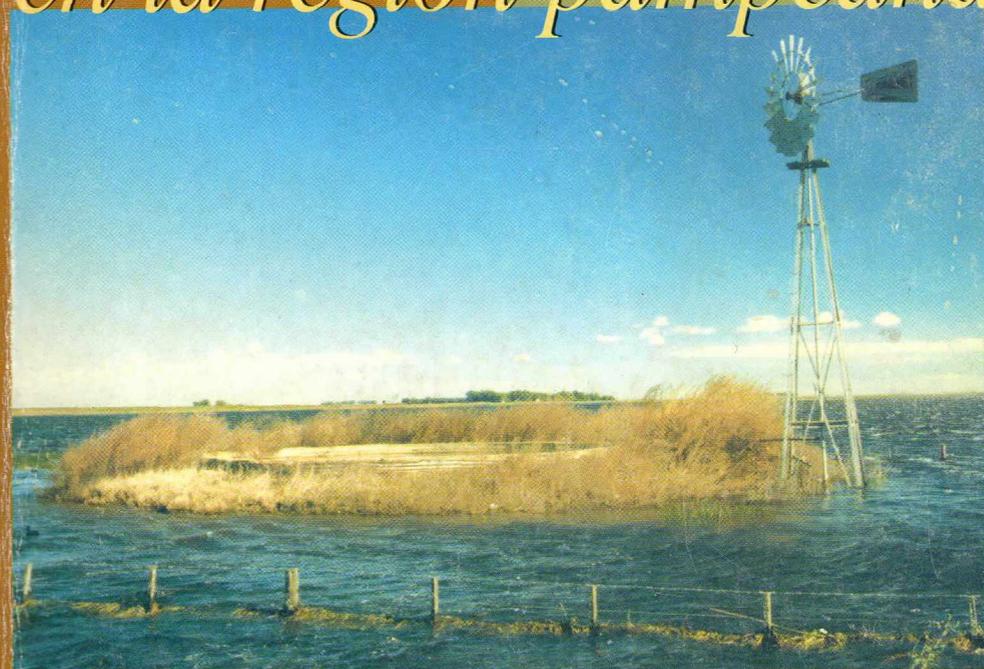


UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PLATA
Secretaría
de Relaciones Institucionales

Inundaciones en la región pampeana



EduLP
Editorial
de la Universidad
de La Plata



Honorable Cámara
de Diputados de la
Provincia de Buenos Aires



Importancia de la caracterización física del riesgo hídrico
en la llanura húmeda

Dr. en Cs Naturales Mario A. Hernández

Lic. en Geología Nilda González

Lic. en Geología Mirta G. Cabral

Ing. Agr. Jorge E. Giménez

Lic. en Geología Martín Hurtado

Instituto de Geomorfología y Suelos

Facultad de Ciencias Naturales y Museo-CISAUA.UNLP

Las grandes llanuras constituyen un escenario de suma fragilidad ante eventos hidrológicos extremos, tanto de déficit como de excedentes hídricos. En este último caso, la incapacidad del relieve para evacuar volúmenes importantes de agua suele concurrir, junto a otros factores, a la ocurrencia de vastos anegamientos que tienen a la persistencia como rasgo fundamental.

La llanura pampeana es la comarca de estas características más representativa en la Argentina. Con un período de lluvias por encima de la media histórica secular, persistente desde inicios de la década de los '70, han entrado en crisis sistemas exorreicos (cuena del Río Salado-Vallimanca), endorreicos (cuena de las Lagunas Encadenadas del Oeste) y arreicos (región del noroeste, nordeste pampeano y sur santafecino), junto con una mutación progresiva del régimen climático desde semiárido, en algunas de ellas, a subhúmedo-húmedo.

La eclosión de los efectos producida desde los '80 puso de manifiesto la magnificación de los problemas derivados de la ocupación antrópica de los espacios de alto riesgo hídrico. Hechos como la desaparición de localidades desaprensivamente situadas como Miramar (laguna Mar Chiquita, Córdoba) o Villa Epecuén (lago Epecuén, Buenos Aires), barrios completos anegados con alta tasa de evacuados, infraestructura inutilizada (planta depuradora de líquidos cloacales en Pehuajó), vías de comunicación interrumpidas, bajos naturalmente reguladores de crecidas canalizados, nivelados o labrados, entre otros ejemplos, marcan la decisiva participación de la ignorancia del riesgo hídrico en la planificación y el consiguiente agravamiento de las secuelas de las inundaciones.

La identificación y cuantificación del riesgo hídrico adquiere mayor interés en la actualidad, debido al pronóstico mundial de cambios en el régimen de precipitaciones por efecto del calentamiento atmosférico global.

La elaboración de cartografía de riesgos hídricos, por ser una acción no estructural, ha sido tradicionalmente relegada en las políticas coyunturales ante sucesos hidrológicos importantes. Esto representa un contrasentido evidente, ya que los costos involucrados son realmente irrelevantes en comparación con las obras físicas fracasadas o los costos para paliar las emergencias.

No surge otra explicación que la falta de atractivo político-electoral que las acciones no estructurales poseen respecto a las obras, aún cuando éstas no resulten eficientes o disten de serlo.

El concepto del riesgo hídrico

Desde el punto de vista físico, las áreas de riesgo hídrico son aquellos espacios susceptibles de ser afectados ante eventos extremos, en este caso los excedentes pro-

ducto de precipitaciones superiores a la media histórica, 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 comprende a las actividades actuales o potenciales que pudieran ser afectadas en dicho espacio, ya sea residenciales, industriales, agro-ganaderas o recreativas, la infraestructura instalada y las consecuencias socio-económicas de la afectación (salud, educación, transporte, comunicaciones, producción).

En el caso de los ríos, la ocupación antrópica de las planicies aluviales reduce la sección de pasaje del agua e incrementa las superficies inundadas y la velocidad del curso, además de afectar personas y bienes que, de acuerdo a las cartas de riesgo hídrico, no deberían estar allí radicados.

El grado máximo de ocupación riesgosa de los planos aluviales en la región se da en el conurbano bonaerense (Lomas de Zamora, Lanús, Avellaneda, La Matanza) y en sectores periféricos de ciudades ribereñas, como en las localizadas en el sistema fluvial del Salado (Junín, Roque Pérez, General Belgrano), del Luján y de otros cursos que surcan la llanura.

La ocupación inconveniente de planicies marginales de lagos y lagunas, además del mencionado caso de Villa Epecuén, ha producido graves secuelas en Carhué, Guaminí, Trenque Lauquen, Pehuajó, San Miguel del Monte y Chascomús entre otras, por haberse expandido el poblamiento en épocas de estiaje o lluvias medias. La colmatación progresiva de bajos, por aporte hídrico y de material sedimentario, hace que la capacidad de almacenaje se vea disminuida, siendo corresponsable de anegamientos en áreas naturalmente arreicas como Diego de Alvear, Carlos Tejedor, Henderson, El Triunfo, Aarón Castellanos y San Gregorio, donde se produjo afectación de los núcleos urbanos, de las vías de acceso y transporte de la producción, rutas interurbanas y hasta pistas de aeropuertos.

Asimismo, muchas obras de infraestructura fueron construidas y se siguen construyendo sin tener en cuenta el riesgo en su diseño, típico caso de las rutas y caminos vecinales, redes pluviales o cloacales y hasta paradójicamente, obras de protección o contención.

Capítulo aparte son las canalizaciones clandestinas o irregulares que lejos de disipar el riesgo, lo trasladan hacia otras áreas con igual o mayor grado de compromiso, y los canales construidos por el Estado, cuyos terraplenes al obrar como verdaderos diques, dificultan el ingreso del escurrimiento superficial generando anegamientos en sus márgenes (Canal 16 en Saladillo). Se produce así un efecto no deseado, aumentándose los conflictos hídricos en la región.

Gran parte de los daños producto de las últimas inundaciones en la llanura pampeana, fueron ocasionados o exacerbados precisamente por la intervención del hombre. Basta

localizar en un mapa topográfico o geomorfológico los sitios dónde se 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.

Es necesario acotar que la definición del riesgo hídrico, como la de todo tipo de riesgo, conlleva un cierto grado de incertidumbre cuyo umbral será más bajo cuanto mayor sea la densidad y calidad de la información utilizada.

La herramienta cartográfica

Los países desarrollados cuentan desde hace años o décadas con la herramienta adecuada para planificar el desarrollo en regiones comprometidas potencialmente por crecidas e inundaciones: la carta de riesgos hídricos.

Debe evidenciar, la escala adecuada, los movimientos de la masa hídrica superficial, los ingresos y egresos en el área analizada, los sectores más elevados y deprimidos y los grados de afectación del territorio ante sucesos hídricos de importancia. No resulta tarea sencilla en el paisaje de las grandes llanuras, donde los bordes del sistema hídrico son poco definidos y variables en el tiempo, de acuerdo al estadio de humedad previo del sistema. Si se cuenta con registros suficientes, es conveniente determinar la probabilidad de recurrencia del fenómeno en cada zona de riesgo delimitada. La Figura 1 muestra el mapa de riesgo hídrico del Partido de General Belgrano (CODESA-PNUD-PRODESUR, 1996), un ejemplo de lo expuesto, donde a partir del código del semáforo se establecen por colores los distintos grados de riesgo.

Esta cartografía anuló hace mucho tiempo en numerosos países, aunque no en el nuestro, los viejos preceptos de vedar o 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.

La elevación del terreno requiere material de relleno que frecuentemente forma parte de suelos de óptima calidad para la agricultura u otros usos, ocasionando la pérdida de un recurso no renovable a escala humana y la generación de profundas y peligrosas canchales.

El concepto moderno instituye la dimensión horizontal, estableciendo las zonas con distinto grado de afectación, desde los cursos y cuerpos de agua permanentes y transitorios, pasando por zonas de máximo, alto, mediano, bajo y mínimo, hasta nulo riesgo hídrico.

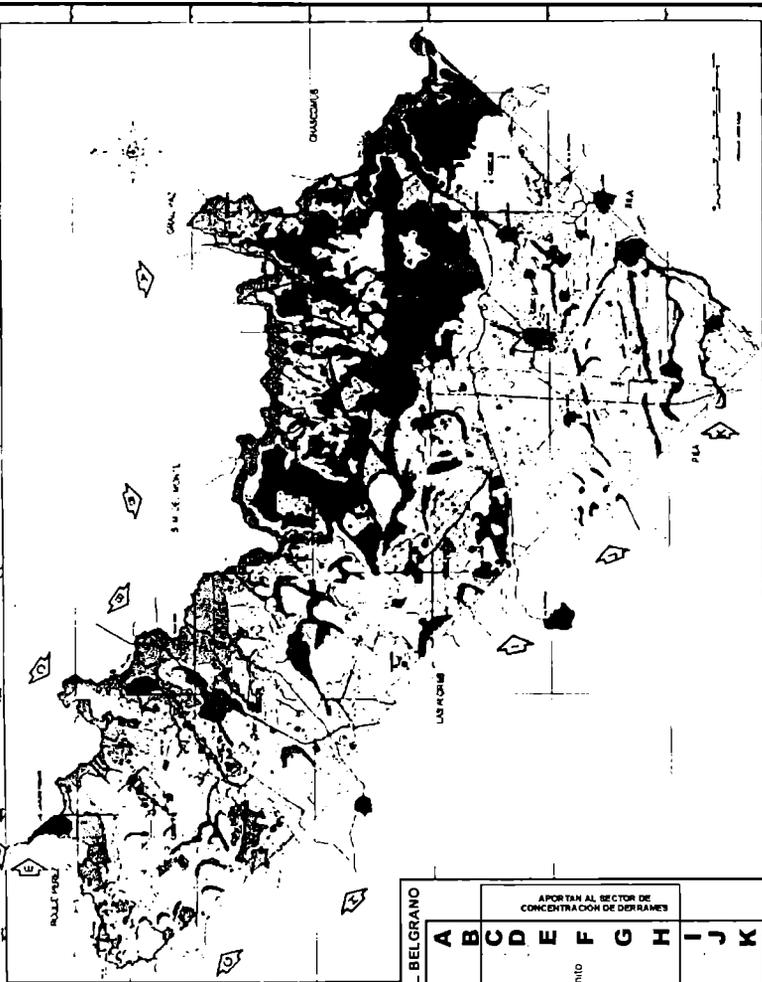


Figura 1

**CARTA DE RIESGOS HIDRICOS
PARTIDO DE GRAL BELGRANO**
PROVINCIA DE BUENOS AIRES

Exento de riesgo
 Minimo riesgo
 Mediano riesgo
 Alto riesgo
 Muy alto riesgo
 Maximo riesgo
 Agua permanente

APORTES HIDRICOS AL PARTIDO DE GRAL BELGRANO	
A	Subcuenca del Arroyo El Saqueo
B	Subcuenca de la Laguna de Monte
C	Cañadón de Videla Dorra
D	Cuenca superior del Río Salado
E	Sistema Encadenadas
F	Vallanca-Saladillo
G	Canal 1-Cañadón Vigilante-El Chulento
H	Canal Los Toldos
I	Subcuenca del Arroyo Las Flores- Tapalquá
J	Canal Bajo de Corchis y Canal Arroyo Saladillo
K	Canal Los Porongos, Derrames en manto Subcuenca del Arroyo El Zapallar y eventuales desbordes del Canal 11

Fuente: Mapa de riesgo hidrico Escala original 1:100.000 - Estudio del Riesgo hidrico en el Partido de Gral Belgrano
 PNUD - PRODESUR - Municipalidad de Gral. Belgrano, Agosto 1996

Una carta de riesgo hídrico es el resultado de la superposición de información aportada por cartografía temática diversa y debe tener en cuenta elementalmente, además de datos climáticos, criterios físicos y biológicos fundamentales como:

Topográficos (posición altimétrica relativa, pendientes).

Geomorfológicos (tipo de paisaje, dunas, bajos, planicies aluviales, cordones, terrazas, etc.).

Edafológicos (distribución, propiedades y aptitud de los suelos).

Hidrológicos (divisorias de aguas, cuerpos de agua permanentes o transitorios, obras de arte, modificaciones al escurrimiento natural).

Hidrogeológicos (profundidad del nivel freático y sus variaciones, vulnerabilidad)

Ecológicos (vegetación autóctona o implantada, hábitat ecológico, cambios sistémicos).

Debe reflejar también las modificaciones antrópicas producto de la ocupación del territorio sobre la base de criterios:

Culturales (infraestructura instalada, población, uso de la tierra).

Socioeconómicos (índices de productividad, comparaciones productivas, valores inmobiliarios).

Materiales y métodos

El primer paso en la elaboración de una carta de riesgo hídrico es la delimitación de la zona a analizar y la elección de la escala de trabajo, adecuada a los requerimientos y al uso que se va a hacer de ella. Si son unidades administrativas, como provincias, partidos/departamentos o municipios, los límites serán políticos, pero si se trata de una región geográfica es preferible tomar como límites las divisorias de aguas y analizar el riesgo a partir del estudio del comportamiento de cada cuenca o en el caso de ámbitos arreicos, las unidades hidrológicas diferenciables.

Un paso inmediato imprescindible es la recopilación, análisis y elaboración de toda la información relativa a:

Clima, aportada por estaciones meteorológicas y pluviométricas de la red nacional y particulares (estaciones ferroviarias, establecimientos rurales, etc.) debidamente valoradas. Series pluviométricas de la mayor extensión advertirán sobre la ocurrencia de sucesos extremos, tendencias anuales y variaciones intranuales (desplazamiento de la localización de los períodos lluviosos).

Medio Físico, como cartas topográficas, aerofotogramas e imágenes satelitales, mapas geológicos, geomorfológicos y de suelos.

Aguas superficiales, tanto la información pluviométrica como limnimétrica disponible para el mayor lapso de registro posible.

Aguas subterráneas. localización de redes de medición freaticométrica si existiesen o antecedentes de relevamientos a escala local o regional.

Medio biótico. mapas de vegetación especialmente de asociaciones vegetales.

Medio antrópico. mapas catastrales, de vías de comunicación, canalizaciones, obras civiles, servicios, zonas urbanas, ganaderas, agrícolas e industriales.

El siguiente paso es la elaboración de cartografía temática georeferenciada y ajustada a la base catastral, apoyada en un sistema de información geográfica que permita la acumulación de información en capas, para su posterior cruzamiento y elaboración de un banco de datos asociado, con información clasificada en diferentes niveles. Esta tecnología permite una salida gráfica de calidad y a distintas escalas, a la vez que un cálculo sencillo de superficies afectadas. En la Figura 2 se muestra la comparación de los gráficos de superficies afectadas para los distintos grados de riesgo, a partir de la elaboración de mapas en tres partidos situados en la cuenca del Salado: Saladillo, Roque Pérez y General Belgrano.

Características de los mapas temáticos

Mapas básicos

Mapas de curvas de nivel y de pendientes

Se pueden realizar a partir de las cartas planialtimétricas del Instituto Geográfico Militar u otras de mayor detalle. Usando de base esta cartografía es útil elaborar un mapa de pendientes.

Mapa de hidrología superficial

Se elabora mediante interpretación sobre fotogramas aéreos o sobre imágenes satelitales, que permiten determinar tanto la red de drenaje natural como las modificaciones antrópicas al escurrimiento superficial (zanjas, canales, partidores, rectificaciones). Se identifican las divisorias de agua principales y secundarias. El resultado se ajusta mediante control de campo. Esta cartografía junto con la anteriormente mencionada, sirve de base para la elaboración del mapa geológico-geomorfológico.

Mapa geológico-geomorfológico

Su elaboración incluye además de la recopilación de información antecedente, el reconocimiento de materiales y geoformas por fotointerpretación o interpretación de imágenes satelitales y un necesario control de campo para verificar las unidades delimitadas. Permite identificar procesos geodinámicos que han dado origen a las geoformas y el grado de intervención que sobre ellas se ha ejercido.

Mapa básico de suelos

Comprende inicialmente tareas comunes con las del mapa geomorfológico, espe-

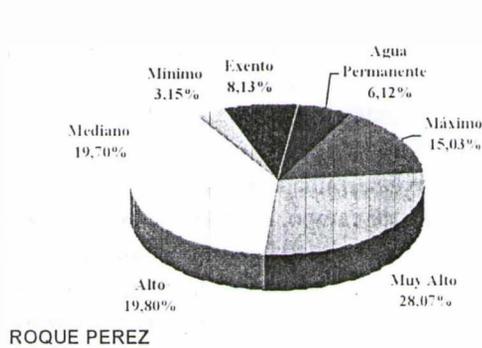
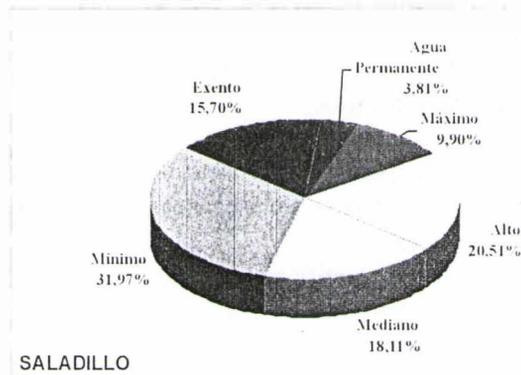
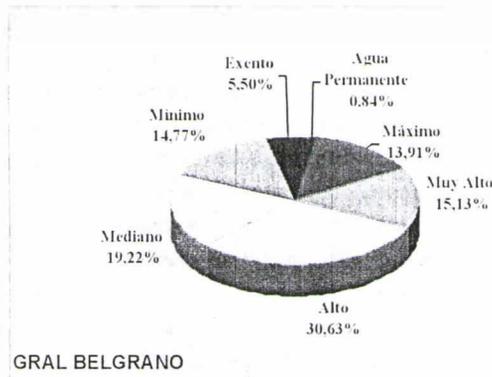


Figura 2

cialmente fotointerpretación y control de campo, utilizándose los mismos límites geomórficos para los diferentes tipos de suelo. Posteriormente se los caracteriza mediante calcatas o cortes naturales o artificiales del terreno, realizándose determinaciones físicas, como densidad y velocidad de infiltración (muy importante para cuantificar el ingreso de agua al suelo). Adicionalmente, se extraen muestras para determinaciones físicas y químicas convencionales en laboratorio y si es necesario, análisis especiales (mineralógicos, texturales, de contaminantes, etc.). Los suelos son clasificados de acuerdo con un sistema taxonómico (por ejemplo, Soil Taxonomy, WRB).

Mapas hidrogeológicos

Importan dos características fundamentales: las del medio reflejadas en un mapa de unidades hidrolitológicas (acuíferos, acuitardos, acucludos) y las del fluido, evidenciadas por mapas equipotenciales (isofreáticos) o de isoprofundidad, construidos en base a información freaticométrica. Por tratarse de una cartografía dinámica, requiere de una actualización periódica. Los mapas de isoprofundidad son especialmente importantes en la delimitación de las áreas de riesgo. Otras cartas asociadas son las de calidad del agua y de aptitud para diferentes usos.

Mapa de áreas de máximos anegamientos

Se elabora a partir de la superposición del producto de análisis sobre imágenes satelitales de diferentes épocas, que muestran eventos de anegamientos arealmente importantes.

Mapa de unidades ecológicas

Esta cartografía procede de la identificación y delimitación de ecosistemas a distintos niveles, realizada por especialistas del área Ecología.

Mapas de características antrópicas

Mapa de infraestructura

Se elabora mediante fotolectura sobre fotogramas aéreos o imágenes satelitales, con control de campo. Se indica el parcelamiento urbano, caminos y rutas, autopistas, vías férreas, ductos, canales, puentes, líneas eléctricas, etc.

Mapas de uso de la tierra

El uso actual de la tierra se determina mediante fotointerpretación de aerofotogramas o imágenes satelitales y trabajo de campo. Se diferencian los usos urbano (alta, media y baja densidad), countries, agrícola (intensivo, extensivo), ganadero, forestal, avícola, industrial, servicios, canteras, hornos de ladrillos, recreativo, baldío, etc. Los mapas elaborados para distintas fechas (según fotografías aéreas disponibles) permiten inferir tendencias en el uso de la tierra a través del tiempo.

Mapa de densidad de población

El mapa se elabora a partir de información del último censo nacional.

Mapas de cualidades significativas

Mapa de vulnerabilidad de acuíferos

Se basa en las características o propiedades de los acuíferos que condicionan su susceptibilidad a la contaminación (profundidad del nivel de agua, litología de la zona no saturada, tipo de acuífero, permeabilidad, recarga, pendiente). Se utilizan metodologías difundidas (DRASTIC, GOD, SINTACS, etc.).

Mapa de riesgo de contaminación

Muestra la distribución de actividades generadoras de sustancias que pueden constituir un riesgo de contaminación de suelos y aguas. Para el caso del agua subterránea, surge del cruce del mapa de vulnerabilidad con las características cuali-cuantitativas de la carga contaminante esperable.

Mapa de capacidad de uso de los suelos

Surge del básico de suelos reinterpretado, evaluando su aptitud para el uso agrícola, ganadero o forestal, según clasificaciones específicas (por ejemplo, capacidad de uso de las tierras del Servicio de Conservación de Suelos de EE.UU. o clasificación de la FAO). Cruzándolo con el de riesgo hídrico es posible establecer el uso adecuado para cada tipo de suelo. Este mapa identifica las diversas limitaciones que pueden presentar los suelos. Algunas de ellas, tales como capas endurecidas, susceptibilidad a erosión hídrica, anegamiento, salinidad/sodicidad tienen relación con el riesgo hídrico. Además brinda recomendaciones sobre prácticas de manejo destinadas a atenuar los problemas que suscitan tales limitaciones.

Mapa de degradación del suelo por actividades extractivas

De localizarse esta degradación, tanto superficial (decapitación del horizonte húmico) como profunda (canteras, a veces con afloramiento freático) es conveniente mapear su extensión areal e incidencia en la acumulación de agua en superficie. La delimitación de las áreas se realiza mediante fotointerpretación por presentar un patrón fotográfico particular que ofrece cierto margen de seguridad, bajo control de campo. Las áreas decapitadas son susceptibles de anegamiento por quedar en cotas inferiores al entorno y aflorar horizontes poco permeables, se agrava el riesgo hídrico cuando la decapitación se produce sobre pendientes, ya que al reducirse la infiltración aumenta el escurrimiento superficial.

Utilidad de la cartografía de riesgo hídrico

Resulta fundamental para el planeamiento físico, desde que señala claramente aquellos sectores del territorio en los cuales deben ser vedadas ciertas actividades o al menos, tomados los resguardos necesarios para su concreción.

En áreas urbanas, sirve como orientación indispensable para la planificación de la expansión y su ordenamiento, eludiendo los sectores de alto riesgo. En las áreas periurbanas, permite evitar problemas de inconveniencia en 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, es útil para zonificar la actividad productiva y servicios conexos (vías de salida de la producción, agroindustrias).

Respecto a la productividad de los suelos de zonas rurales, es una herramienta analítica. En la actividad productiva rural, muchos suelos de aceptable capacidad de uso se ven afectados durante períodos prolongados por anegamiento, inundaciones o niveles freáticos muy someros. Acaecen cambios en las propiedades físicas (estructura, infiltración, etc.) o químicas (alcalinización, salinización, etc.). Se genera así una merma en su productividad que incide en la economía regional y consiguientemente en el nivel de vida de la comunidad.

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.

Desde el punto de vista jurídico, la cartografía es básica para legislar sobre la ocupación del espacio con un criterio moderno de expresión areal, en lugar del ya perimido que establece limitaciones en función de la cota topográfica, fácilmente eludible por acciones que introducen un factor negativo adicional.

En el orden fiscal, los mapas actualizados permiten evaluar correctamente las áreas a disponer bajo emergencia o desastre agropecuario, justipreciar las eventuales demandas contra el Estado ante litigios especulativos, soportar científicamente la valuación fiscal y avalar el crédito promocional o de fomento como justificar los diferimientos impositivos.

La actividad aseguradora también es usuaria de la herramienta, como modo idóneo de valuar los riesgos asegurables ante contingencias de índole hídrica, fijar las primas o apreciar los eventuales daños.

Problemáticas hídricas que requieren prioritariamente cartas de riesgo

Las principales problemáticas detectadas en la provincia para las cuales resultan prioritarias las cartas, son las periódicas inundaciones costeras, las de la cuenca del Río Salado, los anegamientos de la región noroeste y de la cuenca de las Lagunas Encadenadas del Oeste.

Inundaciones costeras, estuáricas y marinas

Durante la permanencia de vientos del cuadrante sudeste, la planicie de inundación del Río de la Plata está expuesta a anegamientos por reflujo del escurrimiento fluvial tributario. Esto se ve agravado en la faja costera, desde Tigre hasta Berisso, donde ha sido indebidamente ocupada por la actividad urbana. En el litoral marino suelen suceder fenómenos similares, sobre todo en zonas donde se han degradado los médanos que ejercían un control al ingreso del mar. Es imprescindible en este caso delimitar exactamente las unidades geomorfológicas menores (canales de marea, esteros, planos aluviales de los tributarios) y la relación con las cotas de inundación históricas.

Inundaciones en la cuenca del Salado-Vallimanca

Participan en este ámbito las inundaciones de planicies aluviales del colector y sus afluentes, el anegamiento de la extensa zona deprimida que caracteriza a los sectores medio e inferior de la cuenca (incluyendo el rebasamiento e interconexión de los cuerpos lacunares), los derrames provenientes de las sierras de Ventania y Tandilia a través de la red imbrífera, los eventuales aportes del escurrimiento mantiforme proveniente del noroeste y el ocasional del canal aliviador Laguna Inchauspe-El Tordillo.

La ocurrencia de precipitaciones intensas y persistentes, la incapacidad del relieve para conducir excedentes hídricos importantes y la reducción progresiva de la capacidad de almacenaje superficial y subterráneo, son los factores de mayor peso en los sucesos de anegamiento.

Importa especialmente en la cartografía delimitar las planicies de inundación, sectores bajos interfluviales o endorreicos, espacios interlagunares, albardones o acumulaciones eólicas e identificar las vías de escurrimiento natural, canalizaciones, obstáculos interpuestos por la actividad antrópica y áreas afectables donde existe una ocupación del espacio con radicación urbana o explotación agropecuaria.

Anegamientos en el Noroeste

A diferencia del ambiente precedentemente descripto (exorreico), el noroeste conforma una región naturalmente arreica, donde la intervención antrópica ha facilitado localmente la evacuación de una pequeña parte de los excesos hídricos. Los bajos endorreicos contenidos y particularmente los intermedanosos, acumularon agua hasta que su colmatación produjo la sucesiva expansión e interconexión de los cuerpos, ge-

nerando un movimiento mantiforme hacia los bordes fluviales (Salado y Vallimanca). En su trancurso fue anegando vastas áreas de posición relativamente deprimida. El ascenso de la superficie freática favoreció la expansión de la masa hídrica, al perder el subsuelo su capacidad de disipación de la energía acumulada.

Interesa en este ámbito la delimitación de las geofformas medanosas (dunas parabólicas y longitudinales), sectores intra e intermedanosos e identificación de la traza de las canalizaciones, vías de comunicación y tramas urbanas afectables.

Anegamientos en la cuenca de las Lagunas Encadenadas del Oeste

En este ambiente naturalmente endorreico, la acumulación de los excedentes se produce por falta de salida natural. La serie de lagunas con cotas descendentes hasta el lago Epecuén al colmatarse de agua, ocupan su planicie marginal histórica (tercer nivel de terraza), se interconectan y expanden afectando a las explotaciones agropecuarias y a las poblaciones ribereñas (Carhué, Guaminí). La construcción de un canal aliviador de baja capacidad y un sistema de trasvase por bombeo no parecen haber logrado efectos atenuadores importantes.

La identificación de unidades naturales bajo riesgo se dirige precisamente a las planicies marginales de las lagunas (labradas durante el Holoceno) y los espacios interlagunares, junto con la traza de vías de comunicación y canalizaciones, tramas urbanas y otras intervenciones.

Inundaciones urbanas

Estos fenómenos son enfocados desde la existencia de una red de drenaje pluvial urbana generalmente excedida en sus dimensiones, por la incorporación de nuevas áreas de aporte y por la falta de previsión de futuro en los diseños originales. Se produce fundamentalmente durante precipitaciones de alta intensidad y relativamente corta duración, manifestándose en superficie los volúmenes a evacuar por la aludida incapacidad de las obras. Se suma el hecho de que el escurrimiento superficial, acelerado por los pavimentos, se dirige obviamente hacia el antiguo valle de un colector hoy entubado, sin oportunidad de acceso y muchas veces imposibilitado por surgencia desde las bocas de tormenta. Aquí es fundamental el mapeo de la antigua red de drenaje y su vinculación con el trazado de los desagües pluviales, la reconstrucción del relieve original y las alteraciones introducidas por la nivelación urbana al paisaje natural, con las limitaciones que este pudiese tener.

A los problemas hídricos hasta aquí enfocados en una dimensión de base geográfica, hay que incorporar o resaltar algunos otros reconocidos en casi todos los ambientes.

La colmatación sólida en cauces, lagunas y bajos es un problema derivado de la erosión hídrica, acelerada por grandes inundaciones. A pesar de las bajas pendientes, la erosión hídrica es frecuente en razón de la baja estabilidad estructural de muchos suelos (principalmente por altos contenidos de sodio intercambiable y limo, bajos de materia

orgánica y labranzas inadecuadas). Debido al escaso potencial morfológico que poseen los derrames superficiales en llanuras, el sedimento fino transportado en suspensión sedimenta en bajos, bañados y lagunas, facilitando a veces procesos de eutroficación por el acceso de nutrientes y disminución de la profundidad. Este fenómeno ha ido agravando los problemas al reducir o eliminar el rol regulador de estas geoformas. Un ejemplo lo constituye el área de concentración de derrames en los partidos de Roque Pérez y General Belgrano. En esta zona hay varias lagunas parcial o totalmente colmatadas.

Es relevante también la intervención antrópica, en términos de transvases, ocupación irracional de las planicies de inundación, trazado de vías de comunicación sin sustento hidrológico, construcción de puentes y alcantarillas de diseño inadecuado, pavimentación o compactación de calles, terraplenes perpendiculares a la pendiente regional, entubamiento de cursos de agua. Como ya se dijese, una carta de riesgos necesita identificar estos rasgos en atención a los inconvenientes actuales y potenciales, especialmente:

- **Obras de canalización** de efectos negativos por diferentes razones, involucrando desde el entubamiento de pequeños cursos, canalizaciones de arroyos que desaguan en el Río de la Plata, irregulares o clandestinas en distintos ámbitos, zanjeado en áreas periurbanas, hasta las grandes obras en la cuenca del Salado.

- **Dragados** para evitar problemas en obras civiles construidas en las planicies de inundación, que generalmente generan erosión retrocedente en los valles.

- **Rectificaciones** tendientes a facilitar la salida fluvial, objetivo con importantes efectos negativos indeseados, o desvíos que intentan proteger generalmente áreas de interés (poblaciones, infraestructura).

- **Entubamientos**, cuando se constituyen en parte de la red pluvial urbana sin previsiones respecto a su antiguo carácter fluvial.

- **Obras de trasvasamiento** que puedan originar desequilibrios entre el receptor y la cuenca aportante.

- **Terraplenes** perpendiculares a la pendiente regional, sin suficiente previsión respecto a la evacuación de la afluencia superficial.

- **Pavimentos** y calles o caminos compactados, que puedan acelerar el escurrimiento en detrimento de la infiltración.

- **Puentes o alcantarillas** de diseño inadecuado que en el caso de distancia reducida entre pilares o estribos/pilares, suelen retener ramas o residuos de resaca convirtiéndose en pequeños diques. En otros casos no son capaces de permitir la evacuación rápida de caudales de crecida.

- **Ocupación urbana de planicies de inundación**, ya sea por especulación inmobiliaria, radicación espontánea e incluso por asentamientos planeados por el Estado. In-

dependientemente de radicarse allí una población directamente afectada por los fenómenos, se ocasiona una reducción de la sección de escurrimiento fluvial, aumentando la velocidad y favoreciéndose los derrames.

La precedente relación de rasgos antropogénicos ha intentado mostrar que una carta de riesgos debe prestar atención no únicamente a la delimitación areal de las zonas calificadas, sino incluir los rasgos lineales o puntuales que condicionan los niveles de riesgo, con atención a los procesos actuales o que pudiesen sobrevenir.

Es necesario también mencionar que no es lo mismo la elaboración de una carta de riesgo hídrico de un curso que periódicamente inunda sus planicies aluviales en forma paralela a las márgenes, que la de una amplia zona como la del noroeste bonaerense, donde la inundación responde a excesos pluviales en un ámbito geomórfico particular, arreico, con derrames mantiformes producto de una muy baja pendiente regional.

Conclusiones y recomendaciones

La puesta en marcha de un programa para la ejecución de cartas de riesgo hídrico en la llanura bonaerense, es una acción imprescindible en el contexto de enfrentar los cada vez más frecuentes problemas de anegamiento. Su costo resultaría considerablemente inferior al de reparación de daños emergentes.

Estas cartas deberán reflejar claramente los espacios expuestos a diferentes niveles de riesgo, sobre la base de mapas temáticos que abarquen los aspectos físicos, hidrológicos, ecológicos y antropogénicos.

Su utilidad incluye un invaluable aporte al planeamiento físico regional, la previsión de la expansión y ordenamiento urbano, zonificación de la producción rural y protección de los suelos, implementación de sistemas de alerta urbana y rural, defensa de las fuentes de provisión de agua, desarrollo de una legislación moderna basada en la dimensión horizontal del riesgo, correcta evaluación fiscal ante estados de emergencia agropecuaria, justiprecio de las eventuales demandas contra el Estado y de los bienes o actividades asegurables.

Resultan básicas para el proyecto y desarrollo de acciones estructurales, destinadas a corregir los problemas originados por las inundaciones, como herramienta idónea para evitar fracasos previsibles.

Como verdadera cartografía de síntesis, reúne elementos procedentes de distintos campos del conocimiento, disponibles en muchos casos en los estamentos oficiales, universidades y centros de investigación. De tal manera, resulta totalmente factible la puesta en marcha del programa si existe la comprensión y voluntad política necesarias.

Por ser el objeto eminentemente dinámico, requiere de una periódica actualización, más frecuente en cuanto se incorporen nuevos elementos de origen antrópico.

Tanto mejor será esta puesta al día cuanto más densa y eficaz sea la red de medición y alerta hídrica.

Para garantizar la utilidad de las cartas, se requerirá un ágil sistema de comunicación que involucre a científicos, planificadores, proyectistas, decisores políticos, comunicadores sociales, usuarios específicos y la comunidad en general.