



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SUR
DEPARTAMENTO DE GEOGRAFÍA Y TURISMO

TESIS DE LICENCIATURA EN GEOGRAFÍA

**Desarrollo de cuerpos de agua someros durante años
húmedos extremos y sus implicancias socioeconómicas en la
zona de drenaje indefinido occidental peripampeano
(provincia de Buenos Aires)**



CAMILA NEREA CARRASCAL

Directora: Dra. Bohn, Vanesa Yael

Co-Directora: Dra. Piccolo, María Cintia

BAHÍA BLANCA

2017

AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer a todas aquellas personas que me ayudaron y apoyaron en la realización de mi Tesis. A mi Directora Dra. Vanesa Bohn por enseñarme, aconsejarme y dedicarme parte de su tiempo cuando fue necesario. A mi Co-directora, Dra. María Cintia Piccolo y al Dr. Gerardo M. E Perillo, por su buena predisposición, su apoyo y enseñanza.

Al Consejo Interuniversitario Nacional (CIN) por la posibilidad de desarrollar las tareas de investigación a través de la Beca Estímulo a las Vocaciones Científicas. Al Departamento de Geografía y Turismo de la Universidad Nacional del Sur y sus docentes por permitirnos a los alumnos desarrollarnos en la carrera.

Al Instituto de Clima y Agua y el Servicio Meteorológico Nacional que brindaron los datos necesarios.

Al personal de la Hemeroteca de la Biblioteca Rivadavia que siempre estuvo predispuesto en ayudarme con la búsqueda bibliográfica. A Josefina por llevarme a su campaña.

A la Mg. Patricia Rosell por su ayuda y el aporte de sus conocimientos de manera desinteresada.

A mi familia, por todo. Gracias a mis padres y hermanos por su amor y respeto incondicional.

Agradezco a mis amigos y compañeros por la buena onda, la comprensión y por las palabras de aliento que siempre me dieron.

INDICE

1. INTRODUCCIÓN

2. OBJETIVOS E HIPÓTESIS

3. ÁREA DE ESTUDIO

3.1. Ciclos húmedos y secos en la región

3.2. Contexto socio-económico del área de estudio

4. MÉTODO DE TRABAJO

5. RESULTADOS

5.1. Identificación y análisis de los años húmedos extremos (1990-2014)

5.2. Análisis de las consecuencias de los años húmedos extremos

5.2.1. Análisis de los efectos hidrográficos y espaciales

5.2.1.1. Lagunas permanentes

5.2.1.2. Áreas cubiertas por agua de manera intermitentes

5.2.1.3. Áreas inundables

5.2.2. Consecuencias sobre la población

5.2.2.1. Inundación años 1985- 1986

5.2.2.2. Inundación años 1992- 1993

5.2.2.3. Inundación año 2001

6. CONCLUSIONES

7. BIBLIOGRAFÍA

8. ANEXO

INDICE DE TABLAS Y FIGURAS

Figura 1. Localización del área de estudio.

Figura 2. Lagunas en el área de estudio.

Figura 3. Características geomorfológicas del área de estudio.

Figura 4. Isohietas e isotermas del área de estudio.

Figura 5. Precipitación anual (1970- 2014). Estación EEA INTA Bordenave (37°50' S- 63° O).

Figura 6. Centros urbanos y redes viales en el área de estudio.

Figura 7. Localización de estaciones SPEI analizadas para el área de estudio.

Figura 8. Protocolo de selección y procesamiento de imágenes satelitales para el análisis de cuerpos de agua en los años húmedos.

Figura 9. SPEI escala 12 meses para la estación 1 (37°45'S - 63°14'O)

Figura 10. Balance hídrico de Bordenave (37° 50' S- 63° O) (1980- 2010).

Figura 11. Balances hídricos del área de estudio en años húmedos extremos.

Figura 12. Representatividad (%) de lagunas según su superficie (km²) en el área de estudio.

Figura 13. Precipitación anual en relación al número de lagunas (a) y al área cubierta por agua (km²) (b).

Figura 14. Excesos hídricos para el área de estudio (1980-2002).

Figura 15. Representatividad (%) de lagunas permanentes según categoría de superficie (km²).

Figura 16. Ejemplos de lagunas permanentes en el área de estudio.

Figura 17. Lagunas permanentes en el área de estudio.

Figura 18. Perfiles topográficos en relación a lagunas permanentes.

Figura 19. Número (densidad) de áreas cubiertas por áreas de agua intermitente según drenaje del suelo (a) y unidades geomorfológicas (b).

Figura 20. Áreas de agua intermitente según drenaje del suelo.

Figura 21. Áreas de agua intermitente según unidades geomorfológicas.

Figura 22. Representatividad (%) de áreas inundables según categoría de superficie (km²).

Figura 23. Perfiles topográficos en relación a áreas inundables.

Figura 24. Áreas inundables en el área de estudio.

Figura 25. Lluvias inusuales preocupan a Guaminí y Daireaux.

Figura 26. Intensas lluvias amenazan a la región del sudoeste bonaerense.

Figura 27. Retraso en las cosechas por las abundantes lluvias.

Figura 28. Preocupación en Daireaux.

Figura 29. Inundaciones en Puán, Darregueira y Bordenave.

Figura 30. Productores agropecuarios sufren las consecuencias de las intensas lluvias.

Figura 31. Inundaciones en el noroeste bonaerense.

Figura 32. Pérdidas millonarias en el sector agropecuario.

Figura 33. Mapa síntesis de las consecuencias espaciales y socioeconómicas de los años húmedos extremos.

Tabla I. Categorías del SPEI.

Tabla II. Herramientas de geoprocésamiento de ArcGis v.10.1 utilizadas para el análisis de los cuerpos de agua.

Tabla III. Número de lagunas y superficie cubierta por agua (km²).

Tabla IV. Número y superficie (km²) de lagunas en años húmedos y normales para el área de estudio.

Tabla V. Síntesis de las inundaciones que afectaron el área de estudio.

1. INTRODUCCIÓN

Las grandes llanuras se caracterizan por su 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 y persistentes anegamientos (Hernández et al., 2003). En las mismas, formas de evacuación de agua en sentido horizontal son pequeñas como consecuencia de la escasa pendiente. Es por ello que las mayores pérdidas de agua son en sentido vertical, por evaporación (Jobbágy et al., 2008). En estos ambientes vulnerables, una pequeña variación en los ingresos de agua (ej.: precipitación) o en la cobertura vegetal pueden producir efectos de importancia en el sistema hidrológico, afectando el rendimiento hídrico y las tasas de recarga freática. Estos sistemas son capaces de traducir fácilmente los excesos hídricos en procesos de anegamiento (Nosetto et al., 2011), siendo ésta la respuesta más frecuente de una llanura para amortiguar los excedentes de agua (Figueroa Schibber et al., 2013).

La recurrencia del fenómeno de inundación en las llanuras se debe a factores naturales y antrópicos. Entre los primeros se destacan: el régimen de precipitaciones, variabilidad climática, topografía y suelos hidromorfos de muy baja permeabilidad. Entre los factores antrópicos más relevantes se pueden citar la pérdida de capacidad de almacenamiento de agua (por deterioro físico del suelo), acumulación y movimiento del agua en superficie (por el diseño de una red vial) y alteración en el funcionamiento hidrológico regional (como consecuencia de la construcción de canales artificiales) (Cisneros, 1994; Fuschini Mejia, 1994; Rang et al., 1999). La ocurrencia de inundaciones se atribuye frecuentemente al reemplazo de pastizales naturales por zonas de cultivo o usos urbanos (Viglizzo et al., 2009).

Entre las investigaciones a escala internacional relacionadas a las inundaciones en llanuras, se pueden citar el trabajo de Bordman et al. (1994) referido al aumento de la ocurrencia de inundaciones en el noroeste de Europa. Los costos económicos de tales acontecimientos fueron considerables y en gran parte soportados individualmente por los ciudadanos, las compañías de seguros y los consejos locales. En el mencionado trabajo se identificaron áreas de alto riesgo, caracterizadas por presentar suelos limosos. Distinguieron dos tipos de

inundaciones: inundaciones invernales asociadas a suelos húmedos y el cultivo de cereales de invierno e inundaciones veraniegas debido a la actividad de tormentas y escorrentía, particularmente de remolacha azucarera, maíz y cultivos de papa. La distribución de estos tipos de inundación varió en función de la interacción entre las características físicas (suelos y topografía), las condiciones climáticas y el uso de la tierra en toda la región. Se concluyó que la razón del aumento de las inundaciones fueron los cambios en el uso de la tierra, en el área de cultivos herbáceos y la continua intensificación de la agricultura.

Perevochtchikova y Lezama de la Torre (2010) determinaron las probables causas de las inundaciones ocurridas en octubre de 2007 en el estado de Tabasco (México). Dichas inundaciones provocaron el anegamiento del 62 % del territorio y el 75 % de población damnificada en 679 localidades, de 17 municipios del estado. Los autores aplicaron el concepto metodológico de la construcción social del riesgo, identificando cómo el desastre del 2007, fue producto de la interacción inseparable de los elementos naturales y antrópicos. Concluyeron en que se trató de una compleja problemática debido a la ausencia de medidas sistémicas (no sólo estructurales) de protección, como resultado de la falta de análisis integral sobre las inundaciones y las restricciones existentes en el acceso a la información por parte de la población. Las causas antrópicas detectadas estuvieron relacionadas con el cambio de uso del suelo, manejo de presas y construcción de obras hidráulicas.

Palacio Aponte et al. (2005) realizaron un estudio de las inundaciones de la ciudad de Campeche, en la península de Yucatán (México). Investigaron la génesis de las mismas, áreas de afectación, intensidad y recurrencia histórica de las precipitaciones. A partir del estudio del relieve y de los regímenes de infiltración y escurrimiento del terreno, identificaron zonas susceptibles a las inundaciones. Caracterizaron su intensidad mediante información documental y relevamientos de campo de las alturas promedio alcanzadas por el agua de lluvias. Realizaron un análisis probabilístico de la recurrencia de los eventos meteorológicos que ocasionan inundaciones. Finalmente, elaboraron mapas del comportamiento espacial de las inundaciones ordinarias y extraordinarias en el área de estudio, así como las zonas susceptibles a inundaciones y la permeabilidad del terreno. La zonificación de la susceptibilidad del terreno a las inundaciones se realizó a partir de balances hídricos y del análisis de las precipitaciones ordinarias y extraordinarias de los últimos 100 años. Se estudió la precipitación a escala temporal. Entre los principales

resultados se concluyó que, en general, las lluvias de alta intensidad se presentaron en períodos de tiempo cortos y que se dan bajo dos tipos de precipitaciones las normales y las extraordinarias. La expresión areal de las inundaciones en estas zonas reflejó comportamientos homogéneos en cuanto a intensidad y permanencia de las inundaciones.

En las llanuras argentinas, el relieve escasamente ondulado y la cantidad e intensidad de las lluvias son los principales responsables de las frecuentes inundaciones a las que está sujeta la región (Vázquez et al., 2003). En gran parte de la planicie pampeana el drenaje es endorreico o arreico, lo cual conduce a que, bajo las condiciones sub-húmedas actuales, se produzcan inundaciones periódicas, extensas y prolongadas, alternando con períodos de sequía (Soriano, 1992). Las lagunas son el elemento principal del paisaje pampeano (Geraldí, 2011). El humedal pampeano cubre una superficie de unos 100000 km² de la planicie Pampeana, constituyendo una de las zonas de humedales más extensas de América del Sur. La mayor extensión de humedales y la mayor densidad de lagunas se encuentran situadas en las zonas más planas, deprimidas y húmedas de las Pampas (Quirós, 2005). Desde una perspectiva integral, se han realizado numerosas investigaciones de las lagunas pampeanas entre las que se destacan las de Quirós et al. (2005, 2006) Sonovsky y Quirós (2006), Grosman y Sanzano (2008), Fornerón et al. (2008, 2010), Geraldí (2009) Geraldí et al. (2011), Bohn (2009, 2011), Diovisalvi et al. (2010), Hagg (2012), Racca y Canoba (2014), Aliaga et al. (2014, 2016), entre otros.

Desde el punto de vista climático, una característica de la región pampeana es la ocurrencia de ciclos húmedos y secos. En los últimos 50 años, se produjo en Argentina, una sucesión de períodos de sequías meteorológicas severas e inundaciones significativas. Todas ellas afectaron a las actividades económicas, la dinámica de los cuerpos de agua y con ello la biodiversidad y las coberturas del suelo de la región pampeana (Barsky et al., 2008; Taboada et al., 2009). Las inundaciones plantean riesgos cuando sus efectos se encuentran interrelacionados con el hombre o sus actividades produciendo impactos económicos, sociales y/o ambientales negativos (Paoli y Giacosa, 2003). Es por ello que el monitoreo del fenómeno de inundaciones y el análisis de sus causas se presenta como una prioridad.

Entre los trabajos referentes a inundaciones de llanura a escala nacional, se pueden mencionar: la investigación de Quiroz Londoño et al. (2013) quienes analizaron tres

inundaciones ocurridas en la cuenca del río Quequén Grande, correspondientes a los años 1980, 1998 y 2002. Identificaron las causas y consecuencias de las tres inundaciones, desde el punto de vista hidrológico y determinaron las zonas de afectación en cada uno de los años. Plantearon el desarrollo de un modelo para la delimitación de áreas con diferente probabilidad de anegamiento, el cual pueda ser utilizado en zonas con características similares. Con la información generada se estableció un plan preliminar de gestión de riesgo ante inundaciones. Por su parte, Ballesteros (2014) caracterizó el área inundada de un sector del noroeste de la provincia de Buenos Aires y su relación con condicionantes climáticos, hidrológicos y de uso de la tierra para el período 1980-2010. Entre los resultados de la investigación obtuvo que la superficie inundada durante el período de estudio osciló entre de 0,96 y 27,7 %. Se identificaron dos grandes ciclos de inundación en 1987 y 2001, los que llegaron a cubrir el 22,5 y 27,7 % del territorio, respectivamente. Del análisis integral del área inundada, la precipitación, el nivel freático, la evapotranspiración potencial y el balance hídrico, se mostró que la precipitación fue el factor mayormente asociado a los eventos de inundación.

Un seguimiento espacio temporal de la inundación ocurrida en el año 2001 en la provincia de Buenos Aires fue realizado por Scarpati et al. (2008). La investigación se centró en el análisis de tres variables consideradas principales: la precipitación, el contenido del agua en el suelo y las consecuencias sufridas en el sector agropecuario. Se realizó la cartografía referente a las variaciones del exceso de agua en el suelo en toda la superficie de la provincia durante el año 2001 y el contraste con la situación normal o esperada. Para ello se realizó la suma de excesos de agua en el suelo para el período 1967-2006. Como resultado, se obtuvo que los valores normales de exceso de agua en el suelo no alcanzaban los 300 mm mientras que, en el año 2001, en el noreste de la provincia los máximos llegaron los 900 mm. El desastre climático ocasionó la pérdida del 70 % de las pasturas, mermas del 50 y 60 % en las cosechas de maíz y trigo, disminución del 15 % en la producción láctea y la caída de la actividad comercial en un 47 %.

Una alternativa a la medición de variables hidrometeorológicas se basa en el uso de sensores remotos (Campos, 2013). Actualmente estos sensores ofrecen la oportunidad de estudiar regiones espacialmente amplias mediante información objetiva, periódica, económicamente viables y con poca dispersión (Figuroa Schibber et al, 2013). En este sentido, la utilización de información satelital aparece como una alternativa muy ventajosa.

La teledetección para el estudio de tierras afectadas por inundación y anegamiento ha sido estudiada por diferentes autores, entre los que se destacan Degioanni et al. (2001) quienes delimitaron unidades territoriales para el manejo de excedentes hídricos en el SE de la provincia de Córdoba. Para ello se analizaron e integraron la información de mapas de suelo del sector de las llanuras mal drenadas de la provincia y la obtenida mediante el procesamiento digital de imágenes LANDSAT TM 5 en un Sistema de Información Geográfica (SIG). Como resultado se obtuvo la cartografía del área con las unidades territoriales que requerían mayor control, en el marco de su funcionamiento hidrológico. Asimismo, Gorgas et al. (2000) identificaron y acotaron sectores afectados por inundaciones y anegamientos en el sudeste de la provincia de Córdoba. Sobre la base de datos suministrados por el satélite LANDSAT, definieron diferentes niveles de afectación de las tierras producidos a partir del año 1998. Realizaron un análisis multitemporal recurriendo a imágenes satelitales de diferentes fechas con el objetivo de detectar su modificación en el tiempo.

En la llanura bonaerense Vázquez et al. (2011) estudiaron la recurrencia de anegamiento a escala semidetallada de la subcuenca B4, perteneciente a la cuenca baja del río Salado. Para su determinación, se realizó un estudio multitemporal de la evolución de las áreas inundadas durante el período 1985 – 2005 con imágenes LANDSAT TM 5 y ETM+ 7 y la base de datos pluviométricos diarios de 20 estaciones meteorológicas distribuidas en la región. Definieron 11 clases de recurrencia con un grado de certidumbre del 95 %. Se identificó un claro patrón de expansión de las aguas, asociado al tipo de relieve y a la cantidad de lluvia precipitada. Similarmente, Figueroa Schibber et al. (2013) realizaron un seguimiento de áreas anegadas en áreas rurales de llanura en la provincia de Buenos Aires. Estudiaron la evolución de los cuerpos de agua alojados en superficie en ocho partidos del noroeste de la provincia de Buenos Aires mediante el análisis de imágenes provenientes de la plataforma TERRA. Para ello generaron cartografía de la recurrencia de anegamiento y obtuvieron series temporales de la dinámica del área anegada en cada partido.

En el área de estudio, denominada “Zona de Drenaje Indefinido Occidental Peripampeano” el gran número de lagunas presentes y la dinámica espacial y temporal genera inundaciones de difícil reversión. Localidades anegadas con población evacuada y grandes extensiones rurales inutilizadas, producen, entre otros, daños en la infraestructura, interrupción de las vías de comunicación, canalizaciones anárquicas y problemas sanitarios

(Montico, 2004). Al respecto se destaca el aporte de Bohn (2009) en el estudio morfológico de más de 2000 cuerpos de agua del SO de la provincia de Buenos Aires y su relación con el régimen de precipitación de la región.

2. OBJETIVOS E HIPÓTESIS

La hipótesis de la presente investigación es la siguiente:

La ocurrencia de eventos húmedos extremos genera el desarrollo de numerosos cuerpos de agua someros de gran dinamismo morfológico y consecuencias socioeconómicas en el área de estudio.

Objetivo general

Analizar los efectos hidrográficos y socioeconómicos de los eventos húmedos extremos en la Zona de Drenaje Indefinido Occidental Peripampeano (provincia de Buenos Aires) durante el período 1990-2014.

Objetivos específicos

- 1) Determinar y analizar los años húmedos extremos correspondientes al período de estudio 1990-2014.
- 2) Analizar la topografía e hidrografía del área de estudio.
- 3) Analizar y cuantificar la evolución de la extensión areal de los cuerpos de agua de la región durante períodos húmedos.
- 4) Elaborar cartografía referida a áreas inundables sobre la base del cálculo de máxima cobertura de agua (1990-2014) y análisis topográfico.
- 5) Detectar y describir los principales efectos socioeconómicos de los eventos húmedos en el área de estudio.

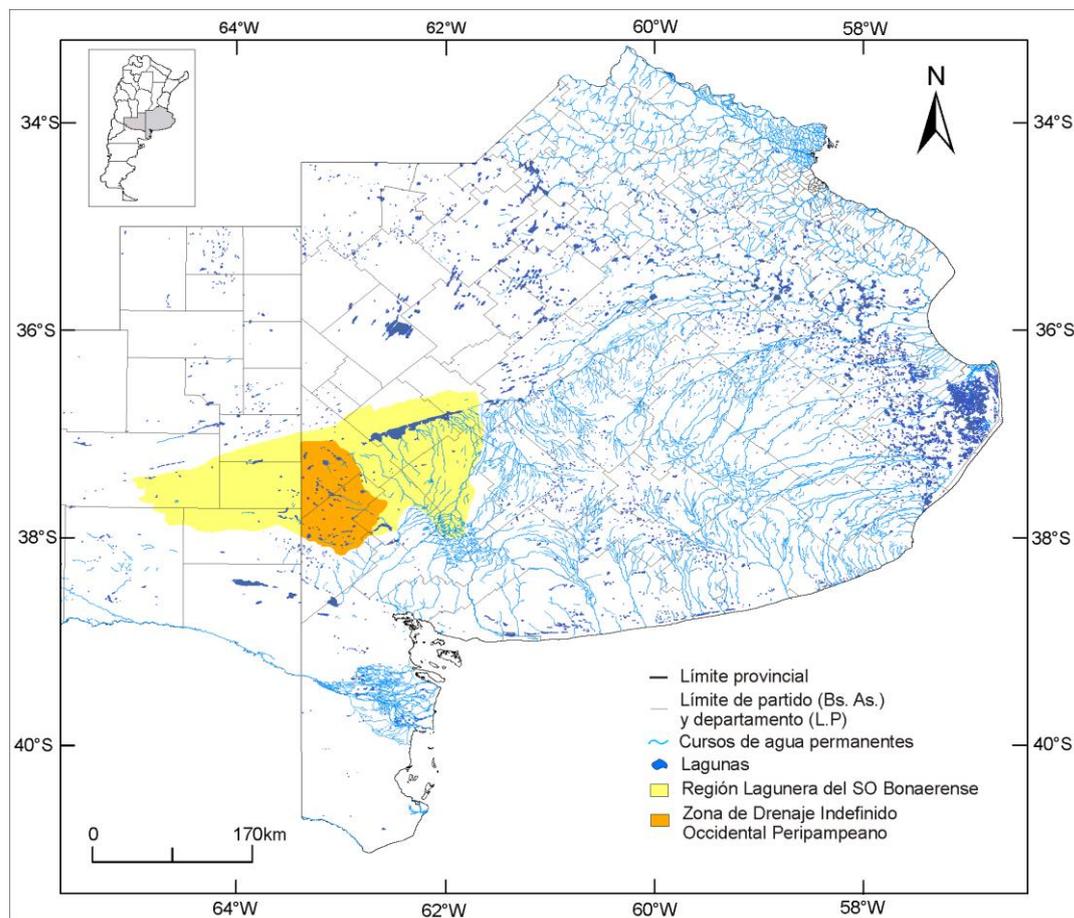
3. ÁREA DE ESTUDIO

El área de estudio fue delimitada de acuerdo al criterio presentado en el Atlas de Cuencas y Regiones Hídricas Superficiales de la República Argentina (Subsecretaría de Recursos

Hídricos de la Nación - Instituto Nacional del Agua, 2010) con el nombre de “zona de drenaje indefinido occidental peripampeano”. La misma forma parte de una subcuenca perteneciente a la Región Lagunera del SO Bonaerense, localizada en el SO de la provincia de Buenos Aires y SE de la provincia de La Pampa. En la provincia de Buenos Aires, ocupa un área de 6142 km² aproximadamente e incluye a los partidos de Puán, Adolfo Alsina y un sector del partido de Saavedra (Figura 1) (Ver Anexo Figura 1).

Figura 1

Localización del área de estudio



Fuente: elaborado por Camila Carrascal (2017) sobre la base de cartografía digital IGN (2013) y Subsecretaría de Recursos Naturales (2010). Los datos se encuentran referenciados en coordenadas geográficas, utilizando el Sistema de Referencia WGS 84 y el Marco de Referencia POSGAR 07.

El área de estudio se localiza en el sur de la llanura pampeana, caracterizada por el relieve llano o suavemente ondulado, de planicies deprimidas anegables permanente o cíclicamente, con suave pendiente hacia el océano Atlántico y desagües hacia los ríos principales (Mateucci, 2012). La geomorfología a escala regional se conforma por

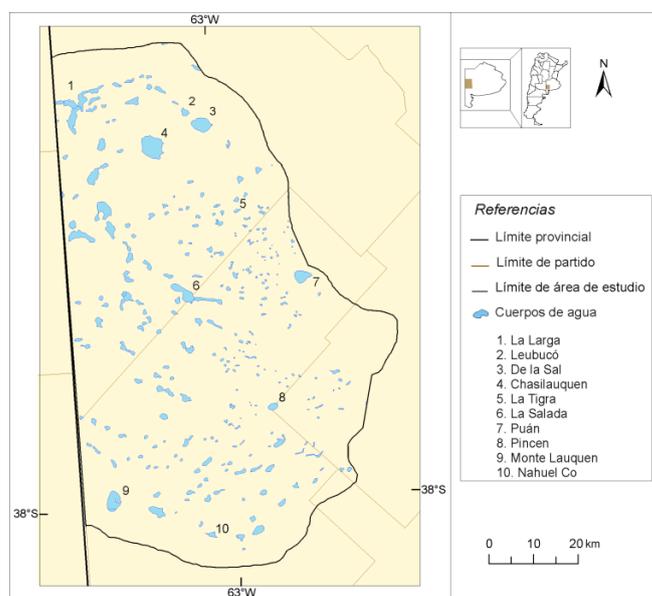
cordones serranos pertenecientes al Sistema de Ventania y una llanura que bordea los faldeos serranos, recorrida por arroyos que divergen de los mismos (Rosell y Martínez, 2008).

Siguiendo la caracterización geomorfológica de Siragusa (1964) para la provincia de Buenos Aires, el área de estudio se enmarca (hacia el norte) en las áreas bajas del denominado Surco Carhué- Vallimanca y (hacia el sureste) en el área montana del Sistema de Ventania. El Surco Carhué- Vallimanca, es una angosta franja de unos 400 km de largo y 50 km de ancho, que se constituye como un eje dentro de la provincia de Buenos Aires con rumbo general SE-NE. En el sector norte del área de estudio, hacia el sur del partido de Adolfo Alsina y noroeste del partido de Puán, el área de llanura se caracteriza por la presencia de salinas y salitrales, formadas en las depresiones de campos de dunas, que se desarrolla en un relieve situado por debajo de los 200 msnm. Hacia el SE, la llanura asciende suavemente hasta superar los 250-300 msnm y el relieve se vuelve accidentado evidenciando la presencia del relieve positivo. El Sistema de Ventania se compone de cordones serranos paralelos que se elevan de 400 a 700 m por encima de la llanura circundante (Zárate y Rabassa, 2005).

El área de estudio se caracteriza por la presencia de lagunas permanentes y temporales dispersas en toda su extensión. El desarrollo de estos cuerpos de agua se explica por la pobreza de la red de drenaje, la ausencia de declives marcados y la topografía (Matteucci, 2012). Como lagos de llanura, su hidrología es altamente dependiente de las precipitaciones “in situ” (Fuschini Mejia, 1994). Se encuentran numerosos cuerpos de agua de superficie reducida así como también por espejos de agua permanentes, de considerable superficie como la De la Sal y La Salada también en el norte, la laguna Monte Lauquen en el sur y la laguna Puán en el límite oeste del área de estudio. También se destacan lagunas de carácter intermitente como la laguna Chasilauquen en el norte del área de estudio (Cartografía digital IGN escala 1:250.000, 2013) (Figura 2).

Figura 2

Lagunas presentes en el área de estudio

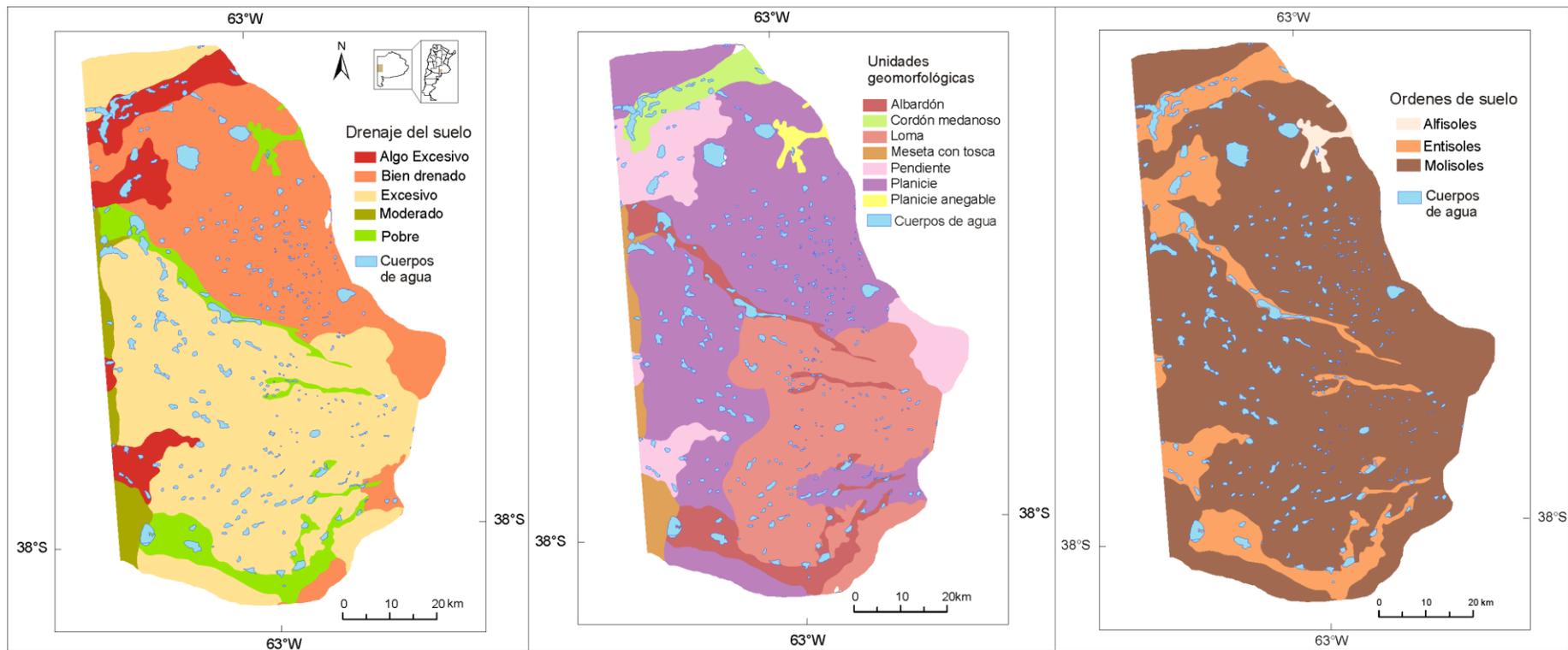


Fuente: elaborado por Camila Carrascal (2017) sobre la base de cartografía digital IGN 1:250.000.

En la región tienen amplia difusión los suelos del orden de los Molisoles, suelos con alto contenido de materia orgánica que se desarrollan en latitudes medias según la clasificación del Atlas de Suelos de la República Argentina (INTA, 1971). Según la cartografía digital del INTA a escala 1:500.000 (2006) dentro de los Molisoles, se reconocen suelos del suborden Ustoll, como lo son el Haplustol y Argiustol. Se desarrollan en climas subhúmedos a semiárido, con régimen de humedad del suelo ústico que responden a una estacionalidad marcada de las precipitaciones (Com. Pers. Prof. Nilda Amiotti, 2013). Se asocian a temperaturas templadas y cálidas que se caracterizan por estar relativamente libres de los problemas de saturación con agua e hidromorfismo, con un horizonte superficial oscuro, e inmediatamente debajo, un horizonte que consiste únicamente de materiales minerales ligeramente alterados. En muchos casos se observa la presencia de horizontes de acumulación de carbonatos o sales. Son suelos aptos para la producción de granos y forrajes (Maccarini y Baleani, 1995). También se reconocen sectores de suelos del orden de los Entisoles, predominando en superficies geomórficas inestables, sujetas a erosión o depositación de materiales (Com. Pers. Prof. Nilda Amiotti, 2013). En el área de estudio se encuentran asociados a albardones, cordones medanosos y pendientes (INTA 1:500.000, 2006) (Figura 3).

Figura 3

Características geomorfológicas del área de estudio



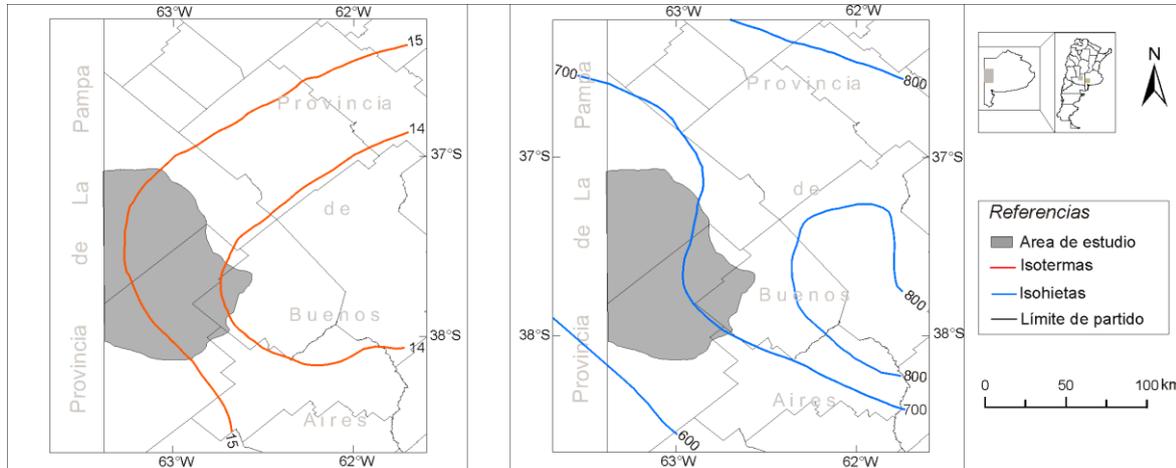
Fuente: elaborado por Camila Carrascal (2017) sobre la base de cartografía IGN 1:250.000 y Carta de Suelos de la Rep. Argentina INTA 1:500.000.

La vegetación nativa forma parte de las unidades fitogeográficas “del espinal” y “pampeana” (Cabrera, 1976). La característica del área es la mezcla de arbustos perennifolios, dominantes en el Oeste y el pastizal de gramíneas bajas y herbáceas, en el Este (Hagg, 2012). Los tipos esenciales de vegetación son el pastizal pampeano, el pastizal psammófilo, los juncales en los bordes de las lagunas y parches de bosque. De estos tipos de vegetación quedan sólo relictos, encontrándose a lo largo de las vías férreas, en los bordes de las lagunas y en las orillas de los arroyos (Matteucci, 2012).

Desde el punto de vista climático, el área de estudio se desarrolla bajo un clima templado subhúmedo húmedo (Campo de Ferreras, et al. 2004) con precipitaciones medias (1977–2006) anuales entre 700 y 800 mm (Scarpati y Capriolo, 2011). Se caracteriza como un clima de transición, entre el subhúmedo de la llanura pampeana y el semiárido de la meseta patagónica (Gil y Del Pozo, 2005). En cuanto a las temperaturas medias, el área presenta entre 14 y 20° C (Viglizzo et al., 2011) (Figura 4).

Figura 4

Isotermas e isohietas del área de estudio



Fuente: elaborado por Camila Carrascal (2017) sobre la base de cartografía digital IGN escala 1:250.000.

3.1. Ciclos húmedos y secos en la región

El área de estudio comprende, dentro de la llanura pampeana, el sector bonaerense de la Región Semiárida Pampeana. El mismo se caracteriza por ser un territorio transicional entre la región pampeana húmeda y la patagonia y, como tal, está sujeta a las variaciones pluviométricas anuales y estacionales (Sánchez et al., 2014). La región se incluye en el

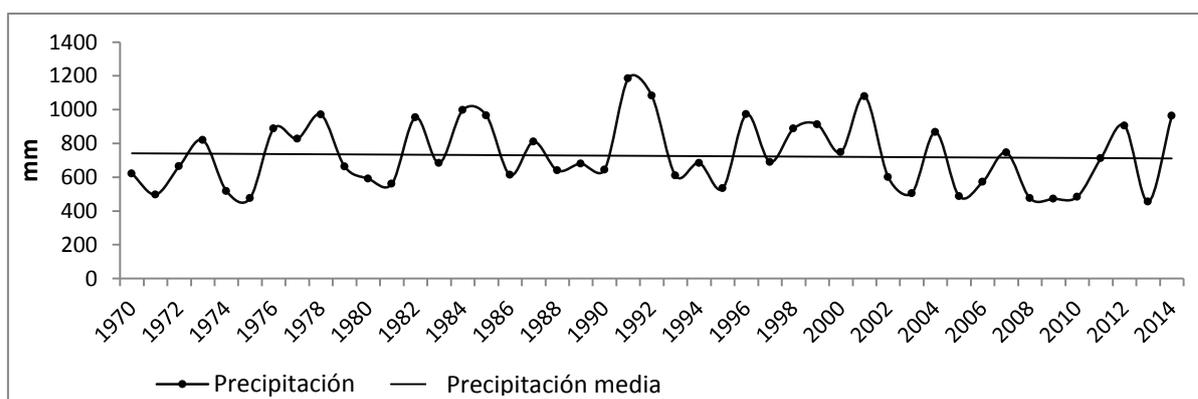
área de la isohieta de 750 mm, que expresa una moderada precipitación, aunque se caracteriza por una gran variabilidad climática (Rosell y Martínez, 2008).

Las precipitaciones llegan a valores extremos mínimos, característica de ambientes áridos o semiáridos, así como también a valores muy por encima del promedio anual similares a regiones extremadamente húmedas. Estas oscilaciones de las precipitaciones por encima o por debajo del promedio anual, da lugar al movimiento cíclico o marcha secular, que se traduce en la ocurrencia de varios años húmedos, secos o medianamente secos (Glave, 2006) (Figura 5).

Figura 5

Precipitación anual (1970-2014).

Estación EEA INTA Bordenave (37°50' S- 63°O)



Fuente: elaborado por Camila Carrascal (2017) sobre la base de datos cedidos por INTA Bordenave.

En la serie se observa que la precipitación registró valores extremos mínimos, alrededor de 400 mm en los años 1971, 1975, 2009 y 2013. Por otro lado, la precipitación alcanzó registros de 1000 mm, superando ampliamente la media anual de la región (736 mm), como en el caso de los años 1984, 1991, 1992 y 2001.

Las investigaciones realizadas en el contexto regional coinciden en que partir de la década del '70 se originó un cambio drástico en las precipitaciones iniciando un ciclo húmedo (Aiello, 1994). Autores como Hoffman et al. (1987) y Kruse y Laurencena (2005) advierten el inicio de un ciclo húmedo a principios de la década del '70 que se prolonga más allá del año 2000 (Figura 5). El mismo se caracteriza por el aumento de las precipitaciones que superan los registros históricos del siglo XX y un desplazamiento de

las isohietas 200 km hacia el oeste (Rosell y Martínez, 2008). Este corrimiento de las isohietas de 500-700 mm entre 100 y 120 km hacia el oeste en el área de estudio se evidencia a partir del siglo XX (Viglizzo, 1999).

Glave (2006) analizó el comportamiento cíclico de la precipitación en el sudoeste bonaerense, a partir de registros de 130 años para la localidad de Bordenave y su zona de influencia entre los años 1875 y 2006. Como resultado, definió tres períodos o fases de cincuenta años de duración. En la primera fase (comprendida entre los años 1875 y 1925) se registraron precipitaciones por encima de la media en toda la región, las cuales fueron disminuyendo gradualmente. Se caracterizó como una etapa subhúmeda o de transición. La segunda fase o período (comprendida entre los años 1925 y 1975) comienza con una notable disminución de lluvias y de temperaturas. Hacia los años 1950 y 1975 se reconoció una etapa de transición en que las precipitaciones aumentaron, luego de una gran sequía desde 1960 a 1962. Luego las precipitaciones se intensificaron, comenzando la tercera fase. El último período que se reconoció, comprende desde 1975 hasta el año 2000 aproximadamente, caracterizado por abundantes precipitaciones que ocasionaron inundaciones en la región y generaron pérdidas de fertilidad del suelo, avalanchas en las zonas serranas e inundaciones en pueblos o ciudades cercanas. A partir del año 2000 comenzó una etapa de transición caracterizada por la disminución de las precipitaciones, que se prevé continúe hasta el año 2020 (Glave 2006; Campo et al., 2012). La alternancia de estos eventos climáticos resulta de gran interés, cuando se manifiestan en espacios rurales destinados a las actividades de producción primaria (Gabella et al., 2009).

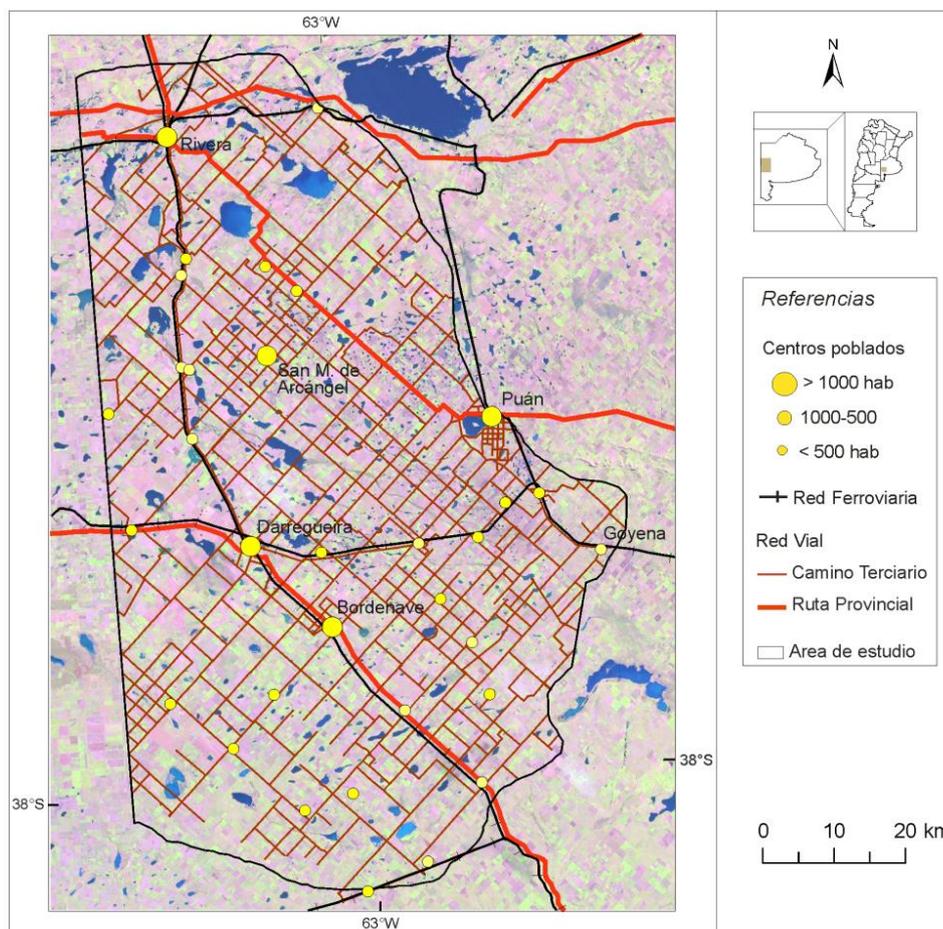
Esta periodización es tomada en algunas investigaciones de la región de estudio. Campo et al. (2012) lo aplicó en un estudio referente a cambios en el régimen pluviométrico y su relación con la producción agropecuaria en el partido de Puán. Geraldi (2009) lo utilizó en el estudio geoambiental de las lagunas Encadenadas del Oeste. Los estudios de Rosell (2010) para la cuenca del arroyo Pigüé (Provincia de Bs As) incluyeron el análisis de series de precipitaciones de 119 años y definió para el área un ciclo seco entre los años 1888 y 1972, durante el cual la mayor parte de los registros se situaron por debajo de la media de 750 mm y a partir de 1973 un período húmedo en el que se registra un considerable aumento de las precipitaciones. Estos períodos se corresponden con los resultados obtenidos por diferentes autores (Scian y Donnari (1997); Canziani (2003); Aiello et al. (2004) y Kruse y Laurencena (2005) en estudios realizados para la región pampeana.

3.2. Contexto socio económico

En cuanto a la distribución espacial actual de la población en el área de estudio, se destacan 5 centros urbanos de importancia: Puán (4.743 hab), Rivera (3.217 hab), Darregueira (5.547 hab), Bordenave (852 hab) y San Miguel de Arcángel (774 hab) (INDEC 2010). Se reconocen también gran número de caseríos y parajes de menor población. Las ciudades principales se encuentran conectadas a través de las rutas provinciales 76, 67 y 60. Los caminos terciarios, en su mayoría caminos de tierra, conectan los parajes y caseríos más alejados y dispersos. La red vial también se compone de ramales de los ferrocarriles Domingo Faustino Sarmiento (en el sector noroeste) y el General Roca (hacia el sudeste) (Figura 6).

Figura 6

Centros urbanos y redes viales del área de estudio



Fuente: elaborado por Camila Carrascal (2017) sobre la base de imagen satelital Landsat 7 ETM + color natural, escena 227/086, mayo 2001, datum WGS 84. Cartografía, red vial, red ferroviaria y centros poblados IGN 2013, 1:250.000.

Las primeras transformaciones del sistema natural se reconocen a partir de la llegada de los primeros colonos a fines del siglo XIX y principios del siglo XX, debido al impulso de la agricultura favorecida por las condiciones ecológicas de suelo y clima (Haal et al., 1992).

La fundación de la mayoría de los pueblos en la región coincidió con una fase subhúmeda (1900-1925), que impulsó un desarrollo rápido de la actividad productiva y el asentamiento poblacional (López Castro 2013). Luego, durante los últimos años de este gran período húmedo, las estancias comenzaron un proceso de instalación de arrendatarios y aparceros en sus tierras, en parcelas de alrededor de 200 a 500 hectáreas, dando lugar a la entrada de nuevos agricultores de diversas procedencias y con el fin de sembrar trigo como principal cultivo (Glave 2006).

La región, históricamente dominada por pastizales nativos, se transformó poco a poco a una matriz mixta de pastizales nativos, cultivos anuales y pasturas a partir de finales del siglo XIX. Con el paso del tiempo, esta situación se transformó en un factor más para el incremento del riesgo de inundación en el área estudiada (Hall et al., 1992).

En la región, la agricultura y la ganadería son las actividades económicas más importantes (Campo et al., 2012). Las mismas comienzan a expandirse, a principios del siglo XX, desarrollándose sistemas productivos mixtos en toda la región (Lopez Castro, 2013). El área de estudio se caracteriza por una importante actividad agropecuaria, mayormente de secano. Existen sectores bajo riego de gravedad y recientemente riego complementario con explotación de acuíferos libres. La producción agrícola corresponde principalmente a cereales, girasol y maíz (Navarro y González Uriarte, 2002). En la actualidad, la vegetación original está completamente alterada por efecto de la explotación agrícola-ganadera. La ganadería es principalmente bovina, desarrollada sobre pasturas cultivadas plurianuales y verdes, en rotación con cultivos de cosecha adaptados al clima y a las limitaciones del suelo. (Mosciaro y Dimuro, 2009).

Actualmente el sistema productivo es esencialmente mixto, basado en una ganadería vacuna. La aptitud de los suelos del área ha sido definida como "ganadero-agrícola" y "agrícola-ganadera", siempre en rotación. El 58 % de los suelos posee aptitud ganadero-agrícola, es decir que admiten una rotación con una fase agrícola relativamente corta, luego de un período prolongado con pasturas perennes. Los suelos con aptitud agrícola-ganadera

representan el 28 % mientras que los suelos de aptitud ganadera representan el 14 % (Lorda et al., 2002). El trigo es el principal recurso agrícola del área, aunque en los últimos años la agricultura se ha expandido incorporando nuevos cultivos, obedeciendo a factores económicos y climáticos (López Castro, 2013). Se produce avena y cebada mientras que los cultivos como el girasol y sorgo forrajero son de escasa significación (Mosciaro y Dimuro, 2009). En lo que refiere a los rasgos socioproductivos el área de estudio se caracteriza por las explotaciones familiares (López Castro, 2013).

Teniendo en consideración los estudios precedentes sobre la relación entre el desarrollo de cuerpos de agua, la ocurrencia de eventos húmedos y el predominio de la actividad agrícola ganadera como base de la economía en la región desde comienzos del siglo XX, la presente tesis se centra en el estudio de lagunas durante años húmedos extremos. Asimismo se enfatiza en el análisis de su dinamismo morfológico y sus efectos sobre la hidrología de la región y la población local.

4. MÉTODO DE TRABAJO

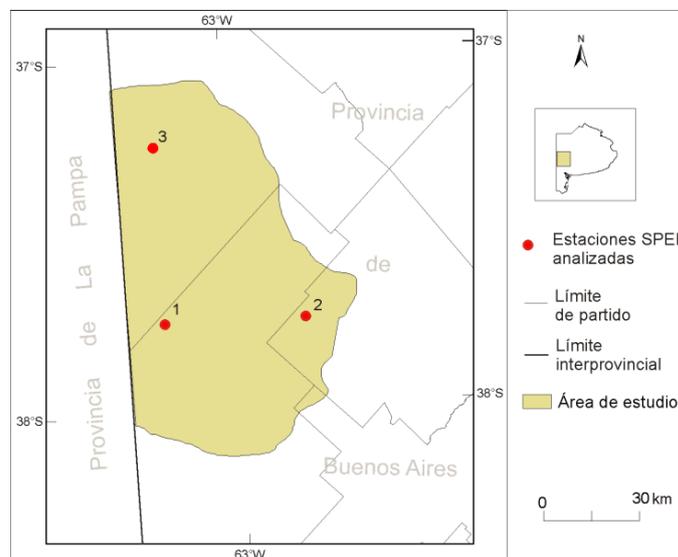
El área de estudio fue delimitada según el Atlas de Cuencas y Regiones Hídricas Superficiales de la República Argentina (Subsecretaría de Recursos Hídricos de la Nación-INA, 2010). El análisis de la topografía e hidrografía del área de estudio se realizaron a partir de bases de datos previos: cartas topográficas E: 1:50.000 (Instituto Geográfico Nacional, IGN), modelos de elevación digital (DEM SRTM 90 m, obtenido de CGIAR-CSI <http://srtm.csi.cgiar.org>), datos hidrográficos (SIG-IGN), cartografía de suelos E: 1:500.000 (Carta de Suelos de la República Argentina, INTA), interpretación visual de imágenes satelitales de alta resolución (Google Earth Pro) y realización de perfiles topográficos (mediante el software Global Mapper v. 14). La totalidad de la información fue incorporada a un SIG (ArcGis v. 10.1) para la realización del análisis y la cartografía correspondientes.

Para la determinación de los años húmedos extremos se analizó el Índice Estandarizado de Precipitación y Evapotranspiración (SPEI) durante el período de estudio (1990-2014). Este índice climático de carácter multiescalar es calculado a partir de la diferencia (mensual o semanal) entre la precipitación acumulada en un período de tiempo y la evapotranspiración potencial. Las condiciones de humedad en el suelo responden a anomalías de precipitación

para una escala temporal relativamente corta de 1, 3 y 6 meses, mientras que el agua de las corrientes superficiales, subterránea y reservorios reflejan anomalías de lluvia de períodos más largos: escalas temporales de 12, 24 y 48 meses (Vicente Serrano et al., 2010). Las series de datos se obtuvieron en forma gratuita del sitio web SPEI Global Drought Monitor (<http://sac.csic.es/spei/index.html>), con resolución temporal y espacial de 12 meses y 0.5°, respectivamente. Dichos datos fueron modelados y calibrados mediante la temperatura media de la base de datos de NOAA y la precipitación mensual del Centro Global de Climatología y Precipitación (GPCC) (Vicente Serrano et al., 2010) (Figura 7).

Figura 7

Localización de estaciones SPEI analizadas para el área de estudio



Fuente: elaborado por Camila Carrascal (2017) sobre la base de datos SPEI

Se seleccionaron tres estaciones SPEI localizadas dentro del área de estudio, de las cuales se analizaron datos correspondientes a los años 1990 a 2014, a una escala temporal de 12 meses. Se realizó un promedio de los valores mensuales de SPEI para cada uno de los años húmedos analizados con el fin de obtener un valor de referencia para el análisis del área. Los años húmedos estudiados presentaron meses con valores de SPEI correspondientes a las categorías: superiores a 0,99 definidas por McKee et al. (1995) (Tabla I).

Tabla I
Categorías del SPEI

SPEI	CATEGORÍAS
2,0 o más	Extremadamente húmedo
1,5 a 1,99	Muy húmedo
1,0 a 1,49	Moderadamente húmedo
-0,99 a 0,99	Casi normal
-1,0 a -1,49	Moderadamente seco
-1,5 a -1,99	Muy seco
-2,0 o menos	Extremadamente seco

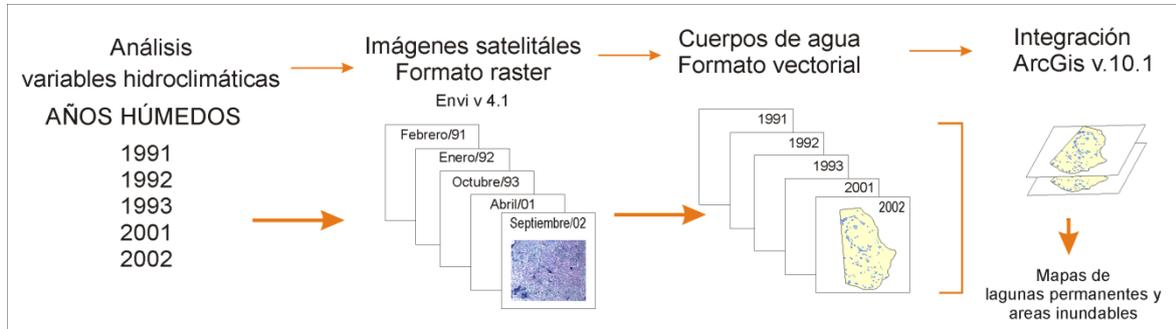
Fuente: McKee et al., 1995.

Complementariamente, se elaboraron balances hídricos (Thornthwaite y Mather, 1957) correspondientes a los años húmedos definidos previamente mediante el SPEI. Se utilizaron datos de precipitación (INTA Bordenave) y datos de temperatura mensuales (Instituto de Clima y Agua) para la localidad de Bordenave (37°50' S- 63°O) para el período 1980-2010. Para la realización de los balances hídricos (1980 a 2002) se utilizó el software Inner Soft ISBH V 0.7 (disponible en <http://isbh.itspanish.org/>). Se consideró un valor de 50 mm para la capacidad de almacenamiento del suelo (Krüger y Venanzi, 2009) y 736 mm como valor medio de precipitación para el área de estudio, obtenido como el promedio de precipitaciones anuales de más de 30 años.

Para el análisis espacial de excesos hídricos del área de estudio se procesaron imágenes satelitales LANDSAT 5 TM y 7 ETM+, obtenidas de manera gratuita del sitio web de USGS (http://landsat.usgs.gov/CDR_LSR.php). Se procesaron 5 imágenes satelitales correspondientes a los años húmedos extremos y 1 imagen correspondiente a un año normal (escena 227/086), de reflectancia en superficie (en inglés, Land Surface Reflectance) y 5 correspondientes al producto Índice Normalizado de Vegetación (en inglés, NDVI), con resolución espacial 30 m reproyectadas al sistema UTM (Universal Transverse Mercator) y corregidas atmosféricamente. Se seleccionaron las imágenes del mes de mayor exceso hídrico (definido por el milimetraje de precipitación) en cada uno de los años húmedos. En los casos en los que no fue posible, por presencia de nubes o ruido, la imagen seleccionada corresponde al mes posterior a dicho exceso (Figura 8).

Figura 8

Protocolo de selección y procesamiento de imágenes satelitales para el análisis de cuerpos de agua en los años húmedos



Fuente: elaborado por Camila Carrascal, 2017.

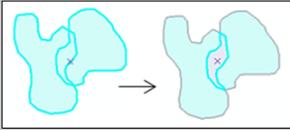
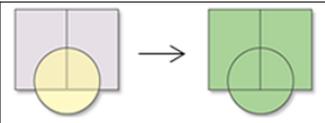
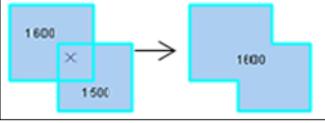
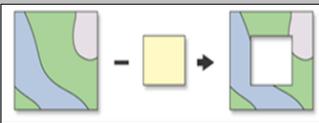
Las imágenes satelitales se procesaron digitalmente mediante el software ENVI v 4.1. Se realizó una clasificación supervisada (método de paralelepípedos) sobre el producto satelital NDVI para la discriminación de la clase “agua”. La clasificación supervisada se basa en la disponibilidad de áreas de entrenamiento. Se trata de áreas de las que se conoce a priori la clase a la que pertenecen y que servirán para generar un signo espectral característico de cada una de las clases (Chuvienco, 2002). Para ello se definieron Regiones de Interés (en inglés, ROIs), las cuales son muestras que especifican los píxeles que van a estar clasificados como agua en cada imagen y los píxeles clasificados como “no agua”.

El NDVI ha sido ampliamente utilizado para caracterizar la capacidad fotosintética de la vegetación. Sin embargo, es muy útil para la detección de agua debido a la gran capacidad de absorción de energía electromagnética en la porción del infrarrojo por parte del agua y la gran reflexión del visible (Figuroa Schibber et al., 2013). A partir de las imágenes clasificadas en las categorías “agua” y “no agua” fue posible realizar mapas de lagunas permanentes, áreas cubiertas por agua de manera intermitente y áreas inundables en el área de estudio para los cinco años húmedos extremos analizados. Se obtuvieron 5 mapas vectoriales correspondientes a las lagunas presentes en el área de estudio. La validación de la clasificación se realizó a partir de datos GPS obtenidos en viaje de campo realizado en noviembre de 2015 a la laguna Puán, localizada en el centro-este del área de estudio.

La información fue integrada y procesada en el SIG ArcGis v 10.1. Se utilizó la herramienta de geoprociamiento INTERSECCIÓN para la obtención del área cubierta por

agua y el número de lagunas permanentes durante todo el período analizado. Las herramientas de geoprocésamiento UNIÓN y MERGE permitieron obtener la cartografía de áreas inundables, donde se incluyeron lagunas permanentes e intermitentes del período. Para la obtención de los mapas de áreas cubiertas por agua de manera permanente se utilizó la herramienta EARSE (Tabla II).

Tabla II
Herramientas de geoprocésamiento de ArcGis v.10.1

Herramientas de ArcGis	Esquema	Capas base	Resultado
Intersección		Cuerpos de agua de los cinco años	Lagunas permanentes
Unión		Cuerpos de agua de los cinco años	Áreas inundables
Merge			
Earse		Lagunas permanentes y cuerpos de agua de los cinco años	Áreas cubiertas por agua de manera intermitente

Fuente: elaborado por Camila Carrascal (2017) sobre la base de tutorial ArcGis v.10.1.

Como resultado final se obtuvieron los mapas de lagunas permanentes, áreas cubiertas por agua de manera intermitente en los cinco años analizados y las áreas inundables en los años húmedos extremos analizados del período 1990-2014 en el área de estudio. En ellos se presentan las lagunas permanentes en el área de estudio y el área de máxima cobertura de agua, que incluye los cuerpos de agua permanentes e intermitentes para el período.

Las principales consecuencias sociales y económicas de los eventos húmedos durante el período de estudio fueron analizadas mediante la recopilación de bibliografía existente, archivos periodísticos, publicaciones científicas y de divulgación (periódicos, informes especiales, etc.).

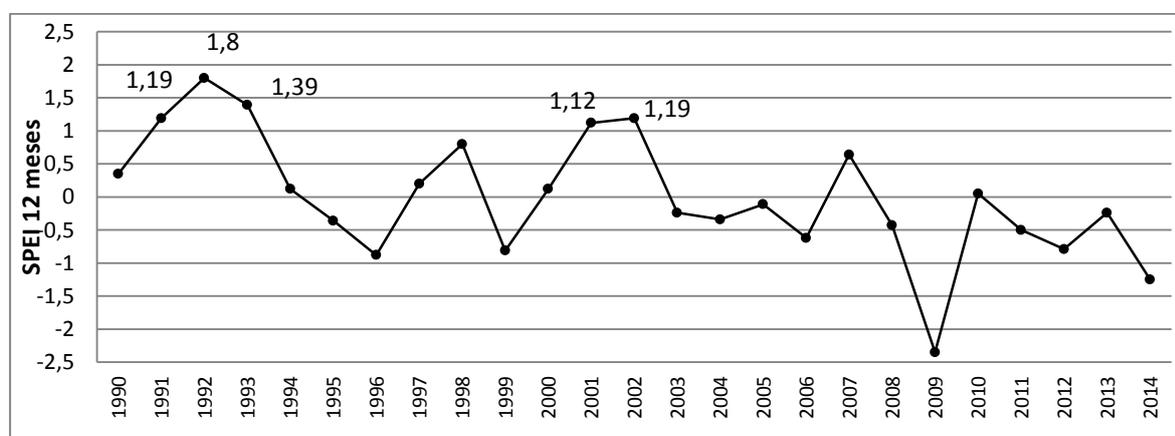
5. RESULTADOS

5.1. IDENTIFICACIÓN Y ANÁLISIS DE AÑOS HÚMEDOS EXTREMOS (1990-2014).

Como resultado de la aplicación del índice SPEI los años 1991,1992, 1993, 2001 y 2002 resultaron los años más húmedos del período. El año 1991 se definió como un año “moderadamente húmedo”, el año 1992 como “muy húmedo” presentando meses “extremadamente húmedos” (agosto, septiembre y diciembre). El año 1993 presentó valores dentro de las categorías “moderadamente húmedo” y “muy húmedo” mientras que los años 2001 y 2002 se situaron en la categoría “moderadamente húmedo”. Ambos registraron meses con valores de SPEI de la categoría “muy húmedo”: octubre, noviembre y diciembre (2001) y enero, febrero y marzo (2002). En la Figura 9, se muestran los valores de SPEI a escala 12 meses para la serie de datos correspondiente a la estación 1 (37°45'S - 63°14'O) para el período de estudio.

Figura 9

SPEI escala 12 meses para la estación 1 (37°45'S - 63°14'O)



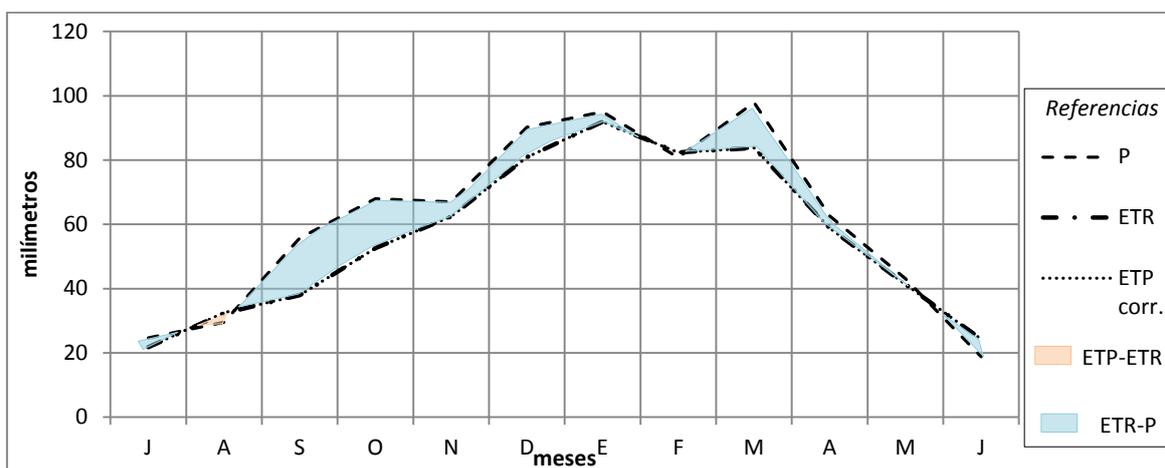
Fuente: elaborado por Camila Carrascal (2017) sobre la base de <http://sac.csic.es/spei/home.html>.

La serie de datos SPEI correspondiente al período 1990-2014 (24 años) mostró que el 75 % del período se caracterizó como normal. Las categorías “muy húmedo” y “extremadamente húmedo” caracterizaron a 5 años de la serie (1991, 1992, 1993, 2001 y 2002). Hacia el final de la serie los valores del índice disminuyeron hacia categorías de SPEI correspondiente a sequía, como es el caso del año 2009 con el menor valor del período (-2,35), caracterizándose como “extremadamente seco” y 2014 con -1,25 en la categoría

“moderadamente seco”. En la serie se observó que un total de 10 años superaron el valor medio de precipitación en un promedio del 128 %.

El balance hídrico normal del área de estudio calculado para el período 1989-2010 mostró sólo un mes con situación de déficit (agosto: 0,15 mm). Los meses de recarga y almacenamiento representaron la mitad del año (febrero, marzo, julio, septiembre, octubre, noviembre y diciembre) mientras que la utilización se produjo sólo durante dos meses. Los excesos se observaron en los meses de verano y otoño con un total de 18,24 mm (Figura 10).

Figura 10
Balance hídrico de Bordenave (37°50' S- 63°O) (1980-2010)



Fuente: elaborado por Camila Carrascal (2017) sobre la base de datos EEA INTA Bordenave. Referencias: ETR-P incluye los procesos de utilización, recarga y exceso de agua, ETP-ETR muestra el déficit hídrico.

Se analizó el balance hídrico del año 1990, definido como normal dentro del período de estudio según el SPEI. Durante el mismo los excesos de agua en el suelo no superaron los 35 mm en los meses de octubre y diciembre, los meses de recarga y utilización de agua del suelo ocurrieron de manera alternada la mayor parte del año (Ver Anexo Tablas).

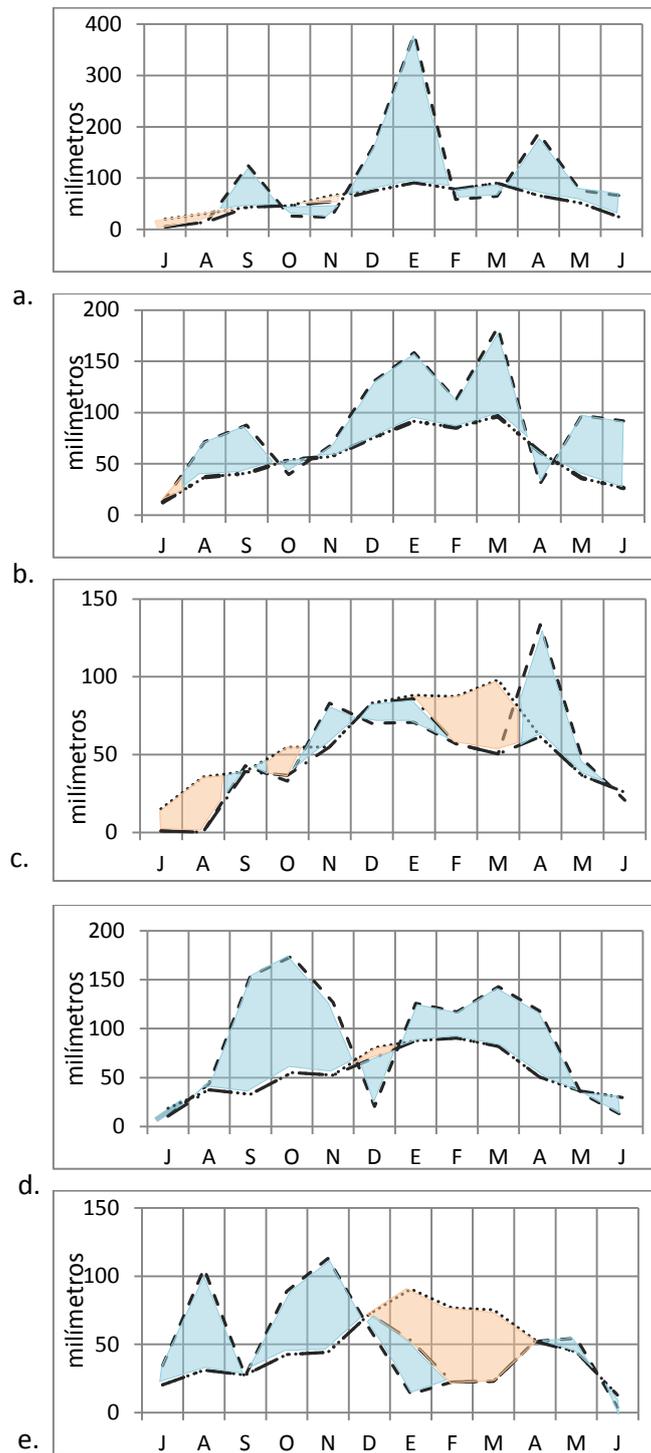
Esta situación contrasta con lo ocurrido durante años húmedos. Los balances hídricos de los años húmedos analizados mostraron meses con mayor cantidad de exceso que lo normal, en distintas estaciones del año (Figura 11). En el año 1991, la precipitación registrada fue 1184,4 mm, siendo enero el mes más lluvioso (379,5 mm). El valor total de exceso registrado fue de 499,3 mm (466,16 mm más que el normal) de los cuales 288,8

mm correspondieron al mes de enero (Figura 11 a). El año 1992 presentó exceso hídrico durante gran parte del año, con un total de 356,5 mm (338,3 mm más que el normal) siendo el mes de marzo el de mayor exceso (86,5 mm). Los meses de enero y junio también presentaron excesos de 66,9 y 64,5 mm, respectivamente (Figura 11 b). En el año 1993 la precipitación fue menor a la normal calculada para el área (609,4 mm). Los meses de abril y noviembre fueron los más lluviosos. En cuanto a los excesos, éstos se registraron en los meses de abril y mayo al igual que en el normal con valores de 22 y 10,7 mm, respectivamente. Ello representó un 178,7 % más de exceso que en el balance normal (Figura 11 c). En el año 2001 se registró un total de 413,4 mm de exceso (395 mm más que el balance normal de la región) repartidos en 6 meses durante primavera y otoño, siendo octubre el mes con mayor exceso (118,8 mm). En cuanto a las precipitaciones, se registraron 1079,4 mm para todo el año, con 174 mm para el mes octubre, el mes más lluvioso (Figura 11 d). En el año 2002 se dio exceso en los meses de agosto, octubre y noviembre con un total de 151,3 mm. Noviembre fue el mes de mayor exceso con 67, 2 mm (268, 24 % más que los excesos del balance normal de la región) (Figura 11 e).

De manera general se observó que los excesos en los años húmedos superaron entre 200 y 500 % el valor registrado en el balance hídrico normal y en el balance del año 1990 (año normal). Los mismos ocurren durante las estaciones de primavera y otoño en la mayoría de los años durante los meses de septiembre, abril y mayo. El año de menor exceso fue 1993, con 32,6 mm, entre los meses de abril y mayo. El año 1991 registró el mayor exceso con 499,3 mm, lo cual representa un 93, 5% más que el registrado en el año 1993.

Figura 11

Balances hídricos del área de estudio en años húmedos extremos



Fuente: elaborado por Camila Carrascal sobre la base de registros cedidos por INTA Bordenave, 2017.

Referencias: - - - - - P - . - . - . ETR ETP ■ ETR-P (incluye los procesos de utilización, recarga y exceso de agua) ■ ETP-ETR (déficit hídrico). Los balances hídricos corresponden a los años 1991 (a.), 1992 (b.), 1993 (c.), 2001 (d.) y 2002 (e.).

5.2. ANÁLISIS DE LAS CONSECUENCIAS DE LOS AÑOS HÚMEDOS EXTREMOS

5.2.1. Análisis de los efectos hidrográficos y espaciales

Como resultado del procesamiento digital de las imágenes satelitales se obtuvo el número y el área de cuerpos de agua presentes en el área de estudio para los años húmedos extremos previamente definidos. El mayor número de lagunas se registró en 2001 (un total de 611) mientras que la mayor superficie cubierta por agua se registró en el año 2002 (322,8 km², el 5,2 % del área total de estudio). El año 1991 mostró el menor número de cuerpos de agua (362) y la menor superficie cubierta por agua (170 km²) (Tabla III).

Tabla III

Número de lagunas y superficie cubierta por agua (km²)

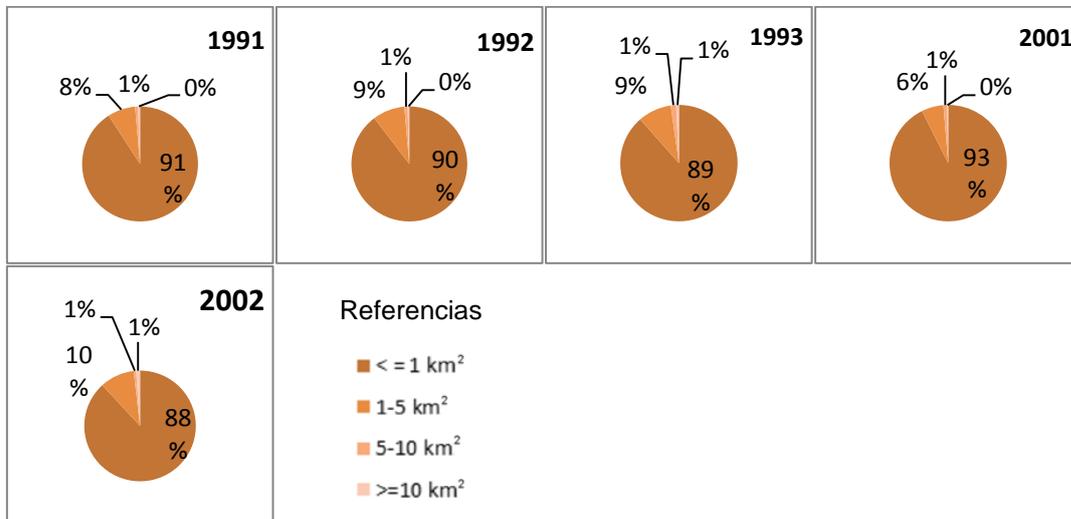
Años húmedos extremos	1991	1992	1993	2001	2002
superficie cubierta por agua (km²)	170	195,7	227,9	239	322,8
número de lagunas	362	435	402	611	541

Fuente: elaborado por Camila Carrascal (2017) a partir de resultados obtenidos en el procesamiento de imágenes satelitales.

Se observaron diferencias en cuanto al tamaño y cantidad de lagunas. En cuanto a la superficie de los cuerpos de agua la tendencia es similar en todos los años, el mayor porcentaje corresponde a aquellos con superficie menor o igual a 1 km² que representan entre el 88 y el 93 % del total. Las lagunas dentro de la categoría de superficie de 1-5 km² constituyeron entre el 6 y 10 % y el 1% aquellas comprendidas en la categoría 5-10 km². Dentro de la categoría de superficie de 5-10 km² las lagunas variaron en número desde 3 para 1991, 4 en 1992 y 2002 y 6 en 1993 y 2001. En cuanto a la categoría de cuerpos de agua de superficie mayor a 10 km² representa el alrededor ~ 1% en todos los años (Figura 12).

Figura 12

Representatividad (%) de lagunas según categoría de superficie (km²)

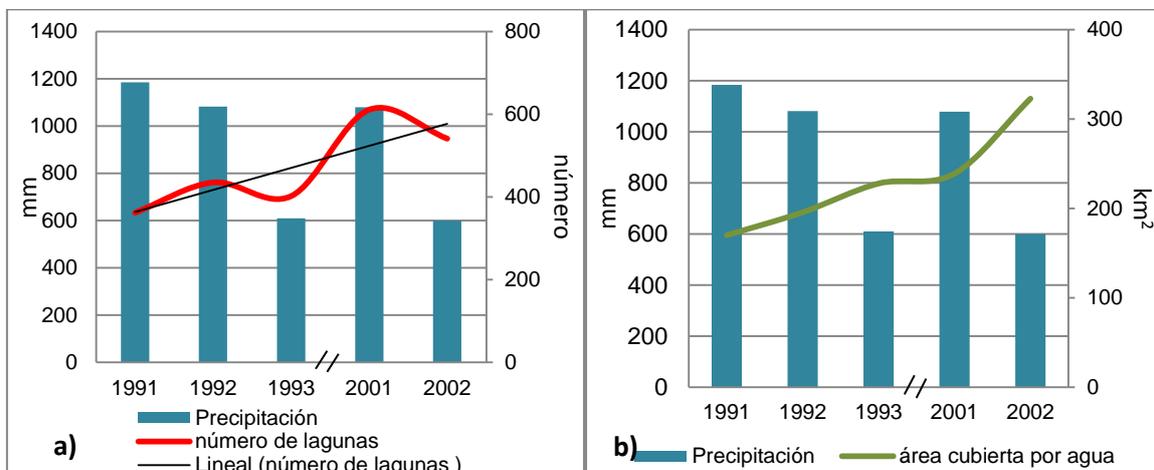


Fuente: elaborado por Camila Carrascal (2017) sobre la base de procesamiento digital de imágenes satelitales.

En los años húmedos estudiados se reconoció una tendencia al aumento del número de cuerpos de agua y del área ocupada por los mismos. Se observó, también, que aquellos años de mayores precipitaciones no registraron un aumento simultáneo del número de cuerpos de agua (Figura 13).

Figura 13

**Precipitación anual en relación al número de lagunas (a)
y al área cubierta por agua (b)**

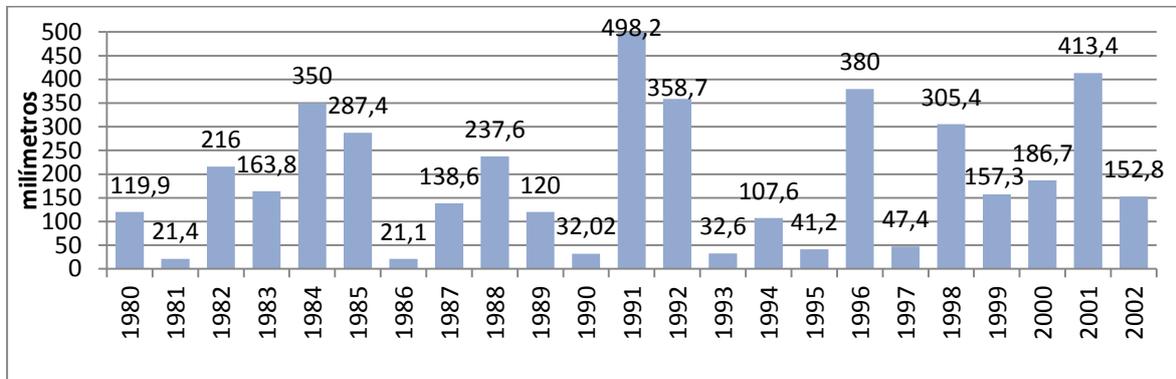


Fuente: elaborado por Camila Carrascal (2017) sobre la base de datos de precipitación anuales (EEA INTA Bordenave) y resultados del procesamiento digital de imágenes satelitales.

Teniendo en cuenta los objetivos de la presente tesis, puede inferirse que esta situación podría ser causada por cambios en el uso del suelo, variables climáticas y edáficas, al tiempo de retardo del flujo del agua subterránea, etc. Asimismo el mencionado fenómeno puede explicarse a través del análisis de los excesos hídricos de años previos a los analizados. Los años 2001 y 2002 estuvieron antecedidos de años con mayores excesos que los años 1991, 1992 y 1993. En el caso del año 2001 los 4 años anteriores registraron excesos superiores a los 150 mm, mientras que los años anteriores a 1991 mostraron valores de escaso exceso y sólo un año con exceso superior a 150 mm (Figura 14).

Figura 14

Excesos hídricos para el área de estudio (1980- 2002)



Fuente: elaborado por Camila Carrascal (2017) sobre la base de datos de precipitación y temperatura anuales (EEA INTA Bordenave).

En el año 1991 las precipitaciones (1184,4 mm) aumentaron las reservas de agua en el suelo generando excesos en 6 meses del año. A pesar de ello el número de cuerpos de agua fue el menor de los 5 años analizados. Para el año 1992 las precipitaciones registradas superaron la media (total anual: 1081 mm). Según el índice SPEI, 1992 se caracteriza como un año muy húmedo y el balance hídrico mostró el suelo saturado durante 9 meses, produciéndose excesos en los meses de verano y primavera. Como consecuencia, el número de lagunas aumentó respecto al año anterior con un total de 435. Para el año 1993 la reserva de agua en el suelo fue escasa, el número de lagunas disminuyó de manera poco significativa respecto al año anterior con un total de 402. En 2001 las precipitaciones superaron a la media con 1079 mm, las reservas de agua en el suelo se encontraron saturadas casi todo el año y los excesos fueron de 405,2 mm. El número de lagunas fue 611, la mayor cantidad en los 5 años analizados. En 2002 la cantidad de lagunas fue menor

que en el año anterior (41 en total), la precipitación se encontró por debajo de la media (un total de 600 mm) y un total de 541 cuerpos de agua (Tabla IV).

Tabla IV
**Número y superficie (km²) de lagunas
en años húmedos y normales para el área de estudio**

Año	Categoría SPEI	Precipitación	Excesos	N° de lagunas y superficie cubierta por agua (km²)
1990	Casi Normal	Inferior a la media (644 mm)	32,02 mm distribuidos en 2 meses. Reservas de agua en el suelo 8 meses.	Lagunas: 104 Superficie cubierta por agua: 142 km ²
1991	Moderadamente húmedo	Superior a la media (1184 mm)	499,3mm distribuidos en 6 meses. reserva de agua en el suelo 8 meses	Lagunas: 362 Superficie cubierta por agua: 170 km ²
1992	Muy húmedo	Superior a la media (1081mm)	356,5mm distribuidos en 7 meses del año. Reservas de agua en el suelo 9 meses	Lagunas: 435 Superficie cubierta por agua: 195 km ²
1993	Moderadamente húmedo y Muy húmedo	Inferior a la media (609 mm)	32,6 mm distribuidos en 2 meses del año. Reservas de agua en el suelo 7 meses.	Lagunas: 402 Superficie cubierta por agua: 227 km ²
2001	Moderadamente húmedo	Superior a la media (1079 mm)	405, 2 mm distribuidos en 6 meses del año. Reservas de agua en el suelo en 6 meses.	Lagunas: 611 Superficie cubierta por agua: 239 km ²
2002	Moderadamente húmedo	Inferior a la media (600 mm)	151,3 mm distribuidos en 3 meses. Reservas de agua en el suelo 8 meses.	Lagunas: 541 Superficie cubierta por agua: 322 km ²

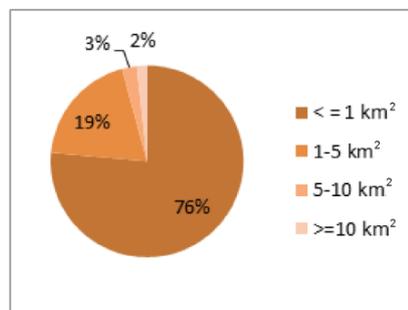
Fuente: elaborado por Camila Carrascal, 2017.

5.2.1.1. Lagunas permanentes

Como resultado de la intersección de la cartografía de lagunas para cada año mediante el SIG ArcGis v.10.1, se contabilizaron 119 cuerpos de agua presentes en todos los años analizados. Los mismos cubrieron un área de 123 km² lo cual representa el 1,9 % del área de estudio. El número de lagunas de carácter permanente por categoría de superficie presentó una tendencia similar a los cuerpos de agua obtenidos para cada uno los años húmedos. En ambos casos el mayor porcentaje estuvo representado por las lagunas de menor superficie, mientras que las lagunas de mayor tamaño del área de estudio representaron un porcentaje muy pequeño del total (Figura 15).

El mayor porcentaje de cuerpos de agua presentó superficie menor o igual a 1 km², mientras que el menor porcentaje corresponde a las lagunas de mayor tamaño (≥ 10 km²) (Figura 15). También es importante el número de lagunas con superficie entre 1 y 5 km² (23 lagunas). En cuanto a la categoría de cuerpos de agua de 5-10 km² se registraron 3, correspondientes a las lagunas La Salada, Puán y Monte Lauquen y en la categoría de cuerpos de agua con área mayor a 10 km² de carácter permanente se reconocieron dos en toda el área, las lagunas De la Sal y Chasilauquen (Figura 16).

Figura 15
**Representatividad (%) de lagunas permanentes
 según categoría de superficie (km²)**



Fuente: elaborado por Camila Carrascal (2017).

Figura 16
Ejemplos de lagunas permanentes en el área de estudio



Fuente: imágenes tomadas de Google Earth, 2017. Lagunas permanentes: A: Puán; B: Chasilauquen; C: La Salada; D: Monte Lauquen; E: Leubucó; F: De La Sal y G: La Larga.

En cuanto a la distribución espacial de las lagunas en el área de estudio, se observó que aquellas menores a 1 km² de superficie se situaron mayormente en suelos Molisoles en relieves de planicie y loma (Carta de Suelos de la República Argentina, INTA E: 1:500.000). Estas lagunas se encontraron en suelos con drenaje excesivo y bien drenado (Figura 3).

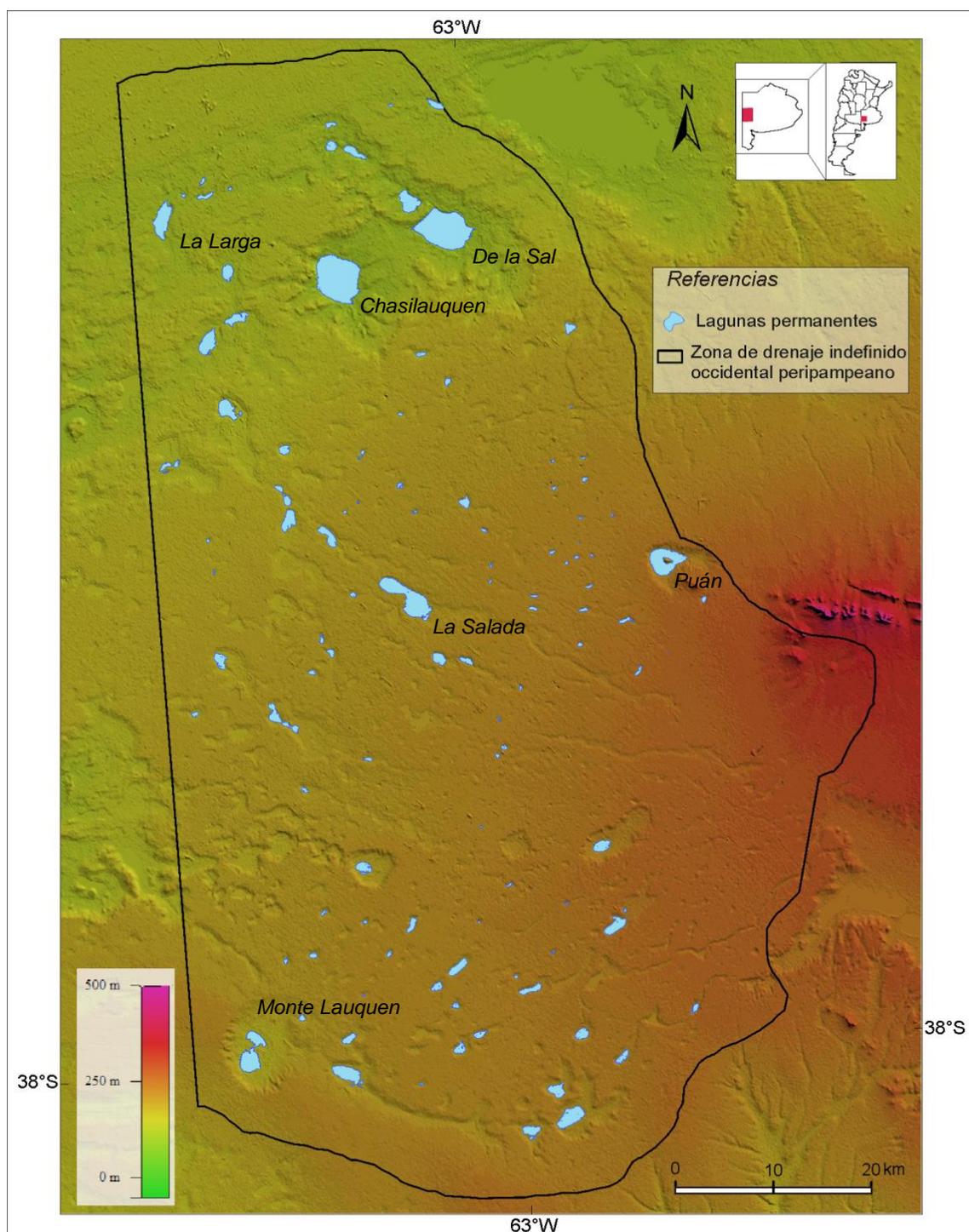
Los cuerpos de agua de categoría de 1-5 km² de superficie se localizaron en distintos sectores del área de estudio. Hacia el Norte, la laguna La Larga se desarrolló sobre cordones medanosos de drenaje algo excesivo, se reconoció también la laguna Leubucó en área de planicie y otras en zonas de pendiente (Figura 17). Hacia el S se encontraron algunos cuerpos de agua relacionados a geformas de albardón de drenaje pobre, loma y pendiente con drenaje excesivo. Las lagunas de 1-5 km² de superficie se desarrollaron en el área de estudio sobre suelos Entisoles (Carta de Suelos de la República Argentina, IGN E: 1:500.000). Dichos suelos se caracterizan por un escaso desarrollo de horizontes como consecuencia de la deposición repetida de materiales parentales o situaciones de inundación y/o saturación (Com. Pers., Prof. N. Amiotti, 2013). Se encuentran asociados a geformas inestables de albardón, con drenaje pobre, en las que el suelo se encuentra mojado la mayor parte del año y relieves de pendiente con suelos bien drenados (Figura 17).

Las lagunas Monte Lauquen, La Salada y Puán (correspondientes a la categoría 5-10 km²) se encuentran en el sur la primera y las dos restantes, en el centro y centro este del área. Las dos primeras se desarrollan en suelos Entisoles de drenaje pobre y sobre relieve de albardón, mientras que la última se encuentra en suelos Molisoles de planicie bien drenados (Figura 17).

Por último, los dos cuerpos de agua mayores a 10 km² de superficie (De La Sal y Chasilauquen) se encontraron en la zona de planicie, en el norte del área de estudio (Figura 17).

Figura 17

Lagunas permanentes en el área de estudio

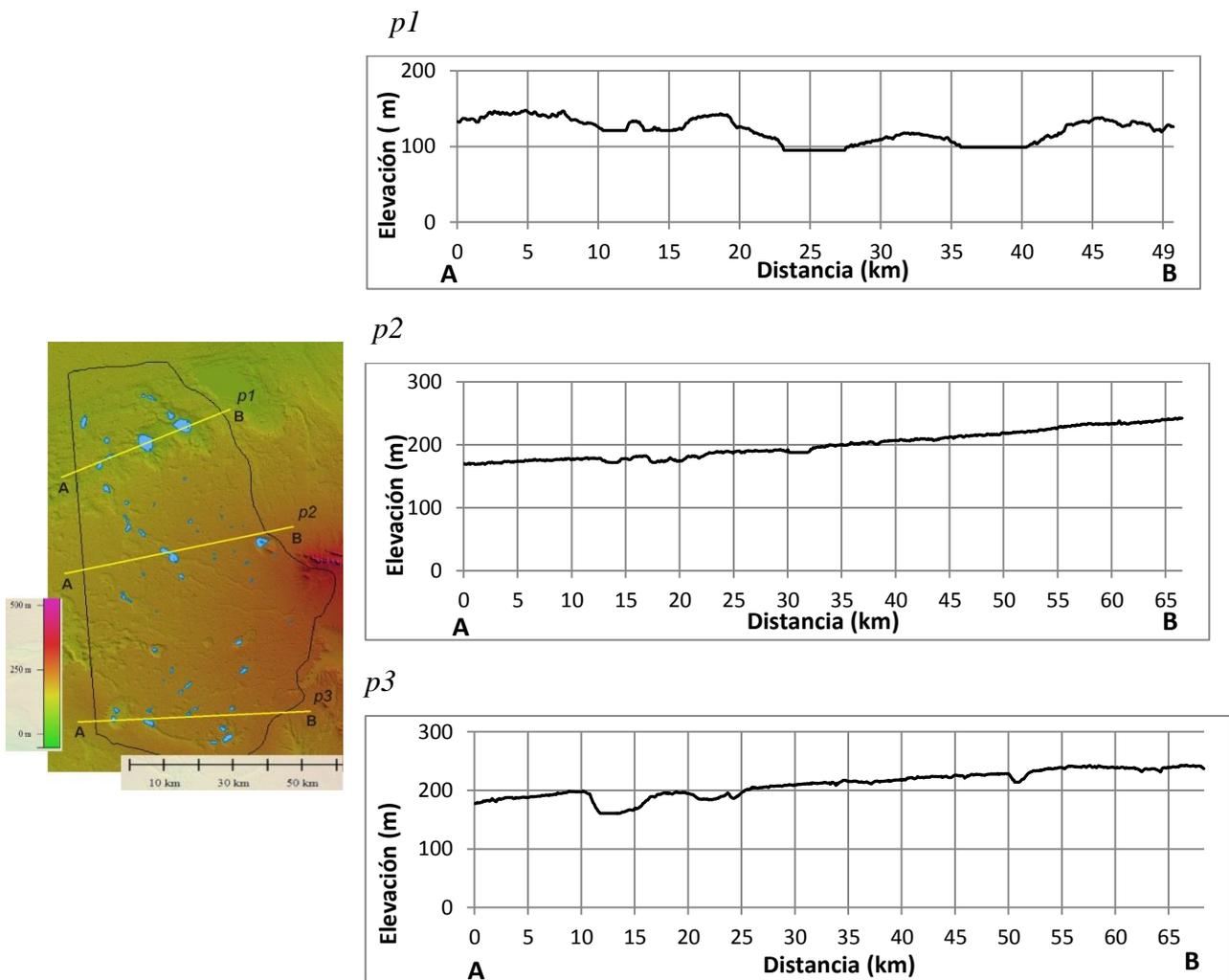


Fuente: elaborado por Camila Carrascal (2017) sobre la base de Modelo de Elevación Digital SRTM 90 metros y procesamiento digital de imágenes LANDSAT 5 TM y 7 ETM+, escena 227/086.

Las lagunas permanentes de mayor tamaño ($> =10 \text{ km}^2$) se localizaron en el norte del área de estudio por debajo de los 100 msnm, como es el caso de las lagunas De La Sal y Chasilauquen. La laguna Monte Lauquen (localizada a 150 msnm en el sector sur del área de estudio) se desarrolló sobre suelos de drenaje pobre (Figuras 3 y 18). Los cuerpos de agua permanentes de menor superficie ($\leq 1 \text{ km}^2$) se concentraron en el centro-este del área de estudio, donde su desarrollo se vió favorecido por drenaje del suelo excesivo y por encontrarse en un área de planicie de baja energía morfogenética (Figuras 3 y 18).

Figura 18

Perfiles topográficos en relación a lagunas permanentes



Fuente: elaborado por Camila Carrascal, 2017. Perfil norte (p1), perfil centro (p2) y perfil sur (p3); EV: 1:100 m, EH: 5 km.

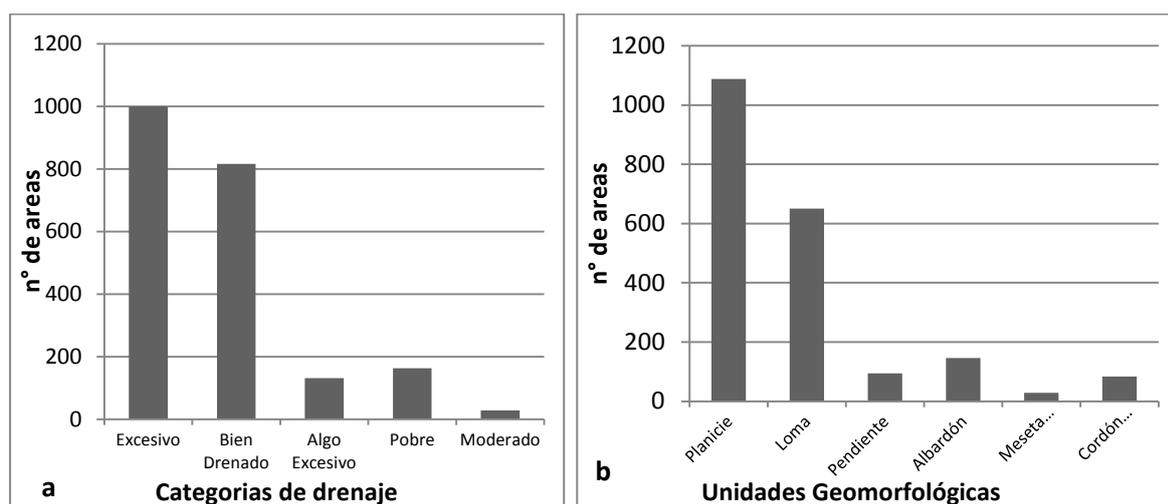
5.2.1.2. Áreas cubiertas por agua de manera intermitente

La mayor densidad de áreas cubiertas por agua de manera intermitente durante los años húmedos analizados se localizó en el centro-sur del área de estudio, sobre suelos de drenaje excesivo y en las unidades geomorfológicas de planicie y loma. También se encontró un gran número de áreas de agua intermitente desarrolladas en suelos con categoría de drenaje “bien drenado” (817 áreas de agua intermitente), distribuidos en el sector noreste del área de estudio. En los suelos de drenaje pobre (163 áreas de agua intermitente) y algo excesivo (131 áreas de agua intermitente) el número de áreas resultó menor con notables diferencias en cada uno de los años húmedos analizados (Figura 19 a).

Respecto a las superficies de agua intermitente según unidades geomorfológicas (Carta de Suelos de la República Argentina E: 1:500.000), se observó una mayor densidad en zonas de planicie en los 5 años analizados (1088 en total). También se destacó la densidad de superficies de agua intermitente en el sector de loma (un total de 650) caracterizada por un drenaje del suelo excesivo (Figura 19 b).

Figura 19

Número (densidad) de áreas cubiertas por agua de manera intermitente según drenaje del suelo (a) y unidades geomorfológicas (b)



Fuente: elaborado por Camila Carrascal (2017) sobre la base de análisis digital de imágenes satelitales.

Las áreas de agua intermitente en el año 1991 representaron el 0,78 % del área de estudio. Se caracterizaron por ser superficies pequeñas y concentradas mayormente en zonas de

suelo con drenaje excesivo y en las áreas de planicie. No se reconocieron áreas de agua intermitente de las lagunas de mayor superficie como Chasilauquen, De la Sal en el norte, (correspondiente a las unidades geomorfológicas de planicie) la laguna Puán en el centro este o La Salada en el centro del área. En el sector sur, el área cubierta por agua intermitente correspondiente a la laguna Monte Lauquen se desarrolla sobre suelo de drenaje pobre y corresponde a la geoforma de albardón. Por otro lado se observó el desarrollo áreas de agua intermitentes en la geoforma denominada “meseta con tosca” (un total de 6 áreas de agua intermitente) de drenaje moderado (Figura 20).

Las superficies de agua intermitentes para el año 1992 resultaron más extensas con respecto al año anterior, cubriendo el 1 % del área de estudio. La mayor densidad de áreas de agua intermitente correspondió a suelos de drenaje excesivo (208 áreas) distribuidas de manera homogénea en el centro sur del área de estudio, en zonas de loma (139) y planicie (162). En la zona de planicie de suelos bien drenados se contabilizó un total de 100 áreas de agua intermitente (Ej.: las lagunas Puán, Chasilauquen y De la Sal, en el sector noreste del área de estudio). Un total de 37 áreas se distribuyeron en suelos de drenaje pobre, desarrollados sobre la geomorfología de albardón, entre ellas las correspondientes a la laguna Monte Lauquen en el sur y La Salada en el centro del área de estudio y en suelos de drenaje algo excesivo (un total de 27 áreas de agua intermitente), observándose en el norte el área intermitente correspondiente a la laguna La Larga (Figura 20).

En el año 1993, las áreas de agua intermitente resultaron más extensas que el año anterior y se observaron nuevos sectores cubiertos por agua, alcanzando el 1,48 %. La mayor densidad de áreas cubiertas por agua intermitente (un total de 193) corresponde, al igual que para el año anterior, a zonas de suelo con drenaje excesivo. Las mismas se distribuyeron entre las unidades geomorfológicas de planicie y loma, reconociéndose áreas extensas y un gran número de áreas de superficie reducida. En suelos bien drenados las áreas de agua intermitente correspondieron a las lagunas de mayor superficie, las mismas no mostraron cambios importantes en el tamaño de su superficie respecto a los años anteriores, con excepción de la laguna De la Sal, la que aumentó su superficie. En suelos de drenaje pobre las áreas contabilizadas resultaron 26, entre ellas el área correspondiente a la laguna Monte Lauquen (sudoeste del área de estudio), la cual mostró una pequeña disminución y el área correspondiente a la laguna La Salada, en el centro del área de estudio que no presentó cambios notables. En cuanto al resto de las áreas cubiertas por

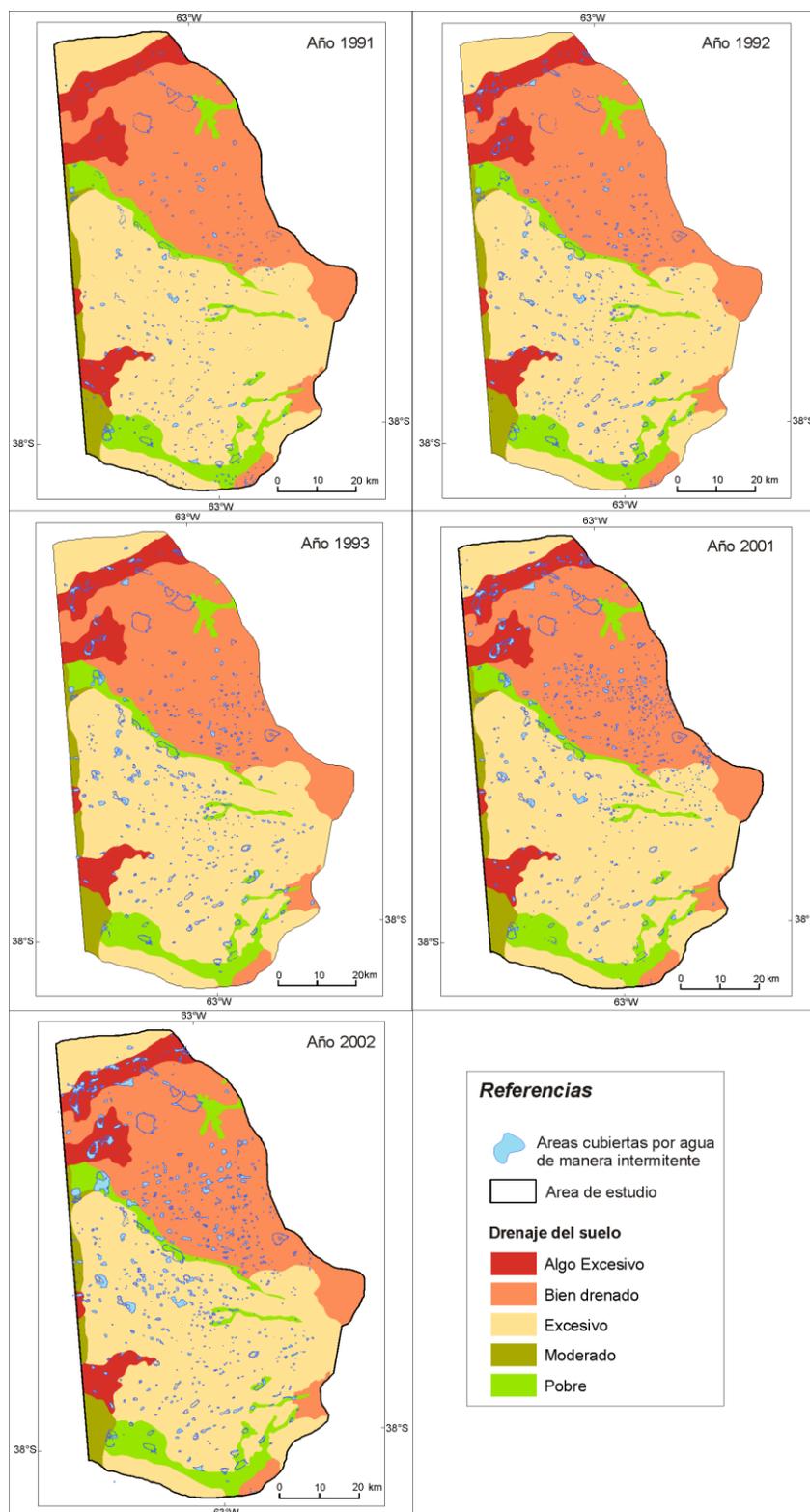
agua de manera intermitente y desarrolladas en suelos de drenaje pobre, se observaron más extensas respecto al año anterior. La laguna La Larga, desarrollada sobre suelo de drenaje algo excesivo y sobre un cordón medanoso evidenció un aumento de su superficie de agua intermitente respecto al año 1992 (Figuras 20 y 21).

El área cubierta por agua en el año 2001 representó el 1,36 % del área de estudio. Se detectó un aumento en el número de áreas de agua intermitente desarrolladas sobre suelos bien drenados de la planicie respecto al año 1993 (un total de 311) y una disminución en la densidad de las áreas desarrolladas en suelos de drenaje excesivo (un total de 188), correspondientes a zonas de loma y pendiente. Sin embargo se registró un aumento en su tamaño, concentrándose en el centro del área de estudio (Figura 20).

El año 2002 presentó un mayor número de áreas de agua intermitente y notablemente más extensas que los años anteriores, concentrándose mayormente en el centro del área de estudio, distribuidas en suelos de drenaje excesivo y suelos bien drenados. El área cubierta por agua fue la mayor de los 5 años, (3,8 % del área de estudio). Se observaron áreas de superficie extensas hacia el norte del área de estudio en suelos de drenaje algo excesivo, también se destacó un aumento en la superficie de las áreas de suelos de drenaje pobre al sudoeste de la laguna La Salada. En este año también aparecieron, al igual que en 1991, áreas de agua intermitente en la unidad geomorfológica denominada “meseta con tosca” un total de 5 áreas, desarrolladas en suelos de drenaje moderado (Figuras 20 y 21).

En suelos bien drenados el agua se retira con facilidad pero no con rapidez, por lo tanto la formación y permanencia de cuerpos de agua es mayor. A este rasgo se suma la posición del terreno en un área de planicie donde el escurrimiento del agua es prácticamente nulo. En los sectores de suelo con drenaje excesivo, también se desarrolló un gran número de áreas de agua intermitente. En estas condiciones de drenaje, el suelo posee baja capacidad de retención de agua ya que esta se elimina con rapidez, por lo que se esperaría menor formación de cuerpos de agua. Sin embargo la posición del terreno en un área de planicie favoreció su desarrollo. Las áreas de planicie ocupan la mayor parte del área de estudio, en suelos de drenaje excesivo y bien drenado. En estos sectores las áreas de agua intermitente resultaron extensas en el sector norte y de menor tamaño en el centro-este del área de estudio (Figuras 20 y 21).

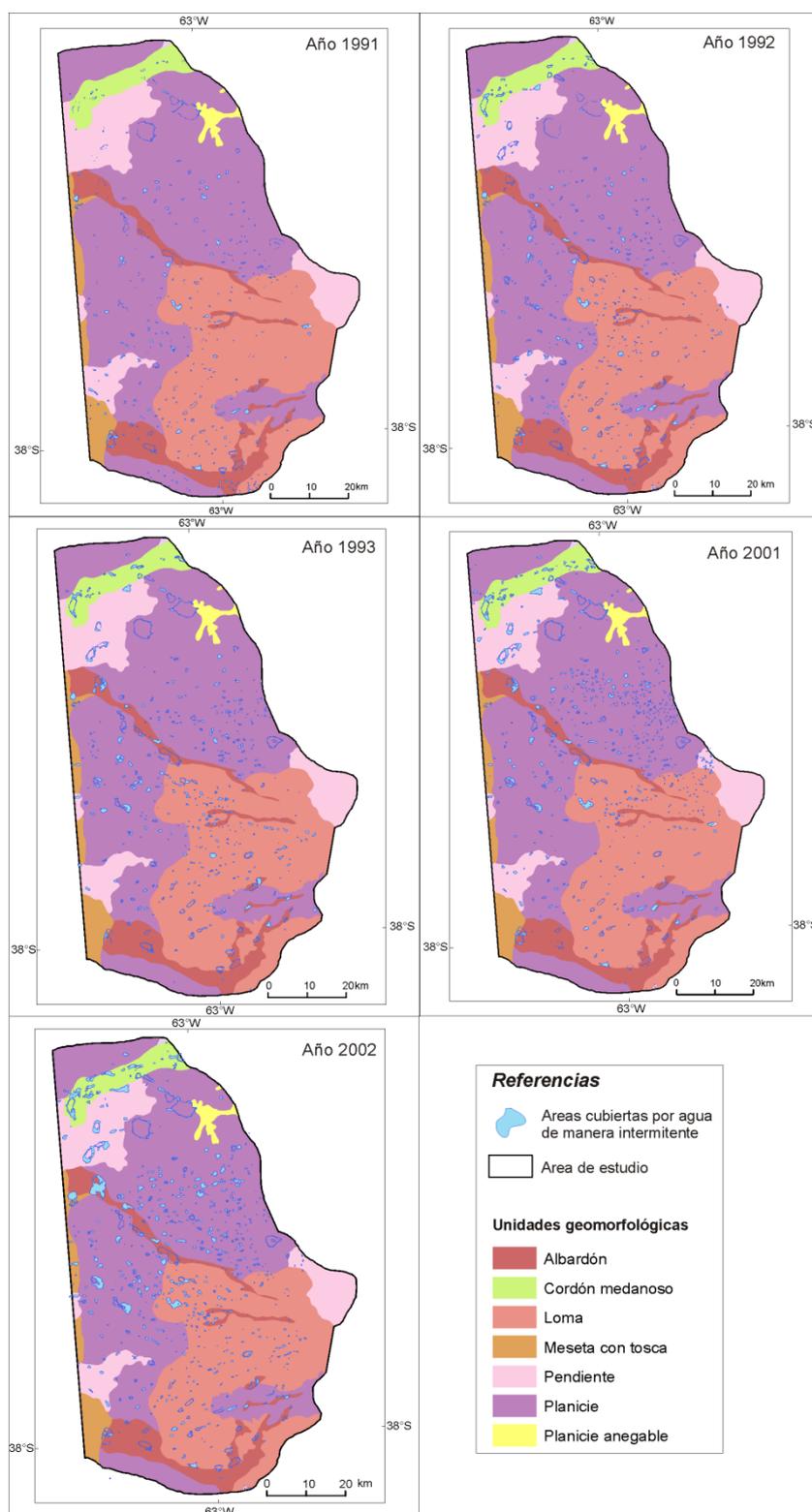
Figura 20
**Áreas cubiertas por agua de manera intermitente
 según drenaje del suelo**



Fuente: elaborado por Camila Carrascal (2017) sobre la base de procesamiento digital de imágenes y Carta de suelos de la Rep. Argentina escala 1:500.000. Sistema de proyección UTM, WGS 84.

Figura 21

**Áreas cubiertas por agua de manera intermitente
según unidades geomorfológicas**



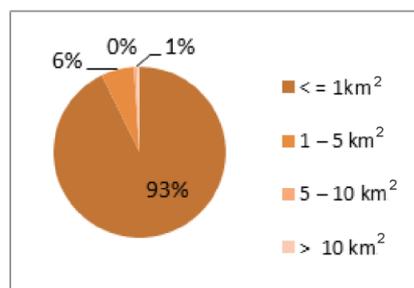
Fuente: elaborado por Camila Carrascal (2017) sobre la base de procesamiento digital de imágenes y Carta de suelos de la Rep. Argentina escala 1:500.000. Sistema de proyección UTM, WGS 84.

5.2.1.3. Áreas inundables

En este caso se analizaron de manera conjunta las lagunas permanentes y las áreas de agua intermitente durante los años húmedos. Como resultado de la sumatoria de los cuerpos de agua correspondientes a los 5 años estudiados, la superficie total cubierta por agua alcanzó los 379 km² (6% del área de estudio) y un total de 994 cuerpos de agua. El 90 % del total de lagunas correspondieron a la categoría de superficie ≤ 1 km². La categoría de cuerpos de agua de 1-5 km² de superficie registró un total de 61 lagunas. Las áreas inundables de superficie ≤ 1 km² y > 10 km² fueron las más variables en cuanto a cantidad (Figura 22).

Figura 22

Representatividad (%) de áreas inundables según categoría de superficie (km²)



Fuente: elaborado por Camila Carrascal, 2017.

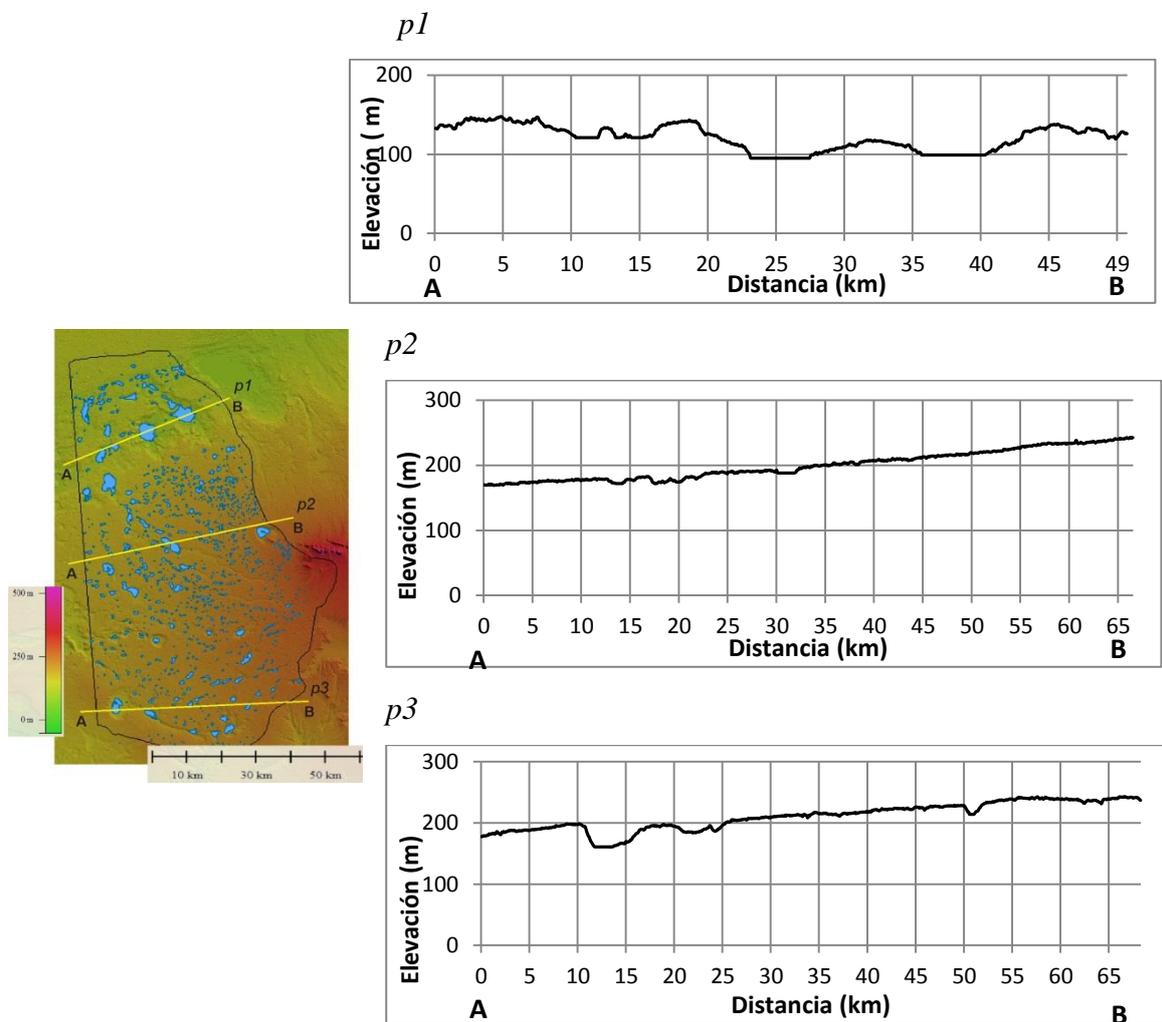
En cuanto a la distribución espacial, los cuerpos de agua menores a 1km² de superficie, se concentraron mayormente en el centro y centro-este del área. Se desarrollaron sobre áreas de lomas y planicie, donde los suelos se caracterizan por un drenaje excesivo en el primer caso y bien drenado en el segundo (INTA E: 1:500.000). En cuanto a la topografía se observó que se desarrollaron sobre los 250 msnm (Figura 23).

Los cuerpos de agua de la categoría 1-5 km² se distribuyeron en todo el área de estudio, pudiéndose diferenciar un agrupamiento en tres sectores: i) en el sector norte sobre suelos Entisoles de drenaje algo excesivo, sobre relieve de albardón; ii) hacia el centro distribuidos en suelos de drenaje excesivo y bien drenado desarrollados en áreas de planicie y algunos en el sector de albardón; iii) y, por último, en el sur sobre suelos de drenaje excesivo y pobre del área de lomas y planicie. La categoría 5-10 km² registró 5 lagunas, la laguna Puán en el límite centro-este, y los tres cuerpos de agua restantes

ubicados en el sector centro oeste del área de estudio en el área de planicie y hacia el suroeste la laguna Monte Lauquen sobre suelos Entisoles de drenaje pobre de relieve de albardón. Las 6 lagunas de superficie mayor a 10 km² se ubicaron en el norte del área de estudio, a excepción de La Salada, ubicada en el centro de la misma. Se desarrollaron sobre características y áreas de relieve de suelo diferentes. Se observó que las lagunas Chasilauquen y De la Sal se desarrollan en relieve de cotas entre los 100 y 150 msnm. Hacia el sur, sur-este el relieve asciende suavemente hacia los 200- 250 msnm, en este sector se concentraron los cuerpos de agua de menor superficie (>1 km²) (Figura 23).

Figura 23

Perfiles topográficos en relación a áreas inundables

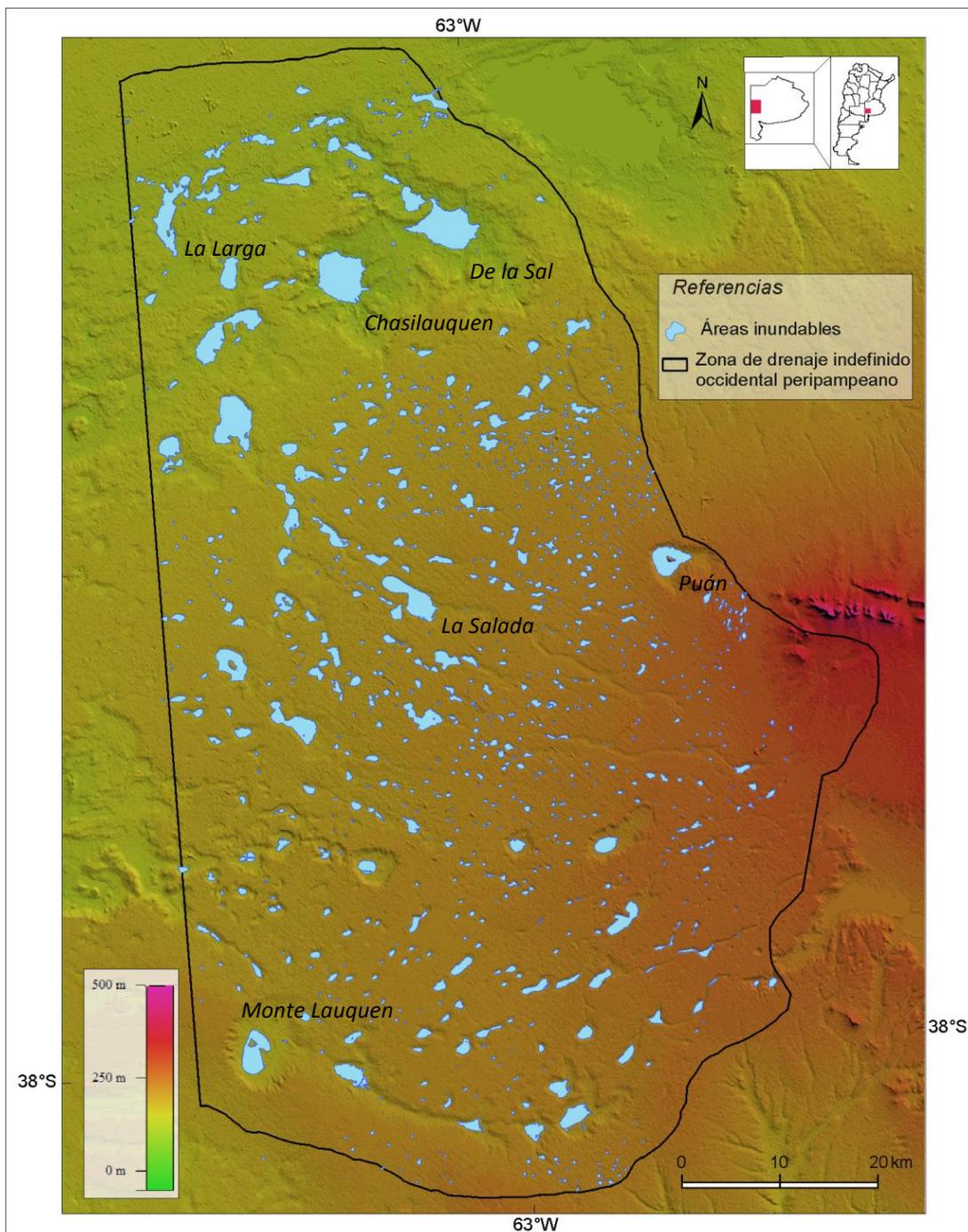


Fuente: elaborado por Camila Carrascal, 2017. Perfil norte (p1), perfil centro (p2) y perfil sur (p3); EV: 1:50 m, EH: 5 km.

De manera general se observó que en las áreas más bajas se desarrollan los cuerpos de agua de mayor tamaño, en el sector norte y sur oeste. En tanto las categorías de superficie de menor tamaño se asociaron a terrenos más elevados en el oeste del área de estudio.

Figura 24

Áreas inundables en el área de estudio



Fuente: elaborado por Camila Carrascal , 2017. Base Modelo de Elevación Digital SRTM 90metros y procesamiento digital de imágenes LANDSAT 5 TM y 7 ETM +, escena 227/086, 2017.

5.2.2. CONSECUENCIAS SOBRE LA POBLACIÓN

La hidrología actual de la región es resultado de varios factores: climáticos, geomorfológicos y antrópicos. Las actividades humanas modifican el ambiente. Las actividades agropecuarias constituyen el principal factor modificador del pastizal y humedal de la llanura pampeana. Estos han sufrido importantes cambios a través de la erosión de suelos y sedimentación en el humedal, regulación de arroyos, canalizaciones y desecamiento de tierras anegadizas, urbanización y culminando con la eutrofización de las aguas de superficie (Quirós et al., 2006).

Cuando las lluvias superan la media histórica, como ocurre durante los ciclos húmedos característicos del área de estudio, se produce un muy lento traslado superficial del agua con el consecuente anegamiento de grandes extensiones de suelos y la formación de lagunas (Andrade y Lucioni, 2014). La recurrencia del fenómeno de inundación no sólo se debe a causas naturales, sino también a factores antrópicos.

Los ciclos de sequía e inundación constituyen uno de los fenómenos de mayor impacto y recurrencia en la hidrología y la actividad agrícola de la región (Bohn, 2011). En la actualidad la ocurrencia de lluvias superiores a la media histórica secular, ha puesto en evidencia los problemas ocasionados por la ocupación del hombre en un espacio de suma fragilidad y de alto riesgo hídrico (Rosell y Martínez, 2008).

Las frecuentes inundaciones afectan el normal desarrollo y actividad de los asentamientos urbanos, las vías de comunicación y la producción agropecuaria en general (Viglizzo y Frank, 2006). Dicho fenómeno impacta en las economías rurales ya que pueden deteriorar la infraestructura rural, disminuir el área cultivable, y pueden desencadenar procesos de salinización de difícil remediación (Taboada et al., 2009).

Las inundaciones son uno de los fenómenos más dramáticos que afectan tanto a la población como a los sistemas naturales. Disponer de herramientas que permitan el análisis de eventos históricos y el seguimiento de las áreas afectadas es importante para la generación de cartografía que contribuyan a la planificación del territorio, así como también al conocimiento del fenómeno, de su dinámica y sus causas (Ballesteros, 2014).

En la provincia de Buenos Aires las lluvias registradas durante los años húmedos provocaron inundaciones, encharcamientos, anegamientos de grandes extensiones de campo. La recepción de agua de escurrimiento desde distritos vecinos y la imposibilidad de poder llegar a los campos por la intransitabilidad de los caminos rurales ocasionaron pérdidas considerables en la siembra de trigo, actividad ganadera, lechería y cosecha gruesa (maíz, girasol y soja) (Brizzola et al., 2009).

A escala local la inundación genera inmediatamente la contención de las personas afectadas en los pueblos, así como también de la reparación de caminos e infraestructura en general. En forma inmediata impacta focalmente sobre el ámbito urbano y la infraestructura vial, pero sólo eventos muy graves afectan negativamente la producción del partido. El impacto negativo de la inundación aumentaría cuando se desencadena en forma súbita y, aunque se reconocen indicadores (por ejemplo la profundidad de napa) para anticiparla, en pocas ocasiones se toman medidas preventivas (Mercau et al., 2013).

Como resultado de la revisión bibliográfica se presentan algunas de las repercusiones sociales y económicas de estos eventos extremos en el área de estudio y la región durante años húmedos. En este sentido cabe aclarar que las inundaciones ocurridas en las lagunas Las Encadenadas no se incluyen por considerarse un tema que requiere de mayor análisis. Se pueden citar algunos de los autores que trabajaron en el tema como González et al. (1991) Geraldi (2009, 2010) y Miraglia (2012).

5.2.2.1. Inundaciones en los años 1985-1986

Hacia fines del mes de enero de 1986, lluvias torrenciales afectaron áreas ya inundadas de Adolfo Alsina, Guaminí, Puán, Villa Maza y Esteban Gascón (Diario LNP, 27/1/1986) (Figura 6). Esto agregó una cuota negativa a los efectos graves que dejó la inundación de fines de 1985. El fenómeno estuvo enmarcado dentro de características inusuales para la época, asemejándose a una lluvia de invierno por su poca violencia pero la persistencia a lo largo de varios días y acompañado de bajas temperaturas (Roldán, 19/1/1986).

En la ciudad de Daireaux resultaron evacuadas 400 personas de barrio periféricos que fueron inundados con las lluvias de enero pero que aún sufrían los efectos negativos de las precipitaciones de fines de 1985 (Roldán, 19/1/1986). Fueron afectadas 5000 has, el

panorama en la zona rural se definió como “trágico”, las pérdidas se estiman en 22 millones de dólares entre los daños por pérdida de cosecha fina y lo que se dejó sembrar para la gruesa (Roldán, 19/1/1986). En la zona rural la cosecha de trigo se perdió en un 90 % y la mayoría del trigo recolectado no se ha podido secar, además hubo inconvenientes en la cosecha gruesa, la actividad fuerte del partido, no pudo realizarse en su totalidad (Diario LNP 20/1/1986) (Figura 25).

Figura 25

Lluvias inusuales preocupan a Guaminí y Daireaux



Fuente: Diario La Nueva Provincia 19 de enero de 1986, en tapa.

En la zona de Tres Lomas se vivió un grave panorama en la zona rural y urbana como consecuencia de las inundaciones provocadas por los 600 mm caídos en los meses de diciembre de 1985 y enero de 1986, en un sector donde el régimen de lluvia normal oscila entre 700 a 800 mm. Esto derivó en una difícil coyuntura socioeconómica para la zona (Diario LNP 29/1/1986).

También el partido de Coronel Pringles estuvo afectado por las inundaciones. Desde la municipalidad se solicitó al gobernador bonaerense Armendáriz la necesidad de declarar al partido en emergencia agropecuaria, con asistencia para adecuación de caminos en la zona rural que permita salvar la cosecha y la compra y reparación de maquinarias viales (Diario LNP 23/1/1986).

En la ciudad de Carhué y Guaminí, las precipitaciones de verano también generaron preocupación (Diario LNP 21/1/1986). Tras la visita del gobernador de la provincia Buenos Aires, Alejandro Armendáriz a la ciudad de Carhué se produjeron manifestaciones de los pobladores en la municipalidad. Armendáriz recibió fuertes agravios en medio de un clima tenso producto del disconformismo de la población con el desempeño de las autoridades en el manejo del agua (Roldán, 24/1/1986). El gobernador en su visita, aseguró el equilibrio en los esfuerzos para salvar a las ciudades comprometidas por las inundaciones en las Encadenadas del Oeste. Anticipó un plan coherente de manejo para la cuenca, de manera tal de no permitir que Guaminí y Carhué queden bajo agua (Roldán, 24/1/1986). Eso incluyó la formación de un comité para el manejo de la cuenca que sería presidido por el Ministro de Obras Públicas Bonaerense y el Ministro de Asuntos Agrarios de la provincia donde, además participaría la Dirección Provincial de Hidráulica, de Obras Sanitarias, Vialidad y los intendentes de Adolfo Alsina, Coronel Suárez, Daireaux, Guaminí y Saavedra, entre otros (Ver Anexo Figura 1). Entre las funciones se encontraba brindar asesoramiento al Poder Ejecutivo, colaborar con la elaboración de planes de trabajo en el área, recopilar antecedentes vinculados a la cuenca, analizar soluciones propuestas e impulsar la realización de estudios y proyectos que aporten soluciones (Diario LNP 22/1/1986). Por su parte el intendente de Guaminí impulsó la declaración del distrito como “zona de desastre” a nivel nacional para que se posibilite el otorgamiento de créditos y beneficios a la población damnificada (Diario LNP, 28/1/1986) (Figura 26).

Figura 26

Intensas lluvias amenazan a la región del sudoeste bonaerense



Fuente: Diario La Nueva Provincia 27 de enero de 1986, pag 11

El ministro de Asuntos Agrarios advirtió que las pérdidas en la agricultura por las inundaciones en la provincia de Buenos Aires superaron los 700 millones de dólares. Se sobrepasaron las estimaciones que la cartera había realizado en noviembre de 1985 cuando las lluvias ocasionaron pérdidas de 2 millones de toneladas de trigo, situación que se duplica en 1986. También el girasol fue afectado, algunos productores debieron sembrar fuera de época lo que redujo los rendimientos. Se analizó la posibilidad de otorgar créditos para retrotraer la situación al momento previo de las inundaciones, con la recomposición de instalaciones, caminos y la recuperación de pasturas. Por otro lado, se analizó la posibilidad de orientarse a la dotación de capital evolutivo a los productores que quedaron en situación económica afligente (Diario LNP, 25/1/1986).

Hacia noviembre de 1986 el BID (Banco Interamericano de Desarrollo) anunció la entrega de un crédito de 125 millones de dólares que beneficiaría a toda la zona bonaerense y de La Pampa castigadas por las inundaciones, destinado a las comunas afectadas. El mismo fue otorgado a los productores agropecuarios para reestablecer la capacidad productiva de sus explotaciones y hacia la reparación de caminos y rutas, así como también, puentes terraplenes y alcantarillas. El BID informó de un programa de emergencia para rehabilitar áreas de las provincias de Buenos Aires y La Pampa que incluía el financiamiento de obras de infraestructura vial y establecimientos agropecuarios (Diario LNP, 14/11/1986).

5.2.2.2. Inundaciones en los años 1992-1993

A partir de 1992 el registro histórico anual de precipitaciones se duplicó, de 650 mm aumentó a 1300 mm. Hacia abril de 1993 el año ya llevaba acumulado el promedio anual de lluvias (Diario LNP 24/4/1993). A comienzos del año 1993 en una amplia región del sudoeste bonaerense y en la provincia de La Pampa, se observó preocupación por las intensas lluvias ocurridas e incertidumbre por los efectos que las mismas tendrían en las zonas rurales, ya que se impediría el levantamiento de las cosechas (Figura 27).

Las lluvias torrenciales de verano causaron serios inconvenientes y accidentes de tránsito en rutas cercanas a la localidad de Pigüé. Bomberos voluntarios, policía y agentes municipales debieron evacuar y rescatar parte de la población (Diario LNP 20/2/1992). En Coronel Pringles en el transcurso del año 1992 precipitaron 1.015 mm, el mes de mayor registro fue enero con 135 mm, seguido de diciembre con 117 mm (Diario LNP 7/1/1993).

Figura 27

Retraso en las cosechas por las abundantes lluvias



Fuente: Diario La Nueva Provincia, 3 de enero de 1992, en tapa.

El sector este del distrito de Daireaux fue declarado en estado de emergencia agropecuaria como consecuencia de los anegamientos provocados en las lagunas Alsina e Inchauspe, que afectan la región, así como también las aguas subterráneas que afectan el noroeste de Daireaux complicando caminos y la accesibilidad en algunos campos (Pérez Apellaniz, 13/1/1992) (Figura 28).

Figura 28

Preocupación en Daireaux



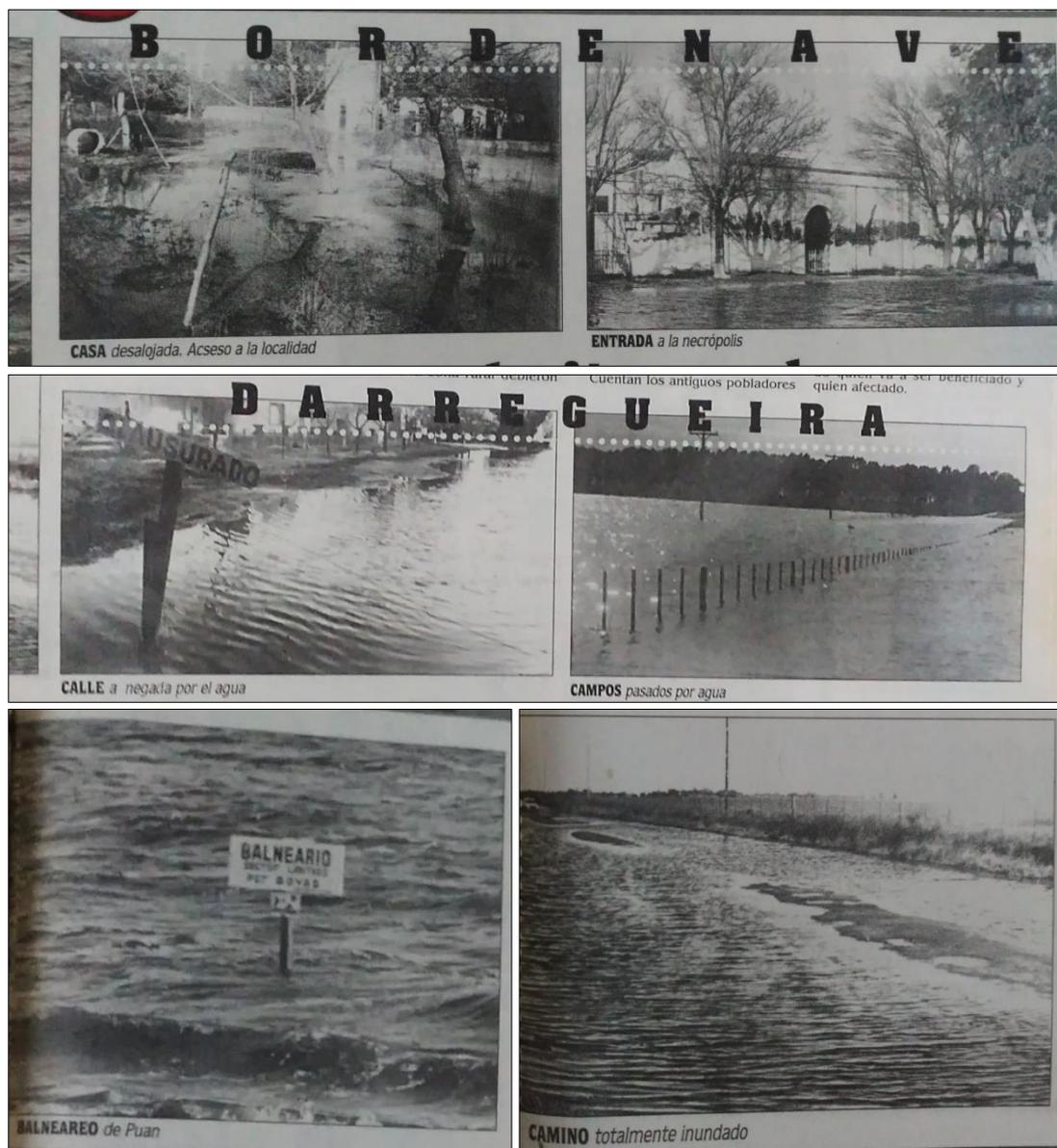
Fuente: Diario La Nueva Provincia 13 de enero de 1992, pag 9.

En el área de estudio las zonas afectadas correspondieron a Púan, Bordenave y Darregueira (Figura 6). En Púan el agua afectó a los barrios ubicados en las zonas bajas y adyacentes a las lagunas que aumentó durante todo el año y sobrepasó sus límites normales obligando a

la población a dejar sus viviendas. La zona rural del distrito fue la más afectada con extensas superficies anegadas; caminos vecinales clausurados. Desde el municipio se solicitó ayuda al Ministerio de Obras Públicas de la provincia de Buenos Aires para la realización de un estudio hídrico de base para la posterior construcción de viviendas para la población afectada. En Bordenave varias personas fueron trasladadas a lugares de emergencia ya que las aguas inundaron todo el casco urbano. En el caso de Darregueira la zona rural inundada imposibilitó el acceso a los campos y el traslado de animales a lugares seguros (Palou, 30/6/1992) (Figura 29).

Figura 29

Inundaciones en Puán, Darregueira y Bordenave



Fuente: Diario La Nueva Provincia, 30 junio 1992, sección Regional pag 11.

En el mes de abril de 1993 las precipitaciones ocasionaron inconvenientes en las localidades de Puán, Darregueira, Azopardo y Bordenave. En Puán las precipitaciones produjeron serios inconvenientes con el desborde del canal receptor de los desagües construidos por la Dirección de Hidráulica de la Provincia, para evitar el ingreso del agua en la periferia de la ciudad, junto con terraplenes. Se generaron anegamientos en distintos barrios, el aumento de napas y el corte del tránsito. Por otro lado la cercanía de la laguna Puán el casco urbano es una amenaza constante (Diario LNP, 13/4/1993).

En Darregueira se produjeron similares inconvenientes en zonas rurales como consecuencia de la planificación de años anteriores. Entre los meses de julio y agosto de 1992 debido a las intensas precipitaciones y el ingreso de agua a la planta urbana de Darregueira, la Dirección de Hidráulica en conjunto con la Municipalidad de Puán construyeron un canal receptor de emergencia con el fin de que la ciudad no se inunde. El problema en el NO de Darregueira residía en la formación de una laguna que ocupa aproximadamente 250 ha. Según los afectados se origina por el canal construido para salvaguardar el casco urbano, pero las aguas provocan inconvenientes en campos particulares, obstaculiza caminos y afecta parte del ramal ferroviario (Carriere, 24/4/1993).

5.2.2.3. Inundación en el año 2001

En el año 2001 no sólo la provincia de Buenos Aires se vió afectada por el fenómeno de inundaciones sino que, gran número de espejos de agua desbordaron y se anegaron importantes extensiones de suelo en las provincias de La Pampa, Santa Fe y Córdoba

La inundación del año 2001 comenzó en noviembre de 2000, con excesos de agua en el suelo de 400 y 500 mm. La causa de las inundaciones y anegamientos en la provincia se atribuyó a las lluvias otoñales, ya que en 75 días llovió un promedio de 750 mm, poco menos del valor medio anual que se encuentra en 900 - 1.200 mm para la provincia (Scarpati et al., 2008). Fueron afectados 59 distritos, resultaron aisladas 12.000 personas y más de 3.000 tuvieron que ser evacuadas de manera voluntaria o involuntaria (Scarpati et al., 2008) (Figura 30).

Figura 30

Productores agropecuarios sufren las consecuencias de las intensas lluvias



Fuente: Diario La Nación 27 de octubre de 2001, sección 5 “Campo”.

La consecuencia directa de esta situación climática se tradujo en la pérdida del 70 % de las pasturas, mermas del 50 y 60 % en maíz y trigo, disminución del 15 % en la producción láctea y la caída en un 47 % de la actividad comercial. Según informe oficial del gobierno bonaerense las pérdidas en el sector agropecuario fueron de 700 millones de dólares pero según los productores de las zonas afectadas la cifra es mayor (Scarpati et al., 2008).

Las pérdidas agropecuarias y de infraestructura, caminos y viviendas encerradas por el agua y población evacuada en varios distritos de la provincia, obligaron a las autoridades municipales y provinciales a trabajar sin descanso durante varios meses ante la gravedad de la situación (Jovénes de Carhué, 19/12/2001).

Sólo en la provincia de Buenos Aires en octubre se registraron 10.000 productores con graves pérdidas de ganado, cultivos de trigo e imposibilitados de preparar la cosecha gruesa (Barros, 27/10/2001). Además, las enfermedades por el agua avanzaron en los cultivos en pie, escasearon los productos agroquímicos necesarios, y las aplicaciones solo pudieron realizarse en forma aérea por la falta de piso. También el INTA señaló un retraso en las labores para las siembras de granos gruesos, siendo el maíz el cultivo más afectado (Agricliping.com 1/11/2001) (Figura 31).

Figura 31

Inundaciones en el noroeste bonaerense

Más de 2 millones de hectáreas bonaerenses afectadas

La inundación ya es crítica

Reclaman por el inicio del Plan Maestro de la Cuenca del Salado

Por Luis Moreiro
Corresponsal en La Plata

LA PLATA.- Más de dos millones de hectáreas del noroeste bonaerense permanecen inundadas y conforman un cuadro "crítico", según sostuvo ayer el ministro de Obras Públicas provincial, Julián Domínguez.

El preocupante panorama incluye, además, más de tres mil kilómetros de caminos rurales cortados por las aguas.

Las inundaciones alcanzan a 36 partidos de la provincia entre los que se encuentran Carlos Casares, Chacabuco, Chivilcoy, Alberti, 25 de Mayo y General Viamonte, que fueron señalados como los más afectados.

Al hacer un análisis de la situación, Domínguez reiteró la necesidad de que el gobierno nacional "inicie las obras del Plan Maestro de la Cuenca del Salado", obra que tiene un costo estimado de 1800 millones de pesos y para el gobierno provincial es "la única solución posible para terminar con el problema de las inundaciones". La causa del actual anegamiento del corazón productivo bonaerense, según Domínguez, debe ser atribuida a las copiosas lluvias otoñales, ya que en 75 días cayeron en la región un promedio de 750 milímetros. Es decir, poco menos de la media de todo el año, estimada entre 900 y 1200 milímetros.

En la pequeña localidad de Hortensia, en el partido de Carlos Casares, por ejemplo, llovieron 797 milímetros desde el primero de enero. De ellos, 637 cayeron durante marzo.

Obviamente, los dos millones de hectáreas inundadas no están en condiciones de producir y de los campos sembrados difícilmente se podrán retirar las cosechas debido a los miles de kilómetros de caminos de tierra intransitables o cortados por las aguas.

Caminos que conducen agua

"El sistema de caminos rurales con el que contamos hoy es a todas luces ineficiente", remató Domínguez. "Hoy, las trazas de vías secundarias están por debajo de los campos y literalmente se han transformado en pilétones receptores de agua", graficó.

Sobre la misma cuestión agregó que, a su entender, "se debe discutir un nuevo trazado".

El ministro, que ayer al mediodía ofreció una conferencia de prensa en esta ciudad, explicó que el gobierno provincial se ha fijado como prioridad la reparación de las vías de comunicación para evitar el aislamiento de pueblos y la protección de los cascos urbanos. "Para tal fin hemos afectado más de 150 equipos de trabajos que incluyen retroexcavadoras, motoniveladoras y dragas."

El ministro insistió en la necesidad de que el gobierno nacional inicie las obras del Plan Maestro del Río Salado que están incluidas en el Plan de Infraestructura.

La provincia aún no ha realizado una estimación de pérdidas como consecuencia de las inundaciones, pero el titular de la cartera de Obras Públicas, coincidió con el intendente de



La masa de agua, incontrolable

Carlos Casares, Juan José Andreoli, que, la semana última le dijo a LA NACIÓN que en su distrito el quebranto agropecuario superaba los 40 millones de pesos.

La misma situación se pudo constatar en el partido de Chacabuco donde la superficie inundada supera el 75% de las doscientas veintinueve mil hectáreas que posee.

Allí, el cálculo de pérdidas efectuado por la Secretaría de la Producción y Empleo de la Municipalidad, habla de más de 50 millones de pesos.

Fuente: Diario La Nación 6 de abril de 2001, pag 4 en sección 5 "Campo".

El INTA señaló que en el mes de octubre las lluvias se concentraron en la cuenca del Salado, donde el nivel del río se elevó en las cuencas media y baja superando las cotas máximas de los años 1985 y 1993 (Rebella, 1/11/2001).

La superficie sembrada se redujo en un 20 % en esa campaña respecto de la anterior por las fuertes lluvias (La Nación 22/11/2001). Sin embargo, gran parte la superficie afectada se dedica a la ganadería, los tambos y el ganado sufrieron la falta de pasturas y la imposibilidad de trasladar la producción de los establecimientos hacia los centros de consumo (La Nación 22/11/2001).

El ministro de Agricultura, Ganadería y Alimentación, Haroldo Lebed, precisó que las pérdidas en el sector agropecuario de la provincia llegaron a 685.954.500 pesos, incluidos daños de infraestructura hasta el mes de diciembre de 2001 (Agricliping 18/12/2001) (Figura 32).

Figura 32

Pérdidas millonarias en el sector agropecuario

Página 18 / LA NACION Información general 2 3 Miércoles 19 de noviembre de 2001

Inundaciones en la provincia de Buenos Aires: el costo estimado del perjuicio

El sector agropecuario perdió \$ 700 millones

Lo dice un informe oficial del gobierno bonaerense; los productores de las zonas afectadas aseguran que la cifra es tres veces mayor

El análisis de la noticia
Sobre llovido, mo...

Por Héctor Müller
De la Redacción de LA NACION

es menos cierto que económica se apor...
neral. Los proble...
tán en alza y creen...
tan sobre el tan...
dena de pagos. El...
deuda bancaria de...
dólares y hoy se...
sidad asciende al...

Difícilmente el sector agropecuario recuerde un año tan complejo como el que se transita.

Las inundaciones que afectaron extensas zonas de Buenos Aires, Córdoba, Santa Fe y La Pampa produjeron pérdidas por ingresos cercanos a los 850 millones de dólares y propinaron un duro golpe a la infraestructura de las explotaciones rurales, que se vieron afectadas en el orden de los 650 millones de dólares. El agua se llevó 1500 millones de dólares en explotaciones tamboras, agrícolas y ganaderas.

Por el lado de las carnes, las noticias tampoco son buenas. El cierre de los principales mercados por el episodio aftoso colocó a la industria exportadora al borde de una profunda crisis del sector, que arrojó pérdidas por 470 millones de dólares y arrojó en su...

El hecho positivo
Como hecho positivo en rigor de petivididad que p...
nar impuestos de...
renta mínima p...
men a los interes...
yoría destaca la...
to de Promoción...
Si bien es cierto...
tir en la lucha...
—un productor...
recibe 17.000 d...
concepto y otro...
21.000— tambu...



Cerca de Chascomús, los caballos vagan por los campos inundados en busca de alguna pastura

LA PLATA. El Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación bonaerense estimó que las inundaciones que afectaron el noroeste y el centro de la provincia provocaron pérdidas cercanas a los 700 millones de pesos.

Así lo informó ayer el titular de la cartera agropecuaria, Haroldo Lebed, sobre la base de un informe producido por técnicos de la repartición.

El trabajo, que contiene información relevada hasta la primera semana del actual, señala que lo perdido alcanza a 885.954.520 pesos, cifra que incluye el perjuicio ocasionado a la infraestructura rural. Según ese estudio, el girasol fue el más afectado, con pérdidas de más de 142 millones pesos. Le siguieron el maíz, con 178 millones, y el trigo, con 130 millones de pesos.

En tanto, los productores de soja registraron alrededor de 36 millones de pesos como consecuencia de las inun...

Fuente: Diario La Nación 19 de noviembre de 2001, pag 18.

En el área de estudio se registró para el año 2001 un total de 1079,4 mm de precipitación (EEA Bordenave). Septiembre y octubre fueron los meses más lluviosos con 153,3 y 174 mm respectivamente. Para el mes de octubre el partido de Adolfo Alsina registraba 1820 personas aisladas en las localidades de San Miguel Arcángel, El Gascón y Villa Maza (Página 12, 1/10/2001), otras se encontraban comprometidas debido al corte de caminos vecinales. En la cabecera del partido, Carhué, la población se encontró privada de agua potable, debido al rompimiento del acueducto por el que se suministra el servicio (DyN Diarios y Noticias, 16/10/2001). Adolfo Alsina, fue uno de los municipios más castigados, como consecuencia de los fuertes desbordes que ingresan desde la provincia de La Pampa. Se produjo la rotura de un acueducto que dejó sin agua potable a un 60 por ciento de la población, que debió dejar sus hogares, registrándose 124 personas en el mes de octubre (Clarín 13/10/2001).

Ante esta situación el gobierno provincial dispuso un helicóptero ubicado de manera permanente en la localidad de Carhué para atender emergencias sanitarias de todo el partido de Adolfo Alsina, ya que varios caminos resultaron anegados, incluso la ruta 76, en el tramo entre Bordenave, Azopardo y Puán el tránsito fue cortado totalmente (El Litoral, 9/10/2001).

Habitantes del pueblo San Miguel Arcángel, del partido de Adolfo Alsina, llevaron a La Plata un documento en el que expresan su malestar por la falta de construcción de las obras prometidas. La localidad, de apenas unos 700 pobladores, se encontraba totalmente aislada por las aguas (Morosi, 25/10/2001). Además el pueblo y las instituciones se autoconvocaron en el mes de noviembre para entregarle al intendente Alberto Gutt un petitorio con los puntos más relevantes y urgentes de la emergencia hídrica del distrito (Los Andes, 12/11/2001). Además en San Miguel de Arcángel y Villa Maza los pobladores denunciaron que canales clandestinos en algunos campos cambiaron el cauce natural de las aguas. Frente a esta situación, los intendentes de dichas localidades pidieron a la Fiscalía de Estado que elimine esos canales para aliviar el conflicto (Bermúdez, 17/10/2001). Según la Fiscalía de Estado de la provincia existían 23 canalizaciones ilegales para derivar el agua a lo largo del distrito de Adolfo Alsina (Scarpati et al., 2008).

Las obras para aliviar la situación en San Miguel de Arcángel podían perjudicar las localidades de Darragueira, Bordenave, Puán y Gascón (Figura 6), generando intranquilidad en la población (Morosi, 25 /10/ 2001). La desesperación por el avance del agua y la falta de respuestas llevaron a los pobladores de Esteban Gascón (partido de Adolfo Alsina) a cortar la vía férrea. La manifestación se produce como consecuencia del desmoronamiento de un terraplén por el paso del tren, este había sido construido para frenar el desborde de las lagunas cercanas, que acumularon más de 300 milímetros de lluvia en tres semanas (Bermúdez, 17/10/2001).

Hacia octubre de 2001 se declara por decreto el partido de Puán como zona de desastre, que se prorrogó hasta principios de 2002. El partido de Adolfo Alsina fue declarado en “estado de desastre económico” por el gobierno de la provincia. De acuerdo a esta situación los productores agropecuarios, industriales y comerciantes fueron eximidos en un 82% de las cargas fiscales (Scarpati et al., 2008).

La Legislatura provincial envió un proyecto para conformar un fondo hidráulico agrícola con destino específico para obras de infraestructura en los sectores afectados. Esto permitiría iniciar obras del plan maestro en enero de 2002 (Scarpati et al., 2008). El presidente Fernando de la Rúa se comprometió con los gobernadores de provincias inundadas a la creación de un fondo hídrico para obras y a eximir del pago de impuestos nacionales a los productores de las zonas anegadas. Por su parte el vicegobernador

bonaerense, Felipe Solá, anunció un tratamiento diferenciado para atender a los deudores del sector agropecuario que resultaran afectados por la inundación (Lara, 1/11/2001).

Tabla V

Síntesis de la información obtenida de las inundaciones en el área de estudio.

Fecha	Extensión areal	Principales consecuencias para la población	Medidas, paliativos	Acción de los actores sociales
<i>Años 1985-1986</i>	En el área de estudio los partidos de: Adolfo Alsina, Guaminí, Puán, Daireaux, Tres Lomas, Coronel Pringles, Coronel Suárez. Las localidades de Carhué, Villa Maza y Esteban Gazcón,	En la provincia de Buenos Aires las pérdidas en la agricultura superaron los 700 millones de dólares. En el área de estudio: resultaron evacuadas 400 personas en Daireaux, afectadas 500 has en las áreas rurales, pérdidas agropecuarias estimadas en 22 millones de dólares. En Guaminí y Carhué las lagunas De Monte y Epecuén aumentaron sus cotas máximas, alcanzando a los barrios ubicados en sus cercanías.	El BID, anunció la entrega de créditos de 125 millones de dólares destinado a productores agropecuarios y a la reparación de la infraestructura afectada. Formación de un comité de cuencas para el manejo de las aguas de Guaminí y Carhué, presidido por el Ministro de Obras Públicas y el Ministro de Asuntos Agrarios de la provincia. El intendente de Guaminí impulsó la declaración del distrito como “zona de desastre”, para lograr la obtención de créditos para la población damnificada.	Manifestaciones en la municipalidad de Carhué ante la visita del gobernador, con fuertes agravios. Asambleas de vecinos en Carhué ante el riesgo de inundación por desborde las lagunas, las Encadenadas.
<i>Años 1992-1993</i>	Provincias de Buenos Aires, La Pampa, sur de Córdoba y Santa Fe. En el área de estudio: Coronel Pringles, Guaminí, Carhué, Adolfo	En el área de estudio: Corte parcial de la ruta 35. Inundaciones en casco urbano de las localidades de Puán. En Darregueira inconvenientes en zonas rurales, dificultades en	En el área de estudio: En la laguna Alsina perteneciente al sistema de Las Encadenadas se instalarían estaciones de bombeo para descomprimir la saturación de aguas.	En el área de estudio: Se conforman asambleas vecinales y de productores en las localidades de Saavedra con representantes de 10 partidos del SO

	Alsina, Coronel Suarez, Daireaux, Bordenave, Pigüé, Puán, Darregueira, Azopardo, San Miguel de Arcángel	<p>camino municipales que imposibilitan el acceso a diferentes campos.</p> <p>El distrito de Daireaux es declarado en estado de emergencia agropecuaria.</p> <p>En la provincia: se estimó una pérdida de cosecha de 250 millones de dólares en 350 mil ha.</p>	<p>En Puán la construcción de un canal receptor de los desagües, por parte de Hidráulica de la provincia.</p> <p>En la Provincia: otorgamiento de créditos destinados a productores pequeños, el Banco de la Nación dispuso de 2, 5 millones de dólares para gastos de resiembra en 9 partidos del norte bonaerense.</p> <p>Postergación de pago de impuestos nacionales y provinciales del sector agropecuario.</p>	bonaerense, también en Guaminí 500 productores del partido realizaron cortes de ruta.
<i>Año 2001</i>	La Pampa, Santa Fe, Córdoba. En Buenos Aires: 59 distritos En el área de estudio: Puán Guaminí Adolfo Alsina	<p>En la provincia: 2 millones de has bajo agua, aisladas 12.000 personas y más de 3.000 tuvieron que ser evacuadas Pérdida del 70% de las pasturas, mermas del 50 y 60% en maíz y trigo, disminución del 15% en la producción láctea y la caída en un 47% de la actividad comercial. Las pérdidas del sector agropecuario fueron de 700 millones de dólares.</p> <p>En el área de estudio: en el partido de Adolfo Alsina 1820 personas aisladas en las localidades de San Miguel Arcángel, El Gascón y Villa Maza. Rotura de un</p>	<p>En la provincia: Creación de un fondo hídrico para obras y a eximir del pago de impuestos nacionales a los productores de las zonas anegadas.</p> <p>En el área de estudio: Helicóptero ubicado de manera permanente en la localidad de Carhué para atender emergencias sanitarias de todo el partido de Adolfo Alsina.</p> <p>Sistema de bombas instalado en la ciudad de Puán.</p> <p>En San Miguel Arcángel construyeron canales aliviadores para evitar que se inundara el casco</p>	San Miguel Arcángel, (Adolfo Alsina) presentaron documento a autoridades provinciales que expresa su malestar por la falta de construcción de las obras prometidas. Pobladores de Esteban Gascón (partido de Adolfo Alsina) a cortaron la vía férrea. Denuncias de canales clandestinos en algunos campos para desviar el cauce natural de las aguas.

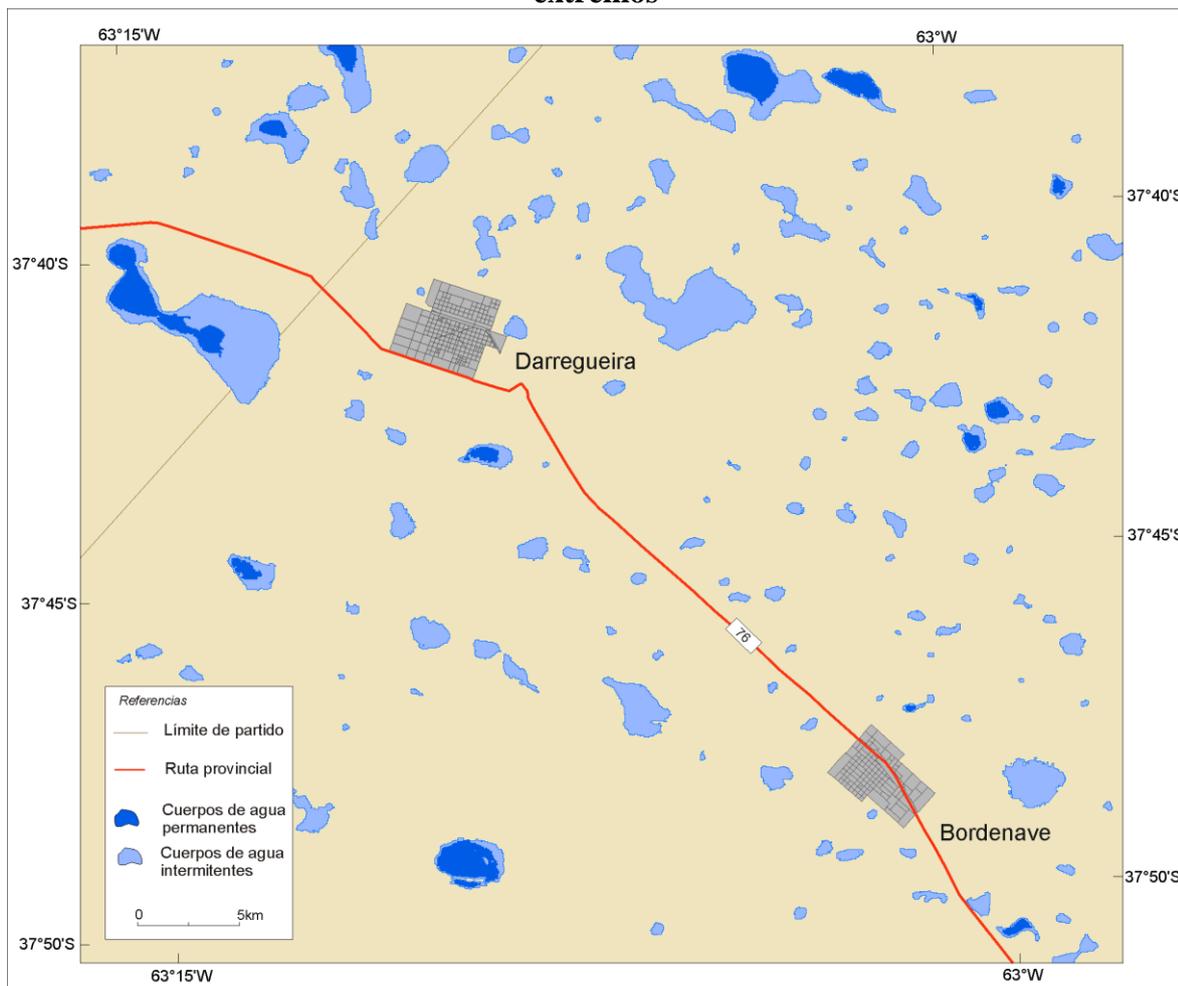
		acueducto que dejó sin agua potable a un 60 % de la población que debió ser evacuada.	urbano. Los partidos de Adolfo Alsina y Puán son declarados en “estado de desastre económico” por el gobierno de la provincia.	
--	--	---------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--

Fuente: elaborado por Camila Carrascal, 2017

Como síntesis de las dos grandes consecuencias analizadas, se presenta en la Figura 34 un sector del área de estudio como ejemplo representativo de lo que ocurrió durante los años húmedos extremos analizados.

Figura 33

Mapa síntesis de las consecuencias espaciales y socioeconómicas de los años húmedos extremos



Fuente: elaborado por Camila Carrascal, 2017.

Se observa que, tanto en el caso de la ciudad de Darregueira como de Bordenave, el número de lagunas permanentes es reducido. Sin embargo, durante los años húmedos extremos el número de cuerpos de agua llegó a ser notablemente superior y las lagunas permanentes alcanzaron a duplicar su superficie. Los cuerpos de agua intermitentes se presentaron en gran parte de las áreas rurales y también muy cercanos a la planta urbana de las ciudades mencionadas. Esta situación generó inconvenientes en los caminos vecinales y tramos de la ruta provincial en el sector analizado.

6. CONCLUSIONES

Desde el punto de vista climático, el período de estudio (1990- 2014) se enmarca dentro de un ciclo húmedo. Esto se evidencia en los registros de precipitación superiores a los 1000 mm, en los años 1991, 1992 y 2001. En dichos años la precipitación superó en un 46 y 60 % el valor medio de 736 mm. La alternancia de ciclos húmedos y secos es una característica de la región, los mismos fueron definidos por Glave (2006), Rosell y Martínez (2008), Campo et al. (2012), Bohn et al. (2001), Geraldi (2009) entre otros. En el área de estudio la ocurrencia de estos períodos húmedos, caracterizado por el aumento de las precipitaciones que superan la media, tiene importantes consecuencias sociales y económicas.

Las lagunas permanentes durante los años húmedos fueron 119, cubriendo el 1,9 % del área de estudio. Sin embargo, las áreas inundables llegaron a cubrir el 6 % (379 km²), contabilizándose 994 cuerpos de agua, de los cuales el 90 % presentaron superficie \leq a 1km². Durante los años húmedos extremos se observó en el área de estudio el desarrollo de un sinnúmero de cuerpos de agua, en su mayoría de superficie cercana a 1 km². Dichos cuerpos de agua presentaron mayor variación en cuanto a densidad y superficie en los 5 años analizados. Se determinó que la mayor densidad se concentró en el centro del área de estudio, su desarrollo se vió asociado a suelos bien drenados en áreas de planicie. Por otro lado las lagunas de mayor tamaño en el área de estudio se localizaron en el sector norte (De la Sal, Chasilauquen, La Larga) en el sur (Monte Lauquen) y en el centro este (Puán). Estas últimas no experimentaron cambios temporales y espaciales significativos en las distintas categorías de inundación analizadas.

Los cuerpos de agua analizados presentaron características propias de las lagunas pampeanas, su distribución y los cambios morfométricos de las mismas se relacionaron

con diversos factores tales como la geomorfología regional, densidad de drenaje, tipos de suelo, variabilidad de la precipitación. El área de estudio se caracteriza por su economía agrícola ganadera. La aptitud de los suelos favorece el desarrollo de una agricultura de secano y una actividad ganadera principalmente bovina. En los últimos años, la intensificación agrícola y el crecimiento demográfico han modificado las características del terreno, repercutiendo sobre el desarrollo de las lagunas.

Tal como se mencionó anteriormente, las lagunas permanentes durante los años húmedos cubrieron el 1,9 % del área de estudio. Sin embargo, las áreas inundables llegaron a cubrir el 6 % (379 km²), contabilizándose 994 cuerpos de agua, de los cuales el 90 % presentaron superficie \leq a 1km². El desarrollo de un gran número de cuerpos de agua, así como también el aumento de su superficie desencadenó procesos de anegamiento e inundación. Durante los años analizados se produjo el anegamiento de campos, pérdidas de cultivos, caminos rurales intransitables que dejaron a familias incomunicadas, que debieron dejar los campos y quintas que habitaban para pasar a residir en centros poblados y grandes pérdidas agropecuarias dejando familias evacuadas.

La actividad agropecuaria es la principal fuente de ingresos en la región, pero también la principal demandante de una mejor gestión de los recursos hídricos. A pesar de ser una agricultura de secano, el agua es uno de los condicionantes naturales para el desarrollo de la actividad agropecuaria. Durante períodos húmedos se acumula agua en las pequeñas depresiones del terreno, que desaparecen y se incorporan a la superficie laborable en épocas de sequía. Esta alternancia transforma el paisaje de una superficie salpicada de cuerpos de agua de diferentes dimensiones a extensas superficies aptas para el desarrollo de la agricultura y ganadería (Cazenave y Villanueva, 2009). Esta es una circunstancia muy adversa para una región que vive casi con exclusividad del sector agropecuario, ya que genera graves inconvenientes en la población y en la economía local. Durante la inundación de los años 1985 y 1986 se perdieron 2 millones de toneladas de trigo, las cosechas de girasol fueron afectadas, los rendimientos mermaron y muchos productores debieron sembrar fuera de época. En los años 1992 y 1993, las inundaciones llevaron a la evacuación de gran cantidad de personas en los distintos municipios de la región, como Pigüé, Coronel Pringles, Puán, Darregueira, entre otros. En las zonas rurales, la intransitabilidad de los caminos puso de manifiesto la falta de obras, así como también, la mala planificación de las existentes. Las precipitaciones del año 2001 en la provincia de

Buenos Aires alcanzaron en pocos meses el valor medio anual. La consecuencia de ello se tradujo anegamientos e inundaciones que ocasionaron pérdidas del en el sector agropecuario de 700 millones de dólares, según estimaciones oficiales.

Los anegamientos e inundaciones analizados constituyen una amenaza permanente que requiere de planificación integral a distintas escalas. Pese a la magnitud de los acontecimientos, las distintas jurisdicciones afectadas no encaminaron una acción mancomunada para la creación de infraestructuras. En este sentido, los dirigentes municipales de los distritos afectados no poseen la autoridad suficiente para solucionar el problema, no son los responsables de decidir quién se ve favorecido y quién afectado por el escurrimiento del agua. Durante algunas décadas muchos partidos del noroeste y centro bonaerense se declararon en estado emergencia y desastre a causa de las inundaciones. Sin embargo, según se desprende del análisis bibliográfico, existe una falta de comprensión de la situación y compromiso para solucionar el problema. Distintos organismos refieren que las sucesivas inundaciones motivaron obras parciales, sin enfoque integrador que incluya a los distintos sectores involucrados, en la toma de decisiones. En este sentido, desde la Geografía se plantea la necesidad de conocer las condiciones naturales de la región que la hacen susceptible a las inundaciones (Zinger, 2000) y que, la recurrencia de este fenómeno, es parte de esa condición.

En cuanto al análisis del fenómeno, uno de los temas más tratados por la Teledetección es la detección de superficies cubiertas por agua, aportando información sobre cambios tanto abruptos como graduales de las mismas. En el presente estudio, las imágenes tomadas por sensores remotos han permitido describir la evolución temporal de las lagunas. Se pueden utilizar diferentes técnicas, entre ellas las imágenes multiespectrales, como las imágenes LANDSAT, que son tomadas como fuente de información para la detección de áreas anegadas. En este sentido los sistemas de información geográfica y el procesamiento digital de las imágenes satelitales se presentaron como herramientas indispensables para el estudio espacial y temporal de los cuerpos de agua en el área de estudio.

Finalmente, se concluye que el conocimiento de los sistemas lagunares es prioritario como herramienta para la previsión de los efectos que pueden tener sobre la población y las actividades económicas durante años húmedos extremos. Constituye un soporte para orientar la ordenación del territorio en lo referente a infraestructura, actividades

económicas y distribución de la población en el espacio. La comprensión de la dinámica de los sistemas naturales y, en particular, de los cuerpos lagunares de la zona de drenaje indefinido occidental peripampeano es fundamental para un equilibrio armónico con la población y las actividades que desarrolla.

7. BIBLIOGRAFIA

- Aliaga, V. S., Ferrelli, F., Alberdi, E., Bohn, V. Y. y Piccolo, M. C. (2016). Distribución y variabilidad de la precipitación en la Región Pampeana, Argentina. *Cuadernos de Investigación Geográfica*, vol. 42 pp. 261 – 280. ISSN: 0211-6820.

Aliaga, V. S., Bohn, V. Y., Piccolo, M. C. y Perillo, G.M.E. (2014). Efecto de la precipitación sobre la dinámica hidrológica de las lagunas de la cuenca inferior del río Colorado (período 1981-2012) *Biología Acuática*, Río Cuarto, vol. 30, pp 5 – 15.

- Aiello, J. L y Mehl, H. (1994). Aspectos hidrológicos del oeste de la provincia de Buenos Aires y este de la provincia de La Pampa. Proc of the second Euro- Latin American Space Days. Buenos Aires, Argentina.

- Aiello, J. L., Kruse, E., et.al. (2004). Reducción y mitigación del impacto de inundación en áreas de llanura. Proyecto PNUD ARG02/006: Excedentes hídricos en la cuenca del Río Quinto. Ministerio de Infraestructura, Vivienda y Servicios Públicos Buenos Aires.

- Andrade, M. I. y Lucioni, N. C. (2014). Propuesta metodológica para el monitoreo de áreas con riesgo hídrico. Provincia de Buenos Aires, Argentina. III Congreso Internacional de ordenamiento territorial y tecnologías de la información geográfica. Los Polvorines. Buenos Aires, República Argentina, setiembre de 2014.

- Andreani, P. (2001, octubre, 27) El clima cambió el panorama agrícola. *La Nación*, pp. 3.

- Ballesteros, S. I. (2014). *Inundaciones y su relación con el clima y la hidrología subterránea en el Noroeste de Buenos Aires (1980-2010): Aplicación de percepción remota*. (Trabajo final presentado para la Especialización en Teledetección y Sistemas de Información Geográfica Aplicados al Estudio de los Recursos Naturales y la Producción Agropecuaria Ingeniera Agrónoma). Universidad Nacional de Entre Ríos.

- Barros, V. R. (2001, octubre, 27). Vulnerabilidad climática. *Clarín*. Recuperado de: <http://edant.clarin.com/suplementos/rural/2001/10/27/r00801.htm>

- Barsky, A., Podestá, G., Ruiz Toranzo, F. (2008) Percepción de variabilidad climática, uso de información y estrategia de agentes frente al riesgo. Análisis de esquemas

decisionales en agricultores de la región pampeana argentina. *Mundo Agrario*, vol. 8, n° 16.

- Becares, E., Conty A., Rodríguez- Villafañe, C. y Blanco, S. (2004). Funcionamiento de los lagos someros mediterráneos. *Ecosistemas. Revista Científica y Técnica de Ecología y Medio Ambiente*. Asociación Española de Ecología Terrestre, vol. 13, n°2, pp. 2-12.

- Bohn, V. Y., Piccolo, M. C. y Perillo, G. M. E. (2007). Potencial uso agrícola del agua de la laguna Unamuno. Buenos Aires, Argentina *Revista Ecosistemas* [Online], vol 16, n° 2.

- Bohn, V. Y (2009). *Geomorfología e hidrografía de las lagunas del sur de la provincia de Buenos Aires*. (Tesis doctoral), Universidad Nacional del Sur. Bahía Blanca Argentina.

- Bohn, V. Y (2011). Clasificación de cuerpos de agua de una zona templada (Argentina): criterios geomorfológicos, climáticos y morfométricos. *Revista Geográfica*, Instituto Panamericano de Geografía e Historia n°150, pp. 1-19.

- Bohn, V. Y, Piccolo, M. C, Perillo, G. M. E (2001). Análisis de los períodos secos y húmedos en el sudoeste de la provincia de Buenos Aires (Argentina). *Revista de Climatología*, vol. 11, pp 31-43.

- Bordman, J., Ligneau L., de Roo, A. D. (1994) Flooding of property by runoff from agricultural land in northwestern Europe. *Geomorphology*, Vol.10, n° 1 y 4, pp. 183-196.

- Brizzola, E.; Jacquemard, M.; Lopez Quintana, M y Olmos, L. (2009) El partido de Puán. Reseña de sus lugares y su gente en 120 años de historia. Puán, Argentina.

- Cabrera, A. (1976). *Regiones fitogeográficas Argentinas. Enciclopedia Argentina de Agricultura y Jardinería*. Buenos Aires, Argentina: Editorial Acme S.A.S.I.

- Calder, I.R. (1998). Water use by forests, limits and controls. *Tree Physiology*, n°18, pp.625-631.

- Campo de Ferreras, A. Capelli Steffens, A., Diez, P., (2004): *El clima del suroeste bonaerense*, Departamento de Geografía y Turismo, Universidad Nacional del Sur, Bahía Blanca, 99 pp.

- Campo, A. M., Bagnulo, C., Pacheco, R. (2012). Cambios en el régimen pluviométrico y sus efectos sobre la producción agropecuaria del partido de Puán. *Nadir: revista electrónica geografía austral*, vol 4 n° 1.

- Campos, A. N. (2013). *Estudio de la dinámica hidrológica de una región arreica del noroeste de la provincia de Buenos Aires, Argentina*. (Tesis de Maestría). Universidad Nacional de La Plata.

- Campos, A. N., Figueroa Schibber, E., Ballesteros, S., Di Bella, C. M. (2013). Utilización de imágenes satelitales para la determinación de extensión, intensidad y frecuencia de cuerpos superficiales de agua y su caracterización ecológica. XV Reunión de Trabajo en Procesamiento de la Información y Control, Buenos Aires.
- Canziani, P. (2003). La tierra en peligro. Primer Seminario Internacional Cambio Climático y Sumideros de Carbono. Santa Fe, Argentina.
- Carriere, G (1993, abril, 24). Emergencias hídricas. Cuando el agua impone límites. *La Nueva Provincia*, pp 11.
- Cazenave, G. y Villanueva, A. (2009). Zonificación de inundación y evaluación de riesgo en áreas de llanura. Resultados preliminares en Tres Arroyos, Buenos Aires. XXII Congreso Nacional del Agua. CPCNA. Trelew.
- Chuvieco, E. (2002). *Fundamentos de teledetección espacial*. 3ªed. Revisada, Madrid: Rialp, pp. 568.
- Cisneros, J. M. (1994). *Caracterización del hidromorfismo en ambientes representativos del centro-sur de Córdoba*. (Tesis Magister Scientiae en Ciencias del Suelo inédita). Universidad de Buenos Aires, Argentina.
- Clarín (2001, octubre, 13). Inundaciones: todavía quedan unos 1.300 evacuados. Zonas rurales aisladas y pérdidas millonarias en Buenos Aires. Sociedad. Recuperado de: <http://edant.clarin.com/diario/2001/10/13/s-05802.htm>
- Dangavs, N. V. (2005). Los ambientes acuáticos de la provincia de Buenos Aires. XVI Congreso Geológico Argentino, La Plata, pp. 219-236.
- Degioanni, A., Cisneros, J. y Rang, S. (2001). Teledetección y SIG para la gestión hidrológica del territorio. *Revista de Teledetección*, n° 15, pp. 1-6.
- De la Nova, G. (1992, enero, 4). La lluvia centró la mirada en el agro. *La Nueva Provincia*. “Con el Campo”, pp. 10.
- Díaz, R y Mormoneo, I., (2002). Zonificación del clima en la región pampeana mediante análisis de conglomerado por consenso. *Revista Argentina de Agrometeorología*, vol. 2 n°2 pp.125-131.
- Diovisalvi, N., Bohn, V. Y., Piccolo, M.C., Perillo, G. M. E., Baigún, C. y Zagarese, H. E., (2015). Shallow lakes from the Central Plains of Argentina: an overview and worldwide comparative analysis of their basic limnological features. *HYDROBIOLOGIA*, Berlín (Alemania).
- Diovisalvi, N., Berasain, G., Unrein, F., Colautti, D., Fermani, P., Llames, M. E., Torremorell, A. M., Lagomarsino, L., Pérez, G., Escaray, R., Bustingorry, J., Ferraro, M. y

Zagarese, H. E. (2010). Chascomús: estructura y funcionamiento de una laguna pampeana turbia. *Ecología austral*, vol. 20, n°. 2, pp. 115-127.

- Dukatz, F., Ferrati, R. y Canziani, G. (2005). Clasificación de lagos someros pampeanos mediante imágenes Landsat TM. *Biología Acuática*, n°. 22, pp. 95-101.

- DyN Diarios y Noticias (2001, octubre, 16). Inundaciones en la provincia de Buenos Aires Más de 800 personas siguen evacuadas. Son vecinos de 12 partidos bonaerenses. *La Nación*.

- El Litoral (2001, octubre, 9). Las lluvias registradas en octubre superaron la media histórica del mes. Recuperado de:

www.ellitoral.com/index.php/diarios/2001/10/09/metropolitanas/AREA03.html

- Figueroa Schibber, E., Campos, A. N y Di Bella, C.M. (2013). Seguimiento de áreas anegadas en llanuras mediante sensores remotos. 42° JAIIO, Congreso Argentino de AgroInformática, pp.105-115. ISSN 1852-4850.

- Fornerón, C. F., Bohn, V. Y, Piccolo, M. C. (2008). Variación del área de la laguna La Salada en relación al régimen pluviométrico de la región. *Contribuciones Científicas GAEA*, vol. 20.

- Fornerón, C. F, Piccolo, M. C. y Carbone, M. E. (2010). Análisis morfométrico de la laguna Sauce Grande (Argentina). *Huellas*, n° 14, pp. 11-30.

- Forte Lay, J., Scarpati, O., Capriolo, A. (2008). Precipitation variability and soil water content in Pampean Flatlands (Argentina). *Geofísica Internacional* vol. 47, n°4, pp. 341-354.

- Fuschini Mejía, M. C. (1994). *El agua de las llanuras*. Montevideo, Uruguay: UNESCO/ORCYT, pp. 58

- Gabella, J. I., Gil, V. y Del Pozo, O. (2009). Historia ambiental del área rural de Pelicurá sobre la base de registros pluviométricos. Partido de Tornquist, provincia de Buenos Aires. *Revista Universitaria de Geografía*, vol. 18, pp.81-104.

- Geraldí, A. M., (2009). *Estudio geoambiental de la cuenca lagunar Las Encadenadas del Oeste*. (Tesis de Doctoral en Geografía). Universidad Nacional del Sur. Departamento de Geografía y Turismo.

- Geraldí, A. M., Piccolo, M. C. y Perillo, G. M. E. (2010). Anomalías de precipitación y temperatura en Las Encadenadas del Oeste. Buenos Aires, Argentina. *Revista Geográfica*, n° 148, pp. 137-149.

- Geraldí, A. M., Piccolo, M. C. y Perillo, G. M. E., (2011). El rol de las lagunas bonaerenses en el paisaje pampeano. *Ciencia Hoy*, vol. 21, n° 123, pp. 16 – 26.
- Gil, V. y Del Pozo, O. M. (2005). Zonificación de áreas de riesgo mediante uso de cartografía básica. Laguna Puán. Partido de Puán. Provincia de Buenos Aires. *III Jornadas del Sudoeste Bonaerense*. Bahía Blanca: EdiUNS.
- Giraut, M. A., Aguglino, R. L., Lupano, C., Bozzarello, E., Cornejo, J. M. y Rey, C. (2007). Regiones hídricas superficiales de la provincia de Buenos Aires. Actualización cartográfica digital. XII Congreso de la Asociación Española de Teledetección. Mar del Plata Argentina, año 2007.
- Glave, A. (2006). Influencia climática en el sudoeste bonaerense y sudeste de La Pampa. *Acaecer*, n°31, pp. 18-23.
- González, N., Auge, M., Hernández, M. y Roselli, J. (1991). *Investigación hidrológica de la cuenca de las Lagunas Encadenadas del Oeste*. Provincia de Buenos Aires. TI-IV. Inéd. La Plata.
- González Uriarte, M. y Orioli, G. (1998). *Carta Geoambiental del partido de Guaminí (provincia de Buenos Aires)*. Bahía Blanca, Argentina: EdiUNS. Serie Extensión.
- Gorgas, J. A.; Pappalardo, J.; Tassile, J.L.; Bustos, V. y Reynoso, D. (2000): *Monitoreo satelital de anegamientos de tierras. Grado que afectan su productividad en el sudeste de Córdoba*. (Informe técnico). Córdoba: Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, Secretaría de Agricultura y Ganadería.
- Grosman, F. y Sanzano, P. (2008). "Lagunas seleccionadas y rutina de muestreo", en F. Grosman (comp.): *Espejos en la Llanura. Nuestras lagunas de la Región Pampeana*. Buenos Aires, UNICEN, pp. 39-46.
- Hall, A. J., Rebella, C. M., Ghera, C. M. y Culot, J. P. (1992). Field-crop system of the Pampas. En: Pearson, C. J. (Eds.), *Field Crop Ecosystems* (pp. 413-450). Amsterdam: Elsevier
- Hanson, P.C., Crpenter, S. R., Cardile, J. A., Coe, M. T. y Winslow, L. A., (2007). Small lakes dominate a random sample of regional lake characteristics. *Freshwater Biology*, vol, 52, n° 5, pp. 814–822.
- Hagg, S. A. (2012). *Dinámica morfológica e hidrográfica de la laguna de Púan*. (Tesis de Licenciatura en Geografía). Universidad Nacional del Sur, Departamento de Geografía y Turismo.

- Hernández, M. A., Gonzalez, N., Cabral M. G., Giménez, J. E y Hurtado, M. (2003). Importancia de la caracterización física del riesgo hídrico en la llanura húmeda. En: Maiola, O. C., Gabellone, N. A. y Hernandez, M. A. (Eds.) *Inundaciones en la llanura pampeana* (pp. 158-173). Editorial de la Universidad Nacional de La Plata (EDULP).
- Hoffmann, J., Nuñez, S. y Gómez, A. (1987). Fluctuaciones de la precipitación en la Argentina, en lo que va del siglo. II Congreso Interamericano de Meteorología. V Congreso Argentino de Meteorología. Buenos Aires. Argentina.
- Iriondo, M. (1987) Quaternary lakes of Argentina. *Paleogeography Paleoclimatology Paleoecology*, vol. 70, pp. 81-88.
- Jobbágy, E.G., Noretto, M.D., Santoni, C., Baldi, G., 2008. El desafío ecohidrológico de las transiciones entre sistemas leñosos y herbáceos en la llanura Chaco-Pampeana. *Ecología Austral* 18, 305-322.
- Jóvenes de Carhué, (2001, diciembre, 19) Autoconvocados 2001 [Mensaje en un blog]. Recuperado de: <http://grupodejovenescarhue.galeon.com/enlaces2224316.html>
- Krüger, H. y Venanzi S. (2009). *El agua y el rendimiento del trigo. Algunos cálculos.* (Informe Técnico EEA INTA Bordenave). Recuperado de: <http://inta.gob.ar/documentos/el-agua-y-el-rendimiento-del-trigo.-algunos-calculos>
- Kruse, E. y Laurencena, P. (2005). Aguas superficiales. Relación con el régimen subterráneo y fenómenos de anegamiento. XVI Congreso Geológico Argentino, Geología y Recursos Minerales de la Provincia de Buenos Aires La Plata, pp. 313 – 326.
- Lara, R., (2001, noviembre, 1) Inundaciones: el Gobierno creará un fondo hídrico para obras. *Clarín*. Recuperado de: <http://edant.clarin.com/diario/2001/11/01/s04201.htm>
- La Nación (2001, octubre, 18). De nuevo las inundaciones. Opinión. Recuperado de: <http://www.lanacion.com.ar/343952-de-nuevo-las-inundaciones>
- La Nación (2001, noviembre, 22). En un mes se inundó otro millón de hectáreas. En total son 6,5 millones de hectáreas. Recuperado de: <http://www.lanacion.com.ar/353340-en-un-mes-se-inundo-otro-millon-de-hectareas>
- La Nación (2001, octubre, 27) La inundación evidencia una larga historia de imprevisión. Recuperado de: <http://www.lanacion.com.ar/346435-la-inundacion-evidencia-una-larga-historia-de-imprevison>
- La Nueva Provincia (1986, enero, 27). Las intensas lluvias provocaron alarmas en las regiones inundadas. Regionales, pp. 11.
- La Nueva Provincia (1986, enero, 20). Grave situación afronta Daireaux. Mientras Adolfo Alsina mejoró la situación, sigue la crecida en Guaminí, pp. 1, 10.

- La Nueva Provincia (1986, enero, 29). Inundaciones: un grave panorama existe en la zona de Tres Lomas. Regionales, pp.9.
- La Nueva Provincia (1986, enero, 23). Armendáriz recibió al intendente pringlense. Regionales, pp 10.
- La Nueva Provincia (1986, enero, 21). Encadenadas: todas las compuertas están cerradas. Pp 10.
- La Nueva Provincia (1986, enero, 22). Guaminí: está “bajo control”. Regionales, pp 10.
- La Nueva Provincia (1986, enero, 22). “Que no entre más agua al sistema”. Regionales, pp 10.
- La Nueva Provincia (1986, enero, 28). Guaminí: procuran la declaración de “zona de desastre”. Regionales, pp 9.
- La Nueva Provincia (1986, enero, 25). Valerga: más de 700 millones de dólares en pérdidas. Regionales, pp 9.
- La Nueva Provincia (1986, noviembre, 14). Se anunciaron créditos para las zonas inundadas. Regionales, pp 11.
- La Nueva Provincia (1992, febrero, 20). Temporal de lluvia y granizo en Bernasconi. Regionales, pp 17.
- La Nueva Provincia (1992, febrero, 20). Serios perjuicios en Pigüé. Regionales, pp 17.
- La Nueva Provincia (1992, enero, 3). La lluvias perjudican el área cerealera. En tapa.
- La Nueva Provincia (1992, enero, 3). Registros superiores a 200 mm. Locales, pp 8.
- La Nueva Provincia (1993, abril, 13). Puán: las lluvias agravaron la situación hídrica. pp 13.
- Le Maitre, D.C. y Versfeld, D.B. (1997). Forest evaporation models: relation between stand growth and evaporation. *Journal Hydrology*, n°193, pp. 240-257.
- López Castro, N. (2013). *Transformaciones sociales y procesos de diferenciación social de la producción familiar pampeana. Estudio sobre el agro del sudoeste bonaerense en las últimas décadas (Puán y Adolfo Alsina, 1988-2012)*. (Tesis de Doctorado) Universidad Nacional de Quilmes, Bernal, Argentina. Recuperado de: RIDAA Repositorio Institucional de Acceso Abierto <https://ridaa.unq.edu.ar/handle/123456789/126>.
- Lorda, H., Campi, E. y Bellini Saibene (2002). *Las Zonas Agroecológicas de AgroRADAR, Zonas V, VI y VII* (Informe técnico) AgroRADAR, INTA.
- Los Andes (2001, noviembre, 12). Más lluvias empeoran la situación de La Pampa y Buenos Aires. Recuperado de: <http://www.losandes.com.ar/notas/2001/11/12/sociedad-26503.asp>

- Matteucci, S. D (2012). Ecorregion Pampa. En: Morello, J., Mateucci, S. D., Rodriguez, A. F. y Silva, M. E. *Ecorregiones y complejos ecosistémicos argentinos*, (pp 391-445). Buenos Aires: Orientación Gráfica Editora S.R.L.
- McKee, T. B., N. J. Doesken, and J. Kleist, 1995: Drought monitoring with multiple time scales. Ninth Conference on Applied Climatology, American Meteorological Society, Jan15-20, 1995, Dallas TX, pp.233-236.
- Mercau, J. L., Jobbagy, E. G., Viglizzo, E., Menendez, A; Di Bella, C., Bert, F., Portela S., Figueroa Schiebber, E., Florio, E., Gimenez, R., García, P., Murray, F. (2013). Sequía e inundación en la hiperllanura pampeana. Una mirada desde el lote al municipio. *Revista Agronomía & Ambiente*, vol. 1 y 2, n° 33, pp. 71-77.
- Miraglia, M. (2012). La historia ambiental y los sistemas complejos en el estudio de los procesos de construcción territorial en las cuencas hidrográficas. Casos de estudio en la provincia de Buenos Aires. República Argentina. En: Sueli Nodari, E Y Klug, J (Eds.) *História Ambiental e Migrações*. São Leopoldo: Oikos.
- Montico, S. (2004). El manejo del agua en el sector rural de la región pampeana argentina. Estudios sobre sociedad, naturaleza y desarrollo. *Revista Theomai*, Número especial. Recuperado de: <http://revista-theomai.unq.edu.ar/>
- Moreira, L. (200, abril, 6). Más de dos millones de hectáreas bonaerenses afectadas. La inundación ya es crítica. Reclaman por el inicio del Plan Maestro de la Cuenca del Salado. *La Nación*, pp 4.
- Mosciaro, M., y Dimuro, V. (2009). Zonas Agroeconómicas Homogéneas Buenos Aires Sur. (Informe técnico EEA INTA Balcarce). Recuperado de: <http://inta.gob.ar/documentos/zonas-agroeconomicas-homogeneas-buenos-aires-sur>
- Navarro, E. y Gonzalez Uriarte, M. (2002). Caracterización de las condiciones de drenaje y del suelo basadas en la geomorfología y el tratamiento digital de imágenes (partido de Puán, Buenos Aires, Argentina). *Boletín Paranaense de Geociencias*, n°51 pp. 45-58.
- Nosetto, M. D., Jobbagy, E. G., Brizuela, A. B., y Jackson, R. B. (2011). The hydrologic consequences of land cover change in central Argentina. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, pp 1-10 .
- Página 12 (2001, octubre, 1) Buenos Aires y La Pampa con su producción agropecuaria devastada. Recuperado de: <http://www.pagina12.com.ar/2001/0110/011017/pag22.htm>
- Palacio Aponte, A. G., Salles Afonso de Almeida, P., Silva Casarin. R., (2005). Diagnóstico de riesgo por inundación para la ciudad de Campeche. Campeche, México:

Universidad Autónoma de Campeche: Centro de Ecología, Pesquerías y Oceanografía del Golfo de México.

- Palou, M. (1992, junio, 30). El agua no admite perdones. *La Nueva Provincia*. Regionales, pp 11.

- Paoli, C. y Giacosa, R., 2003. Caracterización del riesgo hídrico con relación a las inundaciones y a las crecidas y lluvias de diseño. En: Maiola, O. C., Gabellone, N. A. y Hernandez, M. A. (Eds.) *Inundaciones en la región pampeana*. Universidad Nacional de La Plata. Buenos aires, Argentina.

- Perevochtchikova, M. y Lezama de la Torre, J. L. (2010) Causas de un desastre: Inundaciones del 2007 en Tabasco, México. *Forum: Journal of Latin American Geography*, vol. 9, n° 2, pp. 73-98.

- Pérez Apellaniz. R. (1992, enero, 13). Difícil situación por las lluvias. *La Nueva Provincia*, pp 9.

- Quirós, R. (2005). La ecología de las lagunas pampeanas. Investigación y Ciencia. Facultad de Agronomía. Universidad de Buenos Aires, pp. 1-13.

- Quirós, R., Boveri, M. B., Petracchi, C. A., Rennella, A. M., Rosso, J. J., Sosnovsky, A., y Von Bernard, H. T. (2006). Los efectos de la agriculturización del humedal pampeano sobre la eutrofización de sus lagunas. *Eutrofização na América do Sul: causas, conseqüências e tecnologias de gerenciamento e controle*, São Carlo, pp.1-16.

- Quiroz Londoño, O. M., Grondona, S. I., Massone, H. E., Farenga, M., Martínez, G y Martínez, D. E. (2013). Modelo de anegamiento y estrategia de predicción-prevención del riesgo de inundación en áreas de llanura: el sudeste de la provincia de Buenos Aires como caso de estudio. *Geofocus* vol.13, n°1, pp. 76-98.

- Rabella, C. (2001, noviembre, 1) Inundaciones en la pampa húmeda: técnicos y especialistas hablan sobre lo que vendrá. Solo un mes de sol intenso aliviaría a los campos bajo agua. Por día pueden evaporarse hasta 7 mm. *La Nación*, pp 17.

- Racca, J.M., Canoba C.A, 2014. Estudio geomorfológico de la cuenca de aportes a la Laguna del Chañar (Provincias de Santa Fe y Buenos Aires), Argentina. En. *Boletín de Fisiografía y Geología*, n° 84, pp 1-28, Rosario.

- Rang, S., Cisneros, J., Milanesio, A., Gil, H. y Degioanni, A. (1999). *Propuesta de Creación del Distrito de Ordenamiento Ambiental para el área sur de Laboulaye-Rosales-Leguizamón* (Documento Técnico). CONICORADESUR- UNRC.

- Roldán D. (1986, enero, 19). Preocupan abundantes lluvias en Guaminí. 400 evacuados en Daireaux. *La Nueva Provincia*, pp 11.
- Roldán D. (1986, enero, 24) No permitiremos que Guaminí sea inundada, anticipó ayer el gobernador Armendáriz. *La Nueva Provincia*, pp 9.
- Rosell, M. P. (2010). *Artificialización del soporte natural y riesgo hídrico: construcción de vulnerabilidades en la cuenca alta del Arroyo Pigüé*. (Tesis de Magíster en Geografía). Universidad Nacional del Sur. Departamento de Geografía y Turismo.
- Rosell, M.P. y Martínez B.G. (2008). Comportamiento hidrológico de la cuenca alta del arroyo Pigüé (Buenos Aires, Argentina): balance hídrico (1964-2007). *Revista Investigaciones Geográficas*, Instituto Universitario de Geografía, Universidad de Alivante; n°47, pp. 159-174.
- Sánchez, R., Bohn, V.Y, Carrascal, C. y Romagnoli, F. (2014). Estudio preliminar de variables climatológicas y productividad de los suelos (RESAP, Argentina). XXIV Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo. *II Reunión Nacional "Materia Orgánica y Sustancias Húmicas"*. Bahía Blanca, 2014, pp.1-6.
- Sala, J.M., González, N. y Kruse, E. (1983). Generalización hidrológica de la Provincia de Buenos Aires. Coloquio sobre Hidrología de Grandes Llanuras pp.973- 1009. PHI – UNESCO. Olavarría.
- Scarpati, O. E. y Capriolo, A. D. (2011). Sequías e inundaciones en la provincia de Buenos Aires (Argentina). *Investigaciones Geográficas*, Año: 2013 pp. 1 -14.
- Scarpati, O., Forte Lay, J. A., Capriolo, A.D. (2008). La inundación del año 2001 en la Provincia de Buenos Aires, Argentina. *Mundo Agrario*, vol. 9, n° 17. Recuperado de: <http://www.mundoagrario.unlp.edu.ar/>
- Scian, B. (2002). Variabilidad de las condiciones hídricas en la región semiárida pampeana Argentina”, *Geoacta*, n°27, pp. 30-52.
- Scian, B. y Donnari, M. (1997). Retrospective analysis of the Palmer drought severity index in the semi-arid Pampas region, Argentina. *Inter. J. Climatology*, 17:313-322
- Schieffer, E. y Klinkenberg, B. (2004). The distribution and morphometry of lakes and reservoirs in British Columbia: a provincial inventory. *The Canadian Geographer*, vol 48, n°3, pp. 345-355.
- Siragusa, A. (1964). Geomorfología de la provincia de Buenos Aires. *Sociedad Argentina de Estudios Geográficos. Gaea*, n° 12, pp. 92-121.

- Soriano, A. (1992) Río de La Plata grasslands. En: Coupland, R. T. (Ed.) *Ecosystems of the world. 8 A. Natural grasslands. Introduction and western hemisphere*. New York, USA: Elsevier.
- Sosnovsky, A., Quirós, R., (2006). El estado trófico de pequeñas lagunas pampeanas, su relación con la hidrología y el uso de la tierra. *Ecología Austral. Asociación argentina de ecología*, n° 16, pp. 117-124.
- Subsecretaría de Recursos Hídricos de la Nación- Instituto Nacional del Agua (2010). Atlas digital de Cuencas y Regiones Hídricas Superficiales de la República Argentina.
- Taboada, M. A., Damiano F. y Lavado, R. S. (2009). Inundaciones en la región pampeana. Consecuencias sobre los suelos. En: Taboada M. A. y Lavado R. S. (Eds.), *Alteraciones de la Fertilidad de los Suelos. El Halomorfismo, la Acidez, el Hidromorfismo y las Inundaciones*. Universidad Nacional de Buenos Aires: Editorial de la Facultad Agronomía.
- Thornthwaite, W. C. y Matter, J. R. (1957): *Instructions and tables for computing potential evapotranspiration and water balance*. Centerton, N.J.: Drexel Institute of Technology, Laboratory of Climatology.
- Tricart, J.F.L. (1973). *Geomorfología de la Pampa Deprimida*. Buenos Aires, Argentina: Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria.
- Varise, F. (2001, octubre, 27). Los productores de las zonas inundadas piden soluciones de fondo para que no corra más agua sobre el puente. *La Nación*. pp. 2.
- Vázquez, P., Masuelli, S., Platzeck, G. y Boolsen, O. (2011). Recurrencia de anegamiento en la pampa deprimida, Provincia de Buenos Aires. En: Rivas, R., Carmona, F. y Ocampo, D (Eds.), *Teledetección: Recientes aplicaciones en la Región Pampeana* (pp 31-46). Recuperado de: http://cursosihlla.bdh.org.ar/Libro_011/
- Vázquez, P., Entraigas, I., Gandini, M., Usunoff, E. (2003). Identificación de patrones de anegamiento en la cuenca del arroyo del Azul mediante el uso de imágenes Landsat. *Revista de Teledetección*, n° 19, pp. 43-50.
- Vázquez, P., Masuelli, S., Platzeck, G. y Boolsen, O. (2008) Recurrencia de anegamiento en la depresión del río Salado: subcuenca B4. *Revista de Teledetección*, n°30, pp.47-59.
- Vicente Serrano, S. M., Santiago Beguería, J. y López Moreno, J. I. (2010). A Multiscalar Drought Index Sensitive to Global Warming: The Standardized Precipitation Evapotranspiration Index. *Journal of Climate*, vol. 23. DOI: 10.1175/2009JCLI2909.1
- Viglizzo, E. F. (1999). Sustentabilidad ecológica y económica de la ganadería. *Revista Argentina de Producción Animal* vol. 19, n° 1, pp.1-13.

- Viglizzo, E. F., Jobbágy, E. G., Carreño, L., Frank, F. C., Aragón, R., De Oro, R. y Salvador, V., (2009). The dynamics of cultivation and floods in arable lands of Central Argentina. *Hydrology Earth System Sciences*, vol. 13, pp. 491-502. Doi: 10.5194
- Viglizzo, E. F., Frank, F. C., Carreño, L.V., Jobbágy, E.G., Pereyra, H., Clatt, J., Pincén, D. y Ricard, M.F., (2011). Ecological and environmental footprint of 50 years of agricultural expansion in Argentina. *Global Change Biology*, vol. 17, n°2. Doi:10.1111
- Web de Información Agroeconómica, <http://agriclipping.com/home/index.php>
- Zárate, M. A. y Rabassa, J., (2005). Geomorfología de la provincia de Buenos Aires. XVI Congreso Geológico Argentino, La Plata.
- Zinger, A S., (2000). *Relación sociedad naturaleza en ecosistemas de clima templado semiárido. Laguna Chasicó. Provincia de Buenos Aires.* (Tesis Magister en Gestión Ambiental del Desarrollo Urbano) Facultad de Arquitectura, Urbanismo y Diseño. Universidad de Mar del Plata. Bahía Blanca: Departamento de Geografía y Turismo.

Balances Hídricos

1990													
ESTACION METEOROLOGICA	EEA INTA Bordenave												50
	jul	ago	set	oct	nov	dic	ene	feb	mar	ab	may	jun	Total
Temperatura	7,3	10,9	10,8	16,3	19,5	21,3	23,6	21,8	18,3	14,1	9,8	7,2	
i	1,8	3,3	3,2	6,0	7,9	9,0	10,5	9,3	7,1	4,8	2,8	1,7	67,3
ETP sin corregir	18,2	33,9	33,4	63,3	83,7	96,0	112,6	99,5	75,8	50,6	28,7	17,8	
n° dias mes	30,0	31,0	30,0	31,0	30,0	31,0	31,0	28,0	31,0	30,0	31,0	30,0	
n° horas luz	14,3	13,5	12,4	11,3	10,3	9,8	10,1	11,0	11,9	13,1	14,0	14,5	
ETP corregida	21,7	39,4	34,5	61,6	71,8	81,0	97,9	85,1	77,7	55,2	34,6	21,5	682,1
P	14,0	13,4	50,9	100,4	49,5	130,2	82,9	39,6	78,6	13,0	71,9	0,0	644,4
ETR	14,0	13,4	34,5	61,6	71,8	81,0	97,9	74,6	77,7	13,9	34,6	21,5	596,6
Déficit	7,7	26,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	10,6	0,0	41,3	0,0	0,0	85,5
Reserva	0,0	0,0	16,4	50,0	27,7	50,0	35,0	0,0	0,9	0,0	37,3	15,8	
Var. Reserva	0,0	0,0	16,4	33,6	-22,3	22,3	-15,0	-35,0	0,9	-0,9	37,3	-21,5	15,8
Excedentes	0,0	0,0	0,0	5,2	0,0	26,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	32,0

a= 1,55426347509247

1991

ESTACION METEOROLOGICA	EEA INTA Bordenave												50
	jul	ago	set	oct	nov	dic	ene	feb	mar	ab	may	jun	Total
Temperatura	6,7	9,2	12,4	13,3	18,3	20,1	22,4	20,6	20,0	15,7	12,5	7,2	
i	1,6	2,5	4,0	4,4	7,1	8,2	9,7	8,5	8,2	5,7	4,0	1,7	65,5
ETP sin corregida	16,5	26,8	42,3	47,1	76,6	88,4	104,3	91,8	87,8	60,7	42,8	18,5	
n° dias mes	30,0	31,0	30,0	31,0	30,0	31,0	31,0	28,0	31,0	30,0	31,0	30,0	
n° horas luz	14,3	13,5	12,4	11,3	10,3	9,8	10,1	11,0	11,9	13,1	14,0	14,5	
ETP corregir	19,7	31,2	43,7	45,8	65,8	74,6	90,7	78,6	89,9	66,2	51,7	22,3	680,4
P	4,7	14,0	124,7	26,3	23,4	159,5	379,5	58,6	64,7	187,5	75,9	65,6	1184,4
ETR	4,7	14,0	43,7	45,8	53,9	74,6	90,7	78,6	89,9	66,2	51,7	22,3	636,2
Déficit	15,0	17,2	0,0	0,0	11,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	44,1
Reserva	0,0	0,0	50,0	30,5	0,0	50,0	50,0	30,0	4,8	50,0	50,0	50,0	
Var. Reserva	0,0	0,0	50,0	-19,5	-30,5	50,0	0,0	-20,0	-25,2	45,2	0,0	0,0	50,0
Excedentes	0,0	0,0	31,0	0,0	0,0	34,9	288,8	0,0	0,0	76,1	24,2	43,3	498,2

a= 1,525757

1992

ESTACION METEOROLOGICA	EEA INTA Bordenave												50
	jul	ago	set	oct	nov	dic	ene	feb	mar	ab	may	jun	Total
Temperatura	5,0	10,2	11,8	14,7	16,6	20,1	22,5	21,7	20,9	14,9	9,8	8,0	
i	1,0	2,9	3,7	5,1	6,2	8,2	9,7	9,2	8,7	5,2	2,8	2,0	64,8
ETP sin corregir	10,8	31,8	39,6	55,3	66,4	88,7	105,3	99,7	94,1	56,4	29,9	22,0	
n°dias mes	30,0	31,0	30,0	31,0	30,0	31,0	31,0	28,0	31,0	30,0	31,0	30,0	
n° horas luz	14,3	13,5	12,4	11,3	10,3	9,8	10,1	11,0	11,9	13,1	14,0	14,5	
ETP corregida	12,9	36,9	40,9	53,8	57,0	74,9	91,6	85,3	96,5	61,6	36,1	26,6	673,9
P	12,1	71,7	87,8	39,7	67,9	129,4	158,5	112,3	183,0	30,5	97,0	92,0	1081,9
ETR	12,1	36,9	40,9	53,8	57,0	74,9	91,6	85,3	96,5	61,6	36,1	26,6	673,2
Déficit	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,8
Reserva	0,0	34,8	50,0	35,9	46,8	50,0	50,0	50,0	50,0	18,9	50,0	50,0	
Var. Reserva	0,0	31,8	18,2	-14,1	10,9	3,2	0,0	0,0	0,0	-31,1	31,1	0,0	50,0
Excedentes	0,0	0,0	31,6	0,0	0,0	51,3	66,9	27,0	86,5	0,0	29,9	65,4	358,7

a= 1,51398968812242

1993

ESTACION METEOROLOGICA	EEA INTA Bordenave												50
	jul	ago	set	oct	nov	dic	ene	feb	mar	ab	may	jun	Total
temp	5,7	10,1	11,6	15,0	16,3	21,6	22,0	22,1	21,2	15,0	10,0	8,0	
i	1,2	2,9	3,6	5,3	6,0	9,2	9,4	9,5	8,9	5,3	2,9	2,0	66,1
ETP sin corr	12,7	30,7	37,9	56,3	63,9	98,5	101,3	102,0	95,7	56,3	30,2	21,4	
nºdías mes	30,0	31,0	30,0	31,0	30,0	31,0	31,0	28,0	31,0	30,0	31,0	30,0	
nº horas luz	14,3	13,5	12,4	11,3	10,3	9,8	10,1	11,0	11,9	13,1	14,0	14,5	
ETP corr.	15,2	35,7	39,2	54,8	54,9	83,1	88,1	87,3	98,1	61,4	36,4	25,9	680,1
P	1,0	0,1	42,8	33,0	83,1	70,1	70,8	56,9	50,4	133,4	47,1	20,7	609,4
ETR	1,0	0,1	39,2	36,6	54,9	83,1	86,0	56,9	50,4	61,4	36,4	25,9	532,0
Déficit	14,2	35,6	0,0	18,2	0,0	0,0	2,1	30,4	47,7	0,0	0,0	0,0	148,1
Reserva	0,0	0,0	3,6	0,0	28,2	15,2	0,0	0,0	0,0	50,0	50,0	44,8	
Var. Reserva	0,0	0,0	3,6	0,0	28,2	15,2	0,0	0,0	0,0	50,0	0,0	-5,2	44,8
Excedentes	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	22,0	10,7	0,0	32,6

a= 1,53514407641826

2001

ESTACION METEOROLOGICA	EEA INTA Bordenave												50
	jul	ago	set	oct	nov	dic	ene	feb	mar	ab	may	jun	Total
Temperatura	6,0	9,9	9,8	14,6	15,4	20,9	21,7	22,4	18,5	12,7	9,4	8,2	
i	1,3	2,8	2,8	5,1	5,5	8,7	9,2	9,7	7,2	4,1	2,6	2,1	61,2
ETP sin corregir	15,6	32,2	31,8	56,7	61,3	95,6	100,9	105,7	80,0	46,3	29,9	24,5	
n°dias mes	30,0	31,0	30,0	31,0	30,0	31,0	31,0	28,0	31,0	30,0	31,0	30,0	
n° horas luz	14,3	13,5	12,4	11,3	10,3	9,8	10,1	11,0	11,9	13,1	14,0	14,5	
ETP corregida	18,5	37,5	32,8	55,2	52,6	80,6	87,8	90,4	82,0	50,6	36,0	29,6	653,8
P	10,6	44,0	153,5	174,0	126,8	20,5	126,0	117,0	143,0	118,0	34,5	11,5	1079,4
ETR	10,6	37,5	32,8	55,2	52,6	70,5	87,8	90,4	82,0	50,6	36,0	29,6	635,7
Déficit	7,9	0,0	0,0	0,0	0,0	10,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	18,1
Reserva	0,0	6,5	50,0	50,0	50,0	0,0	38,2	50,0	50,0	50,0	48,5	30,3	
Var. Reserva	0,0	6,5	43,5	0,0	0,0	-50,0	38,2	11,8	0,0	0,0	-1,5	-18,1	30,3
Excedentes	0,0	0,0	77,2	118,8	74,2	0,0	0,0	14,8	61,0	67,4	0,0	0,0	413,4

a= 1,45430478384842

2002

ESTACION METEOROLOGICA	EEA INTA Bordenave												50
	jul	ago	set	oct	nov	dic	ene	feb	mar	ab	may	jun	Total
Temperatura	5,1	7,3	7,3	10,8	12,3	18,4	21,5	19,1	16,3	11,8	9,4	3,5	
i	1,0	1,8	1,8	3,2	3,9	7,2	9,1	7,6	6,0	3,7	2,6	0,6	48,4
ETP sin corregir	17,1	26,8	26,8	43,8	51,6	85,6	104,0	89,7	73,5	49,0	36,8	10,6	
n°dias mes	30,0	31,0	30,0	31,0	30,0	31,0	31,0	28,0	31,0	30,0	31,0	30,0	
n° horas luz	14,3	13,5	12,4	11,3	10,3	9,8	10,1	11,0	11,9	13,1	14,0	14,5	
ETP corregida	20,3	31,1	27,7	42,6	44,3	72,2	90,5	76,7	75,3	53,5	44,4	12,9	591,5
P	34,5	105,5	27,0	88,9	113,0	61,5	13,5	22,5	23,0	52,3	54,5	4,0	600,2
ETR	20,3	31,1	27,7	42,6	44,3	72,2	52,8	22,5	23,0	52,3	44,4	12,9	446,1
Déficit	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	37,7	54,2	52,3	1,2	0,0	0,0	145,4
Reserva	14,2	50,0	49,3	50,0	50,0	39,3	0,0	0,0	0,0	0,0	10,1	1,3	
Var. Reserva	14,2	35,9	-0,7	0,7	0,0	-10,7	-39,3	0,0	0,0	0,0	10,1	-8,9	1,3
Excedentes	0,0	38,5	0,0	45,6	68,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	152,8

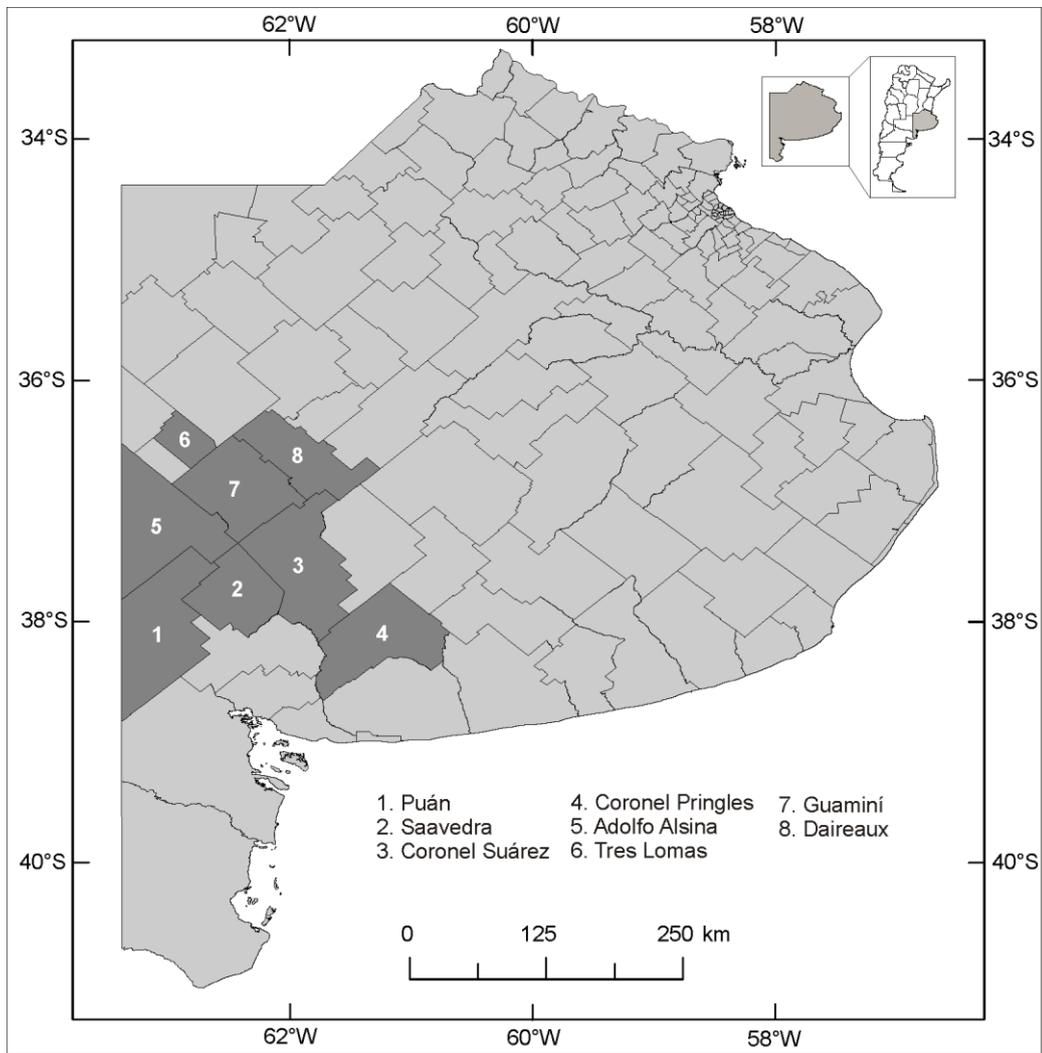
a= 1,25606700178117

1980-2010													
ESTACION METEOROLOGICA	EEA INTA Bordenave												50
	jul	ago	sep	oct	nov	dic	ene	feb	mar	ab	may	jun	Total
Temperatura	7,03	9,32	11,17	14,44	17,58	21,13	22,53	21,18	19,01	14,41	10,67	7,48	
i	1,68	2,57	3,38	4,98	6,71	8,87	9,77	8,90	7,55	4,97	3,15	1,84	64,35
ETP sin corregir	18,29	27,95	36,70	54,06	72,68	95,91	105,64	96,25	81,78	53,88	34,27	20,06	
n° dias mes	30,00	31,00	30,00	31,00	30,00	31,00	31,00	28,00	31,00	30,00	31,00	30,00	
n° horas luz	14,30	13,50	12,40	11,30	10,30	9,80	10,10	11,00	11,90	13,10	14,00	14,50	
ETP corregida	21,79	32,49	37,93	52,60	62,38	80,94	91,88	82,34	83,80	58,82	41,32	24,24	670,54
P	24,61	29,52	55,71	67,99	66,95	90,20	95,00	80,77	97,92	62,61	43,10	18,81	733,21
ETR	21,79	32,34	37,93	52,60	62,38	80,94	91,88	82,34	83,80	58,82	41,32	24,24	670,39
Déficit	0,00	0,15	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,15
Reserva	2,82	0,00	17,78	33,17	37,74	47,00	50,00	48,43	50,00	50,00	50,00	44,57	
Var. Reserva	2,82	-2,82	17,78	15,39	4,57	9,26	3,00	-1,57	1,57	0,00	0,00	-5,43	44,57
Excedentes	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,12	0,00	12,55	3,79	1,79	0,00	18,24

a= 1,50616431514355

Figura 1

Partidos de la región de estudio



Fuente: elaborado por Camila Carrascal, 2017.