

Vicente Juan Ferreiro

GEOLOGO CONSULTOR

Geomorfología Aplicada a Problemas del Medio
Ambiente, Recursos Naturales Renovables y
Geotecnia

EXPEDIENTE N°

Agregado N°

80828

23 NOV/1982

FECHA

Buenos Aires, 22 de noviembre de 1982

28018

Señor

Secretario General del Consejo Federal de Inversiones

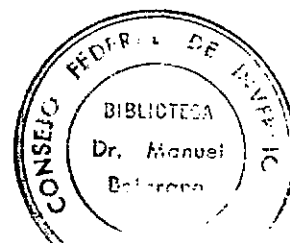
Cnl.(R)Carlos B. Pajariño

S / D

CATA

Presento a su consideración el informe parcial correspondiente al estudio "Red de Escurrimiento del Bañado La Estrella", expte. 094/69483. El mismo comprende la recopilación bibliográfica, el diseño de la red de drenaje básica y las conclusiones del trabajo de campo realizado, las que tienen el caracter de preliminares.--

Saludo a Ud. con mi mayor consideración



Geólogo Vicente J. Ferreiro

X.12

X.10

Fomoso

H. 1112

F 15

I

Vicente Juan Ferreira

GEOLOGO CONSULTOR

Geomorfología Aplicada a Problemas del Medio
Ambiente, Recursos Naturales Renovables y
Geotecnia

RED DE ESCURRIMIENTO DEL BAÑADO LA ESTRELLA (Provincia de FORMOSA)

Expte. 094/69483

Informe Técnico sobre el Trabajo de Campo realizado

El estudio, en marcha, para mejorar el conocimiento básico del funcionamiento de la red de escurrimiento del bañado La Estrella fué comenzado acorde con las previsiones del cronograma de trabajo establecido, realizándose en esta oportunidad las siguientes tareas:

- 1.-Recopilación y actualización bibliográfica.
- 2.-Diseño de la red básica de drenaje, en base a imágenes satelitarias.
- 3.-Control de campo.

1.-El primer trabajo efectuado fué la recopilación y actualización bibliográfica sobre el tema, tarea que estuvo a cargo de la Profesora Dora Lopez de Zorzi, quien viajó a Formosa para recoger, en esa ciudad, la información actualizada existente.-

El texto correspondiente acompaña este informe.-

2.-El diseño de la red hídrica superficial del area de interés se realizó en base a imágenes satelitarias, banda 7, escala 1:250.000 existente en la provincia de Formosa. Para ello se estudió una zona mayor que la supuestamente comprendida por el bañado La Estrella, es decir, se mapeó parcialmente, además, el area del bañado del rio Pilcomayo Superior sede de los aportes hídricos superficiales que constituyen, a nuestro entender, aguas abajo, un ambiente de bañados frontales y amplios cauces que desaguan a traves de algunos importantes cursos tales como el riacho Porteño y otros. Para la confección del mapa base se contó con la colaboración de la cartógrafa sra. Graciela Rovira.-

3.-El control de campo realizado, como se desprende del punto anterior, debió abarcar un recorrido mucho mayor que el circunscripto por el area del bañado La Estrella, comenzando para ello, la gira, en la provincia de Salta, en el punto en que el rio Pilcomayo Superior comienza a ser frontera argentino-boliviana (Hito I, Monte Carmelo).-

El viaje se realizó en dirección al Naciente, siguiendo los caminos que, desde el punto de partida y acompañando al río Pilcomayo Superior, finalizan en la localidad de Clorinda, en las vecindades de la desembocadura del Pilcomayo Inferior en el río Paraguay, con lo cual se logró obtener un panorama general del área problema.-

El itinerario seguido es el siguiente:

Aguaragüe-Monte Carmelo-Santa Victoria Este-Alto de la Sierra-Mosconi (ex El Chorro)-De Gásperi (ex Pozo de Maza)-Chañares Bayos-Juarez-El Quemado-Pozo del Tigre-Cabo 1º Lugones-Fortín Pilcomayo-San Martín 2-Güemes-Belgrano- El Espinillo-Laguna Blanca-Clorinda.-

Para realizar este viaje se contó con un vehículo automotor con chofer provistos por la Secretaría de Planeamiento de la provincia de Formosa, como también con fondos para reparaciones del vehículo y viáticos del chofer.-

Acompañaron al suscripto en esta ocasión los geólogos Carlos Monteros y Gerardo Marquez, ambos con importante experiencia práctica en los recursos hídricos de la región chaqueña, los que participan como colaboradores en este estudio.-

Resta por realizar un vuelo en avión o helicóptero, previsto, con el objeto de efectuar algunas observaciones en puntos de difícil acceso a lo largo del río Pilcomayo.-

OBSERVACIONES Y CONCLUSIONES PRELIMINARES

La zona conocida como bañado La Estrella se presenta como una región de bañados frontales que el río Pilcomayo Superior ha desarrollado a partir de la extremidad distal de un área lateral de desbordes conocida como bañado del río Pilcomayo, conformada dentro del explayado aluvial (o gran abanico aluvial) del citado río.-

Esta zona, marcada por la indecisión del drenaje encauzado, en virtud de la importante deposición de sedimentos realizada por el río en épocas pasadas (históricas y anteriores) recibe especialmente los aportes hídricos del bañado del río Pilcomayo, como ya se ha dicho anteriormente, por lo que su funcionamiento está íntimamente ligado al de aquel y, a nuestro entender, su estudio debiera realizarse en conjunto para una mejor comprensión del problema.-

El área que debiera incorporarse al estudio es, en la práctica, algo mayor que la comprendida en el mapa de la red hídrica básica, si se la con

sidera hasta el Hitó I, es decir, que debiera transformarse el estudio del bañado La Estrella en un estudio de la cuenca hídrica superficial del Pilcomayo Superior y eventualmente, extenderse también al Pilcomayo Inferior, si las necesidades del mejor conocimiento de la cuenca hídrica superficial así lo indicasen.-

Respecto de este último curso de agua se debe manifestar que no tendría comunicación directa con el Pilcomayo Superior sino a través de pequeños colectores pluviales locales, y nace en una zona de fuerte salinización donde no llega ningún aporte del Pilcomayo Superior. Dicho de otra forma, el Pilcomayo Inferior es un curso de agua independiente que cumple funciones de colector pluvial del área que cubre su cuenca.-

Es indudable que el río Pilcomayo Superior presenta un curso de comportamiento especial que es necesario poner en claro pero que no escapa a la regla general de un tipo de cursos de agua que, como el río Quinto de San Luis-Córdoba descarga todo su caudal en la llanura, en nuestro caso la llanura chaqueña argentino-paraguaya.-

El conocimiento claro y preciso de la morfología y dinámica del Pilcomayo Superior y sus desbordes actuales y pasados tiene, por otra parte, valor estratégico, ya que es parte de una frontera internacional donde el recurso agua puede ser manejado desde fuera del área fronteriza, induciendo una dirección de drenaje a través de uno de sus múltiples cauces difluentes paraguayos o argentinos, en una zona crítica.-

La decisión sobre como debe utilizarse un recurso natural como el ejemplificado por el río Pilcomayo constituye un problema político de tres naciones (Argentina, Paraguay y Bolivia), para resolver el cual, en forma correcta y equitativa deberá profundizarse el conocimiento del río y sus posibles difluencias y desbordes.-

El estudio básico o fundamental del bañado del río Pilcomayo Superior y bañado La Estrella, sin embargo, puede atacarse sin considerar el problema de fronteras, el que está vinculado a la utilización del recurso hídrico superficial, específicamente.-

Los perfiles a escala detallada propuestos para ser realizados como complemento del mapa geomorfológico podrían ser remplazados, con ventajas, por un mapa geomorfológico detallado (escala 1:100.000) confeccionado a partir de imágenes satelitarias a la misma escala existentes en Formosa, de acuerdo a lo informado por el Sr. Secretario de Planeamiento de la Provincia.-

RECOMENDACIONES

En base a lo expresado anteriormente se propone:

1.-Ampliación del estudio básico abarcando la cuenca hídrica superficial del río Pilcomayo Superior en territorio argentino (Provincias de Formosa y Salta) utilizando imágenes satelitarias falso color de junio/noviembre 1981/82 en escala 1:250.000, con el objeto de detectar con exactitud el área cubierta por las aguas del bañado del río Pilcomayo Superior, en función de lo aportado por el canal de Chañares Bayos, clausurado a fines de octubre del corriente año.-

Este trabajo significaría una ampliación del plazo de entrega del informe final y nuevos honorarios (3 meses).-

2.- Cambiar la confección de 2-3 perfiles en escala detallada (1:100.000) propuestos, por un mapa geomorfológico a la misma escala, realizado con una imagen satelitaria falso color existente en Formosa.

Este punto no implica nuevas erogaciones ni plazos, solo la autorización correspondiente por parte de las autoridades del C.F.I. para su realización.-

Dado que existen otras imágenes satelitarias a escala detallada (3 imágenes más) que cubren parcialmente el bañado del río Pilcomayo Superior, si se previera trabajar además sobre ellas, sería necesario ampliar tiempo de trabajo y nuevos honorarios (3 meses más).-

No han sido previstos eventuales controles de campo para aclarar problemas puntuales, ya que su costo sería mínimo.-

Buenos Aires, 22 de noviembre de 1982



Geólogo Vicente J. Ferreiro

ANTECEDENTES

Se describen a continuación algunos estudios del área del Bañado de la Estrella y su zona de influencia, los cuales se consideraron significativos como antecedentes para este Estudio.

"RIO PILCOMAYO-BAÑADO LA ESTRELLA" (Pcia. de Formosa)

Estudio basado en la Teledetección Satelitaria Programa LANDSAT y Procesamiento GEOPIC - Estudio realizado en 1981 - Organismos participantes: Secretaría de Planeamiento y Desarrollo (Pcia. de Formosa), AEROTERRA (Argentina) y EARTH SATELLITE CORPORATION (U.S.A.).

El objetivo general de este trabajo fue el de obtener mediante sistemas avanzados automáticos de precesamientos e interpretación satelitaria. Sistema GEOPIC (Standard, pseudo-relación, Eigen y/o digital contraste) información regional temporal del sistema del río Pilcomayo-Bañado La Estrella, a escala 1:100.000, para un conocimiento actualizado de la dinámica del área y zona de influencia.

En la sección primera se localiza geográficamente el área de estudio del proyecto, la que comprende aproximadamente 38.000 Km², incluyendo una porción del río Pilcomayo y áreas adyacentes. Las imágenes Landsat se procesaron utilizando el sistema GEOPIC (con el objeto de obtener una cobertura completa de los 38.000 Km²). El análisis de la cubierta terrestre de la hidrología y fisiografía de la superficie fue efectuada en un área de 17.000 Km², en los que se realizó un detallado análisis a escala 1:100.000.

El área del proyecto comprende porciones de cuadro Path-Row de imágenes Landsat definidas por los siguientes identificadores: 244/77; 245/76; 245/77 y 246/76.

El análisis de área realizado a escala 1:100.000 de los 17.000 Km², está comprendida por la primera mitad inferior de las imágenes Landsat del Path-Row 76.

En la sección dos y tres (II y III) se describen ampliamente las características del procesamiento digital GEOPIC de las imágenes satelitarias así como los reconocimientos de campo realizados, las correlaciones en-

tre las observaciones de campo e imágenes Landsat-GEOPIC procesadas, lo que permitieron detectar:

- Cambios temporales Hidrológicos
- Estudio Fisiográfico
- Clasificación de la Cubierta Terrestre.

En la sección cuatro (IV) se describen las características básicas del procesamiento de imágenes GEOPIC utilizado en el proyecto Río Pilcomayo-Bañado La Estrella. En el presente estudio se utilizaron 14 imágenes Landsat de las cuales 10 solamente fueron procesadas y usadas.

Después del procesamiento por computadoras, las imágenes GEOPIC fueron convertidas de un formato digital en cintas de computación magnéticas a películas fotográficas, de donde los productos son generados para su análisis y distribución.

Se muestran a continuación tres imágenes GEOPIC realizadas para las bandas del MSS 4, 5 y 7 respectivamente, para la imagen Landsat del 15 de noviembre de 1980. Las tres bandas MSS son fotográficamente compuestas para producir una imagen GEOPIC falso color.

A continuación se muestra la imagen GEOPIC-TDCS RATIO. Anterior a la etapa fotográfica se obtuvieron histogramas bidimensionales para la imagen geométricamente corregida del 15 de noviembre de 1980, usando combinaciones multibanda con la mayor correlación espectral (MSS 4/5, 5/6 y 6/7).

Luego se realizó un alargamiento del nivel de grises en c/grupo de pixels que se encontraban a lo largo de una línea perpendicular al eje de 45°. La imagen TDCS resultante realza contrastes tonales particularmente invisibles de la superficie terrestre.

Posteriormente se muestra la imagen GEOPIC EIGEN (Análisis de Componente Principal) para la escena del 15 de noviembre de 1980. Es una técnica utilizada en la descripción y discriminación de tipos de suelos, rocas, cobertura vegetal cuando se dispone de poca información.

En la sección cinco (V) se describe el "fotomapa" Landsat. Las distintas imágenes procesadas digitalmente por el sistema GEOPIC fueron ensambladas para la preparación de dicho fotomapa a escala 1:100.000, cubriendo un área de 38.000 Km² que incluyen los 17.500 Km² del proyecto río Pilcomayo-Bañado La Estrella. El fotomapa así obtenido proporciona una visión en infrarrojo

jo color compuesto de la realidad geográfica. La serie de fotomapas Landsat está integrada por cuatro hojas Landsat compiladas de las porciones comprendidas en las cuatro imágenes Landsat, seleccionadas.

En la presente sección se describe la metodología y procedimientos empleados para la confección de la serie de fotomapas entregados a la Provincia a escala 1:100.000.

En la sección seis (VI) se describen las variaciones temporales en la distribución de los rasgos y/o patrones hidrológicos para el período 1972-1980. Estos cambios son mostrados en un mapa especial en color a escala 1:100.000 obtenido por la comparación computarizada de la imagen Landsat del 1° de setiembre de 1972 con la del 15 de noviembre de 1980. Acompañan este capítulo tablas que muestran una clasificación de los rasgos y/o modelos hidrológicos observados en la zona de estudio, de acuerdo al nivel de actividad actual y a los procesos que han intervenido en su formación.

Estos rasgos incluyen los canales activos del río naturales y/o artificiales; las áreas sujetas a inundaciones durante los períodos de desbordes del río; los lagos semipermanentes en las depresiones y tierras altas; los esteros, cañadas y porciones no llenas con agua de los madrejones y meandros. Las imágenes Landsat-GEOPIC en sus distintos procedimientos (standar, ratio, eigen) sirvieron para la identificación en las tierras altas de rasgos hidrológicos tales como cañadas y canales abandonados y su asociación con la corriente de agua y lagunas pequeñas.

En la sección siete (VII) se realiza el análisis temporal de los cambios de nivel y superficie ocupada por las aguas superficiales, especialmente con la dirección de las aguas y las planicies sujetas a inundaciones del río Pilcomayo-Bañado La Estrella, durante el período 1972/1980. Fue realizado un mapa escala 1:100.000 teniendo como fondo la imagen satelitaria infrarroja blanco y negro (Banda 7) del 15 de noviembre de 1980 y con distintos colores sobreimpresos sobre dicha imagen se muestra el principal curso y las "modificaciones" o "transfluencias" artificiales, en los años 1972-1976, 1978 y 1980, producidas natural y/o artificialmente.

Se enfatiza en esta sección que el análisis anual y estacional de las variaciones del nivel de aguas no fue realizado por el incompleto cubrimiento temporal satelitario de fechas consecutivas para las estaciones húmeda y seca. Además en el presente capítulo se han sugerido varias causales

acerca de las variaciones anuales de las descargas del río Pilcomayo y sus relaciones con la superficie ocupada por las aguas.

En la sección ocho (VIII) se realiza el análisis fisiográfico general del área del proyecto, la cual abarca las planicies intermedias del Chaco, entre las más secas y altas del oeste y las bajas adyacentes al Paraguay en el este. Se describe el clima y especialmente los rasgos de relieve y drenaje. Los rasgos de drenaje observados son:

- . canal activo del río Pilcomayo
- . agua que escurre en láminas a través de los bañados durante las inundaciones
- . lagos semipermanentes en forma de media luna
- . esteros y cañadas, etc.

También se describen los suelos observados en la zona de estudio como formados por depósitos eólicos y fluviales. El desarrollo relativo de sus horizontes se las correlaciona con la edad de las superficies geomorfológicas asociadas. Los perfiles observados sugieren la existencia de variaciones climáticas, especialmente en el promedio anual de precipitaciones, que pueden acelerar o retardar los procesos pedogenéticos. Se describen los suelos de las Tierras Altas y de la Planicie de Inundación. Más adelante se describe la vegetación. Esta refleja marcadamente las unidades pedológicas, al igual que los rasgos fisiográficos.

Los rasgos y procesos geomorfológicos de la planicie del Chaco en el área del Bañado La Estrella, se describen separadamente y se enfatiza acerca del origen de la planicie como resultado de una agradación fluvial muy intensa, predominando los brazos aluvionales presentes y pasados de los ríos Bermejo y Pilcomayo. Se presentan un plano y un perfil esquemático de la evolución de la superficie chaqueña, en el área del Bañado La Estrella, los que se adjuntan a continuación.

Se describe la planicie de inundación del río Pilcomayo, la que tiene muy poco relieve, encontrándose las partes más altas hacia el borde del río Pilcomayo, mientras que los "malecones" naturales alcanzan niveles superiores a los cinco metros. A su vez las tierras altas limitan el río Pilcoma-

yo hacia el norte y sur, siendo denominadas "Vieja Superficie Chaqueña". Constituye un paisaje compuesto. Las partes más antiguas de este superficie pertenecen al Terciario tardío o Pleistoceno temprano. Las áreas de Transición, son zonas secas la mayor parte del año y su vegetación característica es el "cactus" con árboles y arbustos diseminados. Serían según se las considera, áreas que representan malecones naturales de etapas anteriores, no muy antiguos, del desarrollo de las planicies chaqueñas, probablemente cubiertas de vegetación hidrofílica durante el período activo de formación y acumulación de los malecones cuando sus canales asociados transportaban la mayor parte del caudal del río Pilcomayo.

Se detallan posteriormente los procesos geomórficos observados en el área, los que son clasificados de acuerdo a su lugar de acción. Se hace una evaluación del paisaje y una identificación y clasificación en 3 categorías de los rasgos predominantes.

- . rasgos terrestres de agradación (planicies, deltas, etc.)
- . rasgos terrestres de erosión (sedimentos, espolones, valles)
- . rasgos terrestres mixtos o compuestos (delantales coluviales)

Posteriormente se esbozan, para finalizar esta sección, los productos cartográficos que surgieron del presente informe basados en la tecnología y metodología descriptas.

- mapa fisiográfico LANDSAT-GEOPIC, en base de la imagen del 15 de noviembre de 1980 y al estudio de las distintas imágenes procesadas a escala 1:100.000. Se acompaña la leyenda que describe los principales rasgos fisiográficos.
- mapa secuencial de rasgos fisiográficos e hidrológicos, a escala 1:500.000, mediante el estudio secuencial de las imágenes satelitarias seleccionadas del período 1972-1980 (1° de setiembre de 1972; 29 de marzo de 1976; 11 de febrero de 1978; 5 de marzo de 1979 y 15 de noviembre de 1980).
- mapa hidrología superficial de la completa pcia. de Formosa a escala 1:1.000.000 mediante el estudio de las imágenes satelitarias período 1972-1980.

La sección nueve (IX) se refiere al análisis de la cubierta vegetal.

Se describen los precedimientos del análisis y la clasificación multiespectral utilizado en el sistema GEOPIC-INTERAC por AEROTERRA S.A.-EARTHSAT, para producir la cartografía por computadora a escala 1:100.000 de la cubierta vegetal, utilizando como base la imagen satelitaria del 15 de noviembre de 1980. La clasificación obtenida, usa una única aproximación, que combina las técnicas "no supervisadas y supervisadas" con algoritmos propios y exclusivos, lo que permitió mapear la cubierta vegetal en 12 categorías en la zona del proyecto de 1.531.630 hectáreas. Las 12 categorías fueron estratificadas y cuantificadas y a su vez se estimó el porcentaje ocupado por cada una de ellas en el área del proyecto.

El mapa resultante en color, a escala 1:100.000 pareciera tener como problema, la similitud de los tonos de algunos colores.

La última sección del presente trabajo se refiere a Conclusiones y Recomendaciones, finalizando con la bibliografía usada.

EVOLUCION DE LA SUPEFICIE CHAQUEÑA

Perfil Esquemática — Norte a Sur

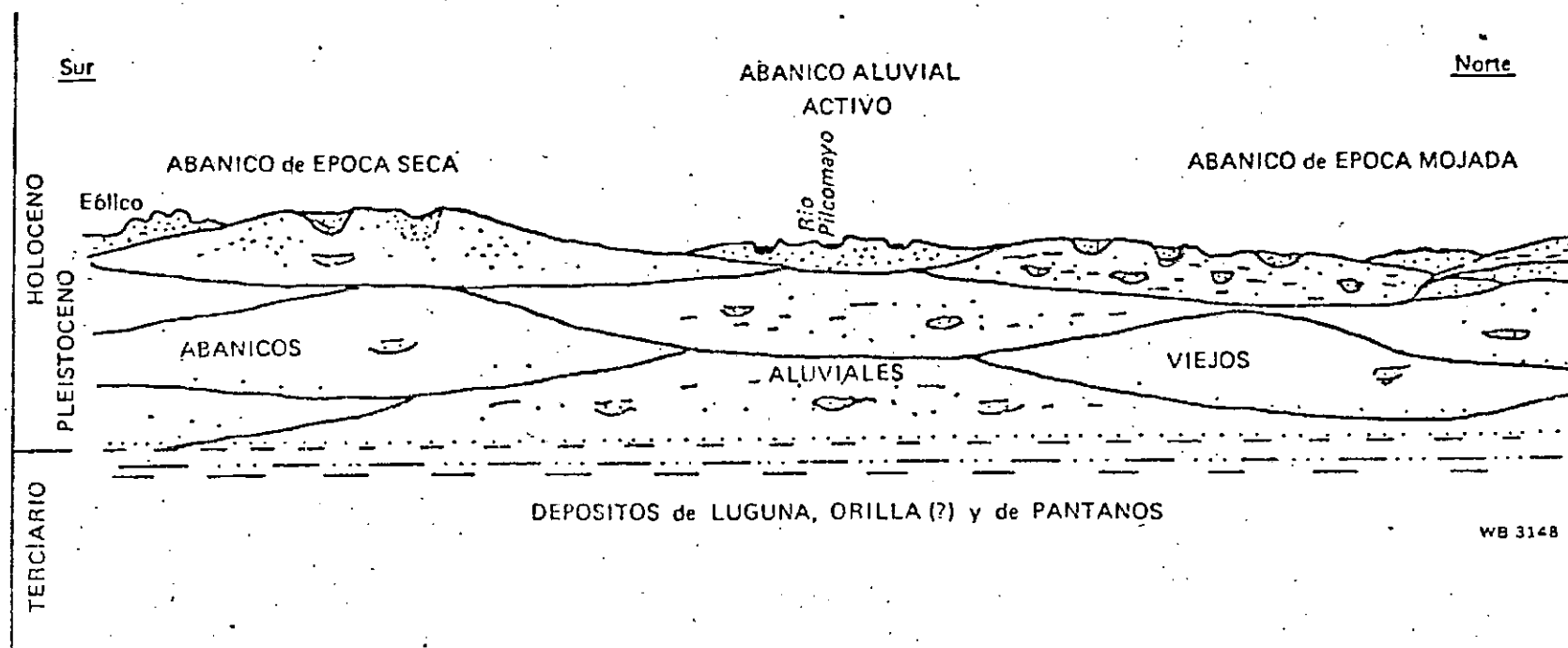
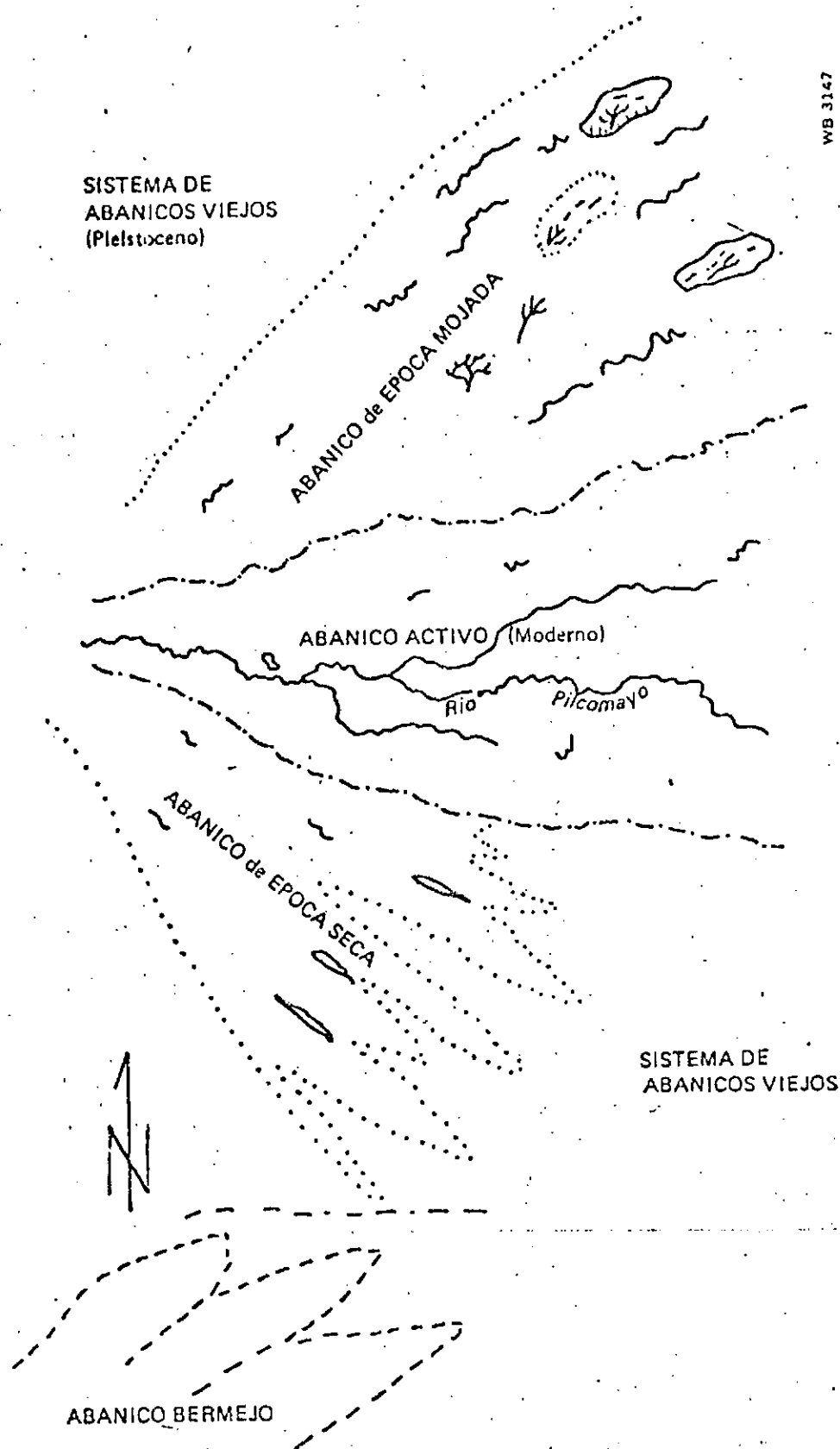


FIGURA 8.2

EVOLUCION DE LA BURENIFICACION
Plano Esquemático de la Región Bañado La Estrella



WB 3147

FIGURA 8.1

FONDO NACIONAL DE ORDENAMIENTO AMBIENTAL - SUBSECRETARIA DE ORDENAMIENTO AMBIENTAL. S.E.T.O.P. - Informe Hidrológico (Provincia de Formosa) - Area Medio Natural Modificado. 1979.-

Se describe al Recurso Hídrico de la Provincia de Formosa haciendo referencia:

- a las características físicas generales del "Gran Chaco"
- a la tendencia de los procesos relacionados con las variaciones del recurso

Además se evalúan:

- * - la disponibilidad del recurso (superficial y subterráneo) y su calidad
- los subsistemas del Río Bermejo y Río Pilcomayo (análisis de caudales - sedimentos - etc.)
- problemas de inundaciones (por desborde de los grandes ríos y/o lluvias más o menos intensas y torrenciales)
- desagüe de esteros y cañadas.

Merece especial referencia el análisis realizado respecto de la "dinámica histórica del Río Pilcomayo" y sus posibles causales.

Desde principios de siglo, según lo demuestra la cartografía y descripciones de la época, el río Pilcomayo es objeto de estudios. Estos demuestran el retroceso operado en su cauce por colmataciones y obturaciones. En esa época, llegaba hasta poblado Navagán, unos 100 Km aguas arriba de Fortín Nuevo Pilcomayo, aproximadamente.

En épocas de desbordes, parte del agua alimentaba la laguna Parantina, de donde nacía el río Confuso para desembocar, luego de un recorrido de ca

si 400 Km en el río Paraguay. Parte también alimentaba al estero Patiño, el que a su vez alimentaba a los ríos llamados Pilcomayo Inferior brazo Norte y brazo Sur. (Figura a)

En 1935, Tapia en su trabajo sobre "Llanuras argentinas" afirmaba que la continuación del río Pilcomayo Superior, era el río Confuso (sin especificar cual de sus dos cauces, si el actual en ese momento o el seco).

También en 1941, P. Groeber al estudiar el desarrollo de la red de drenaje en Sud América, establece que "la captación del río Pilcomayo y del estero Patiño es incipiente y son tres los arroyos que tratan de atraer las aguas hacia el río Paraguay (el Pilcomayo, Verde y Confuso), no estando decidido cual de ellos desaguará definitivamente al estero". Además "hace llegar el Pilcomayo al gran colector" (pág. 18).

En el año 1933, el río Pilcomayo abandona su cauce en el lugar denominado Horqueta (1933) para trasladarse mucho más al norte, hasta el paraje Zanja de la China bifurcándose en dos brazos: Esteros de los Brazos Norte y Sur del Pilcomayo. (Fig b y c).

El brazo Norte pasaba por Tapera Monte Lindo y Ea. Tinfunque, y el brazo Sur, por Fortín Sorpresa y Salazar y también Laguna Bella. Ambos esteros se continuaban hacia el este y se unían a la altura de Fortín Chañar y Fortín Caracoles, pasando por Laguna Berá, para a su vez originar el Confuso.

La rama más importante era la del Sur, que llevaba la totalidad de las aguas en épocas de volumen normal. La rama del Norte, en proceso avanzado de obturación, se consideraba un brazo abandonado que solo era funcional, en épocas de crecida, es decir de aguas altas en verano.

La Hoja 2 "Gobernación de Formosa", a escala 1:250.000, editada por el I.G.M. (Instituto Geográfico Militar), ilustra el estado en aquel momento del diseño de drenaje del área de Patiño. En esa Hoja es evidente que la cabecera del sistema fluvial, estaba ubicada entre los meridianos 59° y 61° . (Figura d).

En el paraje denominado "Horqueta 1945" u "Horqueta Yackoleff", el río Pilcomayo produce un cambio de rumbo. Al desbordar, llegan las aguas hasta el bañado de Tinfunque, 50 Km aguas abajo de Fortín Nuevo Pilcomayo.

Aproximadamente a la latitud de 22° 40' y a la longitud de 62° 15' la corriente pasa por un área de inestabilidad excesiva, lo que produce al parecer, una gran deposición de sedimentos. Esta zona parece ser la que, en al-

gunas oportunidades, fuera el origen del sistema Monte Lindo. Aquí, el río Pilcomayo giró hacia el Sur y adoptó un nuevo cauce que corre paralelo al viejo sistema Monte Lindo, a 10 millas al sur, según las descripciones de Lange, en 1905. También éste menciona cauces anteriores, en toda esta zona.

El cauce de 1968, detectado en las fotografías aéreas de la zona, a escala 1:75.000 (pertenecientes al I.N.C. y T.H., sección Formosa), donde cruza la latitud de $23^{\circ} 30'$, parece ser el que Lange menciona en su oportunidad.

Geólogos de la época, como ya fueron mencionados, Tapia, Groeber, Cordini y otros predecían que el "salto" formado en el Salto Palmar, que ya en épocas de Cordini tenía casi cuatro metros de alto, produciría un canal continuo y el encauzamiento del río Pilcomayo. Esto no ocurrió.

En Zanja de la China (latitud $23^{\circ} 52'$ y longitud $60^{\circ} 37'$), el pilar astronómico estaba 80 cm por encima del suelo (cota 148,26); el 30 de agosto de 1942, estaba semienterrado por los sedimentos arrastrados por la corriente de principios de año y su altura había disminuído hasta 0,25 m, mientras que a principios de octubre de 1943 quedó enterrado bajo 20 cm de sedimentos. Lo que significa que al alcanzar la cota aproximada de 147,46 m las aguas del Pilcomayo desbordan en Zanja de la China inundando la región (deposito de 1 metro en tres años).

El estero Patiño en 1943, era una zona de inundación por las aguas de desborde (en los meses de marzo, abril y mayo), a la altura de Laguna La Bella. Desde el Fortín Salazar se dirigen las aguas al sudeste siguiendo por las inmediaciones de El Quebracho hasta alcanzar la cuenca del Patiño. De esta manera engrosan el volumen de Salto Palmar y drenan fácilmente por el Pilcomayo inferior.

El análisis de estadísticas pluviométricas y los aforos de Ea. Thalman y Ea. Estero Patiño, permiten estimar por diferencia la cantidad de agua trasvasada, y concluir que el aporte del Pilcomayo Superior a la alimentación del Patiño es del orden del 3% escaso. Esta región fue un estero de superficie continua, pero ya en 1944, era una cuenca inundable con grandes área que permanecen secas hasta seis meses del año, con depresiones que conservan agua mayor tiempo, las cuales, como en el caso del Pampa Ih pueden estar inundadas todo el año.

A los cambios que provocó la desecación paulatina del Patiño, fenómeno que afectó a toda la cuenca, hay que agregar los acarreados por el régimen de sumersión, a que están sometidas algunas de sus partes, además de aque-

llos cambios provocados por el afloramiento de napas freáticas.

En 1972, el denominado estero Patiño estaba seco, poblado de pastizales.

Ya en 1968, por sucesivas colmataciones y obliteraciones de cauces, el río Pilcomayo dejó en seco la estación de Aforos de A. y E.E. (Agua y Energía Eléctrica), instalada a orillas de Fortín Nuevo Pilcomayo. El río en 35 años, desde 1933 retrocede casi 100 Km a un promedio de 3 Km/año.

La horqueta en que el río se divide en dos ramas, se movió continuamente aguas arriba desde 1967 a 1972, cerca de 15 Km. Importantes cambios siguen sucediéndose aguas arriba, año tras año.

Durante las crecientes de marzo y abril de 1974, el río Pilcomayo Superior se salió de su cauce, arriba de la Misión de San Leonardo. (Este es un establecimiento dirigido por sacerdotes alemanes pertenecientes a la orden de los Oblatos de María Inmaculada).

La creciente escurrió por cauces antiguos, por el norte del río Verde, afluente paraguayo del río Paraguay, que escurre al noreste.

Estos cauces estaban secos o en vías de desecación el 31 de agosto, fecha en que se visitó dicho lugar. Cerca de la misión San Leonardo los caudales bajos del río Pilcomayo parecían haberse trasladado 7 Km al norte de su antiguo cauce, escurriendo posteriormente por una serie de pequeñas lagunas tales como laguna Escalante, laguna Tres Palmas y el bañado Ea. Eliseche-Cué, depositarias de la totalidad de sedimentos que lleva la corriente. Estas depresiones están unidas por un cauce que desaparece a corto trecho.

Se apreció entonces la no existencia de ninguna conexión entre los escurrimientos del Pilcomayo superior e inferior, aunque no se descarta la posibilidad de algún escurrimiento superficial o subterráneo hacia el mismo.

Este comportamiento del Pilcomayo existe desde abril de 1974 y su dinámica futura no podrá predecirse, como veremos.

Al finalizar 1975, estaba colmatando a más de 80 Km en línea recta de Fortín Nuevo Pilcomayo, más precisamente en la localidad de Sombrero Negro población arrasada completamente evacuada. La misma fue reinstalada a 20 Km de allí, en el paraje Vaca Perdida (a mitad de camino de Pozo de Maza). El desborde y derrame fue en este año casi exclusivo para el área argentina, ingresando el 80% de los mismos. Se alimentaron así lagunas y bañados como: la-

guna Los Pájaros, Las Vidalitas y bañado La Estrella respectivamente.

Un año después, en 1976, en marzo el fenómeno se localizó 12 Km aguas arriba de Sombrero Negro, inundando en esta ocasión el territorio paraguayo (ingresó a Formosa tan sólo el 10%). Este desborde y derrame se produce a través de vías débiles de escurrimiento, activando paleocauces. Uno de éstos inundó a Fortín General Díaz (Paraguay).

Ríos paraguayos, como el Monte Lindo, evidenciaron la crecida por desborde, no así ríos argentinos, que mantuvieron sus niveles sin incrementar los.

En 1977, el río Pilcomayo desborda en las cercanías de la localidad formoseña de Buena Vista, entrando a territorio paraguayo casi un 95% del derrame. Este desborde penetra a través de canales artificiales. Estos canales fueron detectados en fotografías aéreas de 1968. Se cree que su construcción fue realizada con fines de riego. Según observaciones realizadas en un sobrevuelo en marzo de 1976, previa fotointerpretación del área, se constató la existencia de dichos canales, de dimensiones considerables, en número de tres, con barrancas altas y fácilmente erosionables.

En enero/marzo de 1978, se produce nuevamente el desborde y posterior derrame de las aguas de crecida. Este año se produce en Puerto Cabo Irigoyen. Dichas aguas escurren por territorio argentino, inundando y creando problemas en la población antes mencionada, además del paraje El Quebrachito, 25 Km hacia el sud-sudeste.

El agua de desborde que ingresa en Formosa es de considerable volumen, de un 40/45% del total. Fue mucho mayor que la penetrada el año anterior, estimándose que cubrió una superficie aproximada de $1.500/1.600 \text{ Km}^2$, llegando hasta Fortín Soledad y Fortín Lencina (unos 140 Km de longitud).

El desborde arrasó, como lo hace año tras año, con lo que encuentra a su paso. En esta oportunidad las poblaciones de El Quemado, Bajo Hondo, Palma Sola, Bajo Verde, Guadalcazar, Fortín Soledad, Posta Lencina y El Descanso.

Respecto al agua ingresada a territorio paraguayo, lo hizo a través de los canales mencionados anteriormente, los que quedaron parcialmente obliterados por la sedimentación y por ende, inutilizados.

Los flujos laminares de desborde, año a año tienden a dirigirse más hacia el sur, ya que por las inundaciones sucesivas, el suelo queda a través

de los encharcamientos estacionales y aporte de sedimentos en suspensión con desniveles locales, originándose una topografía de microrelieve. Esto endica y desvía los flujos. Se pierde parte del caudal líquido por evapotranspiración y por algo de infiltración.

Teniendo en cuenta este hecho, además de las características topográficas zonales, tales como el suave gradiente, elevada infiltración de los suelos en áreas de paleocauces, el alto grado de evaporación y el déficit pluviométrico, hacen suponer que la entrada de las aguas de crecida hacia el denominado bañado La Estrella o localmente llamados bañados de Pilcomayo, se vería seriamente modificada. A su vez, este hecho modificaría la alimentación del arroyo Salado, con nacientes en El Yuchan, pasando por el Bajo de Los Turcos.

Este arroyo nutre a su vez a la laguna La Salada y a través de ésta mediante un canal, al riacho El Porteño. El Arroyo Tatú Piré y Pavao también nacen en el área.

A fines de 1978, los desbordes llegaron a dicha laguna y con fuertes precipitaciones pudieron alimentar la red de drenaje originada allí, como se expresó.

Sería necesario prever mediante estudios de detalle el comportamiento de las variables que influyen en la hidrodinámica de la escorrentía superficial, ya que los condicionantes naturales, indicarían el escurrimiento hacia áreas más al sur, con lo que la presa proyectada para el riacho El Porteño, quedaría sin alimentación, o solo librada a las lluvias locales o desbordes extraordinarios.

A mediados de febrero de 1979, la provincia de Formosa ofrece una situación paradójal. Mientras en el noroeste, las aguas del río Pilcomayo, inundan destruyendo no menos de diez poblados, sembradíos y todo lo que encuentran a su paso, en otras áreas de la provincia, se sufre sequía.

El desborde comenzó, según informaciones periodísticas, en el Paraje María Cristina, aproximadamente a 30/35 Km de La Paz, frontera con Salta. Las poblaciones afectadas son María Cristina, San Miguel, Santa Teresa, Palma Sola, Tucumancito, San Andrés y Puerto Cabo Irigoyen.

. Se explican a su vez las causas que provocan el fenómeno de taponamiento y/o retroceso del río; se asevera que es necesario para ello estudiar el río en forma integral, o sea desde sus nacientes y durante todo su recorrido.

El río Pilcomayo nace en las estribaciones de la cordillera de los Andes, en Bolivia, a casi 5.000 m de altura. Desde allí hasta Villamontes (República de Bolivia) situada a unos 400 Km de distancia, corre encajonado por profundas gargantas, recibiendo numerosísimos afluentes, llevando una pendiente superior al 1% (más de 4.000 m de desnivel en 400 Km).

La época de lluvias en esa región boliviana es octubre-diciembre. Las fuertes lluvias hacen que los afluentes del río Pilcomayo aporten un gran caudal líquido y sólido (gravas, arenas, limos) los que son llevados fácilmente debido a la gran pendiente.

Al llegar a Villamontes y desde allí hasta Sombrero Negro (República Argentina) el panorama cambia por completo. Aquí el río no recibe ningún afluente, la pendiente es menor al 0,1% y las barrancas son bajas de material no consolidado.

Todo el material sólido (grava, arena, limo) que trae de la alta cuenca debe transportarlo aguas abajo. A éste debemos sumarle las barrancas que se desmoronan, los árboles que caen con ellas y los depósitos de arenas y troncos dejados por pasadas inundaciones.

En estas condiciones, el río no puede arrastrar tanta carga sólida y debe primero, dejar una parte en sus márgenes (Villamontes a La Paz), un poco más aliviado corre de allí a Puerto Irigoyen y de allí en más comienza a depositar en su lecho y en su parte terminal.

De esta forma, todos los años, deja de 10 a 15 Km de su recorrido final taponado o "enlamado". Este taponamiento es el que a su vez produce los desbordes (aprovechando la poca altura de las barrancas y su poca consistencia) y con ellos las inundaciones.

El problema es que cada año el panorama se hace más crítico, dado que la cantidad de sedimentos que provienen anualmente de la cuenca boliviana es igual o mayor (por tareas de desmonte en la zona cordillerana y posterior erosión de las laderas) y el lugar para depositar sus sedimentos (tramo argentino-paraguayo) es cada vez menor (no olvidar que ahora hay 150 Km me-

nos que hace 30 años.).

Por lo tanto el pronóstico es que el fenómeno se va a agudizar año tras año, causando perjuicios cada vez mayores.

. También se hacen referencia a las consecuencias actuales del fenómeno.

El cauce del río Pilcomayo, en su retroceso, no sólo es abandonado por otro nuevo, sino y lo que es más importante, es rellenado al igual que su área de influencia, lo cual trae aparejado un cambio total en la fisiografía del lugar. Esto hace que numerosos bañados, esteros y lagunas, que existían en una época dada, ya no existan en la actualidad, como el Estero Patiño, seco desde el año 1972.

En cuanto a la hidrología, los cambios han sido tan drásticos que, datos de hace pocos años, ya no nos sirven. Así por ejemplo, toda la información de la estación de aforo de Fortín Nuevo Pilcomayo, en seco y abandonada desde 1968, ya no tiene ningún valor actual y sólo sirve para correlacionarla con estaciones aguas arriba (La Paz, Argentina y Villamontes; Bolivia) en los años de su funcionamiento.

Es de remarcar el retroceso del río Pilcomayo: 120 Km, aproximadamente en los últimos años, lo cual hace que las zonas que reciben actualmente las aguas de desborde, sean otras completamente distintas y muy alejadas a las de esa época.

. Y a las consecuencias futuras del fenómeno.

Se prevee que el retroceso del río Pilcomayo continuará a un ritmo igual o superior al actual (aproximadamente 15 Km/año), con características similares a cambios fisiográficos e hidrológicos.

Según el Ingeniero Maddock (Proyecto Aprovechamiento Múltiple de la Cuenca del Río Pilcomayo, O.E.A.; 1976), continuará río arriba, hasta un punto cercano a Santa Teresa (Rep. Argentina) para luego abrir un nuevo cauce, cuyo rumbo y alcance, al decir del mismo técnico, es imposible predecir, pudiendo tanto correr por territorio argentino como paraguayo. Esto ocurriría dentro de los próximos 10 años.

Unos de los factores que podría alterar lo anteriormente expuesto, sería la construcción de grandes embalses en territorio boliviano, pero es difícil que los mismos estén concluidos antes de dicho plazo.

PORTERFIELD, George, 1972, Reconnaissance of sedimentation in the Upper Río Bermejo basin, Argentina: U. S. Geol. Survey open - file rept., 114 p.

El autor describe las características de la Cuenca, en relación con las variables que influyen el transporte de sedimentos. Gran parte de la cuenca alta se caracteriza por su escasa vegetación. Algunos de los valles altos, con suelo adecuado, son cultivados extensivamente. Los valles entre Potosí y Sucre, y las montañas de cumbre redondeada junto a esos valles, están también cultivados. Dicha actividad contribuye a aumentar la cantidad de sedimento disponible para el transporte. En la región oriental de la alta cuenca -100 a 150 Km al oeste de Villa Montes- las montañas y los valles están cubiertos con árboles y pastos. Si bien las pendientes son aquí menos pronunciadas, persiste la forma escarpada en las montañas. El Dr. Porterfield describe posteriormente el material fino amarillo que abunda en la alta cuenca. Es muy erosionable, como lo demuestran las altas concentraciones de sedimento después de una lluvia, estimadas en 50 a 100 Kg/m³. Se ven corrientes de color amarillo en el Pilaya y en el Pilcomayo y el color persiste en, y aguas abajo de, Villa Montes. Las formaciones que van desde Villa Montes hasta 150 Km al oeste, son más resistentes y acusan menor grado de erosión. El color de las corrientes se torna rojizo y las concentraciones de sedimento son menores tal vez de 10 a 15 Kg/m³.

Aguas abajo de Villa Montes se extiende el Chaco, por unos 750 Km medidos en línea recta. El cauce hacia abajo de Villa Montes, es área de depósito y la mayor parte de la arena y grava se depositan allí. En La Paz, tanto las márgenes del río como la planicie de inundación consisten de un limo fino blanquecino y de arcilla que se torna amarillenta al mojarse. El análisis granulométrico en La Paz (1964/66) muestra sólo un pequeño porcentaje de arena muy fina (más de 40 micrones); por lo tanto, la mayor parte del sedimento se depositó aguas arriba.

En noviembre de 1975 el Pilcomayo dejaba de fluir en Sombrero Negro,

unos 150 Km aguas abajo de La Paz y unos 90 Km aguas arriba de Fortín N. Pilcomayo, estación que fue colmatada por los sedimentos a comienzos de 1968.

La disminución de caudal entre La Paz y Sombrero Negro podía ser apreciada a simple vista. Más abajo de Sombrero Negro no había un cauce definido, hasta llegar al Pilcomayo Inferior, unos 200 Km aguas abajo.

El proceso de retroceso del cauce es tan evidente que en marzo de 1976, el río desaparecía a 20 Km aguas arriba de Sombrero Negro.

Posteriormente hace referencia a las estaciones sedimentométricas de:

- Rio Pilcomayo en La Paz. En noviembre de 1975, saliendo de La Paz hacia el este, en dirección a F. N. Pilcomayo, la corriente del río dejaba de fluir y el cauce tomaba el mismo aspecto de otros cauces mas viejos y abandonados. El escurrimiento cesaba bruscamente y el pequeño caudal desbordaba del cauce hacia el sur. El color del agua era amarillo, característico de gran concentración de material fino. A unos 10 Km al este de donde se interrumpía el escurrimiento, el cauce se veía como el cauce seco de una corriente efímera.

Las márgenes y la planicie de inundación del río se componían de suelo amarillo fino. El material era suave al tacto y no se veía material de más de 62 micrones de diámetro. Este mismo material parecía ser el predominante por muchos kilómetros al norte y al sur del río.

La información sobre sedimentos en La Paz no fue incluida por AyEE en su publicación de 1970 y, al parecer, la información no había sido procesada y los valores diarios y anuales del sedimento no habían sido computados. Sin embargo con motivo de obras específicas en el Pilcomayo inferior se han efectuado estimaciones de la descarga anual de sedimento por el método "duración del caudal-transporte de sedimento". Esta forma de cálculo puede conducir a errores considerables.

AyEE, acertadamente, obtiene muestras diarias del sedimento y, con mayor frecuencia, durante las crecientes, lo cual permite calcular la concentración exacta de sedimento en la corriente en todo momento. Además, el cálculo del sedimento en base a valores diarios es el más simple, el más barato y el más exacto de los métodos disponibles. La concentración de sedimento no es una "variable independiente" del caudal. Por ello, una curva "promedio" sólo

debe ser usada en estimaciones groseras y el uso del método "duración del caudal-transporte de sedimento" debe limitarse a la estimación de datos para períodos en que falta información y para la extensión o extrapolación de estadísticas. La información recogida por AyEE es demasiado buena como para desperdiciarla al usar un método de cálculo poco adecuado, asevera el autor.

- Fortín Nuevo Pilcomayo. La información sobre sedimentos del río Pilcomayo en este lugar, para los años 1964/67 fue publicada por AyEE. Los grandes caudales de 1968 señalaron la cifra record de 187 millones ton. en La Paz; ese año, el caudal cesó en F.N.Pilcomayo quedando inutilizada la estación.

La máxima concentración diaria en F. N. Pilcomayo en el período 1952/66 fue de 47 Kg/m^3 en 1962, excluyendo la concentración extremadamente alta que se presentó durante un corto período antes de cesar el flujo. La máxima concentración diaria en 1967, 204 Kg./m^3 , no es representativa del caudal normal del río, sino de una condición no usual en que el río se fue acortando gradualmente por evaporación, desborde, e infiltración; la concentración media anual varió de 8 a 20 Kg/m^3 .

Como comparación, para La Paz, en los períodos 1963/64 a 1966/67 y en 1969/70 la máxima fue de 50 Kg/m^3 en Dic. 20, 1963. Las concentraciones anuales medias variaron entre 11 y 20 Kg/m^3 .

Los 4 años de 1963 a 1967 son los únicos comunes en que es posible una comparación directa de valores. Generalmente, el caudal y el sedimento eran inferiores en F.N.Pilcomayo que en La Paz, lo cual es normal al moverse hacia aguas abajo en un tramo de escasa pendiente del cauce. El hidrograma de un corto período con información común mostró valores concordantes, aunque alguna discrepancia ocasional señaló posibles errores de muestreo o de cálculo.

Los valores de la concentración en varias secciones aguas abajo de La Paz, mostraron poco cambio. Sin embargo, la información es insuficiente para señalar tendencias bien definidas.

"PROYECTO PILCOMAYO

Aprovechamiento Múltiple de la Cuenca del Río Pilcomayo (Argentina - Bolivia - Paraguay, O.E.A. - B.I.D. - P.N.U.D.) - Informe General. Volúmen I (octubre 1977).

El presente informe presenta los resultados obtenidos en la primera etapa de trabajo. En su contenido, se han enfatizado los aspectos descriptivos de la Cuenca, tanto en su fase física, como en la socioeconómica; un diagnóstico de la situación en los tres países, y se efectuó una identificación tentativa de posibles lineamientos para el desarrollo del área.

Presenta varios capítulos, siendo de nuestro especial interés el capítulo II en el cual se describen los Recursos Naturales, especialmente el recurso hídrico superficial y subterráneo.

Dentro de la descripción del Recurso Hídrico Superficial, se tratan:

- . la hidrografía
- . la fluviomorfología
- . y la sedimentología.

. Respecto a la hidrografía, se describe el río Pilcomayo como formado por el Alto Pilcomayo, que drena la porción norte de la cuenca y el río Pilaya que colecta los escurrimientos de la región central y sur de la alta cuenca.

Desde la confluencia con el río Pilaya, el Pilcomayo atraviesa varias serranías entre las que se destacan las de Caipipendi y Aguarague hasta llegar a Villamontes, donde pierde pendiente y se desarrolla por un cauce amplio y bien definido hasta Ibibobo. Llega a territorio argentino en el punto denominado Hito 1, a pocos kilómetros de la localidad boliviana de D'Orbigny y se constituye en frontera argentino-boliviana por 40 Km, hasta el punto

tripartito conocido como Esmeralda. Desde este punto el río sigue como límite argentino-paraguayo.

Continúa con un cauce bien definido hasta 30 Km aguas abajo de Puerto Irigoyen donde desborda y alimenta una serie de cuerpos de agua temporarios que son drenados parcialmente por la evaporación, algo por infiltración y también por los numerosos riachos que surcan el área chaqueña. Las pérdidas por infiltración son escasas debido a los bajísimos caudales de estiaje de los cursos de agua señalados y la impermeabilidad relativa de los suelos.

Al este de esa zona de divagación nace el Pilcomayo Inferior, que está formado por dos brazos, Norte y Sur, y tiene una extensión longitudinal de 240 Km desde sus nacientes en Salto Palmar hasta el río Paraguay. Drena las lluvias de verano y en estiaje el escaso caudal se origina en el agua subterránea, la que tiene alto contenido salino.

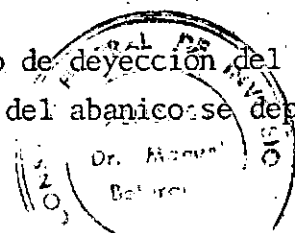
Los principales cursos de agua que drenan la región chaqueña desde la zona de divagación hacia el este son los ríos San Carlos, Verde, Monte Lindo, Negro, Aguaray Guazú y Confuso, en Paraguay, y Porteño, Monte Lindo Chico y Grande y el Riacho Pilagá, en Argentina.

Estos ríos se alimentan fundamentalmente de las lluvias de verano y parcialmente de las inundaciones del Pilcomayo como es el caso de los ríos Monte Lindo y Negro en Paraguay. Cabe indicar que cuando el Pilcomayo llegaba al Estero Patiño probablemente fuera drenado parcialmente por el río Confuso y el Pilcomayo Inferior.

Desde el punto de vista fluviomorfológico la cuenca del río Pilcomayo puede dividirse en tres zonas: los valles de la Alta Cuenca, que drenan los remanentes de la erosión del altiplano y que es el área aguas arriba de Villamontes; una zona de carácter variable, desde Villamontes hasta el punto tripartito; y una tercera, que llega hasta el río Paraguay.

El material grueso se deposita en los valles andinos y subandinos, el material más fino es transportado hacia aguas abajo, de modo que al Este de Villamontes la grava desaparece.

La segunda zona llega hasta el ápice del cono de deyección del río Pilcomayo. Este punto no es fijo. En la parte superior del abanico se deposi-



ta el material más grueso, el cual realmente es de textura fina. Con el tiempo se produce erosión y deposición alternados; el material de erosión se deposita más abajo de Esmeralda y motiva la inestabilidad del río en toda esa amplia zona. El ápice del cono se movería desde las cercanías de Ibibobo, hasta algún punto entre Creveaux y Esmeralda en una extensión de unos 65 Km. En ese tramo el cauce del río es ancho y arenoso, de características anastomósicas y márgenes bajas e inestables.

La tercera zona está constituida por el sistema de cauces del río Pilcomayo a través del Chaco. Desde el punto tripartito, hacia el Este el río corre sobre un lecho de arena fina y limo, habiendo depositado sedimento a ambos lados del cauce. Este parece ser el punto en el cual se originaba el sistema del río Monte Lindo (Paraguay). Aquí el río Pilcomayo tomó hacia el sur y adoptó un cauce paralelo al Monte Lindo en sus nacientes.

A continuación se describe la dinámica que aconteció en el río en las últimas décadas. El río continuaba sin interrupción hasta el estero de Patiño que constituía una gran área de inundación, hasta que la cantidad de sedimentos depositada en combinación con la gran creciente de 1968, relleno el cauce del curso principal dejando en seco la estación de aforos Fortín Nuevo Pilcomayo, que había funcionado desde 1940.

A partir de 1968 y hasta 1976 el proceso de rellenado del cauce por los sedimentos se ha intensificado cumpliéndose a un ritmo promedio de 12 Km anuales. En marzo de ese año llegaba hasta 30 Km aguas abajo de Puerto Irigoyen.

A la altura de Salto Palmar nace el Pilcomayo Inferior con barrancas muy marcadas, lo que indujo a pensar en la posible captación por erosión retrogada del Pilcomayo Superior, conduciendo a un cauce continuo. Este hecho no llegó a producirse y su probabilidad en estos momentos es remota.

Se deduce que el río Pilcomayo está permanentemente estableciendo nuevos sistemas de depósito de sedimentos. Para determinar hacia donde correrá el agua en el futuro e inclusive establecer cuando ocurrirá el fenómeno, se requerirían mapas topográficos muy precisos y actualizados luego de cada creciente, aunque aún así, elementos no predescibles, como la magnitud de sedimentos arrastrados por el río cada año, tornarían aleatorias las estimaciones. Se han detectado las siguientes posibilidades:

- a. La corriente puede rellenar el cauce hasta los 22° 40' S y 62° 15' W aproximadamente. Bajo esas condiciones el río puede escurrir siguiendo el cauce relleno creando diques naturales a una elevación mayor que la actual.
- b. Si la corriente rellena como se indicó en "a" el agua podría reocupar el sistema del río Monte Lindo.
- c. El agua podría escurrir por las tierras bajas entre el Pilcomayo y el Monte Lindo en cuyo caso el agua llegaría al Paraguay a través del río Negro.
- d. El agua podría escurrir a través del Bañado La Estrella al sur del Riacho Porteño.
- e. El agua podría escurrir hacia el sur siguiendo un viejo sistema fluvial que sale del Pilcomayo aguas arriba de los 22° 40' 62° 15'W.

En los procesos señalados hay dos condiciones involucradas. Una, en la cual el agua no estaría confinada por las márgenes (c y d). En las condiciones actuales la mayor parte del agua proviene de desbordes de modo que solo hay escurrimiento durante las crecientes de la corriente principal. Además hay numerosas depresiones que aparecen como bañados o esteros cuando escurre el agua. Esta ya ha decantado y contiene pequeña cantidad de sedimento fino y tiene conductividad moderada. La segunda condición, en la cual el agua escurriría encerrada en una serie de márgenes formadas por diques naturales, corresponde a los casos b y d.

El proceso de relleno del cauce del Río Pilcomayo ha determinado que los desbordes y consiguiente alimentación a los esteros, bañados y lagunas se haya ido desplazando hacia el oeste. Los riachos del Chaco, cuyos escurrimientos dependen parcialmente de la alimentación en los esteros, presentan también un régimen cambiante.

El Estero de Patiño se encontraba en 1976 totalmente seco, excepto una pequeña porción del extremo norte; otros cuerpos de agua se ha formado hacia el oeste; algunos poblados ubicados sobre las márgenes del río han sido

destruidos por la inundación y las tierras agrícolas cubiertas por sedimentos, etc. Todo lo dicho indica que la zona del río Pilcomayo se encuentra bajo una dinámica muy activa, difícil de predecir y causada fundamentalmente por los sedimentos en suspensión transportados por el río.

Se enfatiza finalmente en el factor benéfico que representa la inundación provocada por los desbordes del río Pilcomayo, pues constituye un aporte suplementario de agua a aquellas zonas con déficit hídrico crónico, modificando su condición natural. Por lo tanto, el desplazamiento de las inundaciones hacia el oeste tiene un efecto beneficioso para las nuevas zonas involucradas, ya que mejora sus condiciones para la actividad ganadera. En contraposición, las áreas abandonadas por las aguas declinan en su aptitud por invasión de especies vegetales arbustivas inconvenientes.

. Respecto a la sedimentología las características del Río Pilcomayo, cuando entra en la llanura Chaqueña, son sumamente complejas y están determinadas por su origen geológico, por la escasa pendiente de esa planicie y por la gran cantidad de sedimentos transportados por el agua. Esos sedimentos, evaluados en 98 millones de toneladas por año en la estación La Paz, (Argentina), son el producto de la erosión en la cuenca alta y se depositan en su mayor parte en la región chaqueña, colmatando el cauce del río, formando albardones en sus márgenes. Este proceso de rellenado del cauce en el tramo Fortín Pilcomayo- La Paz, ha determinado el fenómeno de retroceso del río, el cual, en los últimos 8 años, alcanzó a 100 Km. El río comienza la zona de divagación cada año más hacia aguas arriba.

Los materiales más gruesos se depositan en los tramos superiores del río, en Bolivia, de modo que a la zona de desbordes o de divagación sólo llegan las fracciones del material más fino, constituido por arena fina y limo. Los albardones o depósitos laterales van elevando paulatinamente el nivel de base del cauce. Las crecientes anuales debordan y rompen esos albardones inundando grandes áreas en el Chaco Paraguayo y Argentino (más en el primero que en el segundo).

La divagación del cauce del Pilcomayo, debido al retroceso y a los desbordes del río, podría llegar a determinar la captación parcial del agua por el río Monte Lindo, el río Negro o bien el Bañado La Estrella. También podría llegar a escurrir hacia territorio argentino siguiendo algún viejo cauce

o sistema fluvial.

Respecto de las estaciones sedimentométricas existen en: Bolivia, del río Pilcomayo en Talula, Puente Sucre y Villamontes y del Pilaya en Chilcara, con registro de pocos años; en Argentina, del río Pilcomayo en La Paz (1963/75) y de F.N. Pilcomayo (1953/67). Las dos estaciones nombradas son las que tienen registro más largo y mejor información, incluyendo análisis de gradación de tamaño, y han servido de base para la mayor parte de los cálculos del presente informe.

Es de interés señalar que el arrastre sólido anual de los ríos Bermejo y Pilcomayo es igual (en ton/año), pero el primero tiene un caudal anual el doble del segundo.

Desde el punto de vista de la importancia de los sedimentos, se enfatiza en que la característica más sobresaliente de la cuenca del río Pilcomayo es su alta capacidad para producir sedimentos. Esta alta carga sedimentaria es posteriormente depositada en la llanura chaqueña, provocando obstrucciones del cauce que a su vez determina la interrupción de la continuidad del mismo y la formación de esteros, pantanos y lagunas.

Desde el punto de vista hidráulico, el control de los sedimentos debe ser realizado fundamentalmente en los embalses, a los que le disminuye su vida útil. En este sentido una parte importante de su capacidad debe ser destinada a ese fin.

De los 98 millones de toneladas de material transportado por el río es posible que alrededor del 70% quede retenida en los embalses. Estimando una densidad de 1,8 para el material húmedo, significa que alrededor de 40 millones de metros cúbicos de capacidad de embalse debe ser destinado a contener los sedimentos cada año.

MARLANGE, M., 1971, Characters ecologiques generaux du Chaco, Argentin: Montpellier, France, Centre Nat. Recherche Scientifique, Centre d' Etudes Phytosociologiques et Ecologiques.

En el Chaco Argentino, la importancia ecológica de la estratigrafía y de la cronología no es igual en las llanuras que en los relieves marginales pero la influencia de la tectónica sobre las condiciones del ambiente es siempre importante, aún en la llanura.

Las formaciones geológicas antiguas (permo-carboníferas, jurásicas, cretácicas o del oligoceno) están enterradas a profundidades considerables, entre 400 y 1900 metros. Sobre la mayor parte del territorio argentino del Chaco (la llanura) estas formaciones ofrecen poco interés como variables ecológicas, puesto que es poco probable que ejerzan una acción directa o indirecta sobre la vida de las plantas; es decir, que puedan constituir factores ecológicos. Sobre los relieves marginales (Sierras de Córdoba en el Sur, Sierra de Guasayan y colinas Chaqueñas en el oeste) los numerosos afloramientos rocosos más o menos antiguos, y muy diferentes, son el origen de verdaderos mosaicos de suelos.

Son las formaciones geológicas recientes del cuaternario (infracuaternario, Lujanense, Platense) las que condicionan esencialmente los aspectos edáficos de la llanura.

La acción de la tectónica sobre las condiciones ecológicas es evidente en zonas accidentadas (relieves marginales). En cambio no es la misma en la llanura, donde las deformaciones profundas de la corteza terrestre apenas aparecen en superficie, enmascaradas por el espesor de los sedimentos. Las deformaciones profundas han impreso en cambio, nada menos que su sello sobre la geomorfología de superficie y por lo tanto, de este modo, una gran influencia sobre la traza de los diferentes cursos de agua y sobre la circulación de las aguas desbordantes.

El Dr. Marlange trata sucesivamente la estratigrafía (antigua y cuaternaria) y posteriormente la tectónica.

ESTRATIGRAFIA

- Depósitos y sedimentos antiguos

Según E. Padula y A. Mingram (1968) las areniscas y lutitas permocarboníferas reposan a profundidades que varían, según los lugares, de 1700 a 1900 metros. Sobre ellas se depositan areniscas rojas de textura fina, brechas cuyos productos las tillitas serían antiguas morenas (L. Moret, 1962).

Existen importantes discordancias entre la estratificación en el Triásico inferior (correspondiente al piso de Kemper) y en el cretáceo superior (Neocretácico). Las discordancias corresponden a movimientos del substrato a lo largo de las grandes líneas de fractura del Chaco.

Además, durante el cretáceo inferior las napas basálticas, provenientes de zonas de fracturas uruguayas y brasileñas, están repartidas sobre la parte oriental y meridional del Chaco. (ver mapa que se adjunta).

- Depósitos pre-cuaternarios y cuaternarios

Las arcillas precuaternarias (pilcomayo superior a Pleistoceno) los depósitos eólicos (loess, dunas continentales) y los aluviones modernos, recubren poco más o menos en todos lados, los sedimentos más antiguos que solamente afloran en el relieve marginal.

a) Arcillas precuaternarias: En el sector oriental de las provincias de Chaco y Formosa las formaciones terciarias están recubiertas por sedimentos que han sido calificados por A.E. Riggi y R.A. Cappannini (1968) como "limos lacustres". Por su parte, P. Groeber (1958) los ubica en el lujanense por comparación con la cronología del Cuaternario de la Provincia de Buenos Aires.

En el oeste de las provincias de Chaco y Formosa y en el Este de la Provincia de Salta, una arcilla roja recubre los sedimentos más antiguos que, según Groeber (1958) se la reencuentra en las cadenas subandinas (Serie del Aconquija). El autor interpreta que, en esta última zona, son un producto de

alteración de conglomerados subyacentes, de la época del Plioceno superior. Además, restos de Gliptodontes descubiertos en un lecho de arcilla roja durante una perforación en El Colorado (Formosa) confirmarían la pertenencia de estas arcillas a un sistema post-plioceno. P.Groeber (1958) no habiendo podido fijar con exactitud la edad de estas formaciones, las ha designado "Infracuarterias". Se ha observado arcillas rojas, morfológicamente semejantes, en los alrededores de Metán, en las Cadenas Subandinas de la provincia de Salta, en Bazán (Formosa) y en el Impenetrable de la Provincia del Chaco. El término "Infracuarterio" le parece impropio al autor, siendo preferible "Cuaternario inferior" estando dada la posición del sedimento en la estratigrafía del cuaternario.

A lo largo del Río Pilcomayo, entre Media Luna y el Porteñito existe una banda de depósitos que Groeber ha ubicado en el Platense. Para Groeber se trataría de un depósito fluvial particular. La extensión de los depósitos hace suponer un río que, en el pasado habría tenido un caudal comparable al del Paraná o Amazonas, lo que es impensable para el Pilcomayo. La extensión de esta formación se explicaría, más bien, por la acción de un curso de agua lento, poco profundo y muy largo, análogo a un lago, que Groeber llama un "lago migratorio".

b) Depósitos eólicos: Están constituidos por limos (loess argentino) y por arenas (dunas continentales).

Los loess recubren el centro y el sur del territorio. Según I. Tricart (1963), los limos eólicos argentinos no deben ser confundidos con los loess de origen periglaciales. Como los de China, y de las planicies de Rumania y Hungría, aquéllos se habrían acumulado mas bien durante los períodos interglaciares que durante los períodos fríos, lo que explicaría la profundidad de los depósitos (varias docenas de metros).

Según otra hipótesis, los loess argentinos podrían tener, como los loess de Islandia (Tricart, 1963) un origen volcánico. Este es probablemente el caso de los loess profundos de la perforación del Instituto Nacional de Geología y Minas en Tostado. Los mismos se asientan, en efecto, sobre formaciones cretáceas, no lejos de importantes coladas basálticas de este período, pero nada análogo permite arribar a la misma conclusión para los loess superficiales.

Cuando se llega a las Lomitas por la ruta nacional N° 81, sorprende al autor la aparición de relieves de una docena de metros, que emergen de la

planicie. Cada una de estas alturas presentan netamente la forma de "barkhanes" (media luna). Estas dunas continentales están situadas sobre el límite occidental de los limos lacustres. Sería por lo tanto posible que estas dunas hubieran estado bordeando el lago que, en el Lujanense, cubría el Nordeste del Chaco Argentino.

Groeber (1958) señala la existencia de dunas vivas en el Norte de Ingeniero Juárez (Formosa). En el sur del territorio chaqueño, otras dunas bordean la depresión salina de Salinas Grandes en la provincia de Santiago del Estero.

TECTONICA

- El Arco Pampeano

Según E. Padula y A. Mingram (1968), un "horst", el Arco Pampeano constituido por rocas metamórficas proterozoicas, se inicia en las Sierras de Córdoba y se sumerge bajo los sedimentos mas recientes dirigiéndose hacia el Norte, dividiéndose inmediatamente en dos brazos:

- Un brazo oriental, el Arco Cordobés Oriental Charata se encorva hacia el Este a la altura de Charata y se dirige hacia la ciudad de Formosa. Después de la inflexión, se denomina Dorsal de San Hilario.
- Una rama occidental, el Arco de Caburé, se inicia en el límite norte de la provincia de Santiago del Estero y se prolonga en la Provincia de Formosa a través del Impenetrable (ver mapa que se adjunta).

- Sistemas de Fallas, redes de fallas

La existencia de sistemas de fallas en el Chaco es conocida desde hace cierto tiempo merced a los trabajos de Gollan y Lachaga (1939) y Frenquelli (1941) citados por Morello (1967), de Tapia (1935) y de Groeber (1958). Sin embargo el estudio de la tectónica por sondeos sismológicos se debe a E. Padula y A. Mingram (1963, 1966, 1968). Según estos últimos, el Chaco está cubierto de una red de fallas entrecruzadas, cuyas direcciones son paralelas a las costas de la América del Sur. (ver mapa que se adjunta).

El origen de la red de fallas se remontaría al Cretáceo inferior

aunque un reciente temblor de tierra ocurrido el 18 de octubre de 1968, cuyo epicentro se localizó en Charata, sobre un haz de fallas orientado de Sud-oeste a Nordeste, prueba que el sistema no está todavía estabilizado.

- Fosas de Hundimiento

Los haces de fallas delimitan los "horst" formados por el Arco Cor-dobés Oriental Charata y el Arco de Caburé, los cuales separan los arcos de tres grandes fosas de hundimiento (ver mapa que se adjunta).

- La depresión Chaco-Paranense al Este y al Sud.
- La depresión salina de Aluhempa al Oeste
- Una fosa al Noroeste que, por nuestro conocimiento, no ha sido todavía objeto de un estudio detallado y tampoco posee nomenclatura especial (Parte chaqueña de la Provincia de Salta, zona de Tartagal, Embarcación, Rivadavia).

Concluyendo, en la mayor parte del Chaco Argentino, es decir la llanura, las formaciones geológicas antiguas se encuentran a mucha profundidad y no intervienen sobre la formación de los suelos. Según el Dr. Marlange no tienen por lo tanto influencia directa o indirecta en la diferenciación de las formaciones vegetales. Por el contrario, los depósitos y sedimentos cuaternarios son los que crean, según su naturaleza (arenas de dunas, limos eólicos, arcillas del cuaternario inferior, aluviones), los distintos ambientes pedológicos (pedoclimats).

Groeber (1958), señaló que la naturaleza impermeable de los limos lacustres del Lujanense habían probablemente favorecido la formación de los grandes esteros del sector oriental de la Provincia de Formosa. El Dr. Marlange asevera que la recepción en la depresión oriental de las aguas provenientes del vecino domo occidental, es otro factor que favorece la formación de esteros.

A continuación el autor describe los caracteres geomorfológicos del Chaco.

CARACTERES GEOMORFOLOGICOS

La geomorfología general del Chaco argentino depende de la tectónica general (áreas pampeanas y fosas de hundimiento). La geomorfología detalla da, que llamamos geomorfología secundaria, está bajo la dependencia de los sistemas de fallas agrupados en redes, como los grandes campos de pasturas estre diados por Padula y Mingram, especialmente cuando la malla es muy fina. Además las formas débiles de relieve están modeladas por los agentes climáticos hídricos y eólicos y por los cursos de agua. Ciertas formas particulares son debidas a fenómenos físicos ligados a la naturaleza de las rocas sedimentarias (dilatación de arcillas).

- ESTRUCTURA GEOMORFOLOGICA GENERAL

A pesar del espesor de los sedimentos, los movimientos ascendentes de los compartimientos profundos enterrados bajo la planicie del Chaco hacen repercusión sobre la superficie. Ocurre lo mismo con los hundimientos. Los primeros han dado lugar a la formación de un "horst" o domo central, los segundos han originado las zonas deprimidas. Por otro lado el valle del Paraná constituye un surco que se distingue del conjunto.

- "Horst Central"

El horst central, está constituido por un conjunto de zonas sobre elevadas que se corresponden muy exactamente a los arcos profundos subyacentes. De este modo reencontramos la traza del Arco Córdoba Oriental. Charata en las alturas de Añatuya, Quimilí, Capdevila, Sachayo y del domo algodónero. El domo de San Hilario corresponde al dorsal subyacente del mismo nombre. Las alturas de los Tigres, al Oeste, constituyen la marca superficial del Arco del Caburé.

El horst central está rodeado de cinco grandes depresiones, de las cuales también se encuentra su explicación en las formas del relieve subterráneo.

- Grandes depresiones

La depresión Occidental (ver mapa que se adjunta) corresponde a la

fosa de hundimiento de la depresión salina de Aluhempa; la holla Chaco-Paranense es el origen de la Depresión Oriental; la depresión Nord-occidental es el reflejo de una fosa de hundimiento que no ha sido todavía objeto según lo que sabemos, de un estudio detallado ni tiene todavía nomenclatura especial. Lo mismo ocurre para la Depresión Nord-Oriental.

Bordeando la depresión oriental, se encuentra la fosa paraguayo-paranense que forma una unidad geomorfológica netamente individualizada.

- Fosa Paraguayo-Paranense

Un surco de diez a cuarenta kilómetros de ancho, según los lugares se extiende a lo largo del río Paraguay - Paraná. Está limitado al Este por el borde falla que forma la rivera del río y al Oeste por las terrazas adosadas al Dorsal Oriental Santafesino, bordeadas probablemente por un campo de fractura Norte-Sud aun no identificado. La ruta 11 pasa por la dorsal en este sector (ver mapa que se adjunta).

Cada una de las grandes unidades geomorfológicas generales del Chaco contienen unidades secundarias de menor extensión territorial.

A menos que la génesis de una parte de ellas sea la misma que la de la geomorfología general, son los otros procesos los que entran en juego para modelar lo que llamaremos la estructura geomorfológica secundaria del Chaco Argentino, según el Dr. Marlange.

- ESTRUCTURA GEOMORFOLOGICA SECUNDARIA

La estructura geomorfológica secundaria es aquella donde sus unidades pueden ser netamente distinguidas en el llamado "tercer nivel de percepción" de Long (1969).

Intervienen entonces en el modelo no solamente la tectónica, sino también el viento los desbordes, la heterogeneidad de los materiales geológicos de superficie, las crecientes de los cursos de agua y las características físicas de los materiales geológicos o edáficos. Examinaremos sucesivamente las diferentes formas del relieve resultante de las acciones geomorfogenéticas.

- Formas tectónicas secundarias

En el sistema general de grandes fallas se superpone una red de fallas de menor importancia, que tienen más o menos las mismas direcciones que aquellas del sistema general.

Ello resulta en una "recurrencia" (Christian 1968) entre las unidades geomorfológicas a distintos niveles de percepción (Long, 1969).

- Formas eólicas

El viento crea depresiones en las zonas de deflacción o relieves en las zonas de acumulación. Como ejemplo de esto último tenemos las dunas de Las Lomitas y de Ingeniero Juarez en Formosa, y las dunas que bordean las Salinas Grandes en Santiago del Estero.

- Formas provocadas, por los desbordes

En el Oeste de la Provincia de Formosa existen extensiones de terrenos casi desprovistas de vegetación que se denominan "peladares".

Groeber (1958) interpreta que su formación se ha producido de la siguiente manera: Cursos muertos serían rellenados por materiales arenosos apostados por las aguas de desbordes. Sobre estas playas arenosas se habrían instalado formaciones herbáceas que dan un aspecto particular al paisaje por sus formas alargadas y sinuosas. Estas formaciones herbáceas estarían en vías de desaparición después de una cincuentena de años, debido a la introducción del ganado bovino ocasionado por la penetración del hombre en el sector.

Se habrían ocasionado sobre cargas de ganado en relación con las posibilidades de las formaciones herbáceas, dando lugar a una ruptura del equilibrio entre la vegetación y el medio. Con este se habría ocasionado una sensibilización de los materiales arenosos a la erosión hídrica o eólica, además de la destrucción total de las formaciones herbáceas y la puesta al desnudo de las arcillas del cuaternario inferior.

El lecho arcilloso, demasiado duro, sería entonces un obstáculo para la implantación de nuevas formaciones herbáceas, dejando grandes espacios

desprovistos de vegetación, los "peladares".

Los lechos señalados por Groeber ilustrarán sobre la acción combinada de cuatro factores ecológicos:

- Acción positiva del desborde, acumulando materiales favorables para la instalación de una formación vegetal particular.
- Acción sensibilizante de la aridez del clima por una parte, y de la acción del hombre por otra.
- Acción destructiva de las corrientes erosionadoras de agua y vientos.
- Acción inhibidora para la instalación de especies vegetales, por parte de un material geológico puesto en descubierto por las acciones precedentes.

- Formas debidas a la heterogeneidad de los materiales geológicos de superficie

En el centro norte de la provincia de Formosa, de Media Luna a El Porteño existen hundimientos localizados denominados "pozos". Estos son debidos al arrastre lateral por circulación de aguas subterráneas, de un lecho arenoso aprisionado entre dos lechos arcillosos pertenecientes el uno al Platenense y el otro al Cuaternario inferior. El lecho superior, privado de sostén, se hunde formando hoyos que, según Groeber puede llegar hasta cuatro metros de profundidad.

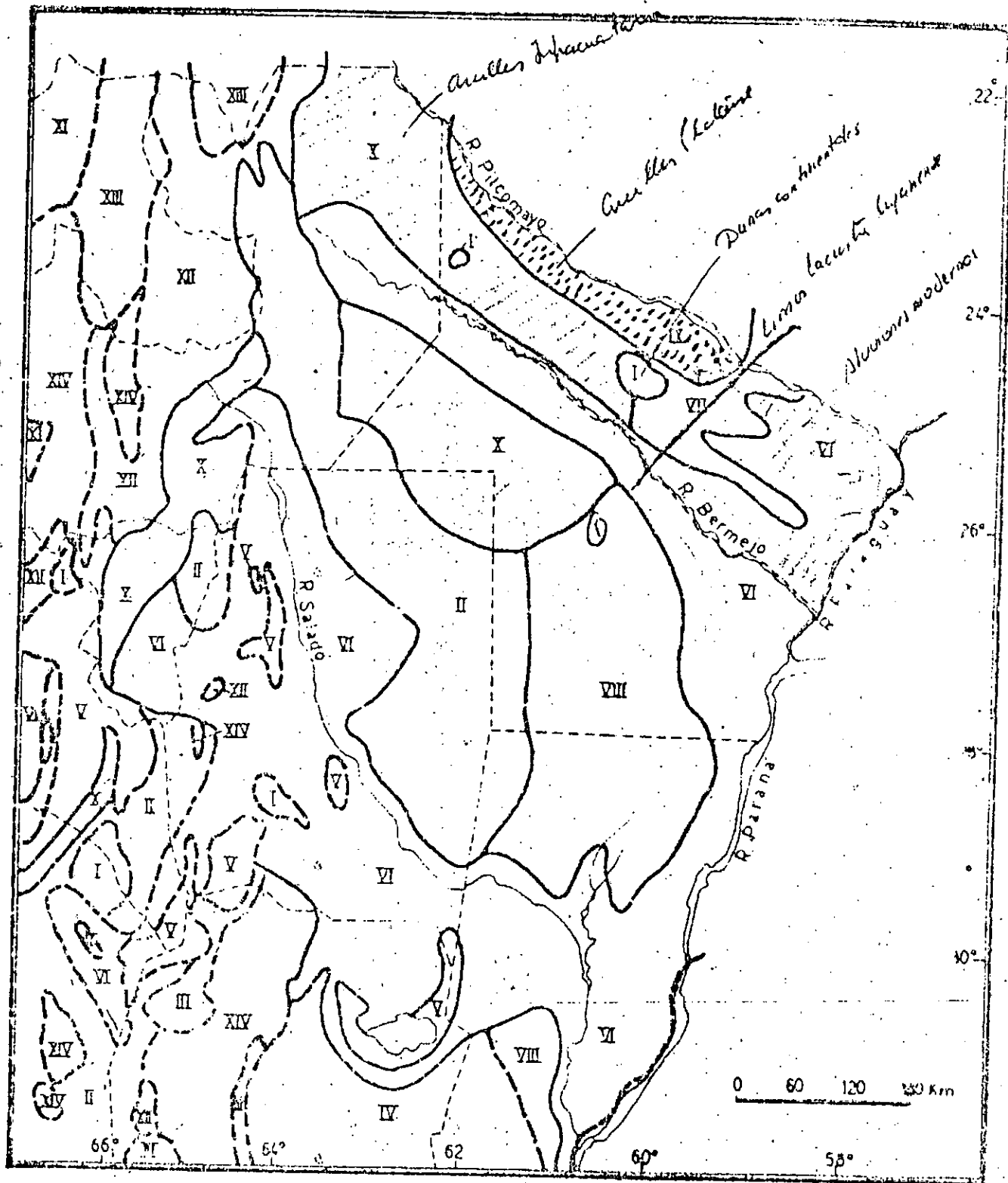
Al sur de Villa Angela existe una forma de microrelieve similar pero cuya génesis es diferente.

- Formas debidas a las características físicas del material geológico

En una zona situada en la conjunción de las provincias del Chaco, Santa Fé y Santiago del Estero el paisaje está caracterizado por depresiones circulares equidimensionales, de algunas decenas de metros de diámetro repartidas en el paisaje de una manera regular. No existe según el Dr. Marlange, una explicación precisa sobre las condiciones que dieron lugar a su formación. Una explicación posible sería la naturaleza de las arcillas superficiales que por ser muy expandibles provocaría por expansión y contracción sucesivas amollamientos que darían al conjunto el aspecto de una piel varicófica, de ahí el nombre local de "viruelas".

- Formas debidas a los materiales depositados por las crecientes

Los depósitos dejados por las crecientes se llaman localmente albardones, los mismos forman cordones paralelos a los cursos de agua antiguos o actuales. Son los equivalentes a las terrazas en las comarcas mas accidentadas. En realidad el esquema no es tan simple en una llanura como la chaqueña ^{Nº} donde los cursos de agua cambian frecuentemente de recorrido. Sucede que los albardones se entrecruzan, según Marlange, siendo reocupados por cursos de agua de origen posterior (Castellanos, Pasoti, 1967), o que sean afectados por la erosión.

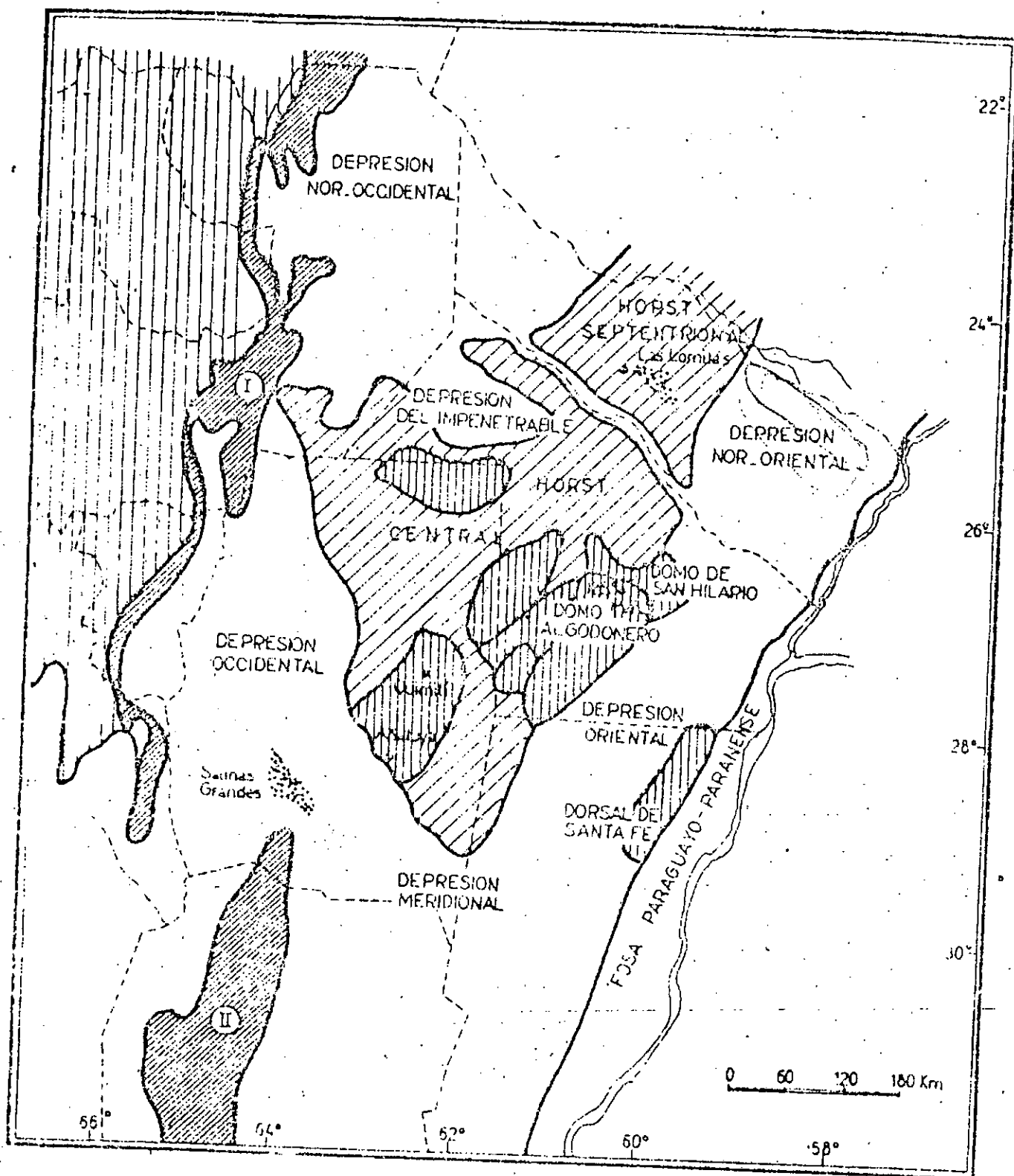


- REFERENCIAS -

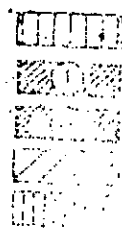
- | | |
|---|---|
| I. Dunas continentales. | VIII. Extensión probable de los limos lacustres |
| II. Arenas y limos sólidos y post-glaciales y sub-actuales. | IX. Arcillas del Platense. |
| III. Conos de deyección. | X. Arcillas del Cuaternario Inferior. |
| IV. Loess pampeanos. | XI. Rocas volcánicas del Terciario Superior. |
| V. Arcillas de origen estuárico (salinas). | XII. Sedimentos y arenas de Gondwana. |
| VI. Aluviones de origen fluvial. | XIII. Pizarras y Filitas del Precámbrico. |
| VII. Limos lacustres (Lujánense). | XIV. Granitos gneiss y rocas ácidas. |

Limites propuestos por E. Riggi, 1948

Limites modificados por M. Marlange 1970



REFERENCIAS



Cadenas andinas y subandinas

Colinas chaqueñas.

Horst meridional. (Sierra de Córdoba).

Horst central

Zona culminantes del Horst central. (Muy aproximativas).

No. continentales.

... y fosa paraguayoparanense.

RASGOS MORFOLOGICOS Y GEOLOGICOS DEL OESTE DE FORMOSA, por el Dr. Damián BUITRAGO.

El autor describe las condiciones morfológicas y geológicas del oeste formoseño, más explícitamente del área que se encuentra entre las vías del F.C.General Belgrano y el río Teuco, desde estación Capitán Page a Laguna Yema.

. Ubica el área en la faja septentrional de la gran llanura Chaco-Bonaerense, haciendo especial referencia al poco desnivel existente (0,346 por mil de pendiente), y a la presencia de "paleocauces" o "cauces muertos". A su vez dentro del área considerada, diferencia las zonas que quedan a ambos lados de la picada existente desde Ingeniero Juárez - La Florencia - El Mistolar.

- el área oeste presenta ondulaciones suaves correspondientes a lomas de antiguos cauces o cañadones con grado de erosión hidráulica ligera y marcados peladares.

- el área este, configura un paisaje de llanura con campos mas chatos, lomañas mas suaves y depresiones chatas de aguas temporarias de fácil anegamiento por inundaciones de corrientes fluviales o precipitaciones.

. Describe la constitución geológica del área investigada aseverando que la misma está constituida por sedimentos arcillosos, poco arenosos, de grano fino, impermeables de color rojo predominante y a veces rosado ocráceo, que corresponden al piso Ensenadense (del Pleistoceno), los que afloran en algunas partes y en otras se encuentran cubiertos por sedimentos mas modernos los que constituyen los materiales originarios sobre los cuales han evolucionado los suelos del oeste formoseño.

. En cuanto al recurso hídrico superficial de la región se destaca como único curso principal al río Teuco. Refiere el Dr. Buitrago que las condiciones geológicas observadas indican que la región sufre poco a poco un dese-

camiento, de ahí la existencia de cauces hoy secos o convertidos en madrejones, tal como acontece con el río Teuquito, al que describe minuciosamente. Este, como otros cauces viejos han quedado "embancados" en parte, por el aporte de sedimentos plásticos psammíticos, pelíticos y psefíticos desde los alrededores, que en épocas de lluvias, han sido llevados a través de surcos poco profundos y con ligeras pendientes, elaborados por las aguas, y en parte por el material de arrastre en épocas de crecientes; conservándose solamente por trechos el curso del río muerto a donde afluye y se junta el agua llovida. Al llenarse de agua un madrejón, se produce un desbordamiento aguas abajo y la separación existente entre uno y otro tramo del cauce viejo es bañada por las aguas, que en forma de pequeños canalículos, tratan de abrirse paso a través de cualquier obstáculo.

Algunos de estos hilos de agua abanicados pueden unirse entre sí, formándose una sola lámina de poco espesor pero horizontalmente extensa.

Otros pueden cavar un surco de poca profundidad, de un ancho reducido, pero más persistente, y al circular subterráneamente en el relleno arenoso sirve de unión y alimento en forma de vertiente de los madrejones.

En lo referente a la hidrología subterránea se describe a la región como prácticamente desprovista de tal recurso encontrando las actividades a desarrollar por el hombre un serio problema por la calidad irregular y casi siempre mala del agua.

En la región, las aguas profundas proceden de sedimentos del terciario superior, que en la mayoría de los casos son salobres y las potables están acumuladas en los sedimentos arcillosos arenosos rojos del Ensenadense (Pleistoceno).

El Ensenadense, por su espesor que no es muy grande, no es un reservorio lo suficientemente potente para constituir una buena capa acuífera, pues en muchos casos se han producido salinizaciones por ascensos de sales desde los sedimentos terciarios subyacentes. En la actualidad, es este piso Ensenadense el que constituye el fondo de las depresiones lacustres, las sales se insumen en él perjudicando la calidad del líquido existente en estos sedimentos cuaternarios.

El problema para los habitantes del oeste bormoseño no radica en la calidad, sino en la cantidad que en estos sedimentos cuaternarios, por tratar

se en ciertos casos de napa freática, depende fundamentalmente del régimen pluvial, que en este región sabemos es bastante limitado anualmente; factor que ha gravitado enormemente en la alimentación para el hombre y la ganadería.

Respecto de la erosión hidráulica y eólica, describe el autor la importancia de éstos procesos en el área de estudio, los que si bien no son severos y pueden calificarse como "ligeros", éstos responden a un conjunto de factores vinculados con la característica que prevalece en las áreas donde ellas se registran: vientos, lluvias, suelo, cubierta vegetal y topología a los cuales se añade el hombre.

Describe posteriormente el proceso de desecamiento que sufre la región, en donde extensas superficies áridas se presentan a la vista en forma de "abra" entre la vegetación arbórea rala y a veces seca.

Estas peladares se encuentran principalmente entre el río Teuco y el Teuquito, los que según lo observado por el Dr. Buitrago, es muy probable que en años anteriores hayan estado cubiertos de gramíneas que hoy desaparecieron por la creciente aridez, la que depende fundamentalmente del régimen pluvial, incluyendo temperaturas, viento y suelo.

Las temperaturas elevadas y la escasa humedad del ambiente, como así los vientos de alta velocidad y frecuencia, activan la transpiración y la evaporación.

Estos procesos naturales de desecación, erosión y desertización han sido acelerados en la Argentina por la intervención humana irracional. La destrucción de la vegetación herbácea, de los pastizales, de los bosques y de los esteros, trajo como consecuencia la situación actual formoseña, como anteriormente sucedió en otras regiones.

Geodofología. El Dr. Buitrago refiere a un plano esquemático en escala 1:250.000 la distribución de los materiales originarios de los suelos en la zona de influencia del río Teuquito en la provincia de Formosa. En él están distribuidos los materiales geológicos correspondientes a edad y también el tipo de material de acuerdo con el ambiente en que se depositaron.

Los materiales originarios sobre los cuales han evolucionado los suelos del oeste formoseño, son el resultado del proceso de alteración y descomposición de las rocas constituidas principalmente por elementos arcillosos, a-

renosos, limosos y calcáreos, que posteriormente han sido transportados y depositados por la acción del agua y el viento en toda la región.

Haciendo referencia a la influencia directa que tienen sobre los suelos y sus variaciones, los diversos factores geológicos, hidrológicos y topográficos asevera que los sedimentos originarios corresponden a varios tipos, que originan a su vez distintos suelos:

1. Sedimentos arenosos finos algo limosos fluvio eólico y eólicos de color amarillo rosado a rojizo;
2. Sedimentos arenosos finos y gruesos, algo limosos aluviales y eólicos, permeables y de color amarillo rosado;
3. Sedimentos arcillosos poco arenosos, de grano fino, impermeables, de coloración roja predominante y a veces rosado ocráceo, que corresponden al piso Ensenadense.