

ISSN 0325-4100



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

SERIE A

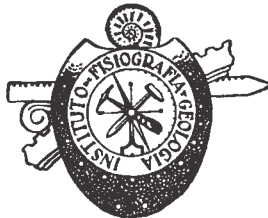
N° 11

NOTAS

LA CUENCA DEL ARROYO LUDUEÑA

Por

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



ROSARIO
REPUBLICA ARGENTINA
1981

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

LA CUENCA DEL ARROYO LUDUEÑA

Por

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

UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO

Rector

Dr. HUMBERTO A. RICCOMI

FACULTAD DE INGENIERIA

Decano

Ing. ENRIQUE SAID

INSTITUTO DE FISIOGRAFIA Y GEOLOGIA

"Dr. ALFREDO CASTELLANOS"

Directora

Dra. PIERINA PASOTTI

LA CUENCA DEL ARROYO LUDUEÑA

1. INTRODUCCION

El presente trabajo tiene como punto de partida el estudio que, por convenio con el Comité de Cuencas Hídricas del Area del Gran Rosario, se realizara en el Instituto de Fisiografía y Geología*.

Realizado a nivel de diagnóstico, el trabajo ha consistido en recopilación y elaboración de la documentación existente y visitas al terreno, habiéndose incluido un somero estudio morfométrico, el primero que se realiza de esa cuenca. La finalidad de la ejecución de esta investigación ha sido la de obtener datos que puedan servir de apoyo para la iniciación de estudios relacionados con el comportamiento hidrológico de la cuenca; así como la de sacar conclusiones y recomendaciones para orientar las futuras investigaciones que deberán efectuarse.

El arroyo Ludueña tiene su cuenca ubicada dentro de la provincia de Santa Fe, abarcando parte de los departamentos Rosario y San Lorenzo. Para su delimitación se utilizaron las cartas del Instituto Geográfico Militar —escala 1:25.000 y 1:50.000 de antigua y distinta data—, y aerofotos y mosaicos aerofotográficos del mismo Instituto (1954/55) y del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria —INTA (1965).

Se la ubica entre los 32° 46' y 33° 07' de latitud sur y los 60° 39' y 61° 07' de longitud oeste. Su desembocadura está a los 32° 54' de latitud sur, volcando sus aguas al río Paraná, tras atravesar con su curso la ciudad de Rosario. Es precisamente este último hecho el que crea los mayores problemas y las mayores dificultades en su estudio, dado que la magnitud de las obras que la ciudad demanda hace que éstas influyan grandemente sobre aquél, modificando notablemente sus características naturales.

* Partes del presente han sido presentadas en la Semana de Geografía (Salta 1978) y en el IX Congreso Nacional del Agua (San Luis 1979).

2. RASGOS CULTURALES

La cuenca en estudio se encuentra ubicada en la zona más rica y más desarrollada de la provincia. Las ciudades de Pérez y Funes y las localidades de Ibarlucea, Ricardone, Soldini, Zavalla y Pujato están dentro de aquélla. Asimismo Roldán y Rosario lo están parcialmente. En lo que respecta a esta última las obras de desagües de OSN así como las realizadas por la Municipalidad local, hacen que una gran parte de las aguas de la cuenca llegue al río Paraná por otros conductos que las sus-traen de su salida natural aliviando de esta forma al curso inferior del arroyo.

Las rutas nacionales N° 9 hacia Córdoba, N° 11 y autopista "Bdier. E. López" hacia Santa Fe y norte argentino, N° 33 hacia el sur y oeste (empalmado con la R.N. N° 8) y N° 34 hacia el NW y la ruta provincial N° 16 (camino de cintura de Rosario) todas pavimentadas así como numerosas otras rutas provinciales y caminos vecinales de tierra, surcan la región uniendo permanentemente las poblaciones de la cuenca entre sí y con el resto del país. De igual forma, la red férrea cruza la zona vinculándola con sus ramales principales, con las mismas poblaciones que la red vial.

La agricultura practicada principalmente en los suelos altos y de buena calidad, la horticultura, ampliamente difundida y la ganadería que se ubica fundamentalmente en los suelos más bajos y menos aptos para aquélla, contribuyen a la riqueza general de la zona que se completa con una industria sumamente desarrollada.

Por último, centros educativos en los tres niveles: primario, secundario y universitario complementados con centros de investigación, desarrollan una amplia y proficua labor en toda la zona.

3. CLIMA

Si bien el clima de la región es bastante conocido, haremos una breve reseña del mismo. Para su elaboración se tuvieron en cuenta dos estaciones meteorológicas: Rosario, situada dentro de la cuenca y Casilda que no obstante estar fuera de ella, aunque en su borde, ha sido tomada como estación indicadora dada la situación geográfica y las características geomorfológicas del área en que se encuentra.

La serie utilizada ha sido la 1945/64, habiéndose extraído sus valores de Canoba C. A. y Paoli C. (1971).

Las precipitaciones resultan entonces, en las condiciones antedichas, de 945,9 mm como valor medio, 1366,9 mm como valor máximo (1959), 690 mm como valor mínimo (1962) y 940,1 mm como año típico (1948). Estacionalmente el verano es la época más lluviosa, si bien con poco predominio sobre el otoño resultando el invierno la que pre-

senta el mínimo. Por su parte y a nivel mensual, marzo y agosto poseen el máximo y mínimo registro respectivamente. En definitiva, la cuenca resulta enmarcada por las isohietas medias de los 900 y 1000 mm.

Las temperaturas por su parte alcanzan una media anual de 16°,5 con una amplitud de 13°,8, señalando un régimen templado. Enero con 25°,6 y julio con 6°,4 representan los máximos y mínimos promedios mensuales. Las isotermas 23°,5 y 24° para enero, 9°,5 y 10° para julio y 16°,5 y 17° como promedios anuales, son las que enmarcan nuestra cuenca en estudio.

La humedad atmosférica presenta sus máximos y mínimos mensuales en julio (84%) y diciembre (71%) respectivamente. Estacionalmente es el invierno la de mayor porcentaje con el 82%, y verano la que muestra el mínimo (72%). El promedio anual es del 78%.

Los vientos dominantes son los procedentes del cuadrante norte con poca prevalencia sobre los del este. Por su parte los del noroeste representan los de menor frecuencia. La zona se encuentra sometida al libre desplazamiento de las masas de aire polar provenientes de altas latitudes, así como de las cálidas y húmedas del anticiclón Atlántico. Todo esto llega a provocar bruscos cambios de temperatura en el término de pocas horas.

En lo referente a la nubosidad, las estadísticas muestran en ella un sentido de marcha inverso al de las precipitaciones. En efecto, la mayor nubosidad se da en el mes de junio mientras que los mínimos se presentan en diciembre y febrero. Por sus valores, la zona puede ser clasificada como de "clima seminublado".

Finalmente, los registros de heladas muestran un promedio de poco menos de dieciséis días anuales, comprendidas en los meses de abril a octubre, meses estos que representan los mínimos. Por su parte junio y julio poseen los valores más altos.

De la elaboración de los valores antes citados y por aplicación del método de Thornthwaite se ha obtenido que no existe déficit hídrico a nivel anual por cuanto las precipitaciones superan a la evapotranspiración potencial. En lo relativo al nivel mensual no se da la misma situación. En efecto, diciembre, enero y febrero presentan déficit hídrico, es decir existe consumo de agua del suelo, no obstante las lluvias de marzo recargan a éste compensando los valores negativos de almacenaje indicado.

Siguiendo al mismo autor, y utilizando los parámetros correspondientes (evapotranspiración potencial y balance hídrico) se obtiene la clasificación climática de la cuenca que resulta así como un C₂B₂, ra', vale decir clima "sub-húmedo-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 ésta.

4. GEOLOGIA REGIONAL Y ESTRATIGRAFIA

La cuenca del arroyo Ludueña está ubicada en el sector oriental de la llanura pampeana, en la llamada "pampa levantada". Tomando como base para el estudio el comportamiento de las aguas superficiales, por no existir otros elementos de juicio mejores, se arriba a la conclusión de que existen en la llanura pampeana dos rasgos fundamentales.

El primero de ellos está dado por la tectónica. Las presiones a que fue sometida la placa Sudamericana produjeron geofracturas así como generaron un pliegue de gran radio de curvatura. (Pasotti 1974).

Las geofracturas delimitan los tres grandes bloques que originaron las tres pampas: "elevada", "hundida" y "levantada". Asimismo, el aumento de la tracción en la parte elevada del pliegue provocó la formación de nuevas fracturas menores paralelas a las anteriores.

Estos bloques a su vez se movieron elevándose, descendiendo y/o basculando, dando la situación actual. Los rumbos dominantes de fallas y fracturas son NW-SE y SW-NE. Todo ello modificó el avenamiento, sea cambiando el gradiente, desviando o interrumpiendo los cursos. En uno de los bloques descendidos, las aguas se estancan formando cinco áreas anegadizas con emisarios al río Paraná.

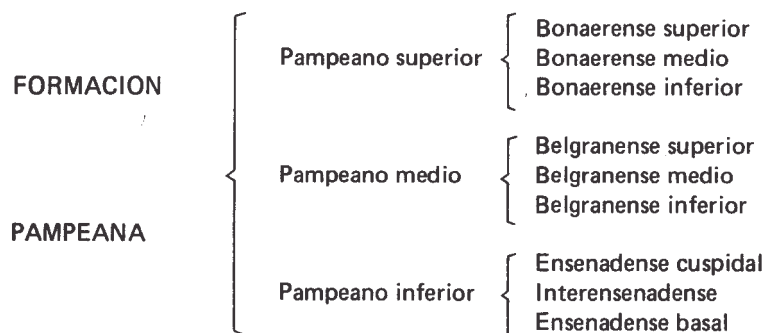
El segundo rasgo fundamental a que se hace mención, está dado por la existencia de un antiguo sistema de escurrimiento de edad pleistocénica, denominado "paleocañadas". (Fig. 1)

Este hecho se detecta en las aerofotografías y si bien adquiere distintos diseños, se las encuentra en toda la llanura pampeana. Está conformado por innumerables cañadas paralelas y equidistantes orientadas de SW a NE, cuyo modelo corresponde al "colinear", variedad del "paralelo". Denuncia la existencia, en el período en que se desarrolló, de un gran plano uniforme y de pendiente considerable.

Según las estaciones, las aguas que aún hoy siguen circulando, pueden ser subterráneas, subsuperficiales o superficiales, no siendo por lo tanto paleocauces. Sobre ese modelo se superponen las redes actuales.

Para la estratigrafía de la zona se poseen pocos antecedentes. Estudios generales de la zona y perfiles situados sobre la barranca del Paraná, en distintos puntos, dan una idea de los horizontes que conforman lo que se conocía como "formación pampeana". Siguiendo a Castellanos A. (1956). (Fig. 2)

Se tiene:



Sigue a esta formación la que Ameghino denominara "postpampeana" y que corresponde al "platense", hoy Formación La Plata, con la siguiente secuencia:



Con sedimentos recientes: Aymarenses y Arianenses o tierra vegetal termina la columna estratigráfica tipo.

5. AGUAS SUBTERRANEAS

Según Castellanos (1938) (fig. 2) existen cinco capas acuíferas en el subsuelo de Rosario. Este estudio se ha basado en afloramientos y perforaciones.

La quinta capa, que es artesiana semisurgente, ha sido ubicada por perforación en la base de la Formación Frías (Friasense de Ameghino) y se la encuentra entre los -263,80 m y los -211,30 m, asciende 258 m o sea hasta alcanzar la primera capa. Es salada.

La cuarta acuífera asciende 140 m y ha sido ubicada a los -161,00 m. Se la encuentra en los depósitos del Paraniano (arcillas azules), o formación Paraná.

La tercera capa se ubica en las arenas puelches sobre arcillas azules de aproximadamente 50 cm de potencia. Está entre los -54,00 m y -47,00 m, ascendiendo 14,00 m. Presenta la particularidad de ser salada donde falta la arcilla azul de la base. Según Bojanich (1972) es alimentada por el Paraná.

A su vez la segunda capa, cuyas aguas son aportadas por el Paraná, varía su caudal con el régimen de él. Se la ubica en los sedimentos del

Interensenadense, entre los $-21,00$ m y $-17,00$ m; asciende a -7 m.

Finalmente la capa freática se ubica entre los $-6,00$ m y $-15,00$ m, sobre la capa de tosca, o de marga, o de arcilla verde con intercaladas capas y toscas en tabique del Belgranense Superior de Castellanos. No es continua y varía notablemente en su profundidad ya que en las zonas anegadizas de los bloques tectónicamente hundidos, suele encontrarse a escasos decímetros, y aún aflorar.

En lo relativo a la calidad de las aguas subterráneas no se tienen datos confiables. Existen casos como el de la perforación de Fisherton (Antártida Argentina) en que la Dirección Nacional de Minería y Geología declara inapta para bebida por exceso de residuos y sulfatos, mientras que la Dirección General de Hidráulica la da como apta para uso humano y ganado e inapta para riego.

Por otra parte la experiencia ha demostrado que algunos pozos con aguas aptas, han perdido esta condición ante una explotación intensiva, salinizándose y obligando a buscar nuevas fuentes.

Los trabajos de Kreimer (1969) aportan valores de los análisis referidos a la relación de absorción de sodio (R.A.S.) destinados a calificar las aguas desde el punto de vista de su uso para riego.

Del mismo autor, se tiene que: "Los acuíferos en general son "de muy buena calidad; salvo un pequeño sector que rodea a Rosario y se extiende hasta Luis Palacios-Funes-Zavalla-Fisherton-Soldini y Villa Gobernador Gálvez, donde la freática y la confinada se hacen impropias para el consumo por su alto contenido en sales sulfatadas y carbonatadas...".

6. RASGOS TECTONICOS

Se verán ahora los bloques vinculados con la cuenca, que la tectónica formó en el territorio santafesino, y que a partir del que se denominara de Granadero Baigorria (Pasotti 1969) hacia el norte se distancian del río Paraná. Son alargados y angostos, unos se elevaron menos que otros, algunos también bascularon dando origen a fosas y pilares inclinados.

Se tiene entonces, de NE a SW, los siguientes:

El de "Granadero Baigorria", elevado, surcado transversalmente por hondonadas fáciles de reconocer, que corresponden a valles de cañadas que llegaban al Paraná antes de los movimientos de los bloques.

Está limitado al SW por una dislocación que más al N pasa por la localidad de Andino. Termina cerca de la boca del A° Ludueña.

Un bloque hundido se adosa al anterior por el W. Podría representar la continuación meridional del de "Gálvez" que al N del A° Monje es elevado y está delimitado por dos fosas tectónicas, Carrizales y Arce.

Se ubica al S del arco del A° San Lorenzo y termina en cuña en la cuenca del Ludueña. Morfológicamente se presenta como una zona baja, inundable, de fondo plano. En él se trazó el canal Ibarlucea.

La ladera W del sector antes descripto corresponde a un bloque levantado en el que se destaca una elevación de contorno circular a cuyo pie se halla la localidad de Funes y a la que se denominó "Morrito de Funes".

Al occidente sigue un bloque hundido en el que se estancan las aguas formando en cada arroyo una amplia zona anegadiza que le da el rasgo típico a la red: el flabeliforme. Son el San Lorenzo, Ludueña, Saladillo, Frías y Seco. (Fig. 1).

El flanco oeste de la fosa anterior, es el bloque de "Pujato" en cuyo límite SW se inicia la red del arroyo en estudio. Tiene muy poca pendiente y se encuentra surcado por las paleocañadas que son detectadas con gran claridad en las aerofotografías.

Todo lo antedicho sugiere que por los movimientos de descenso del bloque de Ibarlucea, una red hidrográfica ubicada entre el San Lorenzo y el Ludueña y que desaguaba directamente en el Paraná, fue incorporada a la de este último. En su camino labró la hondonada que cruza hoy la localidad de Fray Luis Beltrán. Representaría el último movimiento de los bloques (fosas y pilares tectónicos) y se habría producido con posterioridad a la formación de las cinco cuencas a que se hizo mención. Presenta un escurrimiento con direcciones poco definidas, lo que demuestra que se encuentra en plena evolución porque es lo que nos ha llevado a definir la subcuenca "B" o del canal Ibarlucea. Por otra parte y sumado a la influencia del bloque de Granadero Baigorria, es causante de la desviación del tramo inferior del arroyo Ludueña propiamente dicho (o subcuenca "A", como la hemos denominado) que antes continuaba recto al NE volcándose al Paraná en el lugar donde hoy se inicia la Avda. de Circunvalación de Rosario y que actualmente describe un arco cóncavo al S; luego se dirige al E y ENE respectivamente en sucesivos tramos.

7. MORFOMETRIA

La elaboración de los valores numéricos que permiten obtener índices morfométricos sirven para caracterizar las cuencas, como asimismo para representar las variaciones que se presentan dentro de ella, y la naturaleza de las distintas componentes.

Se debe tener en cuenta, por otra parte, que las múltiples interrelaciones que guardan las características de las cuencas, hacen que cada índice individualmente sea una aproximación pobre de una realidad muy compleja.

TABLA 1

ALGUNOS RASGOS MORFOMETRICOS

UNIDAD	AREA (KM ²)	PERI- METRO (KM)	LARGO DEL EJE PRINCIPAL (KM)	RELACIONES DE FORMA			ELEMENTOS DE RELIEVE		
				k	p/pm	RE	H (M)	HM (M)	PENDIENTE PROMEDIO ‰
Cuenca total A° Ludueña	799,6	134,5	40,5	1,61	0,771	0,788	56,0	40,0	2,75
Subcuenca "A" (A° Lu- dueña propiamente dicho)	544,0	111,7	40,5	2,37	0,844	0,650	56,0	43,30	3,16
Subcuenca "B" (O del canal Ibarlucea)	255,6	63,4	16,75	0,862	--	1,077	22,5	28,40	1,89

k = Índice relativo a la relación entre largo y ancho de la cuenca, asociados a la lemniscata.

p/m = Relación entre el perímetro de la lemniscata asociada y el de la cuenca.

RE = Relación de elongación.

H = Amplitud del relieve.

HM = Altitud media con respecto al cero del I.G.M.

En el caso del arroyo en estudio, estos valores son obtenidos por primera vez y contribuyen a demostrar la manifiesta irregularidad que significa el ensanchamiento relativo hacia el Norte que presenta la cuenca en su tercio final y en forma perpendicular a su eje principal.

Esta irregularidad, que se atribuye al tectonismo, permite afirmar la idea de las dos cuencas en que se subdivide la total, en forma natural.

Para la obtención de los índices morfométricos*, se han utilizado las cartas elaboradas por el Instituto Geográfico Militar; los mismos se han consignado en la tabla N° 1 para:

1. Cuenca Total del Arroyo Ludueña.
2. Subcuenca "A" (o del Arroyo Ludueña propiamente dicho).
3. Subcuenca "B" (o del canal Ibarlucea).

El análisis comparativo de los valores muestra que la denominación de la subcuenca "A", como del arroyo Ludueña propiamente dicho, está justificada por tener esta última el 68% del área de la total, valores de la longitud del eje principal y de la amplitud del relieve iguales y muy cercanas las correspondientes a la altitud media.

La de las dos subcuencas "A" y "B" quedan claramente diferenciadas geomorfológicamente por los valores correspondientes, entre los cuales se destacan las diferencias en el área, perímetro, largo del eje principal, las relaciones de forma y los elementos del relieve.

8. SUELOS Y VEGETACION

Según Lewis y Collantes (1975), la cuenca en estudio tiene suelos bien y moderadamente bien drenados en la parte alta que la rodea, pasando a imperfecto o pobremente drenados hacia el centro en las partes bajas de la misma.

Dentro de un complejo de suelos de series y tipos diversos, existe un predominio de los halo-hidromórficos, sobre todo alcalinos.

Los ya mencionados suelos altos de la cuenca, que representan a los de mayor aprovechamiento agrícola, poseen escurrimiento medio y permeabilidad lenta. Por su parte en los suelos bajos debido a su imperfecto o pobre drenaje, se produce ascenso de las capas acuíferas con el consiguiente transporte de sales de sodio hacia los horizontes superiores, todo lo cual produce acumulación de sales en ellos.

Estos suelos se dedican principalmente a la ganadería, dada su poca aptitud para el uso agrícola.

En lo relativo a la vegetación, las comunidades vegetales se distribuyen siguiendo gradientes de salinidad y longitud del período de anegamiento creciente de la cuenca.

Así, en los suelos altos, bien drenados, se encuentra lo que pudo

* Tarea realizada por el Ing. J. M. Racca.

ser la comunidad climax de la cuenca, representada por el *Stipo-Bothriochletum*. Al ir descendiendo y comenzar a manifestarse los primeros rasgos de halomorfismo esta comunidad es reemplazada por el *Stipo-Sporoboletum*. Los suelos un tanto bajos, con períodos de inundación relativamente cortos (sobre todo en otoño) que se ubican más hacia el centro de la cuenca presenta la *Distichletum* o pradera salada. A su vez esta comunidad cede su lugar al *Spartinetum* en los suelos con drenaje muy perezoso y con períodos de anegamiento mayores.

Este tipo de suelos hace que los cultivos sean a su vez escalonados. En efecto en la parte alta maíz, soja y trigo son los cultivos principales con rendimientos considerables, praderas artificiales o verdeos (avena en invierno y sorgo en verano) se encuentran hacia terrenos más bajos y con destino a la ganadería. Por último en los suelos más bajos y pobremente drenados se ha intentado reemplazar a las praderas y pajonales naturales con otras artificiales pero el éxito ha sido mediano ya que a corto plazo han sido invadidos por especies naturales que las desplazan.

9. CUENCA Y CURSO

La cuenca del arroyo Ludueña limita por el NW con la del arroyo San Lorenzo, por el E en parte con el río Paraná y en parte con una serie de pequeños cursos que bajando desde la divisoria de aguas sobre el bloque de Granadero Baigorria llegan a este río; por el SE con la cuenca del A° Saladillo y por el SW con el A° Candelaria, afluente del anterior. (Fig. 1).

Esta última representa los valores de mayor altura de la divisoria de la cuenca (70 m s.n.m.) mientras que sobre el Paraná las cotas de la misma corresponden a los 20 m s.n.m.

Las divisorias con el Saladillo (SE), con el Candelaria (SW) y la porción al W de Roldán de la que lo separa del San Lorenzo (NW) o sea de la que se denomina subcuenca "A" o del A° Ludueña propiamente dicho, son bien definidas, más o menos rectas con suaves ondulaciones tanto verticales como horizontales y sólo presentan en la primera nombrada un rasgo distinto. Es un dorso plano, bajo, en inmediaciones de la localidad de Soldini, y que podría llegar a ser, en alguna situación particular de gran pluviosidad, un punto de unión o trasvasamiento de ambas cuencas.

El resto del límite NW es totalmente distinto. Bruscos y constantes cambios de orientación y altura son otra evidencia de que esta zona (subcuenca "B" o del canal Ibarlúcea) es una subcuenca agregada al arroyo primitivo y que aún hoy se encuentra en evolución. En las proximidades de la población de Vicente Echeverría desciende pronunciadamente dando lugar a una divisoria indefinida que provoca un punto

de unión de ambas cuencas (Ibarlucea-San Lorenzo) en épocas de copiosas o prolongadas lluvias.

Por último, la divisoria situada sobre el bloque de Granadero Baignorria que separa la subcuenca "B" de pequeños cursos que bajan al Paraná por hondonadas, es prácticamente una recta manteniéndose casi horizontal entre los 28,75 m y 30 m s.n.m.

El arroyo no presenta hoy un curso definido, sólo existen canalizaciones, algunas realizadas sobre lo que fue su cauce y otras efectuadas sólo para evacuar las aguas con mayor rapidez.

De cartas topográficas así como de antiguos planos oficiales del municipio de Rosario, se tiene que las aguas se encauzaban recién a partir de una zona baja con una serie de lagunas existente en inmediaciones del distrito Pérez, cercano a su límite con los de Rosario y Funes.

Tras un recorrido de aproximadamente 16 Km, volcaba sus aguas en el río Paraná. Reiterando, el cauce está hoy totalmente canalizado, en partes ambos (cauce y canal) coinciden, mientras que en otras aquél ha sido reemplazado por tramos rectos y en su cruce por la zona más densamente poblada de la ciudad, lo hace por dos conductos subterráneos.

Hacia el SW de la zona donde se iniciaba antes el encauzamiento de las aguas y donde hoy se comienza la canalización, se extiende una zona baja, inundable, con lagunas permanentes y temporarias. En ella existe una serie de pequeños canales, a veces sólo surcos, que los pobladores han realizado para evacuar más rápidamente las aguas de sus campos.

Esta zona que se inicia en los 22,50 m s.n.m., se extiende hasta la cota 37,50 m. aproximadamente. Desde allí la cuenca comienza a ascender hasta alcanzar los 70 m, mejorando gradualmente la calidad de las tierras y en donde las aguas por escurrir por venas de caudales relativamente pobres, no permiten labrar cauces definidos. Esto ocurre en la denominada cuenca "A".

En lo que hace a la que se ha designado como subcuenca del canal Ibarlucea, o subcuenca "B", es también una zona baja, anegadiza. La divisoria con el A° San Lorenzo alcanza en algunos tramos valores tan insignificantes que ambas cuencas se unen cuando sobre ellas se producen lluvias copiosas o prolongadas. Las curvas de nivel demuestran una zona de relieve completamente anárquico, lo que se manifiesta por otra parte en la falta de un colector que evacúe las aguas. Por esta razón se ha ejecutado el ya mencionado canal que, tras un recorrido de 16,5 Km. en los que colecta esas aguas, las vuelca en el A° Ludueña, en proximidades de la Avda. de Circunvalación de Rosario. Como consecuencia de todo lo antedicho, el escurrimiento de las aguas superficiales en la cuenca adopta distintas formas.

El diseño de la red de paleocañadas coincide, en algunos casos, con las actuales direcciones de ese escurrimiento. (Fig. 3). En las cabeceras de la subcuenca "A" se tiene que en las partes más altas (cota

70 m) las aguas escurren en manto, para luego hacerlo con un diseño de avenamiento paralelo.

Al alcanzar los 55 m. s.n.m., se producen las primeras uniones de esos cursos y al llegar a la cota 50 m. los primeros cambios de pendiente. A partir de los 40 m. hay una disminución muy marcada de ésta y hasta los 30 m. se forma una zona baja, encharcada. Desde esta última cota se denota una tendencia a la convergencia del escurrimiento superficial, no sólo de la red actual sino también de la de las paleocañadas.

La subcuenca "B" también presenta en su parte más alta, en inmediaciones de la localidad de Roldán (cota 40 m), una zona relativamente plana a partir de la cual el escurrimiento paralelo es hacia el NE, coincidente con las paleocañadas. Esta situación se mantiene hasta los 30 m. de altitud. A partir de allí se entra en una zona bastante plana, con direcciones de escurrimiento poco definidas y con tendencia a una concentración en forma difusa en una hoya de cota 26,25 m. y toma desde allí una dirección SSE. Esta situación se ve modificada de manera importante por la presencia del canal Ibarlucea-Nuevo Alberdi.

10. ESCURRIMIENTO SUPERFICIAL

Como consecuencia de la génesis de esta cuenca, se ha determinado la existencia de dos subcuencas ("A" y "B") de características disímiles. Se estudiará el escurrimiento superficial en cada una de ellas en forma independiente. (Fig. 3).

En la subcuenca "A" (o del Arroyo Ludueña propiamente dicho) hay una coincidencia bastante notable entre la red de paleocañadas y las actuales direcciones de escurrimiento en sus cabeceras, específicamente entre las cotas 70 m y 40 m s.n.m. A partir de ésta comienza una convergencia del escurrimiento superficial, apartándose de las direcciones correspondiente a las paleocañadas, si bien en algunas de estas últimas también hay tendencia a una unión.

Resulta aquí una zona encharcada y hacia la cota 30 m comienza a producirse el angostamiento de ésta, provocado por un talud por el cual escurren las aguas que bajan desde la ciudad de Pérez por el SE, y por el morrito de Funes por el NW.

La subcuenca "B" (o del canal Ibarlucea) también presenta en su parte más alta (cota 40 m) una zona relativamente plana donde el escurrimiento hacia el NE es coincidente con las paleocañadas.

Esta situación se extiende hasta los 30 m s.m.n. A partir de allí se entra en una zona con direcciones de avenamiento poco definidas y con tendencia a una concentración en una hoya de cota 26,25 m. Desde allí las aguas van hacia el SSE, dirección que también tiene el canal Ibarlucea-Nuevo Alberdi que ha modificado el escurrimiento de esta zona.

11. CONCLUSIONES

Como primeras conclusiones se obtienen:

- La Cuenca del A° Ludueña es una cuenca compleja, con dos unidades totalmente diferentes: subcuencas A y B.
- Existen dos redes de escurrimiento: la superficial actual y la de paleocañadas que influye en el escurrimiento e infiltración. En algunos casos ambas son coincidentes.
- La obra de los asentamientos urbanos así como el intenso laboreo de las tierras han modificado considerablemente las condiciones de escurrimiento e infiltración de la cuenca.
- Los datos correspondientes a aguas subterráneas son en general escasos y de relativas precisión y confiabilidad. La capa freática ha sido modificada por las canalizaciones.

Las vías de comunicación (rutas y ferrocarriles) con sus taludes de dimensiones de 3 a 5 m de alto, normales para este tipo de obra, tienen poderosa gravitación sobre el escurrimiento dada la baja amplitud del relieve total del orden de los 50 m.

ABSTRACT

This paper presents the first conclusions of arroyo Ludueña preliminar study. The presence of "morrito" de Funes is shown, a small tectonic block, as an outstanding element of the relief. On the other hand the work proves that arroyo Ludueña basin is formed by two sub-basins of dissimilar characteristics as it is expressed in some morphometric parameters.

RESUMEN

Esta nota presenta las primeras conclusiones del estudio preliminar del arroyo Ludueña. Se señala la presencia del morrito de Funes, pequeño bloque tectónico, como elemento destacado del relieve. Por otra parte se demuestra que la cuenca del Ludueña está formada por dos subcuencas de características disímiles como lo expresan algunos parámetros morfométricos.

BIBLIOGRAFIA

- Bojanich Marcovich, Esteban. 1972. *Exploración y explotación de aguas subterráneas en la región llana oriental de la Argentina*. Publicación N° 23. Dto. de Graduados de Ingeniería. Facultad de Ciencias Exactas e Ingeniería, Rosario.
- Bonfils, Constante; Soto, J. C. y Vilche, M. S. 1972. *Informe sobre la cuenca lechera del área de influencia de Rosario*. Tomo III, Suelos. Consejo Federal de Inversiones y Facultad de Ciencias Agrarias, Rosario (inédito).
- Canoba, Carlos A. y Paoli, Carlos U. 1972. *Cuenca lechera del área de influencia de Rosario*. Tomo II, Clima. Consejo Federal de Inversiones y Facultad de Ciencias Agrarias, Rosario (inédito).
- Castellanos, Alfredo. 1938. *El subsuelo de Rosario*. Anales de la Sociedad Científica Argentina. T. CXXVII, E. I. págs. 3-13, Buenos Aires.
- 1943. *El Preensnadense es un horizonte geológico o una facies?*. Publ. XVIII, Instituto de Fisiografía y Geología, Rosario.
- Instituto de Fisiografía y Geología "Dr. Alfredo Castellanos". 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).
- 1978. *Rasgos geológicos-geomorfológicos de la cuenca del Arroyo Ludueña*. Informe realizado para el Comité de Cuencas Hídricas del Area del Gran Rosario (inédito).
- Kreimer, Roberto. 1969 a. *Descripción hidrogeológica de la Zona Firmat-Casilda y Cañada de Gómez*. Boletín N° 117. Dirección Nacional de Geología y Minería, Buenos Aires.
- 1969 b. *Descripción hidrogeológica de la Zona Rosario, Villa Constitución y San Nicolás*. Informe N° 403. Dirección Nacional de Geología y Minería, Buenos Aires (inédito).
- Lewis, Juan P. y Collantes, Martha B. 1975. *La vegetación de la Provincia de Santa Fe - II Las comunidades vegetales del Departamento Rosario*. Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica N° 16, págs. 151-179.
- Pasotti, Pierina y Castellanos, Alfredo. 1963. *El relieve de la llanura santafesino-cordobesa comprendida entre los paralelos 32° y 33° 30' y desde 62° 45' W hasta el río Paraná*. Publ. XLVII. Instituto de Fisiografía y Geología. UNR, Rosario.
- Pasotti, Pierina. 1967. *Las cuencas de los arroyos Ludueña y Saladillo*. Resumen de Estudios, XXIX Semana de Geografía. Sociedad Argentina de Estudios Geográficos, págs. 11-13, Rosario.
- 1969. *Interpretación de algunos rasgos morfológicos en el oriente de la llanura pampeana en la Provincia de Santa Fe*. Notas N° 3, Serie A. Instituto de Fisiografía y Geología, Rosario.
- 1972. *Sobre la presencia del último paleomodelo de red hidrográfica de edad pleistocénica en la llanura de la Prov. de Santa Fe*. Public. LVII, Instituto de Fisiografía y Geología, Rosario y en el Boletín Filial Rosario de la Sociedad Argentina de Estudios Geográficos.
- 1974. *La Neotectónica en la llanura pampeana. Fundamentos para el mapa neotectónico*. Publ. LVIII. Instituto de Fisiografía y Geología y en Memoria Segundo Congreso Latinoamericano de Geología. T. III, págs. 1837-59, Caracas.
- Pasotti, Pierina; Albert, Oscar A.; Canoba, Carlos A.; Racca, Juan M. G. 1979. *El Arroyo Ludueña - Aporte para su estudio hidrológico*. Trabajo presentado al IX° Congreso Nacional del Agua, San Luis.

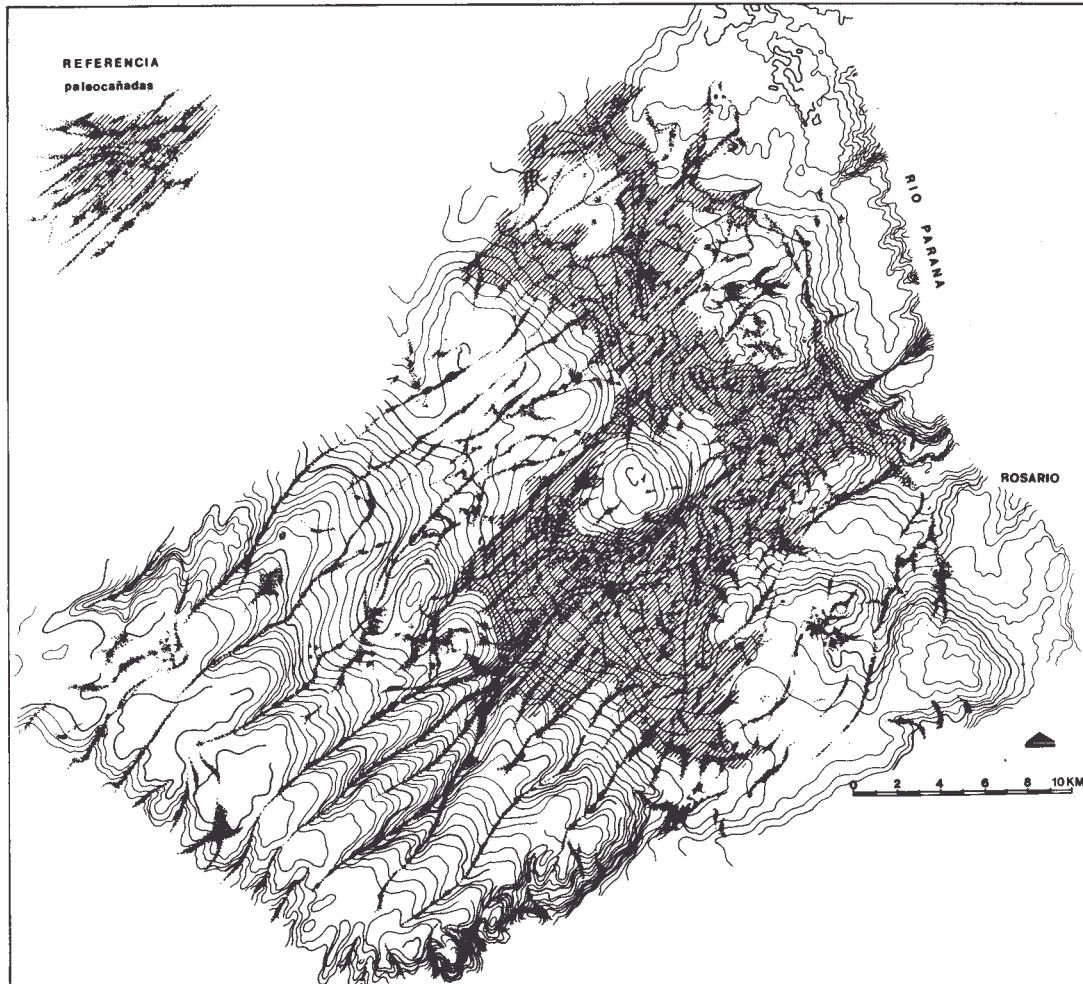


Figura N° 1: La cuenca del arroyo con las isohipsas y la red de paleocañadas.

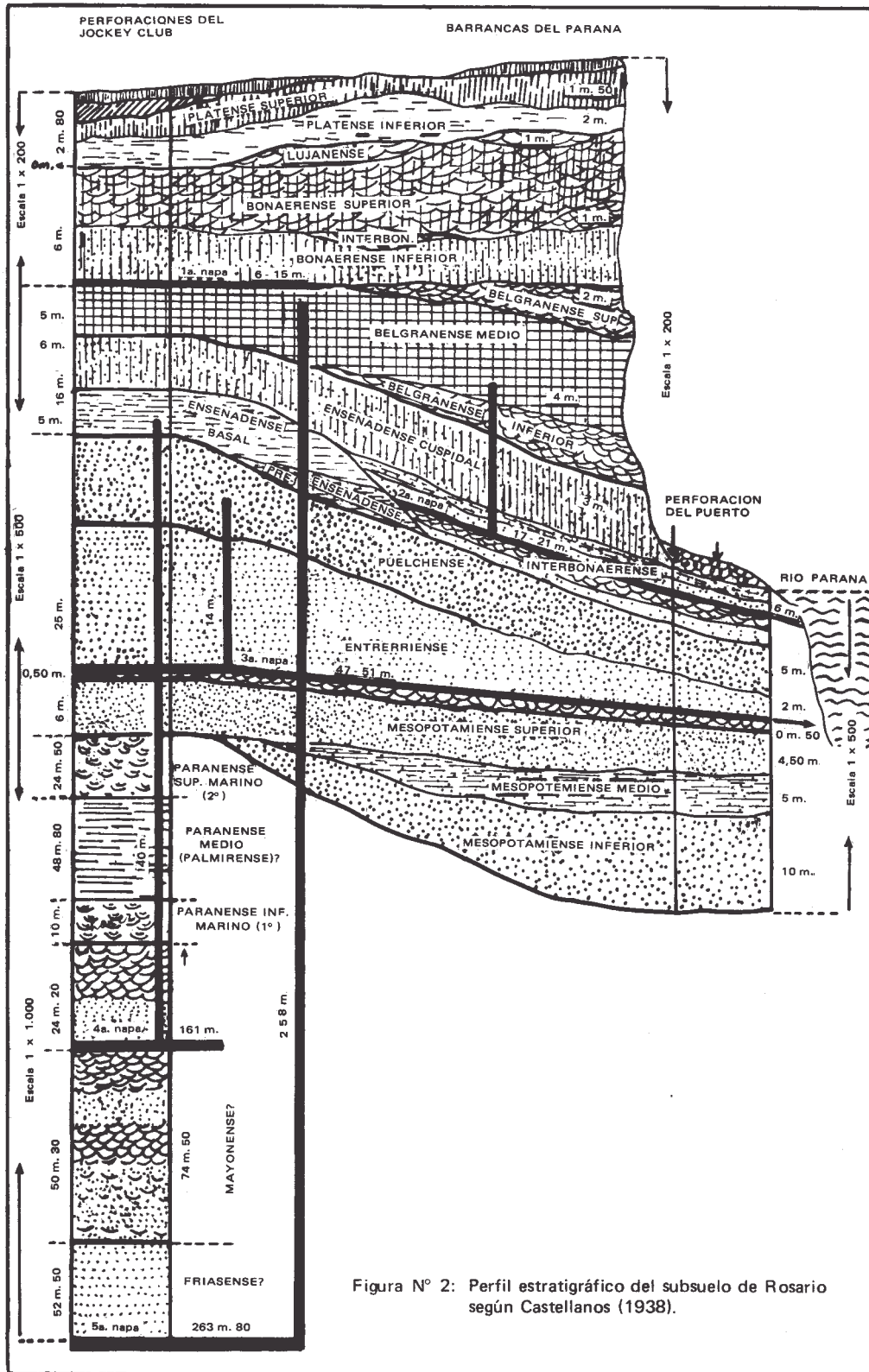


Figura N° 2: Perfil estratigráfico del subsuelo de Rosario según Castellanos (1938).

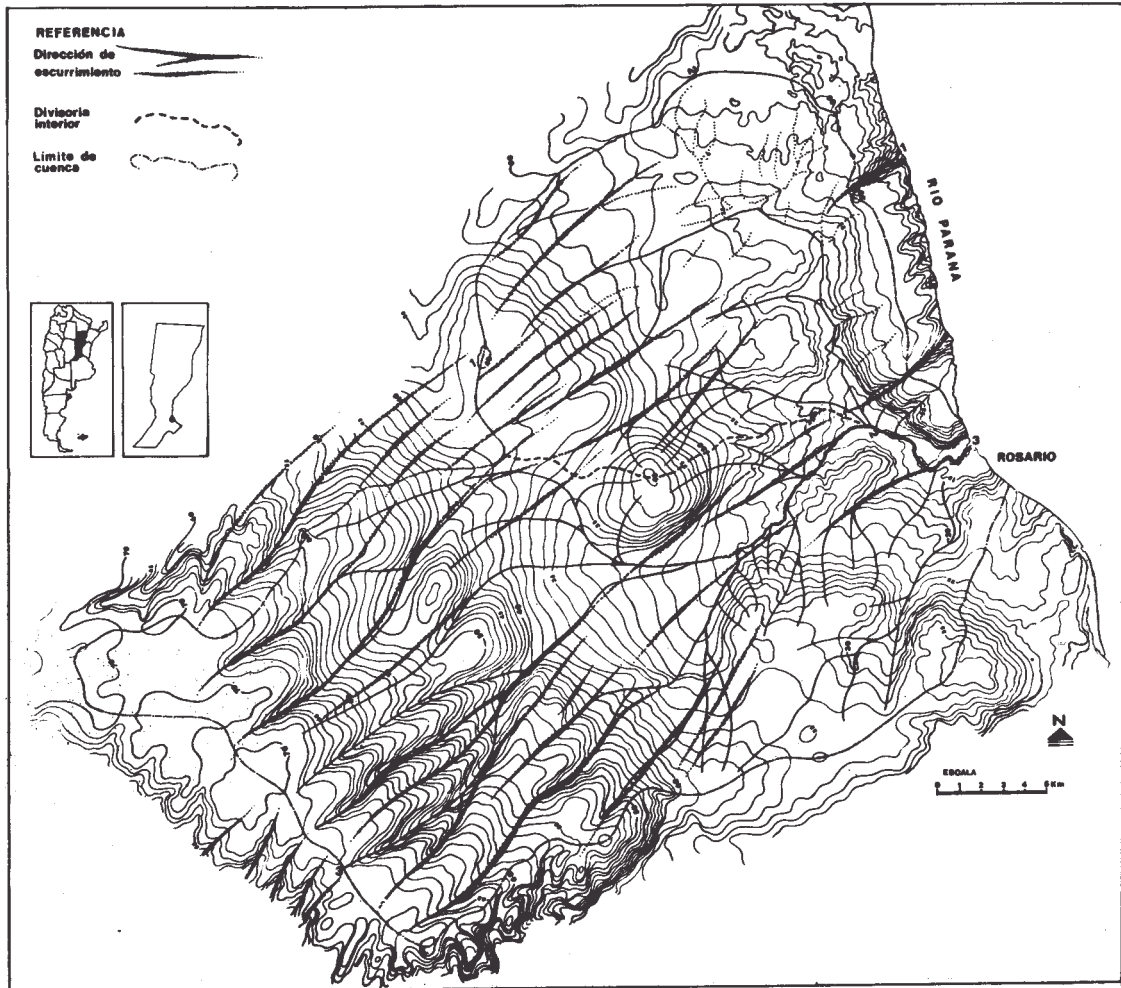


Figura N° 3: La red de paleocañadas y las direcciones de escurrimiento superficial.

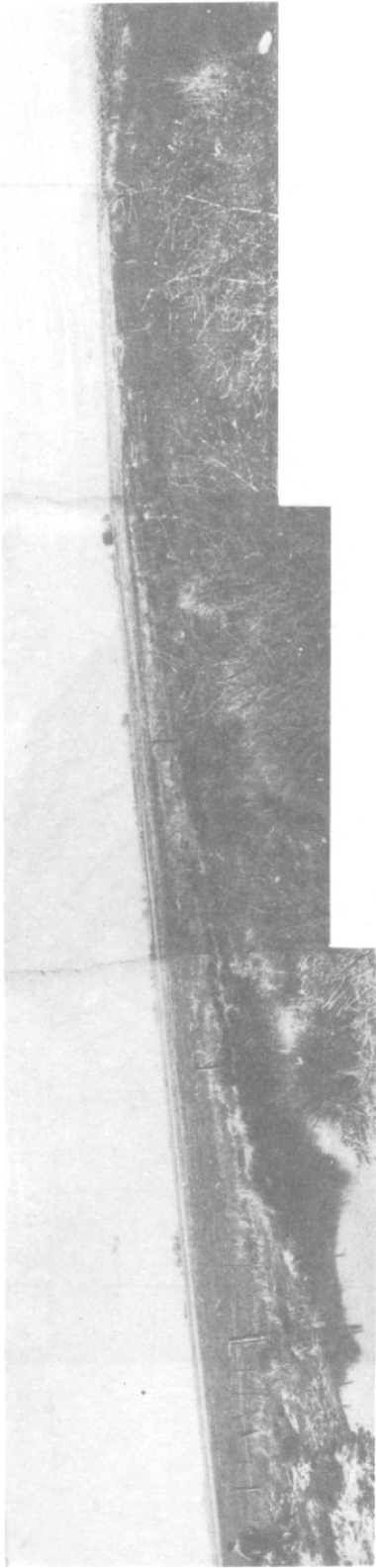


Foto N° 1: Vista hacia el NW de la divisoria de la cuenca del arroyo Ludueña, desde el camino que une las localidades de Pérez y Funes.

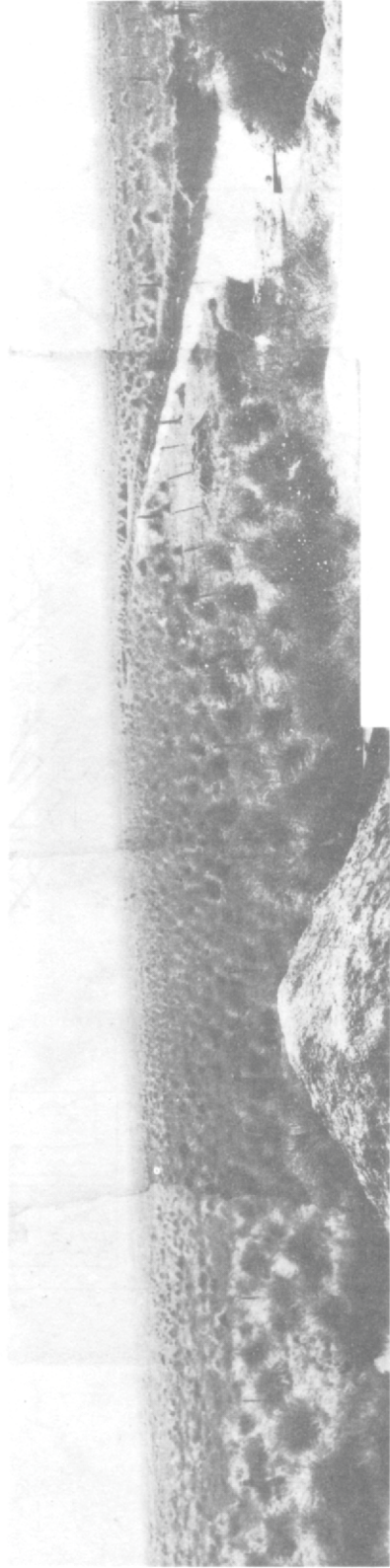


Foto N° 2: Vista hacia el S del tramo canalizado del arroyo Ludueña, desde el camino que une las localidades de Funes y Pérez.



Foto N° 3: Confluencia del canal Ibarlucea con el arroyo Ludueña en las inmediaciones de la avenida de Circunvalación de Rosario.

Foto N° 4: Vista hacia el Sur del canal Ibarlucea desde el camino que une la autopista Rosario-Santa Fe con el cementerio de Ibarlucea.



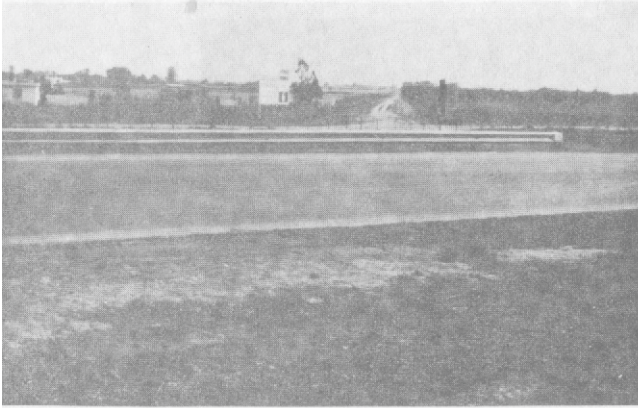


Foto N° 5: Vista al W desde la autopista Rosario-Santa Fe de la pendiente que desciende hacia el canal Ibarlucea.



Foto N° 6: Vista hacia el E desde la RN 34 de la pendiente que desciende hacia el canal Ibarlucea: Al fondo autopista Rosario-Santa Fe.

Foto N° 7: Vista hacia el S desde la RP 16 de la divisoria de aguas entre las cuencas de los arroyos Ludueña y Saladillo.





Foto N° 8: El morrito de Funes, al fondo, visto desde el camino que une dicha localidad con la ciudad de Pérez. Vista hacia el norte.