

Universidad Nacional de La Plata

MUSEO

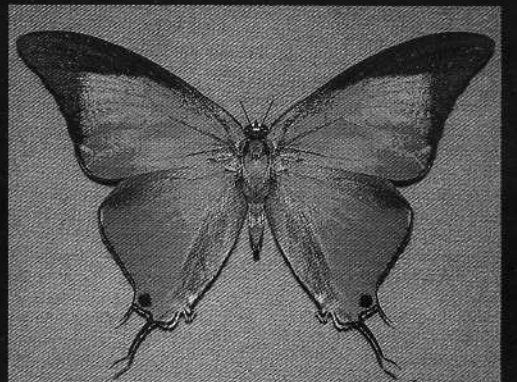
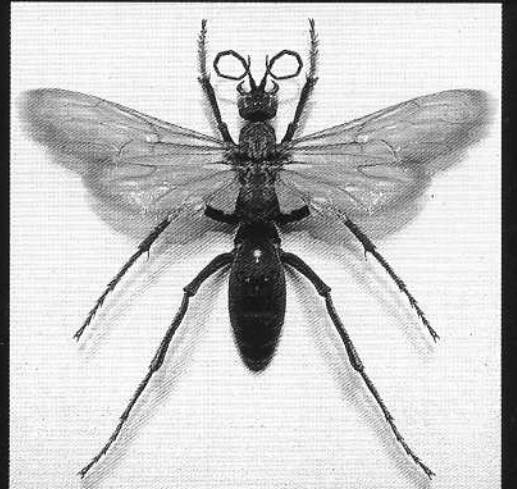
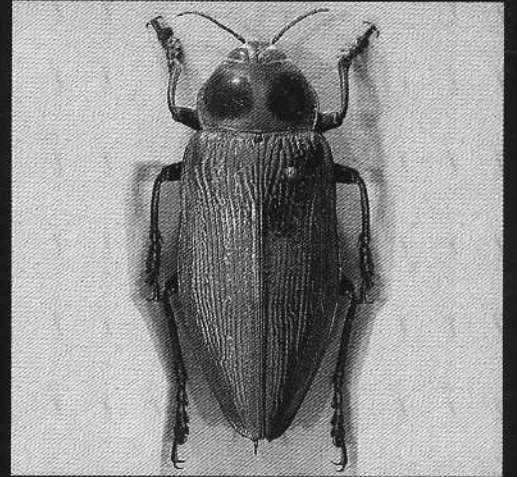
Museo de La Plata Facultad de Ciencias Naturales

Vol. 3 • N° 22 • \$ 5 • Noviembre 2008



Fundación Museo de La Plata
"Francisco Pascasio Moreno"

Colección Entomológica del Museo de La Plata



INSTITUTO DE GEOMORFOLOGÍA Y SUELOS

IGS

Martín A. Hurtado (*) y Mirta G. Cabral (**)

El 27 de marzo de 1968 fue creado el Instituto de Pedología, a partir de la propuesta del Dr. Arturo Amos, Jefe de la División Paleontología Invertebrados. Es así como la Facultad de Ciencias Naturales se constituyó en una de las primeras escuelas de geología del país en incorporar esta ciencia. Para esa misma época también se creó otro importante centro, el Instituto de Limnología.

El objetivo de la creación de este Instituto de Pedología, fue el de insertar a la Universidad Nacional de La Plata (UNLP) y a la Facultad de Ciencias Naturales y Museo en la problemática de los suelos, desde el punto de vista de la génesis, cartografía y clasificación de este recurso en nuestro país y muy especialmente de la región pampeana. A partir de su fundación el Instituto se nutrió de destacados investigadores. El interés del Rectorado de la UNLP permitió disponer de dos cargos de Profesor Titular dedicación exclusiva para el primer Director, el Ing. Agr. Rafael F.J. Valencia y el Subdirector, Ing. Agr. Carlos O. R. Miaczynski. También fueron

designados el Dr. en Química Roberto O. Sánchez, Profesor Adjunto, y un equipo de investigación y docencia que incluyó tres cargos de Jefe de Trabajos Prácticos que fueron ocupados por los geólogos Alberto Lago, Roberto Ibarguren y José Ferrer y tres Ayudantes Diplomados en los que se designaron los Lic. Samuel Luque, la Lic. en Química Dora E. Gentilini y la Lic. en Geología Perla A. Imbelloni, actualmente en actividad dentro del plantel del Instituto y especialista en Micromorfología de suelos, cátedra creada en 1986 de la cual es profesora. Se alquiló una casa en calle 49 n° 783 de La Plata para que sirva de sede del nuevo Instituto y se la dotó de equipamiento de laboratorio y gabinete de última generación, lo que significó una importante inversión en esa época. Estas erogaciones y los cargos de los investigadores fueron cubiertos con presupuesto de la Presidencia de la Universidad e incorporados al presupuesto de la Facultad.

Con el correr del tiempo se fue generando una renovación del personal, incorporándose el Geólogo

Oscar A. Duymovich que llegó a ocupar el cargo de Profesor Adjunto de Pedología General, al igual que el Lic. en Geología Martín A. Hurtado, actual Profesor Titular de dicha asignatura y Director del Centro, y del Ing. Agr. Jorge E. Giménez, Profesor Adjunto y ex Director.

Ante la renuncia del Ing. Valencia pasó a ocupar el cargo el Ing. Agr. Miaczynski, que lo desempeñó hasta fines de 1972 y quien antes de renunciar propuso a las autoridades de la unidad académica el cambio de denominación del Instituto de Pedología por el de Instituto de Geomorfología y Suelos, nombre que se adoptó a partir del año 1973 siendo conducido por el Profesor Titular de Geomorfología, Dr. Francisco Fidalgo.

A éste lo sucedió, a principios de 1978, el Dr. Alfredo Cuerda que ocupó dicho cargo por pocos meses hasta que es designado el Dr. Nauris V. Dangavs, que continuó hasta el año 2006, tras 28 años de conducción. Al finalizar su gestión se hace cargo el Ing. Agr. Giménez y, en la actualidad, la responsabilidad recae en el Lic. Hurtado.

CENTRO DE INVESTIGACIONES DE SUELOS Y AGUAS DE USO AGROPECUARIO

CISAUA

Martín A. Hurtado (*) y Mirta G. Cabral (**)

En 1970, con la llegada al Instituto del Geólogo Juan Clemente Schwindt, se comienza a gestar un convenio entre la UNLP y el Ministerio de Asuntos Agrarios de la Provincia de Buenos Aires, que

genera un nuevo ente denominado Centro de Investigaciones de Suelos y Aguas de Uso Agropecuario (CISAUA), concretado en noviembre de 1977, con la dirección del Dr. Dangavs.

El objetivo fundamental de la creación del CISAUA es la investigación básica y aplicada en el campo de la Pedología e Hidrogeología, con el fin de dar soluciones concretas al campo agropecuario, elaborando

planes y programas en forma directa o en estrecha colaboración con instituciones nacionales, provinciales, municipales y privadas. Es así como el IGS se constituye en un componente fundamental, manteniendo su autonomía y pasando a formar parte del Departamento de Geología de nuestra Facultad, contándose entre sus investigadores a personal del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET) y de la Comisión de Investigaciones Científicas de la Provincia de Buenos Aires (CIC).

A partir de ese momento, entre las disciplinas abordadas, se destaca la Geología del Cuaternario llevada a cabo por el Dr. Dangavs, mediante la cual desarrolló trabajos sobre Geolimpología, Geomorfología, Sedimentología, Estratigrafía y depósitos minerales relacionados a la paleolimpología. Recibió el Premio Dr. Raúl A. Ringuet de la Asociación Argentina de Limnología, para el período 1987-1988, por la obra *Geología, sedimentología y limnología del complejo lagunar Salada Grande, provincia de Buenos Aires*. Trabajó también en las Lagunas Encadenadas de Monte, los arroyos Las Garzas-Cañada de Navarro de Lobos, Navarro, Mercedes, Suipacha y de los cuerpos de agua de la vertiente del río Salado de la región de Chascomús. Su programa de geología del yeso, manifestaciones de relación paleolimpológica fue declarado de interés provincial por la Legislatura de la Provincia de Buenos Aires en 1993.

Para poder dar cumplimiento a los objetivos enunciados, se incorporaron a los equipos de investigación y docencia, los integrantes de la Cátedra de Hidrogeología conducidos por el Dr. Mario A. Hernández, investigador del CONICET, Premio de la Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales en Hidrogeología, año 2000, "Ing. Armando Ballofet" y la Lic. en Geología Nilda González. Las líneas de investigación desarrolladas por este equipo abarcan la investigación hidrológica

en la zona no saturada en áreas de llanura, el establecimiento de la línea de base ambiental para las aguas subterráneas y superficiales en el área minera de Tandilia, el estudio geohidrológico en la cuenca de los arroyos Martín-Carnaval del partido de La Plata, el estudio hidrogeológico ambiental en Junín, y la investigación geohidrológica en Península de Valdés, provincia de Chubut. El Dr. Hernández dirige la Maestría en Ecohidrología de la UNLP.

En el historial del Instituto se pueden citar entre los trabajos de mayor transcendencia en el orden nacional, el *Levantamiento de Suelos de los Valles Calchaquíes*, realizado mediante convenio con el gobierno de la Provincia de Salta, el *Relevamiento de suelos de los ríos Santa Cruz, Chico y Chalia*, a solicitud del gobierno de dicha provincia y del Instituto Nacional de Ciencia y Tecnología Hídrica (INCYTH), y el *Estudio de suelos de la Alta y Media cuenca del río Bermejo* a solicitud de la Secretaría de Recursos Hídricos y de la OEA.

A nivel provincial y municipal se estudiaron los suelos de los partidos de Magdalena y Brandsen a requerimiento del Laboratorio de Ensayo de Materiales e Investigaciones Tecnológicas (LEMIT); más adelante, por convenio con los municipios, se realizó el levantamiento de suelos del área de Daireaux-Pirovano y posteriormente la zona de influencia de la Colonia Las Carmelitas en Olavarría. A solicitud del Ministerio de Asuntos Agrarios, se realizaron estudios de suelos de las chacras experimentales de Coronel Suárez, Carhué, Miramar, Bellocq y Gorina. Por otro lado, hacia 1980 se comenzó a trabajar en la problemática de las inundaciones que afectaron la pampa arenosa. En este marco y financiado por la CIC, se realizó el estudio de geomorfología y suelos del partido de Salliqueló.

Se han desarrollado estudios de investigación con subvenciones internacionales tal como Euro-Latin

American Network for Environmental Assessment and Monitoring (ELANEM), con apoyo de la Unión Europea a los efectos reestablecer indicadores e índices de calidad ambiental. Se formó parte de la red iberoamericana Controles Abióticos de la Vegetación en Áreas de Humedales (CABAH), financiado por el Ministerio de Educación y Ciencias de España y el Consejo Nacional de Pesquisa (CNPq) de Brasil. Se encuentra en pleno desarrollo el proyecto Cambio Geomorfológico Global (CAMGEO), financiado por el Ministerio de Educación y Ciencias de España. Estos tres proyectos fueron coordinados en representación de la UNLP por el Lic. M. Hurtado.

En los últimos años, ya incorporados los avances tecnológicos de los Sistemas de Información Geográfica, se realizaron estudios y cartografía temática del medio físico natural y antropizado, utilizados como base para el ordenamiento del territorio. Se trabajó en los partidos de La Plata, San Vicente y Berazategui, a solicitud de los respectivos municipios y con la financiación y evaluación del Consejo Federal de Inversiones. En el año 1994, el trabajo "Planificación Ambiental como base para el Ordenamiento Territorial", fue presentado a la Tercera Bienal Argentina de Urbanismo, organizada por el Colegio de Arquitectos de la Provincia de Buenos Aires, donde recibió por parte de un jurado internacional una Mención Honorífica en el área de Investigación. También, por convenio con la CIC, y como parte del programa de asesoramiento a municipios, se realizaron los estudios ambientales en los partidos de Berisso y Florencio Varela.

* Director del IGS - CISAUA
y Profesor Titular de la Cátedra
de Pedología General. Facultad de
Ciencias Naturales y Museo (UNLP).

** Profesional de Apoyo a
la Investigación (CIC).

DEGRADACIÓN AMBIENTAL EN EL PARTIDO DE LA PLATA

Martín A. Hurtado (*) y Mirta G. Cabral (**)

La protección y conservación de los recursos naturales incide en el desarrollo económico, social y cultural del territorio. Mantener su calidad, es una responsabilidad que debe ser compartida tanto por las autoridades como por la comunidad. La divulgación de problemáticas de deterioro ambiental, encarada de manera accesible desde los ámbitos académicos, contribuye a la adopción de medidas que modifiquen conductas generadoras de efectos perjudiciales.

Se presentan a continuación algunos aspectos que se creen de interés y que se corresponden con el libro recientemente publicado *Análisis ambiental del Partido de La Plata - Aportes al Ordenamiento Territorial*, y que fuera realizado por el equipo dirigido por el Lic. Martín Hurtado, y conformado por Jorge Giménez, Mirta Cabral, Mario da Silva, Omar Martínez, Cecilia Camilión y colaboradores, publicado en 2006 por la Municipalidad de La Plata.

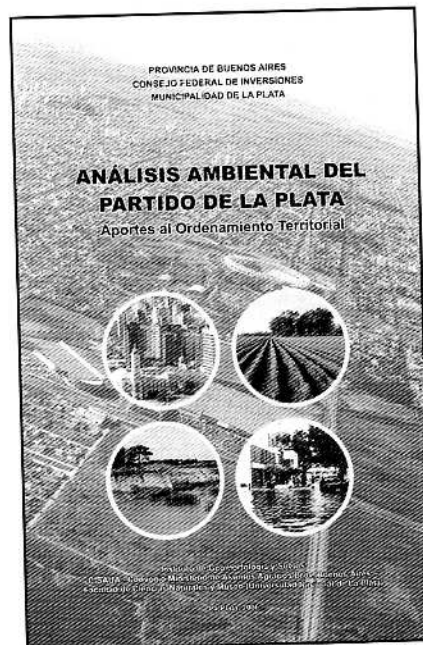
Introducción

La investigación está orientada a aportar herramientas que mejoren las condiciones ambientales del territorio y la capacidad productiva del municipio, teniendo como objetivo el mejoramiento de la calidad de vida de sus habitantes

y la sustentabilidad de la explotación de sus recursos. El moderno concepto de planificación estratégica incluye estos criterios como

una premisa a tener en cuenta a la hora de establecer políticas de desarrollo. Para lograr estos objetivos es imprescindible conocer y evaluar las características físicas del medio, sus recursos naturales, las problemáticas que los afectan y su evolución a través del tiempo. Con este estudio, se pretende brindar información que sirva tanto a los técnicos del municipio, como a entes provinciales y a la actividad privada, aportando además a la difusión del conocimiento en diferentes niveles del sistema educativo.

Es sabido que la dinámica natural implica cambios, pero éstos se ven potenciados ante la dinámica de la acción antrópica. Aquí se presenta un análisis de la situación al año 2006, sin dejar de tener en cuenta el aumento de los problemas de degradación sufridos desde la



fundación de La Plata en 1882. El trabajo implica una puesta a punto al conocimiento de las características naturales y de las modificaciones que las afectaron. La cartografía temática y la interrelación de la múltiple información aportada, son optimizadas por medio de un Sistema de Información Geográfica que permite obtener y proporcionar herramientas de gestión territorial más completas y efectivas, atenuando los múltiples conflictos de uso del suelo entre intereses contrapuestos, minimizando los riesgos naturales y recomendando pautas para su mitigación. El resultado del análisis realizado, se concreta en una delimitación de Unidades de Planificación, las cuales pueden ser utilizadas para la discusión de proyectos de desarrollo productivo local. Los primeros capítulos tratan sobre la ubicación y población del partido, el clima y la infraestructura de comunicaciones, mientras que los siguientes describen el medio físico.

La confección del estudio abarca los siguientes pasos metodológicos: recopilación y evaluación de antecedentes, descripción climática, fotointerpretación, tareas de campo y de laboratorio, delimitación de cuencas, caracterización y descripción de unidades geomórficas, procesos, origen y tipo de materiales de cobertura, estratigrafía, análisis de suelos, propiedades ingenieriles de los suelos, tratamiento informático, cálculo de un índice agregado de afectación territorial, desarrollo de un Sistema de Información Geográfico y elaboración de cartografía temática. Esta última incluye infraestructura de comunicaciones, topografía, pendientes regionales, hidrografía, geomorfología, tipos de suelos y su capacidad de uso para la producción, degradación del suelo por actividades extractivas, peligrosidad de canteras, uso de la tierra, riesgo hídrico y unidades

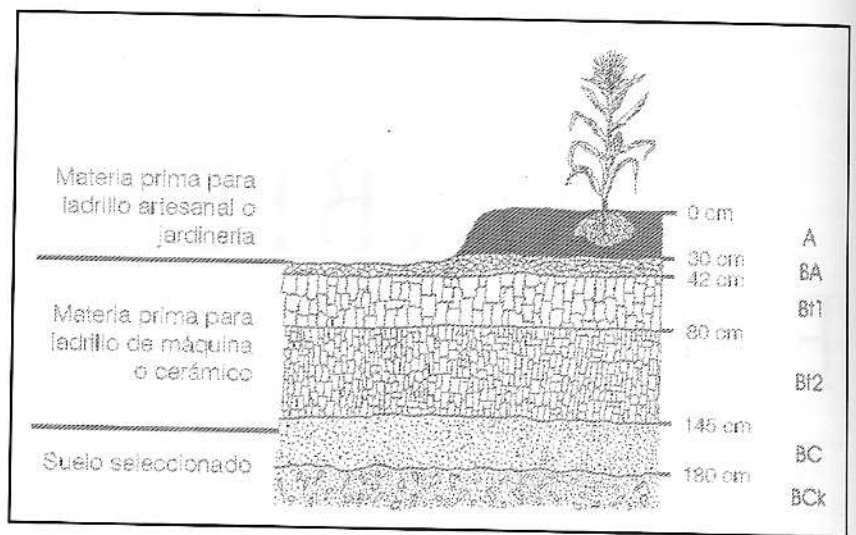


Fig. 35. Utilización de los distintos horizontes del suelo.

de planificación. Todos ellos son presentados en un CD adjunto, y con posibilidades de ser bajados al papel en el tamaño que convenga.

Como resultado del estudio del medio físico del partido y el análisis de la cartografía básica, se considera de interés, a los fines de este artículo, destacar la grave problemática de las actividades extractivas y las inundaciones.

Degradación de suelos por actividades extractivas

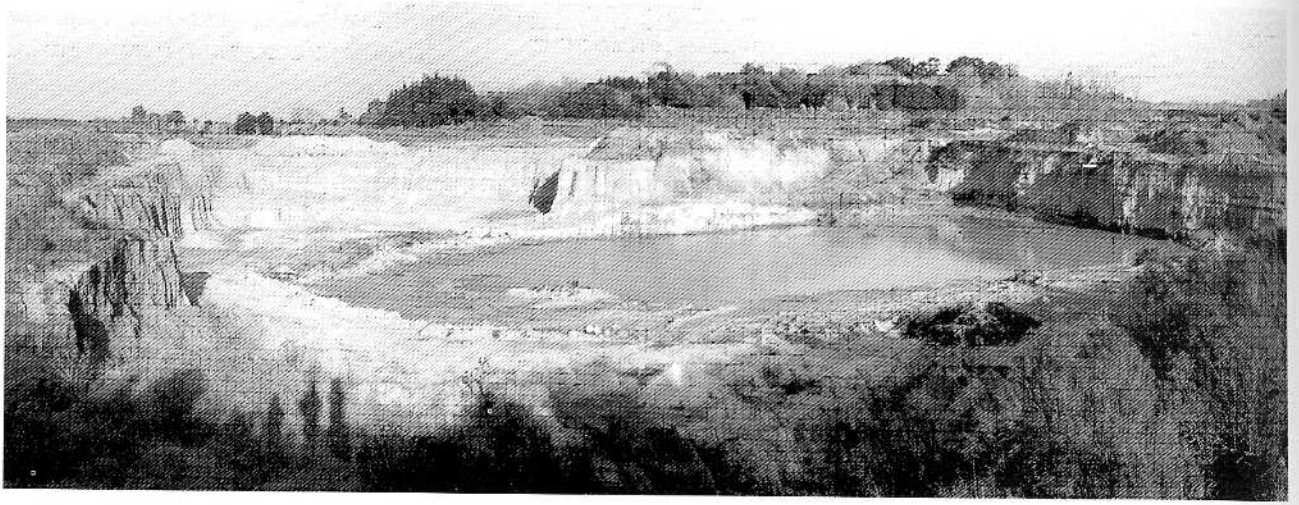
Las actividades extractivas constituyen la principal causa de pérdida de suelo en la región. Es por esta razón que se consideró esencial analizar y cartografiar las consecuencias territoriales y productivas de esta actividad. La cartografía delimita áreas decapitadas y canteras, tanto antiguas y abandonadas como en explotación. Se localizaron además los hornos de ladrillos en actividad así como, a manera de recopilación histórica, las parcelas donde existieron antiguos hornos, con extracción del horizonte humífero y que en la actualidad se encuentran urbanizadas, baldías o bajo un mínimo uso ganadero extensivo. Algunas parcelas decapitadas han sido recuperadas para actividades agrícolas intensivas, mediante labranzas profundas, aplicación de

compost, fertilización, etc.

El seguimiento en el tiempo de esta problemática se realizó en base a fotografías aéreas históricas de los años 1956, 1966, 1972, 1984, 1992 y 1996 que permitió analizar la afectación territorial producida por este tipo de actividades. Para el estudio, se analizó además material aerofotográfico digital de 1997, 2000 y 2001 e imágenes satelitales Aster de 2002 corroboradas por trabajos de campo realizados a lo largo de 2003 y 2004.

Las regiones periféricas a los grandes centros urbanos son habitualmente afectadas por distintas formas de degradación ambiental, generándose conflictos de uso de la tierra por la competencia entre las actividades urbanas, industriales, recreativas, agrícolas o extractivas, que utilizan al territorio en su función de soporte de actividades.

También generan conflictos las actividades que utilizan el territorio en su función de fuente de recursos. Un ejemplo de esta utilización es el recurso suelo destinado a la explotación agropecuaria, considerada como un aprovechamiento con posibilidades de sustentabilidad en el tiempo. En contraposición, la actividad extractiva considera al suelo como un recurso minero y se constituye en un claro ejem-



Cantera abandonada, con afloramiento de nivel freático.

plo de desarrollo no sustentable y agotador del recurso. Esta práctica, conjuntamente con la urbanización, ocasiona la degradación parcial o total de los suelos. En el partido de La Plata el uso extractivo y el crecimiento urbano se han desarrollado en detrimento del uso hortícola, ya que afectaron suelos de buena aptitud para la agricultura intensiva. Esta situación tiene su explicación en el hecho de que los productores agropecuarios se ven obligados por necesidad económica, a maximizar los ingresos y en este sentido la extracción de suelo proporciona mayores beneficios y con menores riesgos que las actividades agropecuarias. Se plantea así una disyuntiva entre la rentabilidad a corto plazo de las primeras, con una drástica disminución o pérdida total de la productividad de los suelos, y la rentabilidad sostenida derivada del cuidado del recurso a través de las prácticas conservacionistas.

Si bien la agricultura sin suelo es tecnológicamente factible en algunos lugares del mundo, es sólo posible a muy baja escala. En nuestro país, debido a sus costos, se dependerá durante mucho tiempo de este recurso natural para la producción de alimentos. La zona hortícola del Área Metropolitana, se constituye en fuente de trabajo de cientos de familias, encontrándose a corta

distancia del mercado consumidor del Gran Buenos Aires, con 15 millones de habitantes afectados por graves problemas de desempleo. Por lo tanto, debería desalentarse la conversión de suelos de alta calidad productiva para usos no agrícolas.

Extracción superficial del suelo

Las prácticas extractivas de suelo se realizan a distintas profundidades y para diferentes fines. Consiste en la remoción de la capa humifera u horizonte A (alrededor de 30 cm de espesor), con altos contenidos de materia orgánica, que es destinada a la fabricación de ladrillos artesanales y jardinería.

Conocida también como decapitación de suelos, los primeros antecedentes de esta actividad se remontan a la fundación de la ciudad en 1882. Hacia fines del siglo XIX alrededor de 150 hectáreas ya habían sido afectadas por esta extracción.

La localización de más de 130 hornos de ladrillos en el partido, de los cuales sólo existen cuatro en la actualidad, corrobora el hecho de que la industria ladrillera ha cumplido una importante función en la construcción de la nueva capital; sin embargo, con el transcurrir del tiempo ha ido en detrimento del suelo productivo, un recurso vital

para las actividades agropecuarias del partido.

Para tener una idea del valor de este recurso debe señalarse que **sólo el 11 % de la superficie terrestre del planeta puede ser utilizado sin restricciones con fines agrícolas**. El resto tiene limitaciones por aridez, desequilibrio de nutrientes, escasa profundidad, exceso de humedad y congelamiento permanente. (FAO, 1995). En la Provincia de Buenos Aires los suelos de mejor aptitud (clases I y II) representan sólo el 30 % de su superficie (INTA, 1989).

El Partido de La Plata posee suelos de alta calidad para la actividad agrícola, donde la extractiva se torna grave e injustificable. A pesar de ello la decapitación afectó hasta la actualidad una superficie de 96 km². La calidad productiva de estos suelos está fundamentada en sus características intrínsecas, ya que no presentan problemas graves de drenaje, ni de sodicidad/salinidad, se desarrollan en áreas elevadas donde los niveles freáticos están muy por debajo de la superficie del terreno y difícilmente presentan situaciones de anegamiento. En contraposición, los suelos situados hacia el sur del partido, pertenecientes a la cuenca del Río Samborombón, son en gran parte anegables y tienen alto contenido de sodio intercambiable. Se deduce de ello que existen serios

obstáculos para la expansión de la horticultura hacia estas áreas si es desplazada por la urbanización y las actividades extractivas.

La decapitación implica la pérdida de la parte más valiosa del suelo, pues allí se concentra la mayor cantidad de nutrientes para las plantas y donde éstas encuentran un sustrato adecuado para desarrollar sus raíces. Se elimina la mayor parte de la microflora además de la meso/microfauna responsable en gran parte de la descomposición de restos orgánicos y reciclado de nutrientes. Quedan en superficie horizontes B, generalmente con elevada cantidad de arcilla, lo que significa una menor infiltración de agua, estructura desfavorable para el contacto suelo-raíz, consistencia muy dura o extremadamente dura en seco, y plasticidad y adhesividad muy altas en mojado, lo cual dificulta las labranzas, y por último una menor cantidad de agua útil, lo que significa mayores posibilidades de estrés hídrico para las plantas. Por lo expuesto, la decapitación implica una merma muy importante de la productividad de los suelos.

También se ve afectado el relieve, ya que se generan ambientes cóncavos, anegables al quedar en superficie el horizonte arcilloso Bt. Asimismo, disminuye el valor del suelo como componente esencial del ecosistema, ya que sus funciones de sistema filtrante, amortiguador y transformador son gravemente afectadas al ser eliminados muchos de los microorganismos responsables de las mismas. Los horizontes Bt aflorantes tienden a agrietarse profundamente cuando se secan, lo que le imprime a esos suelos una alta permeabilidad secundaria, que puede ser causa de la contaminación de acuíferos, si se vierten residuos peligrosos sobre la superficie. La zonificación establecida en la ordenanza municipal 9231/2000 delimita una zona rural específica

para la actividad agrícola intensiva, pero ésta se encuentra sumamente afectada por la decapitación de suelos, lo que hace imprescindible urgentes medidas de protección, conservación y recuperación.

Extracción profunda del suelo

Incluye primeramente la remoción de material arcilloso u horizonte B (entre los 0,50 y los 1,50-2,00 m aproximadamente), destinado a la fabricación de ladrillos de máquina o cerámicos; por debajo de los 2 m se extrae material de granulometría media, generalmente con concreciones de carbonato de calcio, conocido comúnmente como "suelo seleccionado" o "tosca", destinado a rellenos o subrasantes de caminos. Esta última extracción genera profundas canteras o cavas que pueden alcanzar más de 20 m de profundidad. El límite de extracción está controlado por el nivel freático. Por ello, las extracciones profundas se han ubicado en posiciones elevadas del terreno. Generalmente, para poder continuar a mayor profundidad se bombea el agua freática del interior de la cava, por lo que al abandonar la explotación quedan anegadas.

Las canteras detectadas cubren una superficie de 5 km² (0,56 % del total del partido). A partir de la fotointerpretación y la corroboración realizada en el campo, se detectaron 95 canteras, cuyas superficies varían entre 0,1 y 21 hectáreas, mientras que las profundidades van de 1 a 20 m aproximadamente. En general ocupan sectores elevados y el 71 % del total afectan a suelos de óptima aptitud agrícola.

Las canteras abandonadas suelen convertirse en basurales. Los lixiviados pueden afectar las aguas subterráneas cuando los acuíferos afloran o están cerca de la superficie. Las paredes de las canteras suelen ser verticales, susceptibles a derrumbes con los consiguientes riesgos de ac-

cidentes cuando se encuentran cerca de caminos, calles, construcciones u otras instalaciones. Se desvaloriza el paisaje, especialmente cuando se convierten en vaciaderos de basura, ocasionando la pérdida del valor inmobiliario de la zona. Durante la explotación, se producen impactos adicionales como contaminación por ruidos y polvo, deterioro de la infraestructura vial y fisuras en las paredes de viviendas aledañas al paso de camiones. Las canteras que se ubican en zonas rurales quedan con el tiempo rodeadas de viviendas, con todos los peligros que esto conlleva, debido al crecimiento caótico de las áreas urbanas. El impacto más grave lo generan las canteras inundadas, las cuales se convierten en balnearios improvisados que han cobrado numerosas vidas, que desde el año 1980 promedian **una muerte por año**.

La mayoría poseen agua en su interior, al ser explotadas por debajo del nivel freático, en contra de lo que establece la normativa vigente que establece una separación mínima de 3 m entre el piso de la cava y el nivel freático histórico máximo. Por otro lado estas normas expresan que "sólo podrán autorizarse actividades extractivas de suelos, previo estudio del agotamiento de las explotaciones existentes, tanto para ampliación de las mismas como para nuevas explotaciones". Para diagnosticar el agotamiento deberá tenerse en cuenta la profundidad y la variación de los niveles freáticos. Esta última condición es una limitante y un argumento de agotamiento, además de la falta de espacios destinados a los movimientos de suelo dentro de las parcelas. Esto es necesario para la recuperación paisajística, disminución del ángulo de taludes y atenuación de peligros. Si se explota hasta el mismo borde de las parcelas, hay que prever este tipo de correcciones. Respecto del estado técnico-legal de las canteras



detectadas, sólo algunas cumplen con la zonificación y ninguna con las condiciones de explotación ni las exigencias establecidas por la Dirección de Minería de la Provincia.

El riesgo natural de inundación

Se entiende por inundación, también denominada crecida o avenida, al desborde de un río o arroyo cuando el caudal supera la capacidad de su cauce, cubriendo sus aguas sectores adyacentes denominados llanura aluvial o, desde el punto de vista hidrológico, planicie de inundación. Este es un proceso o riesgo geoclimático que resulta de la acción conjunta del clima (lluvias intensas y/o persistentes) y el relieve (áreas deprimidas). Se reserva el término *anegamiento* para la acumulación de agua en superficie no proveniente de desbordes.

El sistema fluvial funciona como un sistema natural autorregulado que, en determinados momentos, alcanza un equilibrio entre los factores ambientales, pero ante cualquier cambio de alguno de sus componentes se produce un desequilibrio en su dinámica. Estos cambios no se producen en forma continua sino alternada, sucediendo a períodos de estabilidad otros de inestabilidad.

Contribuyen a las inundaciones cambios en la distribución de lluvias, torrencialidad, contenido de agua en el suelo, cobertura vegetal y la acción humana que interviene de distinta manera (reducción de la infiltración, integración de cuencas,

etc.). Se puede considerar que las inundaciones son el principal riesgo geológico que afecta al partido de La Plata. Estos eventos, que se reiteran con cierta frecuencia, afectan principalmente a los tramos medios e inferiores de las cuencas de la vertiente del Río de la Plata, donde se asientan las principales localidades del partido. El mecanismo por el cual se produce la inundación es complejo y obedece a distintas causas. Mientras las precipitaciones se encuentran en los valores normales para la zona, los caudales de los arroyos se incrementan en relación con las precipitaciones, y el suelo permite una infiltración moderada sin generar mayores inconvenientes. La situación se torna crítica cuando luego de un período de precipitaciones relativamente constantes y de baja intensidad, las cuales saturan el suelo disminuyendo la infiltración, culmina con un pico de fuerte intensidad (torrencialidad). En estos casos se produce el desborde y las aguas ocupan la planicie de inundación. El pico de crecienta es rápido y de corta duración. En general, la duración de las inundaciones rara vez excede las 24 horas.

El comportamiento de los arroyos se aparta de lo convencional, lo que sin duda se debe a una serie de modificaciones antrópicas:

Integración de cuencas. Consiste en canalizar las aguas de un curso hacia otro. Esta técnica origina en muchos casos un desequilibrio entre el colector principal y la nueva área de la cuenca. Como resultado se

produce una mayor concentración de agua en su valle lo que supera su capacidad. Ejemplos de este tipo son la integración del arroyo Pérez con el arroyo del Gato, cuyo resultado son las inundaciones de la zona S y SE de la ciudad y el arroyo Don Carlos con el arroyo Rodríguez mostrado en la figura. En ambos casos la conexión se realizó mediante un entubamiento.

Ocupación de planicies de inundación. La ilimitada especulación inmobiliaria y la falta de un control estatal, ha llevado a la ocupación urbana de zonas inundables. De esta forma gran parte de las planicies aluviales de los arroyos han sido integradas a la estructura urbana sin ningún tipo de restricción. En la figura anterior se aprecia la misma calle sin inundación y durante un desborde del arroyo Don Carlos. Otros ejemplos de lo antes expresado lo constituye la urbanización localizada entre las calles 5, 7, 636 y 638, sobre la planicie de inundación del arroyo Garibaldi. También en los barrios Monasterio, 19 de Febrero y Dúplex (calle 116 entre 85 y 86), situados en la planicie de inundación del arroyo Maldonado o de algunos de sus afluentes. Por otra parte, la falta de controles y de un código adecuado determina que cada propietario realice las obras que a su juicio resulten las más adecuadas para evitar la inundación de su vivienda. La acción más común es el relleno sobre la cota de inundación construyendo en algunos casos verdaderas barrancas.

De esta manera se produce el encajonamiento del cauce, impidiéndose el derrame de sus aguas sobre la planicie. En otras circunstancias se construye sobre los mismos arroyos, ocasionando entubamientos parciales que no contemplan las características dinámicas del agua, resultando deficitarios. Las acciones descritas no responden a normas internacionales establecidas, que indican que planicies de inundación afectadas por desbordes con una periodicidad de 20 años o menos, no son aptas para asentamientos urbanos.

Construcción de caminos perpendiculares a la pendiente regional. El Camino Parque Centenario, el General Belgrano y la Autopista Buenos Aires-La Plata, perpendicular al escurrimiento superficial, son un ejemplo de esta situación. La subrasante suele apoyarse sobre terraplenes en los tramos correspondientes a las zonas bajas. Si a ello se suma un deficitario sistema de alcantarillado y/o puentes construidos en base a cálculos insuficientes para permitir el paso de los arroyos, los caminos pueden comportarse como verdaderos "diques" en los periodos críticos. Cuando se construyen zanjones que encauzan el agua procedente del escurrimiento en manto y la conducen a los puentes, se origina un rápido incremento de la altura del agua en los arroyos, dando de esta forma el primer paso hacia las inundaciones.

Pavimentación y compactación de calles. Estas acciones, derivadas de la expansión urbana, provocan una drástica disminución o anulación de la capacidad de infiltración del agua. Esto induce el escurrimiento superficial hacia los arroyos a través de cunetas y zanjas, contribuyendo de esta forma a un aumento rápido de su caudal. Debe considerarse asimismo dentro de las áreas urbanas, la reducción de superficie ocupada por jardines, terrenos con huertas



Arroyo Maldonado. Puentes de mayor sección que los conductos aguas abajo.

familiares, etc., que contribuían a la infiltración y a reducir el volumen de agua de los conductos pluviales hacia las calles.

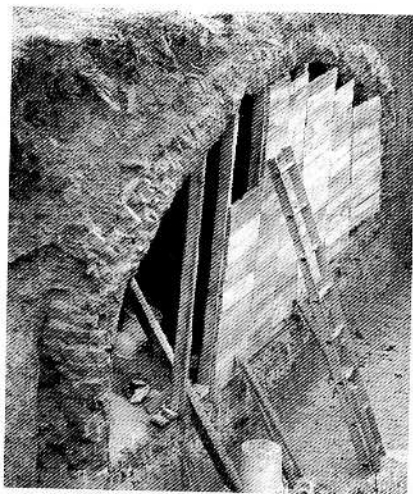
Puentes de diseño inadecuado. Se considera que el diseño de un puente es inadecuado cuando no responde a las necesidades del escurrimiento, ya sea por cálculos deficientes o por modificaciones posteriores a su construcción. También existen puentes conformados por estructuras "flotantes" sobre los depósitos fluviales, con un pilar central que produce un retardo en la velocidad del agua y reteniendo basura durante las crecientes. A esto se suma la abundante vegetación que crece en su lecho y orillas por falta de mantenimiento, lo que produce un fuerte aumento en el coeficiente de roce.

El riesgo de anegamiento es un riesgo geoclimático exógeno que está íntimamente vinculado a la inundación, al punto que a veces se los considera sinónimos. En este estudio se ha preferido diferenciar a estos procesos por tener distinto origen. El anegamiento es la acumulación de agua en superficie, producida en terrenos de relieve plano cóncavo que reciben aguas desde áreas más elevadas o en áreas con pendientes muy bajas que no pueden evacuar el agua de lluvia por escurrimiento superficial, o

lo hacen muy lentamente. En algunos casos puede sumarse a estas características la presencia del nivel freático elevado.

En el partido de La Plata las texturas arcillosas de los materiales del suelo cercanos a la superficie aumentan este riesgo. Es común que en áreas deprimidas o planas el agua infiltrada se acumule sobre la parte superior de los horizontes B poco permeables. Esta parte del suelo saturado con agua se conoce como "capa colgada" o "falsa freática". La principal área con riesgo de anegamiento de la región es la Planicie Costera del Río de la Plata. Este ambiente ocupa un pequeño sector en el partido de La Plata, aproximadamente entre el Camino Centenario y el límite con el partido de Ensenada. Se ve afectado, principalmente, el barrio de Villa Castells en la localidad de Gonnet, que se está expandiendo sobre áreas anegables de esa planicie. Las principales causas naturales que contribuyen al anegamiento en esta zona son la pendiente muy baja (menos de 0,05 %) y la permeabilidad muy lenta de los suelos que poseen contenidos muy elevados de arcilla (60-80 %).

Cartografía de riesgo hídrico. La identificación, delimitación y cuantificación del riesgo hídrico, esto es, la confluencia de proble-



Calle 14 y 40. Antiguo conducto pluvial, hoy desactivado por uno de mayor sección.

mas de inundación, anegamiento y ascenso del nivel freático, adquiere mayor interés en la actualidad, debido al pronóstico mundial de incremento del nivel del mar y del régimen de precipitaciones por efecto del calentamiento atmosférico global.

El conglomerado del Conurbano Bonaerense y su extremo sudeste, donde se encuentra el partido de La Plata, constituye un escenario de suma fragilidad ante fenómenos de lluvias torrenciales. La zona presenta un período de lluvias por encima de la media histórica secular, persistente desde inicios de la década de 1970. La dificultad del relieve plano para evacuar volúmenes importantes de agua suele concurrir, junto a otros factores, a la ocurrencia de inundaciones y anegamientos.

Desde el punto de vista físico, las áreas de riesgo hídrico son aquellos espacios susceptibles de ser afectados por precipitaciones y desbordes de cuerpos de agua, que a su vez influyen en la posición relativa de los niveles freáticos, disminuyendo la capacidad de almacenaje subterráneo. Las llanuras aluviales de los ríos y arroyos, las planicies marginales de lagos, lagunas y bajos, son naturalmente espacios de máximo riesgo hídrico.

El concepto de riesgo hídrico comprende a las actividades actuales o potenciales que pudieren ser afectadas en dicho espacio, ya sean residenciales, industriales, agro-ganaderas o recreativas, la infraestructura instalada y las consecuencias socioeconómicas de la afectación (salud, educación, transporte, comunicaciones, producción).

Gran parte de los daños producidos en las últimas inundaciones en la llanura pampeana son ocasionados o exacerbados precisamente por la intervención del hombre. Basta con localizar en un mapa topográfico o geomorfológico los sitios donde las aguas han cortado las rutas, cuáles caminos secundarios están o estuvieron inutilizados para transporte de la producción, hacia dónde ha crecido la actividad urbana, qué explotaciones agro-ganaderas son más perjudicadas y cuál es su modo productivo, para entender qué es un riesgo hídrico y comprender el valor fundamental de la cartografía temática.

Se puede decir que las inundaciones son el producto de varios factores que se interrelacionan. A manera de resumen exponemos los principales factores que intervienen, particularmente en el área urbana:

- ? El aumento de las precipitaciones de alta intensidad.
- ? La existencia de una red de drenaje pluvial urbana generalmente de dimensiones insuficientes.
- ? La obstrucción parcial o total de las cañerías subterráneas con sedimentos, basura o raíces de los árboles que hace que el escurrimiento superficial se vea sin oportunidad de acceso e imposibilitado por surgencia desde las bocas de tormenta.
- ? La rápida y mayor llegada del agua de lluvia a los cauces, por la incorporación de nuevas áreas de aporte, producto de la impermeabilización de los suelos a partir del crecimiento urbano con la consecuente pérdida

de áreas filtrantes.

? La urbanización y relleno de las planicies naturales de inundación de los arroyos.

? La falta de previsión en el mantenimiento y limpieza de los cursos y sus planicies de inundación.

? La falta de obras de readecuación de los diseños originales de los pluviales urbanos.

? Las alteraciones introducidas por la nivelación urbana al paisaje natural y los impedimentos sobre las antiguas planicies aluviales a partir de construcciones transversales al escurrimiento natural.

? Las obras de arte hidráulicas como puentes, alcantarillas, cañerías, entubamientos, canales y zanjeos de diseños inadecuados o insuficientes.

? La colmatación de cauces, lagunas y bajos ha agravado los problemas al reducir o eliminar el poder regulador de crecidas de estas geformas.

La cartografía de riesgo hídrico resulta fundamental para el planeamiento físico, ya que señala los sectores del territorio donde deben tomarse los resguardos necesarios. Esta cartografía de riesgo anuló hace mucho tiempo los viejos preceptos de restringir ciertas actividades por un criterio exclusivamente vertical (cota topográfica), fácilmente eludible por rellenos que, además de soslayar las normas legales, añaden un factor más de riesgo por la ya mencionada disminución de la sección normal de escurrimiento, multiplicando los derrames e incorporando nuevas problemáticas de inundación aguas arriba de estas modificaciones. El concepto moderno instituye la dimensión horizontal y la descripción geomórfica, estableciendo las zonas con distinto grado de afectación, desde los cursos y cuerpos de agua permanentes hasta los transitorios, los canales, las lagunas, los bañados y la planicie costera del Río de la

Plata. Para la ejecución son prioritarios la recopilación, análisis y procesamiento de toda la información relativa tanto al medio natural como clima, geología, geomorfología, suelos, aguas superficiales y subterráneas, vegetación, como al medio antrópico, que incluye catastro, vías de comunicación, obras civiles, usos del suelo, etc. El siguiente paso es la realización de cartografía temática georreferenciada y ajustada a la base catastral, trabajada a través de un Sistema de Información Geográfica. Esta herramienta permite la acumulación de información en capas para su posterior cruzamiento y elaboración de una base de datos asociada, con información clasificada en diferentes niveles, posibilitando salidas gráficas de calidad a distintas escalas y cálculos sencillos de superficies.

En áreas urbanas este mapa es útil para la planificación de la expansión y ordenamiento urbano. En las áreas periurbanas permite analizar el emplazamiento de parques industriales, repositorios de residuos, cementerios, obras de infraestructura o servicios (estaciones transformadoras de energía eléctrica, plantas de gas o depuradoras de líquidos residuales, accesos viales, aeródromos). En el ámbito rural se utiliza para zonificar la actividad productiva.

Los sistemas de alerta urbano y rural necesitan de este elemento para su desarrollo. En el caso del urbano, para ordenar la defensa civil priorizando su accionar por zonas; en el sector rural, contribuyendo a un alerta oportuno que permita al productor agropecuario tomar decisiones basadas en los riesgos eventuales. También se constituye en una herramienta útil para el análisis jurídico, fiscal, emergencia o desastre agropecuario, demandas contra el Estado, valuación fiscal, seguros y crédito promocional o diferimientos impositivos.



Inundación del 27 de enero de 2002 en calle 523 e. 7 y 8, localizada en la planicie de inundación del Arroyo del Gato.

Conflictos de uso del territorio

El hecho de que algunas porciones de territorio presenten características favorables en sus suelos para el desarrollo de más de una actividad, hace que sobre ellas se presenten conflictos o competencias de utilización. En la figura se pueden apreciar cinco situaciones establecidas en el tiempo que muestran los conflictos de uso del territorio más paradigmáticos del partido:

1) Año 1882. Fecha de fundación de La Plata, donde los suelos de la región prácticamente no habían sido modificados por la acción antrópica y se contaba con un 51 % de suelos de óptima calidad, un 33 % de suelos de calidad mediana y un 16 % de suelos anegables de mala calidad agrícola.

2) Año 1922. Comienza la ocupación sobre los suelos de óptima calidad agrícola, donde ya existía una pequeña urbanización, algunos terrenos ya decapitados para la construcción de ladrillos y un pequeño cinturón hortícola.

3) Año 1966. Ya se perciben las problemáticas ambientales producto

del crecimiento urbano, la incipiente formación de canteras por extracción profunda de suelos, la decapitación para hornos de ladrillo y una pequeña porción de suelos anegables urbanizados, con un aumento de la actividad hortícola intensiva.

4) Año 2002. Crecen las problemáticas ambientales; así por ejemplo hay un aumento importante de la superficie ocupada por canteras que alcanza las 450 hectáreas.

5) Se agrega una situación inferida para el año 2052 basada en la tendencia actual, en la que aumentarían los problemas de degradación del territorio, como es el caso de los suelos de alta calidad agrícola, que se reducirían del 51 % al 13 %, y la utilización de áreas inundables para la urbanización.

** Director del IGS - CISAUA y Profesor Titular de la Cátedra de Pedología General. Facultad de Ciencias Naturales y Museo (UNLP).*

*** Profesional de Apoyo a la Investigación (CIC).*