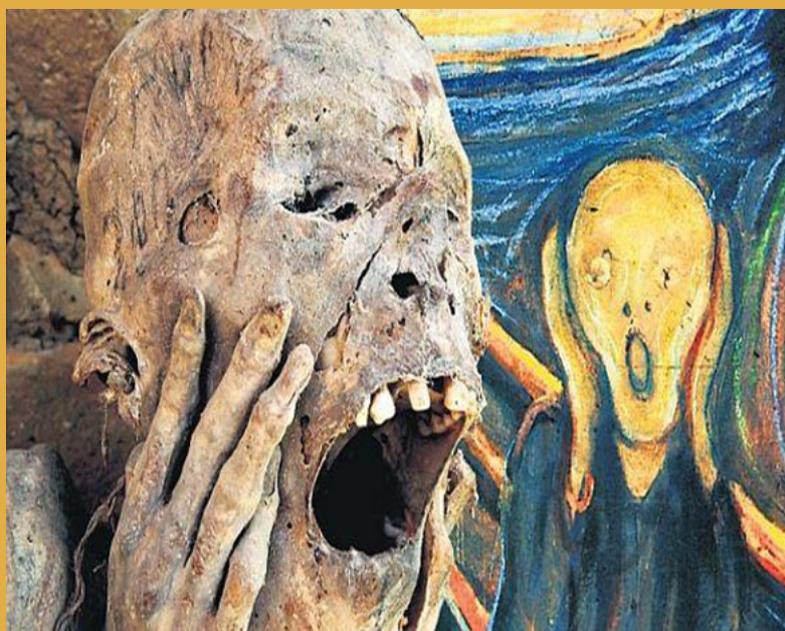




EDITORIAL DE LA
UNIVERSIDAD
TECNOLÓGICA
NACIONAL (UTN)



Impacto Ambiental de los Metales Pesados en Sitios de Juego Infantil



**Ana María Vives, Ma. Laura Zulaica,
Héctor Federico Vives**

**Facultad Regional Avellaneda,
Universidad Tecnológica Nacional, Argentina**

©[Copyright]

edUTecNe, la Editorial de la U.T.N., recuerda que las obras publicadas en su sitio web son de libre acceso para fines académicos y como un medio de difundir la producción cultural y el conocimiento generados por autores universitarios o auspiciados por las universidades, pero que estos y edUTecNe se reservan el derecho de autoría a todos los fines que correspondan.

Impacto Ambiental de los Metales Pesados en Sitios de Juego Infantil

Autores: Ana María Vives, Ma. Laura Zulaica y Héctor Federico Vives:

Diseño de Portada: Javier Días.

Fotografía: ©versión "El Grito. Edvard Munch. (tapa).

IMPACTO AMBIENTAL DE LOS METALES PESADOS EN SITIOS DE JUEGO INFANTIL

PREFACIO

Agradecimientos

PRÓLOGO

CAPITULO I

1. INTRODUCCIÓN

2.1 OBJETIVOS

CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 GENERALIDADES SOBRE IMPACTO AMBIENTAL

2.1.1 Perspectiva histórica del impacto ambiental

2.1.2. IMPACTO AMBIENTAL-ALGUNOS CONCEPTOS DE INTERÉS.

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO.

Síntesis

CAPÍTULO IV

MÉTODOLOGIA

Métodos y técnicas empleados en función de los objetivos específicos

Elección del método de toma de muestras

Elección del método analítico

Indicadores e índices de contaminación ambiental

Cálculo de los Indicadores de Impacto Ambiental de contaminación por plomo y cromo

INDICADORES DE IMPACTO AMBIENTAL.

Construcción del Índice Parcial de Impacto Ambiental (IPIA)

Índice de contaminación por plomo (IC)

CAPITULO V

Resultados y discusión

Metales pesados

Plomo

Cromo

Arsénico

Fundamentos de la elección de plomo y cromo en este trabajo

Contaminación de suelos con metales pesados en Avellaneda, un recorrido histórico

Historia ambiental de la cuenca Matanza-Riachuelo

Análisis de una entrevista

Niveles guía de contaminación con metales pesados

Estrategias para la evaluación de la calidad de suelos

Análisis comparativo de los niveles guía de contaminación por metales pesados

Relevamiento

Figura 4

Partido de Avellaneda: localización de los sitios de toma de muestras.

Indicadores de Impacto Ambiental (IIA) de contaminación por plomo y cromo e Índice Parcial de Impacto Ambiental (IPIA)

Índice de contaminación por plomo (IC)

CAPITULO VI

CONCLUSIONES

Metales pesados y efectos sobre la salud humana

Las causas del problema en el partido de Avellaneda

Niveles guía de contaminación

Niveles de contaminación con plomo y cromo y su distribución espacial en el partido de Avellaneda

Gianni Vattimo, parafraseando a Nietzsche:

Nietzsche:

Por su parte, Eduardo Galeano publica y denuncia lo siguiente acerca de lo sucedido en Brasil

LECTURAS RECOMENDADAS.

Gianni Vattimo 2012:

NIETZSCHE retrato según Edvard Munch

MEMORIA VERDE Antonio Brailovsky y Dina Foguelman.

ANEXO I.

Otros Métodos de Remediación.

GESTION AMBIENTAL DE EFLUENTES DE CURTIEMBRE

Metodología experimental

Materiales y Métodos

Método de toma de muestras utilizado

3.- RESULTADOS

Resultados y discusión.

Conclusiones.

Hipótesis confirmadas o refutadas.

ANEXOS

Tabla 1:

Tabla 2:

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

PREFACIO

Hemos emprendido un camino ambicioso: esta historia comienza con la idea de sentar las bases para diseñar una adecuada gestión ambiental de los suelos de sitios de juego infantil en el municipio de Avellaneda, Provincia de Buenos Aires, Argentina, toda vez que en estudios anteriores demostramos su peligrosidad. Se trata de una propuesta pública inclusiva y de calidad, tendiente a proporcionar datos de contaminación de suelos en sitios de juego infantil a la Municipalidad de Avellaneda, propuesta de gestión racional y una técnica innovadora de remediación.

En cumplimiento de nuestro trabajo también procedimos capacitar investigadores del ámbito académico entre docentes y alumnos de la Universidad Tecnológica Nacional, una institución que desafíe las diferencias, que profundice los vínculos y que nos permita alcanzar mayor equidad en lo social, lo educativo junto con la propuesta de pensamiento crítico para nuestros jóvenes.

En este contexto, el Programa de investigación, creado en el ámbito de la Universidad Tecnológica Nacional y el sistema de investigación e innovación tecnológica del ministerio de Educación, innovación Ciencia y Tecnología, junto con ¹*Instituto de Habitat y Ambiente, FAUD-Universidad Nacional de Mar del Plata*, en el marco de las políticas fijadas por el gobierno nacional a través de sus resoluciones, surge como una política destinada a proteger un preciado bien como lo es la salud de nuestros niños, favorecer la inclusión social y educativa a partir de acciones que aseguren el acceso y promuevan el acceso a sitios juego sanos que impidan el riesgo de alto daño neurológico que implican los metales pesados incluidos en este estudio.

En otros aspectos, proponemos la utilización de tecnologías no convencionales para la remediación de esos suelos contaminados, es decir un aporte innovativo a los métodos de tratamiento que se utilizan en la actualidad.

En referencia a la extra-académico llevamos a cabo tareas de transferencia de los resultados de nuestras investigaciones brindando información y asesoramiento sobre los hallazgos de nuestras tomas de muestra y análisis de suelos al entonces encargado de la gestión ambiental de la Municipalidad de Avellaneda, quién procedió implementar acciones y medidas preventivas en cuanto a la exposición de los niños en sitios juego, tales como el potrero o canchita de futbol de Villa Inflamable, Dock Sud.

En nuestro país este tipo de innovaciones aporta el conocimiento aplicado, científico, tecnológico y académico necesario para el desarrollo de emprendimientos de base tecnológica, junto con una gestión racional de la interacción sociedad-naturaleza.

Agradecimientos

En la Argentina, afortunadamente, existen muchas personas que podrían haber escrito estas páginas, pero por esas cuestiones del caos y el azar, se nos ocurrió a nosotros. Por esas razones, le estamos infinitamente agradecidos a Darío Bertalot por habernos invitado a escribir y la gran mano de ayudarnos con la informática (nuestra pesadilla).

En principio, agradecer a Baiú, Gabriel, Darío, Lolita y Juan Vives su comprensión, toda vez que, mientras se escribía para sumar conceptos y páginas al mismo tiempo se les restaba tiempo para jugar y compartir con ellos.

En compensación, dedicamos este esfuerzo porque -siendo adolescentes- también serán destinatarios de este trabajo.

Tampoco podemos dejar de agradecer a todas las personas que han realizado aportes invaluable a este trabajo:

A Líder Ramírez y Pedro Salinas por el apoyo prestado a nuestra inserción en el medio social, lo cual nos posibilitara llevar a cabo el trabajo de campo sin mayores inconvenientes.

A nuestra coautora Dra. Laura Zulaica, por todo el trabajo y el apoyo constante.

A Pedro Gabriel Dreisch, por sus aportes iniciales a nuestro trabajo.

A Betty Daverio, nuestra más ferviente admiradora. Gracias por acompañarnos siempre, por empujarnos a ser mejor, pero siempre un puntal cuando estuvimos a punto de caer. La gran remadora y un ejemplo de mujer.

Al Ing. Roberto Bartolucci secretario general de la Universidad Tecnológica Nacional-facultad Regional Avellaneda (UTN-FRA), por su apoyo constante a nuestras actividades investigativas, aún en épocas difíciles.

Al Grupo Electroquímica y Medio Ambiente (UTN-FRA) por prestarnos los medios logísticos y su excelente caudal humano para posibilitar las etapas investigativas de éste trabajo. Especialmente, a la colega, Karina E. Petelín, una gran trabajadora integrante del Grupo de investigación.

A los compañeros becarios Rodrigo Lassalle, Martín Villalba y Juan Dasilva del Grupo Medio Ambiente y Condiciones de Trabajo (MAYCOT) (UTN-FRA), por toda su confraternidad para con nuestros delirios.

A Vicky, Demian y Rocío de Secretaría de Ciencia, Tecnología, Posgrado e Innovación de la UTN-Facultad Regional Avellaneda por su constante buena onda con toda nuestra gente.

Al Doctor Adrián Silva Busso por sus aportes en temas relacionados con Geología.

A la Licenciada Ivana Pontoni por la historia personal aportada durante nuestras encuestas. Al departamento de Ingeniería Electrónica (UTN-FRA) y más específicamente al Mgr. Ing. Daniel Barra, también por colaborar soportando nuestras ausencias.

Al gran grupo que integra la organización de la Maestría en Gestión Ambiental del Desarrollo Urbano (UNMDP), ya que conforman, no solo un grupo profesional impecable, sino que además, han demostrado ser un maravilloso grupo humano para aquellos que hemos viajado kilómetros y permitarnos integrarnos con ellos.

IMPACTO AMBIENTAL DE LOS METALES PESADOS EN SITIOS DE JUEGO INFANTIL

PRÓLOGO

El germen de este trabajo comienza a desarrollarse durante una conversación con el Señor Líder Ramírez, amigo y activista ambiental de la localidad de Dock Sud e Isla Maciel, en el partido de Avellaneda, provincia de Buenos Aires, Argentina. A través de la charla nos informamos cómo la mayoría de los activistas ambientales, con los que posteriormente nos contactó, tenían un motivo en común: analizar e investigar acerca del deterioro de la salud de sus hijos y de los demás niños del barrio.

A continuación, se concatenaron una serie de hechos que nos condujeron a presentar proyectos para investigar el tema en la Universidad Tecnológica Nacional-Facultad Regional Avellaneda. Como resultado de esas gestiones se iniciaron estudios de gabinete, contacto con las fuerzas vivas de la zona, y entre ellos, los mencionados activistas, quiénes nos condujeron a los sitios de toma de muestras, nos relacionaron con los vecinos y nos protegieron de posibles agresiones de gente del barrio que, debido al desconocimiento del objeto de nuestra actividad, nos consideraran una amenaza. Luego, y contando con bastante información recabada, se llevó a cabo la evaluación de los resultados de la primera campaña/ proyecto sobre **MAPEO DE CONTAMINACION CON PLOMO EN SUELO, BUENOS AIRES, ARGENTINA**. En el análisis y discusión de los resultados del mismo se destaca el caso de una muestra en particular, la que en el estudio recibió la denominación "S4". La misma arrojó un valor de 2100,2 mg.Pb/Kg.M.S, pero lo notable del caso es que fue tomada por escobillado de polvo superficial y de hasta 5 cm de profundidad respecto del nivel superficial del suelo. El lugar donde fue tomada esta muestra, se trata de un predio de utilización para uso recreativo por jóvenes y niños (campo de deportes, precario, "canchita de futbol"), y cabe aclarar que el nivel guía adoptado para sitios de juego infantil por nuestro equipo de 150 mg.Pb/Kg.M.S.

Este estudio propuso una metodología de evaluación de la contaminación con plomo en asentamientos de viviendas precarias de una zona periurbana del denominado Gran Buenos Aires. Se consideró a ésta como un área piloto, con el caso particular de la detección de elevados valores de concentración de plomo en el suelo sobre áreas periurbanas de la zona denominada "Villa Inflamable", en el partido de Avellaneda, Provincia de Buenos Aires, Argentina. La motivación del primer estudio se centró en la evidencia de casos de niños con tenores de plomo en sangre superiores a los normales. El hallazgo de esos tenores de plumbemia se registraron en niños de Villa Inflamable, Isla Maciel, Dock Sud (a 4 Km. del centro cívico de la Ciudad de Buenos Aires -Plaza de Mayo-), y otros casos en un sitio a unos 5 Km de éste, zona conocida como "Villa Corina", ambos situados dentro del mismo partido.

La fuente presumible de dichas intoxicaciones es el polvo del suelo, por tratarse del único medio vector que arrojó elevadas concentraciones de plomo en esa zona residencial (Villa Inflamable). Detectado en primera instancia en la campaña exploratoria realizada por Brown & Caldwell (1996), datos corroborados posteriormente en el estudio ambiental "Plan de Acción Estratégico" (PAE) para la gestión ambiental sustentable de un área urbano-industrial de Avellaneda, por el "Informe del Plan de Monitoreo" (2003) del Polo Petroquímico Dock Sud y, posteriormente, en la campaña de revisión exploratoria sobre contenido de plomo realizada por el Grupo Electroquímica y Medio Ambiente (GEMA) y

por el Grupo Medio Ambiente y Condiciones de Trabajo (MAYCOT -2005-), ambos de la Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Avellaneda.

A partir de 2006 se inició el trabajo colaborativo con el Centro de Investigaciones Ambientales, Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo de la Universidad Nacional de Mar del Plata. Con esta unión se realizaron estudios de caracterización de metales pesados en suelos del municipio de Avellaneda y se avanzó hacia la utilización de indicadores o índices de contaminación de metales pesados en suelos, para luego estudiar y desarrollar indicadores de Impacto Ambiental de metales para esos sitios de Juego Infantil. El informe de este último se presentó como ponencia al tercer Congreso Argentino de Ingeniería Industrial en Oberá, Misiones Argentina, en noviembre de 2009, donde obtuvo el premio a uno de los tres mejores trabajos/ponencias presentados. Paralelamente, y como consecuencia de dicha actividad, desarrollamos un proyecto de investigación sobre procesos de remediación electroquímica de suelos contaminados con plomo, cuyos resultados -de la primera parte- de la investigación fueron presentados como ponencia en el Cuarto Congreso Argentino de Ingeniería Industrial. Esta pequeña reseña condujo a que nos propusiéramos hacer una recopilación de los manuscritos resultantes de esas actividades de investigación, e integrarlas dentro de la línea de investigación que venimos desarrollando desde 2000 a la fecha y plasmarlas en un texto que integre dichos trabajos.

CAPITULO I

1. INTRODUCCIÓN

La contaminación de las aguas, la atmósfera y los suelos, las pérdidas de biodiversidad, la desertificación y la erosión de suelos, conforman los síntomas de la denominada *problemática ambiental contemporánea*. Dicha problemática, entendida por Leff (1998) como la *crisis de la civilización*, ha sido explicada desde muy diversas perspectivas ideológicas: por una parte, se la percibe como resultado de la presión que ejerce el crecimiento de la población sobre los limitados recursos del planeta y; por otra parte, es interpretada como el efecto de la acumulación de capital y de la maximización de la tasa de ganancias en el corto plazo, que inducen patrones tecnológicos de uso y ritmos de explotación de la naturaleza, así como formas de consumo que han ido agotando las reservas de los recursos naturales, degradando los suelos y afectando la capacidad de autorregulación de los ecosistemas.

Las actividades humanas liberan y movilizan sustancias contaminantes, ocasionando impactos sobre el ambiente y riesgos a la salud de la población expuesta. En relación con los contaminantes, es importante destacar que los metales pesados conforman un tema de sumo interés, tanto en el campo ambiental como en el de salud pública. Los daños que causan son tan severos y en ocasiones tan ausentes de síntomas, que las autoridades ambientales y de salud de todo el mundo realizan esfuerzos por minimizar la exposición de la población, en particular de la población infantil, a estos elementos tóxicos (Valdés Perezgasga y Cabrera Morelos, 1999).

En condiciones naturales, los metales pesados conforman “elementos traza” es decir, elementos que se encuentran presentes en concentraciones relativamente bajas (mg/kg) en la corteza de la tierra, suelos y plantas. Tal como lo indican Galán Huertos y Romero Baena, (2008), muchos de ellos son esenciales para el crecimiento y desarrollo de plantas, animales y seres humanos, aunque también pueden ser tóxicos si superan ciertos umbrales. Los autores señalan que, de todos los elementos traza encontrados en suelos, hay 17 que se consideran como muy tóxicos y a la vez fácilmente disponibles en muchos suelos en concentraciones que sobrepasan los niveles de toxicidad (Plata Ag, Arsénico As, Bismuto Bi, Cadmio Cd, Cobalto Co, Cobre Cu, Mercurio Hg, Níquel Ni, Plomo Pb, Paladio Pd, Platino Pt, Antimonio Sb, Selenio Se, Estaño Sn, Telurio Te, Talio Tl y cinc Zn). Entre estos elementos, diez son fácilmente movilizados por la actividad humana en proporciones que exceden ampliamente la de los procesos geológicos; ellos son Ag, As, Cd, Cu, Hg, Ni, Pb, Sb, Sn y Tl (Novotny, 1995).

La liberación y movilización de metales pesados derivada de acciones humanas (vinculadas, en general, con actividades industriales), propicia la disponibilidad y exposición de la población a sustancias tóxicas en concentraciones elevadas, ocasionando efectos negativos sobre la salud, especialmente de los grupos más vulnerables como es el caso de los niños.

La situación expresada se manifiesta claramente en el Partido de Avellaneda (Provincia de Buenos Aires, Argentina). Es por ello, que desde hace más de 12 años, el “Grupo de Electroquímica y Medio Ambiente (GEMA)” en principio y luego el Grupo de Medio Ambiente y Condiciones de Trabajo (MAYCOT), ambos de la Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Avellaneda (UTN-FRA) , vienen trabajando primero en obtener datos e información de los tenores de contaminación, y el diagnóstico, para luego proceder a la búsqueda de soluciones a estos problemas ambientales vinculados con la contaminación de suelos y aguas por metales pesados y compuestos orgánicos.

Estudios previos, en especial aquellos realizados en el marco del Plan Estratégico de Avellaneda (JMB 2003), encontraron elevados índices de plomo en sangre en niños de una comunidad de Avellaneda. Ello motivó al grupo de trabajo a comenzar en 2004 un estudio sobre la contaminación de suelos con plomo en el Partido de

Avellaneda, el cual arrojó valores alarmantes de este metal en lugares habituales de juego de los niños. Teniendo en cuenta los graves problemas que produce a corto y largo plazo el saturnismo, enfermedad derivada del contacto con plomo que se traduce entre otros problemas en una reducción de la capacidad intelectual, se decidió profundizar en el conocimiento del tema e intentar proponer una solución.

Entre otros antecedentes, un estudio de la Universidad de Cagliari (Italia) reportó plomo en sangre y pelos de 222 niños medidos en las ciudades de Portoscuso y Sestu (Cerdeña) en 1998, (Sanna E. 2003). En Avellaneda similar hallazgo se encontró en niños de Villa Inflamable, Isla Maciel, Dock Sud (a 4 km. de Plaza de Mayo) y otros de Villa Corina, en el Partido de Avellaneda. Se presume que la fuente de dichas intoxicaciones es el polvo del suelo, por tratarse del único medio que arrojó elevadas concentraciones de plomo. Estos valores relevantes se detectaron, en primera instancia, en la campaña exploratoria realizada por Brown & Caldwell (1996) y posteriormente se corroboraron en el estudio ambiental “Plan de Acción Estratégico (PAE, JMB, 2003) para la gestión ambiental sustentable de un área urbano-industrial”, “Plan de Monitoreo (2003) del Polo Petroquímico Dock Sud” y recientemente, en la campaña de revisión exploratoria del Grupo Electroquímica y Medio Ambiente (GEMA, 2005) y del Grupo Medio Ambiente y Condiciones de Trabajo (MAYCOT, 2008), citados anteriormente.

El plan estratégico al que se hace mención en párrafos anteriores, señala que los barrios mencionados se caracterizan por la ocupación de tipo urbano-industrial en toda su extensión, y presentan problemas de contaminación de aire, agua y suelo con metales pesados y otros contaminantes orgánicos, verificados en el mismo trabajo. El informe descartó al aire y al agua como medios de ingreso del plomo a la sangre, en consecuencia, se especuló sobre la posibilidad que el material pulverulento del suelo fuese el responsable del ingreso de plomo al medio interno de los niños.

Estudios posteriores realizados por el grupo de investigación (GEMA) permitieron hallar índices e indicadores de contaminación ambiental con metales pesados que demuestran que, tomando como guía aquellos valores encontrados por el plan estratégico, la contaminación en la zona se está incrementando. Si bien, el grupo sigue trabajando en la determinación de concentraciones antecedentes o niveles base, sostiene que existen múltiples variables actuando en distintos sectores del Partido de Avellaneda, que están aportando al aumento de la contaminación. Por un lado, y como se verá más adelante, Avellaneda se encuentra asentada sobre terrenos de relleno no clasificado en casi la mitad de su extensión. Por lo tanto, la meteorización de dichos rellenos podría ser causa del aumento de la contaminación registrado desde 2003. Pero, por otro lado, todavía se encuentran radicadas en la zona actividades industriales reconocidas como fuentes de contaminación con metales pesados como la industria petroquímica. Además, es importante mencionar en el análisis causal que, si bien hoy los combustibles utilizados por el parque automotor ya no poseen Plomo como aditivo, la eliminación de metales pesados de sedimentos de antiguos vertidos de este tipo, es un proceso que requiere tiempo. Otra fuente importante de este tipo de contaminación, son los residuos de emprendimientos donde se realiza el proceso de recuperación de baterías agotadas (Nebel, 1999) y peor aún cuando las baterías son descartadas como basura sin ningún tipo de tratamiento, lo cual está prohibido en Argentina por resolución de la Secretaria de Recursos Naturales (Resolución SRNAH N°544/94).

A partir del análisis del contexto planteado, puede observarse que el problema presenta múltiples causas, consecuencias severas sobre la población y el ambiente y que encontrar responsables es una tarea muy compleja. Existen aproximadamente 150 sitios de juego infantil en Avellaneda, sin contar los sitios no específicos de zonas periurbanas. En la expectativa de brindar una respuesta al problema de contaminación con metales pesados en esos espacios, este trabajo, pretende hallar una solución de base tecnológica

que permita disminuir la contaminación con estos metales en suelos, a niveles compatibles con usos residenciales.

2.1 OBJETIVOS

Previo a ello, se enuncian un conjunto de **objetivos específicos**, tendientes a profundizar en la problemática abordada y alcanzar el objetivo general propuesto:

- 1) **Analizar el impacto de metales pesados en sitios de juego infantil, considerando sus fuentes, estado, disponibilidad y consecuencias sobre los seres humanos.**
- 2) **Identificar los factores históricos que contribuyeron a los principales procesos de contaminación de suelos con metales pesados en Avellaneda, particularmente en los sitios antes mencionados.**
- 3) **Definir y adoptar los niveles de guía de contaminación con metales pesados especificados en la legislación nacional y por otros países, estableciendo comparaciones.**
- 4) **Establecer niveles de contaminación con plomo en los sitios de juego infantil del Partido mediante la utilización de indicadores e índices.**
- 5) **Analizar la distribución espacial de los niveles de contaminación hallados, determinando áreas críticas y generar INDICADORES DE IMPACTO AMBIENTAL.**

1.3 HIPÓTESIS

1.3.1 Hipótesis nula

Las dosis de metales pesados emitidos por la actividad humana producen el mismo impacto en cualquiera de los sistemas ambientales.

1.3.2 Hipótesis alternativa

Las dosis de metales pesados emitidos por la actividad humana producen diferentes efectos en distintos ecosistemas humanos.

CAPÍTULO II REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 GENERALIDADES SOBRE IMPACTO AMBIENTAL

Se entiende por **impacto ambiental** el efecto que produce una acción humana o producto de eventos/catastrofes naturales sobre el medio ambiente. El concepto suele extenderse a los efectos de un fenómeno natural catastrófico, no obstante que esta proposición no es aceptada por gran parte de los especialistas. Generalmente, estas palabras son utilizadas para definir la alteración de la línea ambiental base, debido a la acción antrópica.

Según el Diccionario de la Real Academia Española. El significado de la palabra Impacto en sus distintas acepciones es: choque, huella, señal, golpe, efecto de distintas acciones. En cambio, define a Impacto ambiental como: “Conjunto de posibles efectos negativos sobre el medio ambiente de una modificación del entorno natural, como consecuencia de obras u otras actividades”.

Muchos técnicos entendemos que el término “Evaluar” es valorizar algo, calificar; sin embargo, el significado preciso es comparar; y cuando se compara, se hace contra algún patrón arbitrariamente establecido, en la evaluación de impacto ambiental ese patrón está representado por el estado en que se encontraba el ambiente antes de la intervención del hombre por su actividad o por la implantación de un proyecto. (Echechuri et al. 2002, p15)

2.1.1 Perspectiva histórica del impacto ambiental

BREVE CONSIDERACIÓN HISTÓRICA

Evaluación de Impacto Ambiental es entonces, la comparación entre el estado de situación del medio ambiente antes de una intervención o instalación de un proyecto y la situación del mismo medio con el proyecto instalado.

Estas técnicas se comienzan a utilizar a partir de 1950, economistas como Lewis C. Gray, explican las pautas de utilización de los recursos agotables. El movimiento conservacionista de EEUU propone igual importancia a las generaciones presentes y futuras.

La utilización de fuentes hidro-eléctricas en la búsqueda de remplazo de fuentes agotables (petróleo, carbón) abrió los primeros frentes de discusión pública entre conservacionistas y tecnócratas.

Aldo Leopold (1887-1948), biólogo (EEUU) fue uno de los precursores de los estudios ambientales, es el creador de un tipo de matriz de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) que se utiliza hasta nuestros días.

Las EIA están fundadas en la prevención de los efectos de ciertas cuotas críticas de irracionalidad en la relación sociedad/naturaleza.

En América Latina la EIA se comienza aplicar entre 1975-85 en las grandes obras. El caso del Embalse Salto Grande (Proyecto Argentino-Uruguayo) emprendimiento de usos múltiples, generación de energía, navegación, agua para uso doméstico, sanitario y riego, muestra una concepción de la EIA, como un proceso de aproximaciones sucesivas de evaluación. No encuentra condiciones propicias para la observación de consecuencias ambientales a largo plazo. (Echechuri et al. 2002, p 18). Estas acciones iniciales (colección de insumos, importancia exagerada atribuida a la metodología, etc.), a pesar de los desvíos, dieron un saldo altamente positivo en lo referente a: identificación, calificación y cuantificación de efectos ambientales.

En la década de los 60's los procedimientos de EIA de EEUU y Canadá son adoptados por Nueva Zelanda, Australia y parcialmente por Japón. La mayoría de los países de la Comunidad Económica Europea hacen obligatoria la EIA hacia 1985 junto con Suecia, Noruega y Finlandia.

Los grandes bancos multilaterales, Banco Mundial, BID, Banco Asiático, etc. concuerdan en la obligatoriedad formal de adecuarse a los requisitos de la EIA como condicionante de la financiación de proyectos a nivel internacional.

La EIA pasa así a demostrar la factibilidad ambiental del proyecto ante estos organismos financieros. Integrándose la mismo a las evaluaciones financiera, económica, legal e institucional que son tradicionales. Desde este punto de vista, la EIA es un valioso elemento de información para la correcta toma de decisiones.

Entre 1985-1990, comienza a legitimarse el concepto del desarrollo sostenible (informe Brundtland, 1987). En 1992 en la Declaración de Río (Principio 17) que “Considera a la EIA un instrumento de uso obligatorio, para todas aquellas actividades que puedan impactar en el ambiente”.

En 1993 en Argentina, el Poder Ejecutivo Nacional vetó una Ley General de Evaluación de Impacto Ambiental con media sanción legislativa. Entre 1985 y 1995 las provincias de Córdoba, Neuquén, Río Negro, Buenos Aires (ley 11459), Mendoza, Misiones y Tierra del Fuego y más recientemente la Ciudad Autónoma de Buenos Aires (Ley 123) han producido instrumentos legales que regulan la EIA con diferencias significativas en cuanto a su instrumentación y alcance.

A nivel regional, Brasil (1986), Venezuela (1988), Méjico (1988) y Chile (1993) han implementado normativas para reglamentar la EIA en su territorio.

También se puede observar la aparición de distintas escuelas que interpretan a la EIA de modo diferente, entre ellas podemos citar la escuela Española versus la Estadounidense.

La conciencia ambiental se pone de manifiesto a través de la presión de la opinión pública sobre los entes estatales, esto se puede apreciar en EEUU con la aparición de la NEPA (National Environmental Protection Act, 1969) que instituye la Declaración de Impacto Ambiental e incluye el proceso de “Screaming” o filtración, mediante el cual son seleccionados aquellos proyectos que generan impactos significativos, para la realización de la EIA.

Las concepciones más actuales del término “Impacto” hacen referencia a la alteración que la ejecución de un proyecto, en el sentido más amplio, introduce en el medio, que se expresa por la diferencia de las condiciones de éste sin y con proyecto, y la significación ambiental de ello en lo referente a la Calidad de Vida.

Esto implica reconocer tres cuestiones centrales:

- La modificación de las características del medio. No hay proyectos neutros, siempre habrá cambios.
- La modificación de los valores o méritos que hacen al mantenimiento o conservación de ese medio.
- El significado ambiental que dichas modificaciones tienen en relación con la Calidad de Vida.

La EIA es proceso de análisis para identificar relaciones causa-efecto, predecir cuali-cuantitativamente, valorar o interpretar y prevenir el impacto ambiental de una acción o acciones provenientes de la ejecución de un proyecto en el caso que éste se ejecute, a fin de contribuir a la toma de decisiones, basada en procedimientos explicitados legalmente, sobre las incidencias ambientales de un proyecto.

2.1.2. IMPACTO AMBIENTAL-ALGUNOS CONCEPTOS DE INTERÉS.

Según Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (SEMARNAT) de Estados Unidos de México. Se define impacto ambiental como la “Modificación del ambiente ocasionada por la acción del hombre o de la naturaleza”. Un huracán o un sismo pueden provocar impactos ambientales, sin embargo, el instrumento Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) se orienta a los impactos ambientales que eventualmente podrían ser

provocados por obras o actividades que se encuentran en etapa de proyecto (impactos potenciales), o sea que no han sido iniciadas. De aquí el carácter preventivo del instrumento. www.semarnat.gob.mx

¿QUE ES LA EVALUACION DE IMPACTO AMBIENTAL?

Resumidamente se puede decir que: La Evaluación de impacto Ambiental (EIA): Es el procedimiento jurídico- administrativo capaz de garantizar un examen sistemático de los efectos ambientales de una acción propuesta y de sus alternativas. Es un instrumento de gestión ambiental que asegura un proceso de toma de decisiones (por las autoridades o los entes públicos de regulación ambiental) adecuado al interés público.

Intentando un resumen integrador del concepto, se puede decir que: El impacto ambiental es la diferencia entre las condiciones ambientales que existirían con la implantación de un proyecto y las condiciones ambientales existentes sin el mismo.

CAPÍTULO III

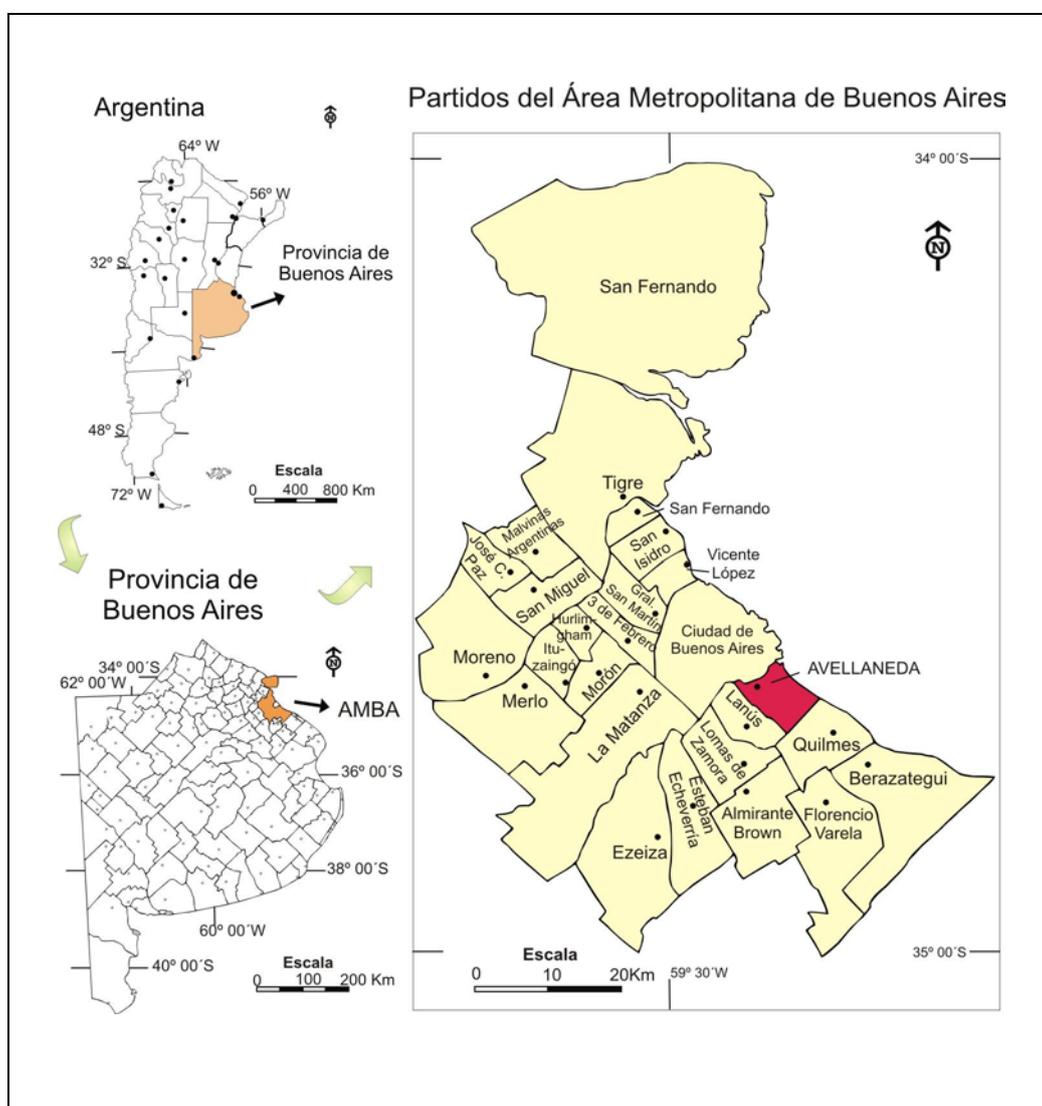
MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO.

La investigación se realizó con base en el laboratorio de Organización Industrial, Medio Ambiente y Condiciones de Trabajo (MAYCOT). El Partido de Avellaneda (Figura 1) se encuentra ubicado geográficamente a 34.40° de latitud sur y 58.21° de longitud oeste (determinada en el año 1910 por los geógrafos Urlen y Colombo). Limita al N.E. con el Río de la Plata; al N.O. con el Riachuelo, que es el límite entre la Provincia de Buenos Aires y la Ciudad Autónoma de Buenos Aires, al S.E. con el Partido de Quilmes y al S.O. con el Partido de Lanús. De acuerdo con Fernández Larrain (1986), dichos límites determinan sus características urbanísticas.

Figura 1

Localización del Partido de Avellaneda



Fuente: Vives *et al.* (2010).

El área de estudio es una zona de uso industrial desde principios de siglo XX. El riesgo potencial de contaminación a partir de este uso es elevado y puede involucrar diversos contaminantes (que suelen analizarse como familias) relacionados con diversas causas.

Existen antecedentes de contaminación ambiental en la zona de estudio, tal como el detallado en el Plan Estratégico para la gestión ambiental sustentable de un área urbano-industrial a escala completa del Municipio de Avellaneda (PAE, JMB; 2003).

Aspectos geobiofísicos

El paisaje de la región del Conurbano Bonaerense, en el cual se inserta el área de estudio, pertenece a la denominada Pampa Ondulada y corresponde específicamente a la planicie de inundación sureste de la Cuenca Matanza-Riachuelo. Dicho paisaje presenta gran complejidad y actualmente se encuentra urbanizado en una amplia superficie. Sin embargo, es posible determinar las características geomorfológicas originales de la región a partir del análisis de áreas aún no transformadas por la acción antrópica. Los ascensos y descensos relativos del nivel del mar y/o de los bloques tectónicos en que se halla dividida el área, fueron acompañados por fenómenos de erosión y acreción en el estuario, es decir, por progradación y retroceso de la línea de costa. Por otro lado la génesis natural de los suelos depende de diversos factores relacionados con el clima, biota, relieve, tiempo y roca madre. En el área de estudio, los Sedimentos Pampeanos y Postpampeanos, y en particular cada formación geológica aflorante, actúa como roca madre del mismo dando origen a un desarrollo edafológico determinado (Silva Busso *et al.*, 2005).

Las cotas altimétricas varían entre los 5,50 y 2,25 msnm, llegando en algunas zonas a un mínimo de 0,5 msnm. Este hecho las torna susceptibles de sufrir inundaciones frecuentes que arrastran contaminantes de la cuenca Matanza-Riachuelo y acrecientan la contaminación de base que posee esta región que supo albergar un gran crecimiento industrial.

La región abarca cuencas hídricas que desembocan en el curso inferior del Río Paraná y estuario del Plata, estuarios subordinados al estuario principal del Río de la Plata. Algunos de los ríos que formaban dichos estuarios son el Luján, el Reconquista y el Matanza. Los valores de precipitación media anual son ligeramente superiores a los 1000 mm anuales y los excesos hídricos son cercanos a los 200 mm anuales.

El área de estudio se encuentra en la parte extrema de la cuenca inferior del Riachuelo cercana a la boca del Traginista o Boca nueva, nueva salida del Riachuelo al Río de la Plata provocada por las fuertes avenidas en las décadas finales del siglo XVIII. Antes de la formación de la boca nueva el cauce del Riachuelo torcía cuerdas arriba de la Vuelta de Rocha hacia el N.O. paralelo a la costa desaguando a la altura de casa de gobierno (Fernández Larrain, 1986).

La cuenca Matanza-Riachuelo es un territorio de 2.238 km², con una longitud aproximada de 64 km y un ancho de 35 km. Se extiende de sudoeste a noreste entre la divisoria de agua con la cuenca del Río Reconquista al norte y con las del Samborombón-Salado al sur. La parte superior y media de la cuenca se forma por el aporte de 232 cursos de agua, siendo tres de los principales: el arroyo Rodríguez, el Morales y el Cañuelas. Cuenta con tres secciones diferenciadas en términos hidráulicos: entre la naciente y las piletas de Ezeiza muestra su cauce natural, entre las piletas de Ezeiza y el puente Alsina puede observarse un canal artificial y entre el puente Alsina y la desembocadura vuelve a presentar su cauce natural.

El río Matanza-Riachuelo es un curso de agua inserto en un tejido urbano densamente poblado. Los bajos caudales (entre 8 y 60 m³/s) y escasa pendiente le confieren un bajo poder de dilución (Arauz *et al.*, 2002).

En el Conurbano Bonaerense el agua subterránea explotable se encuentra alojada fundamentalmente en los Sedimentos Pampeanos y en la Formación Puelches (en las zonas más bajas puede incluir unidades formacionales post-pampeanas). El acuífero freático es el que en condiciones naturales se alimenta directa o indirectamente del agua de lluvias que se infiltran. Por debajo de la superficie freática, se encuentran otros acuíferos más profundos (Acuíferos Pampeano y Puelches), que por tratarse de acuíferos multicapa de llanura están todos hidráulicamente conectados.

De acuerdo con Arauz *et al.* (2002), la primera capa freática, se encuentra a poca profundidad (1 a 4 metros). Esta napa muestra variaciones frecuentes de profundidad según se encuentre en épocas seca o de lluvias, esto la expone fácilmente a la contaminación, especialmente la debida a los pozos ciegos, rellenos mal confinados, el cementerio de Avellaneda, etc. El Acuífero Pampeano se observa a una profundidad promedio de 30 metros y es menos vulnerable a la contaminación. A una profundidad de entre 40 y 120 metros está el Acuífero Puelches que es una reserva de agua potable abundante y de buena calidad para uso humano.

Como se adelantó en párrafos anteriores, el área de estudio se encuentra en la zona de afloramiento de los denominados Sedimentos Post-Pampeanos unidad en la que se identifican los depósitos más modernos que los Sedimentos Pampeanos que abarcan desde el Pleistoceno superior a la actualidad, tienen variado origen: fluvial, lacustre y marino; comprenden varias unidades geológicas siendo las más extensas La Formación Querandí y La Formación Luján. En la Formación Querandí predomina el tamaño de grano fino, limo y arcilla de colores grises y verdosos, denominados Formación Las Escobas. De edad más reciente son los cordones Conchiles y conglomerados calcáreos depositados durante la última ingresión marina desde hace unos 6.000 años que ocupó completamente el estuario del Río de la Plata, denominados también Formación Destacamento Río Salado. Las acumulaciones Post-Pampeanas son discontinuas arealmente y se las encuentran en los valles de los ríos, Matanza, Reconquista, Luján y las depresiones interiores y zona costera del Río de la Plata. Es importante el factor antrópico a través de las canalizaciones y de los asentamientos poblacionales (Arauz *et al.*, 2002).

Geomorfológicamente, el área de estudio se encuentra en las unidades denominadas Unidad IV Planicie de Inundación y Unidad V Planicie de Mareas. La primera de ellas aparece como una faja con orientación NO-SE. Mientras se avanza hacia la Capital Federal reduce su ancho, además se intensifica el uso del suelo a tal punto que resulta imposible su seguimiento. Al sur del Río Matanza Riachuelo se la identifica nuevamente en forma creciente de su ancho hacia la Ciudad de la Plata. El límite Este está claramente definido por un escalón o barranca.

Los suelos aquí formados poseen sedimentos con alto contenido en sales, no obstante, la Formación Querandí es tanto más rica que la Formación Luján que constituye por sí mismo un ambiente geoedafológico definido. En general son suelos más jóvenes y menos evolucionados que los Brunizem, desarrollados sobre rocas más recientes. Se hallan sometidos a frecuentes inundaciones, fenómenos de sepultamiento o decapitación. Son principalmente hidromórficos, salvo los asociados a los cordones Conchiles, con evidentes procesos de Gleyzación o con tendencia a la salinización intensa (Arauz *et al.*, 2002).

Según Arauz *et al.* (2002), el relieve del suelo presenta tres niveles de terrazas que descienden hacia el Río de la Plata:

- *Planicie o terraza alta:* desde la cota de 20 a la de 35 msnm. Está compuesta por colinas muy suaves, irregulares y separadas entre sí. También presenta zonas húmedas de aguas estancadas, pequeñas lagunas superficiales, pantanos y esteros.
- *Planicie o terraza intermedia:* amplios planos suavemente ondulados con bajo declive.
- *Planicie o terraza baja:* llega hasta los 5 msnm. Se divide en dos: la planicie costera, que ocupa un área totalmente urbanizada sobre la margen derecha del Riachuelo, y la planicie interior, que corresponde a las márgenes del Río Matanza y de los arroyos Morales, Cañuelas, Aguirre y zona de Ezeiza.

El mismo autor continúa diciendo que, sobre las terrazas, los suelos están compuestos por sedimentos y limos pampeanos y se encuentran impermeabilizados por mantos de arcilla a poca profundidad. Dado que pertenecen a la región biogeográfica del pastizal

pampeano, los escasos suelos poco antropizados, están cubiertos por una vegetación herbácea con predominio de gramíneas.

Aspectos socioeconómicos y de infraestructura

La población del Partido de Avellaneda asciende a 340.985 personas (según el Censo Nacional de Población y Vivienda de 2010) que habitan los 55 km² del mismo, dando una densidad de población de 6.199,7 habitantes por km². Cuando se compara el dato de población total del último Censo con la información de 2001 se observa un incremento relativo del 3,65%, año en que la población censada fue 328.980.

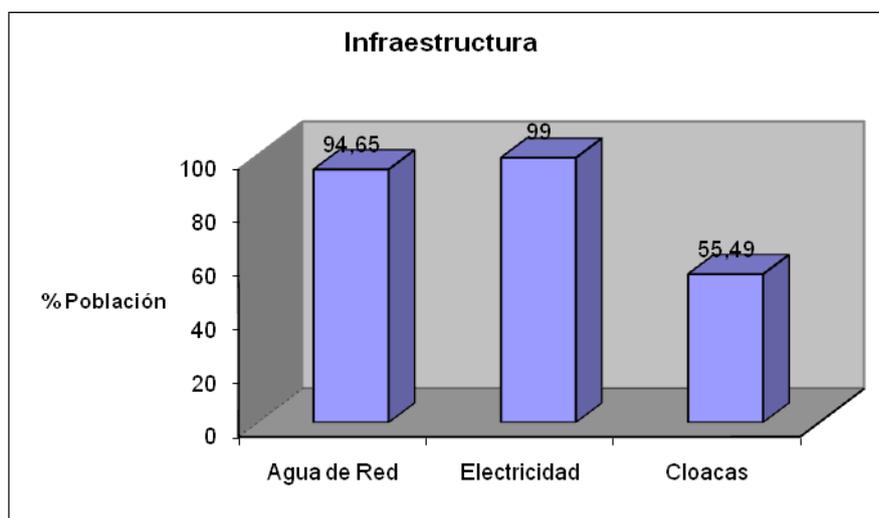
No obstante ese incremento, la población censada en 1991 fue de 344.991 personas, verificándose una variación relativa del -4,6% entre 1991 y 2001. La tendencia actual (2010) indica que la población del Partido irá en aumento.

La proporción de los trabajadores en relación de dependencia ha disminuido durante la década pasada, debido a la retracción de los sectores público y privado como generadores de empleo. Esto podría explicar, en alguna medida, la disminución de población en el período 1991-2001 por la pérdida de fuentes de trabajo y por el excesivo costo de la tierra en la zona. Dada esta circunstancia, la cantidad de trabajadores por cuenta propia constituye una gran parte de los trabajadores del Partido. En los últimos años, esa tendencia de retracción laboral se ha ido revirtiendo.

En cuanto al grado de urbanización del Partido, se puede decir que el total de la población pertenece a la condición de población urbana. Antiguamente, existía un área de quintas que fue quedando aislada por el crecimiento de los emprendimientos productivos y urbanísticos, siendo actualmente casi inexistente.

En relación con los servicios esenciales, los datos censales de 2001¹ indican que el 94,65% de los hogares cuenta con agua por red, más del 99% posee electricidad y sólo el 55,49% tiene cloacas (Gráfico 1).

Gráfico 1
Porcentaje de población que posee servicios esenciales



Fuente: Elaboración propia a partir de los datos de INDEC (2001).

En cuanto a las viviendas, los datos de 2001 indican que un 3,59% de los hogares y el 3,85% de la población habitan en viviendas de tipo inconveniente. Dentro de este grupo se incluyen las casillas, piezas de inquilinato, piezas en hotel o pensión, locales no construidos para habitación o vivienda móvil.

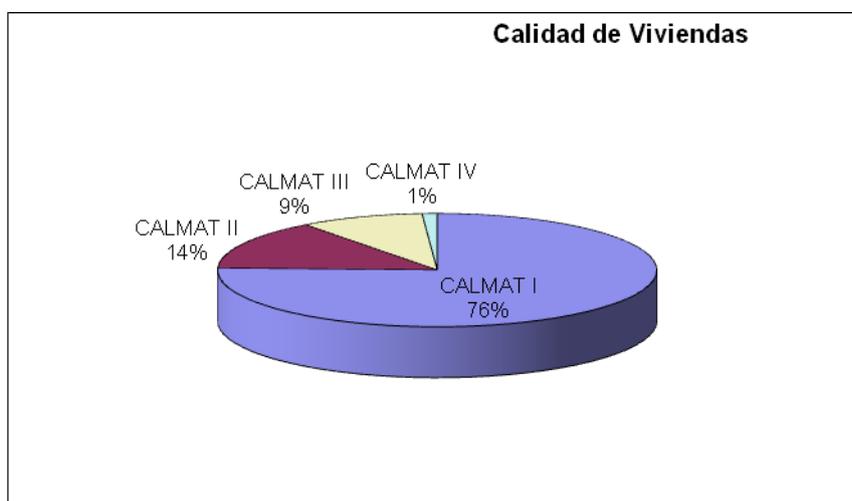
¹ Cabe destacar que a la fecha de finalizada esta tesis no han sido publicados los datos definitivos del censo poblacional de 2010 por lo que algunos indicadores se tomaron de censos anteriores.

La calidad de los materiales de la vivienda, determinan las condiciones de habitabilidad de la población en el Partido. En este sentido y, con el fin de determinar las características edilicias de las viviendas, el Censo Nacional de Población y Vivienda, establece una clasificación llamada CALMAT (calidad de los materiales), que resume en cuatro categorías las condiciones de los pisos, paredes, techos, elementos de aislación y terminación:

1. CALMAT I: la vivienda presenta materiales resistentes y sólidos en todos los paramentos (pisos, paredes o techos) e incorpora todos los elementos de aislación y terminación.
2. CALMAT II: la vivienda presenta materiales resistentes y sólidos en todos los paramentos pero le faltan elementos de aislación o terminación al menos en uno de sus componentes (pisos, paredes, techos).
3. CALMAT III: la vivienda presenta materiales resistentes y sólidos en todos los paramentos pero le faltan elementos de aislación o terminación en todos sus componentes, o bien presenta techos de chapa de metal o fibrocemento u otros sin cielorraso; o paredes de chapa de metal o fibrocemento.
4. CALMAT IV: la vivienda presenta materiales no resistentes ni sólidos o de desecho al menos en uno de los paramentos.

Los datos de este indicador revelan que la situación en 2001 era bastante favorable en Avellaneda. El 75,52% de los hogares integran la primera categoría, el 14,24 la segunda, el 9,14 la tercera y sólo el 1,11% la categoría menos favorable. El porcentaje de población en viviendas según la calidad de los materiales, se presenta en el Gráfico 2.

Gráfico 2
Población en viviendas, según la calidad de los materiales



Fuente: Elaboración propia a partir de los datos de INDEC (2001).

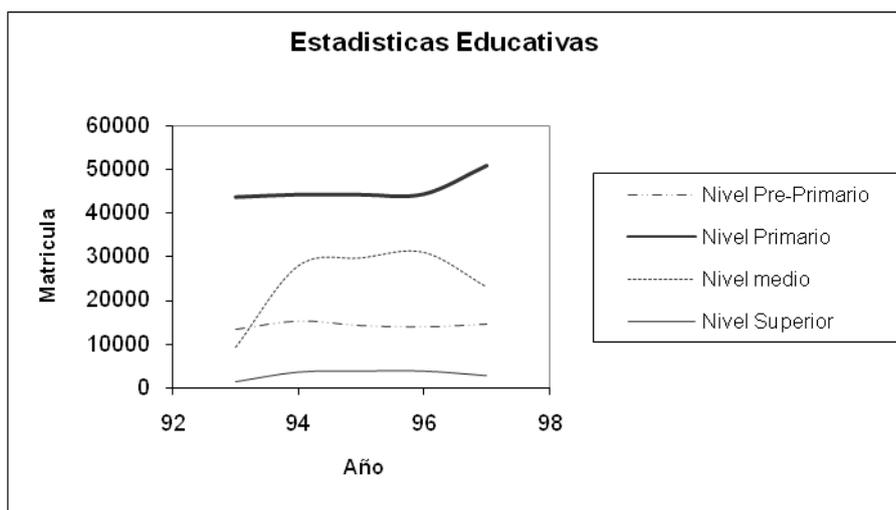
En cuanto a educación, el Partido cuenta con instituciones educativas de los tres niveles de acuerdo con la información suministrada por la Dirección de Planeamiento dependiente de la Dirección General de Cultura y Educación de la Provincia de Buenos Aires. Los datos que se presentan a continuación muestran las estadísticas educativas correspondientes al período 1991-1996 y 1993-1997 (Cuadro 1 y Gráfico 3).

Cuadro 1
Matrículas educativas del Partido de Avellaneda, período 1991-1996

| Estadísticas Educativas. Matrículas educativas (alumnos) Dependencia oficial, municipal y privada. Serie 1991- 1996 | | | | | |
|--|-------|-------|-------|-------|-------|
| Nivel | 93' | 94' | 95' | 96' | 97' |
| Preprimario | 13412 | 15229 | 14239 | 13956 | 14563 |
| Primario | 43844 | 44401 | 44381 | 44520 | 50999 |
| Medio | 9456 | 28108 | 29902 | 31161 | 23241 |
| Superior | 1377 | 3718 | 3969 | 3949 | 2846 |
| Otros Niveles | 3304 | 3667 | 5078 | 5990 | 6991 |

Fuente: Dirección de Planeamiento de la Provincia de Buenos Aires.

Gráfico 3
Matrículas educativas del Partido de Avellaneda, período 1993-1997



Fuente: Dirección General de Cultura y Educación.
Provincia de Buenos Aires (cifras provisionarias).

Respecto de la matrícula en establecimientos educativos puede verse una tendencia al crecimiento en el nivel primario mientras que los niveles Pre-primario y superior presentan curvas constantes sin aparente crecimiento. El nivel medio indica una tendencia a disminuir pero es de esperar que con las nuevas políticas educativas esa tendencia se haya revertido. En general, la cantidad de establecimientos educativos ha ido en incremento en los distintos niveles. El Cuadro 2 muestra la cantidad de establecimientos educativos por niveles para el período 1993-1997.

Cuadro 2
Cantidad de establecimientos educativos del Partido de Avellaneda, período 1993-1997

| Estadísticas Educativas. Establecimientos Educativos. Dependencia oficial, municipal y privada. Serie 1993 – 1997 | | | | | |
|--|-----|-----|-----|-----|-----|
| Nivel | 93' | 94' | 95' | 96' | 97' |
| Preprimario | 96 | 104 | 106 | 107 | 113 |
| Primario | 103 | 106 | 107 | 111 | 111 |
| Medio | 15 | 47 | 45 | 48 | 48 |
| Superior | 1 | 6 | 6 | 5 | 6 |
| Otros | 17 | 20 | 23 | 21 | 23 |

Fuente: Dirección de Planeamiento. Dirección General de Cultura y Educación. Provincia de Buenos Aires.

Un indicador importante que hace referencia a las condiciones de vida de la población, es el de Necesidades Básicas Insatisfechas (NBI). Las NBI comprenden el primer grupo de indicadores introducido por la Comisión Económica para América Latina (CEPAL) a comienzo de los años '80 para identificar carencias críticas de la población y caracterizar la pobreza (Feres y Mancero, 2001), y fue aplicado por primera vez en la Argentina en el censo de 1980. Se considera pobre a un hogar, o las personas que habitan en dicho hogar, cuando reúnen una o más de las siguientes condiciones:

1. Hacinamiento: hogares con más de tres personas por cuarto.
2. Vivienda: hogares asentados en una vivienda de tipo inconveniente (pieza de inquilinato, pieza de hotel o pensión, casilla, local no construido para habitación o vivienda móvil, excluyendo casa, departamento y rancho).
3. Condiciones sanitarias: hogares que no tienen ningún tipo de retrete.
4. Asistencia escolar: hogares que tienen al menos un niño en edad escolar (6 a 12 años) que no asiste a la escuela.
5. Capacidad de subsistencia: hogares que tienen cuatro o más personas por miembro ocupado, cuyo jefe no haya completado el tercer grado de escolaridad primaria.

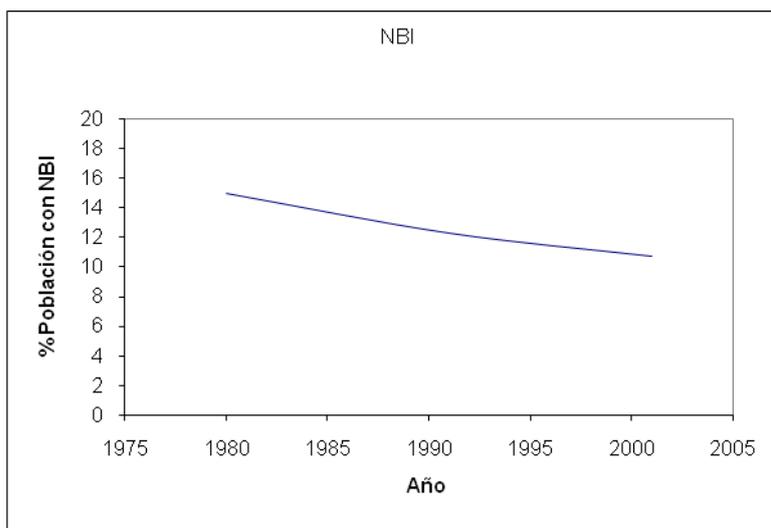
En síntesis, las NBI permiten identificar a la población o a los hogares que manifiestan importantes limitaciones en su vivienda (espacio insuficiente, estructura precaria o falta de instalaciones sanitarias), en la escolaridad de los niños o en la capacidad de generar recursos económicos. El enfoque de las NBI capta a la población considerada como "pobres estructurales", es decir aquella que requiere una importante inversión material o esfuerzo personal para superar el estado de precariedad social en la que se encuentran. Su debilidad reside, tal como lo señala el PNUD (2002), en que no capta a los nuevos pobres pauperizados como fruto de la caída de los ingresos en el país.

Al analizar las informaciones de NBI correspondientes al censo de 2001 se puede observar que el 9,26% de los hogares y el 10,72% de la población de Avellaneda presentan NBI. La evolución de este indicador (Gráfico 4) muestra características más favorables respecto de los datos de censos anteriores. En 1991, los hogares con NBI representaban el 12,3% del total mientras que, en 1980, el valor de hogares que presentaban alguna de las condiciones de NBI, era del 15,0%.

Al hacer referencia a condiciones de vida de la población de Avellaneda, es importante considerar algún indicador de salud. En este sentido, y de acuerdo a las informaciones censales disponibles de 2001, se analiza el dato de población que cuenta con cobertura de obra social o plan médico privado. Una importante proporción de la población (42,31%), no contaba con esa condición en el año del censo.

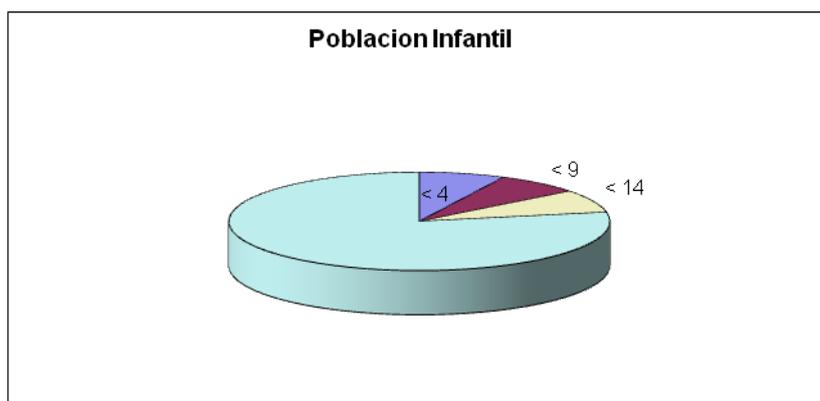
Una vez realizada la caracterización anterior, conviene tener en cuenta un dato relevante para este estudio, que es la cantidad de población infantil. El dato es importante debido a que se trata del sector poblacional más susceptible de riesgo de contaminación por metales pesados. En relación con ello, los datos del censo de 2001 indican que un 7,28% de la población del Partido de Avellaneda posee una edad igual o inferior a 4 años (población más vulnerable). Si se considera un rango mayor, la población de 9 o menos años alcanza el 14,46% del total y la que posee menos de 14 años, representa el 22,01%.

Gráfico 4
Porcentaje de población con NBI



Fuente: Elaboración propia a partir de los datos de INDEC (2001).

Gráfico 5
Porcentaje de población infantil



Fuente: Elaboración propia a partir de los datos de INDEC (2001).

Respecto de la actividad económica, el Censo Nacional Económico del año 2005 indica que en el Partido existe la siguiente cantidad de locales según la actividad (Cuadro 3):

Cuadro 3

Cantidad de locales por tipo de actividad económica

| Actividad | Cantidad de locales |
|--------------------------------|---------------------|
| Industria Manufacturera | 1.038 |
| Comercios al por mayor y menor | 5.418 |

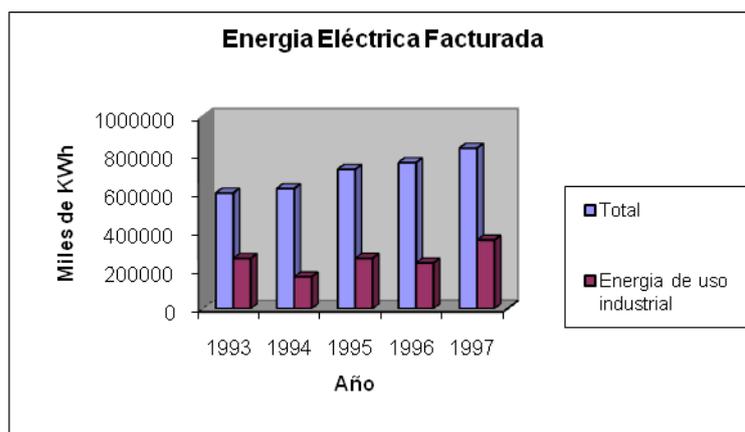
Fuente: Censo Nacional Económico (2005).

Las informaciones publicadas en el Censo Nacional Económico de 1994, indican que, en ese año, en el Partido existían un total de 26.320 puestos de trabajo ocupados, de los cuales el 12,23% no son asalariados.

Desde el año 1993 hasta el año 1997 el aumento en el total de Kwh facturados fue del 38,80% mientras que, en la facturación de energía eléctrica para uso industrial el incremento fue del 36,55% (Gráfico 6).

Gráfico 6

Energía eléctrica facturada, período 1993-1997

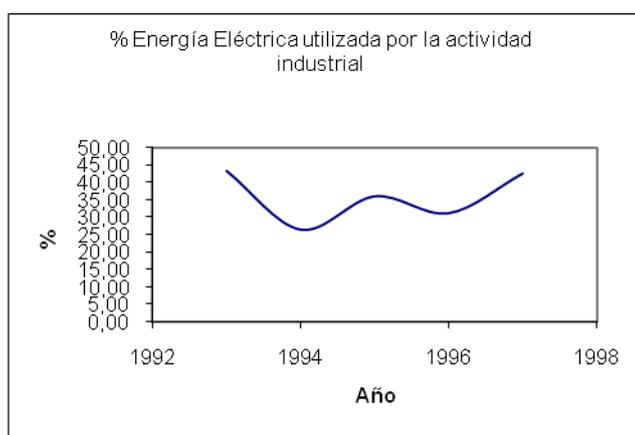


Fuente: Ente Provincial regulador Energético.

Si bien los datos demuestran variabilidad, puede observarse a la industria como una de las principales consumidoras de energía en el Partido. Los datos permiten verificar que en algunos años, el consumo supera el 40% del total (Gráfico 7). La tendencia alcista en el consumo de energía plantea una alarma debido a que se presenta como un indicador del crecimiento de la actividad industrial la cual constituye muchas veces fuente de contaminación con metales pesados.

Gráfico 7

Porcentaje de energía consumida por la actividad industrial



Fuente: Ente Provincial regulador Energético.

En cuanto a la actividad financiera (asociada en parte a la industria manufacturera) los datos del Banco Central de la República Argentina, indican que el Partido de Avellaneda contaba con 47 locales bancarios a Diciembre de 2006.

Síntesis

El análisis de los datos recabados respecto del Partido de Avellaneda, permite destacar que se trata de un área con las siguientes características fundamentales:

- Se sitúa en la planicie de inundación de la cuenca Matanza – Riachuelo.
- Dicha cuenca, se encuentra emplazada en un tejido urbano altamente poblado e industrializado, que presenta un bajo caudal de escurrimiento y escasa pendiente. Esta situación dificulta los procesos de dilución, lo cual se ve reflejado en los antecedentes históricos de contaminación que presenta la cuenca.
- Las bajas cotas altimétricas favorecen los procesos de migración de contaminantes presentes en los sedimentos.
- Dentro de los aspectos socioeconómicos, se puede afirmar que, si bien se trata de una zona con reconocido pasado industrial, ha sufrido un proceso de retracción durante la década de los noventa, proceso que dejó sectores altamente desvalorizados. Esa tendencia parece estar revirtiéndose lentamente pero sin una aparente planificación urbana.

CAPÍTULO IV

MÉTODOLOGIA

El desarrollo de la presente tesis requirió de la utilización de dos métodos generales diferentes pero que pueden complementarse para concretar los objetivos específicos propuestos: métodos inductivo y deductivo.

De acuerdo con el análisis realizado por Caldusch Cervera (2003), el método inductivo consiste en observar, estudiar y conocer las características generales o regulares que se aprecian en una diversidad de hechos o realidades para formular, a partir de ellas, una proposición o ley científica de carácter general; en la inducción el razonamiento es, lógicamente, ascendente desde lo particular o singular a lo general.

En contraposición y siguiendo las palabras del autor enunciado anteriormente, el método deductivo determina las características o enunciados de la realidad particular que se investiga por derivación o consecuencia de las características o enunciados contenidos en proposiciones o leyes científicas de carácter general formuladas previamente. La deducción trata de derivar las consecuencias particulares o singulares de las premisas o conclusiones generales establecidas y aceptadas.

Ambas metodologías se utilizaron en las distintas fases de esta tesis, complementándose entre sí, pero predominando una sobre otra en cada objetivo específico. Así, para dar cumplimiento a los objetivos 1, 2 y 6 se aplicó fundamentalmente una metodología de carácter deductivo, mientras que para los objetivos 3, 4, y 5 la metodología empleada es, en general, inductiva.

A continuación se desarrollan los métodos, técnicas y actividades realizadas para concretar los objetivos específicos.

Métodos y técnicas empleados en función de los objetivos específicos

Objetivo 1: *Analizar las características de los principales metales pesados de interés en este trabajo considerando sus fuentes, estado, disponibilidad y consecuencias sobre los seres humanos.*

Como fue mencionado en la introducción de esta tesis, los daños que causan los metales pesados son tan severos y en ocasiones tan ausentes de síntomas, que las autoridades ambientales y de salud de todo el mundo realizan esfuerzos por minimizar la exposición de la población, en particular de la población infantil, a estos elementos tóxicos. El conocimiento de sus características es fundamental a la hora de proponer soluciones para remediar sitios contaminados con estos metales.

En función de ello, se realizó una búsqueda bibliográfica orientada a aquellos metales pesados que demostraron su existencia en material particulado muestreado por la campaña exploratoria realizada por el grupo GEMA-UTN-FRA. En dicha búsqueda bibliográfica se tuvo en cuenta la toxicidad y uso extensivo que de ellos se hace. También se consideraron aspectos relacionados a su biodisponibilidad y bioacumulación. Entre las principales fuentes de información se pueden mencionar: Baird (2001), Verrengia Guerrero *et al.* (1997), Solana *et al.* (2006), Labunska, (2000).

Objetivo 2: *Identificar los factores históricos que contribuyeron a los principales procesos de contaminación de suelos con metales pesados en Avellaneda.*

Los procesos de antropización de un territorio, se desarrollan necesariamente en el tiempo y este transcurso temporal genera distintos estadios de dominación e interrelación entre la sociedad y la naturaleza que actúa como soporte de las actividades humanas. Para estudiar esta evolución aparece la historia ambiental como herramienta que puede ayudar a entender las variaciones en las relaciones sociedad/naturaleza. La historia ambiental es una rama reciente de la historia que se desarrolla haciendo principal hincapié en los conflictos surgidos del uso y usufructo de los recursos naturales, por el hombre, incluido aquí el propio espacio de los asentamientos humanos (Bengoa, 1998).

Los estudios de corte historicista, que intentan relatar o explicar el estado actual de un territorio o ciudad concreta a partir del reconocimiento de un largo proceso de intervenciones humanas, a menudo teñido de diversas irracionalidades, constituyen un aporte indispensable para la construcción de un saber ambiental. Es imposible acceder a una cierta interpretación de la complejidad de la problemática ambiental urbana por fuera del análisis del proceso de cambio de tal problemática (Fernández R. 2000).

Partiendo de las premisas anteriores, se asume que el conocimiento de la historia del territorio estudiado (Partido de Avellaneda), permite encontrar las causas de los procesos de contaminación con metales pesados. Es que, de acuerdo con Bustos Cara (1998), lo territorial no es una parte, un soporte o una consecuencia, sino la totalidad espacio temporal de la existencia humana.

La consecución de este objetivo, demandó la realización de una importante revisión bibliográfica y entrevistas semiestructuradas a actores y referentes barriales.

Cabe destacar que estas entrevistas se basan en una guía de asuntos o preguntas y el entrevistador tiene la libertad de introducir preguntas adicionales para precisar conceptos u obtener información sobre los temas deseados (Creswell, 2005).

Objetivo 3. *Definir los niveles guía de contaminación con metales pesados especificados en la legislación nacional y por organismos internacionales, estableciendo comparaciones.*

Según lo enuncia la Junta de Gobierno de Andalucía, los niveles guía de contaminación son un conjunto de valores numéricos o enunciados narrativos, que indican la calidad aceptable del agua, aire y suelo. Son presupuestos mínimos para la protección, mantenimiento y mejora de los usos específicos que se hacen de los recursos.

Estos valores límites se definen para diferentes sustancias contaminantes, gaseosas, líquidas, semisólidas o sólidas (mercurio, cadmio, cobre, plomo, cinc, níquel, arsénico, petróleo crudo y derivados de su refinado). En el caso estudiado, a partir de un nivel de referencia de suelos no contaminados, basado en criterios de ecotoxicidad, se establecen los niveles mínimos de protección y un nivel para el cual los riesgos se consideran que van a ser insignificantes. Se admite este mínimo deterioro de la calidad ambiental a los efectos de que pueda existir la industria que emite. Pasados estos umbrales, la agresión a los seres vivos (personas, fauna y flora) es peligrosa, indicativa de estados subletales y letales de toxicidad.

Un ejemplo de esto lo constituyen los denominados residuos peligrosos, producidos y/o emitidos por negligencia.

El establecimiento de niveles guía de calidad ambiental, debe tender a incluir todos aquellos parámetros críticos para el ambiente y su estabilidad. Su adopción, control y monitoreo deben ser incorporados al planeamiento y gestión del ambiente, con especial énfasis en las áreas pobladas. La calidad ambiental tiene incidencia directa en la salud.

Para alcanzar este objetivo, se realizó en primera medida un análisis de la normativa nacional que establece estándares de calidad para los metales pesados en distintos medios, entre ellos el suelo, que es el que interesa a los fines perseguidos.

Posteriormente, se realizaron comparaciones de los mismos parámetros, tomando como referencia los estándares fijados por otros países. Ello demandó la recopilación de estudios antecedentes y análisis de las normativas vigentes en este sentido.

Objetivo 4: Establecer niveles de contaminación con plomo y cromo en los sitios de juego infantil del Partido mediante la utilización de índices de contaminación y la creación de indicadores de Impacto Ambiental.

El cumplimiento de este objetivo se basó, fundamentalmente, en trabajos antecedentes realizados por Vives *et al.* (2009; 2010) en el marco del proyecto de investigación en el que se inserta esta tesis².

Para establecer estos niveles de contaminación, fue necesario como punto de partida analizar estudios previos realizados en el Partido, definir los sitios para la toma de muestras y los procedimientos para hacerlo.

Una vez obtenidos los resultados de muestras de plomo y cromo, se calcularon dos indicadores de impacto ambiental de contaminación por plomo y cromo que se integraron en un índice parcial (Vives *et al.*, 2009). Dichos indicadores fueron definidos considerando el riesgo máximo tolerable definido en Seoanez Calvo (1999). Luego, se calculó un índice de contaminación por plomo siguiendo una metodología específica desarrollada por Chen *et al.* (2004) y empleada, para el Partido de Avellaneda, en Silva Busso *et al.* (2005), Vives *et al.* (2010).

A fin de facilitar la comprensión del procedimiento empleado, el mismo fue dividido en diferentes apartados que se desarrollan a continuación.

Elección del método de toma de muestras

Para la determinación de la calidad y cantidad de las muestras a tomar de modo tal que fueran representativas de sitios de juego infantil de la ciudad de Avellaneda, se tuvieron en cuenta los siguientes aspectos:

Definición de un marco conceptual que permita formular una apropiada estrategia de muestreo de suelos y esbozar un modelo del tipo y estado de agregación física de los contaminantes.

Determinación de las distintas etapas del trabajo que incluye en general tres fases: la primera, evaluación en gabinete del riesgo de contaminación de los diversos sitios posibles de estudio y reconocimiento de los mismos; la segunda, es otra fase de gabinete, donde se profundiza la investigación exploratoria del sitio; y por último se realizan investigaciones intrusivas, es decir, toma de muestras (Monitor-Enviro Cónsul, 2000).

Recopilación y análisis de antecedentes obrantes en el estudio de la contaminación en Avellaneda (PAE-JMB, 2003). Según esa fuente, se concluyó que la principal vía de ingreso de los contaminantes (metales pesados) al medio interno de los niños (sangre) es a través de la inhalación de partículas de polvo conteniendo plomo. Por esta razón y por antecedentes históricos, se determinó que la toma de muestras de suelo fuera superficial. Esta elección concuerda con lo expuesto en el "Procedimiento Modelo Secundario para el Desarrollo de Estrategias Apropriadas de Muestreo de Suelos en Terrenos Contaminados", publicado por la Agencia Ambiental de Bristol, que incluye la investigación sobre los usos de la tierra y la historia de los emprendimientos que se asentaron en el sitio y sus alrededores para encontrar pistas acerca del tipo de sustancias peligrosas contenidas en el suelo. En relación con este aspecto se reconocieron en el área las actividades potencialmente generadoras de contaminación con metales pesados: industria de baterías y pilas, minería, industria del vidrio (Pb), industrias gráficas (As), pinturas y barnices, industria maderera, insecticidas, industria petroquímica, industria textil, industria

² Proyecto CARACTERIZACIÓN DE METALES PESADOS EN SITIOS DE JUEGO INFANTIL. Proyecto aprobado por el Director de Departamento de Ingeniería Industrial y CeCold, para su elevación al Consejo Académico Facultad Regional Avellaneda de la Universidad Tecnológica Nacional a Resolución /, durante el período 2007-2009.

Proyecto: REMEDIACIÓN ELECTROQUÍMICA DE SUELOS CONTAMINADOS CON PLOMO. Disposición SCYT N° 100/07 Rectorado UTN. Reconoce como incentivado al proyecto de referencia Código: PQINAV592, el mismo aprobado anteriormente por: Resolución N° 743/04 Consejo Académico UTN-FRA, 24/11/04. Grupo de Electroquímica y Medio Ambiente, GEMA-FRA-UTN.

metalúrgica, acerías, talleres, industria de la goma y el caucho, astilleros, microelectrónica, papeleras.

Determinación del número de muestras: se siguieron pautas recomendadas por el método USEPA 6200 (1998), que propone un muestreo al azar y brinda ciertos límites para que la cantidad de muestras sea representativa y económicamente aceptable y por otra parte se siguieron lineamientos de la Agencia Ambiental de Bristol (Gran Bretaña) en cuanto a formas estratégicas de toma de muestras, la cual establece directivas específicas para sitios de juego infantil (Monitor-Enviro Cónsul, 2000).

Definición de la distribución espacial de las muestras, que implicó la elaboración de una grilla que dividiera al partido de Avellaneda en 9 sectores y dentro de ella se practicó un muestreo al azar en 4 sectores en los cuales se tomaron aproximadamente 5 muestras en cada uno, algunas muestras fueron dirigidas a sitios específicos donde los antecedentes históricos indicaban una posible fuente de contaminación. Las bases de este método fueron tomadas del citado trabajo de Bristol (Monitor-Enviro Cónsul, 2000).

En referencia a las herramientas utilizadas para la toma de muestras se evitó usar elementos que contuvieran los metales buscados para prevenir la contaminación de las mismas, siguiendo las recomendaciones de La Grega (1998) y Seoanez Calvo (1999) para las muestras tomadas hasta 0,05 m de profundidad.

Los sitios de obtención de las muestras de suelos se seleccionaron considerando los siguientes criterios: ubicación geográfica, antecedentes de uso del suelo, uso actual de la tierra y áreas de relleno. El objetivo del muestreo es distinguir tipos de suelos (si los hubiere) considerando una distribución lo más homogénea posible dentro de la zona de estudio y/o atendiendo las particularidades del estudio. La calidad en el muestreo se aseguró utilizando como referencia la guía de evaluación de riesgo (US-EPA, 1995) para hacer posible la obtención de información confiable, fidedigna y que efectivamente represente la geoquímica del suelo. Esta exigencia responde a que en el análisis de la composición química se deben tomar todas las precauciones que sean necesarias para mantener las características químicas inalteradas y debido a los cambios que pueden sufrir los diferentes componentes y parámetros del suelo, se aplicaron las recomendaciones de la técnica Standard Methods (US-EPA 7420). Para cada muestra se tomaron de 25 a 35 submuestras de cada sitio en una grilla de puntos de acuerdo a la superficie del mismo, las cuales se almacenaron en bolsas de polietileno reforzado de 500 gr duplicadas y triplicadas para contra-verificación.

Elección del método analítico

La determinación de la concentración total de metales en suelo se realizó mediante dos técnicas analíticas y en tres etapas:

A fin de efectuar las determinaciones se realizó una preparación de muestras consistente en secado de las mismas (105°C hasta peso constante), molienda mortero, homogenización y tamizado (tamiz de ensayo de laboratorio marca Zonytest malla de poro 2000, 250 y 125 μ m cuerpo ABS norma ASTM E11/70 con malla certificada norma ISO 3310-1).

Luego, se utilizó el equipo Portátil XRF. Modelo Alpha marca Innov-X que con un límite de cuantificación del orden de las 4 ppm y mediante el método Fluorescencia de Rayos-X (aprobado por U.S.E.P.A. 6200, 1998) permite examinar in situ hasta 25 metales presentes en el suelo. Se realizaron 5 mediciones de la muestra en bruto, se calculó la desviación estándar relativa y cuando fue inferior a 20% se aceptó la media. Cuando excedió ese valor, se tamizó la muestra (tamiz con poro de 2000 μ m), se realizaron 5 mediciones, se calculó la desviación estándar relativa nuevamente y así con poros de 250 y 125 μ m hasta conformidad.

Por último, para la confirmación de los datos, se utilizó la técnica de Espectrofotometría de Absorción atómica (AA). Para ello se analizaron las muestras con mayor desviación, cuyos resultados fueron inferiores a dicha desviación estándar relativa. Si bien esta

técnica no permite distinguir la especiación ni el estado de oxidación del metal (McLean y Bledsoe, 1992), brinda confiabilidad adecuada a los propósitos de la presente investigación. Con este fin, se utilizó un Espectrofotómetro de Absorción Atómica marca Pelkin Elmer, Modelo AA-200 perteneciente a CORPLAB Latinoamérica, con sus curvas de calibración actualizadas. El método de análisis utilizado es el indicado por la literatura analítica de metales pesados (Beaty, 1987 y por US-EPA, 1995) en el método analítico para determinación de metales U.S.E.P.A. 7420 y específico para digestión de la muestra de sólidos y semisólidos U.S.E.P.A. SW 486 (1998). La digestión ácida se realizó pesando una porción de muestra seca, agregando HNO₃ pureza 70% (Carlo Erba) y HCl pureza 32% (Carlo Erba) a 95°C durante 3 hs hasta destrucción total de la materia orgánica.

Indicadores e índices de contaminación ambiental

Un índice ambiental es un número o una clasificación descriptiva de una gran cantidad de datos o información ambiental cuyo propósito principal es simplificar la información para que pueda ser útil a los decisores y al público.

En cuanto a los estudios de impacto, los índices ambientales pueden ser útiles pues cumplen uno o más de los siguientes objetivos:

1. Resumir los datos ambientales existentes.
2. Comunicar información sobre la calidad el medio afectado.
3. Evaluar la vulnerabilidad o susceptibilidad a la contaminación de una determinada categoría ambiental.
4. Centrarse selectivamente en los factores ambientales clave.
5. Servir como base para la expresión del impacto al predecir las diferencias entre el valor del índice con proyecto y el valor del mismo sin proyecto.

Un índice ambiental no es lo mismo que un indicador ambiental. Los indicadores se refieren a medidas o algoritmos simples de factores ambientales o especies biológicas, bajo la hipótesis que estas medidas son indicativas del sistema biofísico o socioeconómico. Por ejemplo, al oeste de Estados Unidos se han utilizado plantas como indicadores de las condiciones del agua y del suelo.

En el desarrollo de índices es necesario:

- 1) Identificar el factor que se quiere medir.
- 2) Asignar el peso de importancia relativa.
- 3) Establecer funciones de escala.
- 4) Determinar y realizar un adecuado método de agregación.
- 5) Aplicar y verificar en campo

(Vives *et al.*, 2009).

Dado que en este caso, se pretende dimensionar el impacto ambiental de contaminación por plomo y cromo, es posible denominar indicador a la expresión a través de la cual se mide de forma cuantificada dicho impacto. El indicador es entonces un mecanismo que se adopta para cuantificar un impacto.

Para la conversión de la magnitud de los impactos en unidades heterogéneas a unidades homogéneas y adimensionales de valor ambiental, fácilmente comprensibles y correlacionables, se utiliza la técnica de las funciones de transformación.

Cálculo de los Indicadores de Impacto Ambiental de contaminación por plomo y cromo

No se verificaron antecedentes de indicadores de impacto ambiental para contaminación por metales pesados en la bibliografía consultada, sin embargo, Gómez Orea (1999) en su libro Evaluación del Impacto Ambiental, manifiesta que se pueden elaborar indicadores

de impacto a partir de un nivel guía límite del metal en suelo. En este caso fue elegido el nivel guía adoptado por la comunidad Vasca para sitios de juego infantil en función del factor de riesgo analizado (Seoanez Calvo, 1999).

En este sentido, el autor manifiesta que existen tres valores indicativos de evaluación (VIE) en función del factor de riesgo:

Valor VIE-A o nivel de referencia: por debajo de éste nivel, el suelo se considera no contaminado, y el riesgo se puede considerar nulo o despreciable.

Valor VIE-B o nivel límite inferior de aceptabilidad de riesgo: por encima de éste nivel, el riesgo puede considerarse inaceptable.

Valor VIE-C o de máximo riesgo tolerable. Valores superiores a este nivel constituyen un grave peligro para la salud pública y para los ecosistemas presentes.

Estos valores se integran en cada una de las etapas de la investigación de suelos contaminados.

En el caso en que la concentración del contaminante sobrepase el valor indicativo de evaluación VIE-C, se deberá recurrir directamente a un proyecto de saneamiento. Estos valores (VIE-C) para plomo y cromo fueron los utilizados en la construcción de indicadores. Las concentraciones para cada uno de los metales, se presentan en el Cuadro 8.

Cuadro 8

Metales pesados: valores indicativos de evaluación
(máximo riesgo tolerable)

| Contaminante | Zona de uso infantil VIE-C (mg/kg) |
|---------------------|---|
| Mercurio | 15 |
| Plomo | 150 |
| Cadmio | 15 |
| Arsénico | 30 |
| Cromo | 200 |

Fuente: Seoanez Calvo (1999).

Cabe aquí destacar que debido a la falta de información ambiental para la construcción de indicadores, se utilizaron estos valores indicativos de evaluación como una primera aproximación. Se espera en lo sucesivo contar con un nivel ambiental base de metales pesados en el partido de Avellaneda que resulte en un estándar consistente de evaluación.

Como fue mencionado, un indicador es útil para la conversión de la magnitud de los impactos en unidades heterogéneas a unidades homogéneas y para ello se utiliza la técnica de las funciones de transformación o, lo que es lo mismo, estandarización de los valores.

INDICADORES DE IMPACTO AMBIENTAL.

Lo interesante de las funciones de transformación es la claridad con que expresan gráficamente la diferencia entre la modificación de un elemento o proceso del medio y el significado ambiental de tal modificación. Las funciones de transformación son relaciones entre la magnitud de un indicador, medida en sus propias unidades, y la calidad ambiental expresada en unidades estandarizadas adimensionales y comparables (Gómez Orea, 1999).

La propuesta es abarcar un rango del indicador comprendido entre 1 y -2,37 (mínimo alcanzado), mediante la aplicación de la siguiente función de transformación para el cálculo de los Indicadores de Impacto Ambiental de contaminación por plomo (IIAPb) y cromo (IIACr) se propone la siguiente función de transformación:

$$Y = 1 - (1/k) X$$

Donde:

Y = Calidad ambiental del suelo = IIA

X = Concentración del contaminante en el suelo (mg/kg ms)

K = valor guía (VIE-C) = 150 mg/kg ms para Pb y 200 mg/kg ms para Cr

Para ello, se definieron las categorías que se presentan en el Cuadro 9 y la calidad ambiental del suelo para sitios de juego infantil establecida a partir de los IIA se presenta en el Gráfico 8 (Plomo) y 9 (Cromo). El resultado reviste un valor teórico donde los valores negativos representan la peor situación y 1 la mejor, estableciéndose tres condiciones del indicador: Inaceptable, Poco Aceptable y Aceptable.

Cuadro 9

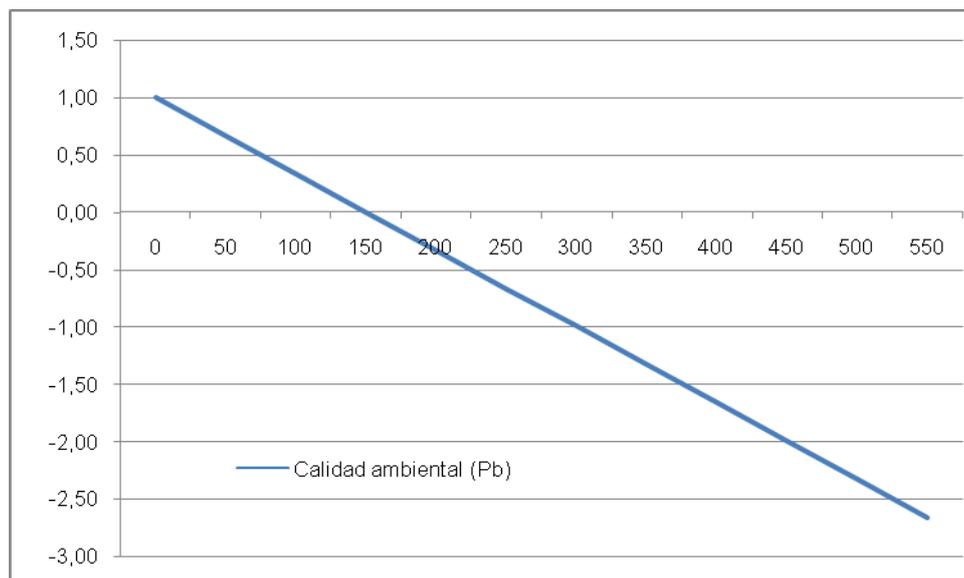
Categorías establecidas para las concentraciones de Plomo y Cromo en los suelos de sitios de juego infantil

| mg Pb/kg ms | mg Cr/kg ms | Calidad ambiental (establecida a partir del IIA) | Condición |
|-------------|-------------|--|----------------|
| ≥150 | ≥200 | 0 – (-) 2,37 | Inaceptable |
| 75-149 | 100-199 | 0,49 – 0,01 | Poco aceptable |
| 0-74 | 0-99 | 1 – 0,50 | Aceptable |

Fuente: Vives *et al.* (2009).

Gráfico 8

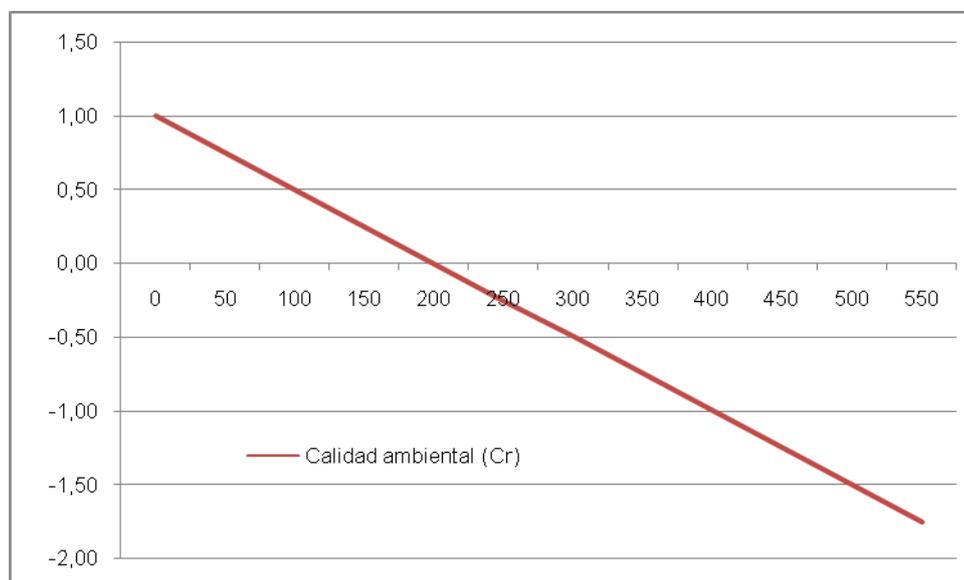
Calidad ambiental del suelo para sitios de juego infantil establecida a partir del Indicador de Impacto Ambiental de contaminación por plomo



Fuente: Vives *et al.* (2009).

Gráfico 9

Calidad ambiental del suelo para sitios de juego infantil establecida a partir del Indicador de Impacto Ambiental de contaminación por cromo



Fuente: Vives *et al.* (2009).

Construcción del Índice Parcial de Impacto Ambiental (IPIA)

Una vez transformados los valores de concentraciones de plomo y cromo en IIA, se construyó el IPIA a partir de la sumatoria de los indicadores obtenidos; esto es:

$$\text{IPIA} = \text{IIAPb} + \text{IIACr}$$

Se establecieron posteriormente las categorías de IPIA que se presentan en el Cuadro 10, en el cual se especifican las condiciones definidas. El valor óptimo de IPIA es 2 y los inferiores a 0,90 conforman los pésimos. Los rangos señalados indican que la condición siempre es inaceptable cuando uno de los metales o ambos superan el VIE-C.

Cuadro 10

Categorías de los Índices Parciales de Impacto Ambiental por contaminación con metales pesados en sitios de juego infantil

| IPIA | Condición |
|-------------|----------------|
| $\leq 0,90$ | Inaceptable |
| 0,91-1,49 | Poco aceptable |
| $\geq 1,50$ | Aceptable |

Fuente: Vives *et al.* (2009).

Índice de contaminación por plomo (IC)

Se calculó un índice de contaminación para cada una de las muestras analizadas en suelos de sitios de juego infantil. Para ello, se utilizó el modelo propuesto por Chen *et al.* (2004) y Tong-Bin Chen *et al.* (2005) para indicar la contaminación con metales pesados en suelos. El mismo expresa la relación entre la concentración hallada (CH) del metal pesado en el estudio, dividido por la media geométrica de la concentración antecedente (CA):

$$IC = CH / CA$$

Dicha concentración antecedente se determinó a partir un estudio anterior realizado en un sector del Partido (PAE-JMB, 2003) ya que en los sitios de toma de muestras no se cuenta con estudios de concentraciones antecedentes de plomo.

Los valores del IC obtenidos se clasifican en tres categorías, que se presentan en el Cuadro 11.

Cuadro 11

Clasificación del IC

| Valores | Niveles de contaminación |
|-----------------|------------------------------|
| $IC \leq 1$ | Nivel de contaminación Bajo |
| $1 < IC \leq 3$ | Nivel de contaminación Medio |
| $IC > 3$ | Nivel de contaminación Alto |

Fuente: Chen *et al.* (2004) y Tong-Bin Chen *et al.* (2005).

Objetivo 5: Analizar la distribución espacial de los niveles de contaminación hallados, determinando áreas críticas.

Los datos de los niveles de concentración de plomo y cromo en suelos relevados a campo, fueron geo-referenciados y representados espacialmente. Posteriormente, se llevó a cabo el mismo procedimiento utilizando los valores de IIA de contaminación por plomo y cromo en los sitios de juego infantil, los obtenidos en el cálculo del IPIA y los correspondientes al IC para plomo.

La ubicación espacial o cartográfica de los resultados en las diversas áreas de la ciudad, permite establecer sectores con diferentes niveles de criticidad en el área de estudio. Una vez definidos los sectores, se realizó un análisis de las posibles causas de su distribución y se identificaron aquellas áreas que merecen una atención prioritaria para disminuir riesgos sobre la salud de la población infantil.

CAPITULO V

Resultados y discusión

El presente capítulo se encuentra dividido en seis apartados que responden a cada uno de los objetivos específicos planteados. Así, en la primera parte se describen las características de los metales pesados, sus fuentes, estado, disponibilidad y consecuencias sobre los seres humanos, especialmente en la población más vulnerable. En el segundo apartado se analizan los factores históricos que contribuyeron a los principales procesos de contaminación de suelos con metales pesados en Avellaneda. En el tercero se establecen niveles de guía de contaminación con metales pesados especificados en la legislación nacional y por otros países. En el cuarto y quinto, se presentan los niveles de contaminación con plomo en los sitios de juego infantil y se analiza la distribución espacial de los resultados. Por último, en el sexto apartado, se presenta una propuesta de remediación para suelos contaminados con metales pesados en sitios de juego infantil, transferible a otras áreas residenciales.

Metales pesados

A fin de dar respuesta al primer objetivo de esta tesis, se analizan a continuación las características de los principales metales pesados de interés en este trabajo considerando sus fuentes, estado, disponibilidad y consecuencias sobre los seres humanos.

En el presente estudio, se trabajaron los metales plomo y cromo. No obstante, se describen las características de otros metales (mercurio, cadmio y arsénico) de especial interés para profundizar en futuras investigaciones.

Según lo expresado en el estudio realizado por: la Facultad de Medicina de la Universidad San José de la Ciudad de Oruro, Bolivia, para la "Determinación de los efectos neurotóxicos de los metales pesados en niños de 6 a 8 años producto de la contaminación ambiental y la bioacumulación en la zona de San José de la Ciudad de Oruro"; El desarrollo y maduración del sistema nervioso comprende una serie de transformaciones en cuanto a los cuerpos neuronales, dendritas y axones. Considerando que las funciones normales de las neuronas incluyen síntesis proteica, transporte axonal, generación y conducción del potencial de acción en la transmisión sináptica, además de la formación y mantenimiento de la mielina. La degeneración más importante que se produce como resultado de procesos traumáticos a nivel de los axones, es la degeneración Walleriana (descrita como producto de la acción de agentes neurotóxicos).

Según este estudio, a nivel de los cuerpos celulares el proceso neuropatológico es aún más complejo como resultado de daños tóxicos que el de procesos traumáticos, a lo que se suma el efecto competitivo que tienen los tóxicos en relación a los neurotransmisores interfiriendo por lo tanto el normal desempeño de estructuras nerviosas, músculos y glándulas.

El sistema nervioso, no es totalmente maduro al nacimiento, en particular la evolución del aprendizaje motor es posible solamente cuando la mielinización se produce, por lo que efectos neurotóxicos infantiles pueden irse manifestando a medida que el niño va avanzando en edad. Por tanto los neurotóxicos, producirán daños estructurales y funcionales en las unidades nerviosas básicas de tipo irreversible, en función del tipo de toxico, la cantidad y el tiempo de exposición al mismo, generando por lo tanto un sujeto con capacidades mentales superiores menores en comparación a un individuo que no fue expuesto a los agentes neurotóxicos. Sus principales efectos, se sintetizan en el Cuadro 12.

Cuadro 12

Efectos de los metales pesados sobre la salud infantil

| PLOMO | ARSÉNICO | CADMIO | ASOCIACIÓN DE PLOMO Y CADMIO |
|---|----------------------------------|------------------------------------|---|
| Neuritis | | | |
| Parálisis | | | |
| Reducción del Coeficiente Intelectual | | | |
| Alteraciones en la memoria | | | |
| Dificultad en la Concentración | | | |
| Trastorno de TDAH | Parestesias en guante y calcetín | | |
| Irritabilidad | Vasculitis | | |
| Parestesia | Debilidad distal | Deformaciones óseas | |
| Anorexia | Hiperqueratosis | Osteoporosis | |
| Cefalea | Tetraplejía | Osteomalacia | Disminución del Coeficiente Intelectual |
| Estreñimiento | Coeficiente intelectual reducido | Cáncer | |
| Espasmo muscular intestinal | Alteración de la memoria | Hiperactividad | |
| Debilidad muscular en antebrazo, pie y mano | Trastorno de TDAH | Disminución de la capacidad verbal | |
| Letargo | Polineuritis sensitivo motora | | |
| Vómito y o Pérdida de apetito | Cáncer | | |
| Reducción de la conciencia | | | |
| Encefalopatía | | | |
| Atrofia óptica | | | |
| Reducción de la conducción nerviosa | | | |
| Disminución auditiva | | | |
| Polineuropatía motora (parálisis radial) | | | |

Fuente: Facultad de Medicina de la Universidad San José de la Ciudad de Oruro, Bolivia.

Plomo

El plomo se utilizó como metal estructural en la antigüedad y se lo sigue utilizando en la construcción. Su bajo punto de fusión, 327°C, permite trabajarlo fácilmente y darle forma, por ejemplo en cañerías.

Generalmente, el plomo no presenta ningún problema ambiental hasta que no se disuelve para dar la forma iónica Pb^{2+} . De acuerdo con Baird (2001), el lixiviado de plomo de las cerámicas vitrificadas utilizadas para preparar los alimentos es una de las mayores fuentes del elemento en el organismo de los niños de México, donde la contaminación con plomo representa hoy uno de los principales problemas de salud pública. El plomo blanco, compuesto de $Pb_3(CO_3)_2(OH)_2$, se utilizó extensivamente como componente mayoritario de la pintura blanca, representa un riesgo para la salud de los niños al desprenderse la pintura ya que presenta un sabor dulce agradable, los pigmentos de plomo continúan utilizándose en pinturas exteriores.

Asimismo, una fuente primitiva de Pb^{2+} al ambiente era la utilización de arseniato de plomo como pesticida. Por otro lado, la mayoría de las baterías automotrices utilizadas, aunque no todas, se reciclan para recuperar el contenido en plomo; durante esta operación, si no se mantienen controles cuidadosos, el plomo puede eliminarse al

ambiente. De hecho estas operaciones de reciclado, a menudo, constituyen puntos negros urbanos de emisión de plomo en las poblaciones vecinas. Aquellos acumuladores que no son reciclados, conforman la fuente principal de plomo en los residuos municipales.

El plomo ejerce efectos sobre la producción de hemoglobina a través de interferencias sobre los mecanismos de síntesis del grupo hemo y de la globina, existiendo una correlación positiva entre la reducción de hemoglobina y el nivel de plomo en sangre, particularmente marcada en niños (Betts *et al.*, 1973).

Por otra parte, existen evidencias del efecto del plomo sobre los sistemas nerviosos central y periférico, habiendo datos electrofisiológicos que indican daños en niños a concentraciones de plomo en sangre inferiores a 30 µg/dl (OMS, 1995).

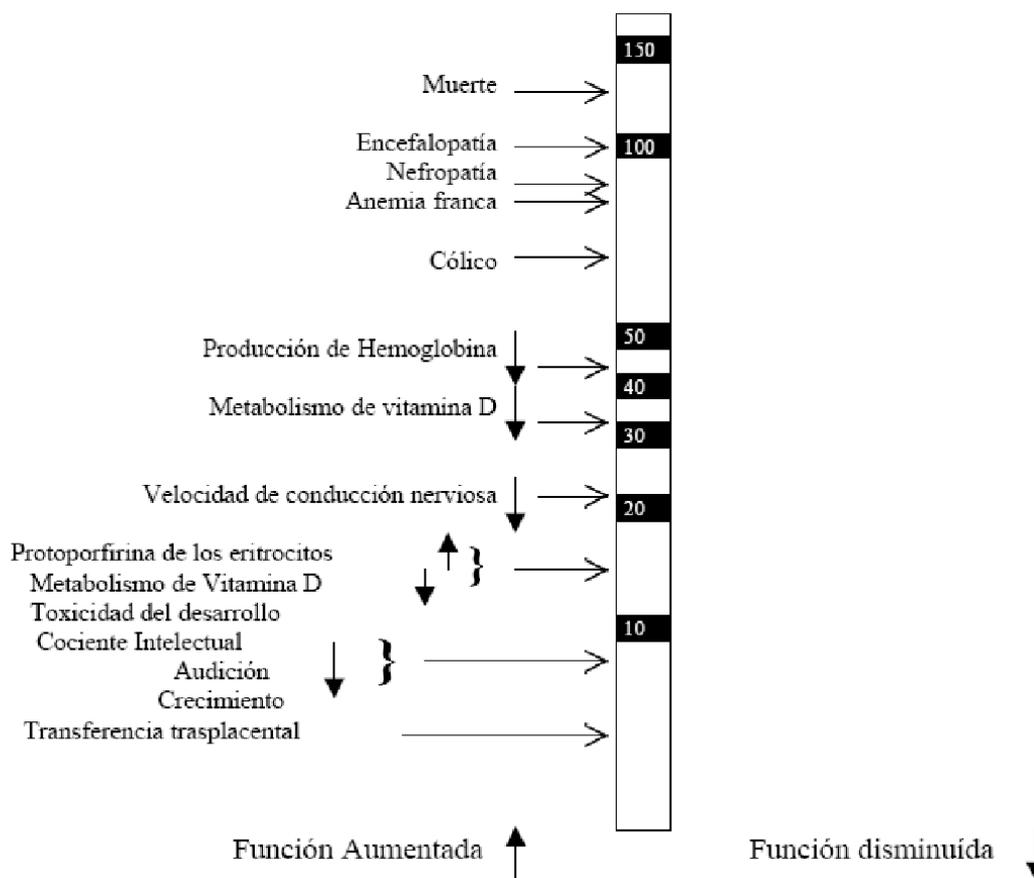
Cuando se utilizan compuestos orgánicos de plomo tetravalente como aditivo en gasolinas, es necesario eliminar los átomos de plomo que se liberan en la combustión a fin de que no formen depósitos metálicos en el motor, para ello se agregan pequeñas cantidades de dibromuro y dicloruro de etilo. Como consecuencia de ello, el plomo se elimina por el escape y entra en la atmósfera como gas en forma de dihaluro. Después, bajo la influencia de la luz solar, estos compuestos forman PbO. El PbO existe en la atmósfera en forma de partículas, formando un aerosol y permaneciendo en ella durante horas o días, con lo que, no todo el óxido se deposita en los alrededores inmediatos de la carretera; puede, por lo tanto, entrar en la cadena alimenticia en lugares más distantes del lugar de emisión. Los compuestos de tetraalquilplomo (PbR₄) se absorben a través de la piel. En el hígado humano, las moléculas de PbR₄ se convierten en iones PbR³⁺, que son más tóxicos y que, como los iones metilmercurio, son neurotoxinas debido a que pueden atravesar la barrera sanguínea cerebral. En dosis significativas, estos compuestos pueden causar desde síntomas parecidos a la psicosis hasta la muerte. Si bien en nuestro país no está permitido utilizar combustibles aditivados con plomo, existen 16 países en el mundo que lo siguen haciendo, además, es reconocido por la firma Xstrata (uno de los mayores productores de plomo para aditivos) que para aplicaciones en la aviación donde muchos motores de aeronaves tienen 20 años de uso (o más), es un requisito obligatorio utilizar combustible con plomo

Los grupos humanos con mayor riesgo ante la exposición a niveles bajos de Pb²⁺ son los fetos y los niños menores de siete años; ambos son más sensibles al plomo que los adultos, debido a que absorben una mayor dosis debido a su inferior masa corporal y a que su cerebro está creciendo rápidamente. El metal atraviesa fácilmente la placenta y debido a la inmadurez de la barrera sanguínea, el metal encuentra poca resistencia en la entrada al cerebro. El riesgo principal de la plumbemia en los niños es la interferencia en el desarrollo normal de sus cerebros, ciertos estudios han constatado pequeños deterioros neurofisiológicos en bebés, debido al plomo ambiental absorbido tanto antes como después del nacimiento. El plomo tiene efectos nocivos en el comportamiento y en la atención de los niños. Estudios indican que existe un déficit en el coeficiente intelectual de 2 a 3 puntos para cada aumento de 100 ppm en el nivel de plomo sanguíneo de un niño. La Figura 2 muestra los cambios fisiológicos causados por el plomo en niños.

Existen referencias del potencial carcinogénico de las sales de plomo, en particular de fosfatos y acetatos, sobre animales de ensayo (Azar *et al.*, 1973; Kasprzak *et al.*, 1985), pero la información proveniente de estudios epidemiológicos sobre carcinogenicidad humana se considera inadecuada (U.S. EPA, IRIS, 1993). Así, la Agencia de Protección Ambiental de los E.E.U.U. (U.S. EPA) clasifica al plomo y a sus compuestos inorgánicos en la Categoría B2 (probable carcinógeno humano); por su parte, IARC (International Agency for Research on Cancer) clasifica a estas sustancias en el Grupo 2B (posible carcinógeno humano) (OMS, 1995). El tetraetilplomo es ubicado por IARC en el Grupo 3 (no clasificable en cuanto a su carcinogenicidad en seres humanos) (ECDIN, Tetraethyl lead, 1998).

Figura 2

Cambios fisiológicos causados por el plomo en niños.



Fuente: Valdés Perezgasga (1999), tomado de Centers for Disease Control and Prevention, "Preventing lead poisoning in young children" (1991).

En resumen, átomo a átomo, el plomo no es tan peligroso como el mercurio. Sin embargo, la población en general está más expuesta al plomo de una gran variedad de orígenes y, generalmente, a niveles mayores que los asociados al mercurio. Globalmente, hay más personas afectadas negativamente por el plomo. Ambos metales son más tóxicos en forma organometálica que cuando están presentes como simples cationes inorgánicos (Baird, 2001).

Cromo

El Cr fue descubierto en 1798 por Vauquelin, que le dio su nombre derivado del griego "croma", color, por la cantidad de colores vivos que dan sus sales. El Cr es un elemento duro, blanco, brillante, que por su densidad elevada ($7,19 \text{ g/cm}^3$ a 20°C) pertenece al grupo de los metales pesados.

El Cr puede presentarse en los estados de oxidación de II a VI. El **estado VI** (cromatos y dicromatos) es **fuertemente oxidante** y el **más tóxico**. Los dos estados de oxidación más frecuentes en el ambiente, Cr(VI) y Cr(III), son fácilmente **interconvertibles**, dependiendo la dirección de esta conversión fundamentalmente del pH del medio, de la presencia de condiciones aerobias o anaerobias y de la temperatura.

En un medio alcalino y en condiciones aerobias, puede ocurrir la oxidación del Cr(III) a Cr(VI). Esta oxidación es más intensa a temperaturas más altas.

El **contenido natural** de Cr en suelos superficiales varía ampliamente y depende fuertemente del tipo de roca madre a partir del cual se haya formado. Histosoles y otros

suelos orgánicos tienen contenidos de Cr relativamente bajos. También los suelos arenosos suelen contener relativamente poco Cr. No obstante, existen suelos que de forma natural contienen mucho más Cr. Estos suelos derivan de rocas ultramáficas o máficas muy ricas en Cr. Son los llamados suelos serpentinos (poco productivos para agricultura).

Por regla general la contaminación por Cr del agua superficial y de los sedimentos no suele repercutir de forma peligrosa en los niveles de Cr en el agua subterránea, debido a la retención del Cr por las partículas del suelo durante el proceso de infiltración. No obstante, en ocasiones se ha observado contaminación por Cr(VI) en aguas subterráneas, causando problemas en el abastecimiento de agua potable.

Existen numerosos trabajos que describen la interacción del Cr con proteínas del sistema inmune, formando complejos antígeno-anticuerpo. Esto explica la localización de las lesiones alrededor de las glándulas sudoríparas y el porqué cantidades muy pequeñas de dicromato pueden producir sensibilización.

A nivel respiratorio, la inhalación de polvo que contenga Cr(VI) produce irritación de las mucosas. En concentraciones elevadas, se han descrito crisis asmáticas, cefaleas, disneas y dolor retroesternal (con concentraciones de aproximadamente 20 a 30 mg/m³).

También, en personas expuestas a altas concentraciones de modo crónico, se han observado ulceraciones del tabique debido al depósito de pequeñas partículas con Cr(VI). Estas partículas producen la necrosis del tejido circundante llegando a perforar el tabique.

Finalmente, existen informes que indican que la contaminación con cromo hexavalente puede producir necrosis renal, afectando inicialmente los túbulos renales.

En cuanto a los efectos carcinogénicos, se han descrito un aumento de la incidencia de cáncer de pulmón entre los trabajadores empleados en la fabricación y el uso de compuestos de Cr(VI). Los cromatos de zinc y calcio parecen ser los más cancerígenos y se cuentan entre los cancerígenos más potentes en humanos. También se ha descrito una mayor incidencia de cáncer de pulmón en personas expuestas a cromatos de plomo y a humos de trióxidos de cromo. La exposición intensa a los compuestos de Cr(VI) ha producido una incidencia muy elevada de cáncer de pulmón en trabajadores expuestos durante 15 años o más.

Según la Agencia para Sustancias Tóxicas y Registro de Enfermedades de los Estados Unidos (2010), no hay estudios que hayan investigado los efectos de la exposición al cromo en niños. Sin embargo, es probable que los niños sufran efectos similares a los observados en adultos. No está comprobado si los niños son más susceptibles que los adultos a los efectos del cromo. Asimismo, no hay estudios que hayan demostrado que el cromo cause defectos de nacimiento en seres humanos. Algunos estudios en animales han demostrado que la exposición a dosis altas durante la preñez puede producir abortos, bajo peso de nacimiento y alteraciones en el desarrollo del esqueleto y del sistema reproductivo. Los defectos de nacimiento en animales pueden deberse en parte a la toxicidad del cromo sobre las madres.

El cromo (III) constituye un nutriente esencial menor, necesario para el metabolismo de la glucosa, las proteínas y las grasas en los mamíferos. Es esencial para mantener los niveles correctos del metabolismo de la glucosa, lípidos y proteínas, entre 50 y 200 µg Cr(III) /día

Los problemas ecológicos con el Cr(VI) están relacionados con el desarrollo industrial en general y con la industria de cromo en particular. Esta forma del cromo, puede alterar seriamente el equilibrio biológico causando efectos tóxicos tanto en plantas como en animales, ya que es rápidamente absorbido por las membranas biológicas.

Las industrias relacionadas con el cromo (curtiembres, galvanoplastias, metalúrgicas, producción de pigmentos, fertilizantes e incineración de productos industriales como aceites y cueros) son consideradas contaminantes para el suelo y las aguas superficiales.

Durante el proceso de producción una gran cantidad de este elemento es liberada la atmósfera, suelos y ríos, pudiendo el Cr(III), forma menos tóxica, oxidarse a Cr(VI) por acción de la materia orgánica, convirtiéndose en una amenaza para el resto de la población.

Se ha comprobado que el cromo (III) y el cromo (VI) se acumulan en muchas especies acuáticas, especialmente en peces que se alimentan del fondo, como el bagre (*Ictalurus nebulosus*), y en los bivalvos, como la ostra (*Crassostrea virginica*), el mejillón azul (*Mytilus edulis*) y la almeja de caparazón blando.

En los suelos, el cromo (III) es relativamente inmóvil debido a su gran capacidad de adsorción en los suelos, pero el cromo (VI) es muy inestable (Labunska, 2000).

Mercurio

El mercurio elemental se emplea en cientos de aplicaciones, muchas de las cuales aprovechan su inusual propiedad de ser un líquido que conduce la electricidad. Debido a esta propiedad era utilizado como cátodo en el antiguo método para la obtención electroquímica de Cloro – Soda, como el electrodo debía ser lavado con agua para desamalgamar la soda cáustica y al ser expuesto en caliente al ambiente se evapora, los obreros de dichas planta contraían Hidrargirismo (enfermedad asociada a la exposición a Mercurio) que en algunos casos llevó a la muerte. En este proceso tampoco solían cuidarse los derrames, lo que derivó en zonas con un gran pasivo ambiental; suelos que deberán ser remediados en algún momento. Se utiliza en lámparas fluorescentes y en lámparas de Mercurio. La contaminación del ambiente cuando estas lámparas se rompen es considerable. El Mercurio es el más volátil de los metales, siendo su vapor altamente tóxico, este difunde desde los pulmones al flujo sanguíneo, atravesando la barrera sanguínea cerebral, y originando un grave daño en el sistema nervioso central, el cual se manifiesta por dificultades de coordinación y problemas sensoriales en la vista y el tacto. El metal líquido no es altamente tóxico y la mayor parte que se ingiere se excreta.

Se emiten grandes cantidades de Mercurio al aire como consecuencia de la quema no regulada de carbón y fuel oil y en la incineración de residuos municipales que contienen mercurio en productos como las baterías. La emisión total al año de mercurio al ambiente se estima que excede las 10.000 toneladas. El mercurio gaseoso atmosférico, habitualmente, viaja grandes distancias y se deposita luego en el suelo y los reservorios de agua. El metilmercurio es una toxina, más potente que las sales de Hg^{2+} , que se forma en los sedimentos fangosos de los ríos y lagos, en ausencia de oxígeno y presencia de algunas bacterias anaerobias. Es altamente soluble en los tejidos grasos de los animales y se bio-acumula y bio-magnifica. Se ha sugerido que el efecto combinado de producción y degradación, muy probablemente lleva a un estado de equilibrio, en el cual alrededor de no más del 1% del mercurio total en los sedimentos está en forma de compuestos orgánicos. Sin embargo, debido a los procesos de bio-acumulación y bio-magnificación de esta fracción, llega a valores superiores al 90% en peces predadores (Pérez Catán 2009). El metilmercurio es de hecho la forma más peligrosa del mercurio y también se lo encuentra aplicado como fungicida en la agricultura y en la industria en general (Baird 2001).

Según Laubstein (2006), las fuentes principales del mercurio son las siguientes: el pescado (a causa de la contaminación de los mares); los insecticidas (que contienen normalmente uno o dos metales pesados, que se cuelean en la cadena alimentaria); el agua 'potable' (tenemos que suponer que todo el agua contiene tóxicos a menos que se haya comprobado mediante análisis lo contrario); algunos medicamentos (especialmente los que regulan la alta presión sanguínea y la vacuna contra el tétanos); y el aire contaminado por la industria y los automotores (por la tecnología de combustión). Otra fuente de mercurio muy importante es el traspaso de la madre al feto a través de la placenta y al bebé a través de la leche materna por procesos hormonales. Mediante estos procesos la madre traspasa del 40 al 60% de su carga al niño.

La cantidad más grande entra en el cuerpo humano por los empastes de los dientes. La amalgama usada en éstos contiene normalmente un 50% de mercurio.

Cadmio

La mayor parte del cadmio se produce en los procesos de la fundición de zinc, ya que los dos metales se encuentran juntos en la naturaleza. A menudo, ocurre algo de contaminación ambiental con cadmio en áreas vecinas a hornos de fundición de zinc, plomo y cobre. Como en el caso de los otros metales pesados, la quema de carbón y la incineración de residuos, también introducen cadmio en el ambiente.

Una aplicación importante del cadmio es como electrodo en baterías recargables de níquel-cadmio las cuales pueden pasar a formar parte de los residuos sólidos domiciliarios. En forma iónica el principal uso del cadmio es como pigmento o estabilizante en plásticos. La emisión a la atmósfera ocurre también al reciclar el acero tratado con cadmio, ya que es un elemento bastante volátil cuando se lo calienta.

La mayor parte de la exposición al cadmio proviene de la alimentación ya que se bio-acumula en mariscos, carne de órganos blandos de animales, papas, trigo, arroz y otros granos (debido a los fertilizantes que contienen cadmio como impureza). Históricamente, los episodios graves de contaminación con cadmio han sido consecuencia de la polución debida a la extracción de minerales no ferrosos y de la fundición.

El cadmio es un tóxico agudo, la dosis letal es aproximadamente un gramo. Los seres humanos están protegidos contra la exposición crónica a niveles bajos de cadmio por la proteína metalotioneína, la cual es rica en azufre y que tiene por función la de regular el metabolismo del zinc. Si la cantidad de cadmio absorbida por el organismo excede la capacidad de complejación de la metalotioneína, el metal es almacenado en el hígado y en los riñones aumentando el riesgo de adquirir enfermedades. Las áreas de mayor riesgo de contaminación con cadmio son Japón y Europa Central (Baird 2001).

Estudios realizados por el laboratorio de Toxicología y Química Legal del Departamento de Química Biológica de la Universidad Nacional de Buenos Aires, demostraron fenómenos de Bio-acumulación de Cadmio y Plomo en moluscos bivalvos en la costa del Río de la Plata a la altura de Costanera Sur (Verrengia Guerrero *et al.*, 1997).

Arsénico

Los compuestos de arsénico, como el sesquióxido, eran los venenos comunes para matar y suicidarse desde los tiempos del Imperio Romano hasta la Edad Media. Los compuestos de arsénico, también tuvieron un amplio uso como pesticidas antes de la introducción de los compuestos orgánicos modernos. El arsénico es reconocido cancerígeno en seres humanos. Aunque el uso de compuestos de arsénico ha disminuido, la contaminación con este metal continúa siendo un problema ambiental en algunas áreas del planeta. (Baird, 2001).

Al menos en dieciséis provincias argentinas, el Arsénico está presente en el agua en concentraciones superiores a lo tolerable y plantea serios riesgos para la salud de la población (Solana, *et al.*, 2006). Alteraciones cardíacas, vasculares y neurológicas, lesiones hepáticas y renales, repercusiones en el aparato respiratorio y lesiones cutáneas que avanzan progresivamente hasta las neoplasias: estos son los riesgos a los que se exponen quienes consumen agua con elevado contenido de Arsénico.

La presencia de este elemento en el ambiente, y específicamente en las fuentes de agua de consumo humano, se debe principalmente a factores naturales de origen geológico. La contaminación se produce cuando las napas que escurren bajo la tierra como un río subterráneo, pasan por zonas invadidas por cenizas originadas en las erupciones del Periodo Terciario y más tarde sepultadas por los desplazamientos del Cuaternario. Pero también agravan la situación la explotación minera, la refinación de metales por fundición, los procesos electrolíticos de producción de metales de alta calidad, el empleo de

plaguicidas arseniales orgánicos. En la Argentina, este problema involucra entre un millón y un millón y medio de personas (Solana *et al.*, 2006)

Hasta hoy se conocen estudios sobre métodos de remediación basados en: técnicas de fitorremediación, hidrogeles de hidróxido de aluminio y medios físicos y químicos de separación vinculados a reacciones catalizadas entre el hierro y arsénico.

Fundamentos de la elección de plomo y cromo en este trabajo

De las dos campañas exploratorias realizadas por el Grupo Electroquímica y Medio Ambiente y del Estudio llevado a cabo en pos de la confección del Plan Estratégico de Avellaneda (PAE JMB, 2003) surge que los dos metales que aparecen en concentraciones mayoritarias en el material particulado del suelo son el Plomo y Cromo. Por lo tanto, el estudio de remediación centrará su desarrollo en esos dos metales.

Contaminación de suelos con metales pesados en Avellaneda, un recorrido histórico

En este apartado, respondiendo al objetivo 2 planteado en la tesis, se pretende determinar cuáles fueron las causas que contribuyeron a la contaminación de suelos con metales pesados en Avellaneda. Para su mejor organización y posterior análisis, el presente apartado fue dividido en tres secciones principales. En la primera se realiza un breve recorrido histórico del partido de Avellaneda en la búsqueda de causas que permitieran explicar la presencia de metales pesados en los sitios de juego infantil. En la segunda, se analiza el rol que ha tenido Avellaneda para la ciudad de Buenos Aires, mencionándose las consecuencias sobre el territorio del Partido. En la tercera parte, se sintetizan los resultados de una entrevista, en la cual se muestra claramente la importancia que se ha dado desde la gestión local a la resolución del problema de sitios contaminados.

Como es sabido, los procesos de contaminación suelen venir de la mano de otros históricos que contribuyeron y/o intensificaron la contaminación de suelos con metales pesados en el partido de Avellaneda. Ante esta afirmación, cabe preguntarse:

¿Es posible relacionar los procesos de contaminación con los cambios históricos que han dejado una huella en el territorio?

Para responder a esta pregunta, conviene realizar un recorrido histórico del Partido, comenzando por la fundación de Buenos Aires.

El emplazamiento de Buenos Aires, en el momento de su fundación, estuvo fuertemente condicionado por la geografía. Un Riachuelo donde emplazar un puerto protegido y un plano alto donde emplazar un fuerte, fueron sus condicionantes básicos.

Debido a la hostilidad de los indios, Juan de Garay solo repartió las tierras de una de las márgenes del Riachuelo hasta aproximadamente el actual puente Alsina. En 1729 el Riachuelo era un área despoblada. Muchos lugares del valle eran imposibles de transitar en virtud del pantano que se extendía desde la barranca hasta el lecho del río.

En 1750, Buenos Aires consideraba al Riachuelo como un puerto natural con posibilidades de ser mejorado. A fin de siglo, adquirió notoriedad con la fundación del Virreinato del Río de la Plata.

El desarrollo económico se inició con la instalación de saladeros en sus márgenes. Los saladeros derivaron luego en galpones de acopio de cuero, lana y otros frutos del país, llamados barracas. De allí proviene el nombre del barrio.

Los saladeros acentuaron la leyenda negra durante las sucesivas epidemias que asolaron a la ciudad, la de cólera en 1897 y la de fiebre amarilla en 1871. Hasta ese momento los desechos y desperdicios se arrojaban al río, con la seguridad de que el agua ejercería su efecto purificador. Según Hudson, citado por Brailovsky (1995), en los saladeros de Buenos Aires *"la sangre tan abundantemente vertida durante el día y mezclada al polvo, había formado sobre todo el terreno una costra de medio pie de espesor. Dejo al lector el*

cuidado de imaginar el olor que se desprendía de de esta costra, como asimismo de las barricas de los despojos de carne y huesos que se tiraban por cualquier parte, en montón".

Desde la capitalización de la ciudad de Buenos Aires en 1880, se inició un proceso de ruptura de la unidad de la cuenca, al ser tomado el Riachuelo como límite jurisdiccional.

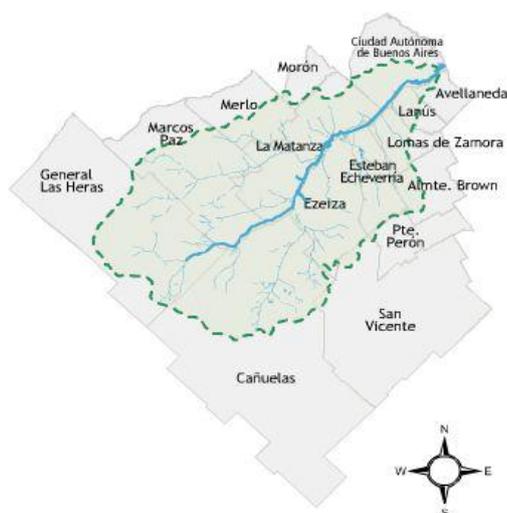
En 1882 al Congreso Nacional aprobó el proyecto definitivo de Eduardo Madero para el puerto de Buenos Aires, que se inauguró parcialmente en 1889. Por otro lado en 1890, se inaugura el puerto de La Plata, competitivo con el de Buenos Aires. El proyecto para el actual Puerto Nuevo, iniciado en 1909, contribuyó a la decadencia del uso portuario del Riachuelo.

A partir de esta competencia entre la capital de la república y la Provincia de Buenos Aires, el Riachuelo fue considerado por la población y los funcionarios, como un límite entre jurisdicciones, un accidente geográfico que había que salvar, una cloaca máxima a cielo abierto, una zona con fábricas contaminantes y viviendas pobres, un área con un interminable ciclo de inundaciones y evacuaciones. Nunca más fue pensado como un eje estructurante para el sudoeste del área metropolitana, como insinuaba ser en los primeros años de vida de Buenos Aires, ni como un medio de transporte privilegiado o enorme parque lineal para trece millones de habitantes, ni mucho menos como un lugar excepcional para vivir y trabajar, tal como son las riberas fluviales en grandes ciudades de América y Europa (Fernández Larrain, 1986).

Historia ambiental de la cuenca Matanza-Riachuelo

El Partido de Avellaneda integra parte de la cuenca Matanza – Riachuelo (Figura 3), territorio signado por los avatares típicos de las cuencas interjurisdiccionales.

Figura 3
Cuenca Matanza-Riachuelo



Fuente: http://cyt-ar.com.ar/cyt-ar/index.php/Cuenca_Matanza_-_Riachuelo

La gestión de los problemas ambientales tomando una cuenca hidrográfica como unidad de análisis, no es una cuestión menor desde la perspectiva ambiental ya que el agua conforma un recurso de flujo que integra diferentes territorios municipales. En consecuencia, los impactos ambientales generados en un determinado lugar, no sólo pueden afectar a ese municipio, sino que pueden llegar a impactar la calidad ambiental de otras áreas.

Lo expuesto anteriormente contribuye a destacar el carácter sistémico de las cuencas hidrográficas y, a través de esa condición, el hecho de que la planificación y desarrollo de las mismas haya dejado de centrarse en la problemática específica del recurso hídrico,

para direccionarse hacia el abordaje de problemáticas ambientales más amplias. En ese mismo sentido, un informe de la OEA (1978), citando a Forbes y Hodges (1971), sostenía que la planificación integral de cuencas hidrográficas debería apuntar más allá de la planificación del recurso hídrico, incluyendo tanto el resto de los recursos como asimismo diferentes aspectos de la planificación socioeconómica y regional.

Esta concepción puede percibirse en la propia definición de cuenca hidrográfica adoptada por la Red Latinoamericana de Cooperación Técnica en Manejo de Cuencas Hidrográficas: *"un espacio físico, perfectamente definido por sistemas topográficos y geológicos, que permiten delimitar una superficie de drenaje común, en donde interactúan los sistemas físico-biótico y socioeconómico"* (citada por Atencio, 1996).

En definitiva, el concepto de *cuenca* parecería conducir a la identificación de un escenario sumamente apropiado para la formulación de proyectos intermunicipales, constituyendo un ámbito propicio de regionalización que apunte a la gestión de problemas ambientales comunes a los municipios que la integran.

Partiendo de esta visión integral, Fernández (2000), propone un concepto mucho más amplio que no necesariamente se centra en el recurso hídrico. Así, define a la cuenca como un área de borde continuo, caracterizada por una fuerte modelación de recurso natural dominante, que supone una determinada asociación agua-suelo-vegetación. La cuenca tiene una dinámica natural muy fuerte, tal que la manipulación no integrada de un componente define problemáticas agudas en algunas partes de la cuenca así como beneficios circunstanciales, generalmente no permanentes, en otra parte de la misma.

En relación con la cuenca Matanza-Riachuelo, resulta interesante hacer un recorrido por aquellos "hitos" relevantes en la historia ambiental de la Cuenca. Estos hechos, se muestran en el Cuadro 13.

Cuadro 13
Hechos relevantes en la historia ambiental de la Cuenca Matanza-Riachuelo

| Año | Hechos relevantes en la historia ambiental de Cuenca |
|------------|---|
| 1536 | Fundación del fuerte y del puerto de Buenos Aires. El Fuerte se abandonó en 1541 |
| 1580 | Repoblación del fuerte de Buenos Aires. |
| 1607 | Construcción del primer asentamiento definitivo a orillas del Riachuelo |
| 1791 | Inauguración del primer puente "Puente de Gálvez" a la altura de la actual Montes de Oca. Se utilizó hasta 1858 cuando fue destruido por una crecida. |
| 1810 | Instalación de las primeras curtiembres y saladeros en el Riachuelo. |
| 1813 | La Asamblea Constituyente dispuso la expulsión de las curtiembres y saladeros del ejido urbano. |
| 1822 | Primer decreto prohibiendo la instalación de curtiembre, saladeros y fábricas de sebo en las inmediaciones del Riachuelo. |
| 1852 | Fundación del partido de Barracas al Sur. |
| 1871 | La Cámara de Diputados de la PBA acordó canalizar y limpiar el Riachuelo. Se retiró la prohibición de instalar curtiembres, saladeros y fábricas de jabón en sus orillas. |

| | |
|------------|---|
| | Inauguración del primer Puente Pueyrredón destruido luego por una inundación. |
| Año | Hechos relevantes en la historia ambiental de Cuenca |
| 1875 | Sanción de la ley que autorizó la radicación de industrias en ambas riberas del Riachuelo. Llamado a licitación para canalización y adecuación portuaria. |
| 1876 | Inicio de las obras de dragado y canalización a cargo del Ing. Luis Huergo. |
| 1880 | Luis Huergo concibió un plan de desarrollo integral para el puerto de Buenos Aires, con el Riachuelo como eje fundamental. Eduardo Madero presenta un plan alternativo que resulta ganador. |
| 1888 | Contrato para la rectificación y ensanche del Riachuelo desde el puente del ferrocarril Sud hasta el km 33, Arrollo Morales. Se inician las obras de rectificación. |
| 1890 | Habilitación parcial del mercado de frutos en Avellaneda. |
| 1891 | Primera ley que prohibió el volcado de residuos sin tratamiento al Riachuelo. |
| 1895 | Habilitación de la primera etapa del Puerto de Dock Sud, sobre la margen derecha del Riachuelo. |
| 1898 | La dirección de salubridad pública ordenó la inspección de todas las industrias ubicadas a orillas del Riachuelo y de sus vertidos. |
| 1931 | Inauguración del segundo puente Pueyrredón. |
| 1938 | Inauguración del Puente Alsina. |
| 1944 | Código de planeamiento de la Ciudad de Buenos Aires prevé la ubicación de las industrias peligrosas en el área comprendida entre las calles Tellier, Coronel Roca, el Riachuelo y la Avenida General Paz. |
| 1946 | Creación de la Comisión de Higiene Urbana para atender el saneamiento de la zona y el control de las inundaciones en La Boca-Barracas. |
| 1973 | Decretos de promoción industrial que produjeron la fuga de industrias de la cuenca hacia el interior. |
| 1979 | Plan Pro Saneamiento de la Cuenca para limpiar el agua con diez bombas a la altura del puente La Noria. No se implementó. |
| 1980 | Aprobación del convenio entre la Provincia de Buenos Aires y la Municipalidad de Buenos Aires para sanear el Riachuelo, por ley 9597. Creación del CEAMSE. |
| 1982 | Convenio entre la Municipalidad de Buenos Aires, la Provincia de Buenos Aires y la Nación para el dragado del Riachuelo entre los km. 0 y 24.55. |

| | |
|------|--|
| 1984 | Convenios interjurisdiccionales que incluyeron la remoción de 62 buques. |
|------|--|

| Año | Hechos relevantes en la historia ambiental de Cuenca |
|------------|---|
| 1993 | Creación del Comité Ejecutivo para Saneamiento de la Cuenca. En Enero la secretaria de Recursos Naturales anunció una iniciativa para limpiar el Riachuelo en sólo 1000 días. La tarea sería coordinada entre el Gobierno y el CEAMSE. |
| 1994 | Adjudicación a un consorcio privado de la elaboración de un Plan Maestro y de Gestión. Proyecto preliminar para el control de inundaciones y del nuevo paseo costero para la Vuelta de Rocha. |
| 1995 | En Septiembre vencieron los 1000 días de plazo para la limpieza del río que no se cumplió. Creación del Comité Ejecutor del PGA y de Manejo de la Cuenca Hídrica M-R integrado por la secretaria de Recursos Naturales, el Gobierno Porteño y el de la Provincia de Buenos Aires. Se iniciaron tareas de limpieza superficial. |
| 1997 | El BID aprobó el crédito 1059/OC-AR para la Gestión Ambiental de la cuenca hídrica Matanza-Riachuelo. |
| 1998 | Finalización de las obras de control de inundaciones de la Boca-Barracas y nuevo paseo costero en la Vuelta de Rocha. Resolución 634/98 de la Secretaría de Recursos Naturales y Desarrollo Social. Establece objetivos para la franja costera del Río de la Plata y el Matanza-Riachuelo. |
| 1999 | Promulgación de la ley 119 que autoriza a la Ciudad de Buenos Aires a incorporarse en el Programa de Gestión Ambiental de la Cuenca Matanza-Riachuelo |
| 2000 | Aprobación de la ley de endeudamiento, en la PBA para implementar el uso del préstamo BID. |
| 2002 | Como consecuencia de la emergencia económica gran parte de los fondos del BID son transferidos al Poder Ejecutivo para ser usados en acción social. |
| 2006 | La Corte Suprema de Justicia ordenó el saneamiento de riachuelo |

Fuente: Asociación de Vecinos "La Boca" (2003).

Así como la construcción del puerto dio origen al pueblo de Dock Sud, perteneciente al Partido de Avellaneda, la llegada de la Compañía Alemana Transatlántica de Electricidad impulsó el asentamiento de Villa Prost, que con el tiempo llegaría a ser conocida como Villa Inflamable.

El Polo Petroquímico nace en septiembre de 1914 con el arribo del Grupo Royal Dutch Shell, a través de su filial Anglo Mexican Petroleum. El 9 de mayo de 1931 Shell instala la primera refinería de la zona. Así se dan por primera vez procesos industriales que liberan elementos contaminantes al ambiente. Desde entonces, progresivamente fueron asentándose otras refinerías y plantas de recepción de petróleo y derivados; hornos incineradores de residuos peligrosos; plantas de tratamiento, recepción y almacenaje de productos químicos; una central termoeléctrica e industrias de grasas, aceites y jabones.

El Polo se fue conformando con el arribo de empresas y sin un diseño de urbanización industrial que contemplara su carácter altamente contaminante. Da cuenta de esto, la instalación de una planta incineradora de residuos patogénicos e industriales; la planta de Coque de Shell en 1993 y el tendido de un cableado de alta tensión, por parte de Central Dock Sud, a escasos diez metros de los depósitos de combustible en 1999. Según un relevamiento realizado por la Agencia de Cooperación Internacional de Japón (JICA), en el año 2003, en el Polo hay más de mil tanques que pueden albergar 1.500.000 m³ de combustible y otros cientos de sustancias químicas. De ocasionarse una reacción en cadena, la onda expansiva abarcaría un radio de 3 km y la dispersión de la nube tóxica se propagaría alrededor de los 60 km. Dependiendo de las condiciones climáticas podría expandirse hacia La Plata, Escobar, el Río de la Plata y Cañuelas.

Hoy el conglomerado industrial abarca 380 hectáreas y concentra alrededor de 42 empresas, 25 de las cuales son de alto riesgo (Anred, 2006)

En 1995 un decreto de Poder Ejecutivo Nacional creó el Comité Ejecutor del Plan de Gestión Ambiental de la Cuenca Hídrica Matanza – Riachuelo (CEMR), un ente con representantes de los gobiernos Nacional, Provincial y de la ciudad de Buenos Aires. Hoy hay más de 55 normas y 39 jurisdicciones que regulan la cuenca.

En 1997 el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) aprobó un préstamo de U\$S 250 millones que el CEMR debía administrar para limpiar el Riachuelo. Como nunca le dieron uso, el BID reasignó U\$S 150 millones a planes sociales. Finalmente se invirtieron \$30.300.000, pero el 77% de ese dinero fue a parar a consultorías (Peralta, 2003)

En el año 2003 autoridades del gobierno nacional, provincial y del municipio de Avellaneda firman un acta de intención que creó el Comité de Gestión Ambiental del Polo Petroquímico, para planificar acciones y medidas necesarias para reconvertir la zona. Por el mismo acuerdo, el municipio se comprometió a relocalizar la Villa Inflamable mediante la construcción de viviendas para trasladar a las familias. Situación que al día no ha sido resuelta.

A mediados del año 2006, las partes firmaron otro acuerdo para establecer un Plan de Acción que permita reconvertir el Polo Petroquímico. Este acuerdo apunta a “Desarrollar y ejecutar un plan de acción conjunta para disminuir los niveles de complejidad industrial, riesgo ambiental y vulnerabilidad social”. Además prevé no renovar ni conceder permisos para establecer industrias en la zona y exigir a las ya existentes un “Plan de Recomposición o Remediación de Sitios Contaminados” (Secretaría de ambiente y Desarrollo Sustentable, Comunicado de prensa).

En los últimos 100 años se produjeron 150 proyectos de ejecución para la limpieza y saneamiento de la cuenca, obviamente ninguno de ellos fue llevado a cabo.

Como puede observarse, el breve recorrido por la historia de la cuenca, está plagado de idas y vueltas, avances y retrocesos. Pero por sobre todo está signado por la desidia hacia el bien natural que representa un curso de agua y sus zonas aledañas.

Se ha especulado sobre la posibilidad de la proveniencia de metales pesados a partir del proceso de industrialización del petróleo en dichas refinerías pero a la fecha no existe un estudio específico que las vincule a ellas con la contaminación con metales pesados.

El riesgo de contaminación a partir de este tipo de práctica de uso de la tierra es elevado y puede involucrar diversos contaminantes que suelen analizarse como familias de contaminantes relacionados con diversas causas (Silva Busso, *et al* 2005).

Como puede observarse a partir de la lectura de materiales históricos, a mediados del siglo XIX, la zona era considerada como poco valiosa por ser un pantano, hoy no lo es, por lo tanto, está claro que se trata de una zona de relleno, lo cual podría indicar uno de los vectores de contaminación, debido a la utilización de materiales de relleno no clasificados, ni adecuados para ser utilizados como relleno en zonas de uso residencial.

Avellaneda como el periurbano de la Ciudad de Buenos Aires

En la historia ambiental de Avellaneda, es importante considerar que el Partido puede interpretarse como parte del periurbano de la Ciudad de Buenos Aires. En ese sentido, antes de hacer referencia al concepto de periurbano conviene hacer una breve introducción de lo que se define como ambiente urbano.

Fernández (2000), señala que el **ambiente urbano** es una configuración estable que un grupo social ha definido históricamente con fines habitativos y luego ligados al intercambio, producción y consumo; instituyendo una naturaleza secundaria cultural y tecnológica definida. Entonces, podemos definir como **ciudad** al fruto del trabajo colectivo de una sociedad, en ella se materializa la historia colectiva de un pueblo, sus relaciones sociales, políticas, económicas y religiosas. Su existencia está determinada por la necesidad humana de agruparse, de interrelacionarse, de organizarse en torno a un bienestar común, de producir e intercambiar bienes y servicios.

Por lo tanto, este ambiente antropizado ya no puede ser mirado desde el punto de vista en que se observa un ambiente natural pristino. Ello motiva la interpretación de estos espacios desde otras disciplinas, como por ejemplo la Ecología Urbana. La Ecología Urbana describe e interpreta interrelaciones entre los habitantes de una aglomeración urbana y sus múltiples interrelaciones con el ambiente social, físico, biótico, económico, institucional y cultural (Ferraro, 2004).

El objeto de estudio de la Ecología Urbana es el ecosistema urbano. Dicho concepto ha sido muy discutido por tratarse de un sistema exageradamente subsidiado y, por lo tanto, de difícil interpretación desde la Ecología³. En él, es difícil establecer flujos, tal vez el método más fácil es el de tratarlo como caja negra observando solo entradas y salidas.

Las poblaciones humanas dependen del mantenimiento de un cierto arreglo ecológico para sobrevivir. La estrategia de adaptar el medio a las necesidades humanas tiene un límite. La urbe industrial produce un deterioro del ambiente por demanda exponencial de materiales y energía (impacto por extracción) y por su descarga de residuos (impacto por agregación). Somos una especie en la que la velocidad de evolución cultural es mucho mayor que los diminutos cambios biológicos, esto genera un desfase entre nuestras actividades y la capacidad de la tierra para digerirlas.

Los ecosistemas urbanos son el resultado de la simplificación ecológica y de la reproducción en masa, se concentraron en sitios estratégicos del territorio, facilitando la aglomeración y la mayor especialización de sus habitantes. Pero como sabemos todo ecosistema en el que no existe diversidad es sumamente inestable.

De acuerdo con Del Río (2005), al surgimiento de las ciudades siguió entonces un equilibrio precario entre ecosistemas urbanos y ecosistemas productores. Para la clasificación ecológica de las ciudades deben tenerse en cuenta:

Su papel como consumidora y productora (midiendo entradas y salidas de energía).

Analizar sistemáticamente todos los subsistemas del ecosistema urbano.

Debe conocerse la dinámica y metabolismo de los sistemas directamente conectados a la ciudad (ecosistemas balanceados, productivos y urbanos).

Las ciudades no sólo producen un impacto sobre los ecosistemas vecinos, sino sobre ecosistemas incluso muy alejados.

³ La Ecología puede definirse como el conjunto de conocimientos referentes a la economía de la naturaleza, la investigación de todas las relaciones del animal con sus medio inorgánico y orgánico, incluyendo su relación con otros animales. Es la ciencia que estudia los ecosistemas. La ecología, el ecologismo y la administración del ambiente, no tiene por objetivo final preservar una especie o paisaje particular por el atributo de la especie o del paisaje en sí mismo. Su prioridad absoluta es la protección y la supervivencia de la especie humana, para lo cual deben asegurar la conservación de importantes superficies y volúmenes de ecosistemas naturales poco disturbados, o lo que es igual, "mosaicos" donde ciudades, agroecosistemas y ecosistemas naturales se equilibren (Del Río, 2005).

El crecimiento de las áreas urbanas a expensas de las áreas rurales, torna al móvil límite urbano, en una zona sensible y dinámica donde se asientan actividades de cierto grado de marginalidad urbana y también rural. A este territorio, se lo suele denominar **periurbano** y su función tradicional, ha sido el asiento de basurales clandestinos, actividades extractivas, industrias indeseables, asentamientos precarios en zonas de alto riesgo ambiental y más recientemente barrios cerrados, clubes de campo y quintas. Esta zona, es un espacio donde se acumulan discontinuidades en los servicios urbanos y rurales y donde se concentran metabolitos de compleja y pesada digestión.

La expansión de las ciudades a expensas de la periferia rural y el medio natural, requieren la articulación de mecanismos de previsión del estilo de crecimiento a fin de dar sustento al desarrollo, sin que el mismo destruya la oferta natural (Del Río, 2005).

Mientras la población rural latinoamericana casi se ha estabilizado en términos absolutos, el deterioro de los ecosistemas en las zonas rurales de la región ha seguido avanzando, en función de mecanismos complejos que no pueden reducirse a una simple presión de números crecientes sobre recursos escasos. Asimismo, la evolución de la sociedad regional en términos de polaridad urbana-rural presenta importantes implicaciones para el tipo de problemas ambientales que afectan a la sostenibilidad del desarrollo. De esta manera, en América Latina y el Caribe, el problema de la contaminación muestra signos de empeoramiento preocupante, producto del crecimiento económico, poblacional y de la profundización de ciertos patrones de producción y consumo.

Irónicamente, en la actualidad los problemas de salud provocados por el deterioro de la calidad del aire y la presencia de sustancias tóxicas por efecto del desarrollo son tan preocupantes como lo han sido los ancestrales problemas de salud derivados del subdesarrollo, como las enfermedades gastrointestinales.

El monitoreo y las políticas de control de la contaminación se concentran en algunos gases y partículas de especial preocupación por sus efectos en la salud. La situación se hace más compleja debido a la presencia de varios contaminantes lo que puede resultar en comportamientos potenciados o sinérgicos.

El PNUMA reporta que en la región, si bien en algunos países existen los marcos legales para su control, la infraestructura para su tratamiento, reciclaje o disposición es siempre insuficiente, al igual que los recursos humanos para la implementación de la ley, por lo que muchos residuos terminan en sitios de alto riesgo como los patios de las fábricas, lotes baldíos, basurales a cielo abierto o en rellenos controlados, mezclados con los residuos municipales, con los consiguientes riesgos para el medio ambiente y para la salud. La generación de residuos peligrosos esta asociada al crecimiento de la actividad económica (Zingoni, 2007).

Desde una visión económica, el ambiente debe aportar recursos naturales para la existencia de un sector primario que es el vinculado a la explotación de los Recursos Naturales y el abastecedor de un sector secundario que se encargará de las transformaciones materiales de esos recursos (sector industrial), que a su vez, proveerá a un sector terciario que será el encargado de generar servicios con la distribución de esos productos. Este proceso de transformación generará residuos que requerirán tratamiento.

Desde un punto de vista funcional el ambiente cumple otros roles, enunciados por Del Río (2005):

Soporte: donde implantar actividades naturales o humanas, es la hospitalidad que ofrece un ambiente sano y limpio y es anterior al ser humano.

Amenidad: espacios placenteros y paisajes atractivos para la recreación y renovación espiritual.

Fuente: aporte de materiales en términos de explotación o uso.

Sumidero: capacidad de aceptación de residuos y habilidad para transformarlos en sustancias inocuas, transportarlos o diluirlos.

Indudablemente estas funciones del ambiente tienen ciertos límites, traspasados los cuales, una función comienza a interferir con otras y aparecen las llamadas **disfunciones ambientales**. La polución es un ejemplo de disfunción en la cual se ha superado la capacidad de carga del ambiente y pierde su función amenidad y fuente (Del Río, 2005).

Como puede verificarse a través del recorrido histórico, Avellaneda fue inicialmente la zona de servicios de la ciudad de Buenos Aires, luego fue creciendo y desarrollándose como ciudad, pero en áreas periféricas, una de ellas es Dock Sud, siguieron prosperando actividades marginales tales como las destilerías, planta de coque, una central termoeléctrica, talleres clandestinos y depósitos de productos peligrosos entre otros. Si a estas actividades le sumamos que esta área inicialmente pantanosa fue rellenada con residuos de todo tipo y sin control alguno, tenemos lo que hoy conocemos como una de las zonas más contaminadas del país.

Lo anterior permite observar cómo el partido de Avellaneda se fue conformando como el **Soporte** de actividades contaminantes de alto riesgo las cuales no era deseable estuvieran implantadas en la capital del país. La contaminación con metales pesados es producto de esa función que ha tenido un rol relevante a lo largo de la historia del partido. Esta función soporte indudablemente está contrapuesta a la función **Amenidad** ya que generó áreas sumamente degradadas ambientalmente. A la función **Sumidero**, tal vez es de la que se hizo uso más ampliamente, pero ese uso no tuvo control alguno con los que la capacidad de resiliencia se ha visto sumamente superada. Respecto a la función **Fuente** de recursos naturales, es posible afirmar que, excepto en unos pequeños sectores de quintas que todavía resisten los embates de la urbanización y de las industrias crecientes, la función es prácticamente inexistente.

Análisis de una entrevista relacionada con la supuesta remediación de los sitios contaminados: una respuesta local a la gestión del conflicto

La historia de las relaciones de la sociedad con los problemas ambientales viene signada de confusiones. El derecho a la información ambiental del que trata la legislación⁴ se ha visto vulnerado en numerosas ocasiones. El accionar del grupo de investigación ha hecho tomar contacto con historias ligadas al devenir de la información relacionada con problemas de índole ambiental y más específicamente con aquellos derivados de la contaminación con metales pesados.

Así fue como desde el grupo, se tomó contacto con la historia de Ivana. Desde niña, ella ha vivido en el partido de Berazategui. El partido de Berazategui se encuentra situado al Sur del partido de Quilmes. Si bien, este no se encuentra lindante al área de estudio, ni en la cuenca Matanza – Riachuelo, comparte la problemática del partido de Avellaneda en algunos aspectos.

⁴ Constituye uno de los principios generales del derecho ambiental y consiste en el derecho que tiene todo habitante a acceder al conocimiento de los procesos gubernamentales de toma de decisiones que impliquen una alteración al ambiente. Este derecho ha sido consagrado expresamente por el Artículo 41 de nuestra Constitución Nacional: "Las autoridades proveerán a la protección de este derecho... y a la información y educación ambientales". En el extranjero, la primera Constitución que lo incorporó fue la de la República de Eslovaquia en 1992. Los Estados Unidos Mexicanos, en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección del Ambiente reglamentaria de las disposiciones ambientales de la Constitución, establece: "Una vez presentada la manifestación de impacto ambiental y satisfechos los requerimientos formulados por la autoridad competente, cualquier persona podrá consultar el expediente correspondiente". El Consejo de la C.E.E. adoptó la Directiva 90/313 para la "Libertad de acceder a la información del medio ambiente", definiéndola como una de las prioridades de la acción de la comunidad, ya que alentará -expresa- la aceptación pública de las medidas ambientales y ayudará a hacer más transparentes los procedimientos administrativos. La Directiva tiene como objeto que las autoridades públicas brinden la información que esté disponible cuando los ciudadanos, las compañías o los negocios lo requieran, siempre que no existan razones específicas para no hacerlo. En los EE.UU. este principio se encuentra plasmado en la Ley Federal de Procedimientos Administrativos (sección 552b) y en la Ley Nacional de Política Ambiental (sancionada en 1969) que establece que el gobierno debe solicitar y brindar información a los ciudadanos en el transcurso de los procesos de impacto ambiental que encare el gobierno federal. Ver: Artículo 41; audiencias públicas; evaluación de impacto ambiental (Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable).

Durante una charla de café con Ivana, nos pusimos en contacto con una historia “tragi-cómica”, si es posible definirla de esta forma, que sucedió a mediados de los ochenta y permite ejemplificar cuales han sido las estrategias gubernamentales en el abordaje de la gestión de conflictos relacionados con problemas ambientales.

El partido de Berazategui es conocido como la capital nacional del vidrio por encontrarse allí numerosas industrias vidrieras de diferente envergadura. Allí, cercano a una industria vidriera reconocida se encontraron casos de exposición a Plomo expresados como elevado nivel de plomo en sangre, fundamentalmente en niños.

Debido a las quejas de los vecinos por los elevados niveles de plomo en sangre de niños, el municipio tomó cartas en el asunto e implementó un plan de remediación. Se dictaminó que la contaminación se debía al material particulado del suelo.

Como se suponía que no era sano que la población estuviera presente cuando se realizara el movimiento de suelo necesario para la remediación, se envió a todas las familias del barrio a unas vacaciones pagas en el complejo de la gobernación en Chapadmalal.

Al retornar las familias al barrio, todo estaba tal cual lo habían dejado, nada había cambiado. Pero los vecinos estaban más felices gracias a sus vacaciones pagas.

Esta historia, si bien parece risueña, trae aparejado un profundo descreimiento de parte de la sociedad hacia los gestores políticos en cuanto a la resolución de problemas ambientales se trata. Esta imagen necesita ser revertida y la mejor forma de hacerlo es mediante la sociabilización de la información ambiental. Es necesaria la implementación de medidas correctivas eficaces

Niveles guía de contaminación con metales pesados

Como fue mencionado en la metodología, para definir los niveles guía de contaminación con metales pesados, se analizó la legislación nacional y documentos correspondientes a otros organismos. Luego, se establecieron comparaciones. Previo a ello, se describen un conjunto de estrategias útiles para evaluar la calidad de los suelos

Estrategias para la evaluación de la calidad de suelos

La toma de decisiones encaminadas a poner en marcha las medidas de control y saneamiento de un suelo contaminado exigen previamente una estrategia correcta de evaluación de la calidad del mismo. Es por ello que se torna importante la definición de niveles guía de contaminación con metales pesados.

Muchas veces, la falta de legislación nacional al respecto obliga a observar el tratamiento que otros países le dan a estos niveles guía. En tal sentido, puede tomarse como referencia el modelo de evaluación contenido en el Plan Director para la Protección del Suelo, elaborado por el Departamento de Urbanismo, Vivienda y Medio Ambiente del Gobierno Vasco.

Los pasos que dicho plan propone seguir para evaluar la calidad de un suelo, son los siguientes:

Ubicar e identificar aquellos suelos en los que se tenga sospecha de contaminación.

Estudio histórico del emplazamiento considerado, analizando con especial atención todas aquellas actividades industriales que de una u otra manera hayan podido ser causa de contaminación (Depósitos subterráneos, vertederos de residuos, tanques de combustible, etc.)

Se realizarán reconocimientos de campo, con una descripción detallada del medio.

Planificación de los reconocimientos a llevar a cabo, como localización y densidad de los puntos de muestreo, métodos analíticos a aplicar, definición de parámetros, etc.

Ejecución de los reconocimientos, realizando toma de muestras y análisis de los sitios preestablecidos como críticos.

Análisis e interpretación de datos.

Descripción de riesgos en función del estado de contaminación del suelo.

Análisis comparativo de los niveles guía de contaminación por metales pesados

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2010), los niveles guía recomiendan objetivos de calidad a los cuales los riesgos para la salud se reducen significativamente y proporcionan una base científica para estándares legales en todas las regiones del mundo. Si estos valores guía se aplican acertadamente como parte del desarrollo de políticas, la exposición a contaminantes y los efectos sobre la salud, deberían disminuir sustancialmente.

La toxicidad de los metales pesados condujo a los poderes públicos a reglamentar las emisiones fijando contenidos límites.

Antes de analizar diferentes niveles guía, es importante destacar que la noción de normas y de dosis por debajo de la cual la sustancia es considerada como inofensiva (concepto NOEL, nivel sin efecto observable) y su extrapolación al hombre, impuestas como datos científicos es muy a menudo, en medicina humana medioambiental, inadecuada y hasta errónea. Los efectos sobre el sistema psiconeuroendocrino e inmunitario, incluso cancerígeno, a medio y largo plazo, a menudo son desconocidos, incluso rechazados.

Además es evidente, que *in vivo*, sobre un organismo considerado en su totalidad, un contaminante jamás actúa sólo y es esencial pensar en sinergias eventuales entre contaminantes diversos (p.e. Hg y campos electromagnéticos).

Los metales pesados, contemplados en la Ley Nacional de Residuos Peligrosos N° 24.051 y en la Ley Provincial de Residuos Especiales de la Provincia de Buenos Aires N° 11.720 en las categorías Y21 (Cr), Y24 (As), Y26 (Cd), Y29 (Hg), Y31 (Pb), se presentan como sustancias altamente tóxicas.

El decreto 831 de la Ley Nacional 24.051 (de residuos peligrosos) fija niveles guía aceptables para los metales pesados (Pb, Cr, Zn, Cd, Cu) en suelos para distintos usos (Cuadro 14).

Cuadro 14

Valores máximos de algunos metales pesados admitidos en Argentina

| Metal | Usos | | |
|--------|----------|-------------|------------|
| | Agrícola | Residencial | Industrial |
| Plomo | 375 | 500 | 1000 |
| Cromo | 750 | 250 | 800 |
| Zinc | 600 | 500 | 1500 |
| Cadmio | 3 | 5 | 20 |
| Cobre | 150 | 100 | 500 |

Fuente: Elaboración propia.

El valor máximo admitido de plomo en suelos agrícolas 375 mg Pb/kg M.S. y para suelos de uso residencial 500 mg Pb/kg M.S. En el caso del Cromo, el valor máximo admitido para suelos agrícolas es 750 mg Cr/kg M.S, mientras que para los usos residenciales el límite se establece en 250 mg Cr/kg M.S.

Cada país establece sus niveles de referencia con más o menos restricciones ajustadas a su propia realidad; en el Cuadro 15 se muestran las concentraciones máximas aceptables para algunos metales en suelos agrícolas.

Cuadro 15

Concentraciones Máximas aceptables de metales considerados como fitotóxicos en suelos agrícolas

| Metal | Austria | Canadá | Polonia | Japón | Gran Bretaña | Alemania |
|----------|---------|--------|---------|-------|--------------|----------|
| Plomo | 100 | 200 | 100 | 4000 | 50 | 500 |
| Cromo | 100 | 75 | 100 | - | 50 | 200 |
| Mercurio | 5 | 0.3 | 5 | - | 2 | 10 |
| Arsénico | 50 | 25 | 30 | 15 | 20 | 40 |

Fuente: Galán *et al.* (2008).

Para Holanda, por encima de 50 mg Pb/kg M.S y 100 mg Cr/kg M.S hay contaminación demostrable y superados los 600 mg Pb/kg M.S y los 800 mg Cr/kg M.S, el suelo debe ser saneado (Cuadro 16).

Cuadro 16

Niveles guía propuestos en Holanda para algunos metales pesados

| Metal | Holanda | |
|----------|---|--|
| | Nivel de referencia por encima del cual hay contaminación demostrable | Nivel C: Superado es valor el suelo debe ser saneado |
| | m/kg | m/kg |
| Plomo | 50 | 600 |
| Cromo | 100 | 800 |
| Mercurio | 0.5 | 10 |
| Arsénico | 20 | 50 |

Fuente: Elaboración propia.

Más allá de lo establecido en la normativa, de acuerdo a Breckenridge y Crockett, para prevenir el ingreso del plomo a la sangre de los niños se propone como límite de contaminación de suelos el nivel de 150 mg Pb/kg M.S. Este valor es muy inferior al establecido en la legislación vigente en Argentina y también en los otros países, pero están probadas sus consecuencias.

El Plan Director para la Protección del Suelo, elaborado por el Departamento de Urbanismo, Vivienda y Medio Ambiente del gobierno Vasco, España (Seoanez Calvo, 1999), toma ese valor de referencia como el de máximo riesgo tolerable. Valores superiores a este nivel constituyen un grave peligro para la salud pública y para los ecosistemas presentes. Para el caso del Cromo, el valor de máximo riesgo tolerable es

200 mg Cr/kg M.S. Estos niveles son los que se tomaron como referencia en la elaboración del presente trabajo para establecer los niveles de contaminación.

Niveles de contaminación con plomo y cromo e identificación del áreas críticas

Los indicadores e índices sintéticos conforman un instrumento metodológico válido para definir niveles de contaminación por metales pesados. Así, una vez determinados los niveles de calidad aceptables para suelos de uso residencial, el próximo paso es evaluar en función de ellos, el nivel de contaminación del suelo presente en el área de estudio. De esta manera, se justifica la necesidad de la implementar en caso de ser necesario, medidas correctivas de remediación.

Asimismo, estos indicadores o índices permiten visualizar rápidamente la distribución espacial de muestras críticas, identificando las áreas que requieren atención más inmediata.

Relevamiento

Siguiendo los procedimientos de toma de muestras y el método analítico especificados en la metodología, se efectuó el relevamiento a campo para medir los valores de plomo y cromo en sitios de juego infantil representativos del área de estudio.

Los puntos de muestreo, ubicación geográfica y las determinaciones de plomo y cromo realizadas por de Fluorescencia de rayos "X" (XRF), se presentan en el Cuadro 17, mientras que la localización de los sitios de muestreo, se indica en la Figura 4. Las Fotos 1, 2, 3 y 4 que se presentan a continuación, muestran algunos de los sitios de juego infantil relevados.



Foto 1. Sitio de muestreo N° 16.



Foto 2. Sitio de muestreo N° 17.



Foto 3. Sitio de muestreo N° 20.



Foto 4. Sitio de muestreo N° 19.

Cuadro 17

Determinaciones de plomo y cromo en sitios de juego infantil del Partido de Avellaneda

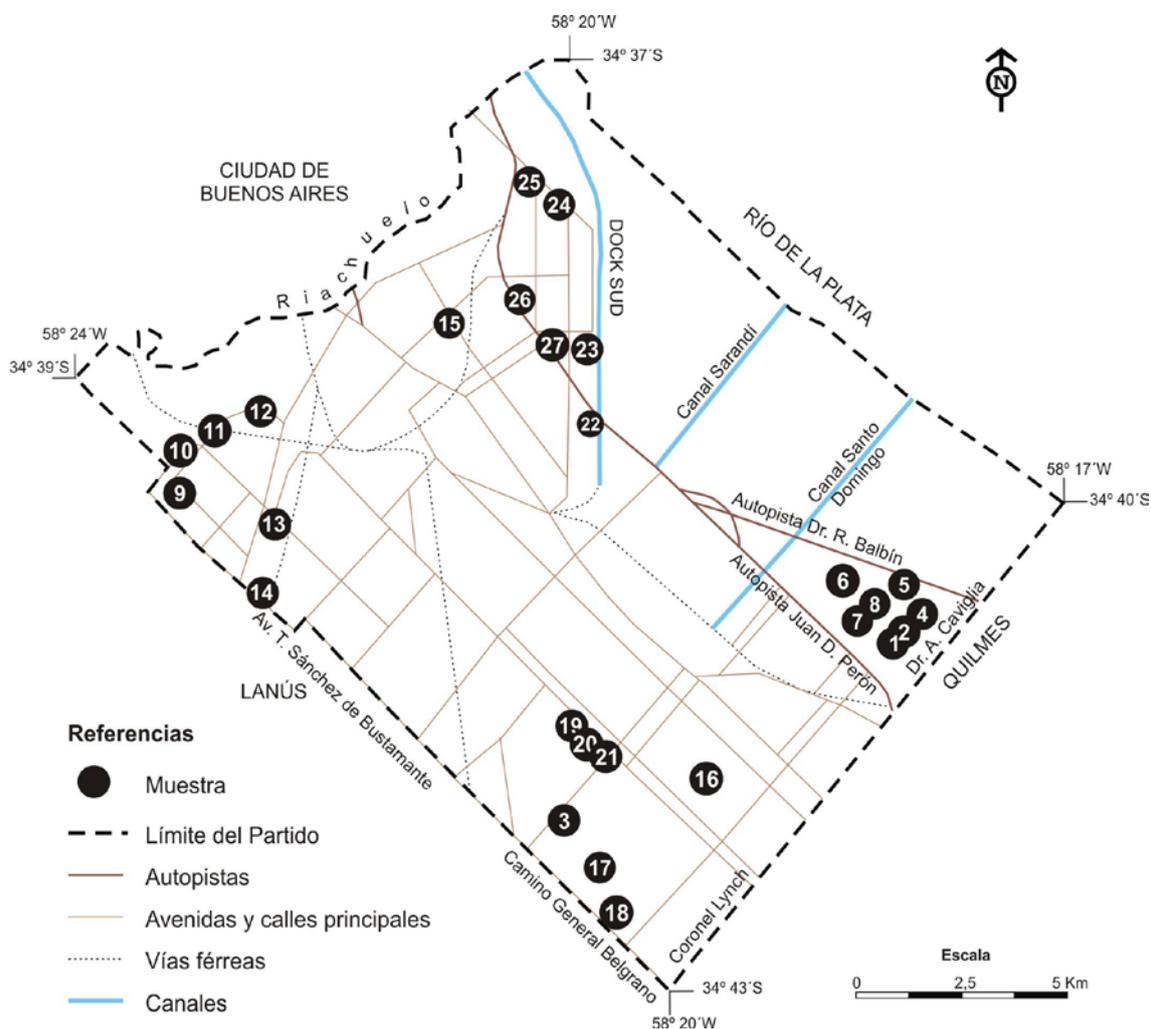
| Nº | Dirección | Ubicación geográfica | Fecha | Metales (Mg Pb o Cr/Kg M.S.) | |
|----|-------------------------------|----------------------------|----------|------------------------------|-----|
| | | | | Pb | Cr |
| 1 | Las Llores y Pino | S 34°41515´ W 58°17969´ | 18/08/08 | 34 | - |
| 2 | Las Flores y Toay | S 34°41515´ W 58°17969´ | 18/08/08 | 87 | 323 |
| 3 | Cent. Uruguayo y Cangallo | S 34°42512´ W 58°20805´ | 18/08/08 | 304 | - |
| 4 | Las Flores e/Robles | S 34°41372´ W 58°18044´ | 18/08/08 | 80 | - |
| 5 | Pje. Lavalle e/Sevilla y Acc. | S 34°41245´ W 58°18076´ | 18/08/08 | 192 | - |
| 6 | Lobos y Toay | S 34°41143´ W 58°18579´ | 18/08/08 | 153 | 18 |
| 7 | Oroño y Pirán | S 34°41390´ W 58°18531´ | 18/08/08 | 63 | - |
| 8 | Toay y Pirán | S 34°41286´ W 58°18498´ | 18/08/08 | 113 | - |
| 9 | Cabildo y Mendoza | S 34°40532´ W 58°23585´ | 27/06/08 | 233 | 17 |
| 10 | Rivadavia y Lopez | S 34°40239´ W 58°23586´ | 27/06/08 | 176 | - |
| 11 | Rivadavia y las vías | S 34°40167´ W 58°23320´ | 27/06/08 | 506 | 170 |
| 12 | Rivadavia y Aráuz | S 34°40045´ W 58°23000´ | 27/06/08 | 73 | - |
| 13 | De la Serna y Mariano Acosta | S 34°40664´ W 58°22925´ | 27/06/08 | 13 | - |

| Nº | Dirección | Ubicación geográfica | Fecha | Metales (Mg Pb o Cr/Kg M.S.) | |
|----|-------------------------|-----------------------------|----------|------------------------------|-----|
| | | | | Pb | Cr |
| 14 | Bustamante y Montes | S 34°41097' W 58°22969' | 27/06/08 | 143 | - |
| 15 | Av. Roca y Sarmiento | S 34°39527' W 58°21524' | 26/06/08 | 70 | - |
| 16 | Rondeau y J. C. Varela | S 34°42240' W 58°19350' | 13/06/08 | 89 | - |
| 17 | Cotagaita y Campichuelo | S 34°425148' W 58°20323' | 01/07/08 | 62 | 135 |
| 18 | Raposo y Friuli | S 34°43083' W 58°20238' | 01/07/08 | 176 | 190 |
| 19 | Oyuela y Larralde | S 34°42002' W 58°20345' | 02/09/08 | 73 | - |
| 20 | Larralde y Posadas | S 34°42032' W 58°20311' | 02/09/08 | 139 | - |
| 21 | C. Uruguayo y Larralde | S 34°42081' W58°20245' | 02/09/08 | 179 | 16 |
| 22 | Cortez y Acceso | S34°40175' W 58°20466' | 08/11/08 | 308 | 41 |
| 23 | Ocantos y Solís | S 34°39755' W 58°20456' | 08/11/08 | 227 | 12 |
| 24 | Ponce y Nuñez | S 34°38810' W58°20681' | 08/11/08 | 259 | 18 |
| 25 | Ponce y Avellaneda | S 34°38685' W 58°20865' | 08/11/08 | 213 | 22 |
| 26 | Vértiz e Irala | S 34°39418' W 58°20963' | 08/11/08 | 199 | 11 |
| 27 | Suárez y Nuñez | S 34°39696' W 58°20712' | 08/11/08 | 199 | 13 |

Nota 1: Cuando no figura un valor en el Cuadro (-) significa que los resultados obtenidos no alcanzan el nivel de apreciación del método analítico. Nota 2: M.S. = Muestra Seca.

Figura 4

Partido de Avellaneda: localización de los sitios de toma de muestras.



Indicadores de Impacto Ambiental (IIA) de contaminación por plomo y cromo e Índice Parcial de Impacto Ambiental (IPIA)

En el Cuadro 18 se presentan los resultados de los Indicadores de Impacto Ambiental (IIA) asociados con la contaminación por plomo (IIAPb) y cromo (IIACr) y los Índices Parciales de Impacto Ambiental (IPIA) por metales pesados en cada uno de los sitios muestreados. Asimismo, la distribución de los resultados obtenidos a partir de la aplicación del procedimiento detallado en la metodología, se presenta en la Figura 5.

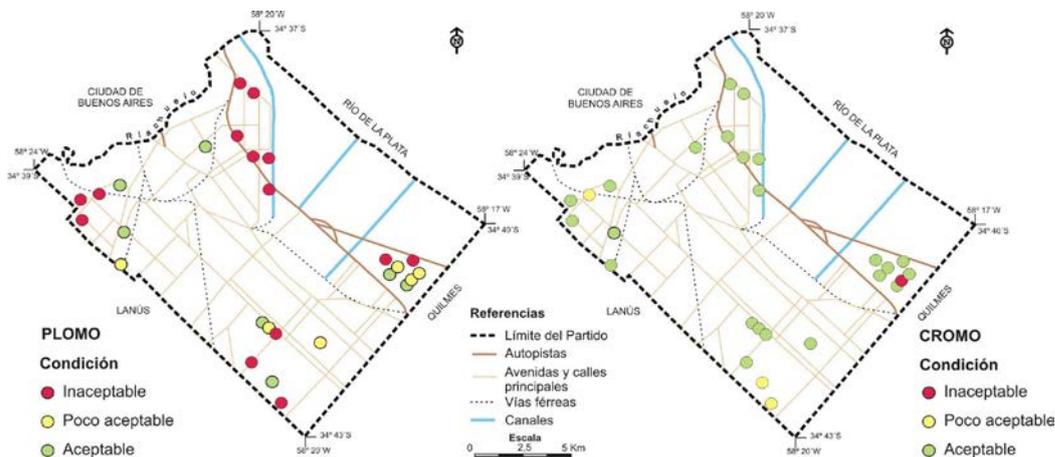
Cuadro 18
Indicadores de Impacto Ambiental e Índice Parcial de Impacto Ambiental
por metales pesados

| Nº | Dirección | Metales (Mg Pb/Kg M.S.) | | IIA | IIA | IPIA |
|----|-------------------------------|----------------------------|-----|-------|-------|-------|
| | | Pb | Cr | Pb | Cr | |
| 1 | Las Llores y Pino | 34 | - | 0,77 | 1,00 | 1,77 |
| 2 | Las Flores y Toay | 87 | 323 | 0,42 | -0,62 | -0,20 |
| 3 | Cent. Uruguayo y Cangallo | 304 | - | -1,03 | 1,00 | -0,03 |
| 4 | Las Flores e/Robles | 80 | - | 0,47 | 1,00 | 1,47 |
| 5 | Pje. Lavalle e/Sevilla y Acc. | 192 | - | -0,28 | 1,00 | 0,72 |
| 6 | Lobos y Toay | 153 | 18 | -0,02 | 0,91 | 0,89 |
| 7 | Oroño y Pirán | 63 | - | 0,58 | 1,00 | 1,58 |
| 8 | Toay y Pirán | 113 | - | 0,25 | 1,00 | 1,25 |
| 9 | Cabildo y Mendoza | 233 | 17 | -0,55 | 0,92 | 0,36 |
| 10 | Rivadavia y Lopez | 176 | - | -0,17 | 1,00 | 0,83 |
| 11 | Rivadavia y las vías | 506 | 170 | -2,37 | 0,15 | -2,22 |
| 12 | Rivadavia y Aráuz | 73 | - | 0,51 | 1,00 | 1,51 |
| 13 | De la Serna y Mariano Acosta | 13 | - | 0,91 | 1,00 | 1,91 |
| 14 | Bustamante y Montes | 143 | - | 0,05 | 1,00 | 1,05 |
| 15 | Av. Roca y Sarmiento | 70 | - | 0,53 | 1,00 | 1,53 |
| 16 | Rondeau y J. C. Varela | 89 | - | 0,41 | 1,00 | 1,41 |
| 17 | Cotagaita y Campichuelo | 62 | 135 | 0,59 | 0,33 | 0,91 |
| 18 | Raposo y Friuli | 176 | 190 | -0,17 | 0,05 | -0,12 |
| 19 | Oyuela y Larralde | 73 | - | 0,51 | 1,00 | 1,51 |
| 20 | Larralde y Posadas | 139 | - | 0,07 | 1,00 | 1,07 |
| 21 | C. Uruguayo y Larralde | 179 | 16 | -0,19 | 0,92 | 0,73 |
| 22 | Cortez y Acceso | 308 | 41 | -1,05 | 0,80 | -0,26 |
| 23 | Ocantos y Solís | 227 | 12 | -0,51 | 0,94 | 0,43 |
| 24 | Ponce y Nuñez | 259 | 18 | -0,73 | 0,91 | 0,18 |
| 25 | Ponce y Avellaneda | 213 | 22 | -0,42 | 0,89 | 0,47 |
| 26 | Vértiz e Irala | 199 | 11 | -0,33 | 0,95 | 0,62 |
| 27 | Suárez y Nuñez | 199 | 13 | -0,33 | 0,94 | 0,61 |

Retomando lo señalado en la metodología, se definieron tres condiciones del IIA para plomo y cromo, según las concentraciones halladas en los sitios muestreados: Inaceptable, Poco aceptable y Aceptable. Los resultados obtenidos y su distribución espacial, se presentan en la Figura 5.

Figura 5

Partido de Avellaneda: condición ambiental de los suelos de sitios de juego infantil establecidos a partir de los Indicadores de Impacto Ambiental asociados a la contaminación por plomo y cromo.



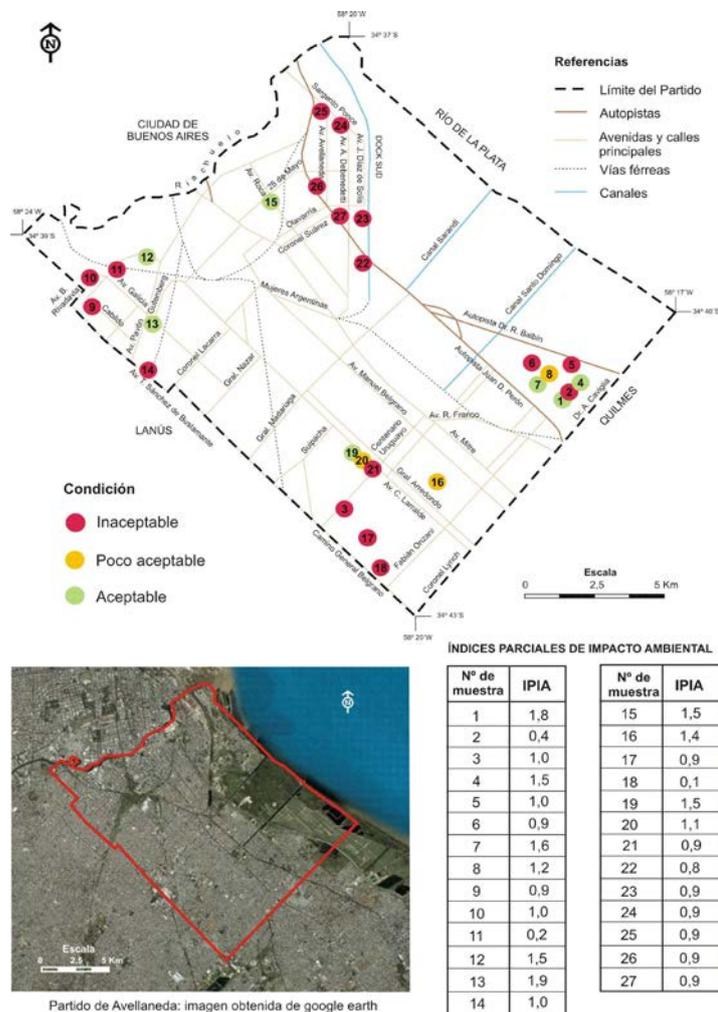
El análisis de los sitios muestreados permite destacar que la situación es crítica si se considera que los indicadores de impacto ambiental asociados con la contaminación por plomo y cromo poco aceptables e inaceptables alcanzan 74,1% y 14,8%, respectivamente, de los sitios muestreados. Al comparar los resultados obtenidos entre los dos metales pesados, es importante enfatizar que, sin duda, la situación es significativamente más crítica en relación al plomo que al cromo.

De acuerdo con lo especificado en la metodología, el valor óptimo de IPIA es 2 y los inferiores a 0,90 conforman la peor situación. Los tres rangos establecidos (Condición Inaceptable, Poco aceptable y Aceptable) indican que la condición siempre es Inaceptable cuando uno de los metales o ambos superan el VIE-C (valor de máximo riesgo tolerable).

Tal como se fue señalado por Vives *et al.* (2009), los valores obtenidos en los IPIA de contaminación por metales pesados indican que un 63% de los sitios muestreados presentan condiciones inaceptables de calidad ambiental, un 11,1% poco aceptables y sólo el 25,9% aceptables. Estos resultados permiten demostrar que más de 60% de los sitios de juego infantil relevados requieren sí o sí medidas de saneamiento, es decir prácticas de restauración de sitios degradados para el uso infantil. La distribución de los valores de IPIA se presenta en la Figura 6.

Figura 6

Partido de Avellaneda: Índices Parciales de Impacto Ambiental por contaminación por metales pesados



La distribución de los niveles es heterogénea; sin embargo es evidente que la concentración de aquellos considerados inaceptables (IPIA, 0-1) se encuentra en Dock Sud (IPIA promedio 1,0), cuyo Polo Petroquímico agrupa las principales refinerías de petróleo de la Ciudad de Buenos Aires. Adquieren importancia también, los valores obtenidos en la zona sur del Partido, con el mismo promedio de IPIA. Los seis sitios muestreados en el sector oeste del Partido (Piñeyro), indican un IPIA promedio de 1,1, mientras hacia el este dicho valor promedio asciende a 1,2. Los valores más bajos del Índice corresponden a sitios que tienen antecedentes históricos de establecimientos vecinos dedicados a la manufactura de plomo.

Índice de contaminación por plomo (IC)

El cálculo del IC por plomo requirió del cálculo de la concentración de plomo antecedente. En ese sentido, es importante mencionar que las concentraciones antecedentes presentan gran variabilidad, toda vez que se trata de sitios con una gran influencia de las actividades humanas. Por esta razón, si bien se dispone de datos donde las concentraciones antecedentes promedio de plomo en distintos tipos de suelos de los EEUU se tomaron de 17 a 26 mg Pb/kg M.S., para el cálculo de IC en esta investigación

se utilizaron los datos disponibles a nivel local que representan de alguna manera la influencia antropogénica en el medio (Vives *et al.*, 2010).

Así, tal como lo mencionan los autores citados, para obtener la concentración de plomo antecedente, se utilizaron los datos de plomo superficial publicados por el informe del PAE (2003) que se presentan en el Cuadro 19. Es importante aclarar que este estudio no pretende determinar niveles de base regionales de plomo, sino que refiere a muestreos previos en el Partido estudiado que se utilizaron para obtener la media geométrica o concentración antecedente de la zona dado que no hay estudios anteriores específicos de todos los sitios muestreados.

Cuadro 19

Análisis de plomo en polvillo superficial de “Villa Inflamable”

| Muestras | Ubicación de las muestras | mg Pb/kg M.S. |
|-----------------|----------------------------------|----------------------|
| S1 | Campo de deportes escuela N° 67 | 11 |
| S2 | Canalejas N° 2227 | 32 |
| S3 | Malabia y Campana | 121 |
| S4 | Larroque y Campana | 144 |
| S5 | Campana y Canalejas | 88 |
| S6 | Canalejas N° 2992 | 44 |
| S7 | Sargento Ponce N° 2927/45 | 36 |
| S8 | Génova N° 1802 | 87 |
| S9 | Ocantos y Génova | 234 |
| S10 | Ocantos N° 1616/1613 | 247 |
| S11 | Ocantos N° 1895 | 105 |
| S12 | Larroque y Progreso | 12 |
| S13 | Unidad Sanitaria de Porres | 107 |
| S14 | Canalejas N° 2189 | 23 |

Fuente: PAE (2003).

La media geométrica de la concentración antecedente calculada a partir de los datos del Cuadro 19 alcanza 62,32 mg Pb/kg. Los resultados permiten verificar que casi el 90% de las muestras obtenidas, supera ese valor.

El cálculo del IC con plomo siguiendo el procedimiento especificado en la metodología indica que el 37% de los sitios muestreados presentan niveles altos de contaminación, el 52% medios y sólo el 11% bajos. El Gráfico 10 muestra claramente los niveles de

contaminación por plomo para los sitios muestreados, mientras que, en la Figura 7, presentan los valores de IC y su distribución espacial.

Gráfico 10
 Clasificación de los Índices de Contaminación con plomo obtenidos

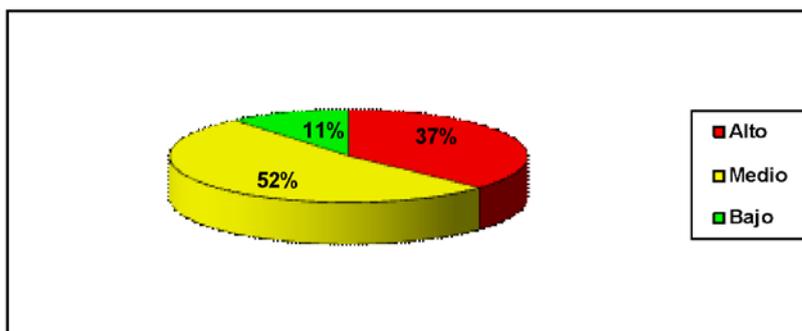
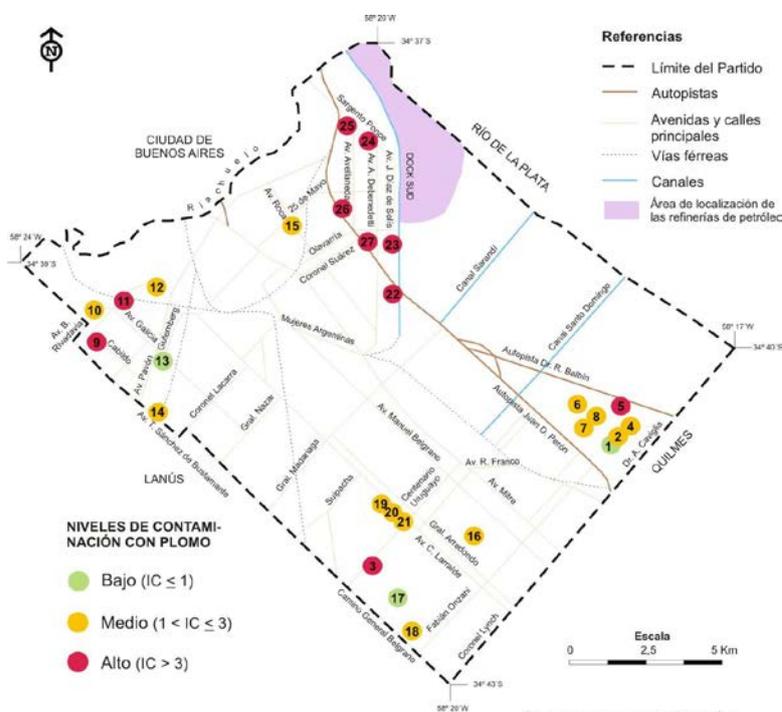


Figura 7
 Partido de Avellaneda: Índices de Contaminación con Plomo



| Nº de muestra | IC | Nº de muestra | IC |
|---------------|------|---------------|------|
| 1 | 0,55 | 15 | 1,12 |
| 2 | 1,40 | 16 | 1,43 |
| 3 | 4,88 | 17 | 0,99 |
| 4 | 1,28 | 18 | 2,82 |
| 5 | 3,08 | 19 | 1,17 |
| 6 | 2,45 | 20 | 2,23 |
| 7 | 1,01 | 21 | 2,87 |
| 8 | 1,81 | 22 | 4,94 |
| 9 | 3,74 | 23 | 3,62 |
| 10 | 2,82 | 24 | 4,16 |
| 11 | 8,12 | 25 | 3,42 |
| 12 | 1,17 | 26 | 3,19 |
| 13 | 0,21 | 27 | 3,19 |
| 14 | 2,29 | | |

Nuevamente, el análisis de los datos obtenidos demuestra que la situación es crítica si se considera que los niveles de contaminación medios y altos alcanzan casi la totalidad de los sitios de juego infantil en los que se tomaron las muestras (Vives *et al.*, 2010). La distribución de los niveles es heterogénea; sin embargo es evidente que la concentración de aquellos más altos se encuentra en Dock Sud (IC promedio 3,63), cuyo Polo Petroquímico agrupa las principales refinerías de petróleo de la Ciudad de Buenos Aires. En segundo lugar, adquieren importancia los valores obtenidos en el sector oeste del Partido (Piñeyro), con un IC promedio de 3,06 calculado a partir de los seis sitios muestreados en el área. Los siete datos tomados en la zona sur del Partido permiten establecer un promedio de IC de 2,34, mientras hacia el este dicho valor promedio desciende a 1,65. Los valores particularmente altos corresponden a sitios que tienen antecedentes históricos de establecimientos vecinos dedicados a la manufactura de plomo.

De lo anterior se deduce que existe una fuerte correlación entre los datos de IIA, IPIA e IC.

CAPITULO VI

CONCLUSIONES

En función de los resultados alcanzados, se presenta la siguiente discusión final y sus conclusiones divididas en cuatro apartados:

Metales pesados y efectos sobre la salud humana

La toxicidad de los metales pesados se basa fundamentalmente en su acción neurotóxica, la falta de mecanismos de excreción que presenta el cuerpo humano y el efecto retardado que sólo es observado cuando se ha producido una intoxicación aguda.

El efecto neurotóxico se torna más crítico en aquellos individuos cuyo sistema neurológico se encuentra en desarrollo, es decir, los niños.

Según lo expresado en el estudio realizado por la Facultad de Medicina de la Universidad San José de la Ciudad de Oruro, Bolivia, los principales efectos neurotóxicos de la exposición infantil a niveles incrementados de Pb son: déficit de atención, problemas de memoria tanto a corto como a largo plazo, disminución del rendimiento cognitivo; compatibles con exposición crónica a bajas dosis de metales, que afectan el lenguaje, la atención y la memoria; la exposición al Cd produce trastornos de hiperactividad, alteraciones de la capacidad verbal y disminución del coeficiente intelectual. Estos efectos probados sobre el Sistema Nervioso Central infantil, son compatibles con los resultados encontrados.

Según el Dr. Ume de los Laboratorios LaboSP de Bélgica, los metales pesados pueden causar retraso del crecimiento, trastornos del desarrollo o del comportamiento, perturbaciones de los sistemas biorreguladores responsables de trastornos catalogados como funcionales o psicosomáticos (síndrome cansancio crónico, fibromialgia) problemas neuro-degenerativos (Parkinson, Alzheimer) y finalmente lesiones orgánicas y la enfermedad cancerosa.

La intoxicación por algunos metales, tales como el mercurio y el plomo pueden también provocar fenómenos de autoinmunización, en los cuales el sistema inmunitario del paciente ataca sus propias células. Esto puede conducir a afecciones articulares, como artritis reumatoide, problemas renales, circulatorios y nerviosos.

Continúa diciendo que los metales son particularmente tóxicos para el feto, el bebé y el niño debido a que algunos metales, como Hg y Pb pueden fácilmente atravesar la placenta y perjudicar el cerebro fetal. Los niños están expuestos a dosis alimentarias más fuertes en función de su peso, que el adulto. La exposición de los niños a los metales tóxicos, además de las patologías neuromusculares degenerativas, puede provocar retrasos escolares y trastornos de comportamiento como agresividad o hiperactividad, hasta autismo.

Los tratamientos para la eliminación de los metales pesados del cuerpo se realizan a partir de la incorporación de un agente quelante (que captan los metales pesados formando un complejo con ellos) a la sangre, con lo cual se presentan como tratamiento invasivos, largos y costosos.

Por todas las razones mencionadas, se torna inaceptable la pasividad de las instituciones gubernamentales ante casos de exposición a estos elementos (especialmente en sitios de

juego infantil) y se considera necesaria la acción de remediación en aquellos sectores críticos del partido de Avellaneda.

Las causas del problema en el partido de Avellaneda

Para llegar a las principales causas del problema, resultó fundamental realizar un recorrido histórico. A partir de las consultas bibliográficas realizadas acerca de la historia ambiental del área de estudio pueden observarse en el partido de Avellaneda sucesivos períodos de revalorización – desvalorización del territorio.

No caben dudas que, debido a la centralidad de la Capital Federal y su cercanía con el partido, éste se perfiló como el área de servicios de la primera. El territorio del Partido puede interpretarse a lo largo del tiempo como un área periurbana respecto de la Capital, con algunas zonas profundamente desvalorizadas como puede ser la zona costera (donde se encuentra Villa Inflamable) utilizada como puerto hidrocarburífero o como asentamiento del mayor relleno sanitario del país, hoy clausurado.

Históricamente, el partido albergó gran cantidad de industrias altamente contaminantes. Esto sumado a que más de un tercio de su superficie se encuentra sobre terreno de relleno no controlado, explica que el área constituya una de las zonas más contaminadas del país.

A lo anterior se suma su pertenencia a la cuenca Matanza–Riachuelo, una de las más contaminadas del mundo, como lo prueban las sucesivas campañas exploratorias realizadas por la Facultad de Agronomía de la Universidad de Buenos Aires a partir de 1997. Afirmando lo anterior, la Prof. Alicia Fabrizio de Lorio comenta que el estudio de la dinámica de los contaminantes en el Riachuelo les generó una importante reflexión porque es completamente diferente a la de cualquier otro río de llanura: *"Las precipitaciones en un río menos degradado normalmente producen una dilución de los contaminantes, un incremento en los niveles de oxígeno disuelto y una mejora general de las condiciones del curso. Sin embargo en el Riachuelo, donde una gran proporción de los metales pesados se encuentran inmovilizados como compuestos insolubles en el sedimento anóxico, las lluvias producen la remoción de los metales precipitados con los sulfuros, con el consiguiente aumento de la contaminación"*.

La historia de la Cuenca y principalmente los usos que se han dado al área determinados por la valoración que ha adquirido el territorio en sucesivos períodos, permiten explicar la presencia de contaminantes en los sitios de juego infantil estudiados.

Niveles guía de contaminación

Los niveles guía varían en cada país. En este caso, si se toma como referencia lo establecido en la normativa Argentina para niveles de contaminación con plomo y cromo en áreas residenciales, se observa que en relación con el plomo ninguna de las muestras alcanza el valor de referencia mientras que para el cromo, sólo una supera el valor límite.

Sin embargo, al tomar como referencia los valores establecidos por Holanda, se observa que el 92,6% de las muestras con Plomo y el 14,8% con Cromo, presentan contaminación demostrable.

Lo cierto es que, en general, existe una falta de información ambiental que permita demostrar qué niveles de concentración de metales pesados se pueden admitir en áreas

urbanas considerando la exposición de la población más vulnerable como es la infantil. Es por ello, que se utilizaron valores indicativos de evaluación provenientes de otros países que han realizado estudios específicos, o bien han tomado sus niveles guía en base a estudios científicos, como una primera aproximación a indicadores de contaminación.

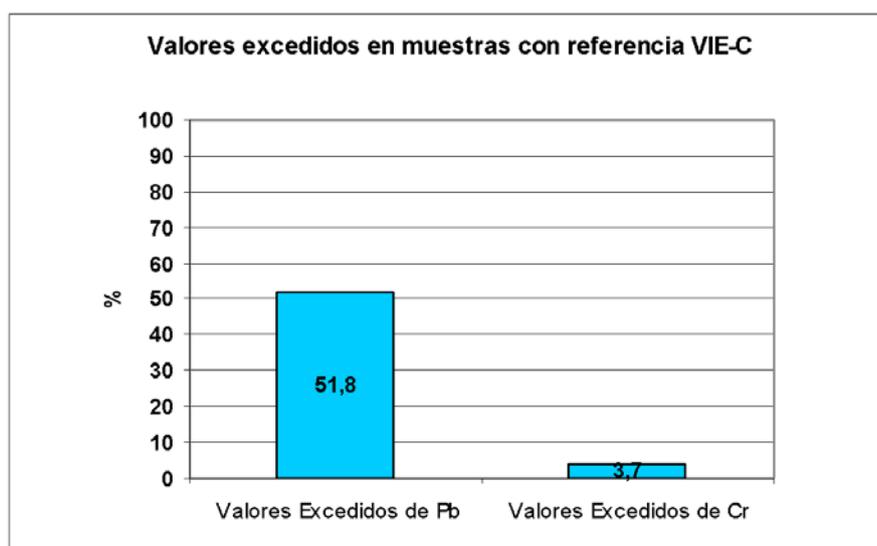
Se espera, en las sucesivas fases de la investigación, contar con un nivel ambiental base de metales pesados para el partido de Avellaneda que resulte en un estándar consistente de evaluación.

Niveles de contaminación con plomo y cromo y su distribución espacial en el partido de Avellaneda

El análisis de la contaminación de suelos con plomo y cromo se realizó considerando diferentes criterios:

Por una parte, se tomaron como patrón de comparación los límites adoptados por algunos estados europeos como valores que indican el máximo riesgo tolerable, VIE-C (150 mg Pb/kg M.S. y 200 mg Cr/kg M.S). En el caso del plomo, se observa que el 51,8% de los sitios muestreados exceden ese valor, mientras que en el caso del cromo ese nivel de referencia es excedido por el 3,7% de las muestras (Gráfico 11).

Gráfico 11



Sobre la base de esos niveles de referencia, se calculó el Índice Parcial de Contaminación que sintetiza, en un único valor numérico la situación en la que se encuentra cada sitio de juego infantil respecto de la contaminación con Plomo y Cromo. Los resultados obtenidos revelan que más del 55% de los sitios muestreados presentan condiciones inaceptables de contaminación y se alcanza casi el 78% si se suman los sitios cuyos valores obtenidos integran el rango de poco aceptables.

Para el caso del plomo, cuando se utiliza el criterio de evaluación propuesto por Tong-Bin Chen *et al.* (2005) que permite tomar en cuenta el aporte antrópico según un Índice de Contaminación (IC), se observa que casi el 90% de las muestras obtenidas, supera ese valor. Los resultados del cálculo de IC con plomo revelan que el 37% de los sitios muestreados presentan niveles altos de contaminación, el 52% medios y sólo el 11% bajos.

Aún cuando las comparaciones según los criterios considerados arrojen resultados diferentes, se puede observar que existe una coincidencia general en los importantes niveles de contaminación y que esos datos, están indudablemente relacionados con los tenores de plomo en sangre de niños publicados en el informe final del PAE (2003).

La situación es crítica si se considera que niveles de contaminación inaceptables o poco aceptables se alcanzan en gran número de los sitios de juego infantil relevados. Los resultados obtenidos permiten destacar que es mucho más significativa en el área de estudio la contaminación por plomo que por cromo.

La distribución de los niveles de contaminación obtenidos es heterogénea tanto para los Índices Parciales de Impacto Ambiental (IPIA) como para el Índice de Contaminación por Plomo (IC). No obstante, existe una coincidencia en que los valores más críticos se presentan en Dock Sud, cuyo Polo Petroquímico agrupa las principales refinerías de petróleo de la Ciudad de Buenos Aires. En segundo lugar, los niveles más críticos respecto del IPIA se presentan en las muestras tomadas en el sector oeste del Partido, en tanto que, para el caso del IC se presentan hacia el sur.

Algunos valores particularmente negativos del indicador corresponden a sitios que tienen antecedentes históricos de establecimientos vecinos dedicados a la manufactura de plomo, que han afectado y afectan negativamente la calidad del suelo para sitios de juego infantil. Estos establecimientos a los que se hace referencia, muchos de ellos fuera de servicio, debieran proceder a remediar estos suelos.

Otros impactos negativos muchas veces poco contemplados, se deben a los aditivos con plomo de las gasolinas (nafta) y los gases de escape del tránsito vehicular; así como, un número importante de muestras concordantes con la utilización de rellenos no clasificados para elevar la cota de zonas anegadizas del partido de Avellaneda.

A partir de los resultados obtenidos, se considera fundamental profundizar la investigación incluyendo toma de muestras en el centro geográfico de Avellaneda y realizar otra investigación con una grilla y un número de muestras tal que permitan verificar los hallazgos de valores altos de metales pesados en cada uno de los sectores analizados.

La realidad demuestra que las diferentes administraciones han cometido errores en la gestión de actividades y problemas ambientales que deberán subsanarse para recuperar la calidad ambiental de sitios estudiados.

En la gestión de los problemas y sus soluciones, se considera importantísimo incluir instancias de participación ciudadana, mejorar las herramientas de control sobre el ciclo de vida de los residuos peligrosos, revalorizar los lugares creando conciencia ambiental y monitorear la calidad ambiental, monitoreo que hoy no se está realizando.

El nuevo paradigma de la gestión ambiental plantea una serie de problemas de adaptación conceptual, que es necesario superar: la sustitución del paradigma determinista, basado en la simplicidad, uniformidad, independencia, estabilidad, control y alta entropía del sistema sociofísico que es el ambiental, por otro más complejo e incomodo, de más difícil aprehensión, el paradigma de la incertidumbre, que se caracteriza por la complejidad, interdependencia, dinamismo, riesgo y baja entropía (Gómez Orea, 2007).

Siguiendo al autor, este cambio plantea requerimientos de gestión muchos más elaborados que se caracterizan por la existencia de intereses en conflicto, que requieren concertación y la toma de decisiones bajo riesgo e incertidumbre, lo que conduce a la progresividad y flexibilidad en los enfoques y en los objetivos.

Según Eduardo Galeano en su libro *Úselo y Tirelo*. Cinco frases que hacen crecer la nariz de pinocho: **Somos todos culpables de la ruina del planeta**. La salud del mundo está hecha un asco. Todos somos culpables de esto ya que aportamos a hacerle daño. Se reproducen como conejos los nuevos tecnócratas del medio ambiente. Ellos fabrican el brumoso lenguaje de las exhortaciones al “sacrificio de todos”..... El lenguaje oficial ahoga la realidad para otorgar impunidad a la sociedad de consumo a quienes la imponen por modelo en nombre del desarrollo y a las grandes empresas que le sacan el jugo.

La señora Harlem Brutland, que encabeza el gobierno de Noruega, comprobó recientemente que “si los siete mil millones de pobladores del planeta consumieran lo mismo que los países desarrollados de occidente, harían falta diez planetas como el nuestro para satisfacer todas sus necesidades . (Gro Harlem Brutland 3 veces primera ministro Noruega, Directora de la OMS 13-05-98).

Gianni Vattimo, parafraseando a Nietzsche:

“decía que el hombre moderno tiene que sumirse al nivel de sus propias posibilidades. Todos los daños y consecuencias laterales que sufrimos no son solamente por las guerras sino por el uso de la tecnología que se consume el medio ambiente. Efectivamente, hoy nos rodea toda esa incertidumbre de no saber cómo manejar bien los medios de los cuales disponemos.(Vattimo G., 2012)

Nietzsche:

desde sus primeros escritos, asumió una posición crítica hacia el sujeto moderno. Criticó su separación y enfrentamiento con la naturaleza y su soledad. En sus últimos escritos, profundizó su crítica. Tachó al sujeto moderno de heredero del hombre judío y cristiano, producido por el resentimiento y odio de la clase sacerdotal hacia la naturaleza y el cuerpo. La naturaleza lo es todo, para Nietzsche, y, fuera de ella, no existe nada. El idealismo, origen de toda negación y rechazo hacia todo lo natural y real, impregna todo el pensamiento occidental desde Platón, incluido el moderno de cuyo entorno nace el sujeto, reducido a pensamiento, a razón pura. De ahí que el sujeto moderno, como noúmeno o razón pura, sea, para Nietzsche, una idea ficticia transformada por obra de la mente humana en la máxima realidad de la modernidad. La naturaleza queda, de esa forma, despreciada y minimizada axiológica y onto-lógicamente. Su modelo de hombre será, por el contrario, aquél que diga sí a la naturaleza y a la vida, y acepte serenamente el amor fati o el destino. (Pérez-Estévez, Antonio, 2006).

Eduardo Galeano, por su parte, pública y denuncia lo siguiente acerca de lo sucedido en Brasil

"Ciudad de Goiania, Brasil, setiembre de 1987: dos juntapapeles encuentran un tubo de metal tirado en un terreno baldío. Lo rompen a martillazos, descubren una piedra de luz azul. La piedra mágica transpira luz, azulea el aire y da fulgor a todo lo que toca.

Fue una de las mayores catástrofes nucleares de la historia. Muchos murieron, y muchos más quedaron por siempre jodidos. En aquel barrio de los suburbios de Goiania nadie sabía qué significaba la palabra radiactividad, y nadie había oído jamás hablar del Cesio 137. Chernobyl resuena cada día en las orejas del mundo. De Goiania, nunca más se supo. En 1992, Cuba recibió a los niños enfermos de Goiania, y les dió tratamiento médico gratuito. Tampoco este hecho tuvo la menor repercusión, a pesar de que las fábricas universales de opinión pública siempre están, como se sabe, muy preocupadas por Cuba". Del libro "Patatas arriba. La escuela del mundo del revés." Eduardo Galeano. Ediciones Catálogos. Noviembre 1998.

Queridos amigos: Como ustedes saben, vivimos en una cultura que trata de hacernos olvidar nuestra pertenencia a la naturaleza. Esto no es casual, sino que ha sido impulsado por los mismos intereses que lucran con el deterioro de nuestro ambiente y tratan de hacernos creer que podemos vivir en una cáscara virtual. (Brailovsky, A.E. 2012).

Espero nos sepan disculpar por las últimas citas, a pesar que la editorial solicitó no hacer citas largas, empero, la necesidad de expresar algunas opiniones acerca de la ética que debe regir las actividades humanas y extraer algunas conclusiones sobre el origen de las causas o la causa original que nos lleva a la autodestrucción de la especie. Tal vez la frase "autodestrucción de la especie" suene demasiado catastrófica, sin embargo, cuando analizamos el hecho de que en la mayoría de las víctimas de estos accidentes, o mejor dicho de estas negligencias, sean niños los que se envenenen con plomo o sustancias radiactivas, no queda menos que pensar lo terrorífico que será nuestro futuro, toda vez que el futuro esta puesto en la niñez, a la cual envenenamos generando destrucción de células nerviosas y demás funciones vitales que hacen a la calidad de vida de estos individuos, cual si fueran veteranos de guerra con todas sus discapacidades; y más aun, si realmente fueran veteranos de guerra serían mejor considerados en el seno de la sociedad. Estos pensamientos nos llevan a retomar ciertas ideas críticas acerca del "hombre de la técnica" expresadas por Friedrich Nietzsche (1844–1900).

Podríamos decir, que aquel hombre pensado por el filósofo hoy es el hombre de las denominadas nuevas tecnologías o Tecnologías Informáticas computarizadas (Tics). El de las incesantes comunicaciones con su grupo de conocidos, ya sea durante el tiempo laboral o extra laboral, aquel que no tiene tiempo para aburrirse, aparentemente siempre ocupado en su intercambio a través de los aparatos de las Tics. El hombre del "ser ahí" (Dasein) de Martin Heidegger cada día más alejado de la naturaleza como lo muestra la aparición de las nuevas enfermedades, producidas por el abuso en la utilización de los aparatos o soportes que imponen las "nuevas tecnologías".

Aquella visión o paradigma que viene desde los primeros tiempos del judeocristianismo, al menos en la denominada cultura occidental, que postula que plantas, animales, minerales y todo lo demás del mundo existen con el sólo proposito de beneficiar al hombre. Así tratarlos como meros recursos...(Nebel, et al. 1999). Esta postura de pensar que la naturaleza dispone de infinitos recursos y todos ellos al servicio del hombre, sin siquiera alguna contra prestación, está probada como errónea, lo cual queda a la vista, cuando ciertos fenómenos naturales se desatan y cobran de esos servicios tomados irracionalmente.

Estas irracionalidades en la relación naturaleza/sociedad, nos hacen pensar en porque estamos tan errados en cuanto al rumbo del manejo de nuestros recursos y de desarrollo

social. Indudablemente el avance tecnológico ha generado mucho bienestar y longevidad, pero lamentablemente lo que todavía no hemos alcanzado, es desarrollar una tecnología que nos permita predecir y evitar estas irracionalidades.

Pareciera que una tecnología de esas características se contradice con los intereses de la sociedad y por ello no se diseña. Aunque en otros aspectos, esta también es una contradicción, porque aparentemente es la misma sociedad quién pide el control para que no se repitan esas catástrofes.

Por estas razones, sostenemos que el futuro del ambientalismo, requerirá mucho más que ser una creencia académica. Se necesitará una profusa campaña generalizada de educación ambiental, junto con el compromiso socio-económico, ético y moral para lograr una gestión administrativa global que permita avanzar hacia acciones racionales concretas de mejoramiento en la relación sociedad/naturaleza.

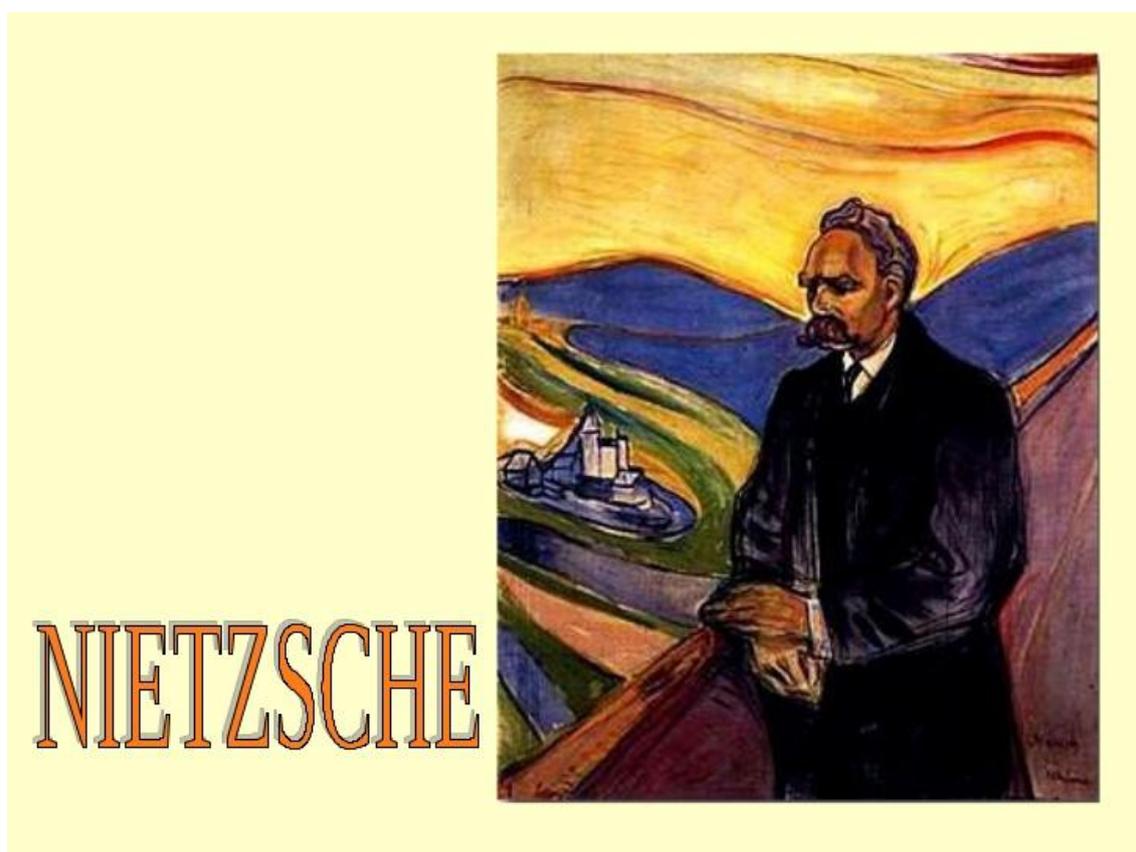
LECTURAS RECOMENDADAS.

Gianni Vattimo 2012:

“Si queremos superar los imperialismos, debemos acostumbrarnos a un mundo descentrado. <https://noticias.unsam.edu.ar/.../gianni-vattimo-entrevistado-por-la-nacion-y-pa>.

Gianni Vattimo <https://prezi.com/.../gianni-vattimo-n-turin-4-de-enero-de-1936-es-un-im>.

NIETZSCHE retrato según Edvard Munch



El ser humano y la naturaleza:

Desde sus primeros escritos Nietzsche se nos presenta como un crítico radical del sujeto moderno y de la Modernidad. Su convicción de que la Naturaleza, el Uno primario es el todo y de que fuera de ese todo no existe nada, lo lleva a la conclusión que el sujeto moderno ha cometido el tremendo error de ubicarse fuera y enfrente de la Naturaleza y del Todo. Ya en *Nacimiento de la Tragedia* había afirmado que el ser humano moderno se había desligado de la naturaleza y, de esa forma, había perdido sus raíces y la casa solariega de donde provenía. El hombre moderno se había quedado prisionero de la soledad de su ser sujeto contrapuesto al ser objeto de lo natural.

Referencia: **Utopía y Praxis Latinoamericana v.11 n.34 Maracaibo sep. 2006. Sujeto moderno y naturaleza en el último Nietzsche. Antonio PÉREZ-ESTÉVEZ.** Facultad de Humanidades y Educación, Universidad del Zulia Maracaibo, Venezuela. *versión impresa* ISSN 1315-5216.

LA PIEDRA AZUL Eduardo Galeano:

“Patatas arriba. La escuela del mundo del revés” Ediciones Catalogos, 1998.

www.cienciaonline.com/2008/11/04/la-piedra-azul/

www.educ.ar/Dinamico/UnidadHtml/obtenerSitio?rec_id=1506

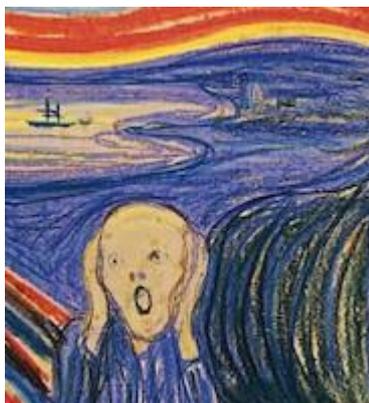
MEMORIA VERDE Antonio Brailovsky y Dina Foguelman.

En este libro se desarrolla una investigación a fondo de la ecología en el seno de la historia de la Argentina. Desde la agricultura incaica hasta la energía nuclear.

<https://es.scribd.com/.../Resumen-Capitulo-4-Memoria-Verde-Antonio-E>

www.enseñarlapatagonia.com.ar/node/182

Eduard Munch(1863-1944) El Grito



Versión II

En esta versión, el cielo está dominado más que en ninguna otra por los peculiares colores rojos y amarillos que, como lenguas horizontales de fuego vivo, han asombrado a los amantes del arte y a los astrónomos. Porque resulta que los astrónomos tienen mucho que decir sobre él.

Muchas han sido las versiones de “El Grito” de Munch, por ello y por el horror se nos ocurrió usarlo en nuestra portada.

A continuación la versión Homero Simpson



FICHA TÉCNICA Título: El grito Autor: Edvard Munch (1863-1944). Cronología: 1893. Estilo: Expresionista. Técnica: Óleo sobre tela. Tema: Alegórico. Localización: Galería Nacional de Oslo. El grito es el título de varios cuadros del noruego Edvard Munch. La versión más famosa se encuentra en la Galería Nacional de Oslo pero hay otras dos versiones del cuadro que se encuentran en el Museo Munch, también en Oslo, mientras que una cuarta versión pertenece a una colección particular. Munch realizó también una litografía con el mismo título.

DESCRIPCIÓN FORMAL Todas las versiones del cuadro muestran una figura andrógina en primer plano, que simboliza a un hombre en un momento de profunda angustia y desesperación existencial. El paisaje del fondo es Oslo visto desde una colina. El grito está considerado como una de las más importantes obras del artista y del movimiento expresionista, constituyendo una imagen de icono cultural.

El expresionismo: Fue un movimiento cultural surgido en Alemania a principios del siglo XX. Tuvo plasmación en literatura, música, cine, teatro, etc. Su primera manifestación fue en pintura, coincidiendo en el tiempo con la aparición del fauvismo francés, hecho que convirtió a ambos movimientos artísticos en los primeros exponentes de las llamadas vanguardias históricas. Más que un estilo con características propias comunes fue un movimiento heterogéneo, una actitud y una forma de entender el arte que aglutinó a diversos artistas de tendencias muy diversas y diferente formación y nivel intelectual. Surgido como reacción al impresionismo, frente al naturalismo y el carácter positivista de este movimiento. Los expresionistas defendían un arte más personal e intuitivo, donde predominase la visión interior del artista –la expresión– frente a la plasmación de la realidad –la impresión–. El expresionismo suele ser entendido como la deformación de la realidad para expresar de forma más subjetiva la naturaleza y el ser humano, dando primacía a la expresión de los sentimientos más que a la descripción objetiva de la realidad.

Expresionismo: corriente artística que busca la expresión de los sentimientos y las emociones del autor mas que la representación de la realidad objetiva. Surge en Alemania, junto con el fauvismo a principios del siglo XX.

PORTADA

Elegimos esa portada, toda vez que el tema que nos compete es tenebroso y atenta contra la especie, en otros aspectos “El Grito” de Edvard Munch es una obra destacada de la corriente llamada expresionismo. La imagen de la portada es una versión libre que viene a cuento con la inspiración de Munch para esa obra, a continuación adjuntamos lo expuesto por el investigador: “EL GRITO Edvard Munch. Y su similitud con la Momia de la cultura Chachapoyas inspiró a Munch para pintar “El Grito”. El Hallazgo fue hecho por el investigador Stefan Ziemendorff y coincide con los relatos de Pierre Vidal-Senèze, quien en 1877 llegó a la zona. El sarcófago de donde fue extraída, en 1877, la momia de la cultura Chachapoyas que inspiró al artista norueg [Edvard Munch](#) para pintar el cuadro *El Grito* ha sido hallado por el investigador alemán Stefan Ziemendorff.

Según Ziemendorff, el lugar coincide con el relato del francés Pierre Vidal-Senèze, quien en **1877 llegó a Chachapoyas** en la búsqueda de objetos para comerciar en Europa. Cuenta que Vidal-Senèze extrajo del lugar cuatro momias, pero **solo se llevó la de un guerrero de la cultura Chachapoyas**, que fue exhibida en el Museo Etnográfico del Trocadéro en París, y es allí donde primero el pintor francés Paul Gauguin la observó y pintó varias de sus más famosas obras usándola como fuente de inspiración. Señala que después de Gauguin la vio Edvard Munch y, en base a ella, pinta ‘El Grito’, obra que es **una de las más reproducidas en el mundo**. El investigador alemán indicó que el lugar del hallazgo en Amazonas tiene cuatro sarcófagos saqueados, pero uno de ellos tiene una pintura rupestre de un hacha, lo cual denota que guardaba **los restos de un guerrero**. Agregó que este descubrimiento fue hecho en una zona de difícil acceso en el **Cerro Angulo, en la provincia de Luya, en Amazonas**, donde se identificó el sarcófago. El propio investigador manifestó que Vidal-Senèze **indicó en su relato que destruyó cuatro sarcófagos** que presentan encima de la cabeza antropomorfa de barro otras cabezas más pequeñas. El cráneo de la momia de la Cultura Chachapoyas estaba trepanado, operación que se realizaba a los guerreros que sufrían golpes de piedras o mazas.

ANEXO I.

Otros Métodos de Remediación.

Como se expuso en página 77 del Capítulo V, el elevado Índice de contaminación con Cromo encontrado en el sector Nor-Oeste del partido de Avellaneda, tiene como una de sus causas el manejo inadecuado de los residuales del proceso de curtido de pieles bovinas con sulfato básico de cromo. Durante los últimos años nuestro grupo de investigación OI-MAYCOT estuvo abocado al estudio de esa problemática y en consecuencia desarrolló un método innovador de Gestión de Aguas Residuales del proceso de curtiembre, conducente a la prevención del vuelco de estos contaminantes. A continuación se adjunta informe de los trabajos y resultados de la investigación presentados al VIIIº Congreso Argentino de Ingeniería Industrial COINI-2015.

GESTION AMBIENTAL DE EFLUENTES DE CURTIEMBRE

Vives, Ana M., Vives, Héctor F.*, Zulaica, Laura¹.

*OI-MAYCOT. UTN-Facultad Regional Avellaneda
Av. Mitre 750, Avellaneda, Pcia. de Buenos Aires, CP: 1870, vivesanamaria@yahoo.com*

¹*Instituto de Habitat y Ambiente, FAUD-Universidad Nacional de Mar del Plata
Funes 3350, Mar del Plata, Pcia. de Buenos Aires, CP: 7600.
VIIIº COINI 2015 área temática: Calidad Ambiental. A-016*

RESUMEN

Entendemos “Gestión Ambiental” como el conjunto de acciones encaminadas a lograr la máxima racionalidad en el proceso de decisión relativo a la conservación, defensa, protección y mejora del ambiente. Esas metas se relacionan al concepto de sostenibilidad.

Una Gestión Ambiental Sostenible, debería incluir:

Ordenamiento ambiental.

Desarrollo institucional y normativa ambiental.

Control y fiscalización de la calidad ambiental.

Educación ambiental.

Para materializar esta Gestión Ambiental Sostenible existe un conjunto de instrumentos:

Preventivos.

Correctivos.

De cumplimiento.

Económicos.

De educación e información.

De generación de información.

El presente trabajo, apunta a generar información de base para generar estrategias de remediación de los efluentes generados en el proceso de curtiembre de cueros vacunos utilizando Cromo.

Para ello, se realizó investigación sobre líquidos residuales de curtido en una empresa testigo intimada a realizar el plan de reconversión industrial por ACUMAR.

La actual metodología de tratamiento da buenos resultados, sin embargo, presenta un costo elevado, que atenta contra la sustentabilidad. El tratamiento consiste en la separación de materiales gruesos mediante tamizado, igualación de los efluentes de recurtido, teñido y engrase (RTE), agregado polielectrolitos, agitación y bombeo a tanque sedimentador, separación de barros y envío del efluente a aireación, sedimentación secundaria, desinfección, medición y descarga a conducto pluvial; y los barros a tratamiento de residuos especiales.

La Nueva Gestión Propuesta para RTE: recuperación y reciclado del cromo del recurtido y separadamente la electrocoagulación de los residuales de teñido y engrase.

Los ensayos de laboratorio arrojan los siguientes resultados:

1. Recuperación y reutilización de 5% de Cromo, efluente resultante concentración menor a 1 mg/L de Cromo.
2. Electrocoagulación: la separación de colorante en natas y sedimento alcanza una eficiencia superior al 96%.

Palabras Claves: Efluente, Curtiembre, Cromo, Electrocoagulación, remediación.

ABSTRACT

We can understand "Environmental management" like a combination of actions with the objective to obtain a maximum rationality in the conservation, defense, protection and environmental improvement process. These goals can be related to the sustainable concept.

A sustainable environmental management must include:

- Land Management.
- Institutional development and environmental regulation.
- Environmental quality control and audit.
- Environmental education

To bring to life this sustainable environmental management there is an instruments group:

Precautionaries.

Correctives.

Complies with.

Economics.

Environmental education and information.

Information generation instruments.

The present research work was carried out, with the purpose to give base information to develop remediation strategies to wastewater produced in the cow leather tannery process that uses chromium.

To these, it was investigated a tannery wastewater provided to an enterprise that be taken like baton to make an Industrial Reconvert Plan to ACUMAR (Matanza Riachuelo catchment area authority).

The current treatment methodology gives suitable results, nevertheless, it has an elevated cost, that cost goes against the sustainability. This treatment consist in the separation of thickness materials by screening, equalization to the re-tannery, coloring and fatliquoring wastewater, the addition of a polyelectrolite with stirring and pump to a sedimentation tank, separation of sludges. Then, the wastewater is sent to aeration, secondary sedimentation, disinfection, measurement and it is discharge to a drain system. The sludge is sent to a danger waste treatment.

This new management proposal include: recovery and recycling of chromium from the re-tannery, and separately, the treatment with electrocoagulation of the dyeing and fatliquoring wastewater.

The laboratory tests showed the follow results:

1. It is possible the recovering and recycling of 5% of the Chromium. The concentration of the wastewater resultant is less than 1 mg/L of chromium.

Electrocoagulation: the separation of colorants in cream and sediment reach an efficacy superior to the 95%.

1.- INTRODUCCIÓN

Desde el punto de vista teórico, la contaminación industrial constituye un problema ambiental que expresa desajustes en la relación naturaleza/sociedad. En la práctica, esta problemática conforma una amenaza significativa para la salud pública y el medio ambiente, siendo motivo de la creciente preocupación social en todo el mundo.

Este hecho se ve plasmado en nuevas y progresivas restricciones en la legislación vigente y en el desarrollo de nuevos marcos normativos, en la preocupación de las empresas por el vuelco y manejo de efluentes, en la búsqueda de nuevas metodologías y procesos más limpios, más efectivos, con menor consumo de energía y de agua, y procurando la reutilización de esta última cuando sea posible (Resolución 336/2003 MAAPBA). Se promueve además, la recuperación de otros componentes vinculados a los procesos que requieren de métodos más específicos, pero que representan un importante ahorro económico y de incalculable valor desde el punto de vista ambiental.

Los residuos líquidos de los mencionados procesos, realizados con los controles adecuados, en su mayoría pueden ser tratados por plantas de purificación biológica. Sin embargo, en algunos casos, como por ejemplo en el de la industria textil, esto resulta muy dificultoso debido entre otras cosas a que estos efluentes por lo general contienen compuestos orgánicos como fenoles, colorantes, tensioactivos, etc., muchos de los cuales presentan alta toxicidad, lo cual inhibe su tratamiento directo en plantas biológicas. Para el caso de curtiembres, que emplean grandes cantidades de agua en todos sus procesos, también es posible el desarrollo de un tratamiento de los efluentes.

La depuración de los efluentes líquidos es una parte fundamental de la gestión ambiental en cualquier industria. Entre los métodos que pueden utilizarse para la resolución de este

inconveniente cabe destacar la coagulación química seguida de sedimentación y absorción, la ozonización y procesos de oxidación [2]. No obstante, dichos procesos tienen altos costos, y esta limitación ha ido dando lugar a la aparición de nuevos métodos más eficientes.

La Electrocoagulación (EC) es una técnica alternativa de depuración de aguas residuales, estrechamente relacionada a la coagulación química que consiste en la desestabilización de contaminantes del agua e involucra la alimentación de corriente eléctrica de bajo voltaje sobre un ánodo de sacrificio (de Aluminio o Hierro) ubicado dentro de un tanque de proceso[6]. El equipo opera en continuo mediante un reactor de un diseño especial donde se hallan las placas o electrodos metálicos para producir la electrocoagulación. Debido al paso de la corriente se forman iones de aluminio, los cuales actúan como un coagulante. Simultáneamente la materia orgánica puede ser electro oxidada directamente sobre la superficie anódica. Se producen además burbujas de gas que colaboran luego en la flotación de los flóculos con los contaminantes, y el barro generado es separado posteriormente por filtración, sedimentación y secado.

Un fenómeno beneficioso a destacar de este proceso, es que la oxidación química permite oxidar los metales y contaminantes a especies no tóxicas y degradar la Demanda Química de Oxígeno (DQO) y la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO) de manera sustancial.

En cuanto a las ventajas de la electrocoagulación sobre la coagulación química se destaca que la cantidad de químicos necesarios es mínima y por lo tanto, el costo para el tratamiento resulta menor respecto del proceso químico [17]. Además, la salinidad del agua no es incrementada.

La Electrocoagulación ha sido utilizada con éxito para el tratamiento de diversos residuos líquidos industriales como por ejemplo los de la industria alimenticia, también en suspensiones acuosas conteniendo kaolinita, bentonita, partículas ultrafinas, etc. [9]

En el marco mencionado, el presente trabajo propone generar información de base para diseñar estrategias de remediación de los efluentes generados en el proceso de curtiembre de cueros vacunos utilizando Cromo. Para ello, se realizó una revisión bibliográfica sobre los procesos en la industria de la curtiembre y luego se analizaron los líquidos residuales de curtido en una empresa testigo intimada a realizar el plan de reconversión industrial por la Autoridad de Cuenca Río Matanza-Riachuelo (ACUMAR).

Los efectos nocivos del cromo representan una fuerte y gran amenaza al hombre y al ambiente, es por ello que la investigación se centra en este metal pesado. La industria del cuero utiliza sales de cromo en todos sus procesos. En consecuencia, se generan efluentes líquidos con contenidos elevados de ese metal. La dificultad que presenta el uso de sales de cromo en el curtido es la cantidad de curtiente que no se fija y la magnitud de ese residual depende de la eficiencia del proceso, y en particular del material utilizado, el tiempo de operación, la temperatura y el pH del baño de curtido. Las sales de cromo generan un curtido más uniforme y rápido, y es por ello que su uso se debe a la calidad del cuero generado.

El objetivo perseguido en este trabajo, integra el proyecto de investigación llevado a cabo en Laboratorio OI-MAYCOT-UTN-Facultad Regional Avellaneda, bajo la dirección de Héctor Federico Vives, homologado al programa de incentivos por la Universidad Tecnológica Nacional bajo el código 25-A018.

Es importante mencionar que el proyecto citado pretende: 1) Dar respuesta al interés manifestado por Unión Industrial de Avellaneda y empresas afines respecto a la remediación de líquidos residuales del proceso curtido de pieles vacunas; 2) Obtener un líquido residual del proceso Recurtido que se adecúe a los parámetros de vuelco a curso de agua estipulados por la legislación ambiental de la Provincia de Buenos Aires (Ley 5965 y sus reglamentaciones) u otra normativa mas restrictiva, para prevenir la contaminación de los recursos naturales e intoxicación de seres humanos, como así también, colaborar tecnológicamente al cumplimiento de los preceptos establecidos en los programas de desarrollo ambiental sustentable; y 3) Desarrollar tecnología innovadora para la remediación electroquímica de los líquidos residuales descriptos y recuperación de los mismos, por un sistema, el que según la información disponible no se ha registrado publicación de su aplicación al tratamiento de estos efluentes.

La presente investigación, aporta en parte a los propósitos mencionados con el análisis bibliográfico y el estudio de un caso testigo.

2.- METODOLOGÍA

En primer lugar, se realizó una recopilación y análisis de antecedentes referidos a los procesos implicados en la industria de la curtiembre y posteriormente se diseñó una metodología experimental, una metodología específica para la remediación y otra de toma de muestras para el caso testigo seleccionado.

Metodología experimental

Se seleccionó una empresa testigo para tomar muestras y realizar el trabajo experimental: Luego se contactó a responsables de la curtiembre ubicada en la localidad de Valentín Alsina, partido de Lanús, para programar el trabajo con la presencia del director del proyecto, de un becario y del director de la curtiembre, para realizar una visita por la planta. Ello permitió programar las siguientes visitas con el resto de los responsables del proyecto y becarios para que cada uno se fuera interiorizando con la asignación de tareas, el estudio de cada uno de los procesos y la planificación de las tomas de muestras para analizar.

Una vez obtenida la autorización para utilizar dicho establecimiento como unidad testigo, se inició la recolección de datos sobre el proceso y la generación de líquidos residuales. Luego se prosiguió con la medición de caudales y la toma de muestras de los líquidos residuales para llegar a su caracterización, dato imprescindible para el diseño de la parte experimental del trabajo.

Durante las primeras pruebas experimentales se trabajó con la mezcla de los líquidos residuales de recurtido, teñido y engrase. Posteriormente, y para salvar la complejidad y dificultad que presenta el tratamiento de distintas aguas residuales mezcladas, como así también, la contaminación del cromo a separar/recuperar; se procedió a dividir la tarea experimental dos partes y utilizando dos alternativas tecnológicas distintas para el tratamiento: 1. Precipitación química de los residuales de "Recurtido" y 2. Electrocoagulación (EC) de los residuos líquidos de teñido y engrase. La etapa química se realiza separada del tratamiento electroquímico. La EC involucra la alimentación de corriente eléctrica a un ánodo de sacrificio (aluminio [Al] o hierro [Fe]), ubicado dentro de un recipiente de proceso y un cátodo resistente a la corrosión. Debido al paso de corriente se generan iones Al o Fe, que actúan como coagulantes, y simultáneamente la materia orgánica puede ser

electro-oxidada por el oxígeno naciente en superficie anódica. También se producen finísimas burbujas de gas, que colaboran en la flotación de los flocúlos recientemente formados. El barro generado es subsecuentemente separado por sedimentación-filtración.

Materiales y Métodos

A partir de los resultados de los análisis aguas residuales efectuados, se procedió primero a clasificar y hacer análisis estadístico de los mismos, para luego con esos resultados diseñar la tarea experimental y componer un efluente sintético para realizar la primera etapa de ensayos de tratabilidad de líquidos residuales de recurtido. A continuación se realizaron ensayos mediante la fijación de varios parámetros y variando de a uno el resto de ellos para, de este modo, registrar el comportamiento del sistema, la eficiencia de remediación y así registrar los datos de las distintas combinaciones de los parámetros: caudal, densidad de corriente, concentración de colorantes, conductividad, tipo de paquete electrodico, para luego determinar la combinación óptima.

Los experimentos de la primera etapa - etapa química de preparación efluente sintético - se llevaron a cabo en un reactor de vidrio a escala laboratorio (230 cc.) con agitación mecánica provista por un agitador de marca PRECITEC AE-15-N (0-800 rpm.), calefaccionado a través de la manta calefactora del agitador magnético marca ZELTEC MS-5. **En figura 1a.** Se muestra el esquema del reactor químico diseñado especialmente para estos experimentos.

En tanto que los balances de materia se llevaron a cabo mediante balanza electrónica digital DENVER XP-3000.

Los experimentos electroquímicos también se realizaron en dos etapas con un mismo reactor prototipo denominado Reactor Electrocoagulación "1" (REC1). La primera etapa se realizó con un cátodo de acero inoxidable y un ánodo de Aluminio, con el objetivo de separar cromo y el colorante del electrolito hasta dejar concentraciones inferiores a 1 ppm. En la segunda etapa se utilizó el reactor REC1 con un cátodo de acero inoxidable con ánodo de hierro. Ambos reactores diseñados y construidos por el grupo Medio Ambiente y Condiciones de Trabajo (MAYCOT-UTN-FRA) en colaboración con el Instituto de Electroquímica. Departamento Química-Física. Facultad de Ciencias. Universidad de Alicante. España.

Ánodo de aluminio: 130 mm x 90 mm x 2 mm ● área 234 cm²

Distancia interelectródica: 7.5 mm

Cátodos de acero inoxidable: 130 mm x 90 mm x 2 mm

Volumen del reactor: 230 cm³

Previo a cada experimento el electrodo de aluminio se limpió con acetona para eliminar impurezas orgánicas. Luego fue sumergido en una solución mezcla de 100 ml de HCl 35% y 200 cm³ de Hexametilene Tetramine (2,8%) para remover la capa de óxidos de la superficie. Por último lavados (enjuagados) con agua para remover sólidos e impurezas. El efluente sintético fue bombeado sin recirculación y se descartaron los primeros 250 cm³ de efluente para lograr estado de régimen.

La eficiencia de los experimentos de electrocoagulación se midió a través de la extinción del color del líquido residual mediante toma de muestra del líquido crudo o inicial y toma de muestra del líquido tratado o final, el análisis de la determinación de color en aguas utilizando la técnica de medición con estándares de platino-cobalto (Pt/Co) Hazen, basadas en la escala Hazen de color que fuera introducida por el químico Allen Hazen en 1892 [15] realizados con patrones certificados Pt/Co en Laboratorio Ingeniería Química UTN-FRA.

Los constituyentes utilizados en la preparación de los reactivos para el tratamiento del suelo contaminado y de las diferentes soluciones fueron los siguientes: ácido clorhídrico 33% pureza (Panreac PRS); ácido nítrico 70% de pureza (Anedra ACS), Hidróxido de sodio 99% de pureza (Merck).

Para los análisis de plomo se utilizó un Espectrofotómetro de Absorción Atómica marca: Pelkin Elmer. Modelo AA-200 perteneciente a Laboratorio Ingeniería Química UTN-FRA, con sus curvas de calibración actualizadas. El método de análisis utilizado es el indicado por la literatura analítica de metales pesados (Beatty, 1987) y por (US-EPA, 1995) en el método analítico para determinación de metales Standard Methods 7420-86. Con los patrones y calibraciones actualizadas, toda vez, que este laboratorio cumple con las normas y certificaciones de calidad de Organismo Desarrollo sustentable PBA.

Método de toma de muestras utilizado

En la determinación de la calidad y cantidad de las muestras a tomar de modo tal que fueran representativas de las características del efluente del proceso "recurtido, teñido y engrase", se tuvieron en cuenta los siguientes aspectos:

- Definición de un marco conceptual que permita formular una apropiada estrategia de muestreo de efluentes y esbozar un modelo de la calidad y volumen del efluente.
- Determinación de las distintas etapas del trabajo que incluye en general tres fases: la primera, evaluación en gabinete de los posibles contenidos, estudio y clasificación de los mismos; la segunda, es otra fase de gabinete, donde se profundiza la investigación exploratoria del proceso; y por último se realizan investigaciones intrusivas (toma de muestras).
- Determinación del número de muestras: se seguirán pautas recomendadas por el métodos de muestreo USEPA, que propone un muestro al azar y brinda ciertos límites para que la cantidad de muestras sea representativa y económicamente
- Definición de la distribución espacio/tiempo de las muestras, que implicará la elaboración de un algoritmo de submuestreo que dividiera al proceso en un número de etapas representativos de la operación y dentro de ella se practicar un muestreo al azar en los cuales se tomarán aproximadamente 5 muestras en cada uno, algunas muestras serán dirigidas a vuelcos de efluente donde los antecedentes históricos indiquen una aceptable representatividad de los efluentes de la etapa del proceso.

Sobre las muestras de líquidos residuales de recurtido, tomadas en la curtiembre Testigo se realizaron los análisis en laboratorios especializados y acreditados según las técnicas Standards Methods actualizadas para cada uno de los parámetros. Los análisis efectuados fueron los siguientes:

- Demanda Bioquímica de Oxígeno 5 días (DBO5)
- Demanda Química de Oxígeno (DQO)
- Potencial Hidrogeniones (pH)
- Sólidos Totales Disueltos (STD)
- Fenoles
- Sustancias Solubles Éter Etílico (SSEE)
- Sólidos suspendidos
- Cromo
- Color
- Turbidez
- Etc.

3.- RESULTADOS

Procesos en la industria de la curtiembre

Se denomina curtiembre al proceso de someter las pieles de animales, especialmente vacunos y caprinos, a una serie de tratamientos con diversas sustancias llamadas curtientes y otras diversas

operaciones, destinadas a producir modificaciones químicas y físicas en las pieles, con el fin de convertirlas en material duradero, casi imputrescible, apenas permeable al agua y a la vez suave, elástico y flexible. El producto final es el cuero o la piel curtida y el proceso de curtiembre de las pieles abarca tres etapas o fases de producción, que se denominan ribera, curtido y acabado. Dichos procesos se describen a continuación utilizando bibliografía de referencia. [1]

Fases de producción

1. Fase de ribera:

Es el conjunto de operaciones mecánicas y tratamientos químicos que tienen por objeto limpiar las pieles de los componentes que no son adecuados para el curtido, aislar la dermis, quitar todas las materias extrañas y dejarlas dispuestas para absorber los materiales curtientes. Este proceso se realiza en baños, es decir en fulones (tambores rotatorios) o en piletas agitadas. Inicia con la recepción de las pieles provenientes de los centros de sacrificio o mataderos, y la mayor parte de ella se recibe húmeda conservada en salmuera. Se efectúa un proceso de selección de acuerdo a la calidad de las mismas y continúa con el desorillo, que consiste en retirar las apéndices (orejas, cola y extremidades) con el uso de un cuchillo.

El remojo tiene por objeto retirar de las pieles la sal, sangre, estiércol e impurezas adheridas, utilizando para ello agua y agentes humectantes. La piel que se recibe mal conservada o seca se remoja con agua que contiene bactericidas y tensoactivos para reducir la velocidad de descomposición bacteriana. En la solución salina se disuelven parcialmente proteínas.

El apelambrado y depilado consiste en sumergir las pieles en una solución alcalina de sulfuro de sodio, cal y agua para blanquearla con el propósito de remover el pelo de la piel, las grasas naturales, y dilatar las fibras para el posterior curtido. Químicamente se aumenta la separación entre las fibras de colágeno de la piel, lo cual destruye proteínas no estructurales así como nervios y vasos sanguíneos.

El descarnado es una operación mecánica o manual, mediante el cual se retira de la piel la endodermis, formada por tejido proteico y grasa para mejorar la penetración de los curtientes.

El dividido consiste en la separación mecánica de la capa "flor" (capa superior) y la carnaza (capa inferior).

El desencalado consiste en remover el sulfuro de sodio y la cal de la piel, con el fin de eliminar la alcalinidad de la misma, y modificar las proteínas de las fibras de la piel para convertirla en suave y flexible, lo que facilita la penetración de los curtientes. Se utilizan ácidos orgánicos e inorgánicos, sales de amonio y bisulfito de sodio.

El rendido o "Purga enzimática" es el proceso mediante el cual a través de sistemas enzimáticos derivados del páncreas, colonias de bacterias u hongos, se promueve el aflojamiento de fibras de colágeno, deshinchamiento de las pieles, aflojamiento del repelo y una considerable disociación y degradación de grasas naturales por la presencia de lipasas. Cuanto más suelto, caído y suave deba ser el cuero, más intenso será el rendido.

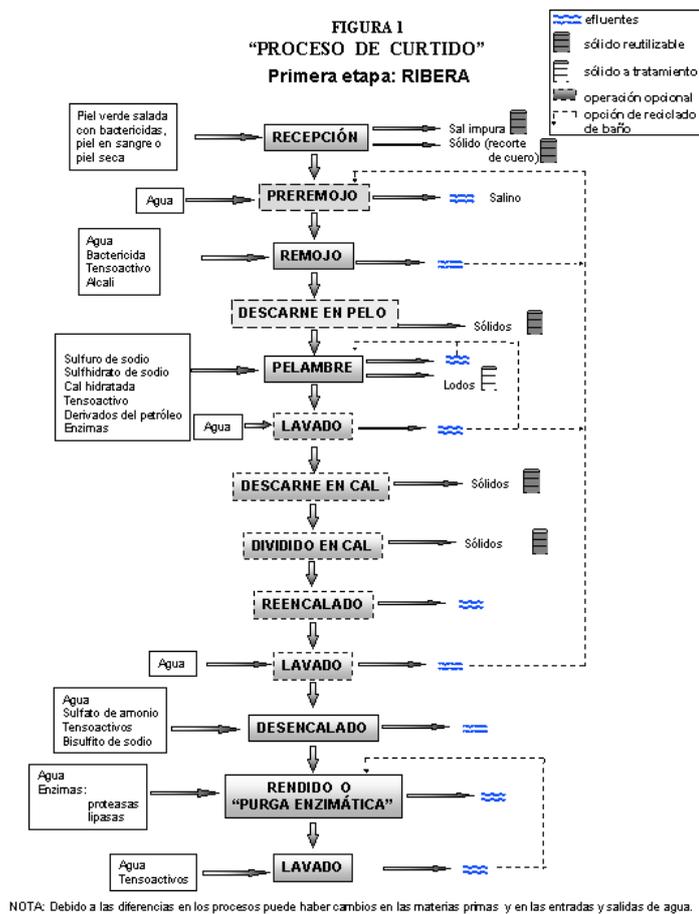


Figura 1: "Proceso de Curtido"

Fuente Instituto Nacional de Ecología www.ineec.gov.mx

1. Fase de curtido:

El objetivo de esta etapa es estabilizar la composición orgánica de la piel, evitando procesos de descomposición y putrefacción. Antes de adicionar curtientes se realiza el piquelado, que consiste en tratar las pieles con ácidos y sales, para dar a la piel el PH adecuado (varía entre 1.8 y 3.5 dependiendo del tipo de cuero que se fábrica) y recibir el curtido mineral a base de cromo.

En el curtido se adiciona a la solución ácida (pickle), sulfato básico de cromo. Esta sal se hidroliza manteniendo cromo trivalente en solución para que penetre en la piel y reaccione con los componentes orgánicos, formando complejos bioinorgánicos de cromo trivalente con las proteínas, que son los que imparten la estabilidad.

Luego de la fijación o basicado, que consiste en la adición de sales alcalinas que aumentan el pH de la solución y facilitan la reacción del cromo trivalente con los ligantes orgánicos, se obtiene el cuero conocido como "wet blue".

Finalmente esta etapa concluye lavando el cuero para quitar las sales, luego se escurre mediante una operación mecánica (exprimido), se "divide en azul" donde se separa la flor de la carnaza, terminando con un raspado o rebajado para igualar el espesor del cuero.

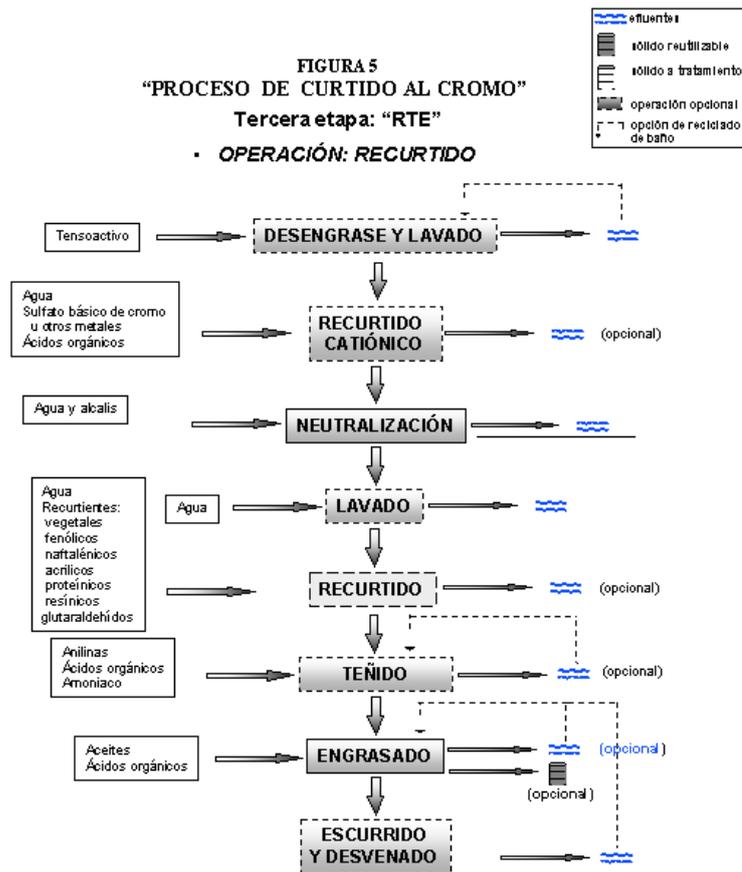


Figura 3: "Proceso de curtido 3º Etapa"

Generalmente las aguas residuales de curtiembre se tratan en plantas de purificación biológica, a pesar de que la mayoría de los efluentes de curtiembre aportan elevados valores de Demanda Química de Oxígeno (DQO) y por otra parte compuestos muy tóxicos (colorantes, fenoles, cromo, tensio-activos, etc) que envenenan e inhiben a los microorganismos gestores del tratamiento biológico. Sin embargo, estos procesos tienen costos operativos muy importantes y otras dificultades, lo cual induce al desarrollo de nuevos y más precisos métodos para la remediación de efluentes.

En el análisis químico de los líquidos residuales de curtiembre se determinan restos de colorantes, sulfuros, cromo, tensioactivos, fenoles, materia orgánica, etc. que tienen similitud con efluentes líquidos de la industria textil, de los cuales se tiene antecedentes del trabajo realizado por nuestros colegas de la Universidad de Alicante [9].

Durante el trabajo de campo, relevamiento, toma de muestras y análisis del proceso de curtiembre se observó que existe un amplio rango de variación en la formulación de los procedimientos de curtiembre, recurtido, teñido y engrase. Estas diferencias indujeron a ajustar nuestras hipótesis sobre el tamaño de la muestra, como también acotar el campo de nuestro muestreo, por estas razones nuestro trabajo se circunscribió al vuelco de la etapa de recurtido, donde se produce emisión de cromo sin separación previa y su influencia negativa en la actuación de los microorganismos en

posteriores etapas de tratamiento biológico. En tanto, que los residuales de: "Teñido y Engrase" se experimentaron por electrocoagulación, midiendo la extinción del color entre el líquido residual sin tratar o inicial y el del líquido tratado o final, por la técnica de medición con estándares de platino-cobalto (Pt/Co) Hazen, basadas en la escala AHPA o de Hazen de color para aguas de consumo humano, aguas negras o efluentes cloacales, así como líquidos residuales de origen industrial.

Resultados y discusión.

Con este proyecto se introdujo una innovación en las técnicas de gestión y remediación de líquidos residuales de curtientes. Se tomó un número de muestras por medio de un muestreo simple al azar, de modo tal que, la comprobación o refutación de nuestra hipótesis está dada por el procedimiento de muestreo y los análisis químicos realizados, se adoptó un tamaño de muestra tal que nos asegurara un nivel de confianza superior al 90%.

Los resultados de la remediación de las muestras de "recurtido" en su etapa química o de neutralización, permiten inferir un nivel de incertidumbre menor del 4% ($m < 0,04$), toda vez que, el método arrojó eficiencia bruta media del 97,83 % en la reducción de Cromo en las muestras de líquido residual.

La **Tabla 1:** muestra en forma detallada los valores hallados y resultados de cálculo sobre los tenores de cromo antes y después del tratamiento, así como la eficiencia bruta media.

Los resultados de la extinción de color mediante electrocoagulación de los líquidos residuales de "teñido y engrase", realizada sobre las muestras del efluente de la curtiembre testigo en las condiciones experimentales antes descritas, se muestran en: **Tabla 2:** se exponen los resultados de los análisis de las muestras antes y luego de experimentos de extinción de color de residual "teñido y engrase" con el reactor de electrocoagulación (REC1) a escala de laboratorio.

Conclusiones.

Hipótesis confirmadas o refutadas.

Hipótesis confirmada: es factible eliminar colorantes en líquidos residuales de teñido de pieles bovinas mediante electrocoagulación. (curtido al cromo)

Hipótesis refutada: La hipótesis original que fuera tratar por electrocoagulación en forma conjunta los efluentes de las últimas etapas húmedas del curtido al cromo de cueros bovinos denominada "Recurtido, teñido y engrase". Los primeros experimentos mostraron que no es conveniente recuperar/eliminar el sulfato básico de cromo del residual en la operación de recurtido, teñido y engrase mediante electrocoagulación, toda vez, que el mismo queda contaminado con restos de colorantes y aceites; sino que dividiendo el tratamiento en dos, por una parte: residuales "Recurtido" utilizando la muy probada técnica de precipitación química de ajuste de potencial de hidrogeniones (pH) con hidróxido de sodio 30%, la cual arrojó una eficiencia media del 97,83 %.

Por otra parte, para completar el tratamiento, los residuales de "teñido y engrase" se ensayaron primero con electrodos Cromo Niquel/ hierro SAE por electrocoagulación, y

luego reemplazando el hierro por un ánodo de aluminio arrojó líquidos finales más claros y con mayor eficiencia de extinción (eficiencia 96,56%).

Novedades: La observación de los resultados analíticos muestra que en los líquidos tratados se encuentra una alta concentración de sólidos disueltos totales (media 10400 ppm), se estima que para la futura gestión ambiental integral de los mismos, se debe apelar a otras técnicas de tratamiento, para lo cual se abre otra línea de la investigación, para lo cual se prevé desarrollar otro proyecto de investigación, cuya hipótesis a priori sería el tratamiento de estos últimos residuales mediante métodos electroquímicos tales como la electrodiálisis, extraer dichos sólidos disueltos mediante el uso de energías alternativas tales como células fotovoltaicas utilizadas directamente sin baterías de almacenamiento intermedio.

ANEXOS

Tabla 1: Resultados tratamiento Cromo

| Muestra | Cromo total inicial | Cromo total final | Eficiencia Bruta de Remoción |
|--------------------|---------------------|-------------------|------------------------------|
| | mg/Kg. | mg/Kg. | % |
| Q01 | 115,5 | 0,1 | 99,20 |
| Q02 | 25,47 | 0,47 | 98,15 |
| Q03 | 70,0 | 3,51 | 94,99 |
| Q04 | 572,0 | 5,85 | 98,97 |
| Q05 | 264 | 5,68 | 97,85 |
| Valor medio | 209,39 | 3.12 | 97,83 |

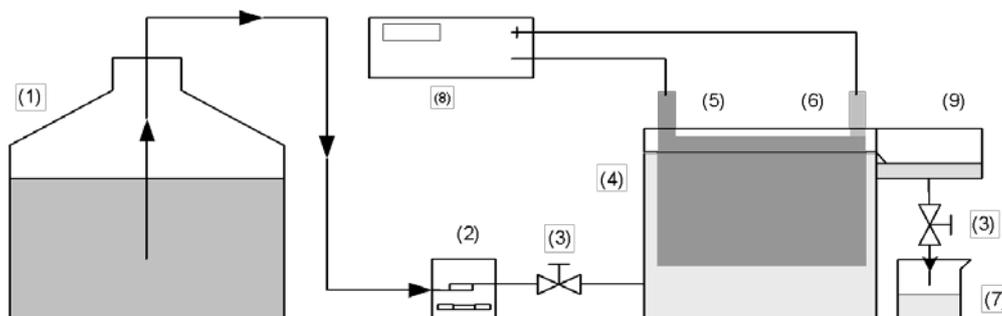
Tabla1: Muestra los resultados de la serie de experimentos realizados mediante el ajuste de pH con solución NaOH 30% adicionada por goteo en reactor químico laboratorio.

Tabla 2: Resultados Electrocoagulación

| Muestra | Color Pt/Co inicial | Color Pt/Co final | Eficiencia Bruta de Extinción |
|--------------------|---------------------|-------------------|-------------------------------|
| | UPC. | UPC. | % |
| M01 | 1840,0 | 74,0 | 95,98 |
| M02 | 387,0 | 8,0 | 97,93 |
| M03 | 890,0 | 28,0 | 96,85 |
| M04 | 782,0 | 29,0 | 96,30 |
| M05 | 986,0 | 42,0 | 95,74 |
| Valor medio | 977,0 | 36.2 | 96,56 |

Tabla 2: se exponen los resultados de los análisis de las muestras antes y luego de experimentos de extinción de color de residual “teñido y engrase” con el reactor de electrocoagulación (REC1) a escala de laboratorio.

Figura 1



Esquema del sistema experimental. (1) Depósito de la solución a estudiar; (2) Bomba dosificadora; (3) Válvula; (4) Electrocoagulador; (5) Cátodo; (6) Ánodo; (7) Solución tratada; (8) Fuente; y (9) Separación Sólido/Líquido.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Acuña, G., 2003, “*El Medio Ambiente y el Desarrollo Sostenible en el Nivel Local*”, Apuntes de clase, Inedito.

Albuquerque, F., 2004, “*El enfoque del desarrollo económico local*”, Organización Internacional del Trabajo.

Anred, 2006, “*Biodiversidad en America Latina, Argentina: Polo Petroquímico – Villa Inflamable*”

Asociación de Vecinos “La Boca”, 2003, “*Informe Especial: La Cuenca Matanza – Riachuelo*”

Arauz, M., Arca, G., Barcat, B., Caraballo, A., Ferrarazzo, A., Gowland, M., Manfredi, C., 2002, “*Guía de Trabajo del Foro para el Desarrollo Sostenible de la Cuenca Matanza – Riachuelo*”, Talleres Gráficos Leograf S.R.L. – Fundación Ciudad.

Azar, A., H.J. Trochimowicz and M.E. Maxfield. 1973. “*Review of lead studies in animals carried out at Haskell Laboratory - Two year feeding study and response to hemorrhage study*”. Barth D. , A. Berlin, R. Engel, P. Recht and J. Smeets, Ed.

Atencio, H. C. 1996. “*Planificación de Cuencas Hidrográficas.*” Segundo Congreso Latinoamericano de Manejo de Cuencas Hidrográficas, Mérida, Venezuela. Oficina Regional de la FAO para América Latina y el Caribe, pp. 31-41. Santiago de Chile,

Baird, C., 2001, “*Química ambiental*”, Editorial Reverté.

Banco Mundial, 1992, “*Informe sobre el Desarrollo Mundial 1992. Desarrollo y medio ambiente*”, Washington D.C., B.I.R.F.

Beaty. R. D.: 1987. “*Concepts, Instrumentation and Techniques In Atomic Absortion Spectrophotometry*”. Pelkin Elmer.

Bengoa, G., 1998, “*7 notas sobre Historia Ambiental*”, Revista I+A N°6.

Betts, P. R., R. Astley & D.N. Raine. 1973. “*Lead intoxication in children in Birmingham*”. Brit. reed. J., 1: 402-406. En: IPCS (International Programme on Chemical Safety). Environmental Health Criteria 3. Lead. World Health Organization. Genova.

Brailovsky, A. E., Foguelman, D. 1995, “*Memoria Verde*” Ed. Debosillo.

Brailovsky, A.E. 2012. IX JORNADAS DE EDUCACION AMBIENTAL. Salta, Argentina, Noviembre de 2012.

Breckenridge R. P. y A. B. Crockett; 1995. “*Determination of Background concentrations of inorganics in soils and sediments at hazardous waste site*”. EPA/540/S-96/500.

Brown and Caldwell, 1996. Dock Sud Environmental Remediation and Pollution Abatement Project, final report, prepared for Secretaría General de la Gobernación de la Provincia de Buenos Aires.

Bustos Cara, R., 1998. “*Espacio – Tiempo y Territorio*”, Editorial UNS. PP 67-83

- Bustos Cara, R.**, 2002. "Los Sistemas Territoriales. Etapas de Estructuración y Desestructuración en Argentina", Anales de Geografía de la Universidad Complutense, Vol. 22. PP 113-129.
- Calduch Cervera, R.** 2003. "Métodos y técnicas de investigación en relaciones internacionales". Madrid: Curso de doctorado, Universidad Complutense de Madrid, 2003.
- Canter L. W.**, 1998 "Manual de Evaluación Impacto Ambiental." Editorial McGRAW HILL./Interamericana de España, Madrid.
- Chen, T. B.; Y. M. Zeng; H. Chen y G. D. Zeng;** 2004. "Background concentrations of soil heavy metals in Beijing". Chinese Journal of Environmental Science 25, pp. 117-122
- Clifford, D.** 1998. "Recovery of Lead from Soil, EPA G.N. 094UHH2347". University of Houston.
- Coase, R.**, 1973, "El problema del costo social", en Breit W. y H.Hochman, Microeconomía, México, Interamericana. Publicado originalmente en 1960 en el Journal of Law and Economics.
- Conesa Fernández-Vítora, V.** 2010. "Guía metodológica para la evaluación de impacto ambiental". Cuarta Edición, Ediciones Mundi-Prensa. Madrid.
- Corcobado cartes, T.**, 2004, "Donde el aire de la vuelta: Sociedad de la información y exclusión social, El papel de la educación". Apuntes de clase del Master en tecnologías educativas – Universidad de Extremadura.
- Creswell, J.** 2005. "Educational research: Planning, conducting and evaluating quantitative and qualitative research". Upper Saddle River: Pearson Education.
- Decreto N° 1152** reglamentario de la Ley N° 123, del Gobierno de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires.
- Decreto N° 1.741/96**, reglamentario Ley 11.459 de la Provincia de .Buenos Aires.
- Del Río, J. L.**, 2005, "Funciones y disfunciones ambientales en la zona Periurbana", programa editorial del CIAM
- Demsetz, H.**, 1967, "Hacia una teoría de los derechos de propiedad", Libertas, N° 6, año IV, Mayo. Publicado originalmente en American Economic Review.
- Due, J. y Friedlander, A.**, 1981 "Análisis económico de los impuestos y del sector público", Buenos Aires, El Ateneo.
- ECDIN** (Environmental Chemicals Data and Information Network). Tetraethyl lead. Agosto 1998. 000443X.
- Echecuri, H. Ferraro, R. Y Bengoa, G.**, 2002 "Evaluación de Impacto Ambiental". Espacio Editor. Buenos Aires.
- Exposito, E.**, 1999, Tesis Doctoral. Dpto Química Física. Facultad de Ciencias de la Universidad de Alicante.
- FAUBA, Facultad de Agronomía Universidad de Buenos Aires, 2007, "**Estudio interdisciplinario sobre contaminación para remediar al Matanza-Riachuelo**". Inedito

- Fernández Larrain, F.**, 1986, "*Historia del partido de Avellaneda*", Ed. La Ciudad, Avellaneda.
- Fernández, R.**, 2000, "*La Ciudad Verde, Teoría de la Gestión Ambiental Urbana*", Espacio Editorial
- Feres, J.C. y X. Mancero**; 2001. "*El método de las Necesidades Básicas Insatisfechas (NBI) y sus aplicaciones en América Latina*". CEPAL, División de Estadística y Proyecciones Económicas. Santiago de Chile.
- Ferraro, R.**, 2004, "*Ecología de sistemas urbanos*", Apuntes de clase. Inedito
- Forbes, F. J. y R. C. Hodges**. 1971. "*New approaches to comprehensive planning in Canada*". Water Resources Bulletin. Vol. 7, Nº 5.
- Galan Huertos, E. y Romero Baena, A.**, 2008. "*Contaminación de Suelos por Metales Pesados*", Macla revista de la sociedad española de mineralogía, Nº 10.
- Galeano, Eduardo**, 1994, "*Úselo y Tírelo*" Editorial Planeta, Buenos Aires. **Galeano, Eduardo**, 1998, Patas arriba. La Escuela del Mundo del Revés. Ed. Catálogos.
- Gallopin, G.** 2003. "*Sostenibilidad y Desarrollo Sostenible: un enfoque sistémico*". CEPAL, Serie Medio Ambiente, División de Desarrollo Sostenible y Asentamientos Humanos, Nº 64. Santiago de Chile.
- Galperín, C.**, 1998, "*Los Problemas Ambientales y la Teoría Económica*". Apuntes de clase.
- García, R.** 2006. "*Sistemas complejos: conceptos, método y fundamentación epistemológica de la investigación interdisciplinaria*". Editorial Gedisa. Barcelona, España.
- Garay, Alfredo M.**, 2006, "*Algunas observaciones respecto de cómo el capital está reorganizando nuestro territorio, Región Metropolitana de Buenos Aires 1980 / 2006, La Centralidad y los Antiguos Centro, el Caso de Buenos Aires, Transformaciones en el Area Metropolitana de Buenos Aires*"; Apuntes de clase.
- Guimarães, R.** 2002. "*Desarrollo sustentable en América Latina y el Caribe: desafíos y perspectivas a partir de Johannesburgo!*". En H. Alimonda. Los tormentos de la materia. Aportes para una ecología política latinoamericana, CLACSO, Consejo Latinoamericano de Ciencias Sociales. Buenos Aires.
- Gómez Orea D.**, 1999, "*Evaluación de Impacto Ambiental*." Ediciones Mundi-Prensa. Madrid.
- Gómez Orea D.** 2007. "Ordenación territorial". Segunda Edición, Ediciones Mundi-Prensa. Madrid.
- Guzmán Casado, G. y Mielgo, A.A.**, 2007. "*La investigación participativa en agroecología: una herramienta para el desarrollo sustentable*". Ecosistemas, vol. 16:1, (www.revistaecosistemas.net).
- Henry, J G. y Heinke, G. W.**, 1999, "*Ingeniería Ambiental*", Prentice may, México.

Kabata Pendias, A. y Pendias. H., 1992. "*Trace Elements in Soils and Plants*", 2nd Ed. CRC Press. Boca Raton, pp. 365.

Kasprzak, K.S., K.L. Hoover and L.A. Poirier. 1985 "*Effects of dietary calcium acetate on lead subacetate carcinogenicity in kidneys of male Sprague-Dawley rats. Carcinogenesis*". 6 (2): 279-282. U.S. EPA (U.S. Environmental Protection Agency).

La Grega, M. D.; 1998. "*Gestión de Residuos Tóxicos*". Ed. McGraw-Hill Interamerican, Madrid.

Labunska, I., Brigden, K., Stringere et al., 2000 "*Identificación y trascendencia ambiental de contaminantes orgánicos y metales pesados asociados con la curtiembre Arlei S.A., Las Toscas, Provincia de Santa Fe, Argentina 2000.*" Laboratorios de Investigación de Greenpeace,

Laubstein, U., **2006**, "**La intoxicación por metales pesados y su eliminación a través de remedios naturales**". **Ecoportal.com**.

Leff, E. 1998. "*Ecología y capital; racionalidad ambiental, democracia participativa y desarrollo sustentable*". Tercera edición. Siglo XXI editores. México.

Ley 123. "*Radicación Industrial y otros. Legislatura y Gobierno de la Autónoma de Ciudad de Buenos Aires*".

Ley Nº 11459 "*Radicación Industrial en el ámbito de la Provincia de Buenos Aires*".

Ley Nº 11720 "*Residuos Especiales en el ámbito de la Provincia de Buenos Aires*"

Ley 24051 "*Residuos Peligrosos en el ámbito Nacional*"

McLean J. E. y B. E. Bledsoe; 1992. "*Behavior of metals in soil*". EPA-Ground Water Issue, EPA/540/S-92/018.

Machín Fernández, M. M., 2006, "*Valoración Económica de los Recursos Naturales: Perspectiva a través de los diferentes enfoques del mercado*". Revista Futuros Nº 13 vol IV.

Mangosio J., 1997, "*Medio Ambiente y Salud Ocupacional*" Ed. Nueva Librería, Buenos Aires.

Mises, L. Von, 1986, "*La Acción Humana. Tratado de Economía*", Madrid, Unión Editorial.

Mishan, E.J., 1971, "*The postwar literature on externalities: an interpretative essay*", Journal of Economic Literature.

Monitor-Enviro Cónsul: 2000. "*Secondary Model Procedure for the Development of Appropriate Soil Sampling Strategies for Land Contamination, Final Report*", Ed. Environmental Agency Bristol. UK.

Montenegro, R., 2004, "*Ecología de Sistemas Urbanos*", programa editorial del CIAM

Moscoso Rodriguez, I., 2004, "*Acerca de la Gestión Ambiental de Ciudades*", Apuntes de clase, inedito.

- Naredo, J. M.**, 1992, *"Los Cambios en la Idea de Naturaleza y su Incidencia en el Pensamiento Económico"*. Información Económico Española, Nº 711.
- Nebel, B.J. y Wright, R.T.** *"Ciencias Ambientales. Ecología y Desarrollo Sostenible"*, Prentice Hall, México, 1999, p13.
- North, D.C.**, 1984, *"Estructura y Cambio en la Historia Económica"*, Alianza, Madrid.
- North, D.C. y Leroy Miller, R.**, 1985, *"El análisis económico de la usura, el crimen, la pobreza, etcétera"*, México, Fondo de Cultura Económica.
- Novotny, V.**, 1995, *Diffuse sources of pollution by toxic metals and impact on receiving waters. In "Heavy Metals"*, W. Salomons, U. Förstner & P. Mader, eds. Springer-Verlag, Berlin, 33-52.
- OMS (Organización Mundial de la Salud)**. 1995, *"Guías para la calidad del agua potable"*. Segunda Edición. Volumen I. Recomendaciones.
- OMS (Organización Mundial de la Salud)** 2010, *"Guía de la OMS sobre niveles guía de calidad de aire y contaminantes de ambientes interiores"*
- PAE, JMB;** 2003. *"Ingeniería Ambiental. Plan estratégico para la gestión ambiental sustentable de un área urbano-industrial a escala completa, Avellaneda"*, pp. 5-6 y 650-654.
- Pearce, D.W.**, 1985, *"Economía Ambiental"*, México, Fondo de Cultura Económica.
- Pearce, D.W. and Warford, J.**, 1993, *"World without end: economics, environment and sustainable development"*, New York, Oxford University Press.
- Peralta, E.**, 2003, *"La Defensoría del Pueblo de la Nación ira a la Justicia si no se elabora un Plan de Saneamiento en el Riachuelo"*, Clarín 05/12/03, Medio ambiente
- Pérez-Estévez, Antonio**, "Sujeto moderno y naturaleza en el último Nietzsche", Utopía y Praxis Latinoamericana v.11 n.34 Maracaibo sep. 2006.
- Pérez Catán, S.; Arribere, M. A.; Cohen, I. M.;** 2009, *"Uso del 197 Hg como trazador de la reacción de metilación de mercurio. Análisis de la transformación biótica y Abiótica de sedimentos en Lago Escondido"*, Revista Rumbos Tecnológicos Año 1, Volumen 1, pp 9-25.
- PNUD;** 2002. *"Aportes para el Desarrollo Humano de la Argentina / 2002"*. Segunda Edición. Buenos Aires.
- Reboratti, C.** 2000. *"Ambiente y sociedad: conceptos y relaciones"*. Editorial Planeta Argentina. Buenos Aires.
- Reese, E.**, 2006, *"Gestión Ambiental de Ciudades y Sistemas Urbanos"* Apuntes de clase
- Resolución SRNAH Nº544/94.** *"Obligación de recibir acumuladores usados, a la que se ajustarán los vendedores de acumuladores eléctricos en las operaciones de venta"*
- Samaniego, J**, 2004, *"De Río a Johannesburgo, La Sostenibilidad del Desarrollo en una Década en América Latina y el Caribe"*, Apuntes de clase, Inedito.

- San Lorenzo, D.M. y Nogueira, G.D.**, 1991, "*Hydrometallurgical Treatment of lead secondaries*". International Pb-Zn Study Group, Roma 11-13.
- Sanna E.** 2003., Liguori A., Palmas L., Soro M.R. and Floris G. Blood and Hair Lead Levels in boys and girls. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 293-299.
- Seoane Calvo, M.**, 1999, "*Contaminación del suelo, Estudio, Tratamiento y Gestión*", editorial Multiprensa.
- Settle, D.M. and Patterson C.C.**, 1980. "*Lead in albacore: Guide to lead pollution in Americans*". *Science* 207: 1167-1176.
- Silva Busso, A., Vives, H. F., Petelín, K., Ramírez, L.O., Vives, A. M.**, 2005, "*Evaluación de la Calidad de Suelos Contaminados con Plomo, Buenos Aires, Argentina*", *Revista de Geología Aplicada a la Ingeniería y al Ambiente A.S.A.G.A.I.A.*, N° 21, pp 147-156.
- Solana, P., Banega, B.**, 2006, "*La disminución del arsénico en el agua, un desafío*", *Revista* N° 25. Pp 8 a16.
- Steiner, N.**, 1990, "*El Judaísmo en un Mundo Ecológicamente Decadente*", *Coloquio*, N° 23.
- Tong-Bin Chen, Z.; L. Yuang Ming; H. Mei; W. Ze-Chuh; W. Hong-Tao; C. Huang, F. Ke-Ke; W. Xiao y T. Qim-Zheng**; 2005. "*Assesment of heavy metal pollution in surface soils of urban parks in Beijing, China*". *Chemosphere*. 60, 4, 542-551
- U.S. E.P.A., IRIS, 1993 (U.S. Environmental Protection Agency. IRIS (Integrated Risk Information System). 0277. "*Lead and compounds (inorganic)*".
- U.S. E.P.A., 1972, "*Environmental health aspects of lead*": **Proceedings International Symposium; Amsterdam, The Netherlands. Commission of the European Communities; Luxemborg. p. 199-208.**
- U.S. E.P.A., 1995. "*Risk Assessment Guidance for Superfund*" Volume II, Environmental Evaluation.
- U.S. E.P.A. 6200. 1998, SW 486 under RCRA. "*Metals in Soil Analysis Using Portable X-ray Fluorescence*".
- U.S. E.P.A. 7420. "*Methods for metal determination in soils*".
- Valdés Perezgasga, F. y Cabrera Morelos, V.**, 1999. "*La contaminación por metales pesados en Torreon, Coahuila, México. En Defensa del Ambiente, A.C. y Ciudadanía Lagunera por los Derechos Humanos, A.C*".
- VATTIMO Gianni. "**Si queremos superar los imperialismos, debemos acostumbrarnos a un mundo descentrado**". *Enfoques, La Nación*, Diciembre 9 de 2012, pp1-3.
- Verrengia Guerrero, N. Kesten, E.**, 1997, "*Acumulación y distribución de Cadmio y Plomo en Moluscos Bivalvos del Río de la Plata*" *Anales de la Asociación Química Argentina*, Vol 85, N° 5/6, pp 269/274

Vives, H. F., Petelin, K.; Dreisch, P.; Vives, A.M.; Exposito, E.; and Montiel, 2002. "Electrochemical Removal And Reuse Of Lead From Effluents Of Exhausted Battery Recovery Processes", Journal of The Argentine Chemical Society, Argentina, Vol. 90, pp 55-60

Vives H. F., Petelin, K., Vives, A. M., Silva Buso, A., 2006,"Remediación de suelos Contaminados con Plomo", Primera parte" Revista ASAGAI N° 23 1-5.

Vives H. F.; Silva Busso, A.; Petelin, K.; Dreisch, P.; Vives, A.M.; and Ramirez, L. 2007, "Mapeo de la Contaminación con Plomo en Suelo de Buenos Aires Argentina". Vectores, Ed. Tekné, UTN-Facultad Regional Avellaneda, Argentina, Vol. 3, pp 111-131.

Vives H. F., Zulaica, L., Petelín, K., Vives, A. M., 2009, "Caracterización de Metales Pesados en Sitios de Juego Infantil", inedito.

Vives H. F., Zulaica, L., Petelín, K., Vives, A. M., 2010. "Caracterización de Metales Pesados en Sitios de Juego Infantil", Anales de la Real Sociedad Española de Química, Volumen 106 N°1, pp 43-49.

Zingoni, J. M., 2007, "Procesos Socioeconómicos Territoriales", apuntes de clase, inedito.

REFERENCIAS Tratamiento electroquímico y precipitación del Cromo

[1] Bautista-Parente, 2010. *Instalación de Planta de Tratamiento Efluentes del Proceso de Curtiembre. Trabajo final Ingeniería Industrial.* F.I-UNLP Noviembre 26 de 2010.

[2] IUE 4-2005. *Recomendaciones para la utilización de residuos que contiene cromo procedentes de la industria del curtido.* International Union of Environmental, organismo de la IULTCS. International Union of Leather Technologists and Chemist Societies.

[3] CICA, Cámara de la Industria del Cuero de Argentina, 2010. Estadística publicada a través de URUMAR.

[4] M. Kobyas, E. Dermibas, O.T. Can, M. Bayramoglu. 2006. *Treatment of Levafix Orange Textile Dye Solution by Electrocoagulation.* Journal of Hazard Materials, 132,183.

[5] C.L. Yang, J. Mc Garrahan. 2005. *Electrochemical Coagulation for Textile Effluent Decolorization.* Journal of Hazard Materials, 127,40.

[6] O.T. Can, M. Bayramoglu, M. Kobyas. 2003. *Decolorization of Reactive Dye Solutions by Electrocoagulation using Aluminium Electrodes.* Ind. Eng. Chem. Res. 42, 3391/96

[7] P. Canízares, F. Martínez, J. Lobato, M. A. Rodrigo. 2006. *Electrochemically Assisted Coagulation of Wastes Polluted with Eriochrome Black T.* Ind. Eng. Chem. Res. 45(2006)3474/80.

[8] IUE 6-2005. *Valores típicos de contaminación de los procesos convencionales de las tanerías.* International Union of Environmental, organismo de la IULTCS. International Union of Leather Technologists and Chemist Societies.

[9] David Valero, Juan M. Ortiz, Eduardo Expósito, Vicente Montiel, Antonio Aldaz. 2008. *Electrocoagulation of a Synthetic Textile Effluent powered by photovoltaic energy without batteries: Direct connection behaviour.* Solar Energy Materials and Solar Cells, Volume 92, Issue 3. 291-297.

- [10] M.Y.A. Mollah, R. Schennach, J.R. Parga, D.L. Cocke. 2001. *Electrocoagulation (EC) Science and Applications*. J. Hazard. Mater. 84, 29-41.
- [11] P. Canízares, F. Martínez, M. Carmona, J. Lobato, and M.A. Rodrigo. 2005. *Continuous Electrocoagulation of Synthetic colloid-polluted wastes*. Ind.Eng. Chem. Res. 44(2005) 8171-8177.
- [12] M.Y.A. Mollah, P. Morkovsky, J.A.G. Gomes, M. Kesmez, J. Parga, D.L. Cocke. 2004. *Fundamentals, present and future perspectives of electrocoagulation*. J. Hazard. Mater. 114(2004) 199-210.
- [13] Vives H. F., Silva, A.; Petelin, K.; Vives, A. M. 2009. *Remediación de Suelos Contaminados con Plomo Primera parte*. ASAGAIA, N°23- 1-5, 2009, ISSN 1851-7838, Buenos Aires.
- [14] Vives, H. F.; Petelin, K.; Dreisch, P.; Vives, A.M.; Exposito, E.; and Montiel, 2002. *Electrochemical Removal And Reuse Of Lead From Effluents Of Exhausted Battery Recovery Proceses*, Journal of The Argentine Chemical Society, Argentina, Vol. 90, pp 55-60.
- [15] Hazen A., Am. Chem. J. 14, 300-310 (1892)
- [16] Resolución 336/2003. (MAAPBA) Ministerio de Asuntos Agrarios Provincia de Buenos Aires, modifica valores límite de vuelco a cuerpos de agua (Modificación de la Resolución 389/1998 sobre normas de calidad de agua).
- [17] David Valero, Juan Manuel Ortiz, Vicente García, Eduardo Expósito, Vicente Montiel, Antonio Aldaz, Tratamiento por electrocoagulación de aguas residuales procedentes de la industria de la almendra. XXXII R. Grupo Electroquímica (RSEQ) Murcia, Septiembre 6-9 de 2011.