

ESTUDIO DE LA VARIACIÓN TEMPORAL DEL ÁREA PALUSTRE DEL RÍO MENDOZA A PARTIR DE DATOS HISTÓRICOS, CARTOGRÁFICOS Y SATELITALES

Carlos Mirábile, José Zuluaga, María Fusari, Víctor Burgos, Marta Nuñez

Instituto Nacional del Agua. Centro Regional Andino
Belgrano oeste 210 Mendoza 5500 Telefax 4288251 mail: carlosmirabile@hotmail.com
Instituto Argentino de Investigaciones en Zonas Aridas
Bajada del Cerro s/n. Parque General San Martín

RESUMEN

El presente trabajo realizado en el Centro Regional Andino del INA, es parte del proyecto general “Procesos Ambientales en la Antigua Área Palustre del Oasis del Río Mendoza. Factores Naturales y Antropogénicos”. -Foncyt Pict 99 n° 0407424- que dirige la Dra. María del Rosario Prieto en el Cricyt-Mendoza.

Los objetivos del trabajo son: determinar la variación temporal del área palustre mediante datos históricos, cartografía existente, fotografías aéreas, imágenes satelitales, análisis de tipos de suelos y de la vegetación natural, etc. e identificar los principales factores naturales y antropogénicos que influyen en su dinámica.

Para la ejecución del trabajo se recopilaron y analizaron antecedentes catastrales y de estudios temáticos del área, tales como: infraestructura vial y ferroviaria, red de riego, tipos y salinidad de suelos y mapas históricos de 1789, 1802, 1874 y 1903. Dicha información fue digitalizada y superpuesta sobre imágenes satelitarias corregidas, correspondientes a años hidrológicos secos y húmedos (julio 1998 y noviembre del 2002, respectivamente), para evaluar la variación de los cuerpos lacunares y la identificación de paleolagunas. Se generaron mapas temáticos sobre los que se realizó la verificación a campo y el muestreo de vegetación típica.

Se concluye que a partir de 1798 - y hasta la actualidad- el área de ciénagas se ha venido reduciendo paulatinamente, ya que las grandes áreas cenagosas son dos: la Norte: desaparece ya en el plano de 1903 y la gran ciénaga Este, existente en 1798, se reduce considerablemente en 1802 y en 1903 se manifiesta sólo en tres pequeños sectores interrumpidos por urbanización, cultivos y campos incultos.

Se pudo identificar los factores naturales y antropogénicos que incidieron en esta evolución y se desarrolló una metodología que, con la ayuda de la teledetección satelital, permite un seguimiento en tiempo casi real, de estas zonas lacunares. El mismo permitirá a las autoridades responsables del manejo de suelo y del recurso hídrico, monitorear la evolución del tamaño de las lagunas y su dinámica (en años secos y húmedos) y controlar prácticas negativas de estrechamiento de cauces y relleno de zonas bajas para futuras urbanizaciones.

Palabras clave: variación temporal – antigua área palustre – oasis norte - río Mendoza

ESTUDIO DE LA VARIACIÓN TEMPORAL DEL ÁREA PALUSTRE DEL RÍO MENDOZA A PARTIR DE DATOS HISTÓRICOS, CARTOGRÁFICOS Y SATELITALES

Carlos Mirábile, José Zuluaga, María Fusari, Víctor Burgos, Marta Nuñez

Instituto Nacional del Agua. Centro Regional Andino
Belgrano oeste 210 Mendoza 5500 Telefax 4288251 mail: carlosmirabile@hotmail.com
Instituto Argentino de Investigaciones en Zonas Áridas
Bajada del Cerro s/n. Parque General San Martín

INTRODUCCIÓN

La provincia de Mendoza ubicada en la zona árida Sudamericana posee una precipitación promedio de 200 mm, por lo que sus casi 300.000 has cultivadas dependen del riego. Las aguas superficiales y subterráneas con que se riega provienen de la fusión anual de la nieve y de los glaciares, esto hace que las fluctuaciones de la precipitación nival en cordillera y de las temperaturas, provoquen descensos o aumentos en el caudal de los ríos.

Las variaciones climáticas en zonas áridas como Mendoza, influyen en la extensión y uso de la tierra para las actividades del hombre, y eso sumado a un rudimentario manejo integral del recurso hídrico en el período colonial, pueden haber incidido en la expansión del área palustre del sector Nor-oriental de la ciudad llegando a la formación de ciénagas en las zonas bajas del borde NE del oasis

Ya en la época de la fundación de Mendoza (1561) se mencionaba al actual distrito “Bermejo”, situado en el departamento de Guaymallén, como la dehesa de la ciudad donde se practicaba el pastoreo del ganado, siendo una superficie plana ligeramente ondulada con afloramiento de agua en algunos sitios asemejándose a un mallín o vega (Prieto, Wuilloud 1986).

A fines del siglo XVIII un prolongado ciclo hidrológico seco, escasas precipitaciones nivas en la montaña y disminución de las precipitaciones de verano en la llanura, (Prieto, Herrera, Dussel -1999) habría provocado la carencia de pasturas naturales para el engorde del ganado que se conducía a Chile, por lo que se comienza a cultivar alfalfa bajo riego en extensas zonas de los departamentos de Luján y Godoy Cruz ubicados en el sur del oasis (zona alta de la cuenca). Dicha tendencia se acentuó durante gran parte del siglo XIX, desplazando al anterior esquema de cultivos mediterráneos (higos, frutas de carozo y uvas criollas).

Al ser la alfalfa uno de los cultivos de mayor requerimiento hídrico se debió destinar mayores volúmenes de agua a dichas zonas. Esto y el tipo de riego practicado (a manto y en muchos lugares con pendiente) provocaron sobrantes de agua que ligados a la topografía del terreno y a deficientes desagües existentes en ese momento ocasionó, a principios de siglo XIX un importante crecimiento de las vegas y la formación de algunas otras. Documentos y mapas de 1789 y 1802 confirman esta situación.

Numerosos autores durante el siglo XIX y principios del XX se han referido a las grandes dimensiones de las ciénagas que rodeaban a la ciudad de Mendoza por el Nor-Este y Este y aunque no hay cuantificaciones certeras, un viajero en 1837 menciona que las ciénagas se extendían de oeste a este por unas 8 leguas (40 kilómetros), según un mapa de la época (1789) el área palustre sobrepasaba con creces el distrito de Fray Luis Beltrán (situado al este de la antigua ciudad de Mendoza), y extendiéndose hacia el norte hasta las lagunas de Guanacache, ubicadas en el límite con la provincia de San Juan.

Galileo Vitali y otros autores afirman que desde principios del siglo XX se comenzaron las tareas tendientes a desecar los restos de las antiguas ciénagas lográndose dicho cometido parcialmente en 1930

DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

En general el área en estudio es el oasis del río Mendoza, aunque se ha tomado el sector noreste del mismo, espacio que comprende parcialmente los departamentos de Capital, Guaymallén, Lavalle y Maipú.

El oasis cultivado contaba en 1802 con unas 9.000 has (Prieto y Wuilloud, 1986) sin tener en cuenta a las áreas cenagosas que en dicha época, según los mismos historiadores se cree llegaban a unas 18.000 has, duplicando el área cultivada.

En la actualidad este sector se corresponde de la siguiente forma, el norte: con una zona vitícola y hortícola, y el este: con una de las zonas hortícolas más importantes de la provincia, constituyendo el cinturón verde del gran Mendoza.

El área es una planicie aluvial de transición, con suelos de formación aluvional que se caracterizan por su gran heterogeneidad con formación de capas de distintas clases texturales. Como consecuencia de la pendiente general del terreno, que hace confluir hacia ella los cursos de desagües, recepta sedimentos con elevados valores de salinidad.

Romanella (1957) la menciona como “un área con escasa pendiente interrumpida con frecuencia por irregularidades del terreno, que impiden el libre desagüe provocando a su vez el estancamiento de las aguas provenientes de las zonas cultivadas vecinas”.

Posee un drenaje cerrado por lo que el nivel freático fluctúa relativamente cerca de la superficie. Zonas como “El Sauce” y “Colonia Segovia” presentan suelos con capas de tosca (tierra fina con concreciones salinas que descansan sobre sedimentos calcáreos), cercanas a la superficie, dichas capas impermeables dificultan el pasaje de agua a profundidad ocasionando la existencia de freática

Si bien presenta un relieve uniforme, se observan zonas deprimidas que facilitaron la formación de ciénagas y lagunas. Estudios de suelo realizados por Romanella, C. (1957) señalan la presencia, en capas de perfiles edáficos, de restos de flora constituyente de antiguas ciénagas

OBJETIVOS

- Determinar la variación temporal del área palustre, mediante datos históricos, cartografía existente, fotografías aéreas, imágenes satelitales, análisis de tipos de suelos y de la vegetación natural.
- Identificación de los Principales Factores Naturales y Antropogénicos que influyen en su variación

MATERIAL Y MÉTODO

Es necesario destacar que previamente a la iniciación del estudio (abril del 2002), se realizaron reconocimientos a campo en los meses de enero y marzo de dicho año.

Se recopilaron y analizaron antecedentes catastrales y de estudios temáticos realizados en el área, consiguiéndose planos actuales de: Infraestructura vial y ferroviaria (Dirección Provincial de Catastro), Red de riego (Departamento General de Irrigación), Tipos de suelo (Romanella, C.-1957), Salinidad de suelos incultos y cultivados (Morábito, J., Mirábile, C. y otros -2002) y Planos históricos de 1789 (Amigorena, J., De Palacios, J. y Jiménez, J.-1789), 1802 (García D. -1802) y de 1903 (obtenido en la Facultad de Filosofía y Letras de la UNC).

Los planos históricos y el de infraestructura vial, ferroviaria y de riego fueron digitalizados para permitir posteriormente su superposición sobre las imágenes satelitarias. Luego de analizados los mismos se efectuó un reconocimiento a campo del área (mayo/02) visitando las antiguas áreas palustres y de ciénagas del oasis, y en base dicha visualización in situ, se determinaron los respectivos sectores o ventanas necesarias de las imágenes satelitarias para cubrir la zona de interés.

A través de un convenio firmado por la Prof. Elena Abrahan, del Laboratorio de Desertificación y Ordenamiento Territorial del Iadiza.-Mendoza y la Conae se obtuvieron las siguientes imágenes de buena calidad del Landsat TM: Diciembre del 97, Julio del 98, Febrero y Noviembre del 2002.

Posteriormente se procesaron dichas imágenes, corrigiéndoselas geoméricamente para poder compararlas entre sí y además se las ajustó a la cartografía básica digitalizada de la zona en escala 1:50.000. Luego se determinó exactamente en la imagen y en la cartografía, la ubicación de las lagunas, paleo-lagunas, arroyos, y antiguas zonas lacunares cercanas a la ciudad de Mendoza que actualmente están urbanizadas. Como producto se obtuvo una imagen del área (julio 1998) con la ubicación de los cuerpos lacunares observados

Luego se superpusieron los planos históricos digitalizados de 1802 y 1903 sobre la imagen satelital y a fin de obtener una nueva imagen con las ciénagas existentes en dichas épocas A continuación se efectuó la mejora digital de las imágenes mediante el uso de técnicas de realce y uso de índices verdes; con estas imágenes mejoradas se realizó una nueva etapa de reconocimiento a campo (marzo-abril/03) extrayendo y clasificándose muestras de vegetación autóctona de las distintas lagunas, paleo-lagunas, arroyos y bañados, recorriéndose el entorno de cada uno de estos cuerpos.

Posteriormente se efectuó la superposición de mapas temáticos de salinidad actual y tipos de suelo sobre la imagen (julio 1998) con las lagunas resaltadas, con el objeto de relacionar los cuerpos lacunares con esos dos parámetros edáficos, a fin de encontrar algún patrón o correlación, confeccionándose nuevos mapas temáticos con la imagen satelital de fondo.

Por último se determinó en cada imagen la superficie de las lagunas. Analizándose en detalle las imágenes de julio del 98 (año hidrológico seco) y de noviembre de 2002 (año hidrológico húmedo), con el fin de evaluar su variación temporal.

RESULTADOS

Los principales productos obtenidos han sido:

Digitalización de los planos recopilados en archivos históricos y mapas actuales de uso del suelo

El plano de 1789, realizado por José Amigorena, José De Palacios y José Jiménez, abarca desde el río Mendoza hasta el río San Juan y desde el camino que une Mendoza con San Juan hasta un poco más al este del río Desaguadero, como muestra la figura n°1.



Figura n°1– Plano de la zona Norte de Mendoza de 1789

Este documento nos permite visualizar que al este de la antigua ciudad de Mendoza, comenzaba una ciénaga que se abría en forma de abanico y llegaba posiblemente por el este, hasta Fray Luis Beltrán aunque, después de Rodeo del Medio lo hacía como bañados o esteros. El límite sur, sigue casi la traza del viejo camino a Buenos Aires, que pasaba por Capilla de Nieve para luego seguir hacia el sureste hasta Rodeo de la Cruz. El límite norte era el actual carril Mathus Hoyos hasta llegar a la localidad de El Sauce.

Entre Rodeo del Medio y Fray Luis Beltrán nacían a partir del río Mendoza dos paleocauces, uno el del Arroyo Leyes que después pasa a formar el Tulumaya y seguía hasta las lagunas de Guanacache, y el otro, está un poco más al este originándose a la altura de F.L. Beltrán, para luego dirigirse al norte pasando por las Lagunas de los Álamos y los Morritos.

Al norte de la antigua ciudad de Mendoza se visualiza también una ciénaga denominada Plumerillo (a la altura de los actuales distritos de Plumerillo, Borbollón y El Algarrobal), y que posiblemente haya tenido contacto con el paleo cauce del arroyo Leyes-Tulumaya.

Se visualizan también en el Norte y Este de la provincia, las Lagunas de Guanacache, Del Rosario y una serie de lagunas sobre el río Desaguadero.

El plano de 1802, realizado por el maestro Domingo García fue ordenado por Don Francisco J. de Mazan, obispo de la Diócesis de Mendoza. Abarca desde el río Mendoza por el sur hasta el Borbollón-El Pastal por el norte, siendo su límite oeste las primeras estribaciones del pedemonte (una línea imaginaria que une, la toma de la ciudad o de los españoles con El Challao), y el este una línea que une a Barrancas, Cruz de Piedra, Rodeo de la Cruz y El Sauce (ver figura n°2).

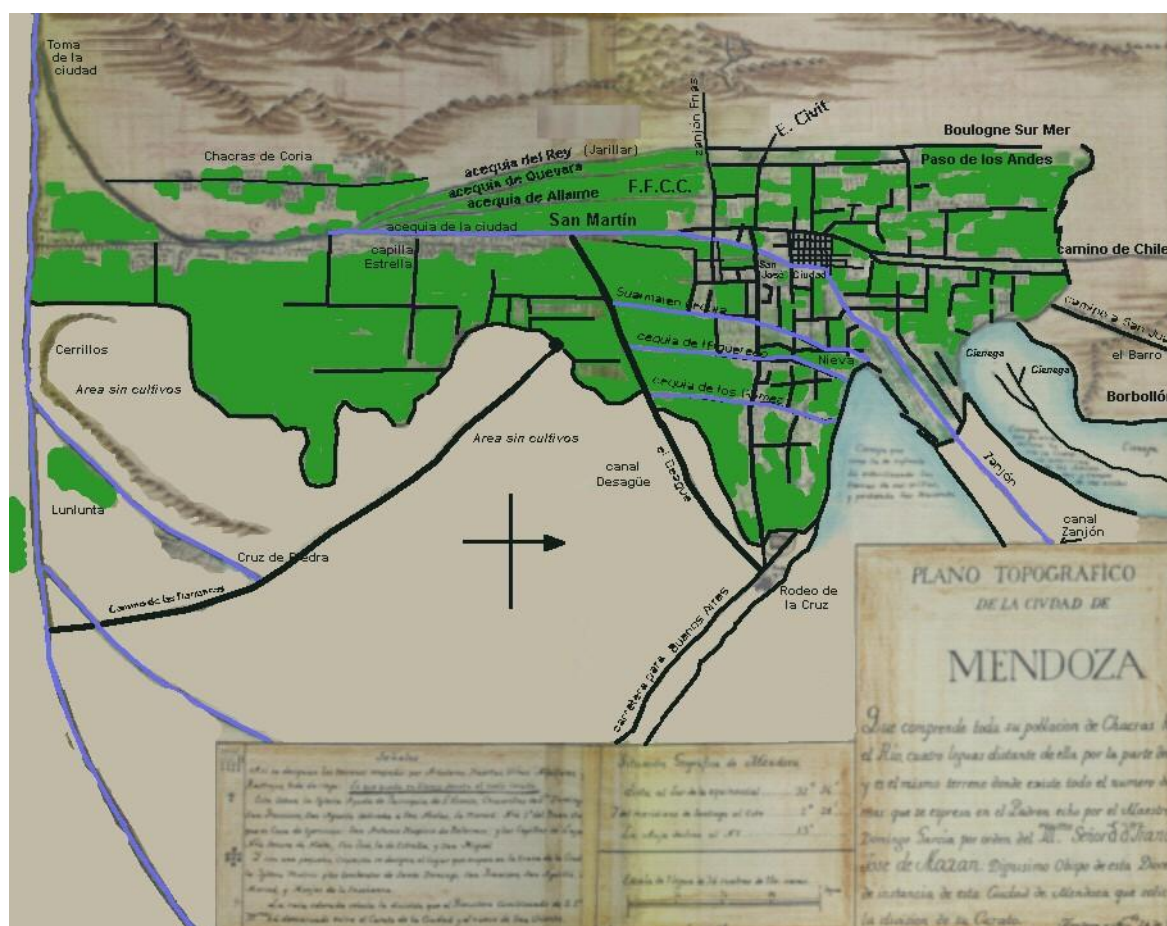


Figura n°2-Plano topográfico de Mendoza de1802

Este plano presenta además de la zona urbanizada, iglesias zonas cultivadas y principales acequias de riego, dos grandes áreas de ciénagas que se extienden hacia el norte y el este.

El plano de 1903 “Plano general de sistemación de las aguas de riego y de los ríos secos”, escala 1:50.000, es la actualización de los planos de 1867 y 1874. Este documento muestra las zonas urbanas, terrenos incultos del oeste y norte de la ciudad, la infraestructura vial, ferroviaria, de canales y diques, y área de ciénagas menores (no continuas) sólo hacia el este hasta Rodeo del Medio, como se observa en la figura n°3.



Figura n°3.-Plano general de sistemación de las aguas de riego y de los ríos secos, 1903

Plano de infraestructura vial y riego, este mapa surgió de la digitalización realizada por el INA-CRA a partir de la cartografía oficial de la Dirección Provincial de Catastro y del Departamento General de Irrigación, escala 1.50.000 y sirvió como plano base para corregir geoméricamente los otros planos temáticos y las imágenes satelitarias, logrando una adecuada superposición para las diferentes fechas disponibles.

Planos de tipos de suelos y salinidad de suelos incultos y cultivados: estos planos se obtuvieron ya digitalizados por lo que sólo se les realizó la corrección geométrica para poder superponerlos con el plano de infraestructura vial y de riego y con las imágenes satelitarias (con los cuerpos lacunares resaltados) obteniéndose planos de tipos de suelos y salinidad de suelos con las áreas lacunares y paleolacunares resaltadas.

Relevamientos a campo de la zona de estudio

Las salidas de campo nos ha permitido visualizar una serie de lagunas y vestigios de ex lagunas (paleo lagunas), como también encontrar en plena zona urbana de los departamentos de Guaymallén y Las Heras relictos, que aún se reconocen a pesar de haber sido la zona rellenadas y urbanizada.

Se han determinado los siguientes Paleo lagunas y lagunas que se observan en la imagen y además antiguas zonas de bañados que al estar en la actualidad totalmente urbanizadas no se visualizan como cuerpos de agua. A continuación se hace una breve descripción de lo observado al sólo objeto de referenciar la ubicación y mencionar alguna característica distintiva. Para cada una de ellas se confeccionó un croquis de ubicación

Paleo lagunas: 3 de Mayo–Jocolí, Pastal, Costa de Araujo, Los Morritos, La Isla

3 de Mayo–Jocolí: se ubica sobre el costado este de la actual ruta 40, unos 3 km al norte de la entrada a 3 de Mayo (finca La Quimera), su entorno son médanos fijos con vegetación y depresiones intermedanasas.

El Pastal: se ubica sobre la calle Gaycochea y tiene como límite norte la calle El Pastal, son los vestigios de la antigua laguna Plumerillos, sería el sector norte ya que el resto de la misma se encuentra urbanizado y /o cultivado. Actualmente es una depresión oblonga noroeste-sureste, cuyo fondo es húmedo y presenta en su interior malezas como totora, cortadera, junquillo. Se la puede observar en la finca Gaycochea.

Costa de Araujo: Se puede acceder a ella por el carril El Carmen, y a la altura del paraje el Plumero a unos 500m al oeste de calle Nuñez se identifican vestigios de la laguna, hacia el sur se observa una suave depresión que en el fondo tiene un colector de desagües y drenaje (actualmente sin agua), coexistiendo fincas y campos incultos muy salinos, y hacia el norte a partir del calle San Pedro una zona de médanos con una depresión central por donde circula el desagüe antes mencionado.

El origen de esta ex laguna estaría en un paleocauce que nacía hacia el norte, en el lugar donde el río Mendoza hace una drástica curva hacia el este (límite oriental de la finca Cartellone). Se tiene información de una crecida a mediados del siglo pasado que rompió al río en dicha curva inundando terrenos incultos y fincas hasta aproximadamente el Carril El Carmen.

Los Morritos: se encuentra al norte del cruce de la calle Las Margaritas y calle 25 de Mayo o Sarmiento, actualmente se observa una incipiente zona hortícola que viene creciendo ya que se está nivelando y lavando suelos. La zona presenta a medida que nos dirigimos hacia el nordeste un suelo arenoso en superficie y médanos típicos de borde de laguna.

La Isla: Esta paleo laguna involucra a los parajes Isla grande e Isla chica actualmente zona cultivada, excepto algunos bajos muy pronunciados en donde la freática superficial lo impide. La recorrida por la zona, a la cual se accede por la actual ruta 60, nos permitió visualizar vestigios de la antigua laguna, ya que cerca de la calle Laureano Maza se observan terrazas en donde el terreno va bajando, presentando freática superficial y las fincas allí situadas tienen solo cultivos hortícolas.

A unos 6 km. al este de calle Pueyrredón, en las cercanías de la bodega Santa Paulina, se observa una depresión con cortadera (vegetación típica de suelos húmedos). Sobre la margen derecha del río Mendoza a la altura de calle Gardela hay un antiguo colector de desagüe que es un paleocauce fondo de planicie.

Al recorrer el carril la isla, el cual circula paralelo a la ruta 60 se encuentra (al final del mismo y hacia el este) un bajo inundable de aproximadamente 3 km² que termina llegando a la ciudad de Palmira.

Lagunas

Los actuales cuerpos con agua detectados en el área objeto del estudio se ubican sobre dos paleocauces bien definidos, uno es el sistema del Arroyo Leyes–Tulumaya que nace a la altura de Rodeo del Medio, entre calle Los Baños y Chacabuco-Los Álamos; más al este a la altura de F. L. Beltrán entre las Calles San Martín y Las Margaritas se ubica el segundo paleo cauce

El sistema Leyes-Tulumaya recibe subsuperficialmente agua del río Mendoza que se infiltra en la zona de acuífero libre (la cual llega hasta el distrito de La Isla) y aflora un poco antes de la laguna Bombal, a la que se suma el escurrimiento superficial originado por lluvias y desagües de fincas bajo riego y los drenajes agrícolas. Sobre este sistema se ubican una serie de lagunas y meandros que actualmente llegan hasta Lavalle y que en el plano de 1789, llegaban hasta territorio sanjuanino Este sistema debe haber abastecido no sólo a la paleo laguna 3 de Mayo –Jocolí sino también a otras ubicadas más al norte y que figuran en planos de la segunda mitad del siglo pasado como bañados del Tulumaya.

De sur a norte podemos mencionar las siguientes lagunas:

Bombal: (llamada también tapón Bombal) Se ubica entre calle San José-La Capilla y calle Los Baños-San Ignacio, comenzando a la altura de calle Roca aproximadamente, sería la primer laguna del sistema Leyes-Tulumaya.

Viborón: Se encuentra entre la calle Víctor Hugo y Los Álamos, y el límite norte lo da el terraplén sobre el cual se asienta la tubería de las cloacas (calle Los Pinos), es de destacar que existe un solo puente bajo esta tubería entre Víctor Hugo y Los Álamos, el cual se encuentra con embanque y malezas que dificultan la libre circulación del agua del arroyo Leyes hacia el norte.

Soria: Se ubica al sur de la calle Soria y vías del El ferrocarril, y al este del carril Montenegro (ver figuras nº4). El terraplén del ferrocarril y la calle Soria (va paralela a las vías) corta la depresión. El estrecho puente que hay bajo las vías y calle, el cual esta totalmente embancado dificulta en extremo la circulación de las aguas del arroyo leyes hacia el norte. La profundidad en el centro de la laguna en el momento de la visita era de 1,50 m. Aproximadamente

Montenegro: Viniendo desde el norte por calle Dorrego al llegar al cruce con el arroyo Leyes existe un rudimentario y angosto puente, totalmente embancado y enmalezado, hacia el sureste se observa la laguna y hacia el noroeste terreno pantanoso (ver figura nº4). La escasa dimensión y el estado del puente impiden la libre circulación del agua del arroyo Leyes, el cual se encuentra en las proximidades de su unión con el arroyo Tulumaya.

Por el este dicha laguna es bordeada por el carril Montenegro que debido su nueva traza elevada la contiene, ya que corta a la depresión longitudinalmente. Recorriendo el carril Montenegro se observan hacia el este médanos de origen aluviales, son típicos médanos de borde de laguna.

Lauriente: Circulando por calle Dorrego de norte a sur y luego de pasar calle El Vergel, la calle hace un quiebre importante al este, en dicho lugar sobre el costado oeste del camino se encuentra la laguna observándose la unión de los 3 arroyos o desagües que la originan y dan también nacimiento al arroyo Tulumaya el cual unos 2 km más al norte recibe las aguas del arroyo Leyes (ver figura nº4).

La laguna se encuentra en una depresión de unos 5 metros, es un bajo tipo cañadón, y los tres desagües que la abastecen aparecen en el fondo de cárcavas Presenta escasas dimensiones y muy poca agua, casi se podría hablar de una ex laguna donde en la actualidad lo que se observan son tres pequeños cursos que se unen formando uno mayor (el arroyo Tulumaya).

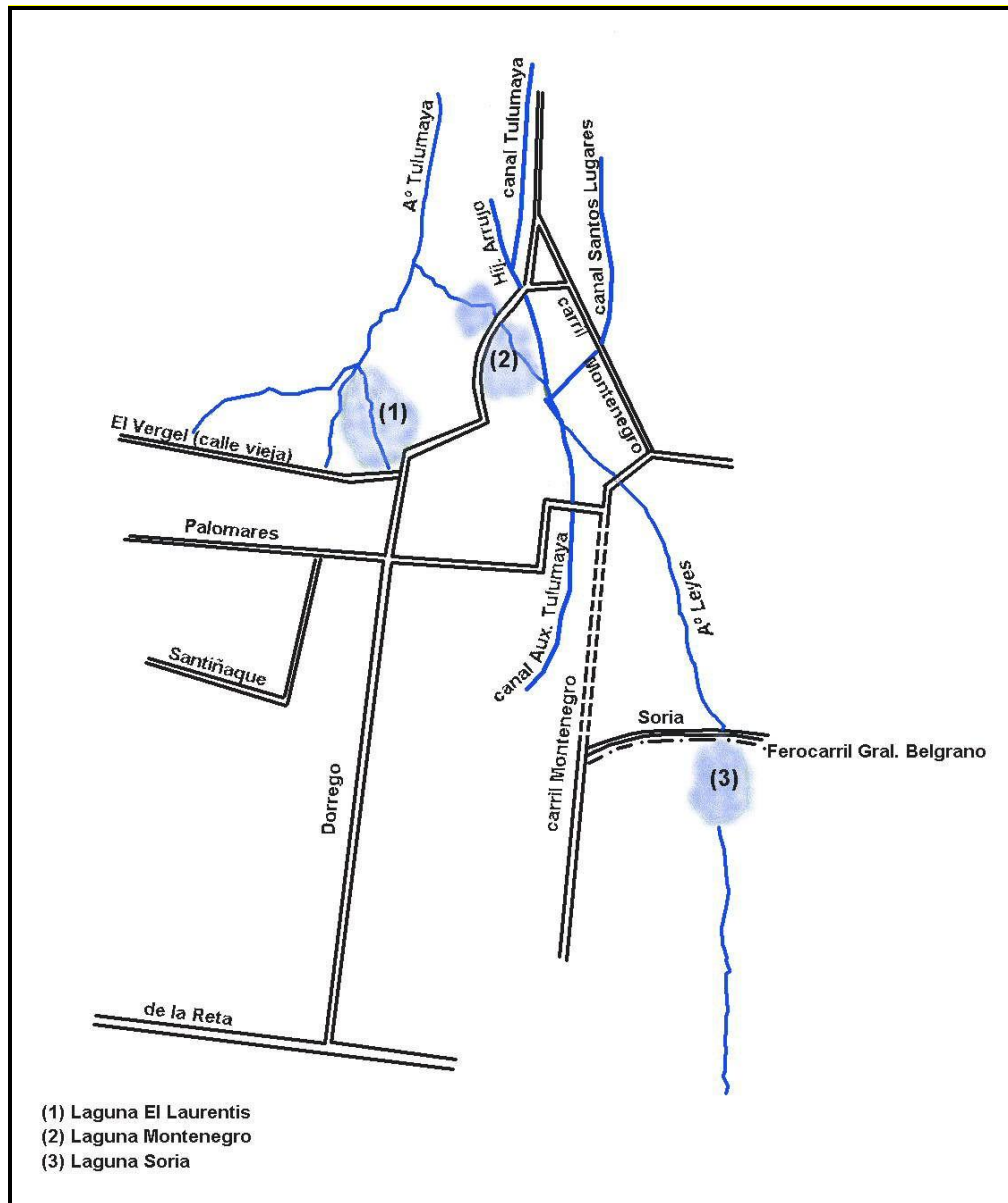


Figura n° 4-Croquis de ubicación de las lagunas Lauriente, Montenegro y Soria

Los Álamos: Se localiza al oeste de calle Las Margaritas y al sur de la calle “5 de Mayo o Sarmiento. Esta laguna se encuentra sobre el paleocauce que nace a la altura de F.L. Beltrán, actualmente está seca y se observan fincas hortícolas en una buena parte de ella. Se está reduciendo su superficie y en los últimos 15 años los agricultores han empezado a cultivar los suelos que constituían los bordes Nor occidental de la laguna.

Hay que destacar que 1983 aproximadamente se la conocía como balneario Los Álamos, por la gran concurrencia en verano de pobladores de la zona que hacían uso recreativo de ella.

Superposición de la cartografía temática con las imágenes satelitales

Una vez ubicadas en el terreno las áreas lacunares y georeferenciadas con GPS se las ubicó en la imagen satelital, obteniéndose una nueva imagen con las paleolagunas resaltadas en color gris y las lagunas en azul, como se puede observar en la figura n° 5.

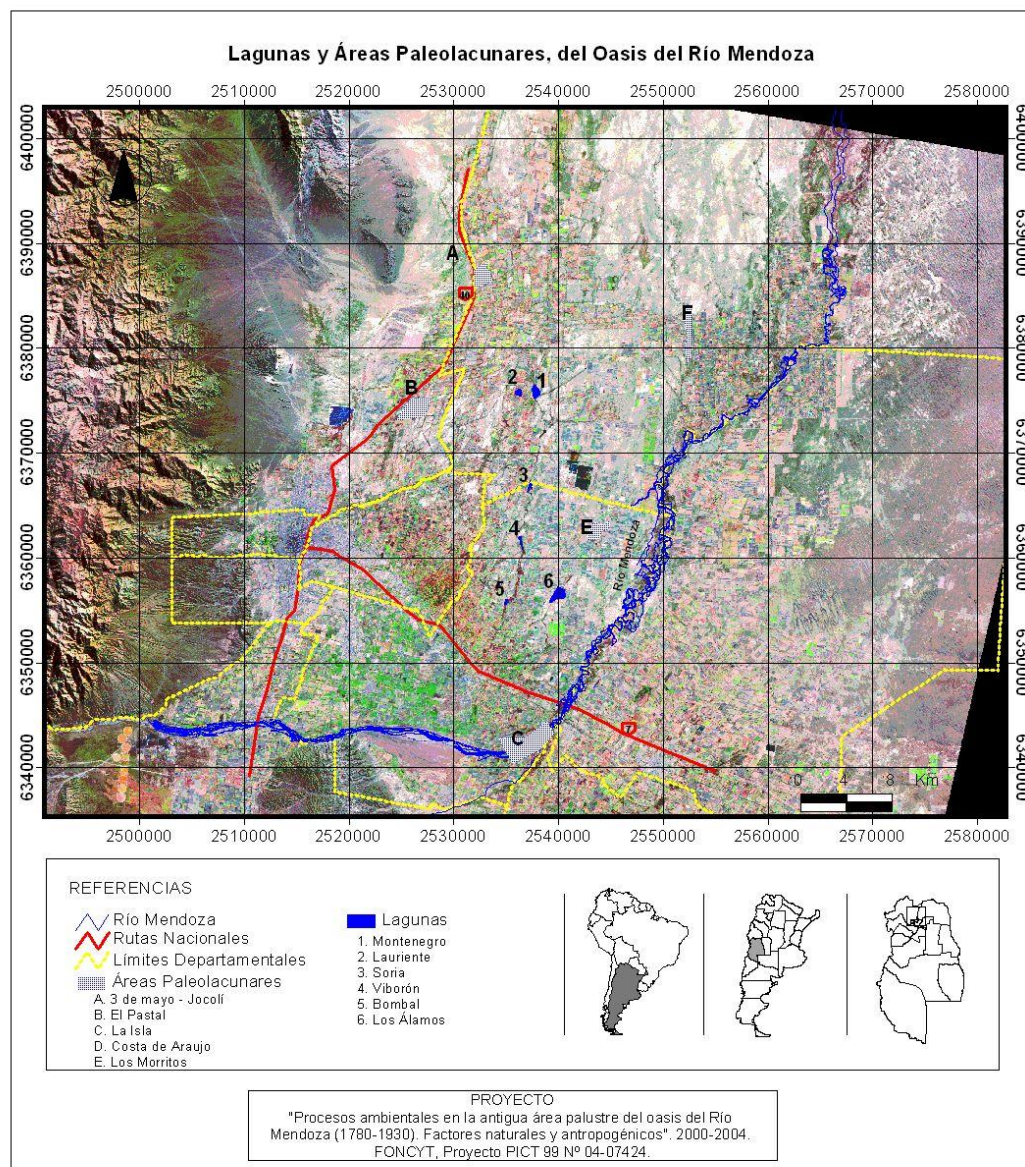


Figura n° 5-Imagen satelital destacando lagunas y áreas paleolacunares

Superposición de los planos históricos sobre las imágenes satelitales

Del análisis de los mapas históricos recopilados, se ha obtenido invaluable información sobre extensión de las ciénagas en el pasado, y además al ser superpuestos los planos de 1802 y 1903 con las imágenes satelitales, permitieron conocer, en forma más exacta, la ubicación, el tamaño y la evolución en el tiempo de éstas áreas lacunares.

El plano de 1802, tiene demarcado el ejido urbano, iglesias y parroquias, zonas cultivadas y principales acequias de riego que han permitido referenciar este plano con la cartografía actual. Además el plano presenta demarcada dos grandes ciénagas que se corresponden con la gran ciénaga observada en el plano anterior nada más que debido al tamaño del mismo se observa solo los inicios de las lagunas, pero al haber una infraestructura de calles y acequias (canales de riego) se puede superponer perfectamente a la imagen satelital como se observa en la figura n° 6.

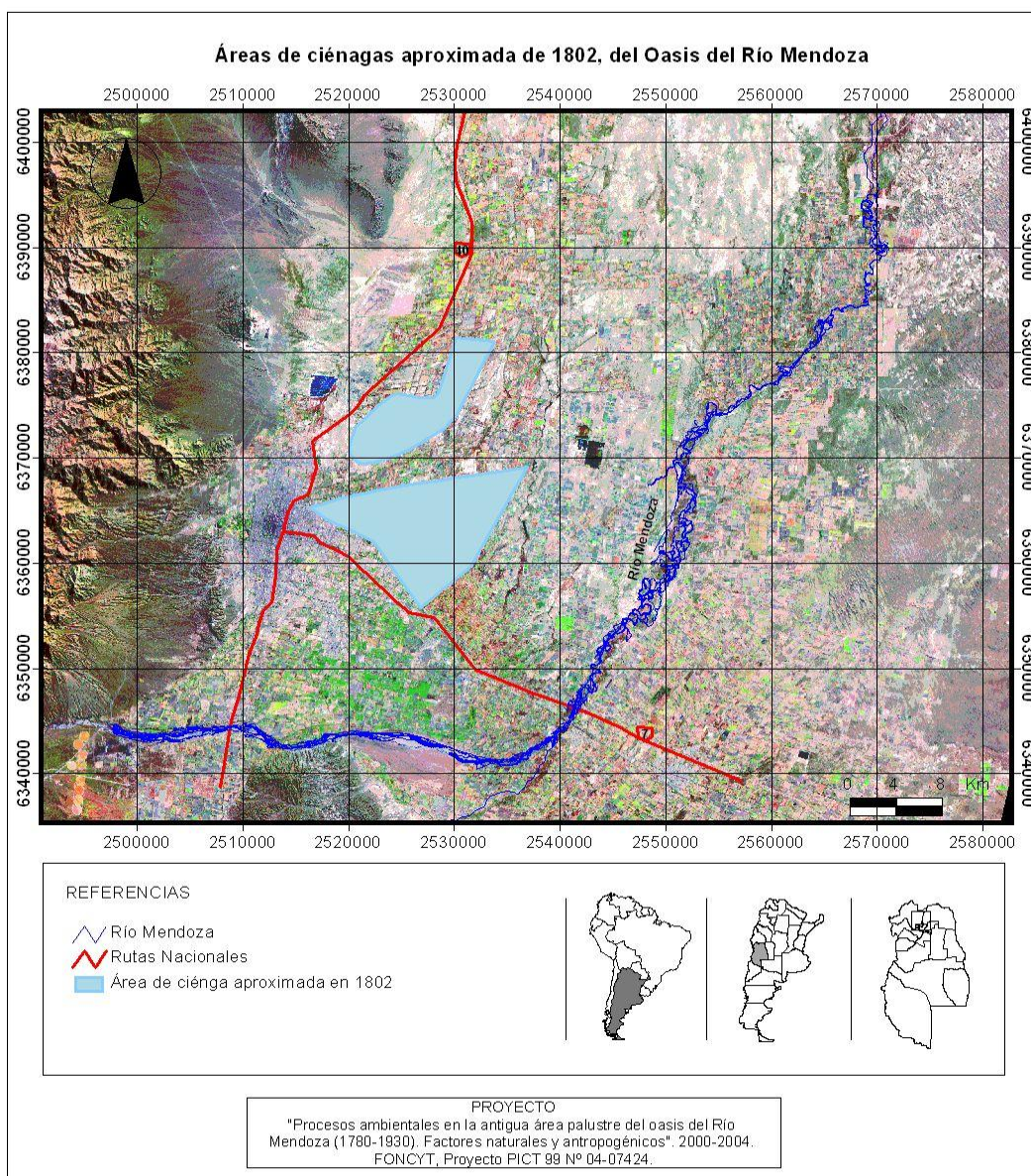


Figura nº 6- Superposición del plano de 1802 con la imagen Landsat TM falso color natural

Del análisis de esta imagen se observa que la primera ciénaga es un bajo que se ubica entre vieja salida al camino a San Juan y el recorrido del canal Cacique Guaymallén, abarca las partes bajas de los distritos de Plumerillo, Borbollón, El Algarrobal y Pastal. La segunda área cenagosa que rodea a la ciudad de Mendoza se presenta entre el carril el Mathus Hoyos (que corre casi paralelo al canal Cacique Guaymallén aunque unos 1000 m al sur) y el viejo camino a Buenos Aires en una línea que uniría el final de la calle Pedro Molina con Capilla de Nieve y de allí hacia el este siguiendo la cota de los 700 metros hasta el actual Bonanueva para dirigirse al sureste paralelo al actual carril Nacional ex ruta 7, corroborándose la presencia en los inicios del siglo X IX de las ciénagas bosquejadas en el plano de 1789.

El plano de 1903 es un plano de calles, pueblos y sistema de riego de la época y el mismo nos muestra que la ciénaga del Plumerillo-Borbollón-El Algarrobal-Pastal ya no existe ha sido desecada y aparece en este mapa como terreno inculto; mientras que la gran ciénaga que se extendía desde la ciudad de Mendoza y llegaba en forma continua hasta Rodeo del Medio-Fray Luis Beltrán

(siguiendo el antiguo camino a Buenos Aires-ex ruta 7), ahora se presenta con interrupciones quedando ciénagas entre los distritos de Lagunita y Bonanueva, desde el este de Bonanueva hasta la entrada a Rodeo de la Cruz y desde el este de Rodeo de la Cruz a Rodeo del Medio. Ya aparece en el plano el distrito El Sauce con algunas calles y también una franja de urbanización continua entre Rodeo de la Cruz y Corralitos (ver figura n° 7)

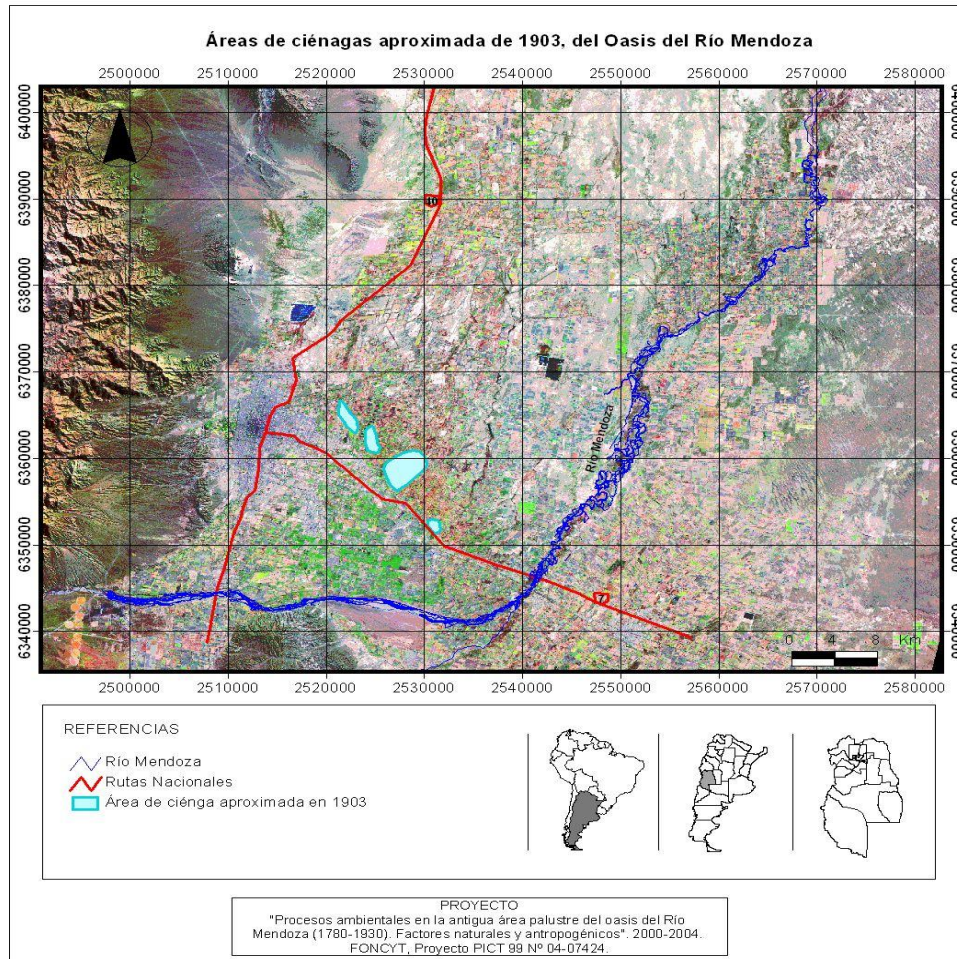


Figura n° 7- Superposición del plano de 1903 con la imagen Landsat TM falso color natural

Obtención de índices de vegetación a partir de la información satelital

Una vez corregidas geoméricamente las imágenes, se realizó el cálculo del índice de vegetación a partir de los canales infrarrojo cercano y rojo, mediante el algoritmo del programa Idrisi, obteniéndose nuevas imágenes de fecha diciembre del 97 y febrero de 2002 que exaltan la biomasa. Los tonos negros corresponden a los cuerpos de agua, mientras que los grises oscuros se refieren a áreas de vegetación espontánea abundante, como totorales, o a cultivos irrigados con alta cobertura foliar (parrales). No existe confusión entre éstas dos clases debido a la geometría particular de cada una de ellas, ya que el parral tiene un formato perfectamente cuadrangular, constante en el tiempo, y las lagunas cubiertas con vegetación natural son de forma irregular y varían para distintas fechas.

Los tonos gris claros corresponden a zonas cultivadas de menor expresión vegetativa, como las hortalizas, frutales y vid conducida en espaldero o viña. Por último los tonos blancos corresponden a zonas incultas con presencia de arena o sal en superficie.

Esta información permitió seleccionar sitios homogéneos correspondientes a: paleolagunas y a zonas muy vegetadas circundantes a las lagunas, para poder realizar los muestreos de la vegetación típica.

Con respecto a la vegetación espontánea recolectada y clasificada, podemos mencionar que en el contorno de lagunas y paleo lagunas se presentan las mismas especies: pájaro bobo, cola de zorro, retortuño, pasto salado, tamarindo, jume, chilca, zampilla; mientras que dentro de los cuerpos de agua o terrenos encharcados aparecen: totora, cortadera, carrizo y junco. Se las ha mencionado por los nombres comunes, mediante los cuales son identificadas por la gente del lugar, pero a fin de evitar confusión en la siguiente tabla se menciona el nombre científico (ver tabla n°1).

Tabla n° 1 -Vegetación espontánea, nombre común y científico

Nombre Común	Nombre Científico	Nombre Común	Nombre Científico
Chilca	Baccharis Salicifolia	Pájaro bobo	Tessaria Absinthoides
Carrizo	Phragmites Australis	Pasto salado	Distichlis Spicata
Cola de zorro	Polypogon Monpeliensis	Retortuño	Prosopis Strombulífera
Cortadera	Cortaderia Rudiúscula	Tamarindo	Tamarix Gálica
Jume	Alenrolfea Vaginata	Totora	Thypha Dominguensis
Junco	Schaenoplectus Californiacus	Zampilla	Atriplex Sp.
Junquillo	Sporobolus Rigens		

Superposición de mapas básicos con las imágenes para las distintas fechas de interés.

De la superposición del mapa de tipos de suelo (Romanella) con la imagen que identifica a las lagunas y paleo lagunas, se ha obtenido un nuevo mapa que permite inferir que todas se encuentran sobre suelos serie “Lavalle”, excepto las paleo lagunas de **3 de Mayo–Jocolí** y la del **El Pastal** que se encuentran sobre suelos de la serie “Jocolí.

La característica principal de los suelos “serie Lavalle” es la de tener un origen aluvial y lacustre, pero en algunos sectores sobre estas formaciones suelen localizarse deposiciones eólicas; el perfil dominante presenta capas de textura fina, con concreciones y estrías salinas sobre arcilla plástica roja, la cual también presenta estrías y concreciones salinas. En superficie es común ver eflorescencias y costras salinas. (Romanella 1957)

La variante del perfil, debida a acumulaciones eólicas es presentar un apreciable espesor de arena, interrumpida o no, por capas de elementos finos que descansan sobre arcilla plástica salina. En cuencas cerradas suele observarse otra variante del perfil consiste en capas con dominancia de elementos finos, saturados con agua salina y a cierta profundidad aparecen capas de color negro de residuos vegetales descompuestos que se sitúan sobre arcilla impermeable salina, (Romanella, C., 1957).

Las paleolagunas de **3 de Mayo-Jocolí** y **El Pastal** se encuentran sobre suelos de la serie “Jocolí” los cuales -según Romanella- se caracterizan por tener un origen basado en arena eólica

sobre loess, depositados contra las serranías de Jocolí, su perfil típico es areno limoso calcáreo, interrumpido por capas de elementos finos, con escasa salinidad, pero al acercarse a la zona de transición con la serie Lavalle aparece un sustrato arcilloso salino en profundidad.

Con respecto a la superposición de las lagunas y paleolagunas con el plano actual de salinidad de suelos incultos y cultivados se obtuvieron nuevos mapas temáticos, de su análisis se infiere que todas están en suelos incultos muy salinos, con valores entre 16.000 y 128.000 uS/cm, siendo las lagunas y paleolagunas del extremo norte (**Lauriente, Montenegro, Soria, 3 de Mayo-Jocolí y Costa de Araujo**) las que están entre 32.000 y 128.000 y las restantes entre 16.000 y 32.000 uS/cm.

Los suelos que han sido cultivados en las inmediaciones de las actuales lagunas o bien dentro de las paleo lagunas presentan la siguiente característica:

En la paleo laguna **La Isla**, su salinidad está no supera los 2.000 uS/cm en el sector ubicado al norte del río Mendoza, mientras que al sur del mismo varía entre 2.000 y 6000 uS/cm. En la laguna **Soria** y paleo laguna **Los Morritos** la salinidad, se encuentra en el rango de 4.000 a 6.000 uS/cm; mientras que las restantes se ubican entre los valores de 2.000 y 4.000 uS/cm.

Es de destacar que el agricultor ha efectuado lavados de suelos previo a la puesta en cultivo y luego con el mismo riego ha ido efectuando lixiviación de sales por lo que en las zonas donde no hay freática, el descenso de la salinidad ha sido mayor y en las zonas con freática superficial o con presencia de capas duras el descenso operado ha sido menor, ya que se produce un reflujó (ascenso de sales por capilaridad desde la freática y descenso o lixiviación con el riego).

Variación temporal del tamaño de las lagunas

Mediante la cartografía de las lagunas, obtenida para cada una de las imágenes satelitales disponibles, se pudo determinar la superficie (en km²) de los cuerpos de agua, como lo muestra la tabla n° 2.

Tabla n° 2-Variación temporal de la superficie de las lagunas

Lagunas	Superficie(km ²)			
	Dic.1997	Jul.1998	Nov. 2002	Feb. 2002
Lauriente	0.44	0.30	0.40	0.31
Montenegro	0.53	0.56	1.23	1.1
Soria	0.25	0.38	0.38	0.32
Viborón	0.50	0.44	0.44	0.53
Bombal	0.16	0.17	0.12	0.16
Los Álamos	2.28	2.18	2.32	1.70

Del análisis de la misma, se infiere el ciclo hidrológico 97-98 corresponde al periodo en que las lagunas presentan su menor tamaño, mientras que en el año 2002 la superficie de los cuerpos de agua ha aumentado. Si bien hay diferencias y el período 97-98 es más seco que el 2002, de ninguna manera representa a un ciclo típicamente seco, ni el 2002 a uno húmedo. Lamentablemente no se pudo recuperar imágenes de los años 85, 86 y 87 que corresponden al último ciclo de abundancia hídrica, ni las imágenes de los años 90-91, que mejor representan al período hidrológico seco, que le sucedió.

Una última visita a campo realizada en marzo del 2004, permitió observar que el tamaño actual de las lagunas es mucho menor al del ciclo 97-98, debido a la gran sequía que soportó la zona en la primavera pasada y al manejo del Río que se está realizando con la entrada en operación del embalse Potrerillos. Es de destacar que sólo la laguna Soria presentaba agua en superficie, mientras que las otras estaban secas. Para evaluar exactamente el tamaño de estas lagunas, se ha solicitado a la Conae una imagen de dicho mes 'para su análisis.

CONCLUSIONES

A partir de 1798 hasta la actualidad, el área de ciénagas se ha venido reduciendo paulatinamente. Los planos de 1798, 1802 y 1903 lo demuestran, ya que las dos grandes áreas cenagosas, la Norte: que involucraba lagunas y bañados hasta el límite con San Juan, y la Este que se extendía hasta aproximadamente F.L. Beltrán; han evolucionado de tal manera que, la Norte desaparece en el plano de 1903 y la gran ciénaga Este, que en 1798 aparece en forma continua hasta casi F.L. Beltrán, se reduce en 1802 hasta llegar solo a Rodeo del Medio y en 1903 sólo se ven tres pequeños sectores interrumpidos por urbanización, cultivos y campos incultos.

En la actualidad sólo quedan pequeñas lagunas sobre el sistema del arroyo Leyes – Tulumaya, a partir de la Colonia Bombal hasta un poco antes de llegar a Lavalle. El arroyo Tulumaya que en el pasado llegaba en forma de bañados hasta el límite con San Juan formando algunas lagunas al norte de Jocolí, ahora sólo lo hace hasta aproximadamente la Colonia Agrícola San Francisco, la cual se ubica al este de Jocolí y aprovecha estos excedentes hídricos.

Toda la zona ubicada entre el carril Mathus Hoyos y Capilla de Nieve, y desde la antigua ciudad de Mendoza hasta la actual Villanueva pasó de ser la parte occidental de la gran Ciénaga Este a ser una zona totalmente urbanizada del departamento de Guaymallén, habiendo sufrido transformaciones, ya que en numerosos lugares se rellenó el terreno para su urbanización.

Con respecto a los factores que más incidieron en esta evolución se debe destacar lo siguiente:

- A partir de finales del siglo XIX se produjo un mayor aprovechamiento del recurso hídrico, debido al aumento de la superficie regada, que años más tarde se potenció con la llegada del Ferrocarril, el cual permitió la salida de productos frutihortícolas y vinos hacia Buenos Aires.
- La construcción de algunos diques y el desarrollo del sistema de canales de riego, sumado al aumento del área cultivada aguas arriba de la ciudad de Mendoza (departamentos de Maipú y Luján), determinó que llegará a la zona de ciénagas menos agua y éstas fueran reduciendo paulatinamente su superficie.
- La necesidad de desarrollo urbano tanto en la ciudad capital como en los pueblos vecinos hizo que a medida que se reducían las áreas cenagosas, éstas pasaban a ser cultivadas, o bien se rellenaban para su urbanización. Además desde finales del siglo XIX hasta 1930 existió un plan de desecación de áreas pantanosas.

Actualmente en la zona norte de Bermejo, sobre la margen sur del canal Cacique Guaymallén, se está rellenando en determinados sectores el cauce, con escombros y residuos.

Algo similar ocurre en la localidad de El Sauce, en la unión del Arroyo Lagunitas con el canal Caci que Guaymallén donde en el último tramo del Arroyo, se está rellenando su margen Este, generándose lotes urbanizables.

En la misma localidad, pero sobre la margen norte del canal C. Guaymallén se ubica un horno de ladrillo que está rellenando con desechos de su fabricación, el cauce y además extrae arcilla como materia prima, produciendo depresiones inundables, que modifican el curso natural de este canal.

Estas modificaciones (estrechamientos) del cauce, provocan una disminución de la capacidad de evacuación de crecidas y aluviones de toda el área urbana del Gran Mendoza, por lo que si se continúa con estas prácticas no controladas, se pueden originar graves problemas futuros. Sólo basta recordar que en marzo último una lluvia caída en Chacras de Coria con una intensidad de 48 mm en 40 minutos, ocasionó casi el desborde del canal Caci que Guaymallén ($180\text{m}^3/\text{s}$) en la denominada curva del Avión, situada sólo a unos kilómetros aguas arriba de los rellenos; destacándose que dicha lluvia no fue nada extraordinaria, ya que la misma presenta un tiempo de retorno de 5 años, según los registros de la red telemétrica del Centro Regional Andino del INA.

La metodología puesta a punto en el presente trabajo ha permitido concluir que:

- Con la ayuda de la teledetección satelital se ha podido identificar perfectamente las áreas pertenecientes a ex lagunas, debido a la notoria respuesta en el IRC (infrarrojo cercano) y en el visible que presentan los suelos con abundante materia orgánica, propio del fondo de ex lagunas.
- En el caso de lagunas actualmente activas, la teledetección detecta muy bien los cuerpos de agua, por la gran absorción en todas las bandas del espectro, por lo que se visualizan al ojo humano color negro. Además este gran contraste con los demás elementos de la superficie terrestre ayuda a monitorear la evolución del tamaño de las lagunas y su dinámica en años hidrológicos secos ó húmedos.
- Los índices de vegetación calculados a partir de los canales rojo e infrarrojo cercano del satélite Landsat TM, han permitido mapear con muy buena precisión la presencia de vegetación espontánea en bordes de lagunas, y además visualizar los cultivos (hortícolas) que los agricultores implantan en terrenos que eran fondo de ex lagunas, debido a su buena fertilidad, como sucede en la zona de las ex lagunas “Morrito” y “Los Álamos”
- El seguimiento en tiempo casi real de éstas zonas lacunares, permitirá a las autoridades responsables del manejo del suelo y del recurso hídrico, controlar las prácticas negativas que se realizan actualmente, como los mencionados rellenos clandestinos con basura y escombros, que no sólo obstaculizan la libre evacuación de crecientes y aluviones del Gran Mendoza, sino también contaminan el acuífero (que en la zona agrícola se utiliza tanto para el riego como para consumo humano).

AGRADECIMIENTOS

A Dra. María del Rosario Prieto por compartir con nosotros sus profundos conocimientos sobre el desarrollo de la ciudad de Mendoza desde su fundación hasta el 1900.

A la Prof. Elena Abraham quien facilitó equipamiento informático del laboratorio de Desertificación del Iadiza, para la ejecución del trabajo.

Al Ing. Agr. Jorge Chambouleyron quien generosamente supo relatar los primeros tiempos de los colonos franceses, que ocuparon originalmente, con fines agrícolas, la zona de Corralitos (ex zona Cenagosa).

BIBLIOGRAFÍA

- Abrahan, E. y F. Martínez** (2000) “*Recursos y problemas ambientales de las zonas áridas*”. Parte I: Provincias de Mendoza, San Juan y La Rioja. Tomo II: Atlas básico. GTZ, IDR (Universidad de granada), IADIZA y SDSyPA. Argentina, 2000. ISBN #987-20598-9-6
- Archivo General de la Nación** “*Mapa Topográfico de la ciudad de Mendoza de 1802*”
- Bartolomeo, J.** Donación del plano de las lagunas y bañados de la Zona Norte de la provincia de Mendoza. 1989
- Facultad de Filosofía y Letras de la Universidad Nacional de Cuyo** “*Plano de sistematización del riego y ríos secos*”. Año 1903
- INA-CRA** “*Plano digitalizado de infraestructura vial y de riego del oasis del río Mendoza*”
- Morábito, J, Mirábile, C, Pizzuolo, P, Tossi, D, Manzanera, M y Mastrantonio, L.** (2002) “*Salinidad de suelos regadíos e incultos en el oasis Norte de Mendoza – Argentina*”. INA-CRA
- Prieto, M. y Willoud** (1986) “*Consecuencias ambientales derivadas de la instalación de los españoles en Mendoza*”. Cuaderno Historia Regional- Universidad Nacional de Luján
- Prieto, Herrera, Dussel** (1999) “*Evidencias históricas de las fluctuaciones del caudal del río Mendoza*”. Holocene, vol 9, pág. 473/481.
- Romanella, C.** (1957) “*Los suelos de la región del río Mendoza*”. Universidad Nacional de Cuyo-Facultad de Ciencias Agrarias