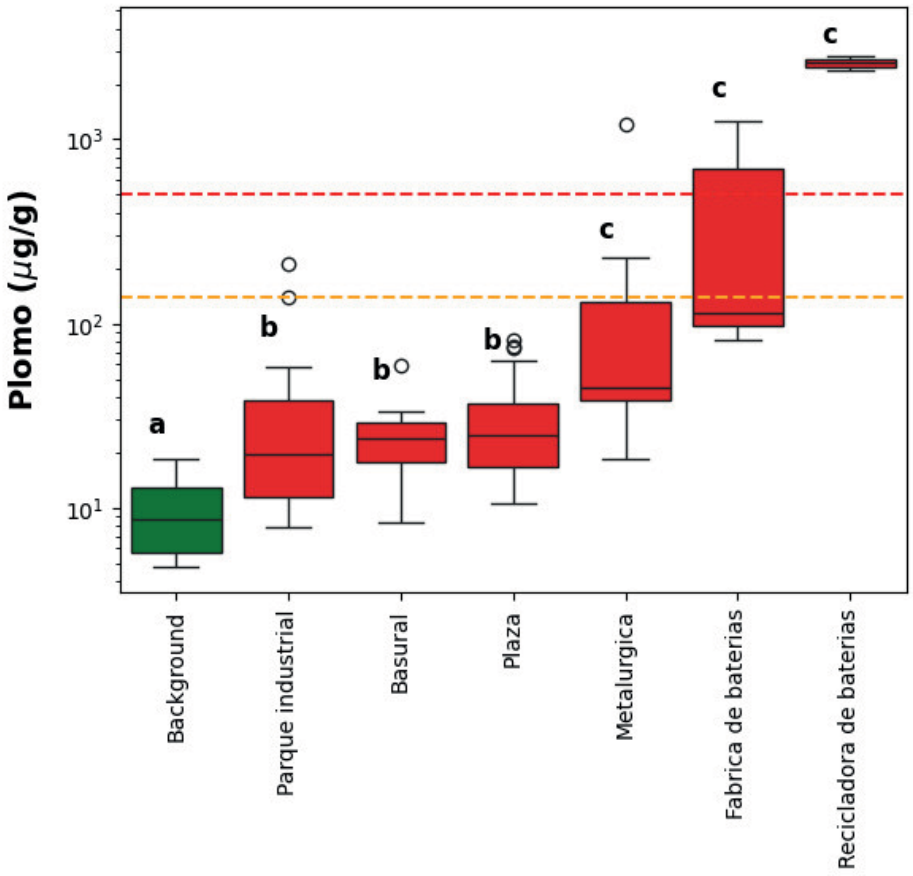


Figura 16. Concentración de plomo en las diferentes categorías de suelo. Los círculos corresponden a datos extremos. Las líneas puenteadas naranja y roja corresponden al límite correspondiente a la guías canadiense y argentina de calidad de suelo (140 y 500 µg/g respectivamente). Los suelos categorizados como background fueron obtenidos de Bilos et al. 2019.

4.2.2 Zinc

La **Figura 17** muestra la distribución espacial de los niveles de Zn en suelos**.** Las concentraciones de Zn en suelos superficiales (177±504 µg/g) también fueron muy variables (CV= 285 %). Las concentraciones de Zn superan la normativa nacional (500 µg/g) en 4 estaciones: Grupo DEMA, La Matanza (504 µg/g), Metalúrgica Tandil, Tandil (554 µg/g), IMAP SRL, Lanús (868 µg/g) y en ex fábrica Meteor, Zárate (5175 µg/g). Considerando la normativa canadiense (250 ppm) se agregan 5 estaciones: Parque industrial de Bahía Blanca (253 ppm), UnionBat, Gral. San Martin (324 ppm), Basural en San Martín (363 ppm), Fábrica de baterías Prestolite Indiel en La Matanza (474 ppm) y Grupo Alear en Gral. San Martín (485 ppm).

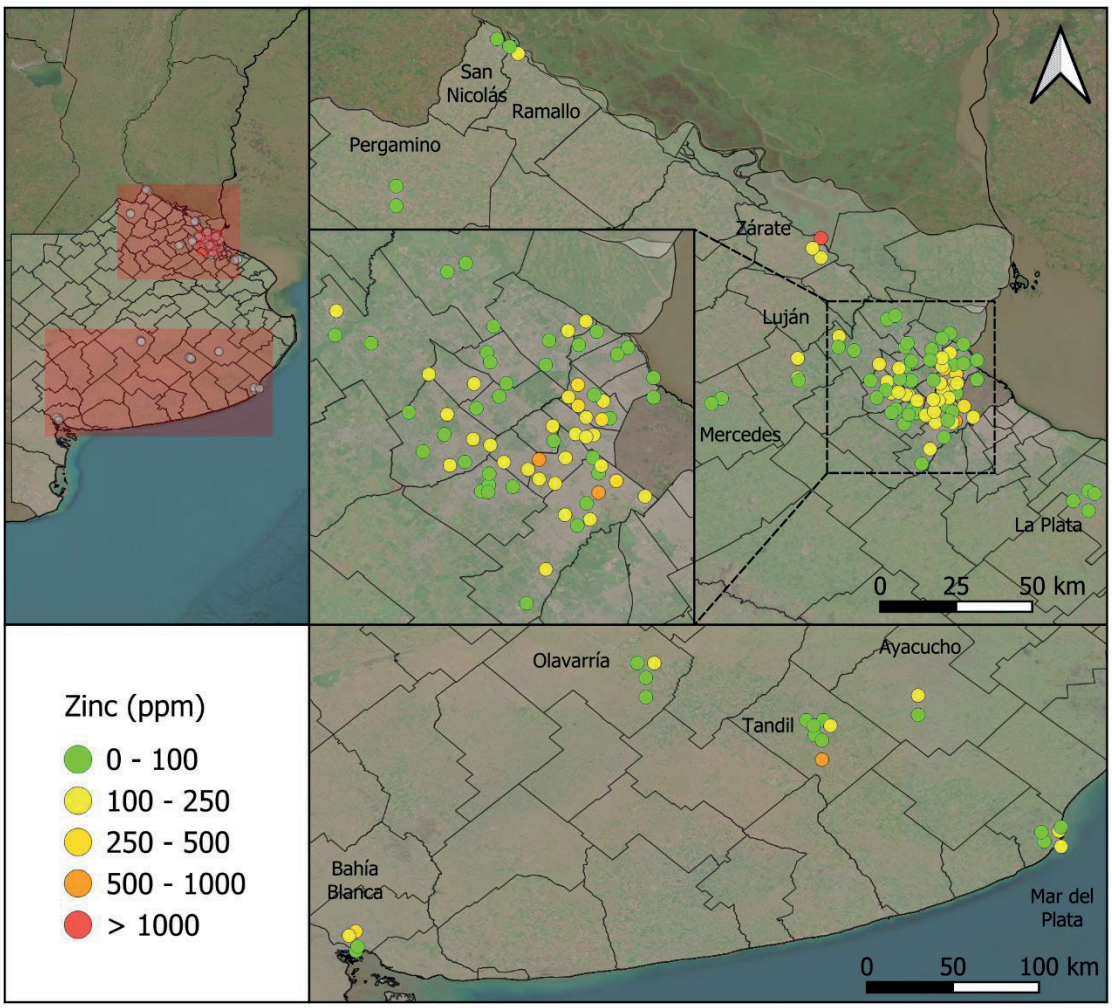


Figura 17. Distribución espacial de zinc (Zn) en suelos superficiales.

La **Figura 18** presenta las concentraciones de zinc de distintas categorías de suelo. El zinc mostró un patrón similar al del plomo. Si bien todas las categorías tuvieron concentraciones significativamente más elevadas que los sitios de referencia, los suelos de las categorías Plaza, Basural y Parque Industrial mostraron valores relativamente bajos, por debajo de la guía canadiense (250 µg/g) a excepción del Parque Industrial, Bahía Blanca y el basural de J.L. Suarez, General San Martín (253 y 363 µg/g). Los suelos de Fabrica de baterías, Metalúrgica y Recicladora de baterías tuvieron valores más elevados, con promedios superiores a la guía canadiense e incluso superando en 4 ocasiones la guía nacional (500 µg/g), con un valor extremo de 5175 µg/g (ex fábrica Meteor, Zárate).

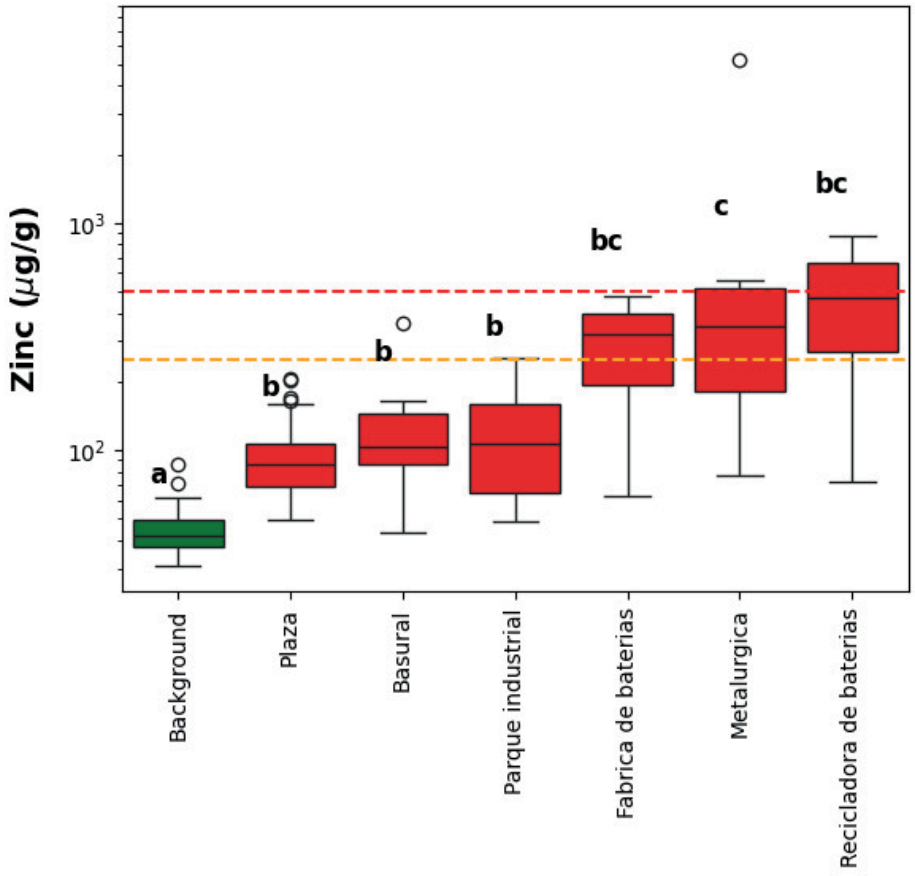


Figura 18. Concentración de zinc en las diferentes categorías de suelo. Los círculos corresponden a datos extremos. Las líneas puenteadas naranja y roja corresponden al límite correspondiente a la guías canadiense y argentina de calidad de suelo (250 y 500 µg/g respectivamente). Los suelos categorizados como background fueron obtenidos de Bilos et al. 2019.

4.2.3 Cobre

La **Figura 19** muestra la distribución espacial de los niveles de Cu en suelos. El contenido total de Cu en el suelo osciló entre 16 y 3424 µg/g (CV= 399%), con un valor medio de 87± 348 µg/g. A su vez, las concentraciones de Cu que superan la normativa nacional (100 µg/g) son 9: Parque Industrial Moreno (183 µg/g), Basural del depósito judicial en Gral. San Martín (198 µg/g), Prestolite Indiel en La Matanza (200 µg/g), Grupo DEMA, La Matanza (313 µg/g), ex fábrica Meteor, Zárate (340 µg/g), Plaza Belgrano en José C. Paz (371 µg/g), Grupo Alear (403 µg/g) en Gral. San Martín, IMAP SRL, Morón (1036 µg/g) y Parque industrial del Buen Ayre en Moreno (3424 µg/g). Sin embargo, al comparar con la regulación canadiense más estricta se observa que en la Plaza San Leonardo Murialdo de Tres de Febrero (72 ppm) y en UnionBat, Gral. San Martin (90 ppm) se superan las normativas.

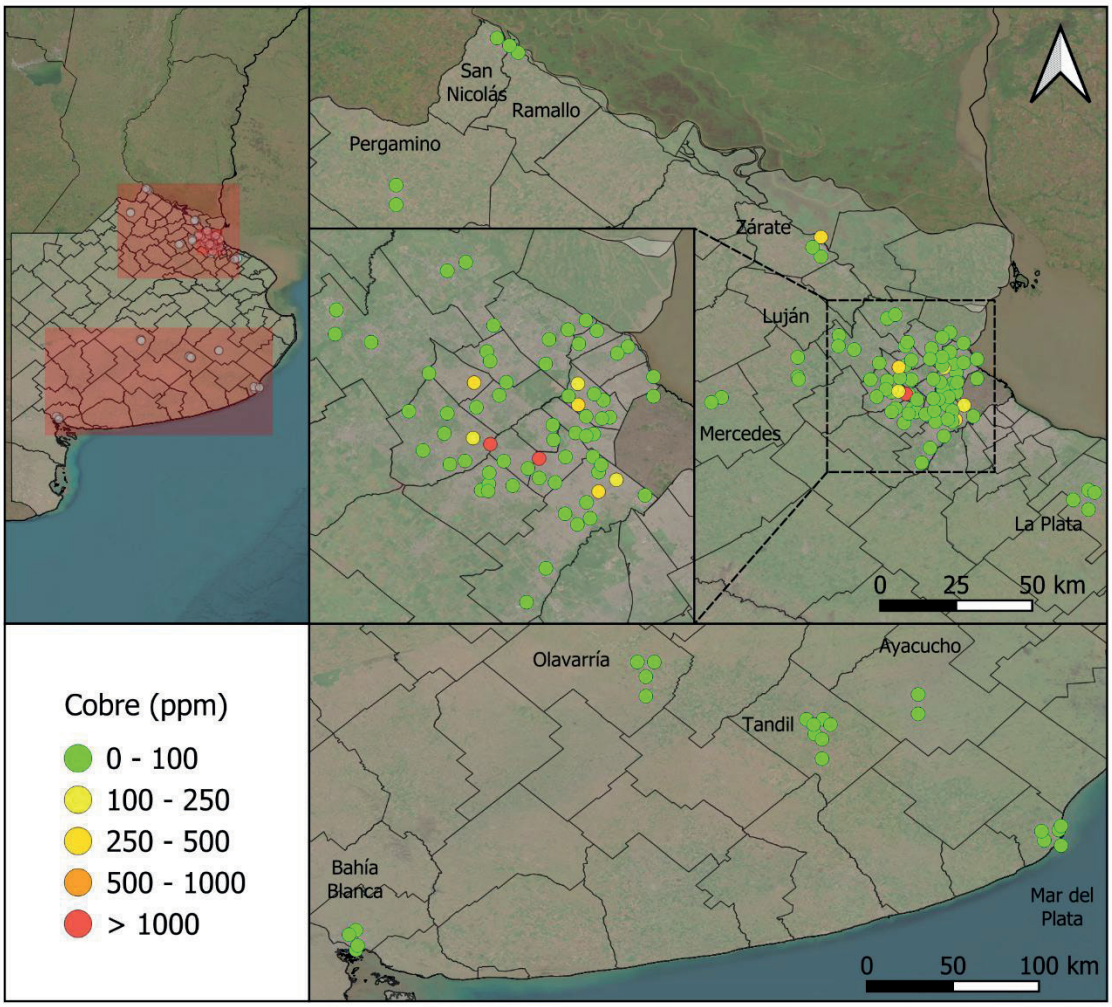


Figura 19. Distribución espacial de cobre (Cu) en suelos superficiales.

La **Figura 20** presenta las concentraciones de cobre de distintas categorías de suelo. Respecto al cobre, todas las categorías tuvieron concentraciones significativamente superiores a los valores de referencia. Aunque los mayores niveles de cobre se hallaron en suelos de Metalúrgicas, Fabricas de baterías y Recicladoras de baterías, que superaban en muchos casos los valores guía canadiense y nacional (63 y 100 µg/g respectivamente), se observó una alta dispersión de los datos en la mayoría de las categorías. En efecto, se observaron concentraciones superiores al límite nacional en un basural (198 µg/g; J.L. Suarez, General San Martín), en una plaza (371 µg/g; Plaza Belgrano, José C. Paz) y en dos suelos de parque industriales (183 µg/g; Parque Industrial Moreno, Moreno y 3424 µg/g; Parque Industrial del Buen Ayre, Moreno).

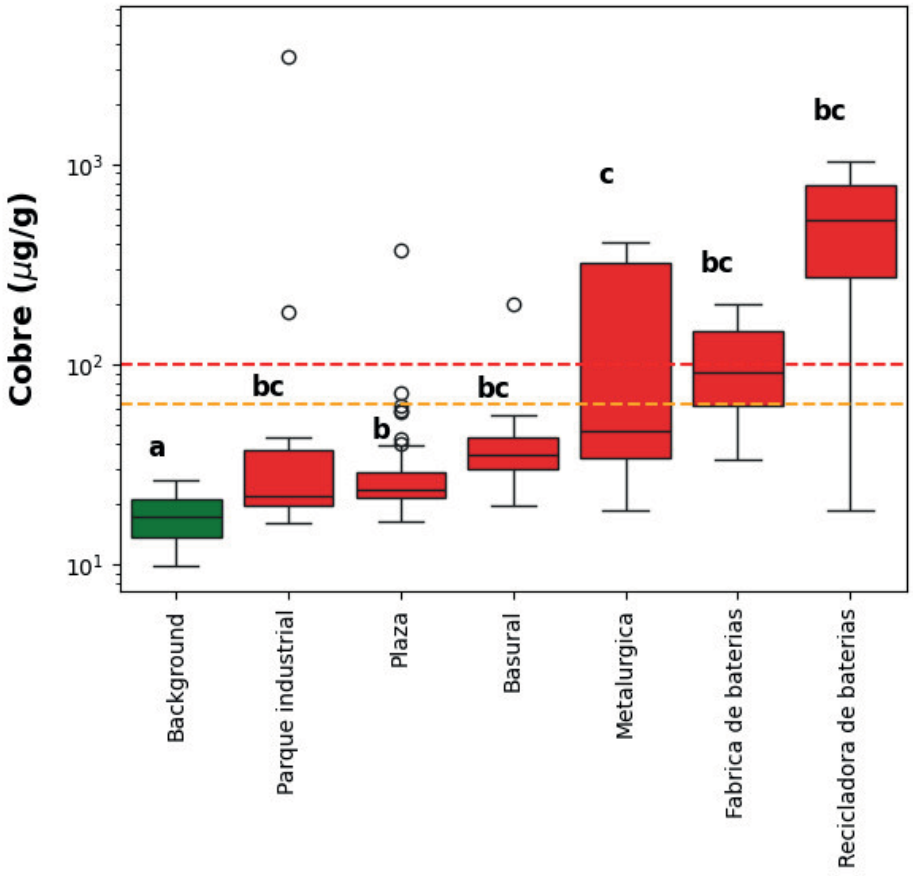


Figura 20. Concentración de cobre en las diferentes categorías de suelo. Los círculos corresponden a datos extremos. Las líneas puenteadas naranja y roja corresponden al límite correspondiente a la guías canadiense y argentina de calidad de suelo (63 y 100 µg/g respectivamente). Los suelos categorizados como background fueron obtenidos de Bilos et al. 2019.

4.2.4 Cromo

La **Figura 21** muestra la distribución espacial de los niveles de Cr en suelos. Por otro lado, las concentraciones de Cr oscilaron entre 9,4 y 28 µg/g (9,42±4,22 µg/g) y presentaron poca variabilidad espacial (CV= 45%). En ninguna estación se superaron los niveles guía nacionales (250 ppm) ni canadienses de calidad de suelo (64 ppm).

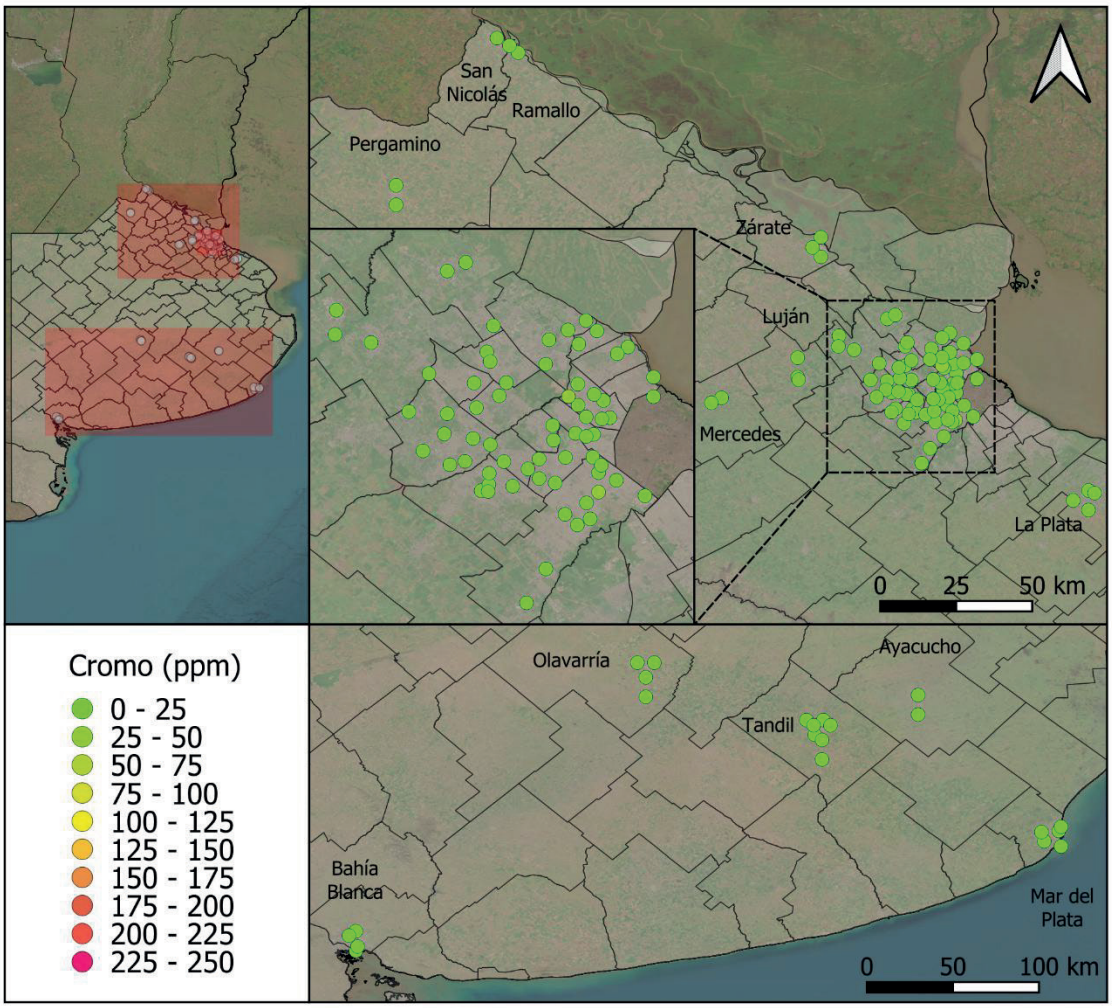


Figura 21. Distribución espacial de cromo (Cr) en suelos superficiales.

La **Figura 22** presenta las concentraciones de cromo de distintas categorías de suelo. El cromo presento valores más bajos y con menores diferencias. Todas las muestras tuvieron concentraciones menores a los niveles guía y solo los suelos de la categoría Metalúrgica tuvieron valores significativamente mayores a las de los suelos de referencia.

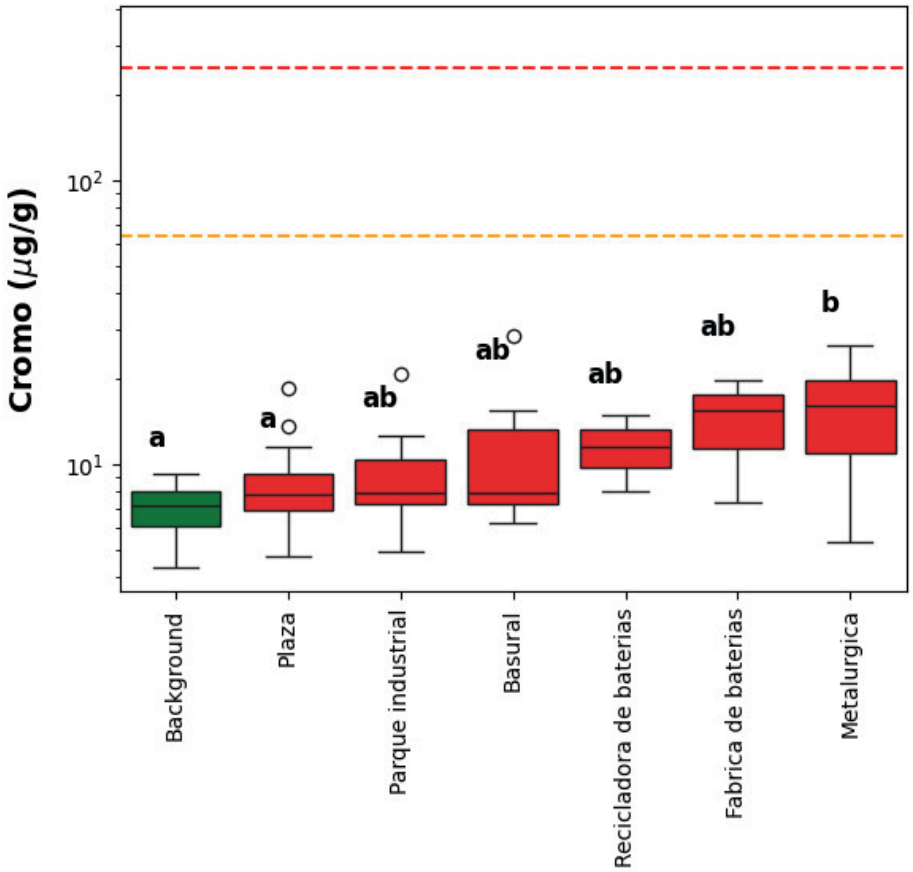


Figura 22. Concentración de cromo en las diferentes categorías de suelo. Los círculos corresponden a datos extremos. Las líneas puenteadas naranja y roja corresponden al límite correspondiente a la guías canadiense y argentina de calidad de suelo (64 y 250 µg/g respectivamente). Los suelos categorizados como background fueron obtenidos de Bilos et al. 2019.

4.2.5 Níquel

La **Figura 23** muestra la distribución espacial de los niveles de Ni en suelos. Finalmente, las concentraciones de Ni oscilaron entre 4,0 y 49 ppm (7,84±5,55 µg/g) y fueron menos variables (CV= 71%) y en general no superaron los niveles guía nacionales ni canadienses de calidad de suelo. El límite nacional de 100 ppm no se superó en ninguna estación y sólo una estación superó levemente el nivel guía canadiense de 45 ppm: Plaza Belgrano en José C. Paz (49 ppm).

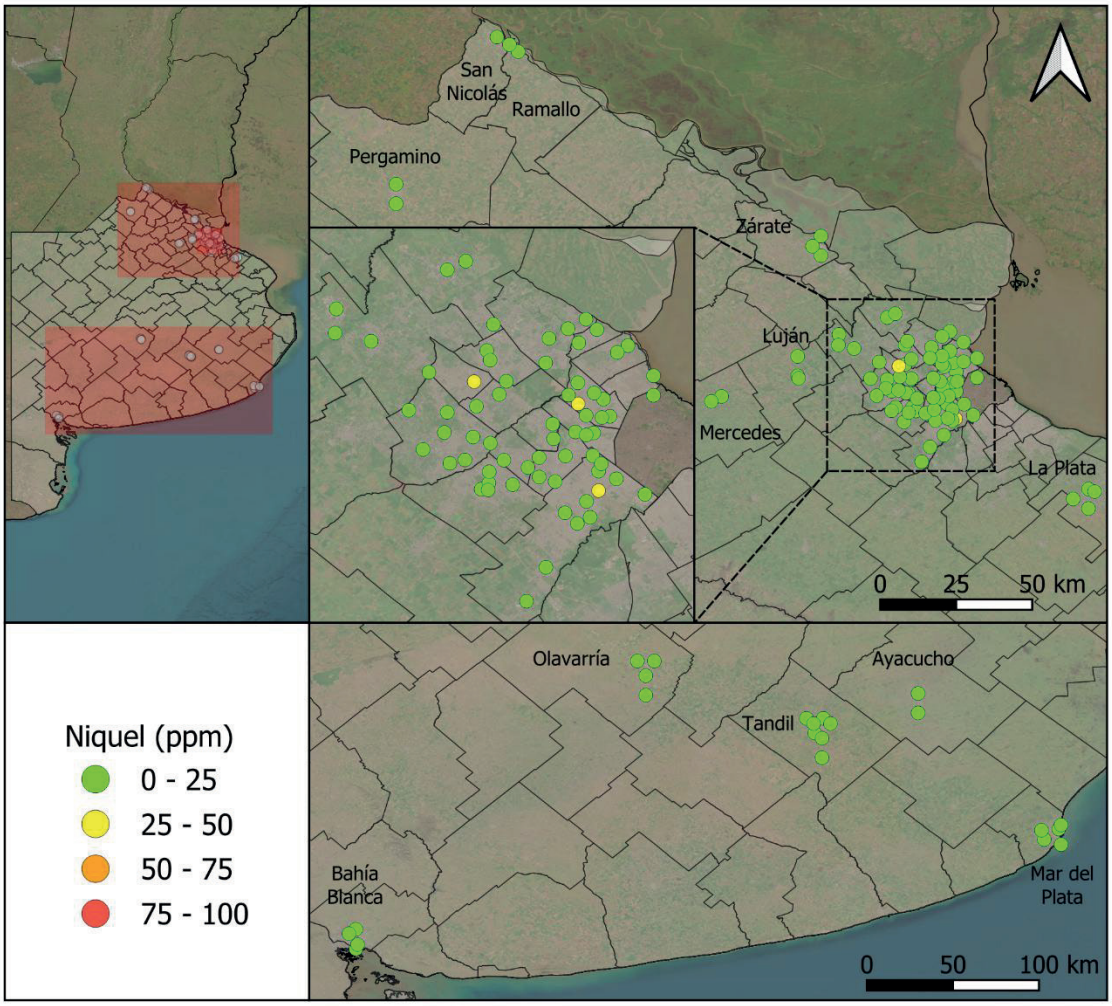


Figura 23. Distribución espacial de níquel (Ni) en suelos superficiales.

La **Figura 24** presenta las concentraciones de níquel de distintas categorías de suelo. Las concentraciones de níquel fueron relativamente bajas e inferiores a los niveles guía, salvo por una muestra de plaza (Plaza Belgrano, José C. Paz) que superó el valor guía canadiense (49 vs 45 µg/g respectivamente). La concentración de níquel en suelo tuvo una distribución no normal aun luego de aplicar la transformación de Box-Cox a los datos, por lo que fue analizada mediante pruebas no paramétricas, no hallándose diferencias significativas entre ninguna de las categorías.

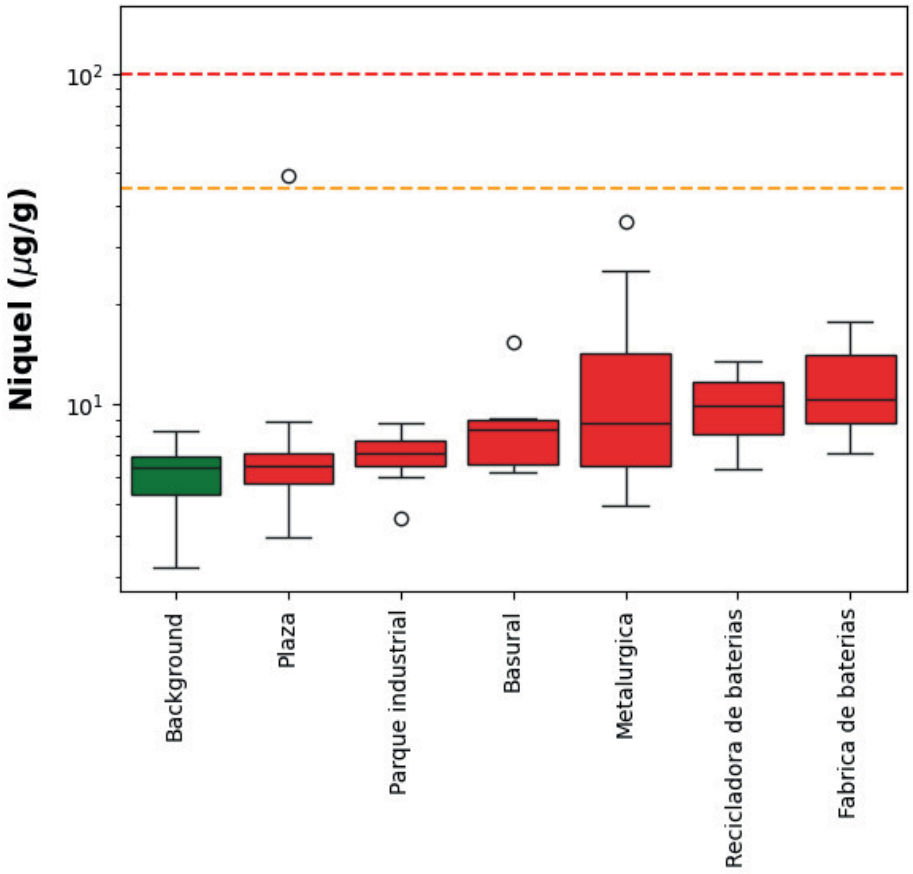


Figura 24. Concentración de níquel en las diferentes categorías de suelo. Los círculos corresponden a datos extremos. Las líneas puenteadas naranja y roja corresponden al límite correspondiente a la guías canadiense y argentina de calidad de suelo (45 y 100 µg/g respectivamente). Los suelos categorizados como background fueron obtenidos de Bilos et al. 2019.

4.2.6 Índice de Geoacumulación (Igeo)

Los niveles de contaminación de metales pesados en suelos fueron evaluados mediante el índice de Geoacumulación (Igeo). La **Figura 25** resume los Índices de Geoacumulación (Igeo) de los metales estudiados en colores según categoría. En general, los suelos estudiados presentan escasa contaminación por Ni y Cr, mientras que el Cu, el Zn y el Pb muestran los valores más altos de Igeo. Los promedios de los índices decrecen desde el Pb (1,12) > Zn (0,64) > Cu (0,38) > Cr (-0,27) > Ni (-0,35).

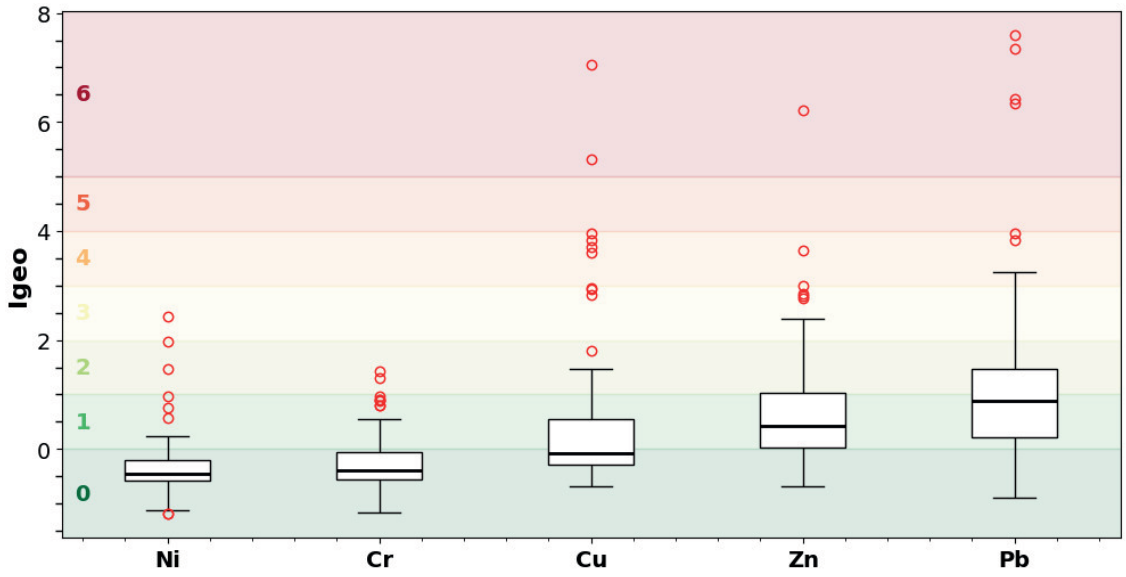


Figura 25. Diagrama de cajas de los Índices de Geoacumulación (Igeo) de los cinco metales estudiados. Los círculos corresponden a datos extremos. Los números corresponden a las distintas clases que van desde suelos no contaminados (Clase 0) hasta suelos extremadamente contaminados (Clase 6).

La **Figura 26** presenta los Índices de Geoacumulación (Igeo) calculados para el plomo. El cálculo de los índices revela que el **16 %** de los suelos se encuentran no contaminados por Pb (Igeo ≤ 0), el **40 %** se encuentran no contaminados a moderadamente contaminados (0≤ Igeo ≤1), el **29 %** se encuentran moderadamente contaminados (1≤ Igeo ≤2), el **8 %** está moderadamente a altamente contaminados (2≤ Igeo ≤3), sólo el **2,8 %** altamente contaminados (3≤ Igeo ≤4) y el **3,8 %** de las estaciones se encuentran extremadamente contaminados (Igeo >5), indicando un enriquecimiento de al menos 100 veces con respecto al valor de fondo.

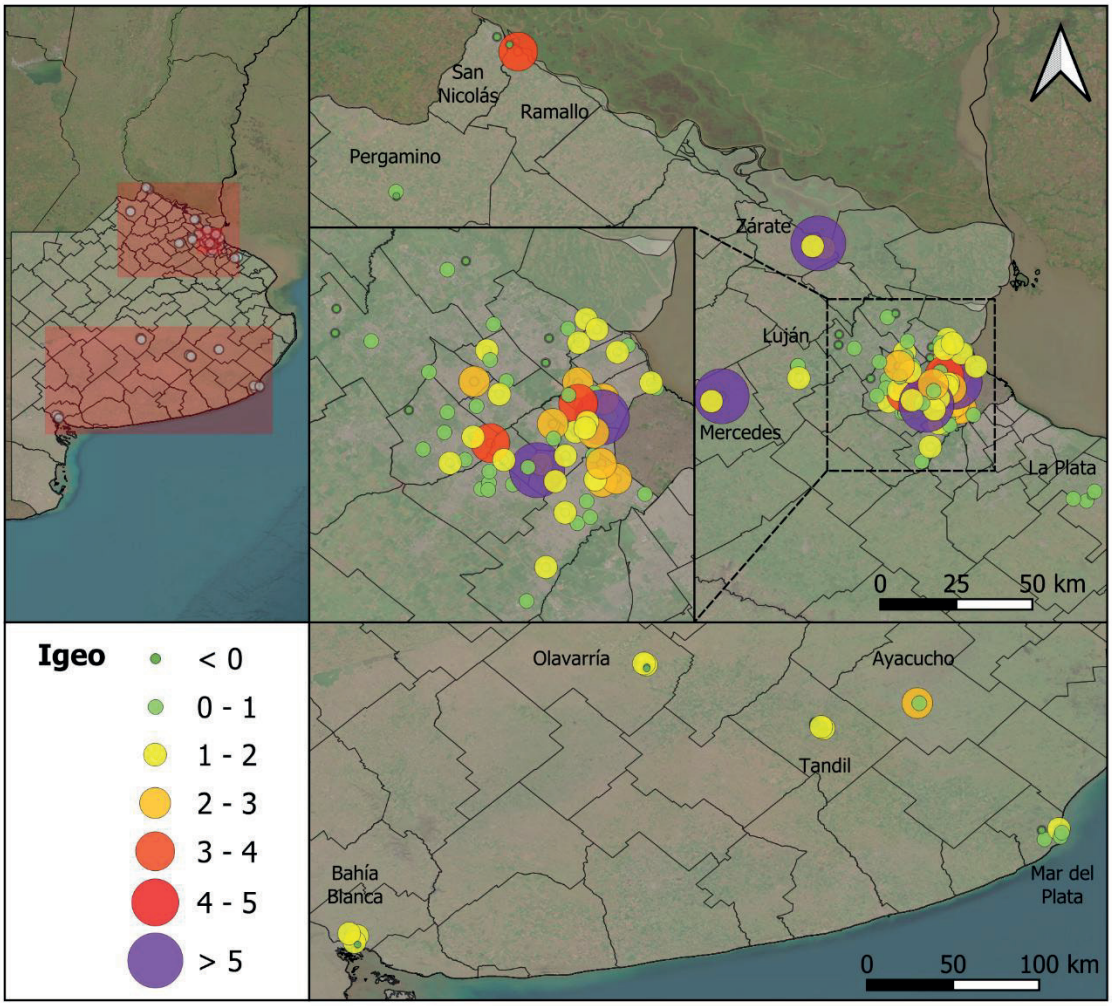


Figura 26. Clasificación de los suelos en base al Índice de Geoacumulación (Igeo) del plomo.

La **Figura 27** presenta los Índices de Geoacumulación (Igeo) calculados para el zinc. El cálculo de los índices revela que el **24 %** de los suelos se encuentran no contaminados por Zn (Igeo ≤ 0), casi la mitad de las estaciones (**49 %**) se encuentran no contaminados a moderadamente contaminados (0≤ Igeo ≤1), el **20 %** se encuentran moderadamente contaminados (1≤ Igeo ≤2), el **6 %** está moderadamente a altamente contaminados (2≤ Igeo ≤3), sólo una estación altamente contaminada (3≤ Igeo ≤4), ninguna estación se encuentra altamente a extremadamente contaminada (4≤ Igeo ≤5) y sólo la ex fábrica Meteor se encuentra extremadamente contaminada (Igeo >5), indicando un enriquecimiento de al menos 100 veces con respecto al valor de fondo.

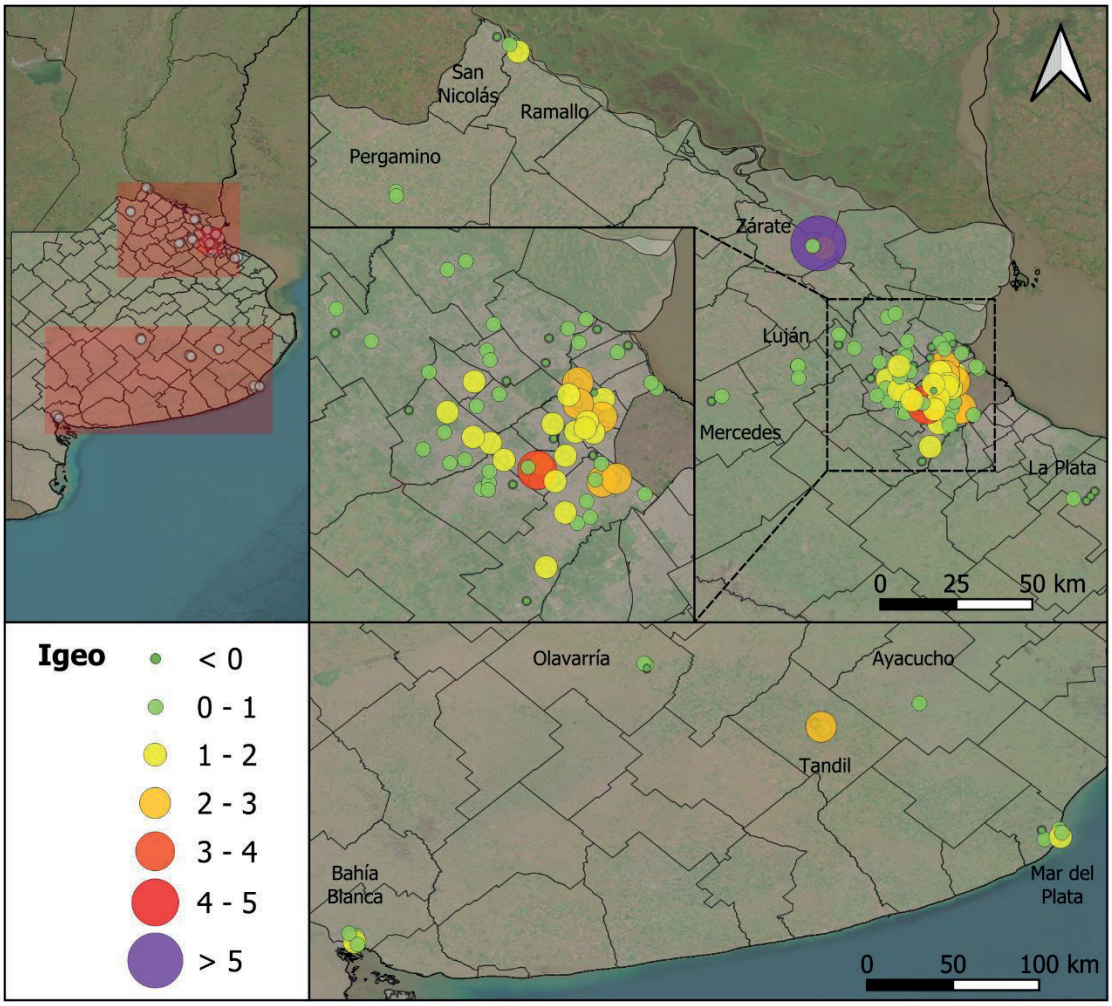


Figura 27. Clasificación de los suelos en base al Índice de Geoacumulación (Igeo) del zinc.

La **Figura 28** presenta los Índices de Geoacumulación (Igeo) calculados para el cobre. Para el Cu observamos que más de la mitad de las estaciones (**56%**) se encuentran en la categoría no contaminados (Igeo ≤ 0), el **30%** se encuentran no contaminados a moderadamente contaminados (0≤ Igeo ≤1), el **5,6%** (6 estaciones) se encuentran moderadamente contaminados (1≤ Igeo ≤2), 3 estaciones se encuentran moderadamente a altamente contaminados (2≤ Igeo ≤3), 4 estaciones se encuentran altamente contaminadas (3≤ Igeo ≤4) y dos estaciones (IMAP SRL y el Parque industrial del Buen Ayre) presentan un Igeo >5 (presentan suelos extremadamente contaminados).

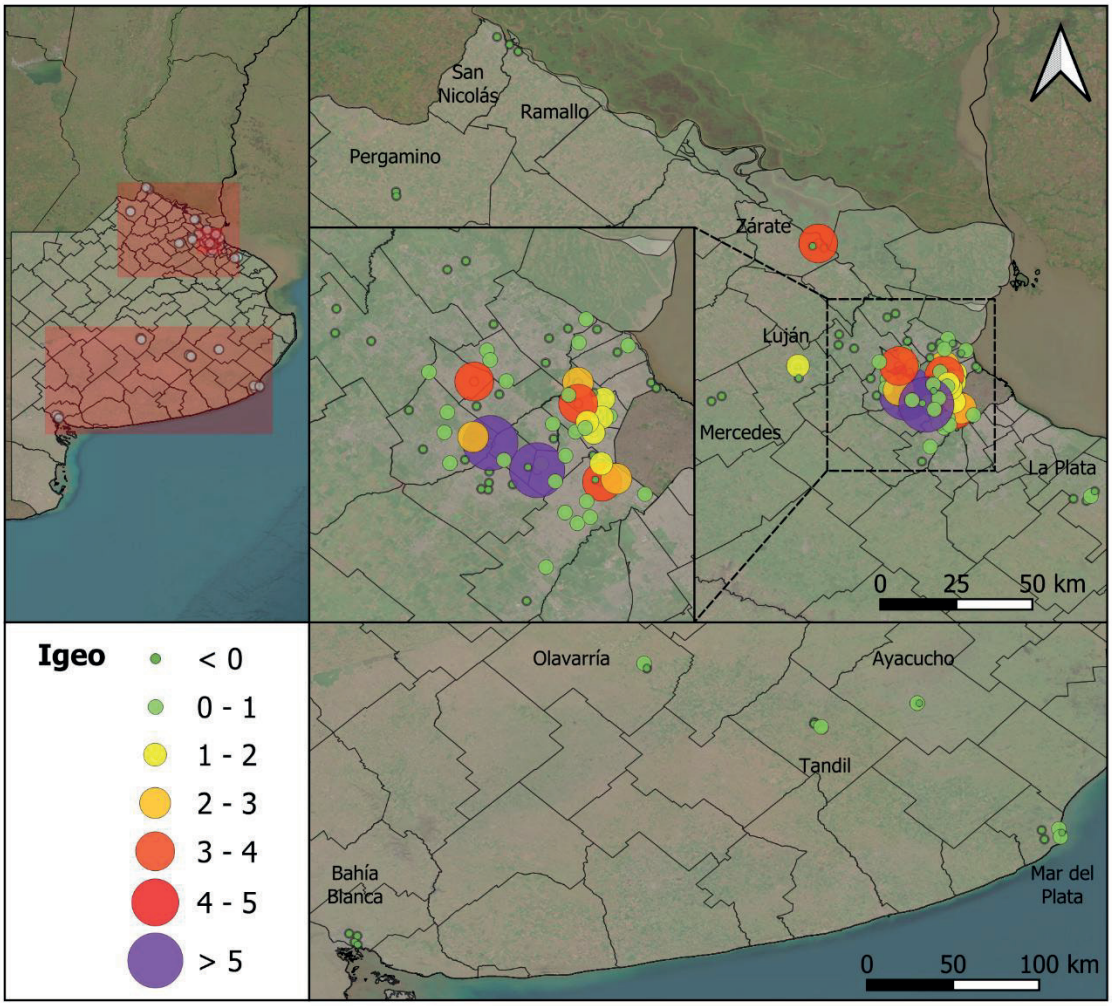


Figura 28. Clasificación de los suelos en base al Índice de Geoacumulación (Igeo) del cobre.

La **Figura 29** presenta los Índices de Geoacumulación (Igeo) calculados para el cromo. En el caso del Cr una proporción significativa (**76 %**) se encuentran no contaminados por Cr (Igeo ≤ 0), el **22%** se encuentran no contaminados a moderadamente contaminados (0≤ Igeo ≤1) y sólo dos estaciones (CEAMSE y Grupo DEMA) se encuentran moderadamente contaminados con este metal (1≤ Igeo ≤2).

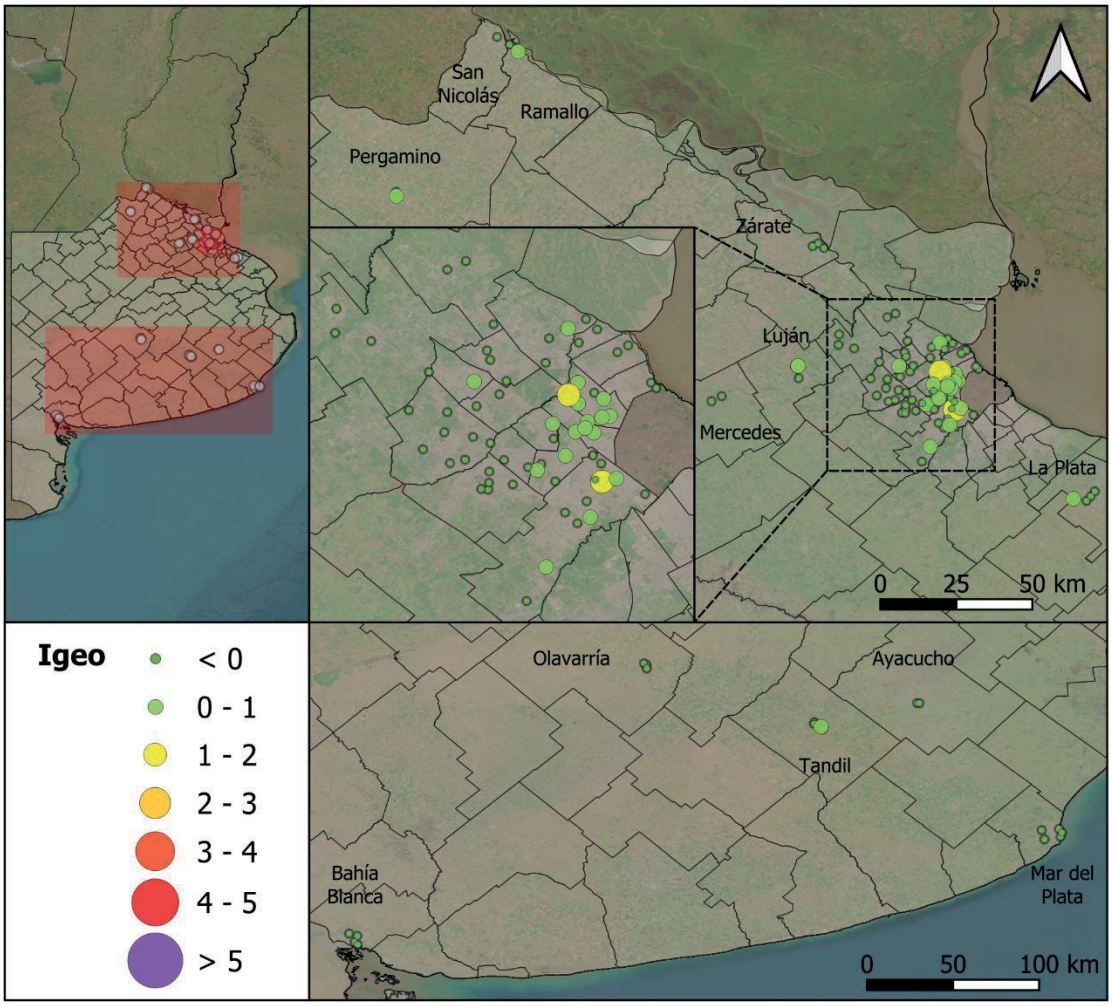


Figura 29. Clasificación de los suelos en base al Índice de Geoacumulación (Igeo) del cromo.

La **Figura 30** presenta los Índices de Geoacumulación (Igeo) calculados para el níquel. Finalmente, la mayor parte de los suelos (**92 %**) se encuentran no contaminados por Ni (Igeo ≤ 0), el **5,7 %** se encuentran no contaminados a moderadamente contaminados (0≤ Igeo ≤1), 2 estaciones se encuentran moderadamente contaminadas (1≤ Igeo ≤2) y sólo la Plaza Belgrano está moderadamente a altamente contaminada con Ni (2≤ Igeo ≤3).

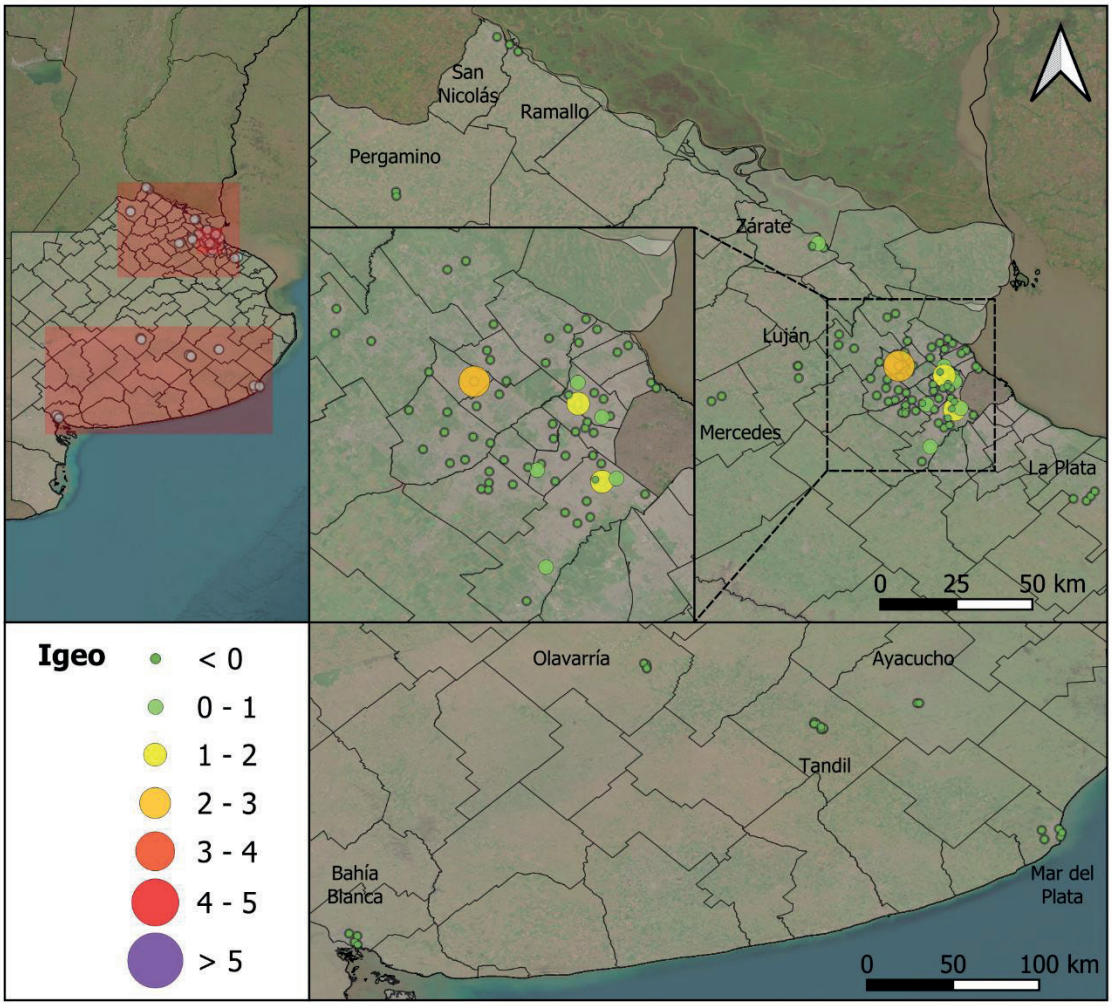


Figura 30. Clasificación de los suelos en base al Índice de Geoacumulación (Igeo) del níquel.

4.2.7 Evaluación de riesgo para la salud

Para cuantificar el riesgo por la ingesta de suelos contaminados por parte de niños y adultos, se estimaron la ingesta crónica diaria (CDI) y el índice de riesgo (HI) considerando la dosis de referencia (RfD) para cada metal. Los valores de HI ≤1 indican que no hay efectos adversos para la salud y los valores de HI > 1 indican posibles efectos adversos para la salud.

Los resultados de la evaluación de riesgos potenciales para la salud de los metales estudiados se resumen en la **Figura 31**. En general se observó que el riesgo por la ingesta de suelos es relativamente bajo para los sitios estudiados y que solo algunas estaciones sobrepasaron el umbral de riesgo. El riesgo decrece en el siguiente orden Pb > Cu > Zn > Ni > Cr.

La evaluación de riesgos mostró que solo existe riesgo (HI > 1) relacionado al Pb para los adultos en MERPLAC (1,0) e IMAP SRL (1,2). Mientras que las altas concentraciones de Pb registradas en los suelos de las inmediaciones de la ex fábrica Meteor, UnionBat, MERPLAC e IMAP SRL generan elevados riesgos en niños (HI 4,6; 4,8; 9,0 y 11, respectivamente).

La concentración extrema de Cu en el Parque industrial del Buen Ayre en Moreno (3424 µg/g) generan riesgos potenciales en niños (HI 1,1). Por otro lado, el riesgo calculado para Zn, Cr y Ni se encuentran por debajo de la unidad, sugiriendo que no existen riesgos potenciales para la salud humana, tanto para niños como para adultos derivada de la ingestión de suelos para estos metales.

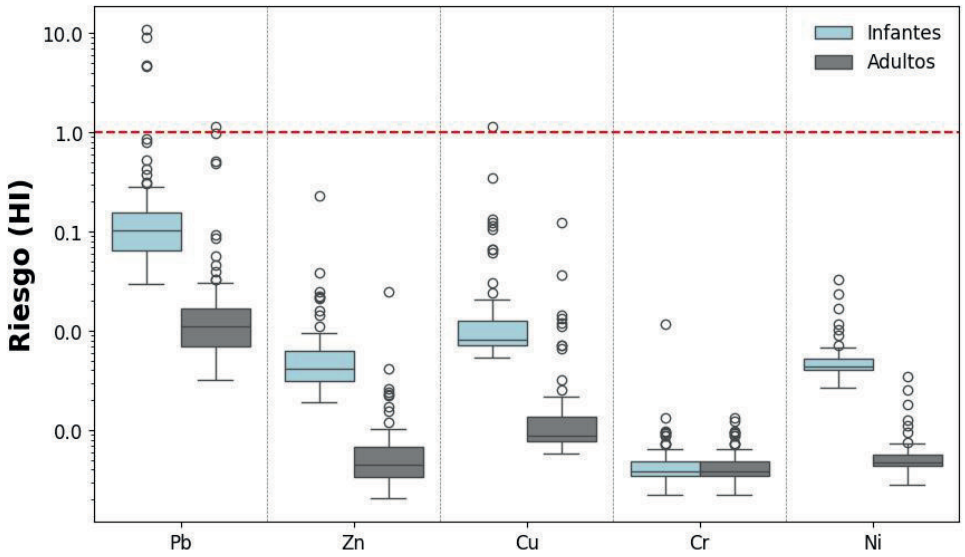


Figura 31. Riesgo para la salud estimado para niños y adultos. La línea punteada roja corresponde al umbral de riesgo.

4.3 Sitios críticos

En este estudio se identificaron 4 sitios críticos en base a sus concentraciones de plomo en suelos que superan ampliamente la normativa nacional para uso residencial de 500 ppm (Ley 24.051). Estos 4 focos críticos de contaminación con plomo se suman a los dos sitios previamente identificados en el Área Metropolitana de Buenos Aires (AMBA) sur en el proyecto ImpaCT.AR N° 149: Baterías Champion (Florencio Varela): 17772 ppm e Industrias Deriplom (Lanús): 1505 ppm (**Figura 32**). Las elevadas concentraciones de plomo en suelo medidas en los sitios críticos incluso superan la normativa nacional establecida para uso industrial de 1000 ppm (Ley 24.051) y están entre los valores más elevados reportados a nivel mundial (Markus y McBratney, 2001). Todos estos sitios críticos, excepto MERPLAC en el partido de Mercedes, presentan viviendas particulares en sus inmediaciones y solo la Ex fabrica Meteor en Zárate no se encuentra en funcionamiento en la actualidad.

Unionbat S.A. es una importante fábrica de baterías fundada en 1914. La empresa fabrica las baterías Willard, Dynasty y Solar. Unionbat S.A. posee dos Plantas Industriales, una de 9400 m^2 en Villa Lynch partido de San Martin, Provincia de Buenos Aires y otra de mayor envergadura (20000 m^2) en el Parque Industrial de Gualeguaychú, Provincia de Entre Ríos (www.unionbat.com.ar).

IMAP SRL se ubica en la localidad de Castelar (partido de Morón) entre del estadio del Club Deportivo Morón y la Base Aérea Militar Morón. Se trata de un establecimiento industrial relativamente pequeño dedicado a la manufactura de productos de plomo tales barras y cañerías. La industria no posee una página web activa y la información respecto a su actividad es muy limitada.

MERPLAC es una planta recicladora de baterías ubicada en el Sector Industrial Planificado del Partido de Mercedes. En el establecimiento se elaboran lingotes de plomo (puro y con diferentes aleaciones) y polipropileno molido (www.merplac.com.ar). La empresa fue clausurada por presunta contaminación ambiental, pero retomó sus actividades luego del levantamiento de la clausura (noticiasmercedinas.com).

El sitio crítico en Zárate se halla en los restos del complejo industrial **Meteor**, que funcionó con diversos altibajos desde principios del siglo XX hasta comenzar su colapso económico en la pasada década del ‘70. En dicho establecimiento se elaboraron grandes cantidades de cadmio y zinc electrolítico, en lingotes, y ácido sulfúrico, nitrato de bismuto ácido tartárico y sulfatos, a partir de la materia prima de diversos yacimientos mineros (Baccino y Riedel, 2004). A

partir de la actividad del complejo fabril se estableció desde la década del 40 un barrio adyacente al mismo (“Barrio Meteor”). La ex fábrica Meteor es considerada como un pasivo ambiental crítico, dada no solo la evidente acumulación de materiales contaminados en superficie sino también la potencial contaminación de acuíferos subyacentes y del Río Paraná de las Palmas (cuya costa se halla a solo 1300 metros y poseía un muelle conectado directamente a la fábrica mediante una vía férrea; Baccino y Riedel, 2004; Diario La Voz, 2012). Si bien se elaboraron varios proyectos de remediación y desmantelamiento del ex complejo industrial y el barrio adyacente, los mismos no fueron llevados a cabo y hoy el sitio continúa abandonado, bajo propiedad del Ministerio de Defensa de la Nación (Tauber et al. 2009; Diario La Voz, 2012).

Baterías Champion, ubicada en la localidad de Bosques en el partido de Florencio Varela, fabrica desde 1920 una amplia variedad de baterías para vehículos (autos, pick up y camiones) y autoelevadores (www.champion.com.ar).

Por otro lado, **Industrias Deriplom S.A.** está ubicada en el Parque Industrial Mixto de Lanús Este, en un predio de 12222 m^2. Es una empresa fabricante de productos elaborados y semielaborados derivados del plomo**.** Inició sus actividades en el año 1945 y produce óxidos de plomo, perdigones, plomo puro y aleaciones, laminas y ladrillos de plomo (www.deriplom.com.ar).

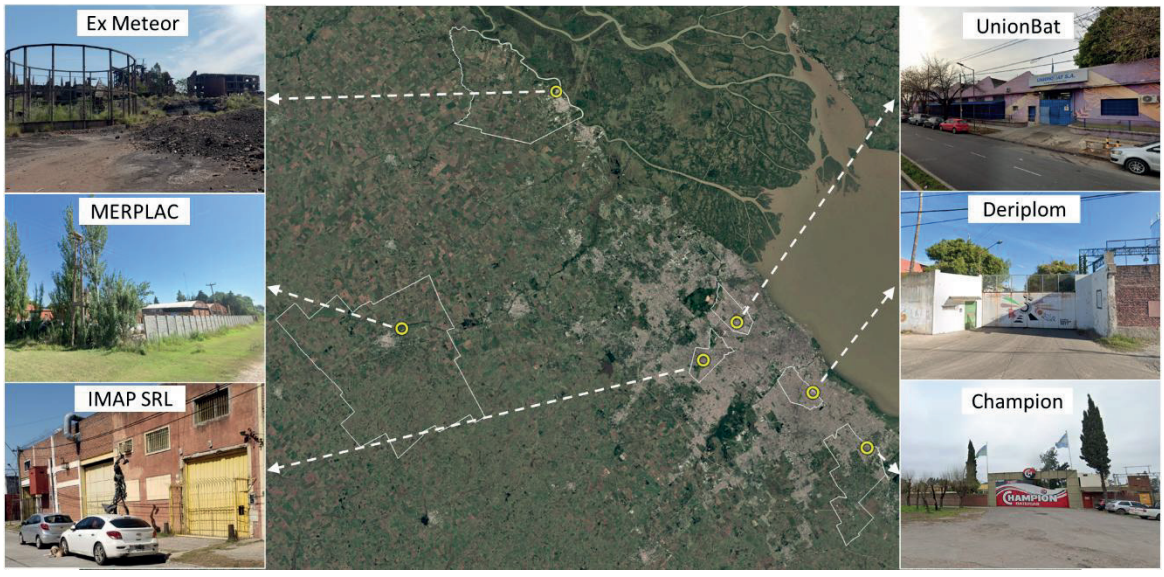


Figura 32. Ubicación de los sitios críticos.

4.3.1 Concentración de Pb en suelos de la transecta

Con el objeto de evaluar la variabilidad espacial y la extensión de la contaminación se colectaron muestras de suelo superficial a lo largo de transectas de 1000-1500 m a partir del sitio crítico. La **Figura 33** presenta la concentración de Pb vs distancia en los sitios críticos. En todos los sitios, el contenido de Pb en suelos disminuye claramente al aumentar la distancia del sitio crítico. Las concentraciones de Pb decrecen exponencial o potencialmente con la distancia al sitio crítico, indicando que los establecimientos son las principales fuentes de este metal.

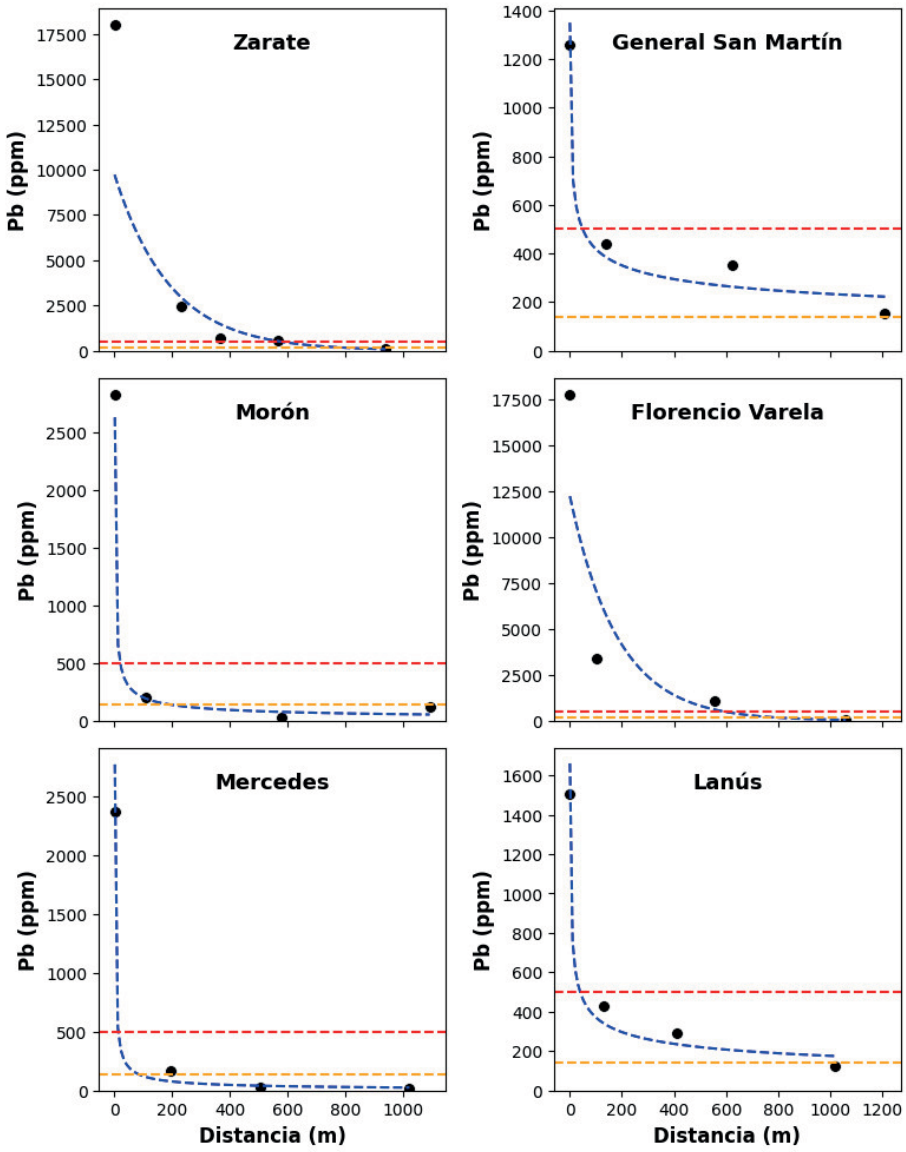


Figura 33. Concentración de Pb en suelos vs distancia en los sitios críticos. Las líneas punteadas horizontales indican los niveles guías de calidad de suelos nacionales (roja) y canadienses (naranja).

La distancia desde el sitio critico a partir de la cual los valores disminuyen por debajo del umbral máximo recomendado para uso residencial canadiense (140 ppm) se estimó por regresión en base a las curvas de mejor ajuste reportadas en la **Tabla 8**. Pese a la variabilidad, se observa que a menos de 100-1300 m del sitio critico los niveles estimados de plomo superarían la concentración limite sugerida por esta guía. En el sitio critico de General San Martin, el débil ajuste potencial de la curva resulto en una extrapolación aberrante de esta distancia (7409 m), por lo que se evaluó la regresión excluyendo el punto extremo localizado en el foco crítico, lo que resulta en un ajuste lineal y una reducción estimada de la concentración de plomo por debajo del nivel guía canadiense a 1311 m. La marcada caída de la concentración de plomo con la distancia sugiere que estas fuentes puntuales tienen un efecto relativamente localizado de contaminación como fue observado en otros estudios de contaminación de suelo con plomo en áreas urbanas (Markus y McBratney, 2001; Clark y Knudsen, 2013) y afecta prioritariamente a la población dentro de un radio de aproximadamente 1 a 10 cuadras.

Tabla 8. Disminución de la concentración de plomo en suelo desde los sitios críticos a lo largo de las transectas. Se indica la relación y su ajuste y la distancia teórica, estimada por regresión, a partir de la cual las concentraciones disminuyen por debajo del valor guía canadiense (140 ppm).

Estación	Ecuación*	R^2	Distancia (m)
Zárate	Pb = 9720.183 x $e^{(-0.005 * \text{distancia})}$	0,92	817
San Martín	Pb = 1350.220 x distancia$^{-0.254}$	0,89	7409
Morón	Pb = 2629.755 x distancia$^{-0.560}$	0,86	188
Florencio Varela	Pb = 12293.693 x $e^{(-0.005 * \text{distancia})}$	0,95	823
Mercedes	Pb = 2774.647 x distancia$^{-0.678}$	0,95	82
Lanús	Pb = 521.358 x $e^{(-0.001 * \text{distancia})}$	0,99	927

*Son estadísticamente significativas ($p < 0,05$) excepto en San Martin y Morón.

4.3.2 Concentración de Pb en sedimento vial

El sedimento vial consiste en una mezcla particulada heterogénea en composición y granulometría, que incluye productos de la meteorización de autopartes y material vial (asfalto, concreto, etc.) y restos de la quema de combustibles (Khan y Strand, 2018; Hwang et al., 2016). Este material puede tener elevadas concentraciones de plomo, resultantes de las emisiones vehiculares y de fuentes de deposición atmosférica (Frank et al., 2019; Haynes et al., 2020) por lo cual fue estudiada en los seis sitios críticos identificados en este estudio.

Los sedimentos viales colectados en los sitios críticos tuvieron valores de pH homogéneamente más elevados (7,97±0,39) que los suelos (**Figura 34**), variando entre 7,26 (Industrias Deriplom, Lanús) y 8,22 (UnionBat, General San Martín).

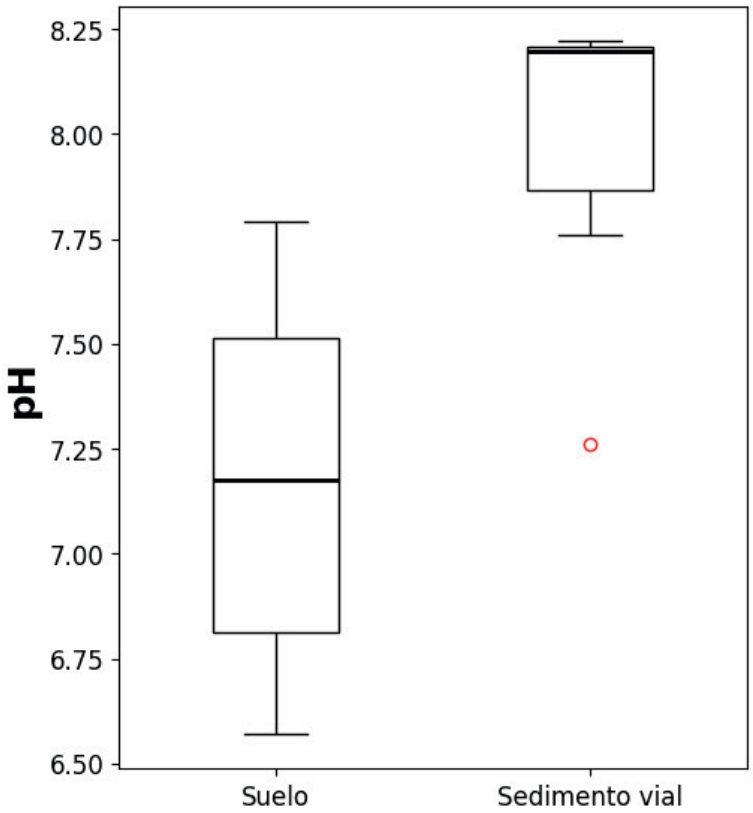


Figura 34. Diagrama de caja de los valores de pH de las muestras de suelos y sedimentos viales colectados en los sitios críticos. Los círculos corresponden a datos extremos.

Los sedimentos viales colectados en los sitios críticos mostraron en cambio una composición más arenosa y variable que los suelos superficiales (**Figura 35**), con 8,65±9,45% de arcillas, variando de 1,93% (Baterías Champion, Florencio Varela) a 26,55% (ex fábrica Meteor, Zárate), 36,89±21,09% de limos, variando de 13,61% (Baterías Champion, Florencio Varela) a 69,81% (ex fábrica Meteor, Zárate), y 54,45±29,95% de arenas, variando de 3,64% (ex fábrica Meteor, Zárate) a 84,46% (Baterías Champion, Florencio Varela).

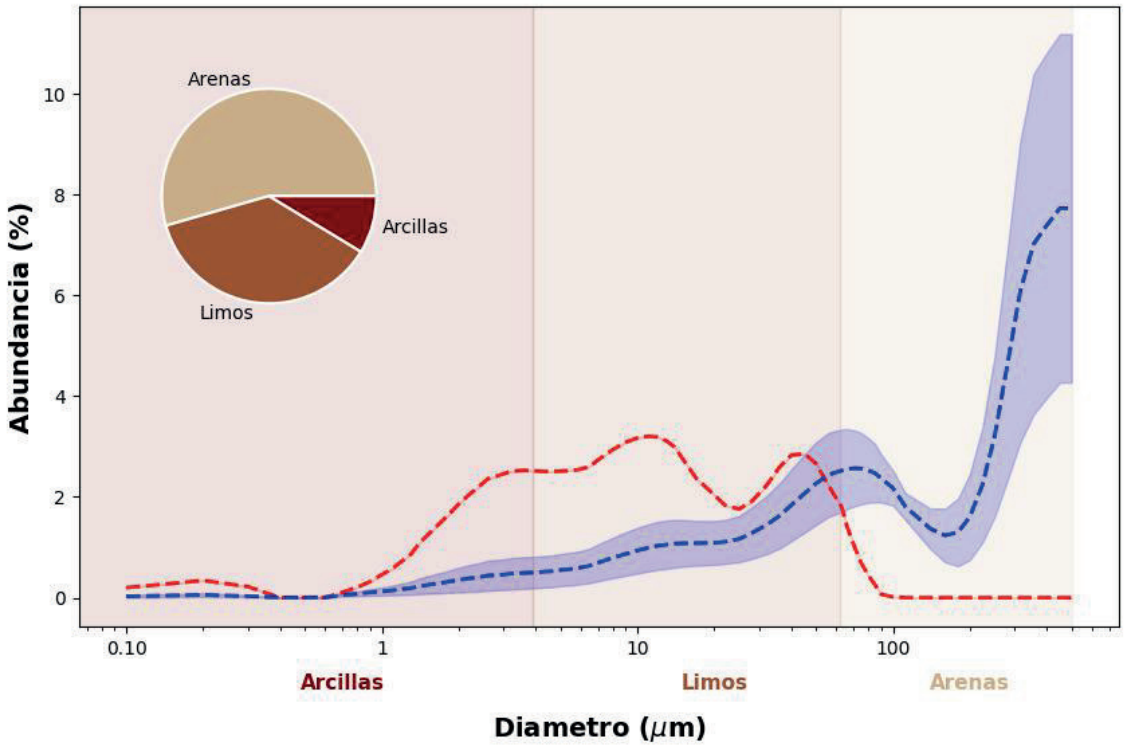


Figura 35. Distribución de tallas de partículas de las muestras de sedimentos viales de los sitios críticos. Los rangos correspondientes a arcillas (<3,9 µm), limos (3,9 - 62 µm) y arenas (>62 µm) se indican en franjas coloreadas. La línea punteada roja corresponde a la muestra de Zárate.

La **Figura 36** muestra el diagrama de caja de los valores de contenido porcentual de materia orgánica de las muestras de suelos y los sedimentos viales de los sitios críticos**.** Los sedimentos viales tuvieron un contenido de materia orgánica claramente inferior al de los suelos (4,22±2,33%), variando entre 2,89% (MERPLAC, Mercedes) y 8,76% (Industrias Deriplom, Lanús).

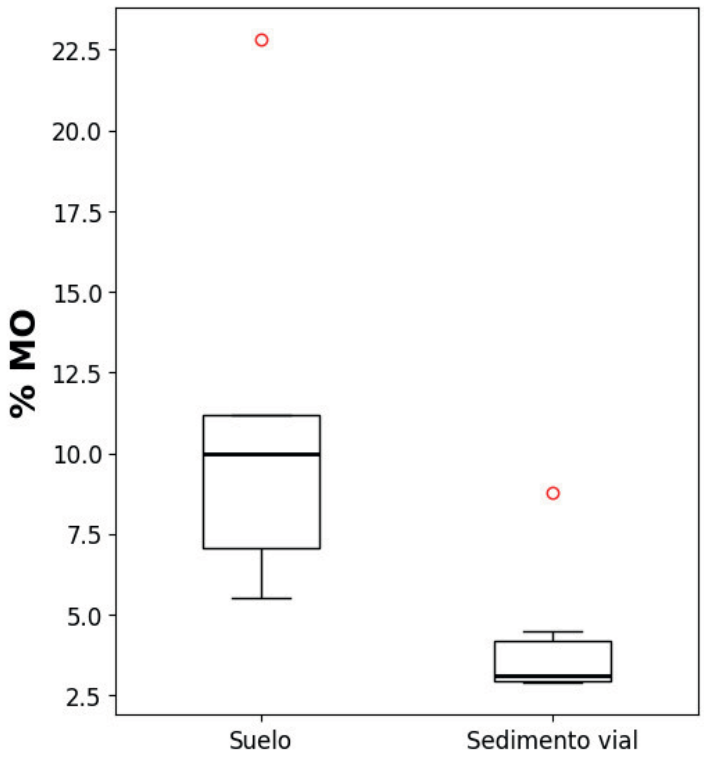


Figura 36. Diagrama de caja de los valores de contenido porcentual de materia orgánica de las muestras de suelos y los sedimentos viales de los sitios críticos. Los círculos corresponden a datos extremos.

La **Figura 37** presenta las concentraciones de Pb en los sedimentos viales. Los niveles de plomo en esta matriz fueron consistentes con los valores determinados en los suelos próximos. Las concentraciones de plomo fueron elevadas y muy variables (2360±2247 µg/g) variando entre 58,05 µg/g (ex fábrica Meteor, Zárate) y 5887 µg/g (IMAP SRL, Morón). Las muestras colectadas en Zárate y Mercedes presentaron menores concentraciones de Pb que los sedimentos viales del resto de los sitios críticos y son inferiores al nivel guía nacional de calidad de suelos. Estas concentraciones son superiores a las reportadas para el área Metropolitana de Buenos Aires (51-208 µg/g; Tatone et al., 2016), para la ciudad de Buenos Aires (84-364 µg/g; Fujiwara et al., 2011) y para el promedio mundial (651 µg/g; Haynes et al., 2020).

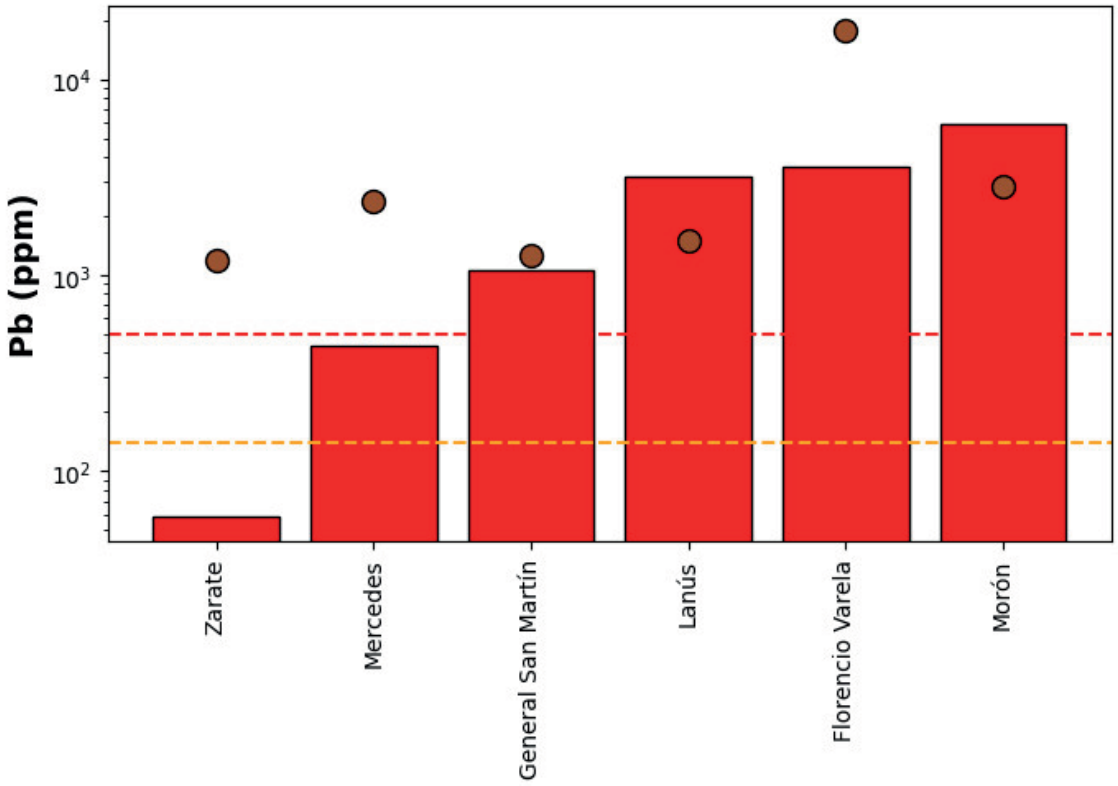


Figura 37. Concentración de Pb en los sedimentos viales. Las líneas punteadas horizontales indican los niveles guías de calidad de suelos nacionales (roja) y canadienses (naranja). Los puntos marrones corresponden a los suelos del sitio correspondiente.

4.3.3 Material particulado atmosférico

Dado que el transporte particulado atmosférico es la principal fuente de dispersión del plomo (Hu et al., 2014; Bellis et al., 2005), es clave estudiar la deposición de polvo atmosférico y los flujos de plomo asociados a este proceso. Con el objeto de establecer las concentraciones de Pb en las partículas atmosféricas que sedimentan en los sitios críticos, se colocaron muestreadores tipo Bergerhoff en las inmediaciones de los 6 sitios críticos. Adicionalmente, se incluyeron 2 sitios de referencia de partículas atmosféricas sedimentables (PAS) alejados de áreas urbanas y de posibles fuentes de contaminación en los partidos de Carmen de Areco y Magdalena.

Los flujos de material particulado atmosférico medidos en los sitios críticos fueron variables (251,54 ± 182,02 mg/m^2/día), variando entre 106,22 (UnionBat, General San Martín) y 661,05 mg/m^2/día (Industrias Deriplom, Lanús, **Figura 38**). Los flujos medidos en los sitios de referencia mostraron valores intermedios (358,16 ± 25,26 mg/m^2/día). La legislación nacional y provincial establecen un límite de 333 mg/m^2/día (Decreto Provincial N° 3395 y Ley Nacional 20.284). En cuatro muestras de los sitios críticos se midieron flujos que excedieron este límite establecido por la legislación provincial y nacional. Notablemente, los flujos de los sitios de referencia también sobrepasaron este valor, probablemente debido a la resuspensión de polvo de caminos rurales de tierra cercanos.

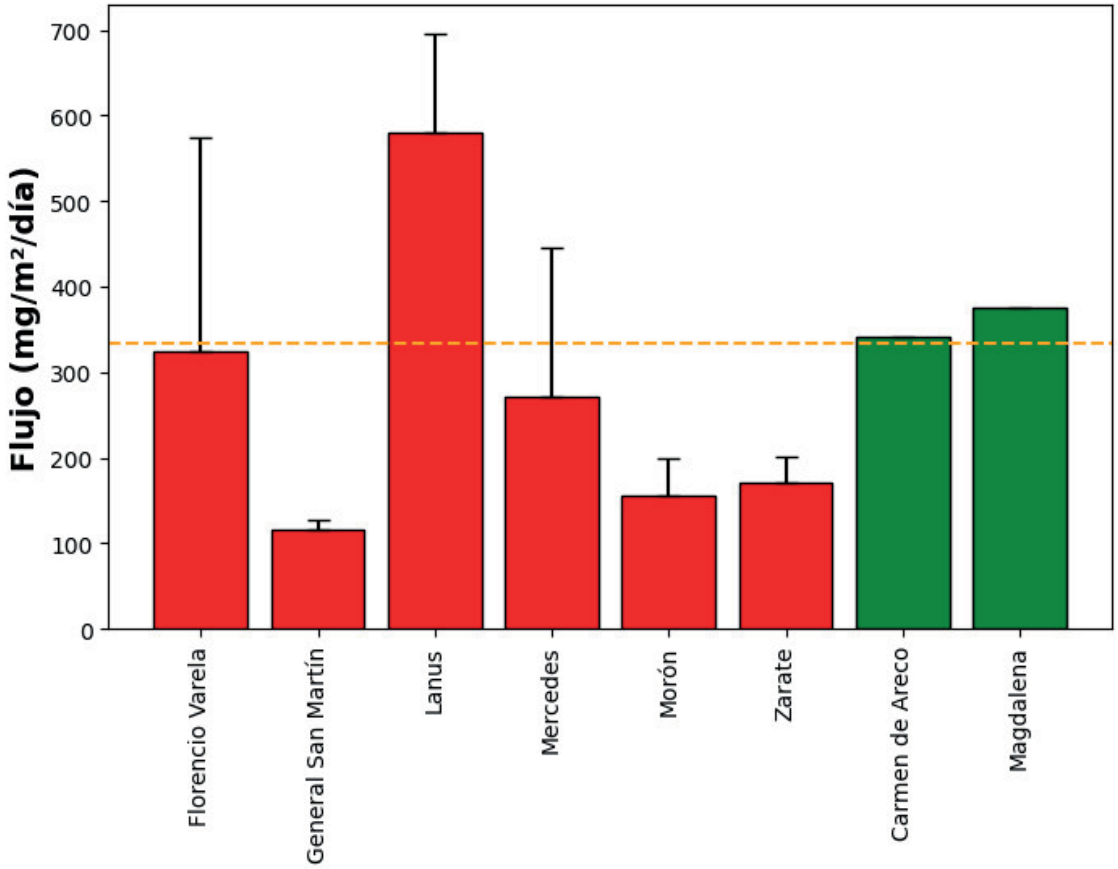


Figura 38. Flujos de partículas atmosféricas. La línea punteada horizontal indica el límite establecido de 333 mg/m^2/día (Decreto Provincial N° 3395 y Ley Nacional 20.284).

Las concentraciones de plomo en las PAS de los sitios críticos fueron significativamente más elevadas que en los sitios de referencia (2413±1959 vs 15±4,3 µg/g; **Figura 39**) demostrando que la deposición atmosférica es una importante fuente de Pb hacia suelos urbanos y sedimentos viales. Los flujos de Pb en los sitios críticos oscilaron entre 106,94 y 2333,87 µg/m^2/día para General San Martín y Lanús. Los flujos de Pb en los sitios críticos son elevados y variables (300±356 mg/m^2/año) siendo significativamente más elevados que los reportados previamente para al AMBA (21±23 mg/m^2/año; Tatone et al., 2016) y para grandes ciudades (**Tabla 9**).

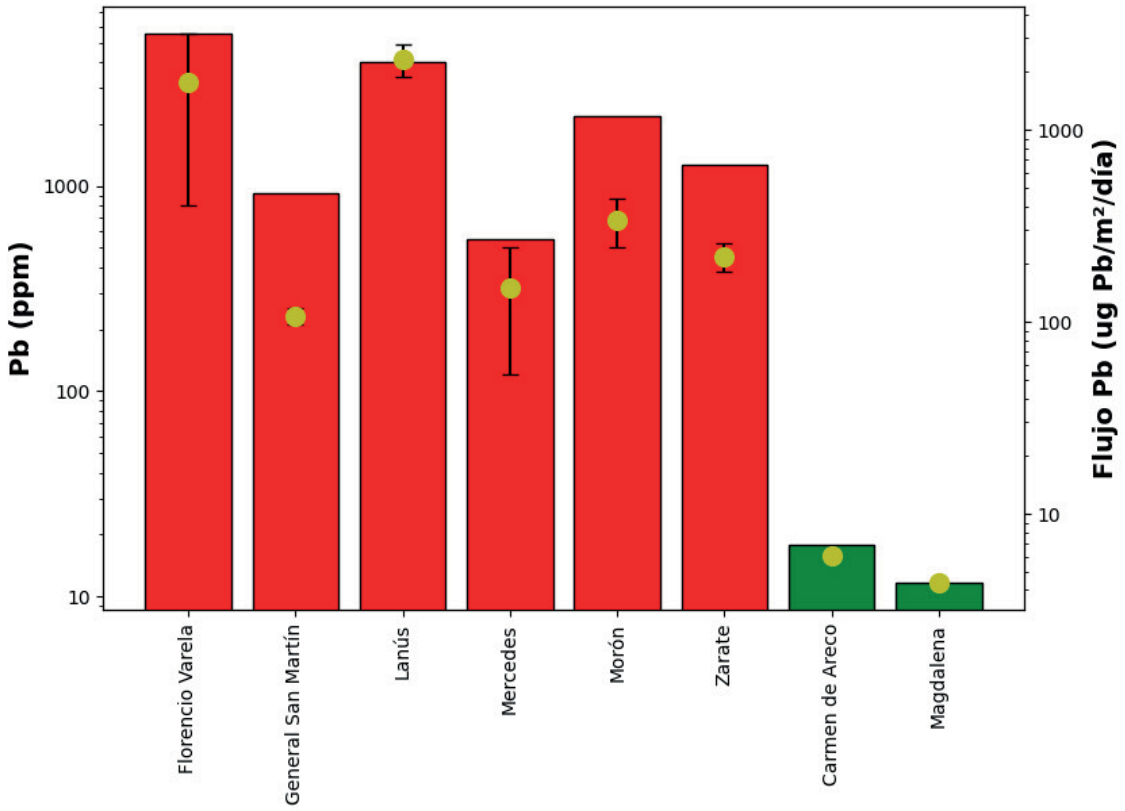


Figura 39. Concentración y flujo (puntos marrones) de plomo en las partículas atmosféricas sedimentables.

Tabla 9. Flujos de deposición atmosférica de Pb (mg/m^2/año) comparado con otras regiones.

Zona	Periodo	Flujo Pb	Referencias
Sitios críticos	2024	39-852	Este estudio
Sitio referencia	2024	1,6-2,2	Este estudio
AMBA	2015	21	Tatone et al., 2016
Xi'an, China	2007-2008	18	Cao et al., 2011
Paris, Francia	2001-2002	6,4	Motelay-Massei et al., 2005
Tokio, Japón	2004-2005	9,9	Sakata et al., 2008
Delta río Pearl, China	2001-2002	13	Wong et al., 2003
Oklahoma, USA	1980-1981	25	Tate & Bates,1984
Delta río Yangtze, China	2006-2007	36	Huang et al., 2009
Belgrado, Serbia	2002-2006	22	Mijic et al., 2010
Queensland, Australia	2007-2008	2,2	Huston et al., 2009
Santander, España	2009-2013	0,79	Fernández-Olmo et al., 2015

Los sitios críticos constituyen focos de contaminación de plomo sumamente importantes. En efecto, los mismos poseen concentraciones muy elevadas de este metal, no solo en el contexto del resto de las muestras de suelo analizadas en este estudio sino también a nivel mundial. Además, el estudio en paralelo de la deposición particulada en cada sitio permitió medir los flujos de plomo que también resultaron entre los mayores reportados a nivel global. Cabe destacar que, si bien los sitios de Mercedes y Zárate se hallan en áreas de baja densidad poblacional, el resto son establecimientos industriales plenamente activos que se ubican en sectores intensamente urbanizados, en algunos casos con viviendas adyacentes, lo que resulta en una situación ambiental critica que requiere pronta atención. En contraste con estos sitios críticos, muestras de suelos tomadas para este estudio en adyacencias de otras fábricas y recicladoras de batería no presentaron valores excesivamente elevados de plomo, lo que sugiere que mediante la apropiada implementación y manejo de procesos industriales puede mitigar las emisiones de este metal.

5. CONCLUSIONES

En base al muestreo de suelos en más de 100 sitios de los principales centros urbanos de la Provincia de Buenos Aires, se determinaron propiedades fisicoquímicas generales de los mismos y se analizó la contaminación con plomo y otros metales (zinc, cobre, cromo y níquel), realizándose un mapeo integral a escala provincial de la concentración de metales pesados en suelos urbanos. En general se hallaron suelos altamente orgánicos, neutros y con una composición granulométrica limosa, acorde a los suelos típicos de la mayor parte de la región bonaerense. La concentración de metales fue altamente variable y los valores más elevados se hallaron en general en el Área Metropolitana de Buenos Aires. El níquel y el cromo estuvieron por debajo de los valores guía de calidad de suelos, en niveles comparables a los de suelos de referencia de áreas rurales o remotas de la provincia. Si bien se hallaron focos de contaminación con zinc y cobre, el plomo es el metal que presenta los niveles más críticos, con valores más elevados en suelos colectados en proximidad de establecimientos metalúrgicos, fábricas de baterías y recicladoras de baterías, indicando que la actividad industrial asociada a la producción y procesamiento de baterías es actualmente la principal fuente de este metal. Se identificaron focos críticos de contaminación en sitios cuyas muestras de suelo superaron el valor guía nacional de 500 ppm (superándolo más de 5 veces en algunos casos), realizándose en los mismos un estudio más exhaustivo que incluyó el análisis de la variación de plomo en suelos a lo largo de transectas, de sedimento vial y de material particulado atmosférico. De este modo, se observó un claro patrón de caída exponencial o potencial de la concentración de plomo desde el sitio crítico y elevados flujos de deposición atmosférica de este metal. Teniendo en cuenta la elevada toxicidad del plomo y su persistencia ambiental, los resultados de este estudio evidencian una situación ambiental compleja con una marcada heterogeneidad espacial, en la que se destacan focos de contaminación que constituyen una seria amenaza a la salud de la población cercana a los mismos.

Recomendaciones

El presente estudio pone en evidencia que los suelos urbanos presentan en general concentraciones de metales pesados superiores a los suelos rurales o vírgenes, y en algunos casos muy elevadas. El plomo en particular se destaca por su elevada toxicidad y persistencia, lo que sumado a la presencia de concentraciones muy altas de este metal en algunos sitios de la Provincia de Buenos Aires plantea una grave contingencia ambiental. Por ende, se plantean las siguientes recomendaciones, enfocadas mayormente a la contaminación con plomo:

En general:

- Realizar inventarios de plomo acumulado en suelos, en base a estudios en diferentes profundidades, en puntos claves del AMBA.

- Realizar un estudio sistemático de plomo en sangre (plombemia) con énfasis en áreas críticas por sus altas concentraciones y en niños (población más vulnerable).

- Actualizar los niveles guía nacionales de calidad de suelo para metales a valores menores.

- Concientizar a la población acerca de los riesgos de la exposición a plomo y de las posibles fuentes.

- Realizar una evaluación más exhaustiva del transporte particulado atmosférico de plomo y otros metales, incluyendo un monitoreo especialmente más abarcativo de material particulado sedimentable y el análisis de la concentración de en partículas ultrafinas (PM2,5 y PM10).

En los sitios críticos especialmente:

- Llevar adelante tareas de remediación de los suelos contaminados (principalmente en los restos de la fábrica Meteor en Zárate).

- Verificar la existencia de procesos y dispositivos de mitigación de emisiones particuladas de plomo en las plantas industriales.

- Proveer asistencia técnica a los establecimientos de los sitios críticos para la mejora de procesos industriales tendientes a disminuir la emisión de plomo.

- Evaluar la acumulación de material particulado contaminado dentro de las plantas pasible de ser resuspendido y dispersado por fuera del establecimiento.

- Evaluar el estado de salud de operarios de las plantas (en particular plombemia y monitoreo personal de exposición a material particulado).

6. BIBLIOGRAFIA

ACUMAR. 2024. Autoridad de Cuenca Matanza Riachuelo. www.acumar.gob.ar (último acceso: noviembre de 2024).

Alloway, B.J. 2013. Heavy Metals in Soils. Trace Metals and Metalloids in Soils and their Bioavailability. Springer.

Baccino, S.I., Riedel, C. 2004. Apuntes para una historia del barrio "Meteor". Enlace Crítico. (https://www.enlacecritico.com/destacados/apuntes-para-una-historia-del-barrio-meteor)

Bellinger, D.C. 2004. Lead. Pediatrics 113: 1016-1022.

Bellis, D.J., Satake, K., Inagaki, M., Zeng, J., Oizumi, T. 2005. Seasonal and long-term change in lead deposition in central Japan: evidence for atmospheric transport from continental Asia. Science of The Total Environment 341: 149-158.

Bilos, C., Tatone, L.M., Skorupka, C.N, Astoviza, M.J., Romero, C.L., Colombo, J.C. 2019. Heavy metal contents in the most productive Argentinean Humid Pampa soils. International Journal of Environment and Health, Vol. 9, No. 3.

Binner, H., Sullivan, T., Jansen, M.A.K., McNamara, M.E. 2023. Metals in urban soils of Europe: A systematic review. Science of The Total Environment 854: 158734.

Busso, AS, Vives, HF, Petelin, K, Ramirez, LO, Vives, AM. 2005. Evaluación de la calidad ambiental de suelos contaminados con Plomo, Buenos Aires, Argentina. Revista de Geología Aplicada a la Ingeniería y al Ambiente 21: 147-156.

Cachada, A., Rocha-Santos, T., Duarte, AC. 2018. Chapter 1 - Soil and Pollution: An Introduction to the Main Issues, Editor(s): AC. Duarte, A Cachada, T Rocha-Santos, Soil Pollution, Academic Press, 1-28, ISBN 9780128498736,

Calabrese, E.J., Stanek, E.J., James, R.C., Roberts, S.M. 1997. Soil Ingestion-A Concern for Acute Toxicity in Children. Environmental Health Perspectives 105, 1354-1358.

Cala, V., Kunimine, Y. 2003. Distribución de plomo en suelos contaminados en el entorno de una planta de reciclaje de baterías ácidas. Revista Internacional de Contaminación Ambiental 19 (3): 109-115.

Canadian Council of Ministers of the Environment (CCME). 2024. Soil Quality Guidelines for the Protection of Environmental and Human Health. https://ccme.ca/en/results/124/ch/4 (acceso mayo 2024).

Caravanos, J, Carrelli, J, Dowling, R, Pavilonis, B, Ericson, B, Fuller, R. 2016. Burden of disease resulting from lead exposure at toxic waste sites in Argentina, Mexico and Uruguay. Environmental Health 15: 72.

Cao, Z., Yang, Y., Lu, J., Zhang, C. 2011. Atmospheric particle characterization, distribution, and deposition in Xi'an, Shaanxi Province, Central China. Environmental Pollution 159, 577-584.

Ceballos, E., Dubny, S., Othax, N. et al. 2021. Assessment of Human Health Risk of Chromium and Nitrate Pollution in Groundwater and Soil of the Matanza-Riachuelo River Basin, Argentina. Exposure and Health 13, 323–336.

Chaney, R.L., Mielke, H.W., Sterrett, S.B. 1989. Speciation, mobility and bioavailability of soil lead. Environmental Geochemistry and Health 11, 105-129.

Cho, S-H., Richmond-Bryant, J., Thornburg, J., Portzer, J., Vanderpool, R., Cavender, K., Rice, J. 2011. A literature review of concentrations and size distributions of ambient airborne Pb-containing particulate matter. Atmospheric Environment 45: 5005-5015.

Cittadino, A, Ocello, N., Majul, M.V, Ajhuacho, R, Dietrich, P, Igarzabal, M.A. 2020. Heavy metal pollution and health risk assessment of soils from open dumps in the Metropolitan Area of Buenos Aires, Argentina. Environmental Monitoring and Assessment 192: 291.

Clark, J.J., Knudsen, A.C. 2013. Extent, Characterization, and Sources of Soil Lead Contamination in Small-Urban Residential Neighborhoods. Journal of Environmental Quality 42:1498–1506.

Diario La Voz. 2012. Ex Meteor: Nación y Municipio prometieron sanearla hace 3 años. Diario La Voz 22/07/2012 (https://www.diariolavozdezarate.com/2012/07/22/ex-meteor-nacion-y-municipio-prometieron-sanearla-hace-3-anos)

Duffus, J.H., 2002. "Heavy metals" - A meaningless term? Pure and Applied Chemistry 74: 793-807.

Duzgoren-Aydin, N.S. 2007. Sources and characteristics of lead pollution in the urban environment of Guangzhou. Science of The Total Environment (385)1–3: 182-195.

EPA. 2003. Latest findings on National Air Quality, 2002 Status and Trends, U.S. Environmental Protection Agency. https://www.epa.gov/sites/default/files/2017-11/documents/trends_brochure_2002.pdf

EPA. 2009. National Summary of Lead Emissions. https://www.epa.gov/air-trends/air-quality-national-summary

Fernández-Olmo, I., Puente, M., Irabien, A. 2015. A comparative study between the fluxes of trace elements in bulk atmospheric deposition at industrial, urban, traffic, and rural sites. Environmental Science and Pollution Research 22, 13427-13441.

Frank, J.J., Poulakos, A.G., Tornero-Velez, R., Xue, J. 2019. Systematic review and meta-analyses of lead (Pb) concentrations in environmental media (soil, dust, water, food, and air) reported in the United States from 1996 to 2016. Science of The Total Environment 694: 133489.

Fujiwara, F.G., Gómez, D.R., Dawidowski, L., Perelman, P., Faggi, A. 2011. Metals associated with airborne particulate matter in road dust and tree bark collected in a megacity (Buenos Aires, Argentina). Ecological Indicators 11, 240-247.

Gagneten, A.M., Gervasio, S. & Paggi, J.C. 2007. Heavy Metal Pollution and Eutrophication in the Lower Salado River Basin (Argentina). Water, Air, & Soil Pollution 178, 335–349.

Gay, J.R., Korre, A. 2006. A spatially-evaluated methodology for assessing risk to a population from contaminated land. Environmental Pollution 142, 227-234.

Giuffré, L., Ratto, S., Marbán, L., Schonwald, J., Romaniuk, R. 2005. Riesgo por metales pesados en horticultura urbana. Ciencia del Suelo 23: 101-106.

Gulson, B., Mizon, K., Taylor, A., Korsch, M., Stauber, J., Davies, J.M., Louie, H., Wu, M., Swan, H. 2006. Changes in manganese and lead in the environment and young children associated with the introduction of methylcyclopentadienyl manganese tricarbonyl in gasoline-preliminary results. Environmental Research 100: 100-114.

Haynes, H.M., Taylor, K.G., Rothwell, J. 2020. Characterisation of road-dust sediment in urban systems: a review of a global challenge. J Soils Sediments 20: 4194–4217.

Hays, M.D., Cho, S-H., Baldauf, R., Schauer, J.J., Shafer, M. 2011. Particle size distributions of metal and non-metal elements in an urban near-highway environment. Atmospheric Environment 45: 925-934.

Heredia, S, Fernández Cirelli, A. 2009. Trace elements distribution in soil, pore water and groundwater in Buenos Aires, Argentina. Geoderma, 149, Issues 3–4, 409-414, ISSN 0016-7061

He, L., Wang, S., Liu, M., Chen, Z., Xu, J., Dong, Y. 2023. Transport and transformation of atmospheric metals in ecosystems: A review. Journal of Hazardous Materials Advances 9: 100218.

Horváth, A., Szűcs, P., Bidló, A. 2014. Soil condition and pollution in urban soils: evaluation of the soil quality in a Hungarian town. Journal of Soils and Sediments 15: 1825-1835.

Huang, S., Tu, J., Liu, H., Hua, M., Liao, Q., Feng, J., Weng, Z., Huang, G. 2009. Multivariate analysis of trace element concentrations in atmospheric deposition in the Yangtze River Delta, East China. Atmospheric Environment 43, 5781-5790.

Huang, R., Lan, T., Song, X., Li, J., Ling, J., Deng, O., Wang, C., Gao, X., Li, Q., Tang, X., Tao, Q., Zeng, M. 2021. Soil labile organic carbon impacts C:N:P stoichiometry in urban park green spaces depending on vegetation types and time after planting. Applied Soil Ecology 163: 103926.

Hu, X., Sun, Y., Ding, Z., Zhang, Y., Wu, J., Lian, H., Wang, T. 2014. Lead contamination and transfer in urban environmental compartments analyzed by lead levels and isotopic compositions. Environmental Pollution 187: 42-48.

Huston, R., Chan, Y.C., Gardner, T., Shaw, G., Chapman, H. 2009. Characterisation of atmospheric deposition as a source of contaminants in urban rainwater tanks. Water Research 43, 1630-1640.

Hutchinson, T.C., Meema, K.M. 1987. Lead, Mercury, Cadmiun and Arsenic in the Environment. John Wiley & Sons.

Hwang, H-M., Fiala, M.J., Park, D., Wade, T.L. 2016. Review of pollutants in urban road dust and stormwater runoff: part 1. Heavy metals released from vehicles. International Journal of Urban Sciences, DOI: 10.1080/12265934.2016.1193041.

Imbellone, PA, Gimenez, JE, Panigatti, JL. 2010. Suelos de la Región Pampeana: Procesos de Formación. Ed. INTA. Buenos Aires. 320 pp.

INDEC. 2022. Análisis de los resultados provisionales del censo nacional de población, hogares y viviendas 2022 en la Provincia de Buenos Aires.

Kabata-Pendias, A. 2001. Trace Elements in Soils and Plants. Third edition. CRC Press.

Kabata-Pendias, A., Mukherjee, A.B. 2007. Trace Elements from Soil to Human. Springer.

Kelly, J., Thornton, I., Simpson, P.R. 1996. Urban Geochemistry: A study of the influence of anthropogenic activity on the heavy metal content of soils in traditionally industrial and non-industrial areas of Britain. Applied Geochemistry 1: 363-370.

Khan, R.K., Strand, M.A. 2018. Road dust and its effect on human health: a literature review. Epidemiol Health. 40: e2018013.

Lal, R., Stewart, B.A. 2017. Urban Soils. CRC Press. Boca Raton.

Lavado, R.S., Rodríguez, M.B., Scheiner, J.D., Taboada, M.A, Rubio, G. Alvarez, R., Alconada, M., Zubillaga, M.S. 1998. Heavy metals in soils of Argentina- Comparison between urban and agricultural soils. Communications in Soil Science and Plant Analysis 29: 1913-1917.

Lehmann, A., Stahr, K. 2007. Nature and significance of anthropogenic urban soils. Journal of Soils and Sediments 7: 247–260.

Li, G., Sun, G.X., Ren, Y., Luo, X.S., Zhu, Y.G. 2018. Urban soil and human health: a review. European Journal of Soil Science 69: 1-20.

Linden, D., Reddy, T.B. 2002. Handbook of batteries. McGraw-Hill.

Liu, L., Liu, Q., Ma, J., Wu, H., Qu, Y., Gong, Y., Yang, S., An, Y., Zhou, Y. 2020. Heavy metal (loid)s in the topsoil of urban parks in Beijing, China- Concentrations, potential sources, and risk assessment. Environmental Pollution 260, 114083.

Ljung, K., Oomen, A., Duits, M., Selinus, O., Berglund, M. 2007. Bioaccessibility of metals in urban playground soils. Journal of Environmental Science and Health Part A: Toxic/Hazardous Substances and Environmental Engineering 42(9):1241-1250.

Llosa, R., Noriega, G., Negro de Aguirre, E., Kesten, E. 1990. Niveles de plomo, cadmio, zinc y cobre en suelos del área metropolitana y suburbana de Buenos Aires. Ciencia del Suelo 1: 3-8.

López, C.M., Piñeiro, A.E., Blanco, G., Vignati, K., Roses, O.E. 2007. Identificación de sitios contaminados con plomo en Buenos Aires y su relación con el reporte de casos de plombemia en las poblaciones de sus alrededores. Acta Toxicológica Argentina 15: 45-46.

López, S., C., Perelman, P.E., Rivara, M., Castro, M.A., Faggi, A. 2006. Características del suelo y concentración de metales a lo largo de un gradiente de urbanización en Buenos Aires, Argentina. Multequina 15: 69-80.

Loska, K., Wiechula, D., Korus, I. 2004. Metal contamination of farming soils affected by industry. Environment International 30: 159-165.

Luo, W., Wang, T., Lu, Y., Giesy, J.P., Shi, y., Zheng, Y., Xing, Y., Wu, G. 2007. Landscape ecology of the Guanting Reservoir, Beijing, China: Multivariate and geostatistical analyses of metals in soils. Environmental Pollution 146 567-576.

Markus, J, McBratney, AB. 2001. A review of the contamination of soil with lead: II. Spatial distribution and risk assessment of soil lead. Environment International, Volume 27, Issue 5, 399-411, ISSN 0160-4120,

Mason, B. 1992. Preparation of soil sampling protocols: sampling techniques and strategies. US EPA, EPA/600/R-92/128. 169 pp.

Mielke, H.W., Reagan, P.L. 1998. Soil is an important pathway of human lead exposure. Environmental Health Perspectives 106: 217-229.

Mijić, Z, Stojić, A, Perišić, M, Rajšić, S, Tasić, M, Radenković, M, Joksić, J. 2010. Seasonal variability and source apportionment of metals in the atmospheric deposition in Belgrade. Atmospheric Environment 44: 3630-3637.

Mitra, P., Sharma, S., Purohit, P., Sharma, P. 2017. Clinical and molecular aspects of lead toxicity: An update. Critical Reviews in Clinical Laboratory Sciences 54: 506-528.

Motelay-Massei, A., Ollivon, D., Tiphagne, K., Garban, B. 2005. Atmospheric bulk deposition of trace metals to the Seine River basin, France- concentrations, sources and evolution from 1988 to 2001 in Paris. Water, Air, and Soil Pollution 164, 119-135.

Müller, G. 1969. Index of geoaccumulation in sediments of the Rhine River. GeoJournal 2: 108-118.

Nriagu, J.O., Pacyna, J.M. 1988. Quantitative assessment of worldwide contamination of air, water and soils by trace metals. Nature 333: 134-139.

Ordóñez, A., Loredo, J., De Miguel, E., Charlesworth, S. 2003. Distribution of Heavy Metals in the Street Dusts and Soils of an Industrial City in Northern Spain. Archives of Environmental Contamination and Toxicology 44: 160-170.

Pan, L., Wang, Y., Ma, J. et al. 2018. A review of heavy metal pollution levels and health risk assessment of urban soils in Chinese cities. Environmental Science and Pollution Research 25, 1055–1069.

Pribyl, D.W. 2010. A critical review of the conventional SOC to SOM conversion factor. Geoderma 156: 75–83.

Pure Earth y Green Cross. 2016. World's Worst Pollution Problems: The Toxics Beneath Our Feet.

Raj, K, Das, AP. 2023. Lead pollution: Impact on environment and human health and approach for a sustainable solution. Environmental Chemistry and Ecotoxicology, Volume 5, 79-85, ISSN 2590-1826.

Rawlins, B.G., Vane, C.H., Kim, A. W., Tye, A. M., Kemp, S.J., Bellamy, P. H. 2008. Methods for estimating types of soil organic carbon and their application to surveys of UK urban areas. Soil Use and Management, March 24: 47–59.

Rodriguez, JH, Salazar, MJ, Steffan, L, Pignata, ML, Franzaring, J, Klumpp, A, Fangmeier, A. 2014. Assessment of Pb and Zn contents in agricultural soils and

soybean crops near to a former battery recycling plant in Córdoba, Argentina. Journal of Geochemical Exploration 145: 129-134.

Rodríguez-Eugenio, N., McLaughlin, M., Pennock, D. 2018. Soil Pollution: a hidden reality. Rome, FAO. 142 pp.

Rothenberg, S.J., Williams, F.A., Delrahim, S., Kraft, M., Lu, M.H., Manalo, M., Sanchez, M., Wooten, D.J., 1996. Blood Lead Levels in Children in South Central Los Angeles. Archives of Environmental Health 51: 383-388.

Sager, M. 2020. Urban Soils and Road Dust—Civilization Effects and Metal Pollution—A Review. Environments 7: 98.

Sakata, M., Tani, Y., Takagi, T. 2008. Wet and dry deposition fluxes of trace elements in Tokyo Bay. Atmospheric Environment 42: 5913-5922.

Samara, C., Voutsa, D. 2005. Size distribution of airborne particulate matter and associated heavy metals in the roadside environment. Chemosphere 59: 1197-1206.

Sargent, J.D., Brown, M.J., Freeman, J.L., Bailey, A. Goodman, D., Freeman, D.H. 1995. Childhood lead poisoning in Massachusetts communities: its association with sociodemographic and housing characteristics. American Journal of Public Health 85: 528-534.

Sharma, K., Basta, N.T., Grewal, P.S. 2015. Soil heavy metal contamination in residential neighborhoods in post-industrial cities and its potential human exposure risk. Urban Ecosystems 18: 115–132.

Sherameti, I., Varma, A. 2015. Heavy Metal Contamination of Soils. Monitoring and Remediation. Springer.

Shotyk, W., Le Roux, G. 2005. Biogeochemistry and Cycling of Lead, En: “Biogeochemical Cycles of the Elements. Volumen 43: Metal Ions in Biological Systems” Sigel, A., Sigel, H. y Sigel, R. K. O. (eds). CRC Press, 240–275.

Skinner, C.D., Salin, E.D. 1995. Determination of lead in soils surrounding a lead-acid battery manufacturer. Water Quality Research Journal 30: 299-304.

Small, M.J., Nunn, A.B., Forslund, B.L., Daily, D.A. 1995. Source attribution of elevated residential soil lead near a battery recycling site. Environmental Science & Technology 29: 883-895.

Steinnes, E., Friedland, A.J. 2006. Metal contamination of natural surface soils from long-range atmospheric transport: Existing and missing knowledge. Environmental Reviews. 14: 169-186.

Su, C, Jiang, LQ, Zhang, WJ. 2014. A review on heavy metal contamination in the soil worldwide: Situation, impact and remediation techniques. Environmental Skeptics and Critics, 2014, 3(2): 24-38.

Sutherland, R.A., Tack, F.M.G., Ziegler, A.D. 2012. Road-deposited sediments in an urban environment: A first look at sequentially extracted element loads in grain size fractions. Journal of Hazardous Materials 225-226: 54-62.

Tate, M.B., Bates, M.H. 1984. Bulk deposition of metals in Tulsa, Oklahoma. Water, Air, and Soil Pollution 22, 15-26.

Tatone, L., Heguilor, S., Speranza, E., Skorupka, C., Colombo, J.C. 2021. Metal geochemistry in suspended and bed sediments of the Salado River basin (Buenos Aires, Argentina). Environmental Earth Sciences 80: 340.

Tatone, L.M., Bilos, C., Skorupka, C.N., Colombo, J.C. 2009. Vertical Fluxes and Accumulation of Trace Metals in Superficial Sediments of the Río de la Plata Estuary, Argentina. Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology 83: 913-919.

Tatone, L.M., Bilos, C., Skorupka, C.N., Colombo, J.C. 2013. Trace Metals in Settling Particles from the Sewage Impacted Buenos Aires Coastal Area in the Río de la Plata Estuary, Argentina. Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology 90: 318-322.

Tatone, L., Bilos, C., Skorupka, C., Cappelletti, N., Colombo, J.C. 2016. Geoquímica urbana en el área Metropolitana de Buenos Aires: metales en partículas atmosféricas sedimentables, sedimentos viales y suelos urbanos. IV Reunión Argentina de Geoquímica de la Superficie, 23 al 25 de noviembre de 2016. Puerto Madryn, Argentina.

Tauber, FA, Martino, HM, Delucchi, D, Sanchez Arrabal, MB, Frediani, JC, Tosi, I. 2009. Informe final del estudio Promoción del Desarrollo Local - Plan Estratégico Zárate. Convenio UNLP - Consejo Federal de Inversiones (https://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/123877/Documento_completo.pdf?sequence=1).

Taylor, S.R. 1964. Abundance of chemical elements in the continental crust: a new table. Geochimica et Cosmochimica Acta 28: 1273-1285.

Thöni, L, Krieg, F, Siewers, U. 1999. Testing the Bergerhoff method to determine the bulk deposition loads of 49 elements. Atmospheric Environment 33: 337-344.

Tripodi, M.A., Muschetto, E., Cueto, G. et al. 2020. Are soft tissues of urban rats good indicators of exposure to heavy metal pollution? A study conducted in one of the most polluted basins of Buenos Aires, Argentina. Environmental Monitoring and Assessment 192, 349.

UNICEF and Pure Earth. 2020. The Toxic Truth: Children's Exposure to Lead Pollution Undermines a Generation of Future Potential.

USEPA (United States Environmental Protection Agency) (1989) Risk Assessment Guidance for Superfund (RAGS): volume I. Human Health Evaluation Manual (HHEM)-part A, baseline risk assessment. Washington DC: Office of Emergency and Remedial Response. [EPA/540/1–89/002]

Wedepohl, K.H. 1995. The composition of the continental crust. Geochimica et Cosmochimica Acta 59: 1217-1232.

Weissmannová, H.D., Pavlovský, J. 2017. Indices of soil contamination by heavy metals – methodology of calculation for pollution assessment (minireview). Environmental Monitoring and Assessment 189, 616.

WHO, World Health Organization. 2022. www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/lead-poisoning-and-health. Acceso julio 2023.

Wong, C.S.C., Li, X.D., Zhang, G., Qi, S.H., Peng, X.Z. 2003. Atmospheric deposition of heavy metals in the Pearl River Delta, China. Atmospheric Environment 37, 767-776.

Wong, C.S.C., Li, X., Thornton, I. 2006. Urban environmental geochemistry of trace metals. Environmental Pollution 142: 1-16.

Yang, J-L., Yuan, D-G., Zhao, Y-G., He, Y., Zhang, G-L. 2021. Stoichiometric relations of C, N, and P in urban top soils in Nanjing, China, and their biogeochemical implications. Journal of Soils and Sediments 21: 2154–2164.

Yeh, C.Y., Chiu, H.Y., Chen, R.Y., Yeh, K.H., Jeng, W.L., Han, B.C. 1996. Monitoring lead pollution near a storage battery recycling plant in Taiwan, Republic of China. Archives of Environmental Contamination and Toxicology 30: 227-234.

Zwolak, A., Sarzyńska, M., Szpyrka, E. et al. 2019. Sources of Soil Pollution by Heavy Metals and Their Accumulation in Vegetables: a Review. Water, Air, & Soil Pollution 230, 164.

ANEXO I. REPORTES DE SALIDAS DE CAMPO

1) Reporte de salida de campo La Plata
2) Reporte de salida de campo La Matanza
3) Reporte de salida de campo La Matanza, Hurlingham y Tres de Febrero
4) Reporte de salida de campo Morón e Ituzaingo
5) Reporte de salida de campo Merlo
6) Reporte de salida de campo Moreno
7) Reporte de salida de campo San Martín
8) Reporte de salida de campo San Miguel, José C. Paz y Malvinas Argentinas
9) Reporte de salida de campo Mercedes y Luján
10) Reporte de salida de campo Pergamino y Pilar
11) Reporte de salida de campo Escobar, Zárate y San Nicolás
12) Reporte de salida de campo Ayacucho, Tandil y General Pueyrredón
13) Reporte de salida de campo Olavarría y Bahía Blanca
14) Reporte de salida de campo Vicente López, San Isidro, San Fernando y Tigre

Mapa de riesgo ambiental para sitios potencialmente contaminados con plomo y otros metales pesados en la provincia de Buenos Aires

Reporte de salida de campo

- Nombres de los participantes: Gastón Bonamino y Leandro Tatone
- Días en campo: 1
- Lugar: La Plata (14/08/2024)
- Kilómetros recorridos: 86 km
- Desarrollo de las tareas realizadas: muestreo de suelos superficiales en 4 estaciones
- Fotografías



Aluar



Plaza San Antonio



Parque Recreativo Lisandro Olmos

Mapa de riesgo ambiental para sitios potencialmente contaminados con plomo y otros metales pesados en la provincia de Buenos Aires

Reporte de salida de campo

- Nombres de los participantes: Martina Palladino, Eric Speranza, Paula Villalba y Leandro Tatone
- Días en campo: 1 (19/08/2024)
- Lugar: La Matanza
- Kilómetros recorridos: 150 km
- Desarrollo de las tareas realizadas: muestreo de suelos superficiales en 6 estaciones
- Fotografías



Plaza San Alberto



Plaza Ejercito de los Andes



Parque industrial La Matanza

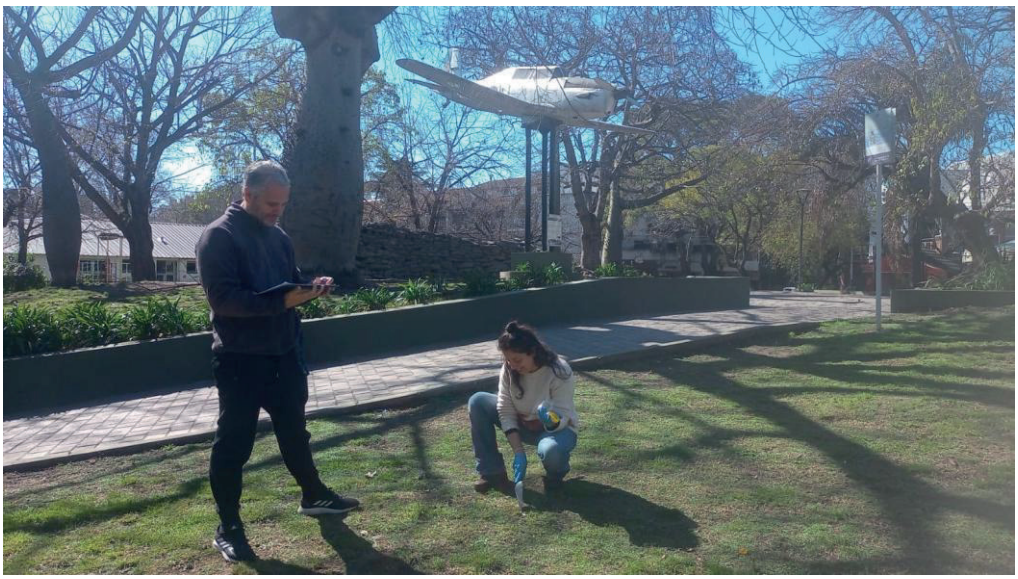
Mapa de riesgo ambiental para sitios potencialmente contaminados con plomo y otros metales pesados en la provincia de Buenos Aires

Reporte de salida de campo

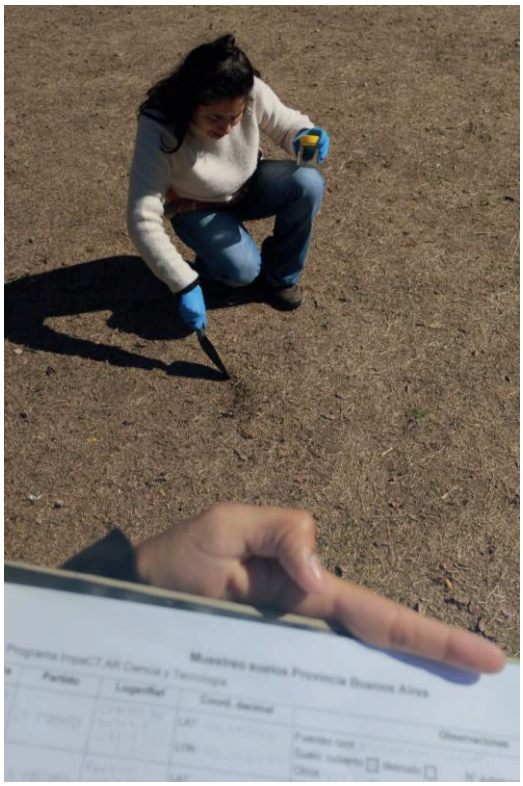
- Nombres de los participantes: Martina Palladino, Eric Speranza, Paula Villalba y Leandro Tatone
- Días en campo: 1 (26/08/2024)
- Lugar: La Matanza, Hurlingham y Tres de Febrero
- Kilómetros recorridos: 160 km
- Desarrollo de las tareas realizadas: muestreo de suelos superficiales en 12 estaciones
- Fotografías



Plaza San Leonardo Murialdo



Plaza de Los Aviadores



Plaza Hurlingham

Mapa de riesgo ambiental para sitios potencialmente contaminados con plomo y otros metales pesados en la provincia de Buenos Aires

Reporte de salida de campo

- Nombres de los participantes: Martina Palladino, Paula Villalba y Leandro Tatone
- Días en campo: 1 (06/09/2024)
- Lugar: Morón e Ituzaingó
- Kilómetros recorridos: 140 km
- Desarrollo de las tareas realizadas: muestreo de suelos superficiales en 6 estaciones

Municipio	LAT	LONG	Descripción
Morón	-34,653012	-58,646156	Plaza del Vagón, Castelar
Morón	-34,662696	-58,652670	IMAP SRL Todo en plomo
Morón	-34,639982	-58,607888	Parque industrial Morón
Morón	-34,680285	-58,624082	Plaza Monumento a la Bandera
Ituzaingó	-34,658088	-58,666952	Plaza Ituzaingó
Ituzaingó	-34,646658	-58,704942	Plaza Eva Perón

- Fotografías



Parque Industrial Morón



Plaza Monumento a la Bandera



Plaza del Vagón

Mapa de riesgo ambiental para sitios potencialmente contaminados con plomo y otros metales pesados en la provincia de Buenos Aires

Reporte de salida de campo

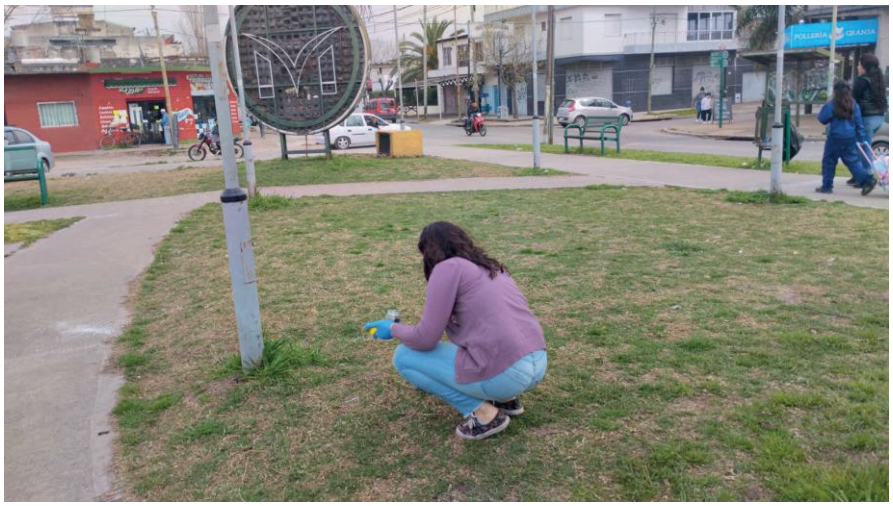
- Nombres de los participantes: Martina Palladino, Paula Villalba y Leandro Tatone
- Días en campo: 1 (09/09/2024)
- Lugar: Merlo
- Kilómetros recorridos: 160 km
- Desarrollo de las tareas realizadas: muestreo de suelos superficiales en 6 estaciones

Municipio	LAT	LONG	Descripción
Merlo	-34,692420	-58,740760	Plaza Manuel Belgrano
Merlo	-34,682542	-58,728607	Plaza Eva Perón
Merlo	-34,685270	-58,691048	Parque de la Unidad Nacional
Merlo	-34,646217	-58,766265	Plaza del Pueblo
Merlo	-34,664885	-58,728078	Plaza Néstor Kirchner
Merlo	-34,693585	-58,729813	Plaza Inclusiva Tobi Argañaraz

- Fotografías



Parque de la Unidad Nacional



Plaza inclusiva Tobi Argañaraz



Plaza Manuel Belgrano

Mapa de riesgo ambiental para sitios potencialmente contaminados con plomo y otros metales pesados en la provincia de Buenos Aires

Reporte de salida de campo

- Nombres de los participantes: Paula Villalba, Gastón Bonamino y Eric Speranza
- Días en campo: 1 (11/09/2024)
- Lugar: Moreno
- Kilómetros recorridos: 210 km
- Desarrollo de las tareas realizadas: muestreo de suelos superficiales en 7 estaciones

Municipio	LAT	LONG	Descripción
Moreno	-34,651545	-58,790074	Plaza Moreno
Moreno	-34,619887	-58,726274	Parque industrial del Buen Ayre
Moreno	-34,567901	-58,854855	Parque industrial del Oeste
Moreno	-34,571220	-58,794296	Basural Calle Ricchieri
Moreno	-34,603017	-58,798874	Plaza Lomas de Moreno
Moreno	-34,629796	-58,832533	Plaza Cortejarena
Moreno	-34,610252	-58,753523	Parque industrial Moreno

- Fotografías



Parque industrial Buen Ayre



Basural calle Ricchieri



Plaza Cortejarena

Mapa de riesgo ambiental para sitios potencialmente contaminados con plomo y otros metales pesados en la provincia de Buenos Aires

Reporte de salida de campo

- Nombres de los participantes: Martina Palladino, Paula Villalba y Leandro Tatone
- Días en campo: 1 (16/09/2024)
- Lugar: San Martín
- Kilómetros recorridos: 150 km
- Desarrollo de las tareas realizadas: muestreo de suelos superficiales en 7 estaciones

Municipio	LAT	LONG	Descripción
General San Martín	-34,577513	-58,537682	Plaza San Martín
General San Martín	-34,550418	-58,547869	Plaza Argentina Villa Ballester
General San Martín	-34,524678	-58,588277	Basural del depósito judicial José L Suarez
General San Martín	-34,540684	-58,562618	Plaza Mitre
General San Martín	-34,579360	-58,550391	UnionBat
General San Martín	-34,557888	-58,587888	Grupo Alear
General San Martín/Tigre	-34,544050	-58,603009	CEAMSE Norte 3

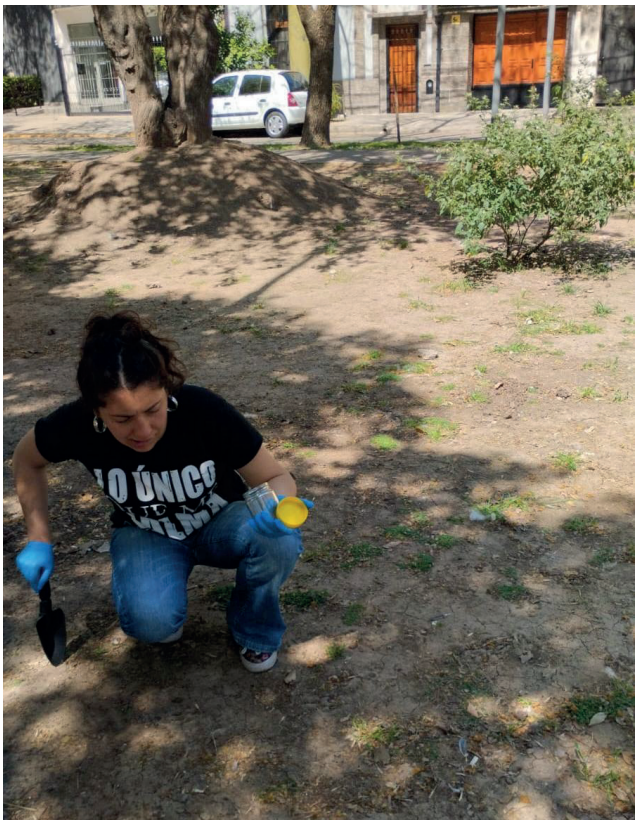
- Fotografías



Plaza San Martín



Basural



Plaza Argentina

Mapa de riesgo ambiental para sitios potencialmente contaminados con plomo y otros metales pesados en la provincia de Buenos Aires

Reporte de salida de campo

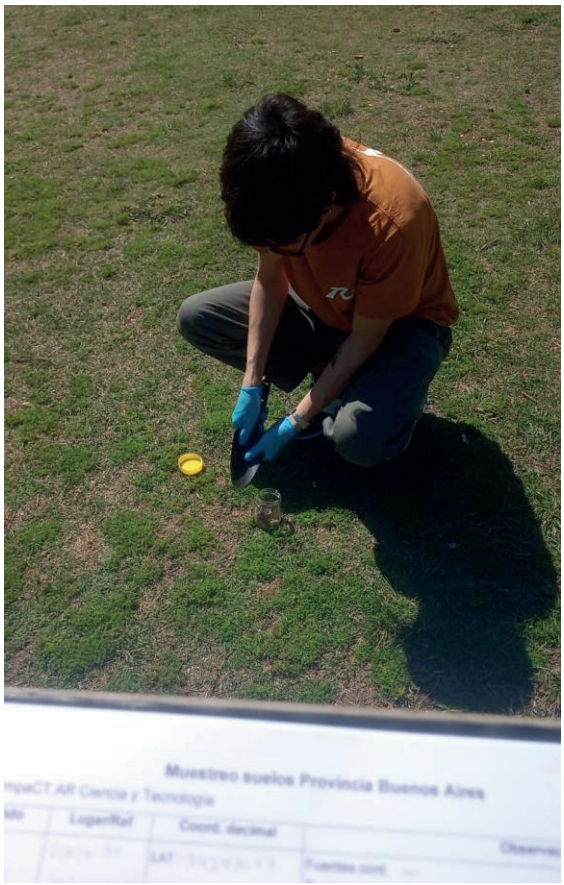
- Nombres de los participantes: Gastón Bonamino, Paula Villalba y Leandro Tatone
- Días en campo: 1 (27/09/2024)
- Lugar: San Miguel, José C. Paz y Malvinas Argentinas
- Kilómetros recorridos: 230 km
- Desarrollo de las tareas realizadas: muestreo de suelos superficiales en 7 estaciones

Municipio	LAT	LONG	Descripción
Malvinas Argentinas	-34,473862	-58,731834	Ex basural Reserva Natural La Juanita
Malvinas Argentinas	-34,488923	-58,726649	Rotonda de Grand Bourg
Malvinas Argentinas	-34,522320	-58,701134	Universidad Nacional de Gral. Sarmiento
San Miguel	-34,543013	-58,712223	Plaza San Miguel
San Miguel	-34,561794	-58,748175	Plaza Irigoin
José C. Paz	-34,522926	-58,751786	Plaza Belgrano
José C. Paz	-34,508045	-58,823208	Basural Ayo. Pinazo

- Fotografías



Basural Reserva natural la Juanita



Plaza Irigoin



Plaza Belgrano

Mapa de riesgo ambiental para sitios potencialmente contaminados con plomo y otros metales pesados en la provincia de Buenos Aires

Reporte de salida de campo

- Nombres de los participantes: Gastón Bonamino, Martina Palladino y Leandro Tatone
- Días en campo: 1 (04/10/2024)
- Lugar: Mercedes y Luján
- Kilómetros recorridos: 310 km
- Desarrollo de las tareas realizadas: muestreo de suelos superficiales en 5 estaciones

Municipio	LAT	LONG	Descripción
Luján	-34,523030	-59,119379	Basural Luján 1
Luján	-34,522412	-59,118025	Basural Luján 2
Luján	-34,566701	-59,115291	Plaza Colón
Mercedes	-34,632453	-59,394538	MERPLAC
Mercedes	-34,650481	-59,431240	Plaza San Martín

- Fotografías



MERPLAC



Basural Luján



Plaza Colón

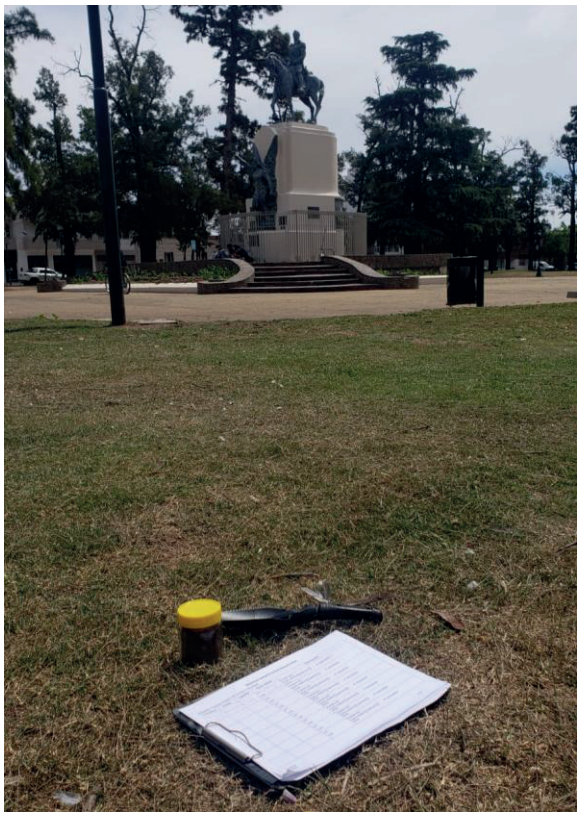
Mapa de riesgo ambiental para sitios potencialmente contaminados con plomo y otros metales pesados en la provincia de Buenos Aires

Reporte de salida de campo

- Nombres de los participantes: Gastón Bonamino, Paula Villalba y Leandro Tatone
- Días en campo: 1 (09/10/2024)
- Lugar: Pergamino y Pilar
- Kilómetros recorridos: 550 km
- Desarrollo de las tareas realizadas: muestreo de suelos superficiales en 5 estaciones

Municipio	LAT	LONG	Descripción
Pilar	-34,459130	-58,914250	Plaza 12 de Octubre
Pilar	-34,408221	-58,969114	Parque industrial Pilar
Pilar	-34,446388	-58,971132	Plaza de los Colores
Pergamino	-33,891531	-60,574564	Plaza 25 de Mayo
Pergamino	-33,906688	-60,573053	Parque Municipal Pergamino

- Fotografías



Plaza 25 de Mayo



Parque Municipal Pergamino



Parque Industrial Pilar

Mapa de riesgo ambiental para sitios potencialmente contaminados con plomo y otros metales pesados en la provincia de Buenos Aires

Reporte de salida de campo

- Nombres de los participantes: Eric Speranza y Leandro Tatone
- Días en campo: 2 (21/10/2024 al 22/10/2024)
- Lugar: Escobar, Zárate y San Nicolás
- Kilómetros recorridos: 625 km
- Desarrollo de las tareas realizadas: muestreo de suelos superficiales en 9 estaciones

Municipio	LAT	LONG	Descripción
Escobar	-34,346540	-58,794231	Plaza San Martín
Escobar	-34,432657	-58,721370	Parque industrial Garín
Escobar	-34,333027	-58,764990	Plaza de Juegos Barrio el Candil
San Nicolás	-33,383758	-60,131687	Siderar
San Nicolás	-33,358265	-60,163031	Camping Somisa
San Nicolás	-33,330732	-60,208413	Parque San Martín
Zárate	-34,095503	-59,023979	Plaza Mitre
Zárate	-34,078807	-59,044527	Ex fábrica Meteor
Zárate	-34,088389	-59,064952	Parque Industrial Zárate

- Fotografías



Parque Industrial San Nicolás



Ex Meteor



Parque Industrial Garin

Mapa de riesgo ambiental para sitios potencialmente contaminados con plomo y otros metales pesados en la provincia de Buenos Aires

Reporte de salida de campo

- Nombres de los participantes: Gastón Bonamino y Martina Palladino
- Días en campo: 3 (25/10/2024 al 27/10/2024)
- Lugar: Ayacucho, Tandil y General Pueyrredón
- Kilómetros recorridos: 1200 km
- Desarrollo de las tareas realizadas: muestreo de suelos superficiales en 14 estaciones

Municipio	LAT	LONG	Descripción
General Pueyrredón	-38,068152	-57,646679	Predio disposición de residuos MDQ
General Pueyrredón	-37,997835	-57,549286	Plaza San Martín MDQ
General Pueyrredón	-38,051026	-57,538591	Zona industrial Puerto MDQ
General Pueyrredón	-38,006903	-57,665159	Parque industrial Savio
General Pueyrredón	-38,023275	-57,528865	Parque San Martín
Tandil	-37,280910	-59,192371	Relleno sanitario Tandil
Tandil	-37,329218	-59,136811	Plaza Independencia
Tandil	-37,322459	-59,131333	Plaza de las Carretas
Tandil	-37,326693	-59,147565	Plaza San Martín
Tandil	-37,290946	-59,179666	Fundalum
Tandil	-37,291218	-59,195316	Parque Industrial
Tandil	-37,311794	-59,147237	Metalúrgica Tandil
Ayacucho	-37,152261	-58,501378	Baterías Mateo Hnos.
Ayacucho	-37,152954	-58,487903	Plaza San Martín

- Fotografías



Polo Ambiental Mar del Plata



Plaza San Martín



Zona industrial Puerto MDQ

Mapa de riesgo ambiental para sitios potencialmente contaminados con plomo y otros metales pesados en la provincia de Buenos Aires

Reporte de salida de campo

- Nombres de los participantes: Eric Speranza
- Días en campo: 3 (31/10 al 2/11/2024)
- Lugar: Olavarría y Bahía Blanca
- Kilómetros recorridos: 1410 km
- Desarrollo de las tareas realizadas: muestreo de suelos superficiales en 8 estaciones

Municipio	LAT	LONG	Descripción
Bahía Blanca	-38,717960	-62,265570	Plaza Rivadavia
Bahía Blanca	-38,758494	-62,284314	Parque industrial
Bahía Blanca	-38,701570	-62,320740	Industrias Metalúrgicas Don Bosco
Bahía Blanca	-38,775410	-62,263630	Plaza Malvinas Argentinas
Olavarría	-36,893696	-60,323307	Plaza Cnel. Olavarría
Olavarría	-36,885393	-60,338345	Parque Eva Perón
Olavarría	-36,910461	-60,319291	Plaza Juana Azurduy
Olavarría	-36,919405	-60,319751	Parque Avellaneda

- Fotografías



Plaza Rivadavia



Parque Industrial Bahía Blanca



Industrias Metalúrgicas Don Bosco

Mapa de riesgo ambiental para sitios potencialmente contaminados con plomo y otros metales pesados en la provincia de Buenos Aires

Reporte de salida de campo

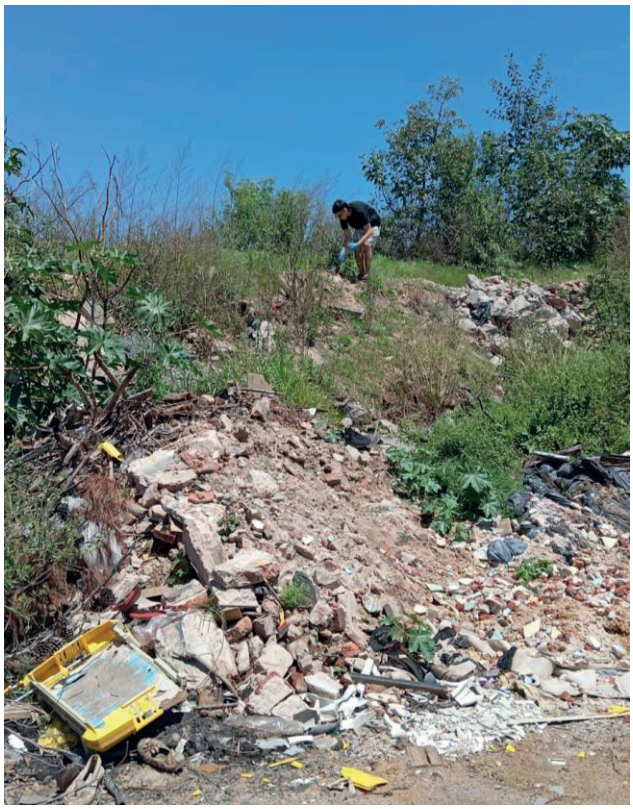
- Nombres de los participantes: Gastón Bonamino, Paula Villalba y Leandro Tatone
- Días en campo: 1 (06/11/2024)
- Lugar: Vicente López, San Isidro, San Fernando y Tigre
- Kilómetros recorridos: 170 km
- Desarrollo de las tareas realizadas: muestreo de suelos superficiales en 10 estaciones

Municipio	LAT	LONG	Descripción
Tigre	-34,424593	-58,575518	Plaza San Martín
Tigre	-34,439435	-58,603891	Parque industrial Tigre
Tigre	-34,454761	-58,633798	Plaza Gral. Pacheco
Tigre	-34,493354	-58,639177	Plaza Alvear
San Isidro	-34,466050	-58,509218	Plaza Mitre
San Isidro	-34,476701	-58,526088	Plaza Alsina
Vicente López	-34,533293	-58,464743	Plaza Circular
Vicente López	-34,524731	-58,473041	Plaza Combatientes de Malvinas
San Fernando	-34,461644	-58,586937	Basural frente aeropuerto
San Fernando	-34,440800	-58,558231	Plaza Mitre

- Fotografías



Parque industrial Tigre

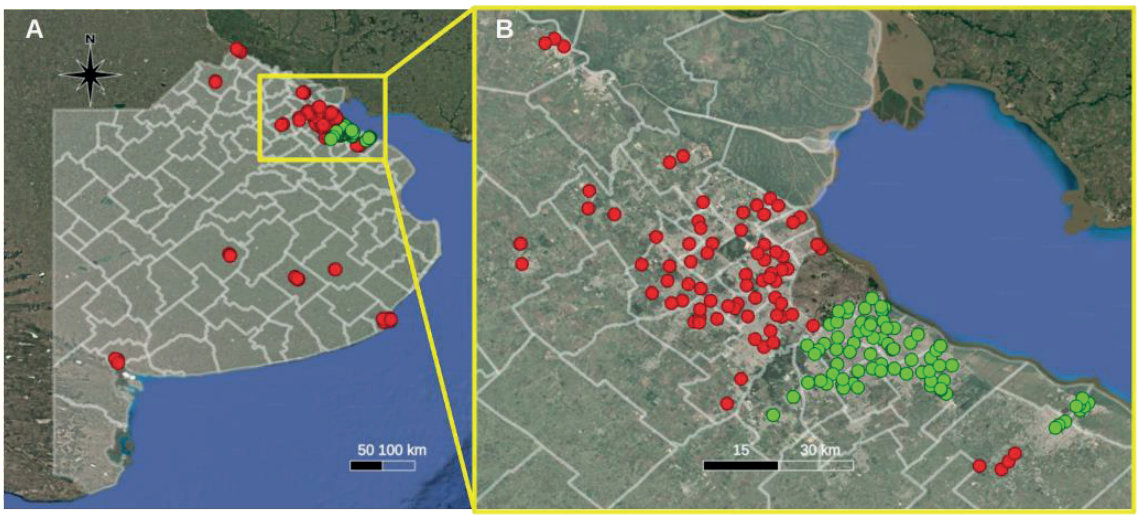


Basural San Fernando



Plaza Mitre (San Isidro)

ANEXO II. SITIOS DE MUESTREO EN TODO EL TERRITORIO DE LA PROVINCIA DE BUENOS AIRES



A. Puntos de muestreo en todo el territorio de la Provincia de Buenos Aires (los puntos verdes indican sitios ya muestreados en el proyecto ImpaCT.AR desafío N° 149, los rojos indican sitios muestreados en este proyecto). **B**. Detalle de los sitios de muestreo en el Área Metropolitana de Buenos Aires.

ANEXO III. REPORTES DE SALIDAS DE CAMPO EN SITIOS CRITICOS

1) **Reporte de salida de campo Florencio Varela**
2) **Reporte de salida de campo San Martín y Morón**
3) **Reporte de salida de campo Carmen de Areco y Mercedes**
4) **Reporte de salida de campo Zárate**
5) **Reporte de salida de campo Lanús**
6) **Reporte de salida de campo Magdalena**

Mapa de riesgo ambiental para sitios potencialmente contaminados con plomo y otros metales pesados en la provincia de Buenos Aires

Reporte de salida de campo

- Nombres de los participantes: Eric Speranza, Leandro Tatone, Gaston Bonamino y Paula Villalba
- Días en campo: 3 (6/12/2024, 19/12/2024 y 27/12/2024)
- Lugar: Florencio Varela
- Kilómetros recorridos: 98 km
- Desarrollo de las tareas realizadas: muestreo de partículas sedimentables en 2 estaciones, muestreo de suelos superficiales en 3 estaciones y muestreo de sedimento vial en 1 estación.

Muestreo de partículas sedimentables:

Municipio	Descripción	LAT	LONG	Inicio	Fin
Florencio Varela	Baterías Champion	-34,818959	-58,225472	06/12/2024	19/12/2024
Florencio Varela	Baterías Champion	-34,820271	-58,223833	06/12/2024	19/12/2024

Muestreo de suelos y sedimento vial:

Municipio	Descripción	LAT	LONG
Florencio Varela	Baterías Champion sedimento vial	-34,818903	-58,225330
Florencio Varela	Baterías Champion suelo T1	-34,818613	-58,224441
Florencio Varela	Baterías Champion suelo T2	-34,815348	-58,225161
Florencio Varela	Baterías Champion suelo T3	-34,810958	-58,226463

- Fotografías



Colector de partículas atmosféricas en las adyacencias de la planta de Baterías Champion.



Muestreo de suelo en cercanías de la fábrica de Baterías Champion (T2).



Muestreo de suelo en cercanías de la fábrica de Baterías Champion (T3).

Mapa de riesgo ambiental para sitios potencialmente contaminados con plomo y otros metales pesados en la provincia de Buenos Aires

Reporte de salida de campo

- Nombres de los participantes: Eric Speranza, Leandro Tatone, Martina Palladino y Paula Villalba
- Días en campo: 2 (9/12/2024 y 26/12/2024)
- Lugar: San Martín y Morón
- Kilómetros recorridos: 300 km
- Desarrollo de las tareas realizadas: muestreo de partículas sedimentables en 7 estaciones, muestreo de suelos superficiales en 6 estaciones y muestreo de sedimento vial en 2 estaciones.

Muestreo de partículas sedimentables

Municipio	Descripción	LAT	LONG	Inicio	Fin
General San Martín	UnionBat	-34,579289	-58,549515	09/12/2024	26/12/2024
General San Martín	UnionBat	-34,578904	-58,549197	09/12/2024	26/12/2024
General San Martín	UnionBat	-34,578563	-58,549681	09/12/2024	26/12/2024
Morón	IMAP SRL	-34,662804	-58,632986	09/12/2024	26/12/2024
Morón	IMAP SRL	-34,662804	-58,632986	09/12/2024	26/12/2024
Morón	IMAP SRL	-34,662804	-58,632986	09/12/2024	26/12/2024
Morón	IMAP SRL	-34,662690	-58,633191	09/12/2024	26/12/2024

Muestreo de suelos y sedimento vial

Municipio	Descripción	LAT	LONG
General San Martín	UnionBat sedimento vial	-34,579284	-58,550469
General San Martín	UnionBat suelo T1	-34,577678	-58,550800
General San Martín	UnionBat suelo T2	-34,573250	-58,551091
General San Martín	UnionBat suelo T3	-34,568009	-58,551887
Morón	IMAP SRL sedimento vial	-34,662714	-58,632621
Morón	IMAP SRL suelo T1	-34,661940	-58,632810
Morón	IMAP SRL suelo T2	-34,657683	-58,632753
Morón	IMAP SRL suelo T3	-34,653043	-58,632859

- Fotografías



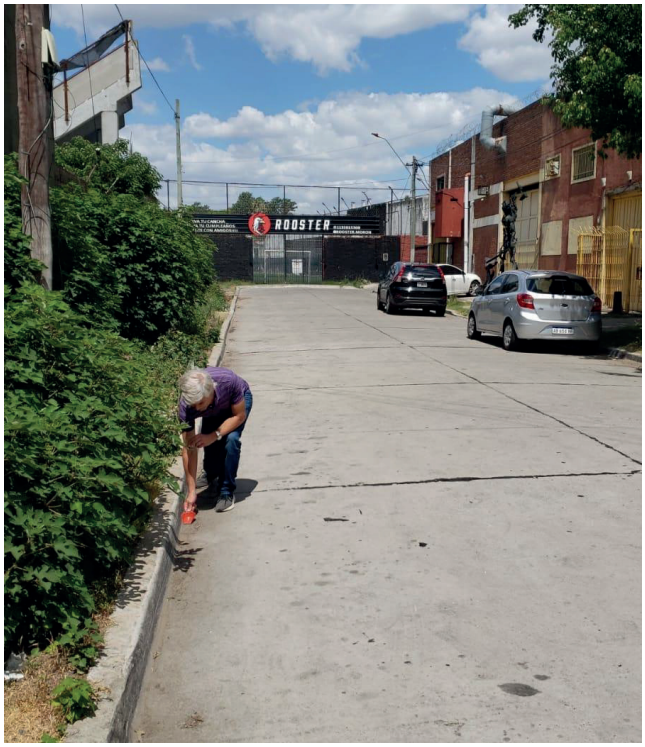
Colector de partículas atmosféricas en IMAP SRL



Colector de partículas atmosféricas en UnionBat



Muestreo de suelo en UnionBat T1



Muestreo de sedimento vial en IMAP SRL

Mapa de riesgo ambiental para sitios potencialmente contaminados con plomo y otros metales pesados en la provincia de Buenos Aires

Reporte de salida de campo

- Nombres de los participantes: Eric Speranza y Leandro Tatone,
- Días en campo: 3 (15/12/2024, 20/12/2024 y 9/1/2025)
- Lugar: Carmen de Areco y Mercedes
- Kilómetros recorridos: 950 km
- Desarrollo de las tareas realizadas: muestreo de partículas sedimentables en 4 estaciones, muestreo de suelos superficiales en 3 estaciones y muestreo de sedimento vial en 1 estación.

Muestreo de partículas sedimentables:

Municipio	Descripción	LAT	LONG	Inicio	Fin
Carmen de Areco	Sitio de referencia	-34,425201	-59,695590	15/12/2024	9/1/2025
Carmen de Areco	Sitio de referencia	-34,465351	-59,697677	15/12/2024	9/1/2025
Mercedes	Operadora Merplac S.A.	-34,632210	-59,393860	20/12/2024	9/1/2025
Mercedes	Operadora Merplac S.A.	-34,632760	-59,394490	20/12/2024	9/1/2025

Muestreo de suelos y sedimento vial:

Municipio	Descripción	LAT	LONG
Mercedes	Operadora Merplac S.A. sedimento vial	-34,63315	-59,39487
Mercedes	Operadora Merplac S.A. suelo T1	-34,63336	-59,39503
Mercedes	Operadora Merplac S.A. suelo T2	-34,63422	-59,39874
Mercedes	Operadora Merplac S.A. suelo T3	-34,63734	-59,40577

- Fotografías



Colector de partículas atmosféricas en un sitio de referencia del Municipio de Carmen de Areco.



Colector de partículas atmosféricas en un sitio de referencia del Municipio de Carmen de Areco.



Colector de partículas atmosféricas en las adyacencias de la planta de Operadora Merplac S.A.



Muestreo de suelo en cercanías de la Operadora Merplac S.A. (T1).

Mapa de riesgo ambiental para sitios potencialmente contaminados con plomo y otros metales pesados en la provincia de Buenos Aires

Reporte de salida de campo

- Nombres de los participantes: Eric Speranza, Leandro Tatone y Martina Palladino
- Días en campo: 2 (23/12/2024 y 15/1/2025)
- Lugar: Zárate
- Kilómetros recorridos: 530 km
- Desarrollo de las tareas realizadas: muestreo de partículas sedimentables en 3 estaciones, muestreo de suelos superficiales en 5 estaciones y muestreo de sedimento vial en 1 estación.

Muestreo de partículas sedimentables:

Municipio	Descripción	LAT	LONG	Inicio	Fin
Zarate	Ex Fabrica Meteor	-34,078701	-59,044622	23/12/2024	15/1/2025
Zarate	Ex Fabrica Meteor	-34,078971	-59,045124	23/12/2024	15/1/2025
Zarate	Ex Fabrica Meteor	-34,079515	-59,046137	23/12/2024	15/1/2025

Muestreo de suelos y sedimento vial:

Municipio	Descripción	LAT	LONG
Zarate	Ex Fabrica Meteor, sedimento vial	-34,076759	-59,046951
Zarate	Ex Fabrica Meteor, suelo T0	-34,078245	-59,044922
Zarate	Ex Fabrica Meteor, suelo T1	-34,079625	-59,046905
Zarate	Ex Fabrica Meteor, suelo T2	-34,079667	-59,048501
Zarate	Ex Fabrica Meteor, suelo T3	-34,080837	-59,050240
Zarate	Ex Fabrica Meteor, suelo T4	-34,082167	-59,053958

- Fotografías



Colector de partículas atmosféricas en las adyacencias de la ex Fabrica Meteor, Municipio de Zárate.



Muestreo de suelo en cercanías de la de la ex Fabrica Meteor, Municipio de Zárate (T1).



Muestreo de suelo en cercanías de la de la ex Fabrica Meteor, Municipio de Zárate (T2).

Mapa de riesgo ambiental para sitios potencialmente contaminados con plomo y otros metales pesados en la provincia de Buenos Aires

Reporte de salida de campo

- Nombres de los participantes: Eric Speranza, Leandro Tatone y Martina Palladino
- Días en campo: 2 (24/12/2024 y 13/1/2025)
- Lugar: Lanús
- Kilómetros recorridos: 55 km
- Desarrollo de las tareas realizadas: muestreo de partículas sedimentables en 2 estaciones, muestreo de suelos superficiales en 3 estaciones y muestreo de sedimento vial en 1 estación.

Muestreo de partículas sedimentables:

Municipio	Descripción	LAT	LONG	Inicio	Fin
Lanús	Industrias Deriplom S.A.	-34,715671	-58,358857	24/12/2024	13/1/2025
Lanús	Industrias Deriplom S.A.	-34,715441	-58,359156	24/12/2024	13/1/2025

Muestreo de suelos y sedimento vial:

Municipio	Descripción	LAT	LONG
Lanús	Industrias Deriplom S.A. sedimento vial	-34,714830	-58,358079
Lanús	Industrias Deriplom S.A. suelo T1	-34,714063	-58,358617
Lanús	Industrias Deriplom S.A. suelo T2	-34,712012	-58,356441
Lanús	Industrias Deriplom S.A. suelo T3	-34,704718	-58,359106

- Fotografías



Colector de partículas atmosféricas en las adyacencias de la planta de Industrias Deriplom S.A.



Muestreo de suelo en cercanías de la fábrica de Industrias Deriplom S.A. (T2).



Muestreo de suelo en cercanías de la fábrica de Industrias Deriplom S.A. (T3).

Mapa de riesgo ambiental para sitios potencialmente contaminados con plomo y otros metales pesados en la provincia de Buenos Aires

Reporte de salida de campo

- Nombres de los participantes: Eric Speranza y Leandro Tatone.
- Días en campo: 2 (29/12/2024 y 14/1/2025)
- Lugar: Magdalena
- Kilómetros recorridos: 320 km
- Desarrollo de las tareas realizadas: muestreo de partículas sedimentables en 1 estación (2 muestreadores).

Muestreo de partículas sedimentables:

Municipio	Descripción	LAT	LONG	Inicio	Fin
Magdalena	Sitio de referencia	-35,07113	-57,77100	29/12/2024	14/1/2025

- Fotografías



Colector de partículas atmosféricas en un área remota del Municipio de Magdalena.

ANEXO IV. VALORES INDIVIDUALES DE LOS PARAMETROS ANALIZADOS

Suelos del muestreo general:

Municipio	Latitud	Longitud	Categoría	Descripción	Suelo	Juegos infantiles	Escuelas	Posibles fuentes de contaminación	MO %	pH	Arcillas %	Limos %	Arenas %
La Matanza	-34,680845	-58,550277	Metalúrgica/fundidora	Grupo DEMA, Fundiciones San Justo	Cubierto	0	0	Múltiples fabricas	7.20	7.60	7.01	48.00	44.99
La Matanza	-34,676082	-58,527638	Fábrica de baterías	Prestolite Indiel Lomas del Mirador	Cubierto	0	0	Fabrica	14.00	6.71	8.03	62.37	29.59
La Matanza	-34,677663	-58,560922	Plaza	Plaza San Martín	Cubierto	1	1	Avenidas muy transitadas	8.00	7.38	13.80	72.77	13.43
La Matanza	-34,639483	-58,564675	Plaza	Plaza Sarmiento Ramos Mejía	Cubierto	1	1	Avenida	6.30	6.92	14.82	69.71	15.47
La Matanza	-34,746441	-58,589158	Plaza	Plaza Ejercito de los Andes	Cubierto	1	0		8.90	6.30	12.57	68.13	19.30
La Matanza	-34,729634	-58,608561	Plaza	Plaza Mariano Moreno/El 26	Cubierto	1	1		5.40	8.34	15.48	67.22	17.30
La Matanza	-34,711671	-58,574647	Plaza	Plaza San Alberto	Cubierto	1	1		6.70	8.14	14.48	67.84	17.68
La Matanza	-34,869034	-58,669230	Parque industrial con metalúrgicas	Parque industrial La Matanza	Cubierto	0	0	Fabricas varias	9.40	6.77	14.75	69.47	15.78
La Matanza	-34,736723	-58,568920	Parque industrial con metalúrgicas	Parque industrial Venecia	Cubierto	0	0	Múltiples fabricas	5.90	8.05	16.78	69.03	14.19
La Matanza	-34,700459	-58,482411	Plaza	Plazoleta República de Bolivia	Desnudo	0	0	Avenida	6.90	7.60	14.14	64.29	21.56
La Matanza	-34,652342	-58,551459	Plaza	Plaza Bomberitos	Desnudo	1	0	Avenida	5.30	7.97	18.02	68.34	13.65
La Matanza	-34,815550	-58,638757	Metalúrgica/fundidora	Centro de baterías Virrey del Pino	Cubierto	0	0	Avenida muy transitada, Fabrica	8.90	7.68	13.60	68.74	17.66
La Plata	-35,011613	-58,072772	Plaza	Plaza San Antonio	Cubierto	1	0		13.90	5.54	14.54	77.61	7.84
La Plata	-34,994671	-58,056958	Plaza	Parque Recreativo Lisandro Olmos	Cubierto	1	0		12.40	5.71	13.46	75.35	11.19
La Plata	-34,977235	-58,043048	Plaza	Plaza Santa Rosa	Cubierto	0	0		13.70	5.73	14.91	76.01	9.07
La Plata	-35,003992	-58,120346	Metalúrgica/fundidora	Aluar	Cubierto	0	0	Ruta, Complejo industrial	13.20	6.23	14.40	72.26	13.34
General Pueyrredón	-38,068152	-57,646679	Basural	Predio disposición de residuos MDQ	Cubierto	0	0	Chatarra	15.50	6.12	13.02	68.17	18.81
General Pueyrredón	-37,997835	-57,549286	Plaza	Plaza San Martín MDQ	Cubierto	1	0	Avenidas muy transitadas	11.30	6.66	12.28	63.88	23.85
General Pueyrredón	-38,051026	-57,538591	Parque industrial con metalúrgicas	Zona industrial Puerto MDQ	Cubierto	0	0	Chatarra, Múltiples fabricas	6.30	7.40	6.11	41.93	51.96
General Pueyrredón	-38,006903	-57,665159	Parque industrial con metalúrgicas	Parque industrial Savio	Cubierto	0	0	Múltiples fabricas	10.60	6.40	11.69	62.97	25.34
General Pueyrredón	-38,023275	-57,528865	Plaza	Parque San Martín	Cubierto	0	0	Avenida	16.70	7.04	11.54	71.13	17.32

Municipio	Latitud	Longitud	Categoría	Descripción	Suelo	Juegos infantiles	Escuelas	Posibles fuentes de contaminación	MO %	pH	Arcillas %	Limos %	Arenas %
Merlo	-34,692420	-58,740760	Plaza	Plaza Manuel Belgrano	Cubierto	1	0		8.50	7,39	14,43	71,51	14,06
Merlo	-34,682542	-58,728607	Plaza	Plaza Eva Perón (La Rotonda)	Cubierto	1	0		11.20	6.20	10.73	73.41	15.87
Merlo	-34,685270	-58,691048	Plaza	Parque de la Unidad Nacional	Cubierto	1	0		8.40	7.64	12.45	69.50	18.05
Merlo	-34,646217	-58,766265	Plaza	Plaza del Pueblo	Cubierto	0	0	Avenida	11.50	6.26	11.68	73.66	14.66
Merlo	-34,664885	-58,728078	Plaza	Plaza Néstor Kirchner	Desnudo	1	0	Avenidas muy transitadas	6.40	7.35	11.67	66.82	21.51
Merlo	-34,693585	-58,729813	Plaza	Plaza Inclusiva Tobi Argañaraz	Cubierto	1	0	Avenida muy transitada	9.80	7.21	10.94	68.92	20.15
Moreno	-34,651545	-58,790074	Plaza	Plaza Moreno	Cubierto	0	0	Avenida, vías del tren	11.20	6.20	10.73	73.41	15.87
Moreno	-34,619887	-58,726274	Parque industrial con metalúrgicas	Parque industrial del Buen Ayre	Desnudo	0	0	Múltiples fabricas	8.40	7.64	12.45	69.50	18.05
Moreno	-34,567901	-58,854855	Parque industrial con metalúrgicas	Parque industrial del Oeste	Cubierto	0	0	Múltiples fabricas	11.50	6.26	11.68	73.66	14.66
Moreno	-34,571220	-58,794296	Basural	Basural Calle Ricchieri	Desnudo	1	0	Chatarra	6.40	7.35	11.67	66.82	21.51
Moreno	-34,603017	-58,798874	Plaza	Plaza Lomas de Moreno	Cubierto	1	1		9.80	7.21	10.94	68.92	20.15
Moreno	-34,629796	-58,832533	Plaza	Plaza Cortejarena	Cubierto	1	0		11.20	6.20	10.73	73.41	15.87
Moreno	-34,610252	-58,753523	Parque industrial con metalúrgicas	Parque industrial Moreno	Cubierto	0	0	Múltiples fabricas	8.40	7.64	12.45	69.50	18.05
General San Martín	-34,577513	-58,537682	Plaza	Plaza centro San Martín	Cubierto	0	1	Avenida	7.50	7.46	14.90	72.42	12.67
General San Martín	-34,550418	-58,547869	Plaza	Plaza Argentina Villa Ballester	Desnudo	1	0		7.90	7.40	11.79	70.85	17.36
General San Martín	-34,524678	-58,588277	Basural	Basural del depósito judicial José L Suarez	Cubierto	0	0	Chatarra	8.10	7.66	14.20	62.94	22.87
General San Martín	-34,540684	-58,562618	Plaza	Plaza Mitre	Cubierto	1	0		10.80	6.44	11.34	69.11	19.55
General San Martín	-34,579360	-58,550391	Fábrica de baterías	UnionBat	Cubierto	0	0	Avenida	11.20	6.80	8.08	68.23	23.69
General San Martín	-34,557888	-58,587888	Metalúrgica/fundidora	Grupo Alear	Cubierto	0	0			7.57	9.96	70.23	19.81
General San Martín	-34,544050	-58,603009	Basural	CEAMSE Norte 3	Cubierto	0	0	Autopista	14.70	7.20	14.76	71.19	14.05
Tigre	-34,424593	-58,575518	Plaza	Plaza San Martín	Cubierto	1	0	Avenidas muy transitadas	10.40	5.83	10.41	68.18	21.40
Tigre	-34,439435	-58,603891	Parque industrial con metalúrgicas	Parque industrial Tigre	Cubierto	0	0	Múltiples fabricas	14.20	6.85	12.49	72.99	14.52
Tigre	-34,454761	-58,633798	Plaza	Plaza Gral. Pacheco	Cubierto	1	0		11.10	6.12	11.53	72.00	16.48

Municipio	Latitud	Longitud	Categoría	Descripción	Suelo	Juegos infantiles	Escuelas	Posibles fuentes de contaminación	MO %	pH	Arcillas %	Limos %	Arenas %
Tigre	-34,493354	-58,639177	Plaza	Plaza Alvear	Cubierto	1	1		9.00	6.66	10.37	70.47	19.16
Tres de Febrero	-34,602188	-58,592138	Plaza	Plaza de los Aviadores	Cubierto	1	1		7.40	6.80	15.99	73.19	10.82
Tres de Febrero	-34,603693	-58,563460	Plaza	Plaza de la Unidad Nacional	Cubierto	1	0	Avenida transitada, vías del tren	11.90	5.81	13.69	70.47	15.84
Tres de Febrero	-34,586784	-58,573501	Plaza	Plaza San Leonardo Murialdo	Desnudo	1	1		5.40	7.65	14.37	66.71	18.93
Tres de Febrero	-34,596290	-58,576888	Metalúrgica/fundidora	Stellantis	Cubierto	0	0	Fabrica	18.20	7.02	9.43	71.22	19.35
Malvinas Argentinas	-34,473862	-58,731834	Basural	Ex basural Reserva Natural La Juanita	Desnudo	0	0		5.60	8.09	14.55	66.88	18.57
Malvinas Argentinas	-34,488923	-58,726649	Plaza	Rotonda de Grand Bourg	Desnudo	1	0	Avenidas muy transitadas	9.50	7.68	12.26	68.59	19.15
Malvinas Argentinas	-34,522320	-58,701134	Plaza	Universidad Nacional de General Sarmiento	Desnudo	0	0		14.00	5.69	11.76	73.98	14.26
Morón	-34,653012	-58,646156	Plaza	Plaza del Vagón, Castelar	Cubierto	1	0	Vías del tren	13.00	6.92	9.76	68.02	22.23
Morón	-34,662696	-58,652670	Recicladora de baterías	IMAP SRL Todo en plomo	Cubierto	0	0	Fabrica	8.90	7.52	8.55	68.38	23.07
Morón	-34,639982	-58,607888	Parque industrial con metalúrgicas	Parque industrial Morón	Cubierto	1	0	Ternium/Siderar	9.10	7.70	12.18	68.04	19.78
Morón	-34,680285	-58,624082	Plaza	Plaza Monumento a la Bandera	Cubierto	1	0		10.20	7.27	13.97	70.90	15.13
Bahía Blanca	-38,717960	-62,265570	Plaza	Plaza Rivadavia	Cubierto	1	0	Avenidas muy transitadas	7.00	7.75	8.79	51.98	39.23
Bahía Blanca	-38,758494	-62,284314	Parque industrial con metalúrgicas	Está SIDEPAR, metalmecánica HEJ, Maurer	Cubierto	0	0	Múltiples fabricas	4.50	8.23	5.67	38.40	55.93
Bahía Blanca	-38,701570	-62,320740	Metalúrgica/fundidora	Industrias Metalúrgicas Don Bosco	Cubierto	0	0	Múltiples fabricas	7.40	7.96	6.63	50.26	43.11
Bahía Blanca	-38,775410	-62,263630	Plaza	Plaza Malvinas Argentinas	Cubierto	1	0		9.30	8.11	10.21	56.21	33.58
San Isidro	-34,466050	-58,509218	Plaza	Plaza Mitre	Cubierto	0	0		5.70	7.85	15.68	71.64	12.68
San Isidro	-34,476701	-58,526088	Plaza	Plaza Alsina	Cubierto	1	0		5.90	8.20	11.19	72.77	16.03
San Miguel	-34,543013	-58,712223	Plaza	Plaza San Miguel	Desnudo	1	1	Avenida	9.40	7.58	10.59	71.48	17.93
San Miguel	-34,561794	-58,748175	Plaza	Plaza Irigoin	Desnudo	1	1		10.40	6.92	11.96	67.26	20.78
Vicente López	-34,533293	-58,464743	Plaza	Plaza Circular	Cubierto	0	0	Avenida muy transitada	10.10	6.32	12.28	66.99	20.73
Vicente López	-34,524731	-58,473041	Plaza	Plaza Combatientes de Malvinas	Cubierto	1	0	Vías del tren	7.60	7.82	12.54	69.52	17.94

Municipio	Latitud	Longitud	Categoría	Descripción	Suelo	Juegos infantiles	Escuelas	Posibles fuentes de contaminación	MO %	pH	Arcillas %	Limos %	Arenas %
José C. Paz	-34,522926	-58,751786	Plaza	Plaza Belgrano	Desnudo	1	1	Avenida	7.70	6.52	12.07	71.45	16.48
José C. Paz	-34,508045	-58,823208	Basural	Basural Ayo. Pinazo	Desnudo	0	0		4.60	7.51	19.84	66.96	13.20
Pilar	-34,459130	-58,914250	Plaza	Plaza 12 de Octubre	Cubierto	0	1		9.40	7.30	9.77	72.07	18.16
Pilar	-34,408221	-58,969114	Parque industrial con metalúrgicas	Parque industrial Pilar	Cubierto	0	0	Múltiples fabricas (incluyendo alimenticias)	12.40	7.61	11.75	69.02	19.23
Pilar	-34,446388	-58,971132	Plaza	Plaza de los Colores	Cubierto	1	1		11.20	6.54	10.55	66.01	23.45
Escobar	-34,346540	-58,794231	Plaza	Plaza San Martín	Cubierto	0	1	Avenida	9.70	7.66	11.61	77.49	10.90
Escobar	-34,432657	-58,721370	Parque industrial con metalúrgicas	Parque industrial Garín	Cubierto	0	0	Múltiples fabricas	9.90	5.80	13.34	73.08	13.58
Escobar	-34,333027	-58,764990	Plaza	Plaza de Juegos Barrio el Candil	Cubierto	1	0		8.40	7.54	13.18	68.26	18.56
Hurlingham	-34,589699	-58,628012	Plaza	Plaza Hurlingham	Cubierto	1	1	Avenida	9.70	6.93	16.03	76.23	7.74
Hurlingham	-34,612930	-58,626625	Plaza	Plaza Yapeyú	Cubierto	1	0		5.10	7.90	11.91	55.99	32.10
Ituzaingó	-34,658088	-58,666952	Plaza	Plaza Ituzaingó	Cubierto	1	1		12.70	5.97	10.52	71.67	17.81
Ituzaingó	-34,646658	-58,704942	Plaza	Plaza Eva Perón	Cubierto	1	1		11.20	6.30	10.76	69.87	19.37
San Fernando	-34,461644	-58,586937	Basural	Basural frente aeropuerto	Cubierto	0	0	Chatarra	4.60	8.04	15.74	70.53	13.74
San Fernando	-34,440800	-58,558231	Plaza	Plaza Mitre	Cubierto	0	1		7.20	8.06	9.90	74.02	16.08
San Nicolas	-33,383758	-60,131687	Parque industrial con metalúrgicas	Siderar	Cubierto	0	0	Siderar y múltiples fabricas	12.50	7.99	11.36	66.91	21.74
San Nicolas	-33,358265	-60,163031	Parque industrial con metalúrgicas	Camping SOMISA	Cubierto	0	0	Siderar	6.70	8.03	11.64	72.93	15.43
San Nicolas	-33,330732	-60,208413	Plaza	Parque San Martín	Cubierto	1	0		5.10	6.78	18.16	73.03	8.81
Tandil	-37,280910	-59,192371	Basural	Relleno sanitario Tandil	Desnudo	0	0		5.20	6.84	15.21	57.44	27.34
Tandil	-37,329218	-59,136811	Plaza	Plaza Independencia	Cubierto	0	0		12.50	6.67	12.29	76.50	11.20
Tandil	-37,322459	-59,131333	Plaza	Plaza de las Carretas	Cubierto	1	0	Avenida	10.10	6.93	10.69	64.70	24.61
Tandil	-37,326693	-59,147565	Plaza	Plaza San Martín	Cubierto	1	0	Avenida	10.00	6.57	12.16	65.27	22.57
Tandil	-37,290946	-59,179666	Parque industrial con metalúrgicas	Esta Fundalum	Cubierto	0	0	Múltiples fabricas	7.90	6.79	15.41	65.01	19.58
Tandil	-37,291218	-59,195316	Parque industrial con metalúrgicas	Parque Industrial	Cubierto	0	0	Ex Carboquímica y otras fabricas	14.40	6.69	12.31	62.05	25.63
Tandil	-37,311794	-59,147237	Metalúrgica/fundidora	Metalúrgica Tandil	Cubierto	0	0	Restos de fabrica metalúrgica	7.70	6.29	5.70	50.10	44.21
Zarate	-34,095503	-59,023979	Plaza	Plaza Mitre	Cubierto	0	1		12.40	6.83	9.53	78.18	12.30

Municipio	Latitud	Longitud	Categoría	Descripción	Suelo	Juegos infantiles	Escuelas	Posibles fuentes de contaminación	MO %	pH	Arcillas %	Limos %	Arenas %
Zarate	-34,078807	-59,044527	Metalúrgica/fundidora	Ex fábrica Meteor	Desnudo	0	0	Chatarra	5.50	7.79	16.07	67.69	16.24
Zarate	-34,088389	-59,064952	Parque industrial con metalúrgicas	Parque Industrial Zárate	Desnudo	0	0	Múltiples fabricas	10.10	6.89	11.94	72.79	15.27
Olavarría	-36,893696	-60,323307	Plaza	Plaza Cnel. Olavarría	Cubierto	0	0		10.40	6.21	11.21	68.91	19.88
Olavarría	-36,885393	-60,338345	Plaza	Parque Eva Perón	Cubierto	1	0		10.30	6.18	12.91	69.88	17.21
Olavarría	-36,910461	-60,319291	Plaza	Plaza Juana Azurduy	Cubierto	0	0	Avenida	12.30	6.87	12.44	68.80	18.75
Olavarría	-36,919405	-60,319751	Plaza	Parque Avellaneda	Cubierto	0	0	Avenida	10.70	7.17	15.84	72.84	11.32
Lujan	-34,523030	-59,119379	Basural	Basural Luján 1	Desnudo	0	0	Chatarra	4.20	7.58	12.17	52.33	35.50
Lujan	-34,522412	-59,118025	Basural	Basural Luján 2	Desnudo	0	0	Chatarra	5.40	7.95	18.16	64.28	17.57
Lujan	-34,566701	-59,115291	Plaza	Plaza Colón	Cubierto	0	0		10.90	6.96	12.24	70.00	17.76
Pergamino	-33,891531	-60,574564	Plaza	Plaza 25 de Mayo	Cubierto	1	0	Avenida	15.00	5.39	11.02	67.45	21.53
Pergamino	-33,906688	-60,573053	Plaza	Parque Municipal Pergamino	Cubierto	1	0	Avenida	14.50	6.92	12.40	65.33	22.27
Mercedes	-34,632453	-59,394538	Recicladora de baterías	MERPLAC	Cubierto	0	0	Fabrica	11.10	6.57	13.01	70.30	16.69
Mercedes	-34,650481	-59,431240	Plaza	Plaza San Martín	Cubierto	0	0		5.90	8.23	14.29	71.42	14.29
Ayacucho	-37,152261	-58,501378	Fábrica de baterías	Baterías Mateo Hnos.	Cubierto	0	0	Fabrica, Avenida	6.10	6.94	14.67	63.79	21.54
Ayacucho	-37,152954	-58,487903	Plaza	Plaza San Martín	Cubierto	0	1		8.90	6.00	7.89	74.20	17.91

Suelos de transectas:

Municipio	Latitud	Longitud	Categoría	Descripción	Distancia al sitio critico (m)	MO %	pH	Arcillas %	Limos %	Arenas %
Zarate	-34.078245	-59.044922	Metalúrgica/fundidora	Ex Fabrica Meteor	0	3.70	5.66	-	-	-
Zarate	-34.079625	-59.046905	Metalúrgica/fundidora	Ex Fabrica Meteor	231	12.50	5.82	8.18	67.62	24.20
Zarate	-34.079667	-59.048501	Metalúrgica/fundidora	Ex Fabrica Meteor	364	13.40	6.03	9.78	69.77	20.44
Zarate	-34.080837	-59.05024	Metalúrgica/fundidora	Ex Fabrica Meteor	566	7.70	6.98	12.02	74.35	13.63
Zarate	-34.082167	-59.053958	Metalúrgica/fundidora	Ex Fabrica Meteor	938	10.40	7.45	11.29	75.76	12.95
General San Martín	-34.577678	-58.5508	Fábrica de baterías	UnionBat	140	6.60	7.81	11.33	71.23	17.44
General San Martín	-34.57325	-58.551091	Fábrica de baterías	UnionBat	623	7.30	7.41	8.18	52.68	39.13
General San Martín	-34.568009	-58.551887	Fábrica de baterías	UnionBat	1210	17.30	7.01	8.08	75.78	16.13
Morón	-34.66194	-58.63281	Recicladora de baterías	IMAP SRL	108	8.00	7.50	8.26	65.56	26.19
Morón	-34.657683	-58.632753	Recicladora de baterías	IMAP SRL	579	10.90	7.01	9.88	69.88	20.24
Morón	-34.653043	-58.632859	Recicladora de baterías	IMAP SRL	1090	13.20	6.49	7.32	69.88	22.80
Florencio Varela	-34.818615	-58.22533	Fábrica de baterías	Champion	105	8.70	7.83	7.12	57.25	35.63
Florencio Varela	-34.815348	-58.225161	Fábrica de baterías	Champion	558	17.50	7.68	8.01	68.36	23.62
Florencio Varela	-34.810958	-58.226463	Fábrica de baterías	Champion	1060	9.50	7.83	11.95	72.34	15.71
Mercedes	-34.63336	-59.39503	Recicladora de baterías	MERPLAC	193	10.20	7.04	12.54	68.50	18.96
Mercedes	-34.63422	-59.39874	Recicladora de baterías	MERPLAC	504	11.00	7.16	10.24	69.85	19.91
Mercedes	-34.63734	-59.40577	Recicladora de baterías	MERPLAC	1020	10.70	6.80	12.16	68.70	19.14
Lanús	-34.71429	-58.358679	Recicladora de baterías	Deriplom	131	10.60	7.45	6.96	67.82	25.22
Lanús	-34.712012	-58.356441	Recicladora de baterías	Deriplom	409	13.10	7.46	8.18	66.72	25.10
Lanús	-34.704673	-58.359167	Recicladora de baterías	Deriplom	1020	5.10	8.11	6.30	38.70	55.00

Sedimento vial:

Municipio	Latitud	Longitud	Categoría	Descripción	MO %	pH	Arcillas %	Limos %	Arenas %
Zárate	-34.076759	-59.046951	Metalúrgica/fundidora	Ex Fabrica Meteor	4.50	8.20	26.55	69.81	3.64
General San Martín	-34.579284	-58.550469	Fábrica de baterías	UnionBat	3.30	8.22	2.92	21.52	75.56
Morón	-34.662714	-58.632621	Recicladora de baterías	IMAP SRL	2.92	8.19	3.30	23.54	73.16
Florencio Varela	-34.818903	-58.224441	Fábrica de baterías	Champion	2.93	8.21	1.93	13.61	84.46
Mercedes	-34.63315	-59.39487	Recicladora de baterías	MERPLAC	2.89	7.76	11.73	46.96	41.31
Lanús	-34.714063	-58.358617	Recicladora de baterías	Deriplom	8.76	7.26	5.51	45.91	48.58

Partículas sedimentables atmosféricas:

Municipio	Latitud	Longitud	Categoría	Descripción	Inicio de muestreo	Fin de muestreo	Periodo de muestreo (h)	Flujo (mg m^{-2} dia^{-1})
General San Martín	-34.579289	-58.549515	Fábrica de baterías	UnionBat	12/9/2024	12/26/2024	406	106.22
General San Martín	-34.578904	-58.549197	Fábrica de baterías	UnionBat	12/9/2024	12/26/2024	406	111.94
General San Martín	-34.578563	-58.549681	Fábrica de baterías	UnionBat	12/9/2024	12/26/2024	406	127.99
Morón	-34.662804	-58.632986	Recicladora de baterías	IMAP SRL	12/9/2024	12/26/2024	410	124.13
Morón	-34.662804	-58.632986	Recicladora de baterías	IMAP SRL	12/9/2024	12/26/2024	410	Perdido
Morón	-34.662804	-58.632986	Recicladora de baterías	IMAP SRL	12/9/2024	12/26/2024	410	Perdido
Morón	-34.66269	-58.633191	Recicladora de baterías	IMAP SRL	12/9/2024	12/26/2024	409	186.43
Florencio Varela	-34.818959	-58.225472	Fábrica de baterías	Champion	12/6/2024	12/19/2024	309	500.46
Florencio Varela	-34.820271	-58.223833	Fábrica de baterías	Champion	12/6/2024	12/19/2024	309	146.21
Carmen de Areco	-34.425201	-59.69559	Referencia	Referencia	12/15/2024	1/9/2025	599	Perdido
Carmen de Areco	-34.465351	-59.697677	Referencia	Referencia	12/15/2024	1/9/2025	599	340.30
Lanús	-34.715671	-58.358857	Recicladora de baterías	Deriplom	12/24/2024	1/13/2025	473	661.05
Lanús	-34.715441	-58.359156	Recicladora de baterías	Deriplom	12/24/2024	1/13/2025	473	499.66
Magdalena	-35.07113	-57.771	Referencia	Referencia	12/29/2024	1/14/2025	383	376.02
Zárate	-34.078701	-59.044622	Metalúrgica/fundidora	Ex Fábrica Meteor	12/23/2024	1/15/2025	552	147.35
Zárate	-34.078971	-59.045124	Metalúrgica/fundidora	Ex Fábrica Meteor	12/23/2024	1/15/2025	552	202.99
Zárate	-34.079515	-59.046137	Metalúrgica/fundidora	Ex Fábrica Meteor	12/23/2024	1/15/2025	552	164.66
Mercedes	-34.63221	-59.39386	Recicladora de baterías	MERPLAC	12/20/2024	1/9/2025	484	147.76
Mercedes	-34.63276	-59.39449	Recicladora de baterías	MERPLAC	12/20/2024	1/9/2025	484	394.77

ANEXO V. VALORES INDIVIDUALES DE LOS METALES

Metales en suelos del muestreo general:

Municipio	Latitud	Longitud	Descripción	Zn (µg/g)	Cu (µg/g)	Cr (µg/g)	Pb (µg/g)	Ni (µg/g)
La Matanza	-34,680845	-58,550277	Grupo DEMA, Fundiciones San Justo	503.61	313.08	26.16	97.94	25.23
La Matanza	-34,676082	-58,527638	Prestolite Indiel Lomas del Mirador	473.92	199.70	19.76	112.84	17.75
La Matanza	-34,677663	-58,560922	Plaza San Martín	87.11	22.85	7.49	53.55	7.68
La Matanza	-34,639483	-58,564675	Plaza Sarmiento Ramos Mejía	50.56	18.17	7.37	15.61	6.51
La Matanza	-34,746441	-58,589158	Plaza Ejercito de los Andes	89.83	27.51	9.41	22.90	5.28
La Matanza	-34,729634	-58,608561	Plaza Mariano Moreno/El 26	154.79	38.08	10.14	56.20	5.84
La Matanza	-34,711671	-58,574647	Plaza San Alberto	82.59	38.54	7.94	18.36	6.53
La Matanza	-34,869034	-58,669230	Parque industrial La Matanza	61.03	20.55	7.27	16.95	4.53
La Matanza	-34,736723	-58,568920	Parque industrial Venecia	122.86	43.12	11.74	28.98	8.80
La Matanza	-34,700459	-58,482411	Plazoleta República de Bolivia	130.05	41.97	9.28	26.73	8.52
La Matanza	-34,652342	-58,551459	Plaza Bomberitos	115.54	58.70	8.22	73.76	8.86
La Matanza	-34,815550	-58,638757	Centro de baterías Virrey del Pino	214.09	44.56	18.54	39.97	10.64
La Plata	-35,011613	-58,072772	Plaza San Antonio	54.92	19.15	5.44	14.85	3.98
La Plata	-34,994671	-58,056958	Parque Recreativo Lisandro Olmos	49.46	39.47	5.65	12.05	3.98
La Plata	-34,977235	-58,043048	Plaza Santa Rosa	68.85	22.96	6.18	14.74	4.14
La Plata	-35,003992	-58,120346	Aluar	76.66	22.91	13.49	18.49	4.96
General Pueyrredón	-38,068152	-57,646679	Predio disposición de residuos MDQ	78.44	23.77	6.83	18.74	6.32
General Pueyrredón	-37,997835	-57,549286	Plaza San Martín MDQ	105.11	26.11	6.79	46.33	5.92
General Pueyrredón	-38,051026	-57,538591	Zona industrial Puerto MDQ	170.68	43.00	6.41	27.61	6.04
General Pueyrredón	-38,006903	-57,665159	Parque industrial Savio	57.40	18.15	8.65	11.31	7.81
General Pueyrredón	-38,023275	-57,528865	Parque San Martín	91.22	20.18	6.54	17.47	6.24
Merlo	-34,692420	-58,740760	Plaza Manuel Belgrano	94.85	24.41	8.42	21.67	5.84
Merlo	-34,682542	-58,728607	Plaza Eva Perón (La Rotonda)	76.23	22.60	7.59	22.41	5.05
Merlo	-34,685270	-58,691048	Parque de la Unidad Nacional	68.87	22.18	8.11	16.16	5.45
Merlo	-34,646217	-58,766265	Plaza del Pueblo	71.74	21.37	7.07	17.63	5.26
Merlo	-34,664885	-58,728078	Plaza Néstor Kirchner	81.08	23.17	8.65	24.79	4.83
Merlo	-34,693585	-58,729813	Plaza Inclusiva Tobi Argañaraz	83.75	22.21	7.29	15.80	5.25

Municipio	Latitud	Longitud	Descripción	Zn (µg/g)	Cu (µg/g)	Cr (µg/g)	Pb (µg/g)	Ni (µg/g)
Moreno	-34,651545	-58,790074	Plaza Moreno	120.56	33.84	6.52	54.29	6.42
Moreno	-34,619887	-58,726274	Parque industrial del Buen Ayre	212.14	3424.47	9.38	210.50	7.52
Moreno	-34,567901	-58,854855	Parque industrial del Oeste	64.28	21.80	7.33	7.89	6.14
Moreno	-34,571220	-58,794296	Basural Calle Ricchieri	151.43	45.00	8.24	17.17	6.58
Moreno	-34,603017	-58,798874	Plaza Lomas de Moreno	95.32	27.37	8.28	19.42	6.11
Moreno	-34,629796	-58,832533	Plaza Cortejarena	83.20	23.75	6.80	19.70	5.28
Moreno	-34,610252	-58,753523	Parque industrial Moreno	146.62	183.06	7.91	31.96	8.03
General San Martín	-34,577513	-58,537682	Plaza centro San Martín	69.66	28.34	11.55	27.08	6.83
General San Martín	-34,550418	-58,547869	Plaza Argentina Villa Ballester	139.92	57.15	10.69	75.00	8.72
General San Martín	-34,524678	-58,588277	Basural del depósito judicial José L Suarez	362.68	198.15	15.41	59.69	15.39
General San Martín	-34,540684	-58,562618	Plaza Mitre	67.21	23.89	7.52	22.68	6.96
General San Martín	-34,579360	-58,550391	UnionBat	324.46	90.45	15.49	1260.72	10.32
General San Martín	-34,557888	-58,587888	Grupo Alear,	484.77	403.13	19.95	227.38	35.48
General San Martín	-34,544050	-58,603009	CEAMSE Norte 3	163.39	37.93	28.26	25.00	8.44
Tigre	-34,424593	-58,575518	Plaza San Martín	104.68	26.96	9.38	47.55	8.29
Tigre	-34,439435	-58,603891	Parque industrial Tigre	107.05	24.59	11.95	19.60	7.83
Tigre	-34,454761	-58,633798	Plaza Gral. Pacheco	63.08	18.02	7.43	13.74	6.66
Tigre	-34,493354	-58,639177	Plaza Alvear	52.13	16.43	7.29	14.26	5.91
Tres de Febrero	-34,602188	-58,592138	Plaza de los Aviadores	162.90	40.05	10.83	49.09	7.89
Tres de Febrero	-34,603693	-58,563460	Plaza de la Unidad Nacional	204.53	61.44	11.06	62.37	7.20
Tres de Febrero	-34,586784	-58,573501	Plaza San Leonardo Murialdo	168.77	71.55	10.87	36.43	8.84
Tres de Febrero	-34,596290	-58,576888	Stellantis	208.46	47.28	11.58	48.70	6.84
Malvinas Argentinas	-34,473862	-58,731834	Ex basural Reserva Natural La Juanita	85.01	36.23	7.16	29.53	8.30
Malvinas Argentinas	-34,488923	-58,726649	Rotonda de Grand Bourg	89.67	28.93	8.07	24.87	6.55
Malvinas Argentinas	-34,522320	-58,701134	Universidad Nacional de General Sarmiento	64.03	37.19	7.31	15.31	6.62
Morón	-34,653012	-58,646156	Plaza del Vagón, Castelar	142.64	38.95	9.24	38.10	6.42
Morón	-34,662696	-58,652670	IMAP SRL Todo en plomo	868.11	1035.91	14.95	2828.92	13.43
Morón	-34,639982	-58,607888	Parque industrial Morón	204.41	37.45	12.55	57.58	6.54
Morón	-34,680285	-58,624082	Plaza Monumento a la Bandera	144.11	34.95	9.90	35.95	6.52
Bahía Blanca	-38,717960	-62,265570	Plaza Rivadavia	99.67	21.97	5.45	40.47	6.07
Bahía Blanca	-38,758494	-62,284314	Está SIDEPAR, metalmecánica HEJ, Maurer	252.79	21.84	4.90	45.32	6.12

Municipio	Latitud	Longitud	Descripción	Zn (µg/g)	Cu (µg/g)	Cr (µg/g)	Pb (µg/g)	Ni (µg/g)
Bahía Blanca	-38,701570	-62,320740	Industrias Metalúrgicas Don Bosco	102.40	18.74	5.32	31.75	5.38
Bahía Blanca	-38,775410	-62,263630	Plaza Malvinas Argentinas	77.84	22.89	6.07	13.75	6.86
San Isidro	-34,466050	-58,509218	Plaza Mitre	52.47	28.21	7.90	19.88	7.86
San Isidro	-34,476701	-58,526088	Plaza Alsina	73.19	20.55	8.15	35.26	7.05
San Miguel	-34,543013	-58,712223	Plaza San Miguel	93.90	24.79	7.52	34.05	6.61
San Miguel	-34,561794	-58,748175	Plaza Irigoin	94.65	25.86	7.59	20.15	7.17
Vicente López	-34,533293	-58,464743	Plaza Circular	76.41	23.15	8.75	18.84	8.77
Vicente López	-34,524731	-58,473041	Plaza Combatientes de Malvinas	72.66	24.74	9.47	31.91	8.33
José C. Paz	-34,522926	-58,751786	Plaza Belgrano	159.58	371.01	18.53	81.70	48.88
José C. Paz	-34,508045	-58,823208	Basural Ayo. Pinazo	100.28	32.23	6.21	27.20	9.05
Pilar	-34,459130	-58,914250	Plaza 12 de Octubre	93.62	20.28	6.46	28.03	5.78
Pilar	-34,408221	-58,969114	Parque industrial Pilar	102.28	19.58	6.39	11.63	7.27
Pilar	-34,446388	-58,971132	Plaza de los Colores	58.90	18.48	5.99	11.66	5.73
Escobar	-34,346540	-58,794231	Plaza San Martín	83.75	21.74	7.16	25.42	6.59
Escobar	-34,432657	-58,721370	Parque industrial Garín	74.16	20.63	7.83	16.70	6.89
Escobar	-34,333027	-58,764990	Plaza de Juegos Barrio el Candil	70.28	21.71	9.88	13.24	7.20
Hurlingham	-34,589699	-58,628012	Plaza Hurlingham	202.06	28.87	13.65	60.82	6.51
Hurlingham	-34,612930	-58,626625	Plaza Yapeyú	62.54	16.65	6.33	17.54	4.25
Ituzaingó	-34,658088	-58,666952	Plaza Ituzaingó	100.23	24.57	8.54	24.38	5.29
Ituzaingó	-34,646658	-58,704942	Plaza Eva Perón	148.89	26.38	8.70	30.69	5.25
San Fernando	-34,461644	-58,586937	Basural frente aeropuerto	91.79	34.80	7.70	33.05	8.88
San Fernando	-34,440800	-58,558231	Plaza Mitre	65.51	23.10	8.78	30.35	6.68
San Nicolas	-33,383758	-60,131687	Siderar	158.54	17.05	20.74	138.92	7.08
San Nicolas	-33,358265	-60,163031	Camping SOMISA	71.39	20.18	4.98	10.88	7.10
San Nicolas	-33,330732	-60,208413	Parque San Martín	64.90	25.63	8.14	14.16	8.43
Tandil	-37,280910	-59,192371	Relleno sanitario Tandil	43.02	19.58	7.60	8.38	6.72
Tandil	-37,329218	-59,136811	Plaza Independencia	80.38	20.97	7.53	24.04	6.27
Tandil	-37,322459	-59,131333	Plaza de las Carretas	127.83	22.26	9.82	44.70	6.29
Tandil	-37,326693	-59,147565	Plaza San Martín	57.21	22.51	10.09	15.05	7.11
Tandil	-37,290946	-59,179666	Esta Fundalum	63.91	23.35	8.67	10.76	7.78
Tandil	-37,291218	-59,195316	Parque Industrial	48.61	16.17	7.85	9.50	6.90

Municipio	Latitud	Longitud	Descripción	Zn (µg/g)	Cu (µg/g)	Cr (µg/g)	Pb (µg/g)	Ni (µg/g)
Tandil	-37,311794	-59,147237	Metalúrgica Tandil	553.89	37.25	19.64	41.11	8.17
Zárate	-34,095503	-59,023979	Plaza Mitre	139.68	21.35	6.25	39.16	6.26
Zárate	-34,078807	-59,044527	Ex fábrica Meteor	5175.41	340.10	9.26	1198.23	9.35
Zárate	-34,088389	-59,064952	Parque Industrial Zárate	116.59	17.46	10.41	37.97	6.51
Olavarría	-36,893696	-60,323307	Plaza Cnel. Olavarría	83.94	18.85	6.33	29.78	5.04
Olavarría	-36,885393	-60,338345	Parque Eva Perón	129.09	35.83	6.12	31.19	6.88
Olavarría	-36,910461	-60,319291	Plaza Juana Azurduy	59.63	16.78	4.73	10.50	5.09
Olavarría	-36,919405	-60,319751	Parque Avellaneda	54.72	24.63	4.82	10.98	6.73
Luján	-34,523030	-59,119379	Basural Luján 1	106.97	29.27	12.09	15.66	6.20
Luján	-34,522412	-59,118025	Basural Luján 2	125.30	55.44	13.60	23.00	8.96
Luján	-34,566701	-59,115291	Plaza Colón	94.32	21.55	7.48	37.61	6.26
Pergamino	-33,891531	-60,574564	Plaza 25 de Mayo	98.59	23.30	7.87	28.79	6.62
Pergamino	-33,906688	-60,573053	Parque Municipal Pergamino	87.73	21.41	11.11	14.24	7.58
Mercedes	-34,632453	-59,394538	MERPLAC	71.93	18.74	8.05	2373.73	6.35
Mercedes	-34,650481	-59,431240	Plaza San Martín	64.56	19.35	7.97	36.84	6.03
Ayacucho	-37,152261	-58,501378	Baterías Mateo Hnos.	62.20	33.21	7.33	81.06	7.14
Ayacucho	-37,152954	-58,487903	Plaza San Martín	105.77	16.53	7.30	28.65	4.18

Plomo en suelos de las transectas:

Municipio	LAT	LONG	Categoría	Descripción	Pb (µg/g)	Distancia (m)
Zárate	-34,078245	-59,044922	Metalúrgica/fundidora	Ex Meteor	18024,49	0
Zárate	-34,079625	-59,046905	Metalúrgica/fundidora	Ex Meteor	2435,29	231
Zárate	-34,079667	-59,048501	Metalúrgica/fundidora	Ex Meteor	665,68	364
Zárate	-34,080837	-59,05024	Metalúrgica/fundidora	Ex Meteor	524,12	566
Zárate	-34,082167	-59,053958	Metalúrgica/fundidora	Ex Meteor	105,38	938
General San Martín	-34,577678	-58,5508	Fábrica de baterías	UnionBat	440,41	140
General San Martín	-34,57325	-58,551091	Fábrica de baterías	UnionBat	351,05	623
General San Martín	-34,568009	-58,551887	Fábrica de baterías	UnionBat	155,24	1210
Morón	-34,66194	-58,63281	Recicladora de baterías	IMAP SRL	197,17	108
Morón	-34,657683	-58,632753	Recicladora de baterías	IMAP SRL	29,59	579
Morón	-34,653043	-58,632859	Recicladora de baterías	IMAP SRL	118,66	1090
Florencio Varela	-34,818615	-58,22533	Fábrica de baterías	Champion	3396,27	105
Florencio Varela	-34,815348	-58,225161	Fábrica de baterías	Champion	1046,34	558
Florencio Varela	-34,810958	-58,226463	Fábrica de baterías	Champion	30,57	1060
Mercedes	-34,63336	-59,39503	Recicladora de baterías	Merplac	165,53	193
Mercedes	-34,63422	-59,39874	Recicladora de baterías	Merplac	32,29	504
Mercedes	-34,63734	-59,40577	Recicladora de baterías	Merplac	17,70	1020
Lanús	-34,71429	-58,358679	Recicladora de baterías	Deriplom	430,73	131
Lanús	-34,712012	-58,356441	Recicladora de baterías	Deriplom	294,00	409
Lanús	-34,704673	-58,359167	Recicladora de baterías	Deriplom	122,36	1020

Plomo en sedimento vial (SV) y partículas atmosféricas sedimentables (PAS):

Municipio	LAT	LONG	Categoría	Descripción	Pb SV (µg/g)	Pb PAS (µg/g)
Zárate	-34,0768	-59,0470	Metalúrgica/fundidora	Ex Meteor	58,05	1275,82
General San Martín	-34,5793	-58,5505	Fábrica de baterías	UnionBat	1055,05	926,81
Morón	-34,6627	-58,6326	Recicladora de baterías	IMAP SRL	5887,11	2189,89
Florencio Varela	-34,8189	-58,2244	Fábrica de baterías	Champion	3570,57	5510,01
Mercedes	-34,6332	-59,3949	Recicladora de baterías	Merplac	433,22	551,69
Lanús	-34,7141	-58,3586	Recicladora de baterías	Deriplom	3154,16	4021,47
Carmen de Areco	-34,425201	-59,695590	Sitio de referencia	-	-	17,80
Magdalena	-35,07113	-57,77100	Sitio de referencia	-	-	11,66

ANEXO VI. RIESGO PARA LA SALUD (HI)

Municipio	Descripción	Pb		Zn		Cu		Cr		Ni	
		ADULTOS	NIÑOS	ADULTOS	NIÑOS	ADULTOS	NIÑOS	ADULTOS	NIÑOS	ADULTOS	NIÑOS
La Matanza	Grupo DEMA	0,0400	0,3731	0,0024	0,0224	0,0112	0,1044	0,0012	0,0116	0,0018	0,0168
La Matanza	Prestolite Indiel Lomas del Mirador	0,0461	0,4299	0,0023	0,0211	0,0071	0,0666	0,0009	0,0009	0,0013	0,0118
La Matanza	Plaza San Martín	0,0219	0,2040	0,0004	0,0039	0,0008	0,0076	0,0004	0,0004	0,0005	0,0051
La Matanza	Plaza Sarmiento Ramos Mejía	0,0064	0,0595	0,0002	0,0022	0,0006	0,0061	0,0004	0,0004	0,0005	0,0043
La Matanza	Plaza Ejercito de los Andes	0,0093	0,0872	0,0004	0,0040	0,0010	0,0092	0,0004	0,0004	0,0004	0,0035
La Matanza	Plaza Mariano Moreno/El 26	0,0229	0,2141	0,0007	0,0069	0,0014	0,0127	0,0005	0,0005	0,0004	0,0039
La Matanza	Plaza San Alberto	0,0075	0,0699	0,0004	0,0037	0,0014	0,0128	0,0004	0,0004	0,0005	0,0044
La Matanza	Parque industrial La Matanza	0,0069	0,0646	0,0003	0,0027	0,0007	0,0068	0,0003	0,0003	0,0003	0,0030
La Matanza	Parque industrial Venecia	0,0118	0,1104	0,0006	0,0055	0,0015	0,0144	0,0006	0,0006	0,0006	0,0059
La Matanza	Plazoleta República de Bolivia	0,0109	0,1018	0,0006	0,0058	0,0015	0,0140	0,0004	0,0004	0,0006	0,0057
La Matanza	Plaza Bomberitos	0,0301	0,2810	0,0006	0,0051	0,0021	0,0196	0,0004	0,0004	0,0006	0,0059
La Matanza	Centro de baterías Virrey del Pino	0,0163	0,1523	0,0010	0,0095	0,0016	0,0149	0,0009	0,0009	0,0008	0,0071
La Plata	Plaza San Antonio	0,0061	0,0566	0,0003	0,0024	0,0007	0,0064	0,0003	0,0003	0,0003	0,0027
La Plata	Parque Recreativo Lisandro Olmos	0,0049	0,0459	0,0002	0,0022	0,0014	0,0132	0,0003	0,0003	0,0003	0,0027
La Plata	Plaza Santa Rosa	0,0060	0,0562	0,0003	0,0031	0,0008	0,0077	0,0003	0,0003	0,0003	0,0028
La Plata	Aluar	0,0075	0,0704	0,0004	0,0034	0,0008	0,0076	0,0006	0,0006	0,0004	0,0033
Gral. Pueyrredón	Predio disposición de residuos MDQ	0,0076	0,0714	0,0004	0,0035	0,0008	0,0079	0,0003	0,0003	0,0005	0,0042
Gral. Pueyrredón	Plaza San Martín MDQ	0,0189	0,1765	0,0005	0,0047	0,0009	0,0087	0,0003	0,0003	0,0004	0,0039
Gral. Pueyrredón	Zona industrial Puerto MDQ	0,0113	0,1052	0,0008	0,0076	0,0015	0,0143	0,0003	0,0003	0,0004	0,0040
Gral. Pueyrredón	Parque industrial Savio	0,0046	0,0431	0,0003	0,0026	0,0006	0,0061	0,0004	0,0004	0,0006	0,0052
Gral. Pueyrredón	Parque San Martín	0,0071	0,0666	0,0004	0,0041	0,0007	0,0067	0,0003	0,0003	0,0004	0,0042
Merlo	Plaza Manuel Belgrano	0,0088	0,0826	0,0005	0,0042	0,0009	0,0081	0,0004	0,0004	0,0004	0,0039
Merlo	Plaza Eva Perón (La Rotonda)	0,0091	0,0854	0,0004	0,0034	0,0008	0,0075	0,0004	0,0004	0,0004	0,0034
Merlo	Parque de la Unidad Nacional	0,0066	0,0616	0,0003	0,0031	0,0008	0,0074	0,0004	0,0004	0,0004	0,0036

Municipio	Descripción	Pb		Zn		Cu		Cr		Ni	
		ADULTOS	NIÑOS	ADULTOS	NIÑOS	ADULTOS	NIÑOS	ADULTOS	NIÑOS	ADULTOS	NIÑOS
Merlo	Plaza del Pueblo	0,0072	0,0671	0,0003	0,0032	0,0008	0,0071	0,0003	0,0003	0,0004	0,0035
Merlo	Plaza Néstor Kirchner	0,0101	0,0944	0,0004	0,0036	0,0008	0,0077	0,0004	0,0004	0,0003	0,0032
Merlo	Plaza Inclusiva Tobi Argañaraz	0,0064	0,0602	0,0004	0,0037	0,0008	0,0074	0,0003	0,0003	0,0004	0,0035
Moreno	Plaza Moreno	0,0222	0,2068	0,0006	0,0054	0,0012	0,0113	0,0003	0,0003	0,0005	0,0043
Moreno	Parque industrial del Buen Ayre	0,0859	0,8019	0,0010	0,0094	0,1223	1,1415	0,0004	0,0004	0,0005	0,0050
Moreno	Parque industrial del Oeste	0,0032	0,0300	0,0003	0,0029	0,0008	0,0073	0,0003	0,0003	0,0004	0,0041
Moreno	Basural Calle Ricchieri	0,0070	0,0654	0,0007	0,0067	0,0016	0,0150	0,0004	0,0004	0,0005	0,0044
Moreno	Plaza Lomas de Moreno	0,0079	0,0740	0,0005	0,0042	0,0010	0,0091	0,0004	0,0004	0,0004	0,0041
Moreno	Plaza Cortejarena	0,0080	0,0750	0,0004	0,0037	0,0008	0,0079	0,0003	0,0003	0,0004	0,0035
Moreno	Parque industrial Moreno	0,0130	0,1217	0,0007	0,0065	0,0065	0,0610	0,0004	0,0004	0,0006	0,0054
Gral San Martín	Plaza centro San Martín	0,0111	0,1031	0,0003	0,0031	0,0010	0,0094	0,0005	0,0005	0,0005	0,0046
Gral San Martín	Plaza Argentina Villa Ballester	0,0306	0,2857	0,0007	0,0062	0,0020	0,0190	0,0005	0,0005	0,0006	0,0058
Gral San Martín	Basural J. L. Suarez	0,0244	0,2274	0,0017	0,0161	0,0071	0,0660	0,0007	0,0007	0,0011	0,0103
Gral San Martín	Plaza Mitre	0,0093	0,0864	0,0003	0,0030	0,0009	0,0080	0,0004	0,0004	0,0005	0,0046
Gral San Martín	UnionBat	0,5146	4,8028	0,0015	0,0144	0,0032	0,0301	0,0007	0,0007	0,0007	0,0069
Gral San Martín	Grupo Alear	0,0928	0,8662	0,0023	0,0215	0,0144	0,1344	0,0009	0,0009	0,0025	0,0237
Gral San Martín	CEAMSE Norte 3	0,0102	0,0952	0,0008	0,0073	0,0014	0,0126	0,0013	0,0013	0,0006	0,0056
Tigre	Plaza San Martín	0,0194	0,1811	0,0005	0,0047	0,0010	0,0090	0,0004	0,0004	0,0006	0,0055
Tigre	Parque industrial Tigre	0,0080	0,0747	0,0005	0,0048	0,0009	0,0082	0,0006	0,0006	0,0006	0,0052
Tigre	Plaza Gral. Pacheco	0,0056	0,0523	0,0003	0,0028	0,0006	0,0060	0,0004	0,0004	0,0005	0,0044
Tigre	Plaza Alvear	0,0058	0,0543	0,0002	0,0023	0,0006	0,0055	0,0003	0,0003	0,0004	0,0039
Tres de Febrero	Plaza de los Aviadores	0,0200	0,1870	0,0008	0,0072	0,0014	0,0134	0,0005	0,0005	0,0006	0,0053
Tres de Febrero	Plaza de la Unidad Nacional	0,0255	0,2376	0,0010	0,0091	0,0022	0,0205	0,0005	0,0005	0,0005	0,0048
Tres de Febrero	Plaza San Leonardo Murialdo	0,0149	0,1388	0,0008	0,0075	0,0026	0,0239	0,0005	0,0005	0,0006	0,0059
Tres de Febrero	Stellantis	0,0199	0,1855	0,0010	0,0093	0,0017	0,0158	0,0006	0,0006	0,0005	0,0046
Malvinas Argentinas	Ex basural Reserva La Juanita	0,0121	0,1125	0,0004	0,0038	0,0013	0,0121	0,0003	0,0003	0,0006	0,0055

Municipio	Descripción	Pb		Zn		Cu		Cr		Ni	
		ADULTOS	NIÑOS	ADULTOS	NIÑOS	ADULTOS	NIÑOS	ADULTOS	NIÑOS	ADULTOS	NIÑOS
Malvinas Argentinas	Rotonda de Grand Bourg	0,0102	0,0948	0,0004	0,0040	0,0010	0,0096	0,0004	0,0004	0,0005	0,0044
Malvinas Argentinas	UNGS	0,0063	0,0583	0,0003	0,0028	0,0013	0,0124	0,0003	0,0003	0,0005	0,0044
Morón	Plaza del Vagón, Castelar	0,0156	0,1451	0,0007	0,0063	0,0014	0,0130	0,0004	0,0004	0,0005	0,0043
Morón	IMAP SRL Todo en plomo	1,1547	10,7768	0,0041	0,0386	0,0370	0,3453	0,0007	0,0007	0,0010	0,0090
Morón	Parque industrial Morón	0,0235	0,2193	0,0010	0,0091	0,0013	0,0125	0,0006	0,0006	0,0005	0,0044
Morón	Plaza Monumento a la Bandera	0,0147	0,1370	0,0007	0,0064	0,0012	0,0116	0,0005	0,0005	0,0005	0,0043
Bahía Blanca	Plaza Rivadavia	0,0165	0,1542	0,0005	0,0044	0,0008	0,0073	0,0003	0,0003	0,0004	0,0040
Bahía Blanca	Está SIDEPAR	0,0185	0,1727	0,0012	0,0112	0,0008	0,0073	0,0002	0,0002	0,0004	0,0041
Bahía Blanca	Industrias Metalúrgicas Don Bosco	0,0130	0,1210	0,0005	0,0046	0,0007	0,0062	0,0003	0,0003	0,0004	0,0036
Bahía Blanca	Plaza Malvinas Argentinas	0,0056	0,0524	0,0004	0,0035	0,0008	0,0076	0,0003	0,0003	0,0005	0,0046
San Isidro	Plaza Mitre	0,0081	0,0757	0,0002	0,0023	0,0010	0,0094	0,0004	0,0004	0,0006	0,0052
San Isidro	Plaza Alsina	0,0144	0,1343	0,0003	0,0033	0,0007	0,0069	0,0004	0,0004	0,0005	0,0047
San Miguel	Plaza San Miguel	0,0139	0,1297	0,0004	0,0042	0,0009	0,0083	0,0004	0,0004	0,0005	0,0044
San Miguel	Plaza Irigoin	0,0082	0,0768	0,0005	0,0042	0,0009	0,0086	0,0004	0,0004	0,0005	0,0048
Vicente López	Plaza Circular	0,0077	0,0718	0,0004	0,0034	0,0008	0,0077	0,0004	0,0004	0,0006	0,0058
Vicente López	Plaza Combatientes de Malvinas	0,0130	0,1216	0,0003	0,0032	0,0009	0,0082	0,0005	0,0005	0,0006	0,0056
Jose C. Paz	Plaza Belgrano	0,0333	0,3113	0,0008	0,0071	0,0133	0,1237	0,0009	0,0009	0,0035	0,0326
Jose C. Paz	Basural Ayo. Pinazo	0,0111	0,1036	0,0005	0,0045	0,0012	0,0107	0,0003	0,0003	0,0006	0,0060
Pilar	Plaza 12 de Octubre	0,0114	0,1068	0,0004	0,0042	0,0007	0,0068	0,0003	0,0003	0,0004	0,0039
Pilar	Parque industrial Pilar	0,0047	0,0443	0,0005	0,0045	0,0007	0,0065	0,0003	0,0003	0,0005	0,0048
Pilar	Plaza de los Colores	0,0048	0,0444	0,0003	0,0026	0,0007	0,0062	0,0003	0,0003	0,0004	0,0038
Escobar	Plaza San Martín	0,0104	0,0969	0,0004	0,0037	0,0008	0,0072	0,0003	0,0003	0,0005	0,0044
Escobar	Parque industrial Garín	0,0068	0,0636	0,0004	0,0033	0,0007	0,0069	0,0004	0,0004	0,0005	0,0046
Escobar	Plaza de Juegos Barrio el Candil	0,0054	0,0505	0,0003	0,0031	0,0008	0,0072	0,0005	0,0005	0,0005	0,0048
Hurlingham	Plaza Hurlingham	0,0248	0,2317	0,0010	0,0090	0,0010	0,0096	0,0006	0,0006	0,0005	0,0043
Hurlingham	Plaza Yapeyú	0,0072	0,0668	0,0003	0,0028	0,0006	0,0056	0,0003	0,0003	0,0003	0,0028

Municipio	Descripción	Pb		Zn		Cu		Cr		Ni	
		ADULTOS	NIÑOS	ADULTOS	NIÑOS	ADULTOS	NIÑOS	ADULTOS	NIÑOS	ADULTOS	NIÑOS
Ituzaingó	Plaza Ituzaingó	0,0100	0,0929	0,0005	0,0045	0,0009	0,0082	0,0004	0,0004	0,0004	0,0035
Ituzaingó	Plaza Eva Perón	0,0125	0,1169	0,0007	0,0066	0,0009	0,0088	0,0004	0,0004	0,0004	0,0035
San Fernando	Basural frente aeropuerto	0,0135	0,1259	0,0004	0,0041	0,0012	0,0116	0,0004	0,0004	0,0006	0,0059
San Fernando	Plaza Mitre	0,0124	0,1156	0,0003	0,0029	0,0008	0,0077	0,0004	0,0004	0,0005	0,0045
San Nicolas	Siderar	0,0567	0,5292	0,0008	0,0070	0,0006	0,0057	0,0010	0,0010	0,0005	0,0047
San Nicolas	Camping Somisa	0,0044	0,0415	0,0003	0,0032	0,0007	0,0067	0,0002	0,0002	0,0005	0,0047
San Nicolas	Parque San Martín	0,0058	0,0539	0,0003	0,0029	0,0009	0,0085	0,0004	0,0004	0,0006	0,0056
Tandil	Relleno sanitario Tandil	0,0034	0,0319	0,0002	0,0019	0,0007	0,0065	0,0004	0,0004	0,0005	0,0045
Tandil	Plaza Independencia	0,0098	0,0916	0,0004	0,0036	0,0007	0,0070	0,0004	0,0004	0,0004	0,0042
Tandil	Plaza de las Carretas	0,0182	0,1703	0,0006	0,0057	0,0008	0,0074	0,0005	0,0005	0,0004	0,0042
Tandil	Plaza San Martín	0,0061	0,0573	0,0003	0,0025	0,0008	0,0075	0,0005	0,0005	0,0005	0,0047
Tandil	Esta Fundalum	0,0044	0,0410	0,0003	0,0028	0,0008	0,0078	0,0004	0,0004	0,0006	0,0052
Tandil	Parque Industrial	0,0039	0,0362	0,0002	0,0022	0,0006	0,0054	0,0004	0,0004	0,0005	0,0046
Tandil	Metalúrgica Tandil	0,0168	0,1566	0,0026	0,0246	0,0013	0,0124	0,0009	0,0009	0,0006	0,0054
Zarate	Plaza Mitre	0,0160	0,1492	0,0007	0,0062	0,0008	0,0071	0,0003	0,0003	0,0004	0,0042
Zarate	Ex fábrica Meteor	0,4891	4,5647	0,0246	0,2300	0,0121	0,1134	0,0004	0,0004	0,0007	0,0062
Zarate	Parque Industrial Zárate	0,0155	0,1446	0,0006	0,0052	0,0006	0,0058	0,0005	0,0005	0,0005	0,0043
Olavarría	Plaza Cnel. Olavarría	0,0122	0,1134	0,0004	0,0037	0,0007	0,0063	0,0003	0,0003	0,0004	0,0034
Olavarría	Parque Eva Perón	0,0127	0,1188	0,0006	0,0057	0,0013	0,0119	0,0003	0,0003	0,0005	0,0046
Olavarría	Plaza Juana Azurduy	0,0043	0,0400	0,0003	0,0027	0,0006	0,0056	0,0002	0,0002	0,0004	0,0034
Olavarría	Parque Avellaneda	0,0045	0,0418	0,0003	0,0024	0,0009	0,0082	0,0002	0,0002	0,0005	0,0045
Lujan	Basural Luján 1	0,0064	0,0597	0,0005	0,0048	0,0010	0,0098	0,0006	0,0006	0,0004	0,0041
Lujan	Basural Luján 2	0,0094	0,0876	0,0006	0,0056	0,0020	0,0185	0,0006	0,0006	0,0006	0,0060
Lujan	Plaza Colón	0,0154	0,1433	0,0004	0,0042	0,0008	0,0072	0,0004	0,0004	0,0004	0,0042
Pergamino	Plaza 25 de Mayo	0,0118	0,1097	0,0005	0,0044	0,0008	0,0078	0,0004	0,0004	0,0005	0,0044
Pergamino	Parque Municipal Pergamino	0,0058	0,0543	0,0004	0,0039	0,0008	0,0071	0,0005	0,0005	0,0005	0,0051

Municipio	Descripción	Pb		Zn		Cu		Cr		Ni	
		ADULTOS	NIÑOS	ADULTOS	NIÑOS	ADULTOS	NIÑOS	ADULTOS	NIÑOS	ADULTOS	NIÑOS
Mercedes	MERPLAC	0,9689	9,0428	0,0003	0,0032	0,0007	0,0062	0,0004	0,0004	0,0005	0,0042
Mercedes	Plaza San Martín	0,0150	0,1403	0,0003	0,0029	0,0007	0,0064	0,0004	0,0004	0,0004	0,0040
Ayacucho	Baterías Mateo Hnos.	0,0331	0,3088	0,0003	0,0028	0,0012	0,0111	0,0003	0,0003	0,0005	0,0048
Ayacucho	Plaza San Martín	0,0117	0,1091	0,0005	0,0047	0,0006	0,0055	0,0003	0,0003	0,0003	0,0028

ANEXO VII. INDICES DE GEOACUMULACION (Igeo)

Municipio	LAT	LONG	Código	Zn Igeo	Cu Igeo	Cr Igeo	Pb Igeo	Ni Igeo
La Matanza	-34,680845	-58,550277	SL256	2,9	3,6	1,3	2,7	1,5
La Matanza	-34,676082	-58,527638	SL252	2,8	2,9	0,9	2,9	1,0
La Matanza	-34,677663	-58,560922	SL255	0,3	-0,2	-0,5	1,9	-0,2
La Matanza	-34,639483	-58,564675	SL254	-0,5	-0,5	-0,5	0,1	-0,5
La Matanza	-34,746441	-58,589158	SL291	0,4	0,1	-0,2	0,6	-0,8
La Matanza	-34,729634	-58,608561	SL289	1,2	0,6	-0,1	1,9	-0,6
La Matanza	-34,711671	-58,574647	SL288	0,2	0,6	-0,4	0,3	-0,5
La Matanza	-34,869034	-58,669230	SL293	-0,2	-0,3	-0,5	0,2	-1,0
La Matanza	-34,736723	-58,568920	SL290	0,8	0,7	0,2	1,0	0,0
La Matanza	-34,700459	-58,482411	SL251	0,9	0,7	-0,2	0,9	-0,1
La Matanza	-34,652342	-58,551459	SL253	0,7	1,2	-0,4	2,3	0,0
La Matanza	-34,815550	-58,638757	SL292	1,6	0,8	0,8	1,4	0,2
La Plata	-35,011613	-58,072772	SL285	-0,3	-0,4	-1,0	0,0	-1,2
La Plata	-34,994671	-58,056958	SL286	-0,5	0,6	-0,9	-0,3	-1,2
La Plata	-34,977235	-58,043048	SL287	0,0	-0,2	-0,8	0,0	-1,1
La Plata	-35,003992	-58,120346	SL284	0,1	-0,2	0,4	0,3	-0,9
General Pueyrredón	-38,068152	-57,646679	SL353	0,2	-0,1	-0,6	0,4	-0,5
General Pueyrredón	-37,997835	-57,549286	SL354	0,6	0,0	-0,6	1,7	-0,6
General Pueyrredón	-38,051026	-57,538591	SL356	1,3	0,7	-0,7	0,9	-0,6
General Pueyrredón	-38,006903	-57,665159	SL357	-0,3	-0,5	-0,3	-0,4	-0,2
General Pueyrredón	-38,023275	-57,528865	SL355	0,4	-0,4	-0,7	0,2	-0,5
Merlo	-34,692420	-58,740760	SL310	0,4	-0,1	-0,3	0,6	-0,6
Merlo	-34,682542	-58,728607	SL308	0,1	-0,2	-0,5	0,6	-0,8
Merlo	-34,685270	-58,691048	SL306	0,0	-0,2	-0,4	0,1	-0,7
Merlo	-34,646217	-58,766265	SL311	0,0	-0,3	-0,6	0,3	-0,8

Municipio	LAT	LONG	Código	Zn Igeo	Cu Igeo	Cr Igeo	Pb Igeo	Ni Igeo
Merlo	-34,664885	-58,728078	SL307	0,2	-0,2	-0,3	0,8	-0,9
Merlo	-34,693585	-58,729813	SL309	0,3	-0,2	-0,5	0,1	-0,8
Moreno	-34,651545	-58,790074	SL318	0,8	0,4	-0,7	1,9	-0,5
Moreno	-34,619887	-58,726274	SL312	1,6	7,0	-0,2	3,8	-0,3
Moreno	-34,567901	-58,854855	SL315	-0,1	-0,3	-0,5	-0,9	-0,6
Moreno	-34,571220	-58,794296	SL314	1,1	0,8	-0,4	0,2	-0,5
Moreno	-34,603017	-58,798874	SL316	0,5	0,1	-0,4	0,4	-0,6
Moreno	-34,629796	-58,832533	SL317	0,3	-0,1	-0,6	0,4	-0,8
Moreno	-34,610252	-58,753523	SL313	1,1	2,8	-0,4	1,1	-0,2
General San Martín	-34,577513	-58,537682	SL319	0,0	0,1	0,1	0,9	-0,4
General San Martín	-34,550418	-58,547869	SL325	1,0	1,1	0,0	2,4	-0,1
General San Martín	-34,524678	-58,588277	SL323	2,4	2,9	0,5	2,0	0,8
General San Martín	-34,540684	-58,562618	SL324	0,0	-0,1	-0,5	0,6	-0,4
General San Martín	-34,579360	-58,550391	SL320	2,2	1,8	0,6	6,4	0,2
General San Martín	-34,557888	-58,587888	SL321	2,8	4,0	0,9	4,0	2,0
General San Martín	-34,544050	-58,603009	SL322	1,2	0,5	1,4	0,8	-0,1
Tigre	-34,424593	-58,575518	SL365	0,6	0,1	-0,2	1,7	-0,1
Tigre	-34,439435	-58,603891	SL364	0,6	-0,1	0,2	0,4	-0,2
Tigre	-34,454761	-58,633798	SL363	-0,1	-0,5	-0,5	-0,1	-0,4
Tigre	-34,493354	-58,639177	SL362	-0,4	-0,7	-0,5	0,0	-0,6
Tres de Febrero	-34,602188	-58,592138	SL297	1,2	0,6	0,0	1,7	-0,2
Tres de Febrero	-34,603693	-58,563460	SL294	1,6	1,2	0,1	2,1	-0,3
Tres de Febrero	-34,586784	-58,573501	SL295	1,3	1,5	0,0	1,3	0,0
Tres de Febrero	-34,596290	-58,576888	SL296	1,6	0,9	0,1	1,7	-0,4
Malvinas Argentinas	-34,473862	-58,731834	SL330	0,3	0,5	-0,6	1,0	-0,1
Malvinas Argentinas	-34,488923	-58,726649	SL331	0,4	0,2	-0,4	0,8	-0,5
Malvinas Argentinas	-34,522320	-58,701134	SL332	-0,1	0,5	-0,5	0,1	-0,5

Municipio	LAT	LONG	Código	Zn Igeo	Cu Igeo	Cr Igeo	Pb Igeo	Ni Igeo
Morón	-34,653012	-58,646156	SL303	1,0	0,6	-0,2	1,4	-0,5
Morón	-34,662696	-58,652670	SL302	3,6	5,3	0,5	7,6	0,6
Morón	-34,639982	-58,607888	SL300	1,6	0,5	0,2	2,0	-0,5
Morón	-34,680285	-58,624082	SL301	1,1	0,4	-0,1	1,3	-0,5
Bahía Blanca	-38,717960	-62,265570	SL361	0,5	-0,2	-1,0	1,5	-0,6
Bahía Blanca	-38,758494	-62,284314	SL359	1,9	-0,2	-1,1	1,6	-0,6
Bahía Blanca	-38,701570	-62,320740	SL360	0,6	-0,5	-1,0	1,1	-0,8
Bahía Blanca	-38,775410	-62,263630	SL358	0,2	-0,2	-0,8	-0,1	-0,4
San Isidro	-34,466050	-58,509218	SL369	-0,4	0,1	-0,4	0,4	-0,2
San Isidro	-34,476701	-58,526088	SL368	0,1	-0,3	-0,4	1,3	-0,4
San Miguel	-34,543013	-58,712223	SL326	0,4	-0,1	-0,5	1,2	-0,5
San Miguel	-34,561794	-58,748175	SL327	0,4	0,0	-0,5	0,5	-0,3
Vicente López	-34,533293	-58,464743	SL371	0,1	-0,2	-0,3	0,4	0,0
Vicente López	-34,524731	-58,473041	SL370	0,1	-0,1	-0,2	1,1	-0,1
Jose C. Paz	-34,522926	-58,751786	SL328	1,2	3,8	0,8	2,5	2,4
Jose C. Paz	-34,508045	-58,823208	SL329	0,5	0,3	-0,8	0,9	0,0
Pilar	-34,459130	-58,914250	SL342	0,4	-0,4	-0,7	0,9	-0,7
Pilar	-34,408221	-58,969114	SL340	0,6	-0,4	-0,7	-0,3	-0,3
Pilar	-34,446388	-58,971132	SL341	-0,2	-0,5	-0,8	-0,3	-0,7
Escobar	-34,346540	-58,794231	SL351	0,3	-0,3	-0,6	0,8	-0,5
Escobar	-34,432657	-58,721370	SL352	0,1	-0,3	-0,4	0,2	-0,4
Escobar	-34,333027	-58,764990	SL350	0,0	-0,3	-0,1	-0,2	-0,3
Hurlingham	-34,589699	-58,628012	SL298	1,5	0,2	0,4	2,0	-0,5
Hurlingham	-34,612930	-58,626625	SL299	-0,2	-0,6	-0,7	0,3	-1,1
Ituzaingó	-34,658088	-58,666952	SL304	0,5	-0,1	-0,3	0,7	-0,8
Ituzaingó	-34,646658	-58,704942	SL305	1,1	0,0	-0,3	1,1	-0,8
San Fernando	-34,461644	-58,586937	SL366	0,4	0,4	-0,5	1,2	0,0

Municipio	LAT	LONG	Código	Zn Igeo	Cu Igeo	Cr Igeo	Pb Igeo	Ni Igeo
San Fernando	-34,440800	-58,558231	SL367	-0,1	-0,2	-0,3	1,0	-0,4
San Nicolas	-33,383758	-60,131687	SL345	1,2	-0,6	1,0	3,2	-0,4
San Nicolas	-33,358265	-60,163031	SL344	0,0	-0,4	-1,1	-0,4	-0,4
San Nicolas	-33,330732	-60,208413	SL343	-0,1	0,0	-0,4	-0,1	-0,1
Tandil	-37,280910	-59,192371	SL232	-0,7	-0,4	-0,5	-0,8	-0,4
Tandil	-37,329218	-59,136811	SL181	0,2	-0,3	-0,5	0,7	-0,5
Tandil	-37,322459	-59,131333	SL182	0,9	-0,2	-0,1	1,6	-0,5
Tandil	-37,326693	-59,147565	SL183	-0,3	-0,2	-0,1	0,0	-0,4
Tandil	-37,290946	-59,179666	SL230	-0,1	-0,2	-0,3	-0,5	-0,2
Tandil	-37,291218	-59,195316	SL231	-0,5	-0,7	-0,4	-0,6	-0,4
Tandil	-37,311794	-59,147237	SL229	3,0	0,5	0,9	1,5	-0,2
Zarate	-34,095523	-59,023979	SL346	1,0	-0,3	-0,8	1,4	-0,5
Zarate	-34,078807	-59,044527	SL347	6,2	3,7	-0,2	6,3	0,04
Zarate	-34,088389	-59,064952	SL349	0,7	-0,6	0,0	1,4	-0,5
Olavarría	-36,893696	-60,323307	SL178	0,3	-0,5	-0,7	1,0	-0,8
Olavarría	-36,885393	-60,338345	SL177	0,9	0,5	-0,8	1,1	-0,4
Olavarría	-36,910461	-60,319291	SL179	-0,2	-0,6	-1,2	-0,5	-0,8
Olavarría	-36,919405	-60,319751	SL180	-0,3	-0,1	-1,1	-0,4	-0,4
Lujan	-34,523030	-59,119379	SL336	0,6	0,2	0,2	0,1	-0,6
Lujan	-34,522412	-59,118025	SL337	0,9	1,1	0,4	0,6	0,0
Lujan	-34,566701	-59,115291	SL335	0,4	-0,3	-0,5	1,4	-0,5
Pergamino	-33,891531	-60,574564	SL338	0,5	-0,2	-0,4	1,0	-0,5
Pergamino	-33,906688	-60,573053	SL339	0,3	-0,3	0,1	0,0	-0,3
Mercedes	-34,632453	-59,394538	SL334	0,05	-0,5	-0,4	7,3	-0,5
Mercedes	-34,650481	-59,431240	SL333	-0,1	-0,4	-0,4	1,3	-0,6
Ayacucho	-37,152261	-58,501378	SL227	-0,2	0,4	-0,5	2,5	-0,3
Ayacucho	-37,152954	-58,487903	SL228	0,6	-0,6	-0,5	1,0	-1,1