

CALIDAD DE SUELOS EN ÁREAS URBANAS DE LA CIUDAD DE BUENOS AIRES. EL CASO DEL PARQUE INDOAMERICANO

SILVIA RATTO¹; LILIANA MARBÁN²; MIRTA GONZÁLEZ¹ y LIDIA GIUFFRÉ¹

RESUMEN

En el Parque Indoamericano y alrededores se efectuó un diseño de muestreo en tres etapas anuales, para evaluar el estado de contaminación de los suelos y sedimentos ubicados en una zona de geomorfología heterogénea y deprimida de la ciudad de Buenos Aires. El sitio presentaba el agravante de un historial de basurero ilegal a cielo abierto y sucesivos rellenos, previos a los saneamientos efectuados por el Gobierno de la Ciudad. El objetivo de la investigación fue obtener información base sobre el riesgo del predio parquizado para un uso de recreación y la posibilidad de organizar un manejo y remediación adecuada del área. El muestreo de la investigación preliminar del suelo, realizado durante dos años, indicó un rango elevado de concentración de Zn (56 a 395 mg kg⁻¹) y Pb (30 a 2.625 mg kg⁻¹), con valores preocupantes de Hg (0,28; 0,47 mg kg⁻¹) y no detectado en otros sitios). Los valores de Cu (20,3-41,5 mg kg⁻¹) y Ni (5,1-32,3 mg kg⁻¹) fueron semejantes a los de suelos no alterados y el Cd y el Cr no se detectaron. En la tercera etapa se tomaron muestras de suelo en un sector que, sobre la base de la investigación exploratoria indicó contaminación, aplicando una grilla de 16 puntos. Los valores de Pb medidos en la grilla fueron altos, aunque no excesivos, y se asociaron con los valores observados de carbono oxidable que presuponen su movilidad asociada a la materia orgánica. Los resultados aún cuando indican valores aceptados en las regulaciones vigentes, evidencian la necesidad de relacionar esta información analítica con estudios de ecotoxicología y biodisponibilidad, para descartar cualquier riesgo para la población que frecuenta el sitio, compuesta especialmente por una fracción etarea muy sensible como son los niños. Se indican algunas precauciones sobre el manejo del área para evitar riesgos a la población hasta que se completen los trabajos de saneamiento.

Palabras clave. Contaminación del suelo, metales pesados, Parque Indoamericano.

SOIL QUALITY IN BUENOS AIRES CITY - INDOAMERICANO PARK'S CASE

SUMMARY

Soil samples, at three different annual stages were taken from Iberoamericano Park and surrounding areas of lowlands, previously used as illegal waste disposal, in order to assess contamination with heavy metals. These areas were remediated by the Government and are presently used for recreation. The purpose of this study was to obtain updated information, to help organize its future management. First sampling, which was made during two consecutive years, showed a high Zn (56-395 mg kg⁻¹) and Pb (30-2.625 mg kg⁻¹) concentration and a very high and unusual Hg (0,28-0,47 mg kg⁻¹) level. Cu (20,3-41,5 mg kg⁻¹) and Ni (5,1-32,3 mg kg⁻¹) concentrations were not so high. At a third stage a 16 point grille sampling was done in an area suspected of high contamination. Pb levels found were high but not excessive and showed a positive correlation with organic C levels, thus an associated mobility can be presumed. Even though heavy metals levels found are within accepted ranges according with present legislation, further toxicology studies are recommended as this areas is mainly visited by children

Key words. Soil contamination, heavy metals, Indoamericano park.

¹Cátedra de Edafología. Facultad de Agronomía. UBA. Avda San Martín 4453 (1417) Buenos Aires

²INGEISS. (CONICET). Ciudad Universitaria. UBA

INTRODUCCIÓN

El Parque Indoamericano, concebido como espacio de recreación, desarrollo armónico y en equilibrio con la ocupación poblacional del territorio, se encuentra dentro de la ciudad de Buenos Aires, en el barrio de Villa Lugano y fue creado por Resolución 27.533/93. La superficie abarca unas 130 hectáreas, delimitadas por calle Lacarra, avenidas Castañares, Fernández de la Cruz y Escalada, que lo identifican como el segundo parque más grande de la ciudad.

Los terrenos sobre los que se asienta son parte del extenso bañado de Flores. El área en estudio pertenece a la cuenca hidrográfica del río Matanza, que actúa como línea divisoria natural entre la ciudad de Buenos Aires y el partido provincial del mismo nombre. El terreno es llano, arcilloso e inundable por ser una zona baja.

Los materiales originarios son sedimentos jóvenes, transportados de las zonas más altas y depositados en las depresiones, condiciones típicas de ambientes lacustres y humedales. Están compuestos por limos arenosos o arcillosos (del Lujanense), limos grises calcíferos (del Platense) y materiales ricos en sales solubles como cloruros, sulfatos y carbonatos. La napa freática está cercana a la superficie y posee un alto contenido de sales (proveniente de la ingresión marina del Querandinense) donde es posible observar eflorescencias salinas. Las aguas pluviales forman cauces importantes que arrastran sales. En este tipo de ambiente se forman suelos aluvionales alcalinos cuya textura predominante es franco-arenosa mediana (INTA, 1978).

Sobre este material se depositó basura a cielo abierto con incineraciones periódicas, carente del respectivo control de las emisiones gaseosas y de los materiales particulados. De acuerdo con los archivos del gobierno de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires, el saneamiento ordenado por la institución se cumplió en varias etapas con tratamientos semejantes, que consistieron en cubrir el terreno con una capa de suelo no contaminado de espesor variable. El área, considerada un foco infeccioso, se rellenó para elevar la cota y reducir las continuas inundaciones, cubrir los suelos degradados y contaminados, para finalmente parquearla.

El Dr. F. Díaz (1992) efectuó un estudio epidemiológico en un área vecina a la estudiada, el Barrio Ramón Carrillo, ante la presencia de mercurio y plomo en orina y sangre en la población infantil, que fue

relacionada con niveles tóxicos de esos elementos en suelo. Para el mercurio, se consideró como la vía más probable de exposición la inhalación de las formas volátiles que subliman y en el caso del plomo, la inhalación del polvo atmosférico producido por la erosión eólica del suelo y la ingestión directa (hábito mano-boca o hábito de pica) promedio de 100 mg día⁻¹. Este antecedente se tuvo en cuenta en la investigación exploratoria, para evaluar la situación general del área, pero fue descartado específicamente cuando se verificó el origen heterogéneo de los rellenos (fuente, archivos Gobierno de la Ciudad).

La toma de muestra en suelos sospechados de contaminación requiere de un proceso iterativo que contemple una etapa preliminar en la que se identifica la presencia de sustancias contaminantes y luego una segunda etapa para establecer la extensión de la contaminación y el riesgo ante las posibles vías de exposición (Fergusson, 1990; IRAM 29.481-1 (1999), 29.481-5 (2004); ISO 10.381-5 (1996). La toma de muestras en suelos contaminados presenta más problemas que la de suelos naturales, porque el patrón de distribución de los elementos responde a causas muy diversas y a veces resulta muy difícil de identificar el origen del contaminante, como es el caso de antiguos basureros. Existen antecedentes de estudios efectuados en el área, encargados por el Gobierno de la Ciudad de Buenos Aires y la consulta de esos archivos permitió obtener información, pero carente de la interpretación correspondiente.

La evaluación de suelo en el caso de los espacios verdes, con el objetivo de mantener la calidad y salud de los mismos, requiere de un monitoreo periódico que incluya ensayos de las diversas propiedades del suelo, teniendo en cuenta para cada situación el uso final y la historia del sitio para prevenir riesgos potenciales para la salud del usuario. Con el propósito de evaluar el resultado del saneamiento realizado en el terreno del parque Indoamericano y detectar la presencia de potenciales contaminantes, se efectuó un reconocimiento visual del terreno para formular las hipótesis y diseño de muestreo de las investigaciones exploratorias e intensivas. La hipótesis de estudio planteada fue que los trabajos de saneamiento en el predio parqueado y sus inmediaciones, evaluados mediante un proceso iterativo, han sido insuficientes para cumplir con los requisitos de la Ley Nacional N° 24.051 de "Residuos

Peligrosos” Decreto N° 831/79 concerniente a los metales pesados y es necesario el estudio detallado de un mayor número de elementos para elaborar un diagnóstico sitio-específico.

MATERIALES Y MÉTODOS

Descripción del sitio: La zona se dividió en tres áreas de interés: 1-“Olla” o zona contigua al Lago Soldati, 2-“Olla” contigua al Arroyo Cildañez y 3-Paseo de los Álamos.

Olla contigua al Lago Soldati: El lago Soldati se encuentra conectado por cuatro conductos, regulados mediante compuertas, al emisario principal del arroyo Cildañez. Este lago se halla la mayor parte del año sin agua y cumple funciones de regulación en la zona de influencia de Villa Soldati para evitar las inundaciones a través del funcionamiento de compuertas. Este sistema no funciona y necesita mantenimiento.

Olla contigua al Arroyo Cildañez (tributario del Matanzas): Este curso de agua corre entubado por una zona con cobertura cloacal del 100% y está protegido por suelo de relleno. Presenta un elevado DBO5 de 160 mg l⁻¹ que se origina en la descarga de líquidos orgánicos de origen exclusivamente industrial y no domiciliarios.

Paseo de los Álamos: corresponde al sector conmemorativo de los combatientes en Islas Malvinas. La zona ha sido parquizada luego del último relleno.

Se observó la vegetación en el terreno y se tomaron muestras de suelo en áreas con diferente relleno. Para delimitarlas se tuvo en cuenta el cambio de vegetación y la topografía del terreno. Se identificaron cuidadosamente los puntos de muestreo para poder efectuar nuevos estudios en el mismo sitio. En cada una de las áreas se efectuó un reconocimiento visual, descripción de las especies botánicas presentes y del estadio de crecimiento y desarrollo de las mismas. También se realizaron calicatas para la descripción de los perfiles de suelo y con un diseño patrón al azar se tomaron muestras de suelo para su procesamiento en el laboratorio (Winegardner, 1996, IRAM 29481-1, 1999).

Toma de muestras de suelo

Los puntos en los que se tomaron las muestras fueron: Olla del Soldati, Olla del Cildañez, Compuerta del Cildañez, Entubado del Cildañez, Lago frente al Cildañez y Paseo de los Álamos

Para caracterizar al entorno se tomaron también muestras en la Escuela Benjamín Zorrilla N° 4 Distrito 11, ubicada en una de las esquinas del parque y en el Camino de las Palmeras (dentro del parque) vecino a la Escuela de Policía.

Primer año: En la etapa preliminar se tomaron muestras en las calicatas efectuadas en cada una de las zonas señaladas. Se utilizó un diseño de toma de muestra no sistemático en zigzag para la capa superficial, a profundidad variable, (0-10, 0-15, 0-20 cm) de acuerdo al espesor del relleno practicado, manteniendo la individualidad de las muestras.

Segundo año de toma de muestra: se efectuó una nueva toma de muestra de suelo en las áreas descritas anteriormente con el propósito de ampliar la información obtenida en el primer año, aumentando el número de las mismas en los sectores sospechados de contaminación y conforme a los resultados del primer año.

Tercer año consecutivo de toma de muestra: se diagramó una cuadrícula para tener mayor información sobre la distribución del plomo, por ser el elemento más abundante de acuerdo con los estudios previos. Se trabajó sobre una grilla regular ubicada al costado del entubado del Cildañez, con un diseño de muestreo sistemático, sobre muestras simples equidistantes a 1 m y formando un cuadrado de 16 m² en el área.

Ensayos químicos de suelo

En las muestras colectadas se midió contenido de carbono oxidable (Walkley y Black), fósforo extraíble por Bray y Kurtz 1 (Page 1982), pH (H₂O 1:2,5), bases de cambio (AcNH₄ 1N pH7 y lectura por AA) y conductividad eléctrica (CE). Para los metales pesados: cobre (Cu), cadmio (Cd), plomo (Pb), cromo (Cr), níquel (Ni) y cinc (Zn) se efectuó una digestión con HF-HNO₃-HClO₄ y la cuantificación por espectrometría inducida por plasma (ICP). En la evaluación de mercurio (Hg) se realizó una digestión con KMnO₄-HNO₃-H₂SO₄ y cuantificación por espectrometría en absorción atómica por vapor frío (Marbán, 1997). En la grilla se midió Pb total, P extraíble y carbono oxidable, pH y CE con las técnicas descriptas.

Criterios de calidad

Los metales pesados analizados fueron seleccionados en función de su riesgo para la salud humana y posibilidad de entrar en la cadena trófica. Se aplicó la Ley 24051 de Residuos Peligrosos, Decreto Reglamentario N° 831 (1993), que cataloga la cantidad de compuestos orgánicos e inorgánicos admisibles para distintos usos del suelo.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las especies naturales encontradas en el suelo de relleno fueron: *Trifolium repens* (trebol blanco), *Matricaria chamomilla* (Manzanilla), *Medicago lupulina* (Lupulina), *Bromus unioloides* (Cebadilla criolla), *Lapistum rugosum*, *Roptonussotiius*,

Las especies encontradas en áreas con el espesor mayor de horizonte A (Franco arcillo limoso) fueron: *Trifolium repens* (trebol blanco), *Matricaria chamomilla* (Manzanilla), *Lolium multiflorum* (ray grass criollo), *Echium plantagineum* (Flor morada), *Lophochloa pteioides*, *Grindelia pulchella*, *Sisyrinchium platense* y *Gamochaeta spicata*. Se observó una manifiesta heterogeneidad en la distribución del material constituyente del suelo, con abundantes restos de residuos de productos de actividades humanas y con escasa profundidad efectiva para el crecimiento de las plantas.

En el Cuadro 1 se presentan resultados de los ensayos de suelo para caracterización de las muestras.

Toda el área tiene un pH que oscila entre la neutralidad y alcalinidad con síntomas de halomorfismo. Los valores de pH y CE son semejantes a los obtenidos en otros suelos de relleno como los de la Reserva Ecológica Costanera Sur (Ratto *et al.*, 1999).

En la Olla contigua al Lago Soldati, el suelo superficial tuvo un espesor de aproximadamente 20

cm, correspondiendo a la capa del último relleno, ya que a mayor profundidad existe una mezcla de abundante material calcáreo, piedras y tierra fina, provenientes de un relleno previo.

En la Olla del arroyo Cildáñez, el espesor de suelo fue algo superior, aunque a los 30cm las raíces se presentaban creciendo en forma horizontal y con signos de anaerobiosis en el suelo.

En el Paseo Islas Malvinas se observó un área parquizada con tepes de césped y otra de muy lenta permeabilidad y olor desagradable como resultado de la falta de drenaje.

Metales pesados

El contenido de metales pesados determinado se contrastó con los niveles guía de calidad de suelos contenidos en la ley N° 24.051 de Residuos Peligrosos, Decreto N° 831/93. Comprende a lo mencionado en el Anexo II de la Ley, Código H6.1, H11 y H12. Los valores considerados en la ley, si bien se utilizan en las regulaciones, son valores guías y se deben considerar para poder tomar cualquier medida de orden legal. En muchos casos son discutidos por ecotoxicólogos, porque faltan evidencias concretas de su validez.

En algunos países, tal como se detalla especialmente, el valor guía adoptado es fluctuante dependiendo del uso posible del suelo, siguiendo el concepto de multifuncionalidad (Vegter, 1995). La va-

CUADRO 1. Propiedades de los suelos.

	pH (H ₂ O 1: 2,5) (rango)	CE (dSm ⁻¹)	Cox %	
Olla Soldati	7,1-8,1	1,5-2,23	0,4-2,0	
Olla Cildáñez	6,7-7,2	1,3-2,6	0,5-2,2	
Compuerta Cildáñez	7,3-8,5	1,8-2,2	0,6-1,9	
Cildáñez Entubado	7,9-8,1	2,7-2,8	0,7-2,5	
Lago frente Cildáñez	7,5-7,6	1,1-2,1	0,7-2,1	
Paseo de las Malvinas	7,1	2,6	0,4-1,6	
Muestras del entorno	pH (H ₂ O 1: 2,5) (rango)	CE (dSm ⁻¹)	Cox %	P mg kg ⁻¹
Escuela N° 4	7,7-8	0,63-0,75	0,43-0,91	15,4-26,1
Camino de las Palmeras	6,8	2,2	0,55	74

riabilidad en los índices se debe en gran medida a la falta de conocimiento sobre la acción conjunta de los metales sobre los organismos. Los ensayos ecotoxicológicos utilizados para fijar valores límite de cada elemento, en su gran mayoría, se han hecho para un metal en forma individual y ello impide conocer el efecto que una elevada carga de varios elementos, por debajo del nivel considerado crítico, puede producir en organismos vivos.

En el Cuadro 2a. y en el 2b se presentan los resultados obtenidos en los ensayos efectuados en las muestras de suelo colectadas

El Zn presentó los valores más altos en la Olla del Cildáñez y Olla del Soldati. Los valores son inferiores a los niveles guía de la Ley de Residuos

Peligrosos (rango de 500 a 1.500 mg kg⁻¹), pero con una variación amplia en el rango de valores determinados (desde 56 mg kg⁻¹ hasta 395 mg kg⁻¹) que indicaría, de acuerdo con los criterios de calidad de metales pesados en suelo, sitios con concentración muy alta del elemento, con riesgo de fitotoxicidad atribuible al ingreso de algún contaminante (Kabata Pendías y Pendías, 1985).

El Hg, con antecedentes de intoxicación en el área (Díaz, 1992), presentó en la zona de la olla del Cildáñez y en la zona de su compuerta, valores de 0,5 mg kg⁻¹, superiores a los encontrados en el resto del predio y a los determinados en suelos vecinos de la Ciudad de Buenos Aires, aunque inferiores a los niveles guía de calidad de suelos de la Ley N°

CUADRO 2a. Contenido total de metales en los sitios indicados (mg kg⁻¹).

Sitios	Olla Soldati	Olla Cildáñez	Compuerta Cildáñez	Cildáñez entubado	Lago frente Cildáñez	Paseo Islas Malvinas	Ley 24.051
Elementos							
Pb	2.625	122,8	57,5	30	31,3	63,8	500
Zn	255	395	230,3	62	56,3	138,5	500
Ni	5,1	15,4	8,6	7,7	9	32,3	100
Cu	30,5	41,5	20,3	23,6	23	31,5	100
Cd	trazas	ND	ND	trazas	trazas	ND	3
Hg	0,47	ND	0,28	trazas	ND	ND	2
Cr	9,5	15,9	12,4	13,9	15,8	ND	750

CUADRO 2b. Contenido total de metales en los sitios indicados (mg kg⁻¹).

	Camino de las palmeras	Escuela
Pb	362,5	35-75
Zn	1.205	57-170
Ni	63,5	12,6-19,4
Cu	315	42-785
Cd	23,5	ND
Hg	ND	ND
Cr	1.310	26,8-39,4

ND: no detectado

24.051 para suelos contaminados. Sin embargo, para este elemento es difícil establecer rangos críticos ya que las formas orgánicas tienen mucha toxicidad. Para Vegter (1995), un valor en suelo de $0,3 \text{ mg Hg kg}^{-1}$ permitiría dividir a los suelos entre contaminados y no contaminados, por lo que los valores hallados indicarían que la zona de la Olla del Cildáñez representa un grave riesgo para los niños. Algunos polutantes como el Hg pueden almacenarse en las grasas del organismo hasta que se acumulan en cantidad suficiente para producir daños fisiológicos y neurológicos, y en algunos casos resultan cancerígenos. También existe una elevada dependencia del tiempo de exposición. Los valores medidos son muy inferiores a los $6,7 \text{ mg Hg kg}^{-1}$ detectados en el estudio previo en espacios de recreo para niños y de 1 mg Hg kg^{-1} en el área de viviendas del barrio Ramón Carrillo (Díaz, 1992). De acuerdo a lo antedicho, esta zona debería dedicarse al esparcimiento infantil si media un proceso de saneamiento adecuado.

El enriquecimiento con Pb es una constante en todos los suelos cercanos a áreas urbanas o industriales. Los problemas pueden cuantificarse desde la óptica del desarrollo de las plantas, de la ecología microbiana o del riesgo para el ser humano. En cada caso los límites aceptables son diferentes. Los valores de Pb (Cuadro 2) fueron altos en casi todos los sitios, superando los 50 mg kg^{-1} , encontrándose algunos puntos de concentración muy alta, mayores a 2.500 mg kg^{-1} . En estudios previos (Díaz, 1992) el pico de Pb había alcanzado un valor de 417 mg kg^{-1} . El valor encontrado supera el máximo admitido en zonas industriales. Utilizando criterios de salud humana, en Canadá aplican el valor de 35 mg Pb kg^{-1} en suelos de baja capacidad de intercambio iónico (CIC), ampliándolo hasta 70 mg kg^{-1} cuando la CIC es mayor a $15 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$ (Webber y Sing, 2005). Los que consideran un uso sensible de la tierra en Alemania, toman como límite 50 mg kg^{-1} en suelo (Christie y Teeuw, 1998).

El Cd, Cu, Ni y Cr no presentaron valores anómalos frecuentes en otras áreas urbanas y suburbanas contaminadas (Ratto *et al.*, 2004). Aunque en otros estudios realizados en el área contigua (Díaz, 1992) se encontró contaminación con Cd y Cu, el hecho, que en esta área no aparezcan valores extremos de los elementos indicaría que los trabajos de saneamiento han logrado una recuperación parcial del área.

Para el Cr existen antecedentes de valores más altos en suelos urbanos dedicados a la horticultura (Giuffrè *et al.*, 2005).

Comparando estos resultados con los obtenidos en ensayos de lixiviados de muestras de suelo del parque, en un estudio efectuado por el Laboratorio de análisis de trazas de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la UBA en 1994 (archivos del Gobierno de la Ciudad), los resultados son coincidentes, ya que de los 22 puntos que analizaron, el Pb superó ampliamente los límites aceptables por la EPA ('Environmental Protection Agency-USA') en una muestra, el Hg en tres y el Cd y Cr en ninguna, aunque estuvieron presentes.

Con el propósito de efectuar un diagnóstico más preciso sobre la distribución probable del elemento Pb en el área de la Olla del Soldati, se aplicó en la última etapa un patrón de toma de muestra más intensivo sobre una grilla. Los resultados obtenidos con la aplicación del muestreo sistemático en el área detectada como la más peligrosa indicaron una distribución espacial más homogénea, con valores oscilando entre 14 y 123 mg kg^{-1} de Pb. En el Cuadro 3 se muestran los valores de caracterización de las muestras y en la Figura 1 la distribución espacial del Pb y Cox que presentan similitud, lo que indicaría que se han movido juntos en el sistema.

CUADRO 3. Muestras en Grilla Cildáñez entubado.

Nº muestra	pH (H ₂ O 1: 2,5)	CE (dSm ⁻¹)	P (mg kg ⁻¹)
1	7,6	0,6	23,5
2	7,6	1,1	33,4
3	7,8	0,7	33,2
4	7,6	0,9	27,0
5	7,7	1	25,6
6	7,4	1	36,5
7	7,3	0,9	32,3
8	7,8	1	31,8
9	7,8	0,9	25,6
10	7,8	0,8	37,6
11	7,8	0,5	6,6
12	7,8	1,2	30,1
13	7,7	0,5	35,7
14	7,7	0,8	25,3
15	7,7	0,9	26,5
16	7,8	0,9	34,3

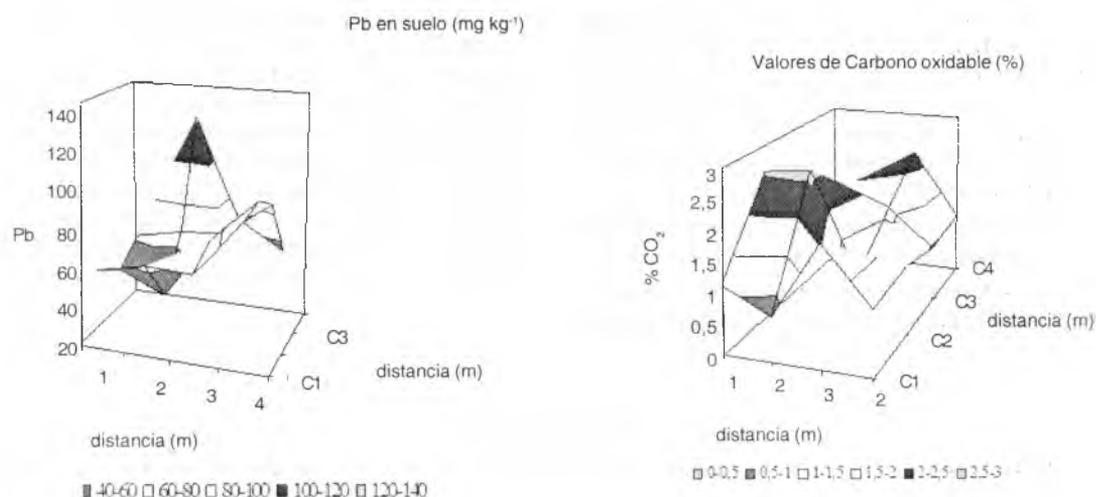


FIGURA 1. Distribución espacial del Pb y Cox en una grilla.

El fósforo (P), de particular significancia por el transporte de las partículas en un área de fuerte pendiente cercana a cursos de agua y con elevado riesgo de erosión hídrica, tuvo una distribución semejante a la de la CE. La elevada variabilidad espacial de todas las propiedades estudiadas es previsible y está asociada a la historia del suelo.

Para efectuar una evaluación general y un diagnóstico global resulta de especial interés el manejo que se le dará al predio. En su conjunto, en la superficie del parque se encontraron manchones de suelo descubierto, principalmente por la presencia de condiciones edáficas desfavorables para el desarrollo radical y de exceso de sales. Se debería mejorar el suelo superficial para lograr una cobertura vegetal mayor que disminuya la erosión hídrica y especialmente la eólica, que puede constituir una vía de exposición importante para el Pb.

Los beneficios pueden ser dobles ya que por un lado la vegetación actúa como contenedora de parte de los metales presentes y, por otro lado, evita la dispersión de partículas que pueden llevar una carga importante de contaminante (está comprobado que para el Pb el polvo atmosférico es una vía importante de transporte). Otra ventaja de mantener una cubierta vegetal compacta es que, si bien las raíces pueden crear conductos preferenciales para la circulación del agua, una masa radical importante

actúa reteniendo en forma eficaz las sustancias en solución.

De acuerdo a los elementos analizados, un manejo apropiado del predio puede minimizar el riesgo del aumento de la contaminación de las napas freáticas, al actuar como 'buffer' para la disminución de la contaminación del aire y de los ruidos, a través del crecimiento de la vegetación arbórea y arbustiva y disminuir la movilidad potencial de algunos de los contaminantes medidos.

Surge entonces la importancia de un control permanente del estado del área para prevenir deterioros resultado del uso natural de los vecinos, e impedir el conjunto de acciones benéficas que el mismo puede aportar a la comunidad.

CONCLUSIONES

Como resultado de las observaciones de campo y las mediciones analíticas se puede decir que el trabajo de saneamiento o remediación ha mejorado las condiciones generales del área.

Con referencia a la contaminación con metales pesados, los datos encontrados justificarían un estudio más detallado del sitio, para estudiar la variabilidad y el riesgo potencial.

Se debería mejorar el suelo superficial para lograr una cobertura vegetal mayor que disminuyese la erosión hídrica y, especialmente, la eólica que puede constituir una vía de exposición importante para el Pb, ya que hay una coincidencia entre proceso geológico y eventos antropomórficos para deteriorar las condiciones del sitio.

En la Olla del Cildáñez es necesario efectuar tareas de saneamiento por la presencia de Hg en suelo.

Considerando las alternativas de control respecto de la exposición humana a sustancias peligro-

sas en el suelo, puede decirse que los resultados encontrados, si bien son alentadores en cuanto a que parte de los problemas se han superado, indican la necesidad de continuar no sólo los trabajos de remediación sino que es indispensable hacer un monitoreo más exhaustivo del área para garantizar la desaparición de las zonas que constituyen un riesgo potencial para la salud y lograr que suelo contribuya al mejoramiento de la calidad del aire y agua a escala local, regional, nacional y global.

BIBLIOGRAFÍA

- CHRISTIE, S. and R.M. TEEUW. 1998. Varied policy of European Union states on contaminated land. *Environ. Impact Asses. Rev.* 18: 175-197.
- DÍAZ, F.M. 1992. Estudio Epidemiológico Ambiental del Barrio Ramón Carrillo por presencia de metales pesados en el suelo. Expte. N° 663-C-93. Municipalidad de la Ciudad de Buenos Aires.
- FERGUSON, J. 1990. The Heavy Elements. Chemistry environmental impact and health effects. Pergamon Press. Oxford.
- GIUFFRÉ, L.; S. RATTO; L. MARBÁN; J. SCHONWALD y R. ROMANIUK. 2005. Riesgo por metales pesados en horticultura urbana. *Cs. del Suelo (Argentina)* 23: 101-106
- INSTITUTO ARGENTINO DE NORMALIZACIÓN. IRAM. 1999. Norma IRAM 29.481-1 Muestreo parte 1: Directivas para el diseño de programas de muestreo.
- INSTITUTO ARGENTINO DE NORMALIZACIÓN. IRAM. 2004. Norma IRAM 29.481-5 Directivas para la investigación de sitios urbanos e industriales con respecto a la contaminación de suelo.
- INTERNACIONAL STANDARD ORGANIZATION. ISO. 1996. Norma ISO 10.381. Part 5. Version 8. Guidance on the procedure for the investigation of urban and industrial sites with regard to soil contamination.
- INTA. PELLATI, J. 1978. Estudio preliminar de los suelos del área destinada al Parque Zoofitogeográfico de la ciudad de Buenos Aires. Documento de archivo del Gobierno de la Ciudad de Buenos Aires.
- KABATA-PENDIAS, A. and M. PIOTROWSKA. 1987. Trace Element as Criteria for Waste Use in Agriculture. IUNG. LEY 24.051 DE "RESIDUOS PELIGROSOS". Decreto 831/93. Anexo II (Tablas).
- MARBÁN, L. 1997. Métodos químicos para la cuantificación de metales pesados totales y biodisponibles. 1er. Congreso Iberoamericano de Química Ambiental, Termas de Jahuel, Chile: 74.
- PAGE, A.L.; R.H. MILLAR and D.R. KEENEY. 1982. Methods of soil analysis. Part 2. Chemical and microbiological properties. 2nd. ed. SSSA, Madison, Wisconsin, USA.
- RATTO, S.; M. GONZÁLEZ; L. MARBÁN y L. GIUFFRÉ. 1999. "Calidad de suelos antrópicos en espacios verdes urbanos". *Gerencia Ambiental*. Convenio UBA. 886-892p.
- RATTO, S.; E. MARCECA; G. MOSCATELLI; D. ABRUZESE; H. BARDI; P. BRESS; G. CORDÓN; M.P. DI NANNO; L. MURRINI; K. POTARSKY y F. WILLIAMS. 2004. "Evaluación de la contaminación orgánica e inorgánica en un suelo aluvial de la costa del Riachuelo, Buenos Aires, Argentina". *Ecología Austral*, 14-2: Pags: 179-190.
- VEGTER, J.J. 1995. Soil protection in the Netherlands. Pag. 79-100. en W Salomons; U Forstner & O Mader (eds) Heavy Metals. Problems and solutions Springer-Verlag. Berlin y Heidelberg.
- WEBBER, M.D. and S.S. SINGH. 2005. Contamination of Agricultural Soils. Agriculture and Agri-Food Canada. http://res2.agr.gc.ca/publications/hs/chap09_e.htm
- WINEGARDNER, D.L. 1996. Sampling techniques. "An introduction to soils for environmental professionals" Lewis Publishers, Boca Raton, USA: 147-171.
- http://www.buenosaires.gov.ar/areas/com_social/mapasint/parques/index.php?id=2&subid=0
- http://www.medioambiente.gov.ar/mlegal/residuos/dcc831/dcc831_anxIV.htm