

REPUBLICA ARGENTINA
UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO
FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS E INGENIERIA
Avenida Pellegrini 250

INSTITUTO DE FISIOGRAFIA Y GEOLOGIA
"Dr. ALFREDO CASTELLANOS"

Directora Dra. PIERINA PASOTTI

PUBLICACIONES
LXVI

CONTRIBUCION AL CONOCIMIENTO
DE LA LAGUNA MELINCUE

Por

Dra. PIERINA PASOTTI – Ing. OSCAR ALBERT –
Ing. CARLOS A. CANOBA

ROSARIO
REPUBLICA ARGENTINA
1984

INDICE

1	Introducción	5
2	Ubicación	6
3	Geología regional y estratigrafía	6
4	Rasgos tectónicos	8
5	Clima	10
6	Suelos y vegetación	12
7	Rasgos culturales	13
8	Morfometría	15
9	Hidrogeología	15
10	Cuenca y laguna	16
11	Escorrentimiento superficial	19
12	Calidad de las aguas de la laguna	22
13	Conclusiones y recomendaciones	23
14	Bibliografía	29

CONTRIBUCION AL CONOCIMIENTO DE LA LAGUNA MELINCUE

1. INTRODUCCION

Durante el año 1978 se realizó para el Comité de Cuencas Hídricas del Area del Gran Rosario un estudio geológico-geomorfológico de la Laguna Melincué. Posteriormente, en 1980, para el mismo Comité se efectuó un análisis de aguas y el primer relevamiento batimétrico de la misma.

Ambos informes son los elementos bases para el presente trabajo.

El primero de los estudios mencionados (Instituto de Fisiografía y Geología "Dr. Alfredo Castellanos" - 1978) fue realizado a nivel de diagnóstico habiendo consistido en la compulsa bibliográfica que en él se menciona y posterior elaboración de la documentación así obtenida. Viajes al terreno y antecedentes obrantes en nuestro Instituto, provenientes de anteriores estudios de investigaciones (Pasotti y otros - 1977) completaron los datos recopilados que sirvieron para elaborar el citado trabajo cuya finalidad fue la de reunir esa información y evaluarla con el objeto de dar bases para futuros estudios destinados a resolver los graves problemas que plantea la laguna. El segundo trabajo (Facultad de Ciencias Exactas e Ingeniería - 1980) es, en cierta manera, una consecuencia del primero y surgió de las conclusiones y sugerencias que mencionamos en el párrafo anterior. En efecto, habiéndose esbozado la posibilidad de provocar un descenso de la laguna en forma rápida evacuando sus aguas hacia el Canal San Urbano (el que pasa por las cercanías de la laguna para desembocar luego en el Arroyo El Sauce, el cual a su vez lo hace en el Arroyo Pavón y éste en el río Paraná) alertamos sobre los posibles inconvenientes que esas aguas podrían acarrear, por su calidad, en aquellos cursos dados el escaso caudal de aquél en el que desembocan, antes de llegar al río Paraná. Se planteó además el desconocimiento de la profundidad de la laguna en ese momento, ya que no existían datos confiables y actuales sobre ella y dado también que en los suelos altos de la cuencia existía (y existe) erosión; por ello podría ocurrir que hubiese colmatación del fondo del vaso. Un vaciado de él, podría traer aparejada una reducción no deseada del volumen, así como también la

posibilidad de dejar zonas en seco por haberse elevado el fondo por sedimentación.

2. UBICACION Y DELIMITACION

La laguna Melincué y su cuenca, se ubican en el centro sur de la provincia de Santa Fe y totalmente dentro del departamento Gral. López de ésta. La población, del mismo nombre que la laguna, es la cabecera del departamento indicado.

El centro del espejo de agua se sitúa aproximadamente en los $61^{\circ} 28'$ de longitud oeste y los $33^{\circ} 25'$ de latitud sur. Por su parte la cuenca se extiende entre los $33^{\circ} 20'$ y $33^{\circ} 55'$ de igual latitud y los $61^{\circ} 15'$ y los 62° de la longitud mencionada.

La delimitación del área de aporte ha sido efectuada sobre la base de las cartas del Instituto Geográfico Militar (IGM) escala 1:50.000 complementándose con fotos y mosaicos fotográficos aéreos provenientes del relevamiento efectuado en el año 1965, por el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA).

3. GEOLOGIA REGIONAL Y ESTRATIGRAFIA

La interpretación de la génesis y evolución de la laguna Melincué, sólo puede hacerse a través de un enfoque regional ya que es el resultado de procesos tectónicos que abarcan toda la llanura.

Por encontrarse en lo que se conoce como área cratónica o plataforma y formando parte de la placa tectónica sudamericana, debemos considerarla dentro de la tectónica global, siendo la laguna una evidencia más de la Neotectónica en la llanura.

En virtud de que ésta no presenta cortes o afloramientos que permitan ser estudiada con los métodos convencionales aplicados a aquellas zonas que sí lo presentan, debemos valernos de otras formas de investigación y en las cuales el comportamiento de las aguas superficiales es una de las más valederas.

Resultan así de gran utilidad las aerofotografías y las cartas topográficas de base fotogramétricas.

Dos son las conclusiones principales a que se arriba en el estudio de ellas: 1) la tectónica ha condicionado la actual topografía de la llanura y 2) la existencia de una antigua red de avenamiento hoy cubierta por sedimentos más modernos pero que aún continúa actuando en el escurrimiento de las aguas sea en forma subterránea, sub-superficial o superficial según la menor o mayor pluviosidad (Pasotti, 1971-1972).

Los esfuerzos a que ha sido sometida la placa sudamericana han llegado a conformar en la llanura pampeana una sinusoide suave (Pasotti 1974) que ha formado tres grandes bloques alargados en sentido N-S.

Esta sinusoide tiene dos máximos y un mínimo delimitados entre sí por fallas abisales o geofracturas. De ellas la que Castellanos (1938) denominara Tostado-Selva-San Francisco-Arias-Amenábar y que actualmente llamamos Tostado-Selva-Melincué (Pasotti-1969) por el oeste y la de Rayo Cortado-Alejandro-Hernando paralela a la anterior por el oeste, definen el mínimo de la sinusoide o sea la pampa hundida o pampa de las lagunas. Por otra parte la primera de las fallas nombradas determina el límite de las provincias de Santa Fe, Córdoba y Santiago del Estero desde el río Carcarañá hacia el Norte. Resulta así que la laguna Melincué, al igual que el sector SW santafesino, pertenece a este bloque hundido.

Estos grandes bloques a su vez se encuentran fracturados por fallas menores paralelas a las geofracturas, así como por otro sistema de dirección normal a ellas.

Se han conformado de tal modo pequeños bloques algunos de los cuales han descendido, otros han ascendido habiendo varios de ellos, además, basculado.

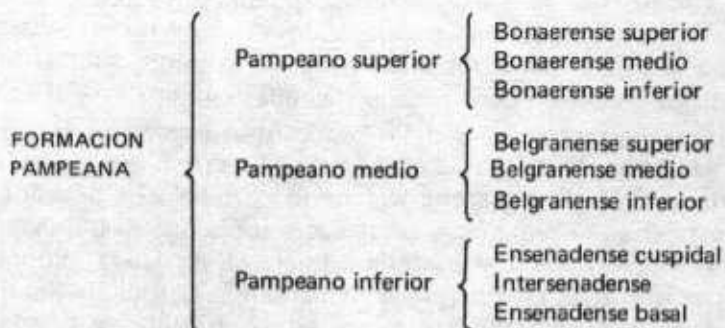
Por nivelaciones de alta precisión realizadas a lo largo de la línea San Urbano (Melincué)-Rufino se ha constatado un descenso general del sector. Este descenso adquiere distintos valores a través de dicha línea y corrobora lo antedicho respecto del movimiento de los bloques. (Martínez Vivot-1964).

El comportamiento de los cursos de agua que escurren en superficie permite seguir estas fallas a lo largo de grandes distancias, tanto en las aerofotos como en las cartas topográficas. Por otra parte las aerofotos presentan una serie innumerable de cañadas paralelas y equidistantes, de dirección general SW-NE. Surcan toda la llanura pampeana y responden a un antiguo sistema de avenamiento de ella cuando su superficie estaba conformada por un gran plano uniforme y de considerable pendiente, correspondiendo a una variedad del modelo "paralelo" como lo es el "colinear" (fig. N° 1).

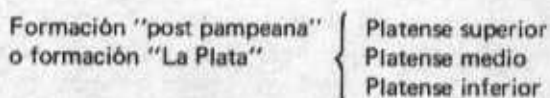
Como ya se ha mencionado, estas paleocañadas siguen actuando como drenes de la llanura y según la mayor o menor pluviosidad lo hacen a niveles más altos o más bajos.

Hay casos en los cuales los cursos actuales coinciden en algunos tramos con esas antiguas cañadas. Puede decirse que las redes actuales se superponen sobre aquel modelo.

En lo relativo a la estratigrafía de la zona se poseen pocos antecedentes. Estudios realizados (Castellanos 1956-pág. 28-31) en diversos puntos dan una idea general de los distintos horizontes. Tomando a lo conocido como "Formación Pampeana" tenemos:



Por sobre ella se ubica la "Formación La Plata" que Ameghino denomina "post pampeana" y corresponde al "platense". Se tiene así:



Cubre finalmente a éstos los sedimentos Aymarense y Arianense o tierra vegetal. En lo relativo a la estratigrafía en la zona de la laguna propiamente dicha, se tienen tres perfiles (Castellanos, 1924) levantados en ocasión de una gran sequía que provocó agrietamientos y desmoronamientos en una barranca que circundaba la "Laguna Chica" situada al norte de las islas que con dirección W-E cortaban la laguna. En dicho desmoronamiento aparecieron ciertos fósiles de mamíferos y fragmentos de dos parietales humanos pertenecientes "tal vez a *Homo pampeus* Ameghino". Los perfiles indicados se encuentran reproducidos en la figura N° 2.

4. RASGOS TECTONICOS

Dijimos que la cuenca que nos ocupa se encuentra ubicada en el bloque hundido que conforma la pampa hundida o de las lagunas. En este bloque, a su vez, debido a los esfuerzos de compresión a que estuvo y está aún sometido, se han producido nuevas fallas, posiblemente inversas, que han definido otros bloques menores, alargados, los que han influido sobre la morfología de distintos modos. En general tienen el mismo rumbo NW-SE y han experimentado distintos movimientos.

Veremos lo que interesa a nuestro estudio.

La franja adosada a la gran falla Tostado-Melincué, presenta en el N un bloque que descendió generando la "cañada" de San Antonio, emplazada en el límite interprovincial de Santa Fe y Córdoba. El comportamiento de paleocañadas y aguas superficiales evidencia una marcada trituration dado que se tienen fracturas tanto paralelas como transversales a la geofractura. Esto provoca en períodos de máximas preci-

pitaciones o de excepcional abundancia el estancamiento de las aguas formando una malla. Asimismo no es ajeno a esto el cambio que, de improviso y por dos veces, tiene en su ancho el cauce del arroyo de Las Tortugas, pasando de 10 m a 30 m y luego nuevamente a 10 m.

Por otra parte el bloque que formó la ya mencionada "cañada" ha sufrido una inclinación hacia el S y SW lo que ha provocado el diseño típicamente angular del arroyo.

El hundimiento de este bloque ha sido corroborado con estudios de gravimetría (Huerta-1976).

Al S del bloque anterior se adosa un pequeño escalón tectónico que cierra la cañada por ese rumbo. Sobre éste se ubican la ruta nacional N° 9 y la localidad cordobesa de Gral. Roca. Al SE del escalón se eleva un pequeño *horst* de base cuadrada de unos 10 Km del lado, es el denominado "Morrito de Monasterio" y está rodeado por el río Carcarañá por sus lados W y S. Hacia el S de este último tanto la franja como la geofractura sólo son identificables por el comportamiento de los cursos de aguas superficiales, todos ellos arroyos.

Continuando al SE se encuentra otra zona hundida y basculada también al SE, donde se ubica la denominada cañada de La Blanqueada, de forma alargada de NW a SE y cuyas aguas canalizadas llegan al canal San Urbano, y por los arroyos del Sauce primero y Pavón después, se vuelcan al Paraná. Tiene unos 8 Km. de ancho y 20 Km de largo aproximadamente, sus aguas escurren al SE, es decir en una dirección totalmente distinta a la del escurrimiento en la pampa levantada que lo hace hacia el NE.

Separada por una loma plana delimitada por la isohipsa 100 m y con unos 5 a 6 m de desnivel le sucede la laguna Melincué. Ocupa ésta la parte más profunda de un bloque netamente rectangular cuyo lado mayor de dirección SW-NE tiene unos 30 Km y el menor de 15 Km y normal al anterior.

La isohipsa de 100 m la enmarca perfectamente por el NW y el SE. Hacia el SW se extiende una sucesión de áreas anegadizas que, cuando se intercomunican, constituyen el mayor aporte de aguas a la laguna.

Por último hacia el NE sólo está parcialmente enmarcada por la curva de nivel de los 100 m ya que esta cota ha quedado dividida en áreas cerradas y aisladas, hecho que atribuimos a la acción erosiva del último paleomodelo antes del descenso del bloque.

Los lados mayores (NW y SE) son perpendiculares al rumbo dominante de las fallas y lineamientos de la zona y paralelos al sistema de menor trascendencia de la pampa levantada. En el borde inferior se tiene la cota 90 m s. n. m. con lo que se define por el NW una pendiente del 1‰ y por el SE otra del 2‰. Encerrada por la cota 82,50 m se ubica la laguna propiamente dicha, de eje mayor W-E y menor N-S, excéntrica con respecto al bloque y de ejes no paralelos a los de éste.

Una serie de áreas inundables que se extienden al WSW, SE y NE

que se ubican entre los 82,50 m y 90 m s. n. m., por sus formas o su ubicación ligeramente alineadas, demuestran que antes de que el bloque se hundiese eran continuas y luego al producirse el descenso y desaparecer la pendiente al NE se estancaron las aguas en cauces y hondonadas. La existencia de paleocañadas con iguales características que éstas y ubicadas sobre la isohipsa de 100 m abonan esta teoría.

A unos 15 Km al NE de la laguna Melincué se extiende una zona hundida que podemos tomar como indicativa de cómo fue, en otros tiempos, la que nos ocupa.

Ambas se encuentran separadas por la zona de 100 m s. n. m. de altura.

Hemos denominado a esta depresión con el nombre de "Bombal", es de forma elíptica de eje mayor W-E de unos 14 Km y eje menor N-S de unos 6 Km, se ubica entre las localidades de Bombal (96 m s. n. m.), Miguel Torres o Estación Cora (97 m s. n. m.) y Carreras (97 m). En su interior existen puntos acotados de 88 y 89 m.

El área es anegadiza y está claramente surcada de SW a NE por varias de las antiguas cañadas que son perfectamente distinguibles fuera de la zona hundida (al SW y NE de ella). (Figura N° 3).

Algunas de éstas se muestran evidentemente como continuación de las que surcan Melincué y fueron interrumpidas por el hundimiento del bloque. La morfología de la zona se pone claramente en evidencia, además que por el hundimiento, por el estancamiento de las aguas las que son derivadas por canales que afluyen al San Urbano que cruza por ella, en dirección W-E.

Esta depresión así como las lagunas Melincué y La Picaza se suceden de NE a SW y presentan un rasgo común no observado en la llanura: su diámetro mayor ubicado de W a E, lo que puede responder a una influencia tectónica.

Asimismo una serie de bañados ubicados al S de Melincué, adoptan ese mismo rumbo.

5. CLIMA

Con el objeto de obtener la caracterización climática de la cuenca que permite dar aspectos generales de la hidrología de ella, se consignan a continuación datos básicos del clima. Los valores utilizados han sido obtenidos de Canoba, C. A. y Paoli, C. U. (1971) y del estudio del Instituto de Fisiografía y Geología (1974), en los cuales se elaboraron los datos de los registros del Servicio Meteorológico Nacional series 1941/50, 1951/60 y 1945/64. Si bien en esos estudios se tuvieron en cuenta muchas más estaciones meteorológicas, para el caso particular de la cuenca de la Laguna Melincué sólo se utilizaron cuatro, a saber: Casilda, Pergamino, Junín y Laboulaye, ninguna de ellas dentro de la cuenca pero aproximadamente equidistantes de sus bordes.

Tenemos entonces que las precipitaciones anuales sobrepasan los

900 mm en los tres primeros y alcanzan a sólo 757 mm en Laboulaye.

En todos los casos el período octubre/abril registra las mayores precipitaciones, mientras que agosto es el mes menos lluvioso.

Estacionalmente el verano presenta los mayores registros siendo notable lo relativamente elevado de los registros del otoño, a través de altos valores en el mes de mayo.

Al otoño sigue en importancia la primavera y mostrando en todos los casos el mínimo en la estación invernal. En Laboulaye se nota una mayor precipitación relativa en el verano insinuándose la tendencia a la sequía en el invierno, lo que caracteriza al oeste argentino.

Los valores medios de los registros térmicos alcanzan los 16° lo que ubica a la cuenca en un clima templado. Las isotermas de los 23°5 y 24° que enmarcan la cuenca en estudio, representan las máximas temperaturas medias registradas y corresponden al verano. En cuanto a los mínimos, estos se producen en el invierno y las isotermas de la zona son las de los 9°5 y 10°, obtenidas en el mes de julio.

La amplitud térmica por tanto es del orden de los 14°.

Las estaciones Casilda con el 78 % y Laboulaye con el 67 %, marcan el máximo y mínimo anual de humedad relativa. Asimismo diciembre/enero registran los mínimos mensuales mientras que los más altos se tienen en junio/julio.

Estacionalmente el invierno y el verano marcan los máximos y mínimos de este factor.

Los vientos del cuadrante N son los dominantes, siguiendo a ellos los del E, NE y S.

Por su parte los del NW marcan los cuadrantes de menos frecuencia.

Los vientos del N son causantes de una relativa elevada humedad y mayor temperatura mientras que los del SW están asociados a una mayor sequedad ambiental y menores temperaturas. Los bruscos cambios de temperatura que se producen son debidos al libre desplazamiento de las masas cálidas provenientes del Anticiclón Atlántico y de las frías masas de aire polar que lo hacen desde altas latitudes sin encontrar, ninguna de ellas, barreras (cadenas orográficas transversales) que pudieran detenerlas.

En lo relativo a intensidades se tiene que los vientos provenientes del Sud y Sudoeste son los que registran los más altos valores.

En consecuencia las direcciones N-S y NE-SW son las que combinadamente presentan los valores mayores de intensidad y frecuencia.

El promedio anual de la nubosidad ubica a la zona en un "clima seminublado", clasificación que prácticamente incluye a todo el país. Junio con los máximos y febrero y diciembre con los mínimos son los meses extremos de nubosidad media. Los valores mensuales muestran en su marcha un sentido inverso a la marcha de las precipitaciones.

Del libro de Juan J. Burgos "Las heladas en la Argentina" se obtie-

ne que abril y octubre presentan el promedio mínimo de frecuencia de días con heladas mientras que julio registra los mayores. En la serie 1945/64 para la estación Casilda, se ha registrado un promedio de frecuencia de 15,88 días al año con heladas. Durante 1947 se obtuvo el máximo (29 días) mientras que 1964 con sólo un día presenta el mínimo.

Con los valores obtenidos utilizando el método de Thornthwaite que permite calcular la evapotranspiración potencial y confrontados éstos con las precipitaciones, se concluye que el balance hídrico así obtenido no presenta déficit a nivel anual en las estaciones Casilda, Pergamino, Junín. En lo relativo a la estación Laboulaye sí existe déficit dado que la evapotranspiración potencial anual supera en algo más del 10 % a las precipitaciones anuales medias. A nivel mensual los balances hídricos son positivos o negativos, como consecuencia que la evapotranspiración y las precipitaciones siguen marchas anuales no coincidentes teniéndose como resultado meses de déficit y meses de exceso de la variación del agua en el suelo. Las tres estaciones con exceso anual, por ejemplo, presentan consumo de agua del suelo en los meses diciembre, enero y febrero pero la recarga de aquél se produce en el mes de marzo, compensando de esta forma los valores negativos de variación del almacenaje durante el verano.

Laboulaye no presenta meses de balance positivo, ubicándose sus déficit en el verano.

Finalmente y como corolario de todo lo dicho, se llega a la clasificación climática de la zona, la que, de acuerdo también con Thornthwaite, se identifica como $C_2 B_2$, ra' y que se expresa como clima subhúmedo-húmedo, mesotérmico con deficiencia de agua nula y donde la concentración estival de la temperatura no es excesiva, dada la relativamente poca variación anual de este último elemento del clima.

Por otra parte, y según De Martonne, la cuenca se ubica como de clima templado sin estación fría.

6. SUELOS Y VEGETACION

Los suelos de los planos altos de las lomas onduladas que conforman la cuenca son Brunizem profundos y bien drenados. Con frecuencia forman asociaciones con otras series o complejos con suelos alcalinos e hidromórficos.

Al acercarse a la laguna, la mayor pendiente de los suelos, que puede alcanzar valores de hasta un 3 %, provoca erosión en superficie al aumentar el escurrimiento superficial depositando estos sedimentos en las zonas cóncavas de la misma cuenca. En algunos lugares, por influencia de la capa freática alta o por relieve plano cóncavo en otros, se producen en estos suelos casos de leve hidromorfismo.

El problema del hidromorfismo aumenta en las zonas deprimidas de la cuenca o cercanas a la laguna, dado que los suelos pasan a ser mo-

900 mm en los tres primeros y alcanzan a sólo 757 mm en Laboulaye.

En todos los casos el período octubre/abril registra las mayores precipitaciones, mientras que agosto es el mes menos lluvioso.

Estacionalmente el verano presenta los mayores registros siendo notable lo relativamente elevado de los registros del otoño, a través de altos valores en el mes de mayo.

Al otoño sigue en importancia la primavera y mostrando en todos los casos el mínimo en la estación invernal. En Laboulaye se nota una mayor precipitación relativa en el verano insinuándose la tendencia a la sequía en el invierno, lo que caracteriza al oeste argentino.

Los valores medios de los registros térmicos alcanzan los 16° lo que ubica a la cuenca en un clima templado. Las isotermas de los 23°5 y 24° que enmarcan la cuenca en estudio, representan las máximas temperaturas medias registradas y corresponden al verano. En cuanto a los mínimos, estos se producen en el invierno y las isotermas de la zona son las de los 9°5 y 10°, obtenidas en el mes de julio.

La amplitud térmica por tanto es del orden de los 14°.

Las estaciones Casilda con el 78 % y Laboulaye con el 67 %, marcan el máximo y mínimo anual de humedad relativa. Asimismo diciembre/enero registran los mínimos mensuales mientras que los más altos se tienen en junio/julio.

Estacionalmente el invierno y el verano marcan los máximos y mínimos de este factor.

Los vientos del cuadrante N son los dominantes, siguiendo a ellos los del E, NE y S.

Por su parte los del NW marcan los cuadrantes de menos frecuencia.

Los vientos del N son causantes de una relativa elevada humedad y mayor temperatura mientras que los del SW están asociados a una mayor sequedad ambiental y menores temperaturas. Los bruscos cambios de temperatura que se producen son debidos al libre desplazamiento de las masas cálidas provenientes del Anticiclón Atlántico y de las frías masas de aire polar que lo hacen desde altas latitudes sin encontrar, ninguna de ellas, barreras (cadenas orográficas transversales) que pudieran detenerlas.

En lo relativo a intensidades se tiene que los vientos provenientes del Sud y Sudoeste son los que registran los más altos valores.

En consecuencia las direcciones N-S y NE-SW son las que combinadamente presentan los valores mayores de intensidad y frecuencia.

El promedio anual de la nubosidad ubica a la zona en un "clima seminublado", clasificación que prácticamente incluye a todo el país. Junio con los máximos y febrero y diciembre con los mínimos son los meses extremos de nubosidad media. Los valores mensuales muestran en su marcha un sentido inverso a la marcha de las precipitaciones.

Del libro de Juan J. Burgos "Las heladas en la Argentina" se obtie-

ne que abril y octubre presentan el promedio mínimo de frecuencia de días con heladas mientras que julio registra los mayores. En la serie 1945/64 para la estación Casilda, se ha registrado un promedio de frecuencia de 15,88 días al año con heladas. Durante 1947 se obtuvo el máximo (29 días) mientras que 1964 con sólo un día presenta el mínimo.

Con los valores obtenidos utilizando el método de Thornthwaite que permite calcular la evapotranspiración potencial y confrontados éstos con las precipitaciones, se concluye que el balance hídrico así obtenido no presenta déficit a nivel anual en las estaciones Casilda, Pergamino, Junín. En lo relativo a la estación Laboulaye sí existe déficit dado que la evapotranspiración potencial anual supera en algo más del 10 % a las precipitaciones anuales medias. A nivel mensual los balances hídricos son positivos o negativos, como consecuencia que la evapotranspiración y las precipitaciones siguen marchas anuales no coincidentes teniéndose como resultado meses de déficit y meses de exceso de la variación del agua en el suelo. Las tres estaciones con exceso anual, por ejemplo, presentan consumo de agua del suelo en los meses diciembre, enero y febrero pero la recarga de aquél se produce en el mes de marzo, compensando de esta forma los valores negativos de variación del almacenaje durante el verano.

Laboulaye no presenta meses de balance positivo, ubicándose sus déficit en el verano.

Finalmente y como corolario de todo lo dicho, se llega a la clasificación climática de la zona, la que, de acuerdo también con Thornthwaite, se identifica como $C_2 B_2$, ra' y que se expresa como clima subhúmedo-húmedo, mesotérmico con deficiencia de agua nula y donde la concentración estival de la temperatura no es excesiva, dada la relativamente poca variación anual de este último elemento del clima.

Por otra parte, y según De Martonne, la cuenca se ubica como de clima templado sin estación fría.

6. SUELOS Y VEGETACION

Los suelos de los planos altos de las lomas onduladas que conforman la cuenca son Brunizem profundos y bien drenados. Con frecuencia forman asociaciones con otras series o complejos con suelos alcalinos e hidromórficos.

Al acercarse a la laguna, la mayor pendiente de los suelos, que puede alcanzar valores de hasta un 3 %, provoca erosión en superficie al aumentar el escurrimiento superficial depositando estos sedimentos en las zonas cóncavas de la misma cuenca. En algunos lugares, por influencia de la capa freática alta o por relieve plano cóncavo en otros, se producen en estos suelos casos de leve hidromorfismo.

El problema del hidromorfismo aumenta en las zonas deprimidas de la cuenca o cercanas a la laguna, dado que los suelos pasan a ser mo-

deradamente bien o imperfectamente drenados. Se encuentran en ellos excesos de sodio y su reacción es generalmente alcalina.

Rara vez se los encuentra puros ya que lo normal es que formen complejos entre los distintos tipos de ellos (Natrálboles típicos, Argialboles argiácuicos, Natracualf, etc.) o con los de otras series. Según la posición topográfica de estos complejos dentro de la cuenca, su drenaje es distinto pudiendo ser éste pobre y aun nulo.

Esto provoca fáciles anegamientos y acumulación de sales en superficie con lo cual el tenor de sodio es alto y la reacción fuertemente alcalina (Lewis, Juan P. "Instituto de Fisiografía y Geología Dr. Alfredo Castellanos" 1978).

En lo relativo a la vegetación, si bien en las áreas definidas cercanas a la laguna existen ejemplares arbóreos tales como chañares (*Geoffroea decorticans*), cina-cina (*Parkinsonia aculeata*) y espinillos (*Acacia Caven*) puede considerarse que los árboles están ausentes, salvo los plantados por el hombre, en toda la cuenca de la laguna.

Por lo tanto debe decirse que la vegetación que la cubre es de carácter netamente pampeano: comunidades herbáceas, praderas y estepas.

En las partes altas donde las comunidades prístinas han sido eliminadas y reemplazadas por cultivos o por praderas artificiales, se encuentran a lo largo de los caminos *Stipa neesiana*, *Stipa hyalina* y *Bromus unioloides* lo que hace pensar que aquella comunidad prístina fue el flechillar.

Al descender el terreno aparece como codominante la especie *Sporobolus indicus*. Por su parte, las áreas definidas con suelos halo-hidromórficos y en general alcalinos presentan dominancia de *Distichlis spicata* mientras que en las más húmedas y donde se acumula agua esta especie cede su lugar a *Paspalum vaginatum*.

En la laguna en sí, y en otros espejos de agua menores que existen en la cuenca, se desarrollan juncuales de *Scirpus californicus* y totorales de *Typha dominguensis*. Otra serie de comunidades se desarrollan en las aguas; tales son, por ejemplo, *Solanum glaucophilus* y *Paspalidium paludivagum* entre otras. (Lewis, Juan P. "Instituto de Fisiografía y Geología Dr. Alfredo Castellanos" 1978).

7. RASGOS CULTURALES

Ubicada en el centro sud de la provincia de Santa Fe, la laguna Melincué y su cuenca se hallan en una de las zonas más ricas de esa provincia.

Los campos son dedicados a explotaciones tanto agrícolas como ganaderas. Inicialmente grandes establecimientos ocupaban la zona los que al irse subdividiendo han dado origen, en general, a fracciones menores pero cuya explotación permite a sus ocupantes una cierta tranquilidad económica.

La agricultura predomina en las partes altas de la cuenca, mientras que la ganadería lo es en las más bajas.

Nuevas especies vegetales apropiadas así como modernas técnicas de trabajo han hecho que la agricultura haya ido desplazándose hacia las zonas topográficamente más bajas y es así como pueden verse trigales en zonas linderas con cañadas. Todas ellas son tierras de un gran valor económico.

Las localidades de Melincué, Elortondo, Carmen, Chovet y Cañada del Ucle y las estaciones 4 de Febrero y El Jardín se ubican en el área de aporte de la laguna. La población de Chapuy se ubica sobre la divisoria mientras que las de Carreras, Labordeboy, Hughes, Santa Isabel, Chautebriand, Miguel Torres y Firmat circundan el área del estudio.

De las primeras mencionadas, es decir de las que se ubican dentro de la cuenca, es indudable que la más importante es Melincué. Fue fundada como fuerte en el siglo XVIII siendo hoy cabecera del Departamento Gral. López y por ello asiento de Tribunales Provinciales así como de la Jefatura de Policía de la Unidad Regional.

Importantes rutas pavimentadas cruzan la cuenca y conducen hacia distintos puntos del país o la provincia. Merecen citarse entre ellas las Nacionales N° 8 a Mendoza, N° 33 a Bahía Blanca y N° 177 y las Provinciales N° 13 y 94.

Gran número de otras rutas provinciales y caminos vecinales sin pavimentar completan la red vial y permiten un casi continuo tránsito entre las distintas poblaciones.

El Ferrocarril Mitre también tiene en la cuenca una serie de ramales ferroviarios que la cruzan en distintos sentidos y la unen con puntos de destino similares a los de las rutas nacionales. También en esto se destaca la población de Melincué dado que su estación (San Urbano) es un nudo importante dentro de las comunicaciones ferroviarias.

Los principales cultivos desarrollados en la zona son los de trigo y maíz mientras que en escala menor se produce también sorgo, centeno, etc., destacándose el incremento de la soja en los últimos años.

En la zona se asientan establecimientos de tambo dedicados a abastecer a la industria láctea del lugar y también se practica la cría de ganado vacuno con destino a la producción de carnes de consumo.

La actividad industrial no alcanza dentro de la cuenca valores significativos, pero sí lo es en las cercanas ciudades de Firmat y Venado Tuerto, ampliamente conocidas por su industria fundamentalmente metalúrgica (maquinarias e implementos agrícolas, silos, implementos y máquinas para la industria lechera, planta elaboradora de leche, etc.).

La educación es atendida por un considerable número de escuelas de los niveles primarios y secundarios.

8. MORFOMETRIA

La obtención y elaboración de datos morfométricos de una cuenca hidrográfica contribuye, mediante la utilización de esos valores de carácter cuantitativo, a alcanzar la caracterización de esa cuenca ya que tanto la geometría como los procesos que en ella se desarrollan constituyen una unidad (Horton 1945).

Realizados algunos de estos cálculos para tres momentos diferentes de la laguna Melincué, pueden estimarse algunos incrementos del volumen de agua de ésta en los períodos indicados. (Tarea realizada por el Ing. Juan M. G. Racca). Tomando la cota de la laguna registrada en 1965 (82,50 m s. n. m.) resulta una amplitud de relieve de la cuenca de 32,50 metros, correspondiendo las mayores alturas de ella a la divisoria oeste.

Los ejes máximos de la cuenca alcanzan a 45,6 Km para la dirección norte-sur y a 41,4 Km para la dirección este-oeste. Los valores obtenidos se han resumido en la tabla N° 1.

9. HIDROGEOLOGIA

Según Bojanich y Risiga (1981), en lo referente a las aguas subterráneas la cuenca en estudio se ubica en la por ellos denominada como "Area VI, área del acuífero semiconfinado del puelchense". Estas áreas han sido definidas en virtud de la similitud de características hidroquímicas que presentan sus aguas subterráneas. Los sedimentos superficiales que conforman dicha área son limosos en las partes altas y arcillosas en los bajos o cañadas. Los que continúan en profundidad son limos y limo-arcillosos constituyendo el acuífero semiconfinado que aporta aguas aptas y de buenos caudales, si bien éstos desmejoran hacia el oeste. Su salinidad se mantiene por debajo de los 2 gr/1, pero desmejora rápidamente por una explotación intensa de los pozos, produciéndose una salinización de características irreversibles. Las profundidades de explotación varían entre 35 y 80 m b. b. p. En lo relativo a la capa freática, según Kreimer (1968), el escurrimiento responde en líneas generales a la topografía de la zona, vale decir que ambas cuencas (superficial y subterránea) son aproximadamente coincidentes (figura N° 4). Esto significa que las aguas que caen en la cuenca y no son eliminadas por evapotranspiración, llegan a la laguna en forma superficial o subterránea por la freática.

Las curvas equipotenciales de la freática así como las direcciones de escurrimiento que figuran en el mapa del citado autor muestran la convergencia de estas aguas hacia la laguna.

En general poseen una elevada concentración de sales las que sobrepasan los 2 gr/1 en la mayoría de las poblaciones de la cuenca, lo que las hace mediocres para el consumo humano. Por debajo de los

acuíferos semiconfinados del cuartario y más allá de los 100 m b. b. p. se ubica el acuífero confinado "Puelchense", con una potencia considerable y totalmente salinizado con valores que superan los 4 gr/1. Solamente es explotable con una infraestructura que permita su correcto tratamiento ya que, por sus altos contenidos de sales, no son aptas para consumo humano si bien pueden ser utilizadas para riesgo.

TABLA 1
ASPECTOS MORFOMETRICOS DE LA LAGUNA MELINCUE

	1958	1965	1978
Elevación s/ el nivel del mar (metros)	81,50	82,50	85,00
Largo máximo (Km)	10,52	11,03	15,61
Ancho máximo	6,35	6,67	11,94
Perímetro (Km)	30,7	36,4	61,3
Area del espejo de agua (Km ²)	48,14	53,33	119,55
Ancho medio (Km)	4,58	4,84	7,66
Desarrollo de la línea de costa	1,248	1,406	1,582
Relación de forma (largo máx./ancho máx.)	1,657	1,655	1,308

INCREMENTO DE VALORES LIQUIDO-SOLIDO ESTIMADO

1958-1965	50.735.000 m ³
1965-1978	216.100.000 m ³
1958-1978	266.835.000 m ³

10. CUENCA Y LAGUNA

La cuenca de aporte de la laguna Melincué cubre una extensión total de 1495 Km². Es una cuenca cerrada sin afluentes, razón por la cual sus aguas sólo son evacuadas por medio de la evaporación, fenómeno que al mismo tiempo provoca una mayor concentración de sales en la laguna a la que llegan arrastradas por aquéllas.

La existencia dentro de la cuenca de zonas más altas prácticamente la divide en dos. Ello fue aprovechado hacia 1936 para, mediante la ejecución del canal San Urbano, disminuir la superficie real de aporte a la laguna a sólo 678 Km². De tal manera podemos decir entonces, que la cuenca se subdivide en dos subcuencas: una (A) que ocupa la parte norte de aquélla y que desagua por el canal indicado y desde él por el sistema Del Sauce-Pavón y otra (B) que cubre la zona sur y que aporta directamente al espejo principal de la cuenca.

En la subcuenca A se ubican una serie de lagunas menores y cañadas, siendo la principal en las primeras, la llamada La Larga, situada al

oeste de la cuenca y relativamente cerca de la divisoria de aguas, donde se inicia el Canal San Urbano. Por su parte la Cañada La Blanqueada que se encuentra en la parte norte de la cuenca y cubre una extensión considerable, es la principal de las cañadas y también vuelca sus aguas al San Urbano mediante un secundario que la vincula con él.

Los límites de la cuenca son: por el NE en parte con las nacientes Del Sauce-Pavón y en parte con las del Saladillo; por el SE con una serie de cañadas y lagunas que, cuando lo hacen, escurren hacia el Río Rojas en la Pcia. de Buenos Aires, por el SW con una zona baja e inundable, con divisorias indefinidas y donde parte de las aguas se dirigen al Río Salado también de la Pcia. de Buenos Aires mientras otra parte lo hace hacia el Río Carcarañá y finalmente por el NW con las nacientes del Arroyo Saladillo.

La forma es aproximadamente rectangular en la parte sur, con un apéndice también aproximadamente triangular hacia el norte.

La ejecución del ya mencionado canal San Urbano, que como también se ha dicho ha reducido la cuenca, hace que sólo lleguen al cuenco de la laguna las aguas del sector SW de la total, y por lo tanto por el NW linda con la cuenca adjudicada artificialmente al San Urbano y que de esta forma ha pasado a constituir parte de la de los arroyos Del Sauce-Pavón.

El desarrollo de la divisoria total alcanza aproximadamente 185 Km y sus máximas y mínimas cotas están en los 115 y 95 m s. n. m. La primera en un punto en que concurren las divisorias del Río Carcarañá y el arroyo Saladillo con el de nuestra cuenca. Por su parte la cota menor corresponde al punto que fue aprovechado para cruzarlo con el canal San Urbano.

Con el auxilio de mapas, cartas y aerofotos fue posible armar una serie de láminas que permiten reconstruir, aproximadamente, la evolución de la laguna desde 1913 a 1965 (Pasotti y otros -1977). Posteriormente con los relevamientos realizados en 1979 se pudo agregar una última posición que corresponde a la, hasta ahora, máxima cota alcanzada (+ 85,50 m s. n. m.) registrada el 14 de noviembre de ese año.

Todo esto se condensa en la figura N° 5.

Es interesante consignar que se han registrado modificaciones de carácter temporal a través de comparaciones efectuadas con imágenes Landsat de distintas fechas. La laguna Melincué aparece más extendida en las imágenes de 1976 en correspondencia con un año hidrológico con lluvias por encima de lo normal, si se la compara con las imágenes obtenidas en 1972. (Canoba, 1982).

Es interesante acá recordar que en el mapa que Félix de Azara fechara el 31 de julio de 1796, el fuerte de Melincué figura entre dos lagunas situadas, una al SE y otra al W de él. La leyenda de dicho mapa expresa: "Carta esférica de la frontera del Sur de "Buenos Ayres, reconocida últimamente en orden del Exmo. Señor Virrey Dn Pedro Melo de

"Portugal, por el Capⁿ de Navío Dⁿ Félix de Azara, en la que se señalan los parajes "más propios para establecer las nuevas Guardias que han de cubrir y defender con igualdad la expresada frontera lebandada por Dⁿ Pedro Antonio Cerviño y Dⁿ Juan Ynciarie. Buenos Ayres á 31 de julio de 1796".

De lo que antecede se tiene un panorama del crecimiento incontrolado del espejo de agua. Las primeras referencias de ellos y de los perjuicios que causan se tienen hacia 1932. En esa oportunidad la crecida aisló el hotel-balneario construido sobre lo que en ese entonces era la península septentrional de la laguna, e inundó parte de sus instalaciones, la cota de cuyo piso es de 85,04 m s. n. m.

Ante el grave problema en 1934 se ordena, por parte de las autoridades provinciales, iniciar los estudios pertinentes. Se descartó la posibilidad de ejecutar un evacuado directo ya que los desniveles de agua y las lomas circundantes la hacían una obra incompatible con el régimen financiero de la Ley General de Desagües de la Provincia. Se opta entonces por una solución indirecta: un canal (el San Urbano) que interceptara al mayor aporte de aguas provenientes del lado N, tanto superficiales como subterráneas y las enviara hacia un evacuador natural, el A° Del Sauce afluente del Pavón que descarga en el Paraná. Lentamente la laguna fue descendiendo hasta alcanzar una altura que permitió que reaparecieran nuevamente las islas y con ello las actividades que allí se realizaban, en general todas relacionadas con el esparcimiento (náutica, pesca, etc.).

La falta de mantenimiento del canal hace que éste se vaya cegando de tal forma que deja prácticamente de funcionar, con el agravante que las aguas que aún colectaba, al no poder evacuar hacia el arroyo Del Sauce, se canalizan por una hondonada al norte de la población y tras pasar por ella inundándola y causando enormes perjuicios de toda índole, se vuelcan en la laguna. Nuevamente la cuenca de aporte de aguas vuelve a ser la original de la laguna debiendo agregarse a ello un aumento de la pluviosidad (de un promedio anual de alrededor de 950 mm se alcanzan totales cercanos a los 1500 mm); b) un mal trabajo de los suelos que por estar arados según la pendiente provocan una mayor y más rápida concentración de aguas al espejo y c) una no muy elevada temperatura durante los meses estivales que disminuye la evaporación, todo lo cual hace que el nivel de las aguas comience a ascender nuevamente hasta alcanzar otra vez aquellos niveles anteriores (84,88 m en 1941; 84,91 m en 1975) y aun superiores (85,30 m en 1977 y 85,50 en noviembre de 1979). Otra vez la población sufre los graves inconvenientes de esta masa de agua que, incontenible, la invade y le provoca graves trastornos. Se ensayan toda clase de obras (terraplenes, canales, bombeo, etc.) las que poco o ningún efecto surten.

Hacia 1979 y haciendo renacer viejos proyectos, se estudió la posibilidad de ejecutar un canal con una estación elevadora para trasvasar

las aguas de la laguna al San Urbano y producir de esta manera una disminución en la altura de las aguas. Si bien técnicamente factible, a pesar de que las obras mencionadas tendrían un costo elevado, la solución presentaba (y presenta aún) la incógnita del grado de contaminación que estas aguas, altamente salinizadas, podrían provocar en los cursos a los cuales afluirían (San Urbano-Del Sauce-Pavón) en virtud de que se hablaba de caudales de $6\text{m}^3/\text{segundo}$ y se desconoce el de los cursos mencionados, sobre todo el del canal y el Del Sauce, suponiéndose que son normalmente muy inferiores, excepto en momentos de lluvia.

Se agrega a esto otra duda: cuál era la forma del fondo del vaso, ya que se considera que tanto parte del material que conformaba las islas y que se supone hayan sido fuertemente erosionadas por el batir de las olas provocadas por el viento, las que en algunos casos alcanzan alturas considerables, así como los que componían los suelos faltantes en la parte alta de la cuenca por la erosión provocada por el mal manejo de los suelos, podía estar colmatando el fondo.

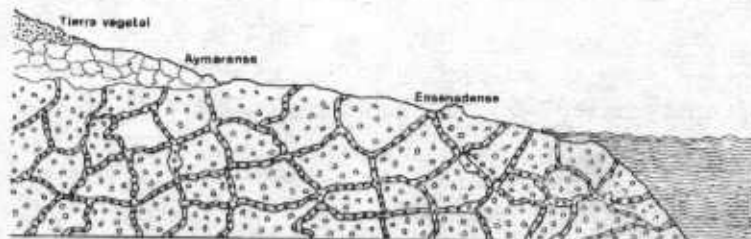
Surge así la necesidad de efectuar dos estudios: análisis de las aguas de la laguna y relevamiento batimétrico para conocer el perfil del fondo.

Ambos son efectuados por la Facultad de Ciencias Exactas e Ingeniería (1980). Del primero nos ocuparemos en el punto respectivo. Del segundo debemos decir que el trabajo efectuado ha sido el primero de su tipo que se hiciera en la laguna permitiendo trazar las curvas batimétricas (Fig. N° 6) y denunciando que, en líneas generales las antiguas islas siguen existiendo aunque, aparentemente, bastante erosionadas. No obstante todos estos estudios y proyectos, sostuvimos entonces que al igual que hacia 1938 la solución, si bien no inmediata, era la de rehabilitar y ampliar el canal San Urbano. Esta obra fue encarada y hoy sus efectos ya comienzan a sentirse: aunque muy lentamente (la evaporación es muy baja) la laguna va descendiendo.

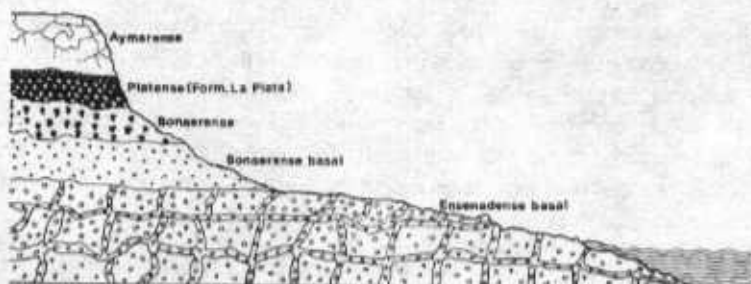
11. ESCURRIMIENTO SUPERFICIAL

Las aguas que escurren superficialmente en la cuenca, lo hacen en dos formas distintas, correspondiendo cada una de ellas a cada una de las subcuencas en que en forma natural se subdivide la total (Fig. N° 7).

En la subcuenca A o sea la situada al N y que corresponde a la hoy cuenca del canal San Urbano, el escurrimiento es en general desordenado, en la mayoría de los casos mantiforme, descendiendo desde las zonas más altas (115 m s. n. m.) hacia zonas más bajas, encharcadas y desde las cuales, canalizadas en dos o tres hondonadas, se vuelcan luego al San Urbano. Las mínimas cotas de esta subcuenca se ubican en los 92,50 m s. n. m. La segunda, subcuenca B, presenta un escurrimiento



1.- Perfil estratigráfico de un lugar en la laguna Chica, donde fueron hallados restos fósiles de mamíferos.



2.- Perfil estratigráfico de la barranca del lado S de la península septentrional

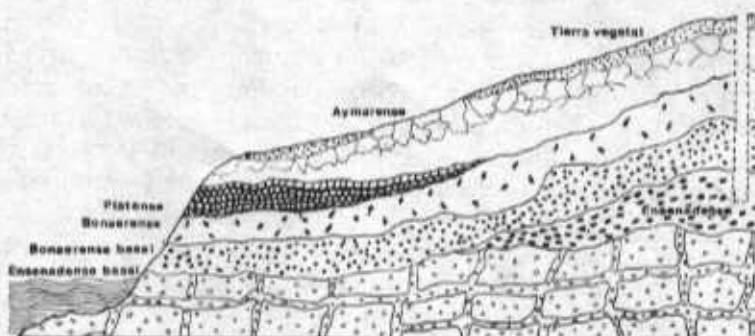


Fig 2. PERFILES EN LA BARRANCA DE LA "LAGUNA CHICA" SEGUN CASTELLANOS (1924)

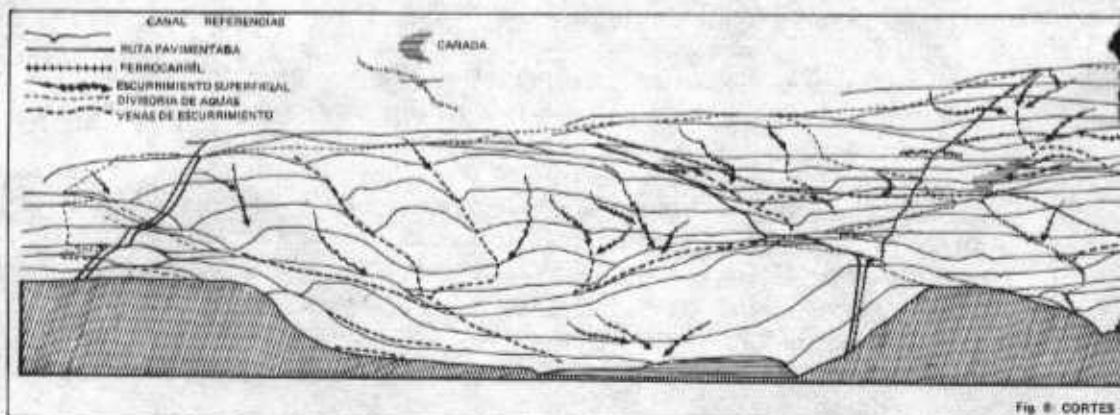


Fig 3. CORTES

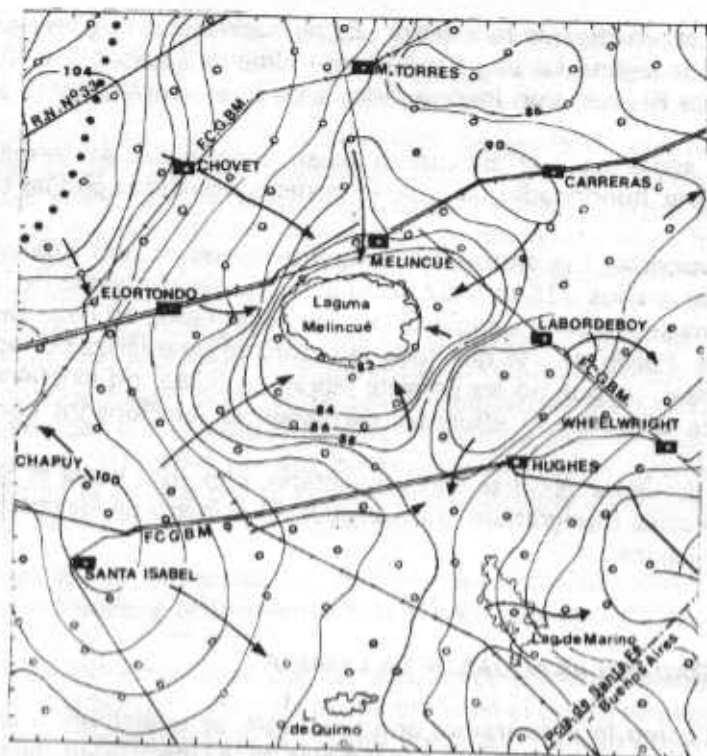
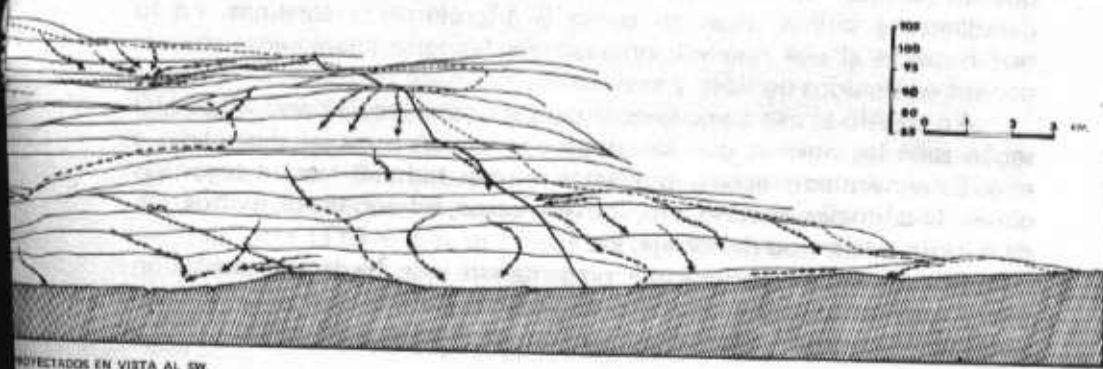


Fig. 4: MAPA HIDROGEOLOGICO SEGUN KREIMEN (1988)



algo más ordenado que la anterior. Es de hacer notar que las aguas que afluyen a la laguna La Larga y que naturalmente pasaban a la Melincué (subcuenca B), han sido incorporadas a las que escurren por el San Urbano.

Las aguas en esta subcuenca bajan canalizadas en forma zigzagueante, por hondonadas las que, en general, coinciden con las cañadas

del paleomodelo. Las alturas máximas y mínimas de esta subcuenca se encuentran en los 115 m y 82,50 m s. n. m., respectivamente, si bien esta última se encuentra cubierta por las aguas desde un largo tiempo a esta parte. Puede decirse que toda la cuenca se caracteriza por aguas de poco caudal, lo que no les permite labrar un curso, no existiendo por otra parte afluentes ni efluentes permanentes relacionados con la laguna.

En la figura N° 8 se han proyectado, con vista hacia el SW, una serie de cortes topográficos transversales, el primero de los cuales corta la propia laguna.

12. CALIDAD DE LAS AGUAS DE LA LAGUNA

Tal como lo indicáramos anteriormente, se realizó por intermedio de la Facultad de Cs. Exactas e Ingeniería de la Universidad Nacional de Rosario, un análisis de aguas de la laguna. El mismo consistió en un estudio físico-químico y biológico de ellas incluidas la programación del muestreo de manera de barrer la mayor superficie posible de la laguna y la extracción de las muestras. Se obtuvieron así 15 muestras en superficie (0,50 m de profundidad), 8 muestras en profundidad (1 a 5 m) y 12 muestras para análisis bacteriológicos.

Los resultados a que arribó entonces el Departamento de Ingeniería Sanitaria y Química, que planificó y ejecutó el trabajo bajo la dirección del Dr. Helio P. Vázquez, indicaron que las aguas de la laguna presentaban una notable constancia en su composición química en todos sus perfiles. No resultaban recomendables para el riego por ser moderadamente salinas, ricas en sodio y discretamente alcalinas. En lo que respecta al uso humano podrían considerarse ligeramente tóxicas por sus contenidos de flúor y arsénico.

En cuanto al uso como bebida para animales, es de hacer notar que según sean las normas que se adopten, podrían o no ser destinadas a ello. Es conveniente aclarar que estas normas también varían según las clases de animales, destino, etc. (bovino-carne, bovino-leche, ovinos, zona o lugar, edad, tipo de forraje, etc.).

Por último se obtuvo que presentaban una moderada población microbiana siendo las bacterias patógenas las normales en aguas naturales superficiales, no habiéndose detectado bacterias patógenas.

Los valores promedios de ese momento (Noviembre de 1979) resultaron ser:

Turbiedad	47 U. J
Color	147
pH	9,15
Sólidos disueltos totales	3.035 mgr./l
Dureza (CO_3Ca)	47 "
Sulfatos (SO_4^{--})	318 "
Cloruros (Cl^-)	522 "
Alcalinidad (CO_3Ca)	322 "
Amoníaco (NH_4X)	0,05 "
Nitritos (NO_2^-)	0,005 "
Nitratos (NO_3^-)	4,55 "
Fluoruros (F^-)	2,93 "
Arsénico (As)	0,13 "

Debe consignarse, finalmente, que estos valores corresponden a un momento de máxima altura de las aguas de la laguna y durante un período de lluvias abundantes por lo cual no sería de extrañar que en otros momentos los tenores anteriores pudiesen tener diferencias más o menos notables con los de ese momento. Este análisis es sólo el primero de una serie que debiera iniciarse en forma periódica y sistemática tanto en la laguna como en su cuenca, e incluso en las subterráneas, en distintas épocas del año.

13. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Como conclusiones se tienen:

—En la cuenca de la Laguna Melincué se identifican claramente dos subcuencas (A y B según nuestra denominación) no sólo por la divisoria interior natural sino por la distinta morfología, la que a su vez provoca distintas formas de escurrimiento superficial. Este puede ser encauzado en las hondonadas o bien mantiforme, no sólo por la morfología sino también en función de las intensidades de las precipitaciones que se producen en la cuenca y por las distintas capacidades de infiltración de los suelos de ella.

Las paleocañadas que en algunos casos coinciden con las hondonadas de escurrimiento superficial, contribuyen al escurrimiento subterráneo hacia zonas más bajas.

—Por su génesis no tiene afluentes de caudal permanente que la alimenten o efluentes que contribuyan a regular su nivel.

—La cuenca se encuentra en un bloque tectónicamente hundido, que desciende en forma continua, lo que contribuye a agravar los

problemas de crecimiento si bien no es el factor principal.

—La laguna podría estar sufriendo un proceso de colmatación del fondo provocado por los sedimentos que provienen de las islas y riberas de la laguna batidas por las olas provocadas por los fuertes y continuos vientos, fundamentalmente los provenientes del SW, S y SE. Asimismo los incorrectos métodos de labranza de la tierra que se practican en la cuenca han provocado erosión en las zonas altas de ella y no sería extraño que esos sedimentos, arrastrados por las aguas en su acelerado descenso, hayan terminado (y aún hoy terminen) en la laguna.

—El ascenso incontrolado del pelo de agua registrado en años recientes puede atribuirse, entre las otras causas ya mencionadas a:

a) las precipitaciones han superado en un 50 % a las medias estadísticas anuales. b) el cegamiento del canal San Urbano por falta de mantenimiento que incrementó la cuenca a la total (1495 Km²).

—En lo relativo a aguas subterráneas no se aconseja el uso de la freática por sus altos contenidos de sales. La capa semiconfinada del cuartario puede ser explotada pero con un uso racional ya que un sobrebombeo la saliniza en forma irreversible.

Resulta recomendable:

—Iniciar estudios hidrogeológicos detallados para obtener direcciones de escurrimiento así como caudales de aporte a la laguna.

—Efectuar estudios de permeabilidad para establecer el coeficiente de infiltración sobre el cual no se tienen datos confiables.

—Realizar controles que permitan determinar la variación de la altura del pelo de agua de la laguna en relación a las precipitaciones pluviales.

—Ejecutar análisis de los sedimentos del fondo de la laguna a fin de verificar si corresponden a los suelos faltantes en las partes altas y erosionadas de la cuenca.

—Instruir a los habitantes para que realicen sus labores agrícolas tendiendo a evitar la erosión hídrica, disminuyendo de esta forma el aporte de sólidos a la laguna y aumentando el tiempo de concentración de las aguas.

—Tener en cuenta en cualquier estudio que la cuenca presenta dos subcuencas disímiles en cuanto a su morfología, lo cual implica dinámicas hídricas distintas.

—En caso de encararse una solución técnica que implique trasvasar artificialmente las aguas de la laguna hacia algún curso de aguas permanentes, deberá considerarse:

a) la posibilidad de salinizar el curso que las recibe así como contaminar las capas freáticas y los suelos aledaños; b) la modificación de los niveles freáticos, de acuerdo con las cotas que se elijan.

—Ante la complejidad del problema, cualquier estudio de solución que se encare deberá ser ejecutado por grupos interdisciplinarios, a fin de abarcar todos los aspectos del mismo.

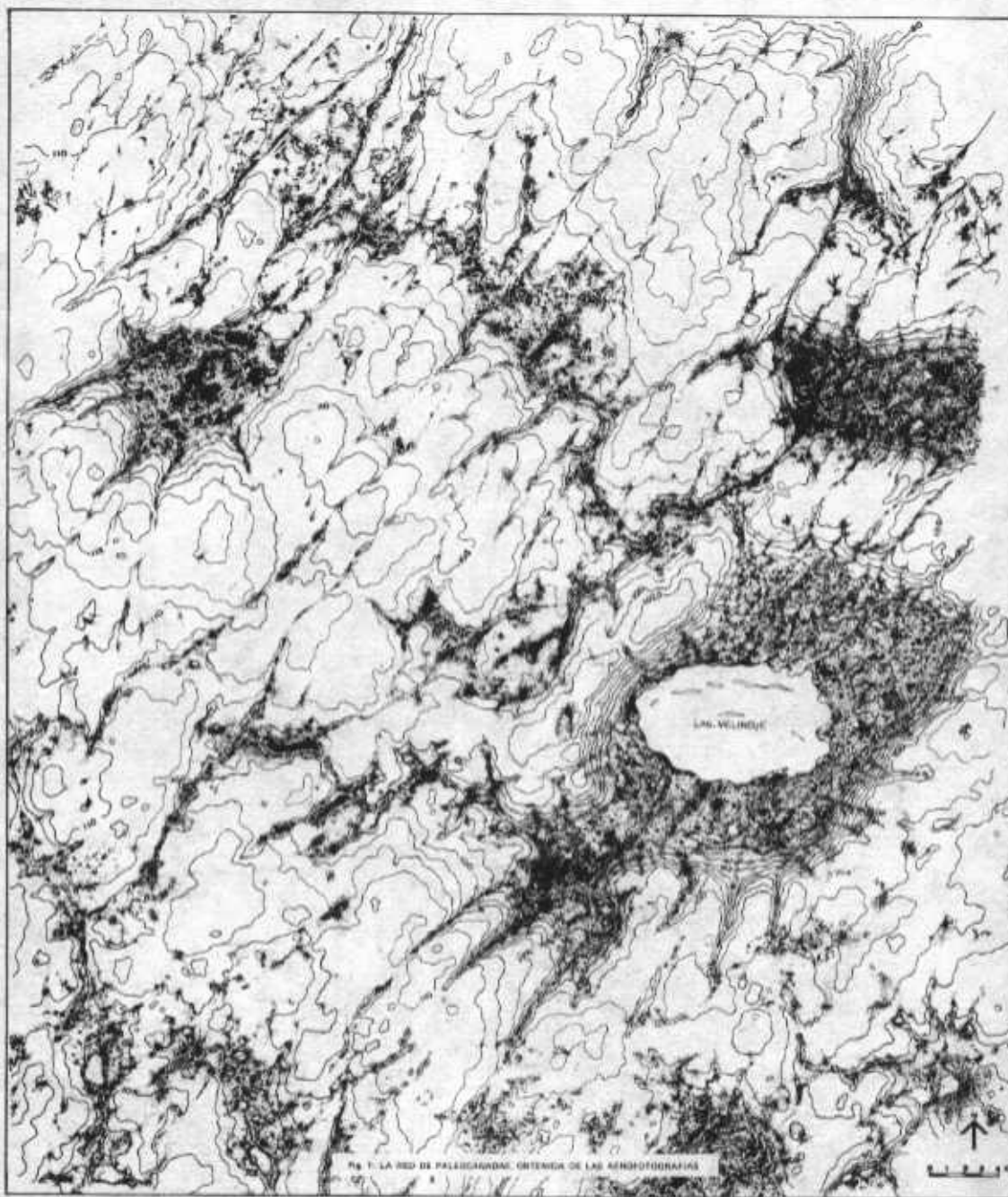


Fig. 1. LA RED DE PALUDICULTIVAS, ORIENTE DE LAS AEROFOTOGRAFIAS

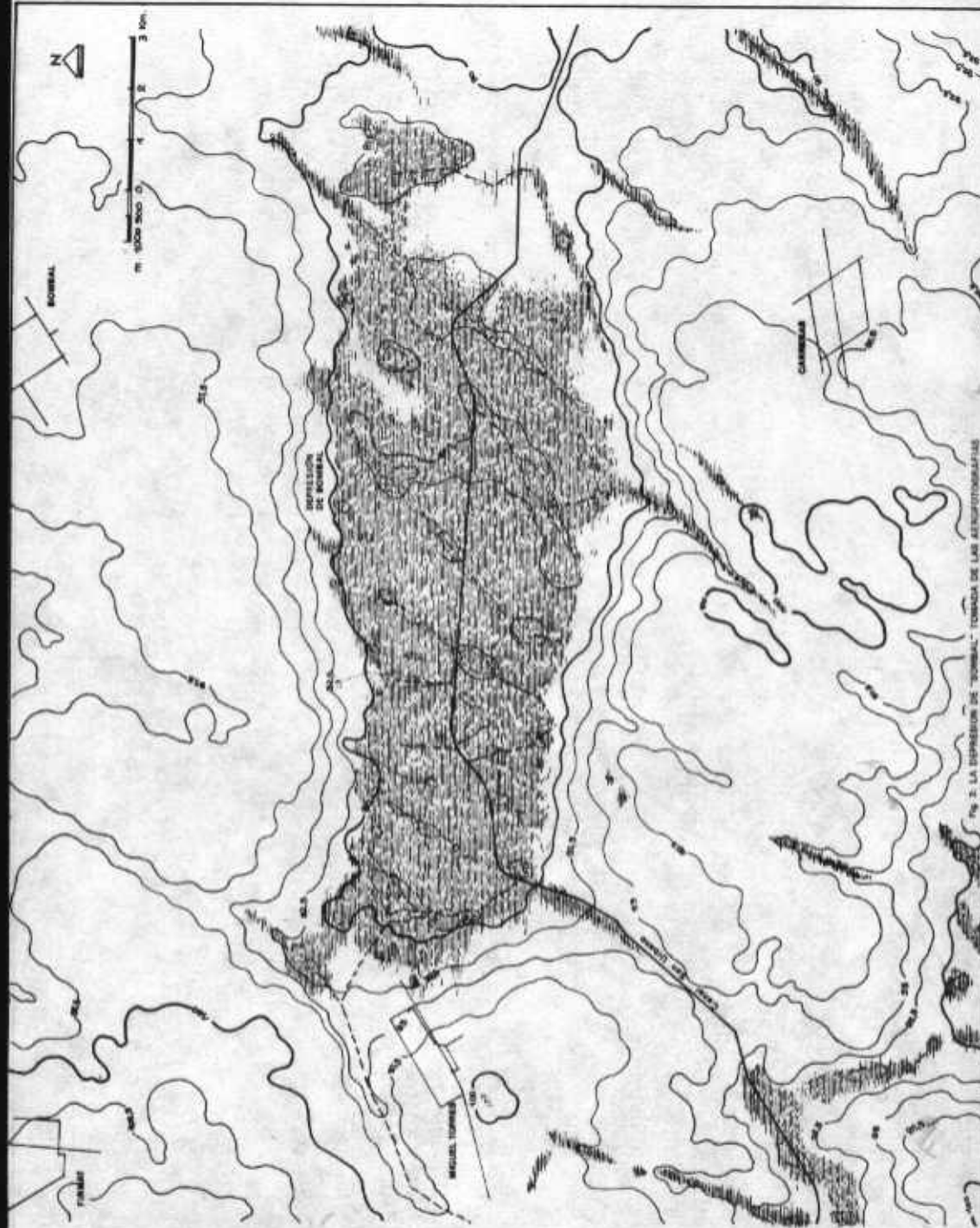


Fig. 2. LA DEPRESION DE "MORRAL" TOMADA DE LAS AEROFOTOMERIAS

INSTIT. CON DATOS RECOR. POR LA DIRECCION
DE OBRAS PUBL. Y GEOMORF. PROV. DE SANTA FE
AÑO 1973.

CONFE. CON DATOS RECOR. POR LA DIRECCION
DE OBRAS PUBL. TIERRAS Y CISO. PROVINCIA
DE SANTA FE AÑO 1954

AEROFOTOGRAFIA
MET. GEOGRAFICO MILITAR
AÑO 1954

INSTIT. GEOGRAFICO MILITAR
CARTA TOPOGRAFICA
AÑO 1938

AEROFOTOGRAFIA
MET. GEOLOGICO AEROFOTOGRAFICO
AÑO 1952

MELINCUE

Laguna Melincue

RESCALA
1:500 000
N

Fig. 5. LA EVOLUCION DE LA LAGUNA MELINCUE ENTRE 1933 Y 1976, SEGUN MAPAS, CARTES Y AEROFOTOGRAFIAS

BIBLIOGRAFIA

- BOJANICH MARCOVICH, ESTEBAN Y RISIGA, AMILCAR H. 1981, "Aguas subterráneas de la provincia de Santa Fe". En "Estudios de Geografía de la Provincia de Santa Fe". Serie Especial N° 9-GAEA; Sociedad Argentina de Estudios Geográficos. Buenos Aires.
- CANOBA, CARLOS A. Y PAOLI, CARLOS O. 1971, "Cuenca lechera del área de influencia de Rosario. Clima- T. III". Convenio Facultad de Ciencias Agrarias de Rosario. Consejo Federal de Inversiones- Rosario- (Inédito).
- CANOBA, CARLOS A. 1982, "Cartografía geomorfológica a través de imágenes LANDSAT". V Congreso Latinoamericano de Geología. Actas IV. Buenos Aires.
- CASTELLANOS, ALFREDO 1924, "Contribución al estudio de la paleoantropología argentina". Restos descubiertos en la laguna Melincué (Prov. de Santa Fe)". Revista de la Universidad Nacional de Córdoba. Año IX, N° 10-11-12 Córdoba.
- CASTELLANOS, Alfredo 1938, "El subsuelo de Rosario". Anales Sociedad Científica Argentina. T. C. XXVII pág. 3-13. Buenos Aires.
- CASTELLANOS, ALFREDO; PASOTTI, PIERINA y BAULIES, OSCAR 1956, "Homenaje a Florentino Ameghino en el centenario de su natalicio (18 de setiembre de 1854-1954)". Asociación Cultural de Conferencias de Rosario - Rosario.
- Facultad de Ciencias Exactas e Ingeniería U. N. R., "Análisis de agua y determinación del perfil de fondo de la laguna Melincué. Pcia. de Santa Fe" con la colaboración de la Jefatura de Estudios y Proyectos de Paraná Medio de Agua y Energía Eléctrica. Trabajo realizado para el Comité de Cuencas Hídricas del Área del Gran Rosario (inédito). Rosario.
- HUERTA, EDUARDO 1976, "Resultados gravimétricos obtenidos en una zona de la cañada San Antonio". GEOACTAS, Vol. 8, N° 1- Buenos Aires.
- HORTON, R. E. 1945, "Erosional development of streams and their drainage basins, hydrophysical approach to quantitative morphology". Bull. Geol. Society Amer. Vol. 56 N° 3.
- Instituto de Fisiografía y Geología 1974, "Evaluación preliminar del recurso hídrico subterráneo de la cuenca N° 33". Informe realizado para la Subsecretaría de Recursos Hídricos de la Nación- Rosario (Inédito).
- Instituto de Fisiografía y Geología "Dr. A. Castellanos" 1978, "Rasgos geológicos y geomorfológicos de la laguna Melincué". Informe realizado para el Comité de Cuencas Hídricas del área del Gran Rosario (inédito). Rosario.
- Instituto Geográfico Militar (IGM) 1958, Hojas topográficas escala 1:50.000 N° 3363-30-2 "Los Quirquinchos", 3363-30-4 "Chovet", 3363-36-2 "Elortondo", 3363-36-4 "Sta. Isabel", 3360-25-1 "Firmat", 3360-25-3 "Melincué", 3360-31-1 "Hughes" y 3360-31-3 "Estación Mercedes"; Buenos Aires.
- KREIMER, ROBERTO 1968, "Descripción hidrogeológica de la zona de Arias, Venado Tuerto y Colón, provincias de Córdoba, Santa Fe y Buenos Aires". Instituto Nacional de Geología y Minería. Boletín N° 116- Buenos Aires.
- MARTINEZ VIVOT, LUIS M. 1964, "Contribución de la geodesia dinámica al estudio de la corteza terrestre". I. G. M. Buenos Aires.
- PASOTTI, PIERINA 1969, "Morfología general del sector SW de la prov. de Santa Fe en la pampa hundida o pampa de las lagunas". Sociedad Argentina de Estudios Geográficos- XXXI Semana de Geografía (inédito).
- PASOTTI, PIERINA 1971, "Influencia de un paleomodelo de red hidrográfica en la llanura de la provincia de Santa Fe" - 5° Congreso Nacional del Agua- T. III, Trabajo 1- Santa Fe.
- PASOTTI, PIERINA 1972, "Sobre la presencia del último paleomodelo de red hidrogeográfica de edad pleistocénica en la llanura de la provincia de Santa Fe". Publicación LVII, Instituto de Fisiografía y Geología. Universidad Nacional de Rosario. Rosario.

PASOTTI, PIERINA 1974, "*La Neotectónica en la llanura pampeana. Fundamentos para el mapa neotectónico*". Publicación LVIII, Instituto de Fisiografía y Geología, Universidad Nacional de Rosario, Rosario.

PASOTTI, PIERINA, BRIZIO, DANIEL; INTROCASO, ANTONIO; MOLOESNICK, PEDRO y HUERTA, EDUARDO 1977, "*La laguna Melincué. Origen, evolución, problemática hídrica y saneamiento*" VIII Congreso Nacional del Agua, Viedma (Río Negro).

PASOTTI, PIERINA y BRIZIO, DANIEL, 1981: "*La laguna Melincué*". Serie Especial N° 9. Soc. Argentina de Estudios Geográficos. GAEA.

