

# FOTOINTERPRETACION APLICADA AL ESTUDIO DE LA CUENCA DEL RIO NEGRO

(Provincia del Chaco)

INFORME ESCRITO

Por: Eliseo POPOLIZIO

Pilar Yolanda SERRA

TOMO 14 No. 1

CENTRO DE GEOCIENCIAS  
APLICADAS

SERIE C.  
INVESTIGACION  
1978



FACULTAD DE HUMANIDADES - FACULTAD DE INGENIERIA  
UNIVERSIDAD NACIONAL DEL NORDESTE  
LAS HERAS 727 - RESISTENCIA - CHACO - ARGENTINA.

FOTOINTERPRETACION APLICADA  
AL ESTUDIO DE LA CUENCA DEL RIO NEGRO  
Provincia del Chaco  
INFORME ESCRITO Y BIBLIOGRAFIA

I N D I C E

- 1 - ANTECEDENTES
  - 2 - INTRODUCCION
    - 2.1. Area en estudio
    - 2.2. Ubicación taxonómica
    - 2.3. Los problemas que presenta el área en estudio
  - 3 - OBJETIVOS Y METODOLOGIA
  - 4 - MORFOMETRIA
  - 5 - FACTORES CONDICIONANTES DE LA GEOMORFOLOGIA
    - 5.1. Procesos endógenos
    - 5.2. Procesos paleoclimáticos
    - 5.3. Procesos pseudokársticos
    - 5.4. Otros procesos
  - 6 - MORFOGENESIS
  - 7 - FOTOGEOGRAFIA
    - 7.1. El área a nivel de unidades taxonómicas
    - 7.2. El área a nivel de subregiones
  - 8 - SISTEMA DE ESCURRIMIENTO
    - 8.1. Límites de la cuenca
    - 8.2. Las redes de escurrimiento
    - 8.3. Fisiología del sistema
  - 9 - RECOMENDACIONES PARA EL MANEJO
    - 9.1. Tendencia natural
    - 9.2. Modificaciones antrópicas
    - 9.3. Pautas para el manejo
- BIBLIOGRAFIA

FOTOINTERPRETACION APLICADA  
AL ESTUDIO DE LA CUENCA DEL RIO NEGRO  
Provincia del Chaco

1 - ANTECEDENTES

Este trabajo se realizó por convenio entre la Administración Provincial de Recursos Hídricos de la Provincia del Chaco y la Universidad Nacional del Nordeste, firmado por el Agrimensor Orfilio Viganotti, en representación de la primera, y los Sres. Decanos de las Facultades de Ingeniería y Humanidades, Ing. Mario Bruno Natalini y Prof. Luis Ise, por la segunda.

Dicho convenio fue firmado el 27 de junio de 1977, con una duración de siete meses, teniendo como antecedentes el Exp. N° 2352806770 391 - E - y la Resolución N° 87 de fecha 30 de junio de la Administración Provincial de Recursos Hídricos, y la Resolución N° 1061 / 77 del 24 de junio de 1977 -Rectorado de la U.N.N.E. y el Exp. I - 1340 / 77 de la Facultad de Ingeniería.

El presente trabajo se realizó en el Centro de Geociencias Aplicadas de las Facultades de Ingeniería y Humanidades, U.N.N.E., como Programa de Investigación y bajo la dirección del Ing. Eliseo Popolizio.

Participaron en el mismo las siguientes personas:

Prof. Pilar Yolanda Serra, Prof. Ana María Foschiatti de Dell'Orto, Prof. Carmen Alicia Grave de Medina, Ing. Daniel Rubén Gaborov, Sr. Carlos Alberto Leiva, Sr. Ramón Atilio Bobadilla y Srta. Blanca Graciela Latorre.

El desarrollo del trabajo fue controlado mensualmente por los Directores de Estudios y Proyectos y Desarrollo Hídrico, de la Administración Provincial de Recursos Hídricos, Ings. Juvencio Oscar Zorat y Emilio Relancio.

2 - INTRODUCCION

2.1. Area en estudio

El área en estudio se indica en el gráfico N° 1, y es bastante más amplia que el área estricta de la cuenca, ya que la misma se extiende con eje medio de rumbo aproximado N por unos 290 km de longitud y un ancho variable que puede alcanzar los 40 km.

El motivo de haber extendido tanto el área se basa en varias consideraciones: la primera de ellas es que el estudio se realizó con miras a la complementación de

las obras de defensa de la ciudad de Resistencia.

Por lo antedicho, viendo la posibilidad de futuros estudios de derivación de las aguas de la cuenca del río Negro hacia otros afluentes del río Paraná, situados aguas abajo de su divisoria sur, se elaboraron las cartas Resistencia y Charadai. La segunda, es la singularidad geográfica que presenta la cuenca del arroyo Polvorín, que se termina en un paleocono de deyección aguas abajo de la localidad de Machagai y se integra con la cabecera de la cuenca del Estero Chajá - río Palometa.

De esta manera, considerando que el estero Chajá es afluente del río Palometa, la del Polvorín no constituye otra cosa que la cuenca superior de este último y por ello, se completaron las cartas Tres Isletas y Presidencia Roque Sáenz Peña.

Finalmente, es muy probable que en el futuro el manejo de las cuencas del río Negro, del Tapenagá y las que quedan entre ellos, constituyen una unidad de manejo del recurso hídrico superficial, para lo cual el documento cartográfico ejecutado será de gran utilidad.

## 2.2. Ubicación taxonómica

Geomorfológicamente, el área en estudio corresponde a la gran unidad Chaco, de primer orden (POPOLIZIO, E. y otros (70, 74)), constituida por las siguientes subunidades de segundo, que se indican en el gráfico N° 2:

- 1.1. Chaco pedemontano
- 1.2. Bajada del Chaco
- 1.3. Llanura occidental del Chaco
- 1.4. Llanura oriental del Chaco
- 1.5. Conoides aluviales del Bermejo - Pilcomayo

El área en estudio abarca parte de las tres últimas, pero la cuenca no está sobre ninguna unidad en particular, como consecuencia de su complejidad morfogenética.

En efecto, en el gráfico N° 3 se puede observar que aquella está formada por dos subcuencas principales: del Negro-Nogueira y del Saladillo-Salto de la Vieja.

La primera constituye el límite sur de la subunidad 1.5, en tanto que la segunda pertenece a la 1.3 por el oeste y a la 1.4 por el este, y de acuerdo a la clasificación hecha en el estudio de los Bajos Submeridionales (POPOLIZIO, E. y otros (70, 74)), incluye las subunidades 1.3.2.1. Planicie de paleoconoides aluviales, con bosques altos: Unidad Sáenz Peña; 1.4.1.1. Planicie de paleoconoides aluviales, pseudokarstizada, con bosques cerrados y cañadas: Unidad Brasen, y parcialmente la 1.4.1.2. Planicies fluviales con back swamp, pseudokarstizadas, con esteros y bosques altos de derrames: Unidad Saladillo-Tapenagá.

Desde el punto de vista fitogeográfico existen para el Chaco excelentes estudios de vegetación realizados en base a fotos aéreas y con control foto-terreno, por MORELLO, J. (32, 33, 34) MORELLO y ADAMOLI (35, 36, 37 y 38). Es por ello que nos pareció oportuno basarnos en lo ya realizado, como punto de partida para la compartimentación fitogeográfica del área en estudio (POPOLIZIO, E.; SERRA, P

y HORTT, G. (74)). En un trabajo anterior hallamos que existía una importante correlación entre las subunidades geomorfológicas de 2<sup>o</sup> orden, descritas por POPOLIZIO, E. y otros (74)), y las subregiones ecológicas de MORELLO, J. (36), de tal modo que se puede establecer la siguiente correspondencia:

SUBUNIDAD GEOMORFOLOGICA	SUBREGION ECOLOGICA
1.1.-----	Chaco Serrano
1.2.-----	Chaco de leñosas
1.3.-----	Chaco de parques y sabanas secas
1.4.-----	Chaco de esteros, cañadas y selvas de ribera.

Esa primitiva delimitación fue ajustada más tarde por MORELLO, J. (37), detectándose para el Chaco las subregiones del gráfico N<sup>o</sup> 4.

El área en estudio abarca gran parte de las subregiones I, II, III y IV y sólo una pequeña porción de V y VII, en cambio la cuenca del río Negro abarca una pequeña porción de la II.

Estas subregiones ya no tienen correlación taxonómica con las de 2<sup>o</sup> orden de geomorfología, sino con las de 4<sup>o</sup>.

Es debido a ello que en el presente trabajo se realizaron dos aproximaciones: la primera a efectos de establecer las características fitogeográficas generales de la subunidad morfológica de 2<sup>o</sup> orden: 1.4. (Llanura oriental del Chaco con higrófilas) y las de 3<sup>o</sup>; 1.3.2: (Dorso central de la provincia del Chaco con bosques y sabanas secas), 1.4.1: (Planicie de acumulación con bosques y sabanas inundables), y 1.4.2: (Planicie subestructural con sabanas, parques y cañadas). La segunda, para describir la heterogeneidad interna de las subregiones que ellas abarcan, lograda con el mapeo de las unidades fisonómicas existentes, a través de fotointerpretación. De esta manera se ajustaría, a una escala mucho mayor, la correlación forma morfológica - unidades fisonómicas asociadas.

### 2.3. - Los problemas que presenta el área en estudio.

El primero es la falta de información básica actualizada sobre Geomorfología y que es en general sectorial (CANOBA, C. y POPOLIZIO, E. (8); CASTELLANOS, A. (11); PASOTTI, P. (59) POPOLIZIO, E. (61, 62, 64, 67, 70, 72); SERRA, P. (86, 87); THIEBAUT, L. (90)). El único trabajo que proporcionó información de base suficiente para gran parte del área, fue la serie de publicaciones realizadas con motivo del estudio Fotointerpretación Aplicada en el área de los Bajos Submeridionales, que fueron publicadas por el Centro de Geociencias Aplicadas en su serie "C" Investigación (POPOLIZIO, E. y otros (74, 75, 76, 77) y otras a publicarse, correspondiente a las unidades taxonómicas de 4<sup>o</sup> orden.

Otro de los problemas consiste en la falta de información sobre la geocronología

de los sedimentos superficiales del Cuartario. Ello representa una gran dificultad, especialmente si se tiene en cuenta que las fotografías aéreas permiten detectar, a través de los cambios morfológicos, diferencias litológicas cuya correspondencia cronológica no puede establecerse por el momento.

Es por ello que insistimos nuevamente en la necesidad de investigaciones básicas para establecer la columna cronoestratigráfica que pueda servir de guía para nuestra zona.

Como consecuencia de lo antedicho nos veremos obligados a emplear términos de referencia, por analogía o semejanza posible con los sedimentos de la formación Pampeana y Post Pampeana.

No obstante, en este trabajo no haremos especial hincapié en la cronología, salvo algunas excepciones, siempre con carácter de datación relativa y al sólo efecto de poder establecer comparaciones entre ciertos elementos morfológicos que se puedan detectar en las fotografías aéreas.

En algunos sectores, la densa cobertura vegetal de bosques altos dificulta la observación de ciertas formas por el efecto de enmascaramiento que produce, aún con visión estereoscópica.

Otro problema lo constituye la clasificación de los ambientes periódica o permanentemente cubiertos por agua, debido a que la fotografía aérea es, de suyo, un elemento estático que solamente refleja las condiciones imperantes durante el momento de la toma, lo cual, sumado a la interferencia del ciclo biológico de los vegetales asociados a estos ambientes, crea serias dificultades para diferenciar si se trata de ambientes periódicamente inundables o de lagunas sensu stricto y lo mismo ocurre con los canales de escurrimiento fluvial y algunos de sus meandros abandonados.

Parece evidente que las lagunas fueran más abundantes de las indicadas como tales en la cartografía 1: 100.000 del IGM, que se ha tratado de respetar al máximo.

Se han cartografiado dos o más niveles en las depresiones simbolizadas como periódicamente inundables y en las cuales recomendamos un estudio ecológico de detalle, para establecer si corresponde designarlas como lagunas.

Otros problemas derivan de la escala de las fotografías aéreas utilizadas. En primer lugar, el vuelo no está en su totalidad a una escala media y oscila alrededor de 1: 75.000, por lo cual en algunas cartas hubieron problemas de superposición, que obligaron a algunas interpolaciones.

En segundo lugar, todo el relevamiento que corresponde a las cartas Juan José Castelli y Fortín Lavalle (de este trabajo), está en escala media 1: 36.600. Ello obligó a realizar cuatro cartas preliminares por cada definitiva y reducirlas por el sistema Xerox, lo cual dió un pequeño margen de error al no ser dicha escala la mitad de 1: 75.000.

Finalmente, la escala 1: 75.000 presenta dificultad para el reconocimiento de ciertos elementos (que fueron observados en la 1: 36.600) y que podrían haber sido de gran utilidad para ajustar las determinaciones del escurrimiento.

El principal problema para el estudio del área y el análisis morfométrico, es consecuencia de las características morfogenéticas de este espacio.

Como veremos más adelante, el área está surcada por una paleo red difluente, pinada, laberíntica (PRIp, 17) que a su vez está siendo reorganizada por redes

convergentes, de diversos tipos, en proceso de erosión regresiva.

Es por esta razón que el concepto de cuenca, tal como se lo interpreta en áreas con mayor amplitud de relieve, no puede aplicarse aquí. Por un lado, la forma de cubeta convergente no es precisamente la morfología que caracteriza a esta zona, y por otro, los derrames laterales de los cursos de la paleored constituyen elementos positivos sobre la planicie de referencia, es decir que se encuentran sobre elevados con relación a ella.

Por lo antedicho, los datos topográficos pueden o no ser representativos, en la medida en que no se conozca la morfología sobre la cual han sido determinados. Por la misma razón, el trazado de las curvas de nivel puede aparecer distorsionado, ya que al aproximarse a un paleovalle la curva debe avanzar aguas abajo, para reingresar aguas arriba en el eje mismo del paleovalle.

A pesar de tener presente esta anomalía topográfica, se intentó trazar curvas de nivel con equidistancia de 1 m., recopilando toda la información altimétrica de la cartografía del I.G.M. en escalas 1: 250.000 y 1: 100.000.

Como resultado de lo antedicho se obtuvo una carta topográfica con curvas de nivel, en escala 1: 250.000, que permitió definir tentativamente cuencas y subcuencas.

Elaboradas las cartas morfológicas, se pudo observar que existían algunos errores en la posición de ciertas divisorias determinadas en la carta mencionada.

Sin embargo ella sirvió, con excepción del límite NW, para detectar inmediatamente que la denominada cuenca del río Negro en realidad está formada por 2 subsistemas. Uno de ellos corresponde al río Negro en sentido estricto y constituye una estrecha faja prácticamente limitada entre sus derrames laterales, con excepción de la parte norte, donde se esboza una incipiente cubeta. El otro, está formado por las subcuencas del A. Saladillo y del Salto de la Vieja, que en conjunto representan la mayor parte de lo que se denomina Cuenca del río Negro, ya que estos últimos son afluentes del mismo.

### 3 - OBJETIVO Y METODOLOGIA

Los objetivos del trabajo fueron los siguientes:

a) realizar tareas de fotointerpretación sobre el aspecto geomorfológico del área a fin de reconocer las formas del relieve que en escala de la foto se destacan como condicionantes del escurrimiento.

b) realizar tareas de fotointerpretación a fin de detectar las unidades fisonómicas de vegetación existentes en la cuenca y su vinculación con la morfología y el escurrimiento.

c) establecer las características de la dinámica del escurrimiento, especialmente en cuanto a tendencias especiales y temporales.

d) volcar la información recogida por fotointerpretación en cartas geomorfológicas y fitogeográficas a escala 1: 75.000.

A fin de lograr los objetivos previstos, se procedió a establecer una malla cartográfica sobre la cartografía del IGM en escala 1:250.000 (gráfico N° 5), de manera tal que dichas cartas abarcaran 40 km de ancho por 60 km de largo y sus bordes

coincidieran con la malla del sistema Gauss Krüger, resultando de esta forma 13 cartas (gráfico N° 5).

Cada una de ellas fue designada con el nombre de la población más importante, a fin de permitir su rápida localización y con una característica formada por los valores correspondientes al centro de cada carta, en las coordenadas X e Y del sistema Gauss Krüger.

Posteriormente se realizaron preliminares de cada una de ellas a escala 1: 75.000, sobre los cuales se marcaron todos los puntos de paso conocidos, a fin de ejecutar un mosaico semiapoyado que permitiera volcar la información obtenida de la fotointerpretación.

Dos de las cartas: Juan José Castelli y Fortín Lavalle no pudieron ejecutarse de esta manera, debido a que en dicho sector no existe relevamiento a escala 1: 75.000 y las fotografías estaban armadas sobre mosaicos a una escala aproximada de 1: 36.600.

Por lo anterior, fue necesario realizar cuatro preliminares por cada una de esas cartas, a la escala de los mosaicos, donde se repitió el procedimiento de los puntos de paso y una vez volcada la información de la fotointerpretación, se redujeron los preliminares para llevarlos a la escala 1: 75.000.

Ejecutados los fotomosaicos semiapoyados, se realizó la fotointerpretación de la totalidad de los pares estereoscópicos y la información se volcó a los preliminares, los cuales permitieron hacer los ajustes necesarios y la integración de los sistemas de escurrimiento, completado lo cual se elaboraron las trece cartas definitivas de vegetación.

Previamente a la fotointerpretación se realizó una observación de pares que fueron representativos del espacio a cartografiar, a fin de establecer las claves de correlación interpretativa, tanto en geomorfología como en vegetación, las cuales se fueron ajustando a medida que aparecían nuevos elementos de juicio, durante las distintas etapas del trabajo.

También se ensayaron varios criterios simbólicos, teniendo en cuenta la gran cantidad de información que se obtenía de la fotointerpretación, a fin de lograr una simbología que pudiera ser representativa y a la vez no excesivamente compleja para facilitar la lectura de las cartas.

#### 4 - MORFOMETRIA

Si bien el límite NW es convencional y donde menos datos topográficos existen, se puede estimar la cota más alta alrededor de los 125 m. sobre el nivel del mar, en tanto que la cota inferior estaría dada por la planicie aluvial del valle del Paraná que puede estimarse en cota 47 m., con lo cual la amplitud total sería de 78 m. y por consiguiente con pendiente media de 3‰, lo que representa el 50% más de la pendiente media que caracteriza al área de los Bajos Submeridionales sensu stricto, en el Chaco.

Sin embargo, las pendientes varían muchos a lo largo de la cuenca, ya que ella atraviesa unidades morfológicas diferentes y además, los lineamientos estructurales de rumbo brasileño parecen haber condicionado una estructura en gradería, de manera tal que se alternan pendientes mayores que la media, con otras inferiores

En los resaltos entre escalón y escalón, las pendientes pueden ser localmente fuertes para este sector de la llanura, del orden de 1%0, especialmente en el límite entre la unidad 1.3.2 y 1.4.1., es decir, en el ascenso hacia el dorso central del Chaco, donde la acción regresiva de los cursos es bastante manifiesta.

En sentido transversal se alternan interfluvios planos o suavemente ondulados, con entallamientos fluviales que pueden originar pendientes mucho más fuertes que las mencionadas, como ocurre en algunos sectores del valle del río Negro y del valle del Salto de la Vieja.

Sin embargo, estas pendientes no suelen ser notorias en el terreno, debido a la extensión de la morfología que las sustenta; en cambio, otros elementos de menor extensión se destacan más fácilmente a simple vista, entre ellos podemos mencionar los derrames laterales, cuyas pendientes pueden ser iguales (1%0), o incluso muy superiores.

Otro rasgo morfométrico sumamente destacable lo constituyen los canales de escurrimiento fluvial, que pueden presentar barrancas abruptas, como pequeños cañones de llanura y en algunos casos desniveles del orden de los 10 m.

A grandes rasgos, la morfología presenta visualmente una fuerte monotonía que sólo se ve interrumpida: 1<sup>o</sup>) por las largas depresiones de las cañadas y esteros, cuya amplitud oscila entre 1 a pocos metros con respecto a la planicie de referencia; 2<sup>o</sup>) por el modelo de los paleovalles fluviales, que sobresale en la cumbre de los derrames unos pocos metros sobre el nivel de la planicie; 3<sup>o</sup>) por los valles actuales, que si bien presentan una gran diversidad de formas por los distintos estados de evolución, tienen la mayor energía de relieve observable en el área, ya que una gran variedad de formas puede ser detectada en los mismos: derrames, terrazas, albardones, planicie aluvial, meandros abandonados, etc.; 4<sup>o</sup>) por el modelo pseudokárstico, que presenta una gran variación en densidad y en tamaño y es un rasgo bastante generalizado en toda el área. Varía entre superficies cribadas por múltiples depresiones pequeñas, hasta extensas depresiones complejas con uno o más niveles, ocupadas por cañadas y/o esteros e incluso lagunas. A todos ellos se debe sumar la presencia de cárcavas cuyo origen es también pseudokárstico.

Los rasgos morfométricos de este sector son de gran importancia en la tendencia evolutiva del sistema, porque favorecen los procesos de erosión regresiva, el desarrollo pseudokárstico y los procesos de captura. Esto debe ser tenido muy en cuenta para cualquier planteo de manejo, porque la cuenca no está en equilibrio y la aceleración del escurrimiento no hará más que acentuar las posibilidades de modificaciones, que se traducirán en capturas, integración de depresiones pseudokársticas, y desarrollo de carcavamiento.

## 5 - FACTORES CONDICIONANTES DE LA GEOMORFOLOGIA

Para poder comprender los rasgos geomorfológicos que caracterizan este sector de la llanura argentina es conveniente considerar los principales factores que han influido en el modelado:

### 5.1. Procesos endógenos

En primer lugar, es conveniente tener presente que los procesos endógenos han influido sobre la llanura argentina de manera significativa, aún cuando su manifestación morfológica no sea inmediatamente perceptible.

Los trabajos de PADULA, E. y MINGRAM, A. (52), PASOTTI, P. (57), PASOTTI P. y CASTELLANOS, A. (59, 60), POPOLIZIO, E. (61, 62, 67, 70, 71), POPOLIZIO, E. y otros (74, 75, 76, 77), han demostrado que las dislocaciones del basamento se traducen en superficie a través de rasgos morfológicos, que en gran parte condicionan el escurrimiento de las aguas.

En la provincia del Chaco, los lineamientos son predominantemente de dirección brasileña (SW-NE) y se destacan dos unidades positivas, que morfológicamente se corresponden con los dorsos central y oriental de la provincia del Chaco (POPOLIZIO, E. y otros (74)), entre los cuales se instala una criptodepresión, que hacia el centro sur de la provincia determina la formación de los Bajos Submeridionales.

En el área en estudio, la depresión intradorsos es mucho menos manifiesta en la época actual, como consecuencia de la superposición de paleomodelos fluviales que han reducido al mínimo el desnivel existente entre ésta y el dorso oriental.

La estructura del basamento parece ser todavía más compleja, por la presencia de bloques subyacentes que se han dispuesto en forma de gradería, lo cual se traduce morfológicamente en sucesivos quiebres de pendiente alternados con rellanos, a los cuales hemos hecho referencia al tratar los aspectos morfométricos.

En la evolución morfogenética de este espacio, las dislocaciones del basamento y los movimientos diferenciales de bloques, así como el progresivo levantamiento del conjunto hacia el oeste, han tenido una gran significación.

En efecto, son responsables de la tendencia general de la red de escurrimiento a orientarse hacia el SE, de la amplitud del relieve que posibilita la acción regresiva a que están sometidos los cursos fluviales y en su momento condicionaron la instalación de grandes depresiones palustres o lacustres, intradorsales.

Es importante tener presente que el área no debe considerarse como tectónicamente estable, especialmente si se tiene en cuenta el terremoto ocurrido en 1968 y descrito por VOLPONI, F. en la Revista Ciencia e Investigación, y cuyo epicentro estuvo en el dorso central chaqueño.

Por otra parte, a partir de aquél, el área se está compartando con una gran susceptibilidad frente a los mismos producidos en el área montañosa del oeste, generándose vibraciones muy notorias a lo largo de todos los lineamientos tectónicos y con una recurrencia que llama poderosamente la atención.

Es factible suponer que se esté produciendo un lento levantamiento del dorso central chaqueño, lo cual solo podría comprobarse con relevamientos geodésicos de alta precisión y que, debido a las bajas pendientes imperantes en la zona, podría acentuar los procesos de regresión de cabeceras en los sistemas de escurrimiento.

Una última acotación creemos conveniente hacer al respecto, y es el marcado paralelismo que presentan las divisorias en el sector central de la cuenca del Negro, con rumbo NW-SE, que indicaría cierto condicionamiento a lineamientos de

tipo caribeano, lo cual parece estar reforzado por ciertos rasgos morfométricos observados en la carta topográfica realizada como apoyo a este trabajo.

## 5.2. Procesos paleoclimáticos

Como ya fuera indicado por varios autores: CASTELLANOS, A. (12), POPOLIZIO, E. (61, 62, 63, 67, 70), SCHOBINGER, J. (83) POPOLIZIO, E. y otros (74, 75, 76, 77) etc. y correlacionado con trabajos de autores brasileños tales como AB'SABER, A. N., BIGARELLA, J. J., ALMEIDA, F. F. M. de y otros, el área se vió sometida a importantes modificaciones climáticas desde el Terciario en adelante; pero a los fines del análisis de este sector solamente interesan aquellos que tuvieron lugar durante el Cuaternario.

Dichos cambios climáticos han sido de gran significación en las características geomorfológicas, a tal punto que podemos decir que la mayor parte de las formas del relieve son heredadas de condiciones diferentes a las actuales.

Todo parece haber sucedido como si se fueran alternando períodos "húmedos" y períodos "secos", biostásicos, entre los cuales tuvieron lugar otros, rexistásicos hacia "seco" o hacia "húmedo" respectivamente.

Dichas modificaciones climáticas alteraron el monto de las precipitaciones, su ritmo, y por consiguiente generaron modificaciones muy significativas sobre la vegetación y las características del escurrimiento.

Queremos destacar que los grandes cambios se desarrollaron durante los períodos rexistásicos, ya que durante los biostásicos las modificaciones de las formas del relieve fueron muy lentas.

De las paleoformas, generadas bajo otras condiciones morfoclimáticas, creemos importante destacar las siguientes: en primer lugar un paleomodelo eólico sumamente generalizado. Superficies eolizadas, campos de dunas y de dunas rebajadas, y planicies eólicas, se pueden reconocer en toda la cartografía elaborada para este trabajo.

En segundo lugar, también asociadas a condiciones más secas, se detecta la presencia de paleorredes, difluentes, laberínticas. Una de ellas constituye el gigantesco paleoconoide aluvial del río Bermejo y la otra, está formada por innumerables paleocauces situados al sur del anterior, cuyo origen debe asignarse al río Salado del norte.

Estos paleocauces se caracterizan por presentarse una amplia paleoplanicie fluvial, a cuyos lados se desarrollan importantes derrames laterales. Estos no deben confundirse con albardones, ya que morfológica y morfogenéticamente son diferentes.

Aquellos tienen gran extensión areolar, baja pendiente y se han originado bajo condiciones "secas", es decir, como consecuencia del derramamiento de las aguas en régimen torrencial.

Los albardones, en cambio, son relativamente estrechos y con fuertes pendientes, generados por derrame lateral en condiciones húmedas y a diferencia de los primeros, no se encuentran a ambos lados de la planicie fluvial sino dentro de la misma.

En las fotografías aéreas son perfectamente reconocibles a lo largo de los cauces fluviales actuales, pero al igual que las terrazas, no han sido cartografiados a fin de no complicar el diseño.

Durante los períodos rexistásicos hacia condiciones "húmedas" han tenido lugar procesos de entallamiento fluvial, con generación de modelo meándrico, que puede reconocerse incluso en los paleovalles, lo cual indicaría que los mismos son poligenéticos.

Por otra parte, durante estos períodos, algunos paleovalles, originados bajo condiciones "secas", fueron ocupados total o parcialmente por cursos fluviales con fisiología de condiciones "húmedas", que formaron meandros, albardones, y bajas terrazas, los cuales, no fueron cartografiados.

En realidad, la mayor parte de los cursos principales situados entre el río Negro y el río Bermejo han tenido ese origen.

Las bajas pendientes, y las condiciones estructurales a que hemos hecho referencia han influido durante los períodos húmedos", de manera tal que las redes fluviales no alcanzaron a integrarse totalmente, como incluso ocurre en la actualidad y por consiguiente sin poder ser evacuadoras eficientes de las precipitaciones.

Resultado de lo antedicho es que todos los períodos "húmedos" se caracterizaron por la presencia de depresiones inundadas o inundables, cuyo máximo desarrollo tuvo lugar durante el llamado período de los grandes lagos (Lujanense) (PASOTTI, P. (56); TAPIA, A. (89)) y las condiciones actuales no son más que un pálido reflejo de aquéllas.

### 5.3. Procesos pseudokársticos

Las características edafológicas, especialmente aquellas vinculaciones a los sedimentos generados bajo condiciones "secas", han favorecido el desarrollo de procesos pseudokársticos (POPOLIZIO, E. (64, 72)) que parecen estar generalizados en grandes extensiones de la llanura y asociados a disolución y/o arrastre coluvial por efecto del agua subsuperficial y subterránea.

Toda la secuencia de evolución de estos procesos, entre las depresiones denominadas pseudodolinas, hasta el desarrollo de una red fluvial, pasando por las formas de pseudovalas y pseudopoljés, aparecen en el área en estudio.

Es uno de los rasgos más significativos desde el punto de vista morfológico e hidrológico, ya que, tal como fuera descrito por POPOLIZIO, E. (72), las redes no se originan superficialmente sino condicionadas por el escurrimiento subterráneo. De esta manera inicialmente aparecen tramos integrados en canales de escurrimiento totalmente desintegrados entre sí, pero con una disposición espacial que denota un ordenamiento incipiente hacia una red integrada.

Las depresiones mayores (pseudovalas o pseudopoljés) constituyen normalmente áreas permanentes o periódicamente inundables y de acuerdo a su forma, determinan ambientes cañadoides, esteroides, cañadoicos, o esteroides, cuya significación ecológica fuera destacado por MORELLO, J. (34).

#### 5.4. Otros procesos

Los factores bioclimáticos juegan también un papel importante en la morfología, pero ellos serán considerados cuando se analicen las características del escurrimiento.

De la misma forma, la acción del hombre está generando una rexistasia antrópica que, en algunos casos, es de marcada significación y podría acentuarse aún más, en la medida en que no se tomaran los reparos necesarios para la ocupación de este espacio y para la construcción de las obras de infraestructura, todo lo cual será considerado en las recomendaciones para el manejo.

### 6 - MORFOGENESIS

Como ya lo hemos dicho en un trabajo anterior (POPOLIZIO, E. y otros (75)) no es fácil establecer la evolución morfogenética del área, por falta de trabajos específicos de estratocronología en la Provincia del Chaco, por lo cual únicamente intentaremos una datación relativa en base a los elementos disponibles.

Podríamos comenzar a partir de un período rexistásico "seco", origen de la superficie de pedimentación  $P_1$ , que prácticamente dió lugar a un extenso plano suavemente inclinado hacia el eje del Paraná-Paraguay.

Las condiciones de semiaridez se acentuaron hasta alcanzar su máximo durante la glaciación RISS del hemisferio norte y originaron los sedimentos del Belgranense medio (Biostásico "seco").

Sobrevino entonces un rexistásico "húmedo", que entalló un sistema de redes probablemente subparalelas sobre el  $P_1$ .

Hacia el este y a medida que se instalaba el biostásico "húmedo" siguiente, se fueron originando ambientes fluvio-palustres que se corresponderían con los sedimentos del Belgranense superior (en correspondencia con la ingresión marina del interglaciar RISS-WURM del hemisferio norte).

Cuando comenzó la regresión marina siguiente, se instaló un rexistásico "seco" que en el oeste ensanchó los paleovalles fluviales labrados sobre el Belgranense medio, en tanto que hacia el este arrastró grandes cantidades de sedimentos del Belgranense superior.

Un enorme conoide aluvial se comenzó a formar en la parte terminal del río Bermejo, generando una serie de regueros en una red difluente, que aún hoy puede reconocerse en las fotografías satelitarias. El más austral de esos regueros constituyó un endicamiento para los ambientes palustres, y el valle del río Negro, sensu stricto, corre en la actualidad instalado en el paleovalle de dicho reguero, de allí los grandes derrames laterales que lo acompañan.

También desde el oeste, proveniente del Salado, se originó una gran cantidad de cursos con modelo difluente laberíntico, que hoy constituyen los paleovalles que cruzan la mayor parte de las cartas del área en estudio.

Esa paleored ya fue esbozada en un trabajo de ADAMOLI J. y NEUMANN R. (4).

Al llegar a la planicie de la actual unidad 1.4, se originaron conoides deltaicos

sobre los relictos de los ambientes palustres del Belgranense superior, en rápido proceso de desecación, con formación de capas de evaporitas, concreciones calcáreas y yesosas.

Poco a poco los valles se colmataron y originaron derrames laterales que yacen sobre los depósitos del Belgranense medio.

Fue durante el Bonaerense cuando tuvo lugar una reactivación de la tectónica del Basamento, con movimientos diferenciales de bloques que habrían de afectar profundamente la morfología y el escurrimiento.

En el centro de la provincia, la elevación del dorso central desconectó la red proveniente del Salado y todo el sistema formado por esos cursos dejó de funcionar, en tanto que el río Bermejo debió lograr vencer el desnivel tectónico y llegar al Paraguay.

Hacia el este se elevó el dorso oriental del Chaco, el cual actuó posteriormente como factor de endicamiento de las aguas que se dirigían hacia el eje Paraná-Paraguay.

A continuación se instaló un biostásico "seco" que cubrió toda la Pampa y el Chaco con depósitos eólicos, a los que hemos hecho referencia al hablar de los procesos paleoclimáticos. El modelo de dunas llegó a cubrir los paleovalles o invadirlos, remodelando incluso los derrames laterales.

Estos sedimentos eólicos se corresponderían al Bonaerense superior, coincidiendo cronológicamente con el primer pico frío de la glaciación WURM.

El rexistásico siguiente hacia condiciones "húmedas", encontró los dorsos sobreelevados, y por consiguiente, generó encajamiento fluvial sobre los mismos. En tanto que en la depresión intradorsal las aguas se acumularon, dando lugar a un encharcamiento general conocido como "época de los grandes lagos" (TAPIA, A. (89)), durante la fase biostásica "húmeda" final, cuyos sedimentos corresponderían al Lujanense.

Las aguas de esos lagos y sus sedimentos correlativos, penetraron también a lo largo de los valles fluviales, donde la topografía se lo permitió, y también en algunas depresiones aisladas, sobre el dorso, como ocurrió en la fosa tectónica de Tres Isletas.

El rexistásico "seco" siguiente convirtió los antiguos lagos en ambientes cañadoicos y esteroicos, donde se acumuló gran cantidad de biomasa muerta, a la que se sumaron materiales eólicos. Se generaron así los depósitos del Platense, superpuestos a los anteriores, y que debieron corresponder al paso de la sabana arbolada a la estepa, a la extinción de la fauna megateriana y al fin de la formación Pampeana, al comienzo del Platense.

La acentuación de la aridez llevó el biostásico "seco", cuyos depósitos serían los del Cordobense, originados por removilización eólica de los sedimentos del Bonaerense y en correspondencia con el 2º pico frío de la glaciación WURM.

También durante esta etapa se produjo un ensanchamiento de los valles por planación lateral, con remoción parcial de los sedimentos del Platense. Se originó así una superficie subestructural sobre el Lujanense, que hoy se corresponde con la terraza  $T_1$  de los valles fluviales, mientras que la cumbre del Platense constituye en la actualidad la terraza  $T_2$ .

La etapa final, correspondiente al ascenso del nivel del mar (transgresión

Flandriense) fue un rexistásico hacia "húmedo" que dió lugar a un encajamiento de los cursos, divagación meándrica y formación de albardones.

## 7 - FITOGEOGRAFIA

### 7.1. El área a nivel de unidades taxonómicas.

El sector de cuenca emplazado sobre la subunidad 1.3.2 (Dorso central del Chaco con bosques y sabanas secas) presenta desde el punto de vista fitogeográfico, y a esa escala, una dominancia casi total de formaciones de leñosas agrupadas en fisonomías de bosque.

Sólo se ve interrumpida su continuidad por formaciones más abiertas, mixtas, adaptadas al diseño del paleomodelo fluvial; al efecto de desmantelamiento por incipiente escurrimiento superficial, o bien a la ocupación humana, mucho más densa hacia el SE que hacia el W.

Su situación de dorso sobreelevado, y la deficiencia cada vez mayor de precipitaciones hacia el W, permiten la dominancia casi total de sistemas fitogeográficos subaéreos, lo cual establece tal vez el contraste mayor entre esta subunidad y la 1.4, (Llanura oriental del Chaco, con higrófilas), situada al este.

Ella ocupa el SE de la provincia y denota una estrecha relación entre el clima, la morfología, el comportamiento de las masas de agua y la vegetación asociada.

El régimen térmico y pluviométrico, sumado a una condición estructural y morfológica que posibilita la existencia de cauces fluviales y depresiones (permanente o periódicamente inundables), ya un desagüe perezoso, favorece la proliferación de vegetación regida en gran medida por la influencia del agua.

De tal manera, aparecen espacios abiertos cada vez mayores hacia el centro sur (en la planicie de acumulación intradorsos) y sólo en el dorso oriental, sobreelevado, interfluvios con formaciones boscosas y parques, alternando con ambientes cañadoicos y esteroicos.

Es así como dentro de esta unidad de 2º orden se distinguen dos de 3º: 1.4.1: (Planicie de acumulación, con bosques y sabanas inundables) y 1.4.2 (Planicie subestructural del Chaco, con sabanas, parques y cañadas) (POPOLIZIO, E. y otros (74), (75), (76) y (77)).

La primera, en posición de bajo entre el dorso central y el oriental, tiene dominancia de formaciones asociadas a la anegabilidad; en cambio, la segunda sufre en menor medida este problema, ya que al estar sobreelevada las condiciones edáficas no les permiten ocupar mayor área y tampoco dominar en el modelo, sino que participan en fisonomías mixtas, tal como el nombre de la subunidad lo indica.

### 7.2. El área a nivel de subregiones

Como ya dijéramos, seguiremos a MORELLO, J. (37) para la ubicación del área en las distintas subregiones ecológicas por él delimitadas, pero describiendo su heterogeneidad interna en base a nuestra experiencia recogida al realizar la tarea de fotointerpretación de la totalidad de pares estereoscópicos. Delimitaremos

así las unidades fisonómicas de vegetación y su correlación con la morfología.

Cabe destacar que el código utilizado en la interpretación de las mismas, es el propuesto por MORELLO, J. y ADAMOLI, J. (36, 37).

#### Subregión I - Paraguay - Paraná

Tiene escasísima significación por emplazarse en ella el sector terminal del área en estudio y sólo a este fin se la menciona.

Los elementos no han sido cartografiados, ya que el área trabajada llega exactamente hasta el escarpe que limita esta subregión por el oeste.

El área ocupada por el valle del Paraná en el sector de la carta Resistencia, y sobre el área urbana de la ciudad, se cartografió en sus unidades fisonómicas, pero el modelo de las mismas, responde más al condicionamiento fluvial del sector terminal del río Negro, que al del río Paraná.

No obstante, podemos decir que las terrazas de este curso se distinguen por la total dominancia de palmera *Copernicia australis*, en fisonomía de Bosque Bajo inundable o de sabana parque inundable con tapia herbácea de pajonal (Pj).

#### Subregión II - Deprimida

Abarca las cartas Laguna Limpia, La Escondida, Makallé, Charadai y parte de Resistencia.

Se caracteriza por su posición topográfica de bajo, con drenaje difícil, múltiples depresiones anegables y sectores (de mucha menor extensión que en las anteriores) ocupados por fisonomías del sistema subaéreo, mientras que dominan abrumadoramente las del sistema mixto y acuático.

Aquí también sustenta a la vegetación el paleomodelo eólico mucho más desmantelado que al W, en cuyos relictos, representado por pequeñas superficies eolizadas o campos de dunas, asientan bosques altos (BAc) y bosques bajos (BBc y BBa), especialmente de quebrachales y algarrobales, cada vez con mayor número de abras hacia la periferia.

Esos bosques cerrados acompañan además los paleoderrames laterales de los cursos y degradan inmediatamente cuando aquellos son erosionados.

Cuando mayor es el desmantelamiento de la cobertura eólica (campos de dunas rebajadas) y comienzan a definirse canales de escurrimiento, aparecen bordeándolos, fisonomías de parques mixtos (Pm) y parques arbóreos y arbustivos (Pa y Pb). Además, las áreas gramíneas se asocian a depresiones o pequeños espacios inundables.

Estos crecen cada vez más hasta permitir la formación de extensas sabanas inundables en las planicies eólicas y superficies estructurales, en las cuales dominan los prosopis y palmares de *Copernicia australis* como elemento leñoso y pajonales como herbácea.

Se definen allí vastas cañadas en algunos sectores de los back swamp del Saladillo y el Tapenagá y en otros casos, depresiones cerradas bordeadas por halos de sabanas parques (Sp) que pasan a sabana arbolada (Sa), luego a Pajonales (Pj) y prados acuáticos (P<sub>a</sub>). Estos últimos cubren gran parte de los espejos líquidos del

sector este de la subregión, aportando anualmente importantes depósitos de material organógeno a las cubetas.

#### Subregión IV - Esteros, cañadas y selvas de ribera

Cubre el sector norte de las cartas Resistencia y Makallé, y el este de Laguna Limpia, Presidencia de la Plaza y Pampa del Indio.

Prolonga hacia el norte la subregión deprimida y en ella se destacan grandes cursos fluviales como el río Negro, Tragadero, Guaycurú y Asustado, los cuales son acompañados en su recorrido por extensas áreas con fisonomía de Bosque Alto cerrado (BAC) (y con abayas), las cuales muchas veces han dificultado la visión estereoscópica de las formas morfológicas, y aún del propio recorrido de los cursos.

Los bosques asientan sobre vastos paleoderrames laterales, no obstante, otros sectores de interfluvios también son ocupados por esas fisonomías, entre las cuales MORELLO, J. (37) distingue: la propia selva de ribera con iberá pitá (*Peltophorum dubium*), timbó colorado (*Entorolobium contortisilicum*) y palma pindó (*Arecastrum romanzoffianum*); el monte fuerte en interfluvio, con quebrachales de *Schinopsis balansae* y *Aspidosperma quebracho blanco*, Guayacán (*Caesalpinia Paragueriensis*) y Guaraniná (*Bulnelia obtusifolia*).

Pueden también aparecer en interfluvios eolizados, más o menos degradados, bosques bajos (BB) donde dominan algarrobales de *Prosopis alba* y *nigra*, y chañarales de *Geoffroea decorticans*.

También acá los bosques degradan a parques y sabanas cuando el área comienza a ser invadida por inundación, siendo más resistentes a la misma los ejemplares del bosque bajo, de tal manera que las sabanas de pajonales y prosopis, pueden alternarse con sabanas de palma *Copernicia australis* y también con pajonales, en fisonomías inundables, a veces de gran extensión, que en definitiva forman ambientes cañadoicos.

Ellos, en su parte más profunda pueden albergar esteros con fisonomías de prado, tan extensas que a veces impiden ver la superficie líquida, reconociéndose sólo por la textura.

#### Subregión V - Dorsal agrícola subhúmeda

Cubre parte de las cartas Zaparínqui, Tres Isletas y Sáenz Peña.

Emplazada en el dorso central del Chaco (unidad 1.3.2. (POPOLIZIO, E. y otros (74)) presenta, como su nombre lo indica, la impronta típica de la actividad agrícola.

Pero si bien desde el punto de vista de la ocupación humana del espacio, éste es su rasgo más destacable, desde el punto de vista geomorfológico y a los fines de su correlación con la vegetación, es también muy nítida, la presencia del paleomodelo fluvial, y algo menos del eólico.

La ocupación se realiza inicialmente sobre los paleocauces, probablemente por la existencia de buenos acuíferos en ellos. Las fotos aéreas permiten reconocer buena parte de la paleomorfoloía fluvial, especialmente canal de estiaje y terrazas, travezando las parcelas.

Ellas ocupan además las áreas de derrames laterales, de modo que, progresando desde un paleocauce a otro desmantelan al área de su cobertura vegetal original.

Esta fue representada en el área (antes de la ocupación humana) por una cobertura densa de bosque alto cerrado (BAC), (a veces con abras), especialmente quebrachales de quebracho colorado santiagueño (*Schinopsis Lorentzii*) en los derrames, y en los interfluvios eolizados, quebrachales - gayaibisales de *Schinopsis balansae* y *Patagonula americana*.

Los antiguos paleocauces aún desocupados, presentan fisonomías mixtas de sabanas, o puras de pastizal (p), lo cual no siempre fue posible cartografiar debido a la escala de la foto.

Comienzan además a definirse, en esta subregión, algunas depresiones pseudo-kársticas con fisonomía de pajonal, que ecológicamente representan ambientes cañadoides y a veces esteroides, rodeados de fajas más o menos circulares de fisonomías mixtas de sabanas.

De todas maneras, el rasgo dominante en esta subregión es la antropización del paisaje, lo cual se traduce en un paulatino quitado de las fisonomías originales.

Claro que, en aquellas áreas muy degradadas, se regenera una cobertura especialmente gramínea, ligada al sistema fitogeográfico mixto.

#### Subregión VII - Antiguos cauces

Abarca parte de las cartas Castelli, Pampa Guanaco y Zaparínqui.

Presenta un modelo fitogeográfico cuya heterogeneidad interna está dada por las distintas fisonomías, cuyo tipo biológico dominante es el árbol.

Estas fisonomías, especialmente bien al W del área en estudio, están constituidas por bosques altos (BA). Más hacia el este, los procesos de erosión desmantelan la cobertura boscosa densa y comienzan a aparecer mayor número de abras y parques.

Siguiendo el criterio ya fijado, aludiremos al contexto geomorfológico que rige la distribución de la vegetación en esta subregión.

Como su nombre lo indica es muy notoria la presencia de innumerables paleocauces, restos de una antigua red desconectada o muerta. Claro que ellos abundan en toda el área en estudio, pero acá se convierten en el máximo rasgo de cohesión morfológica.

Otro rasgo, menor significación en este aspecto, pero también importante en la distribución de la vegetación, es el paleomodelo eólico, más preservado al oeste que al este.

Las fotos aéreas permiten reconocer los trazos de las antiguas planicies fluviales, cuyos recorridos es posible seguir ya que a ella se asocian unidades de fisonomías de vegetación de tipo mixto, tales como sabanas parque (Sp), sabanas mixtas (Sm) o bien pastizales (P). El tono claro en la foto y la textura, las diferencian netamente de las áreas vecinas.

Estas, según lo expuesto en el informe geomorfológico, están representados por amplios derrames laterales cuyo material de superficie fue removido por acción eólica. Son ellos los que en su mayor parte están cubiertos de bosques altos cerra-

dos (BAC), abiertos (BAa), con abras o sin ellas. Su tono oscuro y la textura gruesa contrastan con el modelo de los paleocauces.

Según MORELLO, J. y ADAMOLI, J. (37) el área estaría colonizada especialmente en los interfluvios por quebrachales de quebracho colorado santiagueño (*Schinopsis Lorentzii*), quebracho colorado chaqueño (*Schinopsis balansae*) y quebracho blanco (*Aspidosperma quebracho blanco*); tiniales de *Prosopis Kuntzei*; guayacanales de *Patagonula americana*.

Los mismos autores sitúan al W de Castelli los llamados bosques inflamables, en los cuales, junto al quebrachal se encuentra la palmera carandilla (*Tritinax biflabellata*), a veces asociadas también al algarrobal. En varios sectores de la carta Zaparínqui, Castelli, y Pampa Guanaco, pueden verse áreas orientales de SW a NE, actualmente con fisonomías mixtas de sabanas o parques, asociadas a la destrucción de la cubierta boscosa por el fuego.

Para esta área, describen los mencionados autores, que la palma carandilla no sólo se comporta como precursora de los incendios sino que su reproducción se ve acelerada por los mismos, quedando como único representante vegetal en los extensos peladares, si el manejo del fuego no es controlado.

Tanto los paleoderrames como los paleointerfluvios sufrieron los efectos de la eolación. Mientras la cubierta boscosa está intacta, también permanece así el paleomodelo, pero cuando por efecto de acción pirógena, de talado o simplemente por procesos de erosión hídrica, la cubierta vegetal es quitada, ese material fácilmente removible es nuevamente retrabajado por el viento. Esto puede llevar a que, quitada la cubierta edáfica superficial, el bosque comience a perder su trama abigarrada y aparezcan las abras, cada vez en mayor número, exumando la antigua morfología dunar. Ello se detecta por la distribución de las leñosas, los cuales quedan en los sectores más elevados, apareciendo fisonomías mixtas en los más bajos, hasta llegar a sabana arbolada (Sa), sabana mixta (Sm) o sabana arbustiva (Sb), pastizales (P) o pajonales (Pj), cuando en procesos progresivos de desmantelamiento de la cubierta eólica se exuma las superficies estructurales subyacentes.

Claramente puede verse en la cartografía elaborada en este trabajo la secuencia mencionada, y la muy notoria adecuación entre la morfología y unidades fisonómicas asociadas. En este caso, de acuerdo a los objetivos fijados, hemos observado al máximo los efectos del comportamiento hídrico superficial sobre la vegetación y la respuesta de ésta a través de la distribución espacial de las diversas unidades fisonómicas, concluyendo que siempre la erosión va en detrimento de las formaciones de leñosas y en especial del bosque.

## 8 - SISTEMA DE ESCURRIMIENTO

### 8.1. Límite de la cuenca

Determinar los límites de la cuenca hidrográfica representa, como es sabido, el primer problema a enfrentar para los estudios hidrológicos. La singularidad geográfica que caracteriza al área en estudio nos presenta varios problemas con relación a la delimitación de la cuenca.

Los límites N y NW son los más difíciles de establecer como consecuencia del paleomodelo de cauces difluentes, los derrames desde otras cuencas, y el proceso de erosión regresiva que tiene lugar en forma muy manifiesta en el sector correspondiente a la carta Castelli.

En dicha carta se desarrolla todo el límite N con dirección prácticamente E-W, al sur de la cuenca del río Guaycurú, pero desde este último se han producido derrames hacia la cuenca del río Negro, fácilmente reconocibles en la cartografía por las características del modelado, y evidentemente en períodos de grandes precipitaciones es factible la transfluencia de aguas del sistema del Guaycurú al del Negro.

La divisoria norte, en el sector NE de la carta Castelli, es en gran parte convencional y sigue el derrame izquierdo de un amplio paleovalle que es erosionado por el escurrimiento que se dirige al Guaycurú.

En el extremo NW la divisoria es convencional y el criterio se basó en el desarrollo de las planicies estructurales, que indican una reorganización del escurrimiento por proceso de erosión regresiva, en dirección hacia la cuenca del río Negro.

Desde la carta Castelli hasta la carta La Escondida la divisoria es oblicua y casi rectilínea, con múltiples transfluencias, como consecuencia de que se desarrolla sobre una red anastomosada de paleovalles fluviales. El criterio para determinarla se basó en el análisis de la morfología y orientación de las planicies estructurales y la integración del sistema pseudokárstico, hacia el subsistema del A<sup>o</sup> Salto de la Vieja y su afluente la Cañada Curundú por un lado, y hacia el subsistema de el A<sup>o</sup> Polvorín por el otro.

Ambos subsistemas están en proceso de erosión regresiva, con paulatina generación de redes potamoicas definidas.

Es por ello en todo este sector la divisoria presenta extrema inestabilidad, por lo cual deberá tenerse especial cuidado en las técnicas de manejo que se empleen, ya que podría cambiar rápidamente de posición.

Al llegar a la carta La Escondida, aproximadamente en las coordenadas Gauss  $x = 7000$ ;  $y = 5530$ , la dirección de la divisoria cambia bruscamente pasando a correr con dirección E-SE y paralela al arroyo Saladillo, afluente del Negro, hasta terminar sobre el propio sitio urbano de la ciudad de Resistencia.

En este sector la divisoria es bien definida, pero desde el SE, otros cursos afluentes del Paraná, como el Salado y el Palometa (a través de su afluente el Estero Chajá), están en proceso de erosión regresiva, de manera que sus nacientes quedan extremadamente cerca del A<sup>o</sup> Saladillo y la tendencia natural parece ser la de capturar a este último.

La divisoria NE oscila alrededor de una gran diagonal, que podría extenderse desde el extremo NW de la carta Fortín Lavelle, hasta la ciudad de Resistencia.

Ella se desarrolla, en casi la totalidad de su recorrido, sobre el derrame lateral izquierdo del valle del río Negro, y por la misma razón es bastante definida en su mayor parte.

Sin embargo, en varios puntos presenta franca transfluencia por difluencia hacia otros cauces, como puede observarse en la carta Fortín Lavelle, donde por dos puntos se conecta directamente a la cuenca de El Asustado.

En la carta Zaparínqui, en su extremo NW, existe una rotura del derrame lateral con influencia de aguas provenientes de esteros situados al este del río Negro.

En la carta Laguna Limpia, en su extremo NW, hay una doble transfluencia a la misma altura y hacia ambos lados, Por su margen derecha las aguas pueden abandonar el valle del Negro hacia un sistema afluente del Arroyo Paso del Oso, es decir que las mismas quedan siempre dentro de la cuenca considerada en conjunto como del Negro. Por la margen izquierda, en cambio, ellas se derraman hacia un colector perfectamente definido, que en la cartografía del I.G.M. figura como si fuera el cauce del río Negro, en tanto que el verdadero curso corre al W del mismo. A pesar de que en aquélla este sector figura como Estero del río Negro, en él existe ningún estero y la morfología fluvial está perfectamente definida. El sector a que hacemos referencia está situado a unos 25 km al NW de Laguna Limpia, en las coordenadas Gauss  $x = 7088$  y  $y = 5510$ .

Ese valle paralelo deberá ser estudiado en detalle para ver si se lo incorpora o no a la cuenca, ya que puede estar significando un nuevo canal del curso.

Dicho canal vuelve a reingresar sus aguas al valle del Negro a unos 12 km al SW de Laguna Limpia, pero aguas abajo, a pocos km se define, paralelo al Negro, un canal con la misma morfología del que hemos hecho referencia pero que no se conecta con aquél y va a integrarse finalmente al sistema del A<sup>o</sup> Embalsadito, que forma parte de la cuenca del Tragadero.

Al sur de Colonias Unidas, por unos 20 km, el albardón izquierdo está cortado en varios puntos interconectándose con pequeños esteros, motivo por el cual las vías del ferrocarril están corridas hacia el este, y es un sector en el cual habrá que definir exactamente la divisoria.

En la carta Makallé existen algunas pequeñas transfluencias, que hidrológicamente tienen muy poca significación.

En resumen, podemos decir que la divisoria NE es la que menos problemas presenta y las correcciones a realizar en ella para estabilizarla están perfectamente localizadas.

En cambio, las divisorias N y SW presentan gran inestabilidad, con posibilidades de modificación en corto tiempo, lo cual se podría acentuar en la medida en que no se tomen las precauciones adecuadas.

## 8.2. Las redes de escurrimiento

En el área en estudio pueden distinguirse netamente tres tipos de redes: una paleored desintegrada, pinada, laberíntica, difluente (PRDp, 1<sup>-</sup>); otra pseudokárstica, desintegrada, pinada, cribada o dentrítica cribada, frecuentemente fantasma y convergente (FRDp, c<sup>+</sup>; o bien FRDd, c<sup>+</sup>), y finalmente una red integrada, pinada, convergente (Rip<sup>+</sup>) (POPOLIZIO, E. (69) y (71)).

Evidentemente, estos tres tipos de redes representan más bien los modelos esquemáticos que la realidad, porque frecuentemente tienen subvariantes y además en muchos sectores están superpuestos e integrados total o parcialmente.

El primer modelo está perfectamente definido en el área NW, sobre el dorso central del Chaco. Se corresponde a un paleomodelo formado por innumerables cursos con derrames laterales, que se originaron probablemente en el río Salado del

Norte a partir del codo de Chañar Muyo (ADAMOLI, J. y NEUMAN, R. (4) CASTELLANOS, A. (11)). En la zona son conocidos como "caños" o ríos muertos (LEDESMAN, L. y otros (27), MORELLO, J. (34), MORELLO, J. y ADAMOLI, J. (36) (37), RINGUELET, R. (82)) perfectamente reconocibles por la morfología de sus derrames laterales sobreelevados de la planicie de referencia, y frecuentemente cubiertos con bosque alto cerrado.

Las paleoplanicies fluviales también son fácilmente reconocibles tanto en las fotografías aéreas como en el terreno, especialmente porque la ocupación humana se inicia a lo largo de ellas.

Frecuentemente sustentan acuíferos más o menos localizados y explotables, en el subálveo.

También se reconoce perfectamente en ellas la presencia de un paleocanal de estiaje, con modelo meándrico.

Los procesos de erosión y los pseudokársticos, frecuentemente desmantelan los derrames laterales, de manera tal, que en algunos sectores lo único que se alcanza a distinguir es el paleocanal de estiaje atravesando las planicies estructurales o las depresiones pseudokársticas.

En el sector central de la cuenca, es decir en la subunidad 1.4.1., este modelo aparece superpuesto con el segundo, de origen pseudokárstico, y se desmantela progresivamente en dirección al este, terminando frecuentemente en paleomodelos deltoides, digitiformes, que deben haber correspondido a la terminación de ese antiguo sistema fluvial en los lagos lujanenses.

En esta zona, y a medida que nos movemos hacia el este, comienzan a predominar los ambientes acuáticos que se inician con una serie de lagunas y otras depresiones cerradas con ambientes cañadoides y esteroides, muy notorias en las cartas Tres Isletas, Sáenz Peña, Laguna Limpia y Presidencia de la Plaza.

Progresivamente el sistema de depresiones se integra en conjuntos alargados, integrados a la nueva red fluvial que está progresando desde el Paraná y forman los típicos ambientes cañadoicos y esteroides que caracterizan este sector de la cuenca.

Normalmente dichas depresiones se desarrollan y evolucionan sobre planicies estructurales situadas entre los paleoderrames, pudiendo llegar a desmantelarlos totalmente por expansión pseudokárstica, e incluso erosionar los paleovalles y entrar en coalescencia unas con otras, para formar grandes ambientes permanente o periódicamente inundables.

Como resultado de lo antedicho, las redes se inician como desintegradas, cribadas, para evolucionar hacia integradas, pinadas, cribadas o eventualmente, dendrítica, cribada y finalmente, al desarrollarse las grandes áreas inundables, hacia pinada, collar de cuentas (POPOLIZIO, E y otros (75)).

En todo este sector las redes no están constituyendo sistemas fluviales integrados, por lo cual frecuentemente puede apreciarse una aparente desorganización de la red, donde sectores definidos de escurrimiento potamoico interligan ambientes cañadoicos y/o esteroides.

Por otra parte, es evidente la superposición del paleomodelo de red difluente, con el nuevo, de carácter convergente y en proceso de integración.

Hacia el NE y hacia el S de este sector central, aparecen dos grandes colectores cuyas características son muy diferentes a las anteriormente mencionadas. En el NE se extiende el valle del río Negro, que prácticamente desde la desembocadura del A<sup>o</sup> Salto de la Vieja hacia el norte no recibe afluentes, es decir, no constituye una red en sentido estricto.

Se trata de un curso fluvial parcialmente permanente, instalado en un paleovalle del reguero más austral del conoide aluvial del Bermejo.

Es por ello que ocurre dentro de una planicie limitada por importantes derrames laterales, generados bajo otras condiciones climáticas.

Dentro de esa planicie se pueden observar dos niveles de terrazas (que no fueron cartografiadas) T<sub>2</sub> y T<sub>1</sub> y una planicie de divagación ordinaria donde el río meandrifica dejando coronas meándricas y albardones, fácilmente reconocibles en las fotografías, pero que tampoco fueron cartografiadas para no complicar el diseño.

En el sur se desarrolla otro valle fluvial con características muy diferentes a las del Negro, pudiendo distinguirse perfectamente un canal de estiaje (fuertemente meándrico) con sus coronas de meandros, limitado entre albardones, por detrás de los cuales se extienden extensas áreas de back swamps que lo acompañan paralelamente en todo su recorrido.

Se trata del A<sup>o</sup> Saladillo, que en la actualidad constituye el curso más importante de la cuenca del río Negro, y como sus aportes son superiores, llega a originar un efecto de remanso sobre el río Negro, a partir de su desembocadura.

El sector terminal de la cuenca prácticamente está formado por el curso inferior del río Negro, donde el efecto de meandrificación se acentúa notoriamente y la faja meándrica se extiende cada vez más a medida que nos acercamos al valle del Paraná, a tal punto que gran parte del sitio urbano de Resistencia ocupa áreas de antigua divagación.

Es a partir de este sector que se está generando la nueva red, por efectos de erosión regresiva y favorecida por los procesos pseudokársticos, debiendo destacarse que los dos afluentes principales del Negro; el A<sup>o</sup> del Salto de la Vieja y el A<sup>o</sup> Saladillo, son los que se comportan con mayor capacidad de erosión regresiva y de integración.

### 8.3. Fisiología del sistema

Para poder entender la fisiología del sistema creemos conveniente comenzar por dividir la cuenca en subsistemas, siendo factible diferenciar tres: subsistema del río Negro, sensu stricto; subsistema del A<sup>o</sup> Salto de la Vieja y subsistema del A<sup>o</sup> Saladillo.

En la actualidad, estos dos últimos son afluentes del subsistema del río Negro, ya que el primero desemboca a la altura de La Verde y el segundo, aguas abajo de Laguna Blanca.

Sin embargo, al W de la Escondida existe un gran estero donde desemboca el A<sup>o</sup> Salto de la Vieja, cuyas aguas en parte se dirigen directamente hacia el río Negro, pero también transfluyen hacia el sur, en dirección al A<sup>o</sup> Saladillo.

Se está originando un fenómeno de difluencia que probablemente termine por

conectar el A<sup>o</sup> Salto de la Vieja con el A<sup>o</sup> Saladillo, proceso que eventualmente podría acelerarse.

El primer subsistema (del río Negro), en realidad está formado por un único colector que corre en su amplio valle limitado por derrames laterales, como ya hemos mencionado, y que son la causa de que prácticamente no reciba colectores desde La Verde hasta más al norte de Castelli.

Esto nos lleva a pensar un poco en la incorrección de llamar a ésta cuenca del río Negro, ya que a pesar de ser el curso más definido, la mayor parte de la cuenca es drenada por el subsistema del A<sup>o</sup> Salto de la Vieja.

Las cabeceras del subsistema del río Negro, que se pueden conservar en las cartas Castelli y Fortín Lavalle, donde el curso recibe el nombre de Riacho Noqueira, se caracteriza por proceso de erosión regresiva que está atravesando los paleovalles fluviales y organizando una red pinada, convergente.

En las cartas mencionadas se puede observar el contraste entre el sector norte, donde tiene lugar este proceso, y el sector sur, en los alrededores de Castelli, donde el mismo es apenas incipiente. Ello motiva que en el primero casi no existan ambientes cañadoides o esteroides, los que en cambio caracterizan al segundo.

En este sector de cabeceras del río Negro, las precipitaciones originan inicialmente escurrimientos laminares de diferentes subtipos, que están desmantelando progresivamente la cobertura eólica y exumando las planicies estructurales subyacentes.

El escurrimiento a lo largo de los paleocauces es esporádico y está evolucionando lentamente hacia un esteroico potamoico.

En este sector, existen influencias de aguas proveniente de los paleocauces del oeste y de transfluencias con el Guaycurú, teniendo lugar afluencias (por dos puntos), hacia El Asustado.

En todo el resto de su recorrido, hasta prácticamente Colonias Unidas, el escurrimiento es transitorio, de manera tal que la mayor parte del año se comporta como esteroico interrumpido. Solamente con escurrimiento apreciable funciona como potamoico, pero evidentemente el modelado es fluvial, sin lugar a dudas.

Aguas abajo de la localidad mencionada el río puede considerarse como relativamente permanente, pero de acuerdo a datos históricos, su módulo parece haber disminuído en forma apreciable y nos hace suponer que antiguamente recibía mayores aportes desde el norte, lo cual requerirá estudios más detallados que el presente.

En su tramo inferior, como consecuencia de los aportes del A<sup>o</sup> Salto de la Vieja y A<sup>o</sup> Saladillo, el río adquiere un caudal mucho más significativo, lo cual crea problemas en el área urbana de Resistencia, especialmente porque las crecientes del Paraná generan remansos sobre el río (que en este momento se evitan mediante una obra de embalse situada aguas abajo del cruce con la Avenida Don Orión).

El segundo subsistema, del A<sup>o</sup> Salto de la Vieja, es el más extenso y complejo de todos. El colector principal está formado por el Riacho Salto de la Vieja que tiene varios afluentes: la cañada Curundú, el Bañado Panza de Cabra y el A<sup>o</sup> Paso del Oso.

En realidad, a pesar de lo que se indica en las cartas del I. G. M. y que el sistema no está totalmente integrado, sus nacientes se extienden hasta la zona de Cas-

telli. En este sector existe una gran cantidad de depresiones periódica o permanentemente inundables, con una red dendrítica, cribada, en proceso de integración paulatina. Mucho más al NW, el desmantelamiento de las superficies subestructurales permite observar la reorganización del escurrimiento, con tendencia a la organización de una futura red.

Prácticamente hasta la latitud de Tres Isletas toda el área drena hacia el colector principal, que en este sector no define un cauce neto y más bien constituye una red pinada, collar de cuentas. A esa altura, por el este, entre el colector principal y el valle del río Negro, se define el subsistema del A<sup>o</sup> Paso del Oso. Por otra parte, el A<sup>o</sup> Salto de la Vieja forma un canal bien definido y con esas características sigue hasta el límite norte de la carta Presidencia de la Plaza donde se interconecta con el A<sup>o</sup> Paso del Oso, en tanto que continúa hacia el sur (a lo largo de un paleocauce) con el nombre de Zanjón del Salto de la Vieja, al cual también afluye el A<sup>o</sup> Paso del Oso.

A lo largo de esa enorme cañada el escurrimiento es cañadoico, esteroico, y el potamoico apenas si está esbozado. De tal manera, desde allí hasta su desembocadura en el Negro, presenta secotres típicamente potamoicos, intercalados con ambientes de cañadas y esteros hasta llegar a la zona W de La Verde, donde se produce la transfluencia hacia el sistema A<sup>o</sup> Saladillo, como ya lo mencionamos.

A la latitud de X= 70°65', donde el colector principal forma un codo y se dirige al este, entre el mismo y el límite con el subsistema del Saladillo, se entienden hacia el sur, las subcuencas de la Cañada Curundú y del Bañado Panza de Cabra.

Estas dos subcuencas son largas, estrechas y paralelas al A<sup>o</sup> Salto de la Vieja.

La Cañada Curundú se desarrolla hasta más allá del estero La Tambora y su límite con la cuenca de El Polvorín es sumamente inestable, siendo la red completamente desintegrada y con tendencia a la formación de una integrada pinada.

La Subcuenca del Bañado Panza de Cabra, parecida a la anterior, presenta un mayor número de ambientes cañadoicos y esteroicos, presentando una red con mayor grado de integración y tendencia hacia pinada, dendrítica.

El eje principal se está desarrollando con rumbo NW, a lo largo de la cañada Liva y de la cañada Salada.

Las tres subcuencas: A<sup>o</sup> Paso del Oso, Bañado Panza de Cabra y cañada Curundú se caracterizan por la presencia de gran cantidad de ambientes cañadoicos y esteroicos, es decir, depresiones cerradas, periódica o permanentemente inundadas que durante las precipitaciones pueden entrar en cohesión entre sí, lo cual favorece la progresiva integración que los procesos pseudokársticos están generando (POPOLIZIO, E. (72)).

Podríamos decir entonces que la presencia del paleomodelo fluvial ha dejado innumerables cubetas cerradas, únicamente durante las grandes precipitaciones ellas consiguen interconectarse y fluir aguas abajo, aprovechando las depresiones originadas por los procesos pseudokársticos, y también algunos paleovalles fluviales reactivados.

En el tercer subsistema: del A<sup>o</sup> Saladillo, con excepción hecha del colector principal, el resto de la cuenca presenta las mismas características que hemos mencionado para el A<sup>o</sup> Salto de la Vieja.

Es notorio el proceso de progresiva integración de los ambientes cañadoicos y

esteroides, con tendencia a la generación de una red pinada, dendrítica.

Ello tenderá a modificar la divisoria con el subsistema del A<sup>o</sup> Salto de la Vieja, de manera tal que existen posibilidades concretas de captura de la subcuenca de la Cañada Curundú, pero especialmente, del A<sup>o</sup> Salto de la Vieja, ya que en la actualidad una parte importante de las aguas se derrama hacia el A<sup>o</sup> Saladillo.

De la misma forma, el límite con la cuenca del A<sup>o</sup> Polvorín es sumamente inestable.

Por su parte, el colector principal tiene a su vez posibilidades de ser capturado por efecto de acción regresiva de la cuenca del río Salado y del Estero Chajá, afluente del río Palometa, cuyas nacientes están a muy poca distancia del A<sup>o</sup> Saladillo.

En este subsistema es importante destacar que el escurrimiento potamoico, que caracteriza al colector principal, está acompañado por un escurrimiento backswámpico que se desarrolla a ambos lados del eje fluvial, y origina ambientes de cañadas y esteros paralelos al mismo.

## 9 - RECOMENDACIONES PARA EL MANEJO

### 9.1. Tendencia natural

Para poder establecer ciertas pautas para el manejo del recurso hídrico, es conveniente hacer algunas consideraciones con respecto a la tendencia natural del sistema geomórfico.

A pesar de que no todas las variables son perfectamente conocidas, podemos decir que existen muchos elementos que indican una manifiesta tendencia a la organización de una red de escurrimiento integrada, pinada, dendrítica, convergente (R<sub>Ip</sub>, d<sup>+</sup>).

Esta tendencia es consecuencia de una serie de procesos que están teniendo lugar en el área, entre los cuales podemos mencionar los siguientes: 1) Erosión regresiva con desmantelamiento de los paleomodelos fluviales y eólicos. Ello implica que el sistema tiene suficiente capacidad de intisión lineal, como para generar cauces secundarios o reactivación de los paleocauces, y arrastrar sedimentos que transportados aguas abajo favorecen la colmatación de los ambientes periódicamente inundables. 2<sup>o</sup>) Desarrollo de procesos pseudokársticos, cuya secuencia evolutiva tiende a la integración progresiva de las depresiones en redes integradas (POPOLIZIO, E. (72)). 3<sup>o</sup>) Colmatación biogenética de los ambientes periódicamente inundables, resultante de la ocupación de dichos espacios por vegetación flotante o arraigada, de ciclo anual.

La acumulación de biomasa muerta provoca una progresiva elevación del fondo de las cubetas, con lo cual disminuye su capacidad de embalse, se extiende el área inundable y en consecuencia, la superficie ocupada por las fisonomías anegables.

Ello genera una especie de retroalimentación cuya tendencia es a la desecación y consiguiente avance de las fisonomías correspondientes al sistema subáreo.

Lo antedicho se ve reforzado por tres factores: el primero, es el aumento de la evaporación en relación directa con el aumento de la superficie del espejo de

agua; el segundo, es la retención de sedimentos eólicos que genera la biomasa de los ambientes periódicamente inundables y el tercero, es el aumento de la evapotranspiración al aumentar el desarrollo espacial de la vegetación acuática.

En las fotografías aéreas se puede observar claramente que la red está definida en los sectores subaéreos, en tanto que se pierde y esfuma en los subacuáticos, lo cual le otorga en la actualidad su carácter de desintegrada. De la misma forma se nota que cuanto menos profundo es el ambiente subacuático, más avanzado está el proceso de definición de un canal de escurrimiento en el mismo.

Otra de las tendencias que se puede observar es la de originar fenómenos de captura.

Todo parece indicar que las redes situadas al sur y con rumbo general SE tienden a progresar más rápidamente, con lo cual podrían entrar en contacto con la cuenca del río Negro, originando capturas y derivado las aguas hacia otros cursos.

Esta tendencia general también tiene lugar dentro de la propia cuenca en estudio, siendo el ejemplo más notorio el del A<sup>o</sup> Salto de la Vieja que tiende a orientarse hacia el sur, desconectándose del río Negro y afluyendo hacia el A<sup>o</sup> Saladillo,

## 9.2. Modificaciones antrópicas

La ocupación progresiva de este espacio se ha realizado sin que se tuvieran en cuenta, por desconocimiento, la tendencia natural del sistema geomórfico y su gran susceptibilidad.

Como resultado de lo antedicho han tenido y están teniendo lugar modificaciones muy significativas, que han ido aumentando paulatinamente, y podrían verse aceleradas si no se toman una serie de medidas de protección.

El primer problema resulta del talado de la cobertura boscosa para el desarrollo de la actividad agrícola, que frecuentemente se inicia a lo largo de los paleocauces para terminar ocupando todo el espacio. Ello trae aparejado un aumento de las posibilidades para el desarrollo de procesos pseudokársticos.

Es fácilmente observable como en las superficies subestructurales aparece un modelo cribado en rápido proceso de integración, que llega a degenerar en verdaderas cárcavas o en una incipiente red de escurrimiento.

El quitado de la cobertura arbórea favorece la remoción eólica, que se hace tanto más intensa cuanto más al oeste, por las características climáticas y edáficas.

Los procesos de voladura y decapitación de suelos son bastante comunes, especialmente si se tiene en cuenta que la acción mantiforme del agua tiende a accentuarse e incluso a degenerar en subtipos filetiforme o surcoico, cuando falta la protección vegetal original y la acción eólica retira la parte superior.

Otro problema es consecuencia de los canales que se han construído en el área sin ningún plan director, con lo cual lo único que consiguió es favorecer la tendencia natural del sistema geomórfico, generando erosión de cabeceras, obstrucciones en las desembocaduras acumulación en las depresiones inundables.

El último problema que podemos mencionar es semejante al anterior y está originado por las vías de comunicación. Trazadas sin tener en consideración casi

para nada el sistema de escurrimiento, frecuentemente lo interfieren, como verdaderos muros de embalse, siendo causa de formación de nuevas áreas inundables e incluso transfluencias.

Los sistemas de alcantarillas frecuentemente están mal ubicados o con secciones insuficientes, dando lugar a importantes modificaciones en el escurrimiento.

### 9.3. Pautas para el manejo

Se podría enumerar un número bastante grande de pautas, pero muchas de ellas estarían condicionadas a decisiones de nivel técnico o político, que deberían tomarse a posteriori de este trabajo, y después de otros estudios de detalle aún no implementados. Por ello, solamente vamos a mencionar aquellas que puedan esbozarse a partir de los conocimientos actuales.

Creemos que es conveniente desagregar el problema en dos partes: la protección de Resistencia y el control de las secas y las inundaciones en la cuenca.

Con respecto a la primera, se nos ocurre que el área permite analizar algunas posibilidades: por un lado la derivación de las aguas de la cuenca del A<sup>o</sup> Saladillo hacia la cuenca del río Salado o del Palometa, ya que las nacientes de éstos, o sus afluentes, están a muy corta distancia de aquél como puede observarse en las cartas Makallé y La Escondida.

Por otro, se podrían construir embalses de regulación sobre el A<sup>o</sup> Saladillo y el mismo río Negro, pero especialmente en el primero por ser el que aporta mayor caudal y ya existen experiencias realizadas carácter transitorio por la Administración Provincial de Recursos Hídricos.

Estas dos variantes de ninguna manera son incompatibles entre sí; tal vez fuera conveniente integrar ambas, de manera que se derivaran los excedentes que no pudieran regularse con los embalses.

Con respecto a la segunda; control de las secas e inundaciones, creemos que habría que pensar en un sistema de canales que lograra definir una red integrada.

Ello tendría una serie de ventajas y la más importante es que podrían evaluarse los caudales y los tiempos de concentración de cada subcuenca, lo cual en la actualidad es muy difícil por la falta de integración, los retardos que generan las superficies inundables, y las transfluencias.

Sin embargo, ese sistema de canales provocaría una disminución de los tiempos de concentración y aumento de caudales de pico, por lo cual será necesario intercalar embalses reguladores que permitan el control del escurrimiento a nivel de subcuenca.

Por supuesto que todo lo antedicho implica una reorganización y planificación de la red vial, que por un lado debería actuar como delimitante de las cuencas, y por otro, como muro de embalse allí donde se construyan las unidades de regulación.

Lo expuesto significa una reorganización total del sistema siguiente su tendencia natural, pero lleva implícita la elaboración de un verdadero plan maestro, que tendrá que definir las diferentes etapas y niveles de proyecto, la instrumentación legal que compatibilice los intereses de las diferentes jurisdicciones y de la propie-

dad privada y las técnicas de manejo a nivel de áreas y de predios.

Además, deberá instrumentar, en paralelo, estudios en áreas y/o cuencas piloto que resuelvan a nivel de máximo detalle varios problemas, entre los cuales creemos necesario mencionar: 1<sup>o</sup>) Cómo se interrelacionan a nivel ecológico los ambientes subaéreos y acuáticos y cuáles serían los problemas que se generarían en los embalses de poca altura. 2<sup>o</sup>) A qué velocidad y con qué característica se desarrollan los progresos pseudokársticos, a fin de determinar su efecto sobre el escurrimiento, las áreas de cultivo, los canales, los terraplenes de embalse y las vías de comunicación. 3<sup>o</sup>) Cuáles serían las técnicas de manejo adecuadas en las áreas inundables y en aquellas que no lo son, con miras a evitar, o reducir al máximo los procesos de voladura y erosión de suelos. 4<sup>o</sup>) Posibilidades de desarrollar áreas bajo riego.

Resumiendo, creemos que el material cartográfico elaborado servirá de gran utilidad para el desarrollo de ese plan maestro, especialmente si se tiene en cuenta que constituye el primer trabajo que cubre un área tan extensa, a este nivel de detalle y desagregación, realizado para la llanura.

## BIBLIOGRAFIA

APARICIO, Francisco.

- 1 - 1960 - Región del Chaco. En: La Argentina Suma de Geografía. Buenos Aires. Peuser, T. I, Cap. 4 p. 406-418.
- 2 - 1960 - Parque Chaqueño. En: La Argentina Suma de Geografía. Buenos Aires. Peuser, 1960, T. V. Cap. 4, p. 388-392.
- 3 - 1960 - Fitogeografía. Dominio Chaqueño. En: La Argentina Suma de Geografía. Buenos Aires. Peuser. 1960. T. III, Cap. 2, p. 131-145.

ADAMOLI, Jorge; NEUMANN, Roberto.

- 4 - 1972 - El Chaco Aluvional Salteño (convenio INTA-Prov. de Salta). Revista de Investigaciones Agropecuarias, INTA, Buenos Aires.

BURGOS, Juan J.

- 5 - 1970 - El clima de la región noreste de la República Argentina en relación con la vegetación natural y el suelo. En: Bol. de la Soc. Arg. de Botánica, vol. XI, sept. 1970, pp. 37-109.

BURGOS, J. y HOFFMAN y otros.

- 6 - 1963 - Las tierras áridas y semiáridas en la República Argentina. Rev. IDIA. N° 186. Junio 1963, pp. 2-51.

BURGOS, J.J. y VIDAL, A.L.

- 7 - 1951 - Los climas de la República Argentina según la nueva clasificación de Thornthwaite. Rev. Meteoros I (1): 3-33.

CANOBA, C. y POPOLIZIO, E.

- 8 - 1968 - Estudio aerofotográfico de paleopotamología en un sector ribereño del río Paraná (Prov. del Chaco). Fac. de Ciencias, Ingeniería y Arquitectura. U.N.L. Rosario.

CAPPANNINI, D. y LORES, R.

- 9 - 1963 - Informe preliminar sobre los suelos del Departamento 1° de Mayo. Inédito. Inst. de Suelos y Agrotecnica. INTA.

CARMELICH, J. N.

- 10 - 1950 - Recursos forestales de la zona seca del Chaco. Trab. de Adscripción, Fac. Agr.

CASTELLANOS, Alfredo.

- 11 - 1968 - Desplazamientos naturales, en abanico, del río Salado del norte, en la llanura chaco-santiagueña.-santafesina. Inst. Fis. y Geol. U.N.L. Publicación LII. Rosario.
- 12 - 1973 - Estratigrafía y génesis de los valles fluviales en los bloques tectónicos pampeanos. La vida orgánica a través de los últimos tiempos geológicos en cada uno de los bloques. Inst. de Fisiografía y Geología. Serie A, N° 4, Notas. Rosario.

COMISION NACIONAL DEL RIO BERMEJO

- 13 - 1967 - Estudio hidrogeológico-geofísico en la localidad de Juan José Castelli. Chaco.-Buenos Aires. Inédito. 36 cm, 95 pp.

COMITE DE CUENCA HIDRICA DEL RIO BERMEJO

- 14 - 1976 - Diagnóstico de los recursos de la cuenca del río Bermejo. Equipo Técnico Provincial. Tomos 1 y 2.

COMISION ORG. 1a. EXPLORACION DEL TERRITORIO NACIONAL DEL CHACO

- 15- 1941 - El Chaco en 1940. Publicación efectuada por la Comisión Organizadora de la 1a. Exploración del Territorio Nacional del Chaco, en la Capital Federal. Buenos Aires, . Kraft Ltda.

CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES.

- 16 - 1970 - Estudio hidrológico de las provincias de Chaco y Formosa, con especial referencia a la evaluación de fuentes de reserva hídrica subterránea de algunas localidades. T.I, Buenos Aires. Inédito.

DE LA CHAUX, Enrique A. S.

- 17 - 1906 - Los problemas geográficos del Territorio Argentino. Hidrografía :La gran inundación de 1905. En: Rev. Univ. Buenos Aires. Año III, T. V, 1906, pp. 130-144 y pp. 220-227.
- 18-- 1908 - Las regiones físicas de la República Argentina. En: Rev. del Museo de la Plata. T. XV (2a. serie T.II) La Plata. pp. 102-131.

FRENGUELLI, Joaquín

- 19 - 1957 - Neozoico. En: Geografía de la República Argentina. GAEA. T. II, Ed. CONI. 1957.
- 20 - 1922 - Algunos datos sobre la falla del río Paraná y la estructura de sus labios. En Rev. Univ. Buenos Aires. Año XIX. T. XLIX.

FUENTES GODO, P.; CASTANY, Anselmo

- 21 - 1966 - Manejo de agua en suelos inundables dedicados a la producción ganadera. Presentando en Sao Paulo, en Congreso Internacional de Suelos.

FUENTES GODO, Pedro y AGUIRRE, Amílcar.

- 22 - 1969 - Desarrollo y mejoramiento de las cañadas costeras de pastoreo. Grupo C.R.E.A. (Fsa). Bol. N° 3. Es una traducción del Inst. Agro-técnico, extractado de YEAR OF AGRICULTURE, 1955. U.S. Original de Robert Williams - p. 444.

GROEBER, Pablo.

- 23 - 1958 - Bosquejo geológico y climatológico de Formosa. En: Bol. Acad. Nac. de Ciencias. T. IV. entrega 2-4: 265-84.

GROOT, J. Ph. D.

- 24 - 1971 - Cambios climáticos durante el Cuaternario indicados mediante espectro de polen en los sedimentos de la cuenca argentina. Soc. Geol. Boliv. Anales de la II Convención Nacional de Geología Bol. N° 16. La Paz.

HAUMAN, L.

- 25 - 1947 - El parque Chaqueño. En: La vegetación en la Argentina. GAEA. T. VIII. Buenos Aires, pp. 69-142.

JERABEK, Z. y REZANOWIKS, A.M.

- 26 - 1969 - Análisis de las fuentes de aguas potables en la Prov. del Chaco y cálculo y diseño de represas IV Congreso Nacional del agua. Neuquén, T. I.

LEDESMA, Lino; BORDON, S. y otros.

- 27 - 1974 - Introducción al conocimiento de los suelos del Chaco. Convenio: INTA Ministerio de Agricultura y Ganadería del Chaco. Ed. INTA. Buenos Aires.

MEYER, Teodoro.

- 28 - 1936 - Características de la flora del departamento de Resistencia (Chaco), de la Rev. Arg. de Agronom. T. II, N° 8, pp. 349 y sig. Buenos Aires.

MINERA TEA. C.F.I.

- 29 - 1970 - Estudio hidrológico de las provincias de Chaco y Formosa. T. I. y II. Buenos Aires.

MINISTERIO DE ECONOMIA Y OBRAS PUBLICAS

- 30 - 1969 - Regulación y control de aguas superficiales, partido O'Higgins, estudios topográficos: poligonal zona sureste. 2° tramo. Direc. de Hidráulica. Chaco
- 31 - 1970 - Regulación y control de aguas superficiales, partido O' Higgins, estudios topográficos: perfiles transversales, 3° tramo.

MORELLO, Jorge.

- 32 - 1967 - Bases para el estudio fitoecológico de los grandes espacios (Chaco Arg.). Ciencias e Investigaciones. Cons.Nac. de Inv. Cient. y Técnicas. T. 23, N<sup>o</sup> 6 pp. 252-267.
- 33 - 1970 - Ecología del Chaco. Bol. de la Soc. Arg. de Botánica. Vol. XI, sept. 1970, suplemente (IX Jornadas Argentinas de Botánica) Buenos Aires.
- 34 - 1975 - Informe ecológico del área de los Bajos Submeridionales. 3 tomos. Inédito.

MORELLO, J. y ADAMOLI, J.

- 35 - 1967 - Vegetación y ambiente del nordeste del Chaco Argentino. IX Jornadas Botánicas Argentinas. INTA. Bol. N<sup>o</sup> 3, sept. 1967.
- 36 - 1968 - Grandes Unidades de vegetación y ambiente del Chaco Argentino. I Parte: Objetivos y Metodología. INTA. Serie fitogeográfica N<sup>o</sup> 10. Buenos Aires.
- 37 - 1968 - Las Grandes Unidades de vegetación y ambiente del Chaco Arg. INTA. Serie fitogeográfica N<sup>o</sup> 13. Buenos Aires.

MORELLO, Jorge y ADAMOLI, Jorge

- 38 - 1973 - Subregiones ecológicas de la provincia del Chaco. En: Rev. Ecología N<sup>o</sup> 1, abril 1973, pp. 29-33.

MORELLO, J. y SARAVIA, C.

- 39 - 1959 - El bosque chaqueño, I paisaje primitivo, paisaje natural y paisaje cultural del oriente de Salta. Rep. Arg. N. O. Arg. 3 (1-2):5 - 82.

MUNICIPALIDAD DE RESISTENCIA - CHACO -

- 40 - 1956 - Saneamiento integral. 1<sup>o</sup> parte. Resumen del informe final. Contrato con SANINDTEC. 224 pp. (planos, planillas y planos).
- 41 - 1956 - Saneamiento integral. 2<sup>o</sup> parte, tomo III, obras de defensa, drenaje de lagunas y desagües pluviales. Contrato con SANINDTEC. 42 planos, 2 pág. índice.
- 42 - 1956 - Saneamiento integral. 2<sup>o</sup> parte. Tomo IV. Obras de defensa, drenaje de lagunas y desagües pluviales. Contrato con SANINDTEC. 38 planos, 2 pág. índice.
- 43 - 1956 - Saneamiento integral. 2<sup>o</sup> parte. Tomo V. Obras de defensa, drenaje de lagunas y desagües pluviales. Contrato con SANINDTEC. 76 planos, 2 pág. índice.
- 44 - 1956 - Saneamiento integral. 2<sup>o</sup> parte. Tomo VII. Obras de defensa, drenaje de lagunas y desagües pluviales. Contrato con SANINDTEC. 33 planos, 1 pp. índice.
- 45 - 1956 - Saneamiento integral. 3<sup>o</sup> parte. T.I. Inv. y Est. realizados. Compilación de antecedentes. Contrato con SANINDTEC. 238 pág.
- 46 - 1956 - Saneamiento integral. 3<sup>o</sup> parte. T.II. Invest. y estudios realizados, relevamientos topográficos.

- 47 - 1956 - Saneamiento integral. 3<sup>o</sup> parte. T.III. Investig. y estudios realizados. Estudios hidrológicos. Contrato con SANINDTEC. 104 planos y planillas.
- 48 - 1956 - Saneamiento integral. 4<sup>o</sup> parte. T.I. Antec. del proyecto y fundamento de las soluciones halladas. Contrato con SANINDTEC. 133 pág. (planos, planillas e inf.).
- 49 - 1956 - Saneamiento integral. 4<sup>o</sup> parte. T.II. Antecedentes del Proyecto. Contrato con SANINDTEC. 399 pág. (planos, planillas, informes).

MUÑOZ, Nobel.

- 50 - 1968 - Prospección hidrogeológicas en Fca. Pto. Tirol (Chaco). Buenos Aires. Dactilograf. 10 pp. 1 mapa.
- 51 - 1968 - Prospección hidrogeológica-geofísica en las zonas de Resistencia, Pto. Tirol y Colonia Benítez. Buenos Aires. Inédito. 36 cm. 51 pág.

PADULA, Eduardo y MINGRAMN, A.

- 52 - 1963 - The fundamental geological pattern of the Chaco Paraná Basin (Argentina) in relation to its oil possibilities. Present. June 26, 1963, Sect 1 paper 1.

PAGE, Juan.

- 53 - 1889 - El gran Chaco y sus ríos. En: Bol. del Inst. Geog. Arg. T.X: 242 - 8 y 252 - 76.

PAPADAKIS, J.

- 54 - 1960 - Informe preliminar sobre los suelos de la parte oriental de Chaco y Fromosa (Reg. Algodón) En: Rev. IDIA, supl. N<sup>o</sup> 1, p.p. 160.

PASOTTI, Pierina.

- 55 - 1953 - Paisajes del litoral. Apt. N<sup>o</sup> 1 del Anuario del Inst. de Invest. Hist. Santa Fe.
- 56 - 1956 - Los estudios geológicos de Ameghino en el Cent. de su natalicio. Fil. Rosario de GAEA. p. 22 a 32.
- 57 - 1959 - Contribución de las cartas geográficas a los estudios de tectónica. En: separata del Vol. IV-V del Archivo de Ciencias Biol. y Nat. Teóricas y Aplicadas.

PASOTTI, P. y CASTELLANOS, A.

- 58 - 1963 - El relieve de la llanura santafesina-cordobesa, comprendida entre los paralelos 32<sup>o</sup> y 33<sup>o</sup>30' y desde 62<sup>o</sup>45' hasta el río Paraná; Inst. de Fisiog. y Geol. U.N.L., Rosario, Public. XLVII, Rosario.
- 59 - 1967 - Breve nota sobre la morfología de la llanura chaqueña (Arg.) Inst. de Fis. y Geol. U.N.L. publicaciones LI. Rosario.
- 60 - 1967 - Rasgos geomorfológicos generales de la llanura pampeana en: separata del Bol. de la Fil. Rosario de la Soc. Arg. de Estudios Geográficos.

ficos, N° 3, jul. 1967, Rosario.

POPOLIZIO, Eliseo.

- 61 - 1970 - Algunos rasgos de la geomorfología del nordeste argentino. En: Bol. de la Soc. Arg. de Botánica vol. XI, sep. 1970, pp. 17-35.
- 62 - 1973 - Geomorfología de las áreas inundadas e inundables del N.E.A. I Simposio Nac. sobre manejo del agua y suelo en zona inundadas e inundables del N.E.A. Publ. de la Adm. Prov. de Rec. Hid. de la prov. del Chaco. Ed. Región. Pp. 43-72. 25 figs. Resistencia.
- 63 - 1973 - Algunas vinculaciones entre la geomorfofisiología y los estudios de Hidrología. Present. al VI Cong. Nac. del Agua. Santiago del Estero.
- 64 - 1972 - El pseudokarst y su importancia en los estudios hidrológicos del NEA. Presentado al VI Congreso Nacional del Agua. Santiago del Estero. Tomo I p. p. 137 a 197.
- 65 - 1974 - Aplicaciones de la Geomorfología a los proyectos de obras de embalse para el NEA. Trabajo y conclusiones del III Seminario de Grandes Obras Hidroeléctricas. p.p. 58 a 88.
- 66 - 1974 - Modificaciones en las características hidrológicas de la cuenca del Plata. Publicación del Centro de Geociencias Aplicadas. U.N.N.E. Serie C. Investigación. Tomo O N° 4.
- 67 - 1975 - Geomorfología de los Bajos Submeridionales. Presentado al II Congreso Iberoamericano de Geol. Económica. Buenos Aires.
- 68 - 1975 - Manejo integrado de los Bajos Submeridionales Edit. por el II Cong. Iberoam. de Geol. Econ. Buenos Aires,
- 69 - 1975 - Las redes de escurrimiento. Public. del Centro de Geociencias Aplicadas. U.N.N.E. Serie C. Investigación. Tomo 2 N° 3.
- 70 - 1975 - Geomorfología de los Bajos Submeridionales en el área del Chaco. Convenio UNNE - CFI. Tomo I. Inédito.
- 71 - 1975 - Los sistemas de escurrimiento. Publicación del Centro de Geociencias Aplicadas. U.N.N.E. Tomo II, N° 2.
- 72 - 1976 - La importancia de los procesos pseudokársticos en la evolución de las redes fluviales de la llanura. Publicación del Centro de Geociencias Aplicadas. U.N.N.E. Rev. Geociencias N° 6, p.p. 3 a 12.
- 73 - 1977 - Las grandes obras hidroeléctricas de la llanura y su integración al manejo de los recursos hídricos. Publ. del Centro de Geociencias Aplicadas. Serie C. Investigación. T. XIII, N° 3

POPOLIZIO, Eliseo; SERRA, Pilar y HORTT, Guido.

- 74 - 1975 - La clasificación taxonómica del Chaco. Publicación del Centro de Geociencias Aplicadas. Fac. de Humanidades-Fac. de Ingeniería. U.N.N.E. Serie C. Investigación. Tomo 3 N° 1.
- 75 - 1975 - Llanura oriental del Chaco con higrófilas. Publicación del Centro de Geociencias Aplicadas. Fac. de Humanidades-Fac. de Ingeniería. U.N.N.E. Serie C. Investigación. Tomo 3 N° 3.
- 76 - 1975 - Planicie de acumulación con bosques y sabanas inundables. Unidad 4.1. Publicación del Centro de Geociencias Aplicadas. Fac. Huma-

nidades-Fac. de Ingeniería. U.N.N.E. Serie C. Investigación. Tomo 3 N° 4.

- 77 - 1975 - Planicie subestructural del Chaco con sabanas parques y cañadas. Unidad 1.4.2. Publicación del Centro de Geociencias Aplicadas. Fac. de Ingeniería-Fac. de Humanidades. U.N.N.E. Serie C. Investigación. Tomo 3 N° 5.

PREGO, A. J.

- 78 - 1961 - Erosión eólica en la Argentina. En: Ciencia e Investigación, agosto, T. 17, N° 8, p. 307-323.

PROVINCIA DEL CHACO.

- 79 - 1958 - Pre-carta forestal de la provincia del Chaco. Ministerio de Agricultura y Ganadería de la Provincia. 1958 (Inédito).

RAGONESE, Arturo E. y CASTIGLIONI, Julio.

- 80 - 1970 - La vegetación del parque chaqueño. Bol. de la Sociedad Argentina de Botánica. Vol. XI, sept. 1970, suplemento (IX Jornadas de Botánica) Buenos Aires.

RINGUELET, Raúl.

- 81 - 1971 - Comunidades de agua dulce. En: Ciencia e Investigación. T. 27, N° 8 .  
82 - 1968 - Suelos del área de Bajo Hondo borde oriental del dorsal agrícola del Chaco. En: Rev. IDIA N° 252. Colonia Benítez.

SCHOBINGER, J.

- 83 - 1968 - Sudamérica durante el Pleistoceno tardío y el Holoceno, en relación con el hombre. En: Ciencia e Investigación. T. 24, N° 12.

SEELSTRANG, Arturo.

- 84 - 1889 - Informe de la Comisión Exploradora del Chaco.

SEJZER, Dina.

- 85 - 1973 - Variación de caracteres estructurales y funcionales en comunidades vegetales chaqueñas. En: Rev. Ecología, N° 1, p.p. 25-28.

SERRA, Pilar Yolanda.

- 86 - 1974 - Modelado fluvial en la Provincia del Chaco. (Tema trabajo Adscrip. Cátedra de Geomorfología Inédito.)  
87 - 1976 - Geomorfología del sitio urbano de Resistencia. Inédito.

SOLA, Juan y SOLA, Manuel.

- 88 - 1880 - Breve estudio sobre el Chaco y el Bermejo. Edit. Pablo Coni e Hijos. Buenos Aires.

TAPIA, Augusto.

89 - 1935 - Pilcomayo, contribución al conocimiento de las llanuras argentinas.  
Bol. N° 40. Dirección de Minas y Geología, Buenos Aires. 1935.

THEBAUT, Lucía Catalina.

90 - 1979 - Esquema de un estudio aerofotogramétrico sobre paleopotamología  
de la provincia del Chaco. Inédito.

VIDELA, PILASI, Enrique C.

91 - 1963 - Los niveles biológicos de las masas forestales En: Ciencia e Inves-  
tigación. T. 19, N° 11.