

LAS INUNDACIONES EN LA PROVINCIA DE CÓRDOBA (ARGENTINA) BREVE DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA y SÍNTESIS DE LA CARTOGRAFÍA DISPONIBLE

Degioanni, A., Cisneros, J. y Cantero Gutierrez, A.

¹ Facultad de Agronomía y Veterinaria
Universidad Nacional de Río Cuarto.
Ex Ruta 36 Km 601
5800 Río Cuarto Argentina
Email: adegioanni@ayv.unrc.edu.ar

Introducción

Las inundaciones constituyen uno de los riesgos naturales que con mayor incidencia afectan a todo el sector sudeste de la provincia de Córdoba, en Argentina. Se trata de una zona de gran extensión, cuya topografía eminentemente plana, ha dificultado la organización de la red de drenaje, de manera que los cauces principales no siempre mantienen un trazado efectivo hasta el mar. Este factor, junto con la proliferación de humedales donde afloran los niveles freáticos, favorece la concurrencia de flujos superficiales y subterráneos en las zonas más deprimidas. Se produce así una deficiencia en el sistema de drenaje natural que, en los momentos de lluvias altas, puede conllevar auténticos problemas de inundación en todo el sector, con las consiguientes repercusiones socioeconómicas para una población que subsiste fundamentalmente de la explotación agropecuaria.

El fenómeno no es reciente. Ya en el s. XIX cuando la región comenzaba a poblarse, Manuel Moreno y Pedro Inchauspe en su libro "*Laboulaye. Un pueblo cordobés*" reseñan: "...y las inundaciones eran otra de las tragedias que alcanzaban a los primeros heroicos pobladores; los pobres animales,...debían buscar refugios en los albardones o alturas naturales para escapar a una muerte segura...". Su estudio, sin embargo, se ha visto muy ralentizado, tanto por la considerable extensión de la zona, como por la carencia de información fiable sobre la misma.

Las Llanuras mal drenadas del sudeste de la provincia de Córdoba

El ámbito territorial afectado por inundaciones en el sudeste de la provincia de Córdoba se localiza principalmente en los departamentos Roque Sáenz Peña y centro-este del departamento General Roca. También alcanza el extremo sureste del departamento Río Cuarto y extremo sur del departamento Juárez Célman de la provincia de Córdoba .

El área se ubica en una zona de clima subhúmedo, con estación invernal seca, mesotermal. Las precipitación media anual para la serie 1903 - 1998 es de 798 mm, de los cuales el 74% precipita durante el período de octubre a marzo. La temperatura media anual para la serie 1961 - 1970 es de 16.6 °C con una amplitud térmica promedio de 14.6 °C.

Geomorfológicamente, este sector es una gran llanura eólica con una superficie de 16.000 km² y constituye la unidad ambiental denominada Llanuras Mal Drenadas del sudeste de Córdoba (Becerra y otros, 1999). Topográficamente configura un ambiente muy plano, con un gran número de lagunas permanentes (superficie aproximada: 1.200 km²) y de humedales (bañados) con vegetación hidrohalomórfica (superficie aproximada: 3.020 km²). Esta unidad es un área de recepción y tránsito de los escurrimientos provenientes de las vertientes orientales de las sierras de Comenchingones y de San Luis. Los cursos de agua que drenan a la región son los arroyos El Ají, El Gato y el Santa Catalina y el río Quinto.

Históricamente los arroyos Sta. Catalina y El Gato finalizaban su recorrido natural en el extremo norte de la laguna El Tigre Muerto y el Río Quinto en los bañados La Amarga. Con el paso del tiempo, estos ambientes fueron colmatándose hasta alcanzar la situación actual en que su capacidad de embalse y regulación es prácticamente nula. A partir del Tigre Muerto se realizaron distintas canalizaciones para drenar esta zona hacia el mar a través del Sistema Saladillo -

Carcarañá - Paraná. Lo mismo ocurrió en el caso del Río Quinto donde finalizaba su recorrido en los bañados de La Amarga. Posteriormente una red de canales artificiales fue conectando un rosario de lagunas a partir de La Amarga dirigiendo la esorrentía hacia la provincia de La Pampa y Buenos Aires.

La principal actividad socioeconómica de esta región es la agrícola-ganadera. Su carácter agroexportador se comienza a consolidar hacia fines del siglo XIX cuando se instalan las primeras estancias, dedicadas a la cría de ganado ovino, vacuno y equino. La agricultura, hasta fines de 1930, se practicaba mediante la modalidad de contratos de arrendamientos entre los estancieros y los "chacareros". En la década siguiente, comienzan subdividirse las estancias y a conformarse colonias de productores agropecuarios, mayoritariamente de inmigrantes italianos y españoles. Hacia los años 50 y 60 se produce una fuerte mecanización de la agricultura que, por entonces, ocupaba unas 111.000 has. fundamentalmente de trigo, maíz, y sorgo. Esta superficie fue en aumento llegando a ocupar en la campaña 97/98 215.000 has. Ello redundó en la desaparición de los rodeos ovinos de la zona durante el periodo 1970/1980 y en una paulatina disminución del rodeo bovino. Actualmente se contabilizan en el sector más afectado por las inundaciones (8.600 km²) 1.834 empresas agropecuarias cuya producción principal son trigo, girasol, soja, maíz, carne bovina y leche.

Naturaleza del fenómeno de inundación

La recurrencia del fenómeno de inundación - anegamiento en las Llanuras Mal Drenadas del sudeste de la provincia de Córdoba se debe a factores naturales y antrópicos. Entre los primeros destaca un relieve muy plano, con muy baja pendiente general, favoreciendo la acumulación de agua en charcas o lagunas, el anegamiento de grandes extensiones de suelos y un traslado superficial del agua muy lento. Otro de los factores naturales relevantes son los suelos hidromórficos, con baja permeabilidad debido a la presencia de horizontes sódicos y a la existencia de una capa freática salina próxima a la superficie del suelo (INTA - SMAGyRR, 1987).

Entre los factores inducidos por el hombre destacan: la impermeabilización progresiva por deterioro físico de los suelos, la construcción de una red vial que condiciona la acumulación y movimiento del agua en superficie y el establecimiento de canales de manera anárquica, sin un criterio integral sobre el funcionamiento hidrológico regional.

Las precipitaciones

El principal factor desencadenante de las inundaciones son las lluvias. Desde la década del 70 se observa, por un lado un incremento de la precipitación media anual pasando de 760 mm anuales para la serie 1903 - 1970 a 907 mm anuales para la serie 1971-1999 y por el otro, la recurrencia de lluvias que superan ampliamente la media anual o estacional como ocurrió recientemente en el período 1997-2001, generando un severo proceso de inundación - anegamiento.

Analizando la serie 1903 - 1998 del Servicio Meteorológico Nacional, la Estación Laboulaye arroja una media anual de 798 mm. Los meses más lluviosos son enero con una media de 101 mm, febrero, 94.9 mm, marzo, 115 mm y noviembre - diciembre, 98 y 105 mm, en los cuales se concentra el 75 % de las precipitaciones, típico de un régimen tipo monzónico.

El valor máximo anual de la serie se registró en 1998 y fue de 1391 mm, el mínimo se registró el año 1929 y fue de 356 mm, con una amplitud de 1035 mm, una desviación estándar de 186 mm y un coeficiente de variación de 23 %, mostrando una amplia irregularidad del régimen hídrico de la zona. Sin embargo, si se suavizan las variaciones anuales mediante la graficación de la media móvil aparece un comportamiento cíclico de las precipitaciones con alternancia de ciclos secos y húmedos de duración entre 25 y 40 años con la existencia de un ciclo seco pasado y otro húmedo actual. Por otra parte, al graficar una línea de tendencia se percibe un incremento sostenido de la precipitación media anual de 1,7 mm/año.

Los promedios anuales son variables en función del período considerado. Por ejemplo, la media para la década 1928-1938 fue de 705 mm, mientras que para la década 1988-1998 fue de 952 mm, con un incremento sostenido de la precipitación media anual partir de la década de 1970.

Una característica de las precipitaciones de la región es que pueden presentarse valores de precipitación mensual que dupliquen y tripliquen el valor medio esperado. También es posible lluvias mensuales con máximos de 300 a 500 mm en pocos días, con una gran concentración espacial.

El escurrimiento superficial

El escurrimiento superficial posee dos componentes: los aportes externos a través de los cursos de agua provenientes de otros ambientes y los aportes locales de los propios excedentes del área.

Los sistemas fluviales denotan una importante acción erosiva en casi todos los cauces. Esta particularidad, mas allá de los problemas locales que generan (derrumbe de márgenes, socavaciones en obras de infraestructura vial, etc.) condiciona fuertemente la dinámica fluvial de la porción media e inferior de los cursos, provocando un gran aporte, transporte y deposición de sedimentos en la región. Poco a poco se van colmatando las lagunas que, a menudo, actúan como embalses naturales. Pierden, por tanto, su función laminadora de hidrogramas de avenidas y, en consecuencia, su capacidad como reguladoras de los excedentes hídricos. Este proceso de colmatación ha provocado la desaparición de dos lagunas que regulaban los picos de crecidas de ingreso a la región: El Tigre Muerto y La Amarga, hoy transformadas en humedales o bañados.

En cuanto a los escurrimientos locales, si bien se trata, en general, de suelos de texturas franca arenosa, la presencia de horizontes sódicos y un inadecuado manejo de los mismos da lugar a fuertes compactaciones superficiales y subsuperficiales, provocando un elevado escurrimiento superficial. Mediciones con simulador de lluvias han determinado un coeficiente de escurrimiento de 0,5 para intensidades de lluvias de 80 mm/h, partiendo de una condición de humedad del suelo normal y con la capa freática oscilando en torno al metro de profundidad. Esta información indica una componente local de excedente hídrico relevante.

Para períodos de lluvias normales, el sistema fluvial es capaz de drenar los excedentes hacia sus salidas naturales, pero, para eventos extraordinarios, se producen desbordamientos de canales en diferentes puntos, que, sumado a los escurrimientos locales, inunda importantes superficies. Este funcionamiento dual del ambiente, debido a condicionamientos topográficos y sedimentaciones en cauces y lagunas, pone de manifiesto las dificultades que tiene el sistema para drenar los aportes hídricos extraordinarios.

El balance hídrico

El balance hídrico interanual para la estación meteorológica de Laboulaye (SMN) muestra un marcado déficit en los meses de Diciembre, Enero y Febrero y un período de recarga bien definido durante los meses de marzo y abril (INTA - SMAGyRR, 1987). El balance hídrico continuo en el periodo 1961-98 indica la evolución cronológica de excedentes y déficits. A partir de los años 70 se incrementa la frecuencia de años con excedentes y desde 1985 se inicia un periodo en el cual en todos los años se produjeron excesos hídricos. Más importante que la magnitud de cada exceso anual, es la cantidad de años consecutivos en que se presentaron dichos excedentes. La media móvil para los excedentes hídricos resultantes revelan una tendencia creciente de los excedentes anuales en el orden de los 200 mm.

Esta tendencia es consecuencia no sólo de un mayor ingreso de agua precipitada, sino del estado de saturación que presenta el sistema hídrico al inicio de cada uno de los periodos críticos. El resultado es un efecto acumulativo en los volúmenes almacenados, hecho que condiciona un incremento en la frecuencia de situaciones de inundación y mayor duración de los estados de anegamientos generalizados.

Por otra parte, la distribución estacional de las precipitaciones presenta una marcada concentración en los meses de verano –otoño. Dado que la principal salida de agua es a través de la evapotranspiración, la ocurrencia de precipitaciones de magnitud al inicio de otoño, donde la evaporación disminuye notoriamente, da lugar a una mayor permanencia de las disponibilidades hídricas hasta el inicio del próximo verano.

El tiempo de recuperación de la capacidad de almacenamiento de estos sistemas hídricos es mayor que la sucesión de los periodos lluviosos, por lo que lluvias de menor magnitud pueden conducir al estado de inundación.

Escurrecimientos subterráneos y niveles piezométricos

El acuífero para el área se caracteriza por dos sistemas hidrogeológicos: el *basal*, que es de carácter regional y portador de aguas cloruradas sódicas de mediana a alta salinidad con una circulación de dirección general NO-SE, y el *cuspidal* formado por sedimentos de arenas finas de espesor variable (hasta 10 metros) con contenidos de agua de menor salinidad

Esto se debe a que la composición de la columna estratigráfica presenta sedimentos limosos, arcillosos y eólicos con intercalaciones calcáreas en su base y sedimentos eólicos arenosos del Pleistoceno superior, en el techo.

La variación de profundidad de la capa freática está en relación con el resultado del balance hídrico regional y local y los períodos húmedos plurianuales y estacionales. A nivel regional y a escala plurianual, se observa que, a partir de la segunda mitad del siglo pasado, y más acentuadamente a partir de la década del 70, se han producido mayor frecuencia de eventos de recarga al acuífero, coincidente con el incremento en la precipitación media anual para los últimos 30 años- Esto se traduce en un ascenso del nivel freático a escala regional.

A nivel local, la variación de la profundidad del freático se relaciona con el balance hídrico estacional, produciéndose un descenso del nivel durante las estaciones secas y un ascenso durante el semestre húmedo ($P > ETP$). El sistema freático funcionando en estas condiciones cumple un mecanismo de movilización, transporte y acumulación de agua y solutos produciendo bañados y lagunas en áreas de descarga y suelos con génesis hidrohalomórfica (salinos - alcalinos). La oscilación del freático fue modelada a partir de una ecuación de regresión entre ascenso-descenso del nivel freático y balance hídrico, obteniendo un buen ajuste entre los valores observados y los estimados ($R^2: 0,92$)

En síntesis, existe una marcada tendencia del acuífero a tener una respuesta oscilatoria regional relacionada con la variación del régimen pluviométrico en la misma, con poca influencia, a nivel regional, del aporte de los cursos externos a las Llanuras.

Factores antrópicos

Además de los factores naturales desencadenantes del proceso de inundación, deben destacarse aquellas actuaciones humanas sobre el territorio, que traen como consecuencia la inestabilización del sistema natural y el incremento del riesgo de inundación. Entre las más importantes, cabe señalar:

- ◆ La presencia de una red de canales de desagüe de escurrimiento superficial y canales de drenaje de la capa freática que alteran la circulación natural.
- ◆ Una red de caminos que actúa, en general, como modificadora del curso natural de los escurrimientos superficiales.
- ◆ El incremento del uso agrícola sobre suelos de aptitud ganadera que produce la degradación física de los suelos y el consiguiente incremento de los escurrimientos superficiales locales.
- ◆ Acciones aisladas para control de inundación, como la presencia de bordos, construcción de alcantarillas o rotura de terraplenes que, si bien por el momento constituyen soluciones puntuales, por lo general trasladan los problemas aguas abajo, debido a que acaba produciéndose el fenómeno de conexión de cuencas.

Distritos de Ordenamiento Ambiental

La gestión del riesgo de inundación y la planificación del territorio sujeto a este problema requiere de una zonificación previa del mismo, en el que se establezcan áreas homogéneas desde, al menos, dos criterios: las características naturales o artificiales del territorio y la identificación de problemas y soluciones. Estas unidades territoriales homogéneas se denominan Distritos de Ordenamiento Ambiental y sus unidades vinculadas se llaman Consorcios Regionales, siendo la cuenca y subcuenca hidrográfica el ámbito natural de zonificación.

El concepto de Distritos y Consorcios tiene su origen en la Ley Nacional de Fomento a la Conservación de Suelos Nro. 22428 que establece como unidades territoriales mínimas para la ejecución de trabajos de conservación, el ámbito geográfico cuya manifestación de problemas es semejantes y por tanto, requieren programas de trabajos de ordenamiento y gestión coherentes entre sí (Cantero y otros, 1984).

Para la delimitación de los Distritos de Ordenamiento Ambiental en las Llanuras Mal Drenadas del sudeste de Córdoba, se utilizó como criterio básico la estructura de cuencas y de subcuencas. Las unidades se delimitaron utilizando imágenes de satélite y trabajos de campo a diferentes niveles de detalle. Mediante el contraste de imágenes *Landsat TM5* entre épocas normales de precipitación y eventos extraordinarios, como los ocurridos en el ciclo 97/98 y 98/99, se pudo observar con mayor facilidad como se organizan los escurrimientos superficiales y digitalizar los límites de las unidades hidrológicas, las vías de circulación y el área de las lagunas. Esta información obtenida de las imágenes se incorporó a un SIG integrándola con otros datos digitales tales como red vial, curvas de nivel y suelos. Ello permitió redefinir límites, vías de circulación y establecer nuevas unidades hidrológicas de mayor detalle. Para este procedimiento se utilizaron los programas *Erdas Imagine, ArcInfo* y *ArcView*.

Como resultado de este procesamiento se han delimitado diez unidades territoriales, a escala 1:100.000, abarcando una superficie de 922.000 ha. Seis de estas unidades tienen una red de drenaje bien definida, vinculadas a los arroyos El Ají, Santa Catalina y El Gato con salida al río Saladillo para una de ellas y vinculadas al río Quinto las otras cinco. Las cuatro unidades restantes constituyen cuencas arreicas cuyos escurrimientos no alcanzan sistemas de drenajes definidos. No obstante, en situaciones extraordinarias los escurrimientos superficiales se interconectan y avanzan hacia la provincias de La Pampa y Buenos Aires. A continuación se describen las principales características de los seis Distritos de Ordenamiento Ambiental.

I - Distrito General Levalle – Curapaligüe – Laboulaye: se localiza entre las localidades de General Levalle y Laboulaye ocupando una superficie de 166.500 has. La característica hidrológica principal del Distrito es que está vinculado a las cuencas serranas del sistema Comechingones a través de los arroyos Santa Catalina, el Gato y El Ají. Estos arroyos atraviesan el Distrito a través de 325 km de canales artificiales y conforman la principal red de drenaje con salida al sistema de los ríos Cuarto y Saladillo. Se identificaron 34 lagunas (14.800 has) que en períodos de anegamiento - inundación generalizados se interconectan entre sí. A estas características se suman los desbordes de los canales que escurren muy lentamente, o en mantos hacia las lagunas, por lo cual su capacidad reguladora se ve disminuida. Se delimitaron nueve subcuencas que constituyen la base territorial para la conformación de los Consorcios y tres unidades de paisaje: planicies agrícolas bien drenadas (11% de la superficie), planicies agrícolas con riesgo de inundación (32%) y planicies salinas (ambientes mal drenados y conexión del suelo con capa freática salina) (48%). En este Distrito se localizan 332 empresas agropecuarias para las que, durante la inundación del ciclo 98/99, se estimó una pérdida de producción agropecuaria del orden de 9.525.000 pesos.

II - Distrito Rosales - Leguizamón - Villa Rossi: se caracteriza por ser una planicie de relieve subnormal de 266.300 ha., sin una red de drenaje definida, por tanto es un ambiente de características arreicas. Se han identificado 58 lagunas permanentes (27.150 has) y 69 depresiones con anegamientos temporarios (12.440 has), conformando un conjunto de 29 subcuencas arreicas que, en períodos de anegamiento - inundación generalizados, se interconectan entre sí, aumentando los pulsos de expansión de las lagunas aguas abajo y afectando las tierras agrícolas. En el evento 98/99 llegó a drenar hacia la laguna La Picasa, en la provincia de Santa Fe. Se identificaron cuatro unidades de paisaje: planicies agrícolas bien drenadas (19% de la superficie), planicies agrícolas con riesgo de inundación (35%), planicies y bajos hidromórficos (32%) y planicies salinas (3%). En este Distrito se localizan 680 empresas agropecuarias para las que durante la inundación del ciclo 98/99 se estimó una pérdida, sólo en materia de productos agrícolas y ganaderos, en el orden de 20.681.000 pesos.

III - Distrito Serrano - Buchardo: esta unidad posee una superficie de 231.400 has. y constituye un sistema hidrológico arreico. Durante los eventos extraordinarios, los escurrimientos superficiales alcanzan la provincia de Buenos Aires. Posee 83 lagunas permanentes (15.000 has) y 28 lagunas temporarias (2.700 has) y se delimitaron 23 subunidades hidrológicas. En este Distrito se localizan 425 empresas agropecuarias que, durante la inundación del ciclo 98/99 sufrieron pérdidas en la producción agropecuaria en el orden de 6.243.000 pesos.

IV - Distritos vinculados con el río Quinto: este río, cuyo nacimiento se localiza en la provincia de San Luis, ingresa a los ambientes mal drenados de Córdoba por el sector NO y antiguamente, derramaba en el sector de los bañados de La Amarga. La creciente desestabilización hidrológica que ha tenido lugar durante los últimos 25 años ha modificado su recorrido, interconectándose natural o artificialmente, con una serie de lagunas interconectadas del sur de la provincia de Córdoba y drenando hacia las provincias de La Pampa y Buenos Aires. El río ha estado y está siendo sometido a un intenso proceso de erosión del cauce, lo que provoca la sedimentación de las lagunas, como ya ocurrió con los bañados de La Amarga y con las lagunas interconectadas. Este proceso agrava la problemática de las inundaciones ya que, ante crecidas extraordinarias, como las ocurridas en enero de 2000 y abril de 2001, con caudales que superaron los 500 y 730 m³/s (Cisneros y otros, 2001 b) respectivamente, los desbordamientos son mayores porque se pierde la capacidad reguladora de los embalses.

Sobre la base de la dinámica actual del río Quinto se han delimitado 5 Distritos de Ordenamiento Ambiental, tres de ellos vinculados al cauce del río, cuyo principal problema es la desestabilización de sus márgenes (meandros) y fondo (saltos). Estos 3 distritos abarcan 46.700 ha. de superficie y cubren 175 km de cauce. Los dos Distritos restantes se vinculan al sistema de lagunas interconectadas, cuya principal problemática es la sedimentación con el consecuente desbordamiento ante eventos extraordinarios. Estos dos distritos abarcan una superficie de 75.800 ha. y contienen un total de 11 lagunas permanentes, interconectadas al sistema del río Quinto, con una superficie de 5.260 ha, y 29 lagunas temporarias, con una superficie de 4.520 ha, que no tienen conexión definida con el sistema del río Quinto.

V - Distrito Jovita: posee una extensión de 37.100 ha. Se trata de una antigua zona de derrames del río Quinto. En caso de eventos extraordinarios, los escurrimientos superficiales alcanzan la localidad de Jovita y de allí se conectan al sistema de Quinto. Se delimitaron dos subcuencas: una, oeste, con 24.780 ha. y otra, este, con 12.350 ha.

VI - Distrito Pincen - Italó: esta unidad ocupa 141.000 ha. con 6 subcuencas. Constituye un sistema arreico, con 63 lagunas permanentes (8.100 has.) y 25 lagunas temporarias (2.600

ha.) que, en eventos extraordinarios, como los ocurridos en los años 1999 y 2000, se interconectan, derivando los escurrimientos hacia la población de Pincen. Esta población está expuesta a aislamiento terrestre, por cortes en la red vial de acceso a la misma, y a problemas de índole sanitario y de edificación.

En este Distrito se han identificado cuatro unidades de tierras: planicies agrícolas bien drenadas (25,5% de la superficie total), planicies agrícolas con riesgo de inundación (15%), planicies y bajos hidrohalmórficos (36%) y bajos hidromorfos (23.5%).

Para los Distritos vinculados al río Quinto, el Distrito Pincen - Italo y el Distrito Jovita, que totalizan una superficie de 220.000 ha, registran un total de 398 empresas agropecuarias. Las pérdidas en producción agropecuaria que sufrieron durante la inundación del ciclo 98/99 alcanzan los 6.846.000 de pesos.

Cartografía disponible para los ambientes inundables del Departamento Roque Sáenz Peña (Córdoba)

El Departamento Roque Sáenz Peña fue el más afectado por las inundaciones ocurridas durante los años 1998, 1999 y 2001. A los efectos de contar con una base de datos georreferenciada sobre la estructura territorial del mismo, se confeccionó un SIG tomando como base cartográfica los mapas de los Distritos de Ordenamiento Ambiental: *General Levalle – Curapaligüe – Laboulaye y Rosales - Leguizamón - Villa Rossi*. Esta información fue generada a partir de la metodología descrita en el apartado 3.1. Por otro lado, se incorporaron datos de otras fuentes cartográficas para aumentar el volumen de información del SIG. La Tabla 1 enumera la fuente de información, la forma de obtención, el error medio cuadrático (de la corrección geométrica de las imágenes o de la transformación analógica – digital), la escala de cada fuente y el elemento para cada una de las capas que constituyen el SIG.

Tabla 5: Capas del SIG

<i>Capa</i>	<i>Fuente*</i>	<i>Obtención</i>	<i>EMC</i>	<i>Escala</i>	<i>Elemento SIG</i>
Cuencas 1° orden (Distritos)	1	Digitalización en pantalla	30 m	1:100.000	Polígonos
Cuencas 2° orden (Consortios)	1	Digitalización en pantalla	30 m	1:100.000	Polígonos
Red de drenaje transitoria	1	Digitalización en pantalla	30 m	1:100.000	Líneas
Red de drenaje permanente (canales)	2	Digitalización en tableta	25 m	1:100.000	Líneas
Lagunas	1	Digitalización en pantalla	30 m	1:100.000	Polígonos
Paisajes	1	Digitalización en pantalla	30 m	1:100.000	Polígonos
Rutas	1	Digitalización en pantalla	30 m	-	Líneas
Caminos	3	Digitalización en tableta	11 m	1:50.000	Líneas
Curvas de Nivel	3	Digitalización en tableta	11 m	1:50.000	Líneas
Puntos acotados	3	Digitalización en tableta	11 m	1:50.000	Puntos
Suelos	4	-	-	1:500.000	Polígonos
Departamentos - Pedanías	4	-	-	1:500.000	Polígonos
Poblaciones	3	Digitalización en tableta	-	1:50.000	Polígonos
Composiciones 453 imágenes Landsat	5	-	-	-	-

***Fuentes:**

- 1 Generación elementos cartográficos a partir de imágenes de satélites.
- 2 Cartas Imagen de Satélite del Inst. Geográfico Militar - Escala 1:100.000.
- 3 Hojas Topográficas del Instituto Geográfico Militar - Escala 1:50.000
- 4 Atlas Digital de Suelos de la Republica Argentina – Aeroterra S. A. e INTA (reproducido con autorización)
- 5 Imágenes provistas por la Comisión Nacional de Actividades Espaciales (CONAE)– Programa DISPA (reproducidas con autorización).

En la siguiente tabla se detallan las componentes temáticas de la información de cada capa vectorial y las características de las imágenes de satélite que componen la base de datos del SIG.

Tabla 6: Componentes temáticos principales de las capas del SIG.

<i>Capa</i>	<i>Contenido temático</i>
Cuencas 1° y 2° orden (Distritos)	Área, perímetro
Cuencas 3° orden (Consortios)	Área, perímetro, Número de Curva, Pendiente promedio, Longitud del curso principal, Tiempo de concentración.
Red de drenaje transitoria	Longitud
Red de drenaje permanente (canales)	Longitud, Nombre
Lagunas	Área, perímetro, nombre, profundidad, capacidad de embalse
Tierras	Área, perímetro, tipo.
Rutas	Longitud, nombre.
Caminos	Longitud

Curvas de Nivel	Cotas
Departamentos - Pedanías	Área, perímetro, nombre.
Poblaciones	Área, perímetro, población total.
Puntos acotados	Cotas
Suelos	perímetro, superficie unidad cartográfica, símbolo cartográfico, tipo de unidad cartográfica, limitantes de la unidad cartográfica, Índice de Productividad, proporción del suelo más importante en la unidad, posición en el relieve, fase reconocida, Nomenclatura, limitantes del suelo, drenaje, profundidad efectiva, textura, salinidad, sodicidad.
1ra. Imagen	Composición falso color 453. Fecha de adquisición: 28 de Marzo de 1997. Corresponde a un mes de lluvias normales, por ejemplo: <ul style="list-style-type: none"> ➤ Lluvia en Laboulaye 3 meses previos a la fecha de adquisición: 371 mm ➤ Lluvia media en Laboulaye (serie 1970-1998): 379 m
2da. Imagen	Composición falso color 453. Fecha de adquisición: 5 de Mayo de 1999. Corresponde a un mes de lluvias extraordinarias, por ejemplo: <ul style="list-style-type: none"> ➤ Lluvia en Laboulaye 3 meses previos a la fecha de adquisición: 476 mm ➤ Lluvia media en Laboulaye (serie 1970-1998): 379 mm

Además se incorporó información auxiliar sobre las inundaciones en el Departamento Roque Sáenz Peña:

- Una presentación multimedia en *Power Point* que sintetiza el problema y plantea las principales soluciones a nivel organizacional y técnico.
- Un vídeo reproducible en *Media Player de Windows* sobre el evento de inundación de 1998 de 8 minutos de duración.
- Documentos en formato *pdf* con la descripción del SIG (metadatos) y la descripción de los dos Distritos Ordenamiento Ambiental que se han delimitado en el Departamento.

Toda la información se organizó en un CD de tal manera que pudiera ser consultada con programas de libre distribución. En tal sentido se incluyeron los siguientes programas: *ArcExplorer* (Copyright © 1991–1997 Environmental Systems Research Institute, Inc.) para efectuar las operaciones de consulta al SIG, con la posibilidad de realizar impresiones en papel y *Acrobat Reader 4* (Copyright © 1987–1999 Adobe System Incorporated) para la lectura de los documentos de texto. La presentación multimedia se ejecuta mediante el asistente de presentaciones portátiles de *Microsoft Power Point*.