

O
X.12
C34
I

37094



CONVENIO
PROVINCIA DE SALTA
CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES

CENTRO DE INVESTIGACIONES HIDRICAS DE LA REGION SEMIARIDA
ADMINISTRACION PROVINCIAL DEL AGUA DE SALTA

ESTUDIO DE PROTECCION DE LA CUENCA DEL
RIO DORADO

GEOLOGIA Y GEOMORFOLOGIA

Autores:
Doctor en Geología Rodolfo Amengual (AGAS)
Geólogo Eduardo Barbeito (CIHRSA - INCYTH)

AGOSTO, 1991

O
X12
C34
I

AUTORIDADES

PROVINCIA DE SALTA

GOBERNADOR
CPN Hernán Hipólito Cornejo

INSTITUTO DE PLANIFICACION ECONOMICO-SOCIAL
Lic. Jorge José Armas

CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES

SECRETARIO GENERAL
Ing. Juan José Ciáccera

DIRECCION DE COOPERACION TECNICA
Ing. Susana B. de Blundi

AREA DE INFRAESTRUCTURA HIDRICA
Ing. Oscar González Arzác

TECNICOS PARTICIPANTES DEL ESTUDIO INTEGRAL

PROVINCIA DE SALTA

INSTITUTO DE PLANIFICACION ECONOMICO-SOCIAL

Coordinación Provincial:

Ing. Agrónomo Wilfredo Bernal

Lic. en Recursos Naturales Mirta Terán de Cayo

Lic. en Antropología Vito Francisco Márquez

ADMINISTRACION PROVINCIAL DEL AGUA

DIRECCION DE ESTUDIOS Y PROYECTOS

Doctor en Geología Rodolfo Amengual

Ing. en Recursos Hídricos Juan Sciortino

DIRECCION PROVINCIAL DE ASUNTOS AGRARIOS Y RECURSOS NATURALES RENOVABLES

Geólogo Ciro Camacho

CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES

Coordinación:

Ing. Civil Juan Czarnowski

Lic. en Economía Hernán Carlino

Arquitecto Juan Carlos Costa

Ing. Agrónomo Carlos Ferrari

Ing. Forestal Alejandra Moreyra

Geógrafo Carlos Bonfiglio

ORGANISMOS NACIONALES

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SALTA

FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES

Ing. Forestal Elvio Mario del Castillo

Geólogo Miguel Boso

Lic. en Recursos Naturales Miriam Gil

Ing. Agrónomo Miguel Angel Menéndez

INSTITUTO FORESTAL NACIONAL

DEPARTAMENTO DE PROGRAMAS Y PROYECTOS
DIRECCION DE COORDINACION FORESTAL

Ing. Forestal Jorge Luis Menéndez

INSTITUTO NACIONAL DE TECNOLOGIA AGROPECUARIA

DEPARTAMENTO DE SUELOS

Ing. Agrónomo Roberto Michelena

CENTRO DE ESTUDIOS HIDRICOS DE LA REGION SEMIARIDA (INCYTH)

DIRECTOR

Ing. Civil Jorge Román Saravia

Ing. en Recursos Hídricos Eduardo Zamanillo

Ing. Civil Fabián López

Lic. en Geología Osvaldo Barbeito

VOLUMENES INTEGRANTES DEL ESTUDIO

CARACTERIZACION FISICA:

- . GEOLOGIA Y GEOMORFOLOGIA
- . VEGETACION
- . SUELOS
- . HIDROLOGIA
- . HIDRAULICA FLUVIAL
- . SEDIMENTOLOGIA

CARACTERIZACION SOCIOECONOMICA:

- . TOMO I: CARACTERIZACION MACRO-REGIONAL
 - . TOMO II: CARACTERIZACION DE LAS ACTIVIDADES PRODUCTIVAS DEL AREA DE ESTUDIO
-
- . SINTESIS DEL ESTUDIO Y PROPUESTAS DE LINEAS DE ACCION

INDICE

1. INTRODUCCION GENERAL

2. CARTOGRAFIA BASICA

2.1 Introducción

2.2 Metodología de Trabajo

3. GEOLOGIA

3.1 Introducción

3.2 Estratigrafía

3.3 Estructura

4. DESCRIPCION SISTEMATICA DE LAS FORMAS PLANAS Y RED HIDROGRAFICA DE LA CUENCA

4.1 Introducción

4.2 Caracterización del Sistema a nivel de Subcuenca

4.3 Cálculo y Análisis de las Formas Planas y del Drenaje de la Cuenca y Subcuencas del Sistema

4.4 Conclusiones

5. DESCRIPCION DE LAS UNIDADES GEOMORFOLOGICAS

5.1 Región Montañosa Occidental

5.2 Región Ondulada Central

5.3 Región Llana Oriental

5.4 Descripción de las Unidades de cada Región Geomorfológica

5.5 Conclusiones

5.6 Recomendaciones

ESTUDIO DE PROTECCION DE LA CUENCA DEL RIO DORADO

GEOLOGIA Y GEOMORFOLOGIA

El presente informe se refiere a los ítem Cartografía Básica, Geología y Geomorfología correspondientes al estudio integral de la cuenca.

1. INTRODUCCION GENERAL

El 9 de mayo de 1990 se firmó un Convenio entre el CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES y la PROVINCIA DE SALTA a efectos de dar cumplimiento a lo solicitado por el Gobierno salteño referente a estudiar y elaborar un Plan Maestro Provincial de ordenamiento de las cuencas hidricas. Dada la imposibilidad de encarar un estudio en todo el territorio de la Provincia se seleccionó una cuenca con la finalidad de generar una primer experiencia metodológica extrapolable al resto del territorio provincial. Para ello se conformó un equipo interdisciplinario e interinstitucional conformado por técnicos de A.G.A.S., D.V.S., Dirección de Defensa Civil, Dirección de Recursos Naturales Renovables, Secretaría de Estado de Planeamiento y Consejo Federal de Inversiones. Se ha seleccionado la cuenca del Río Dorado debido a la problemática que presenta y a la escasa información con la que se contó inicialmente.

Los estudios fueron llevados a cabo por técnicos provinciales y de diversos organismos nacionales designados a tales efectos, que actuaron bajo la coordinación de la entonces Secretaría de Estado de Planeamiento, hoy Instituto de Planificación Económico Social.

2. CARTOGRAFIA BASICA

2.1 Introducción

El tema Cartografía Básica estuvo a cargo de la Administración General de Aguas de Salta quien designó al Dr. Rodolfo Amengual para su desarrollo. La Geología y Geomorfología fue realizado también por el mencionado profesional con la colaboración del Geólogo Osvaldo Barbeito perteneciente al Centro del Investigaciones Hidricas de la Región Semiárida (CIHRSA), con sede en la ciudad de Córdoba.

La Cartografía Básica incluyó la elaboración de un mapa con la

red de avenamiento de la totalidad del área de la cuenca que sirvió de base para las diferentes disciplinas que debían elaborar planos temáticos. Para la Geología y la Geomorfología, la Cartografía sirvió de base para la estudiar la problemática de la cuencas en lo referente a erosión y transporte de sólidos, el grado de degradación y sus probables causas.

2.2 Metodología de Trabajo

La primera tareas consistió en la elección de la escala, tanto de trabajo como de presentación de informes la que, luego de consensuar con las diferentes necesidades de las especialidades intervinientes se fijó en 1:100.000 como escala de presentación, y la de las fotografías existentes como escala de trabajo.

La cuenca está cubierta por las fotografías aéreas a escala media 1:17.500 obtenidas por el I.G.M. cuya denominación es la siguiente: 3.B-208-2532 a 2540, 3.B-210-2523 a 2531, 3B-212-2505 a 2512, 3B-213-3026 a 3028, 3.B-214-2498 a 2504, 3.B-216-2478 a 2484 y 3.B-218-2474 a 2477. Este material es de calidad media; el principal problema radica en los grandes cambios de escala existentes entre fotos de líneas de vuelo diferentes.

Hay además fotografías obtenidas por la Dirección General Agropecuaria con una cámara Hasselblad 6x6 en 1971 y 1978, a escala de negativo 1:60.000 ampliadas a escala aproximada 1:20.000 que cubren el cauce del río Dorado desde su confluencia con el Seco, hasta la localidad de Apolinario Saravia, imágenes satelitarias escala 1:250.000, falso color compuesto obtenida el 27 de julio 1987. La hoja topográfica Las Lajitas a escala 1:250.000 con equidistancia de 50 m., en la parte baja, y de 250 m. en la zona serrana publicada por el I.G.M., que cubre el 85% de la superficie de estudio.

La falta de material suficientemente actualizado nos persuadió sobre la necesidad de obtener una imagen satelitaria mas o menos actual y de buena calidad. La elección recayó por diferentes razones una imagen TM, bandas 2, 3 y 4 falso color compuesto, escala 1:100.000 obtenida el 23 de septiembre de 1987, adquirida en el Instituto Nacional de Pesquisas Espaciales INPE de Brasil. Dicha imagen serviría de base y se complementaría con información adicional proveniente del análisis estereoscópico del material fotográfico.

De esta manera se realizó primero un mapa base confeccionado a la escala media de las fotografías aéreas, sin actualizar la información referente a desmontes e infraestructura, utilizando como método la construcción por bloques con compensación aproximada de la escala de las diferentes líneas de vuelo. Este mapa a escala media 1:77.500 contenía la red de drenaje, desmontes e infraestructura a la fecha de las fotografías. Sobre

esta base trabajaron diferentes disciplinas.

Este mapa dejaba mucho que desear respecto a precisión pero se utilizó porque brindaba buena información y porque las correcciones serían automáticamente realizadas sobre la imagen, ya que planimétricamente es mucho más exacta. Esto permitió avanzar considerablemente en los trabajos debido a que la imagen fue recibida recién en febrero de 1991. De esta manera el mapa final a escala 1:100.000 tiene la precisión planimétrica de la imagen T.M., y la resolución de un pixel de 30 m y está enriquecida por los detalles agregados de las fotografías aéreas analizadas estereoscópicamente con binoculares de aumento. La infraestructura y desmontes son los existentes a la fecha de toma del 23 de septiembre de 1987, que debemos considerar como actuales ya que a partir de la misma no hubo prácticamente cambios.

Con las fotografías aéreas a escala 1:20.000 se realizó una interpretación detallada, la que posteriormente fue reducida mediante fotocopiadora a escala aproximada 1:30.500, en las que se puede apreciar los cambios acaecidos en el cauce del Río Dorado entre su confluencia con el Río Seco y el puente sobre la ruta provincial Nº 5, en Apolinario Saravia entre los años 1971 y 1978. Esto sirvió para cotejar con la situación visible en las fotografías de 1966 y la imagen de 1987.

3. GEOLOGIA

3.1 Introducción

La cuenca del Río Dorado posee abundante información geológica elaborada por profesionales de Y.P.F. A los fines del presente informe se adaptó, mediante la fotointerpretación, el estudio elaborado en 1974 por J. Gerbhard y J. Oliver Gascón: "Geología de la comarca entre el Río Juramento y Arroyo Las Tortugas, provincias de Salta y Jujuy" y los borradores de los mapas geológicos a escala 1:100.000 de YPF Sierra del Maíz, Gordo y Piquete.

La interpretación fotogeológica y compilación, estuvo a cargo del Dr. Rodolfo Amengual y el cotejo de campo de la cuenca baja fue realizado conjuntamente con el Geol. Osvaldo Barbeito. Los vuelos de observación no pudieron realizarse por falta de una máquina adecuada.

3.2 Estratigrafía

Se adoptó la división clásica para el noroeste argentino y dada la naturaleza del estudio se mapeó a nivel de período, grupo y subgrupo. Los espesores consignados fueron tomados del trabajo mencionado precedentemente.

3.1.1 Paleozoico

3.1.1.1 Devónico Indiferenciado

Está constituido por las Formaciones Cachipuncó y Arroyo Colorado de origen marino. Litológicamente está compuesto por arcilitas y lutitas micáceas, color gris oscuro a verde oscuro y pardo amarillento, intercalados con areniscas cuarcíticas y silicificadas hacia el techo; hay predominio de areniscas cuarcíticas y cuarcitas gris claro, blanquecinas, moradas y rosadas intercaladas con arcilitas y lutitas micáceas moradas.

Mapeados sin tener en cuenta las divisiones formales, estos sedimentos que tienen un espesor de hasta 800 m., afloran en el sector extremo occidental de la cuenca constituyendo el núcleo de dos estructuras braquianticlinales de rumbo submeridiano, el de la Sierra del Centinela y el ubicado más hacia el poniente. Un tercer afloramiento se ubica en el núcleo del anticlinal fallado de la Sierra del Piquete, donde aparece formando una franja angosta y alargada en sentido submeridiano.

La altura máxima de la cuenca, el Cerro Ceibal de 2.572 m.s.n.m se ubica en sedimentos atribuidos a este período.

3.1.2. Cretácico - Terciario - Grupo Salta

3.1.2.1. Subgrupo Pirgua Indiferenciado

Esta constituido por areniscas rojo ladrillo a morado, de grano mediano a fino con estratificación poco marcada en bancos gruesos intercaladas con bancos delgados de limolitas del mismo color; se observan escasos lentes conglomerádicos.

Estos depósitos continentales se disponen en discordancia angular sobre los correspondientes al Devónico, y alcanzan los 1.000 m de espesor. Forman afloramientos conspicuos ubicados en los flancos de la Sierra del Centinela y su prolongación sur; en la Sierra del Piquete y en la del Maíz Gordo. Se destaca la presencia de un fracturamiento denso por sectores ubicados fundamentalmente en las crestas de los anticlinales que controla parcialmente el drenaje. Esta fracturación parece tratarse de sistemas de diaclasas magnificadas por erosión hídrica.

3.1.2.2 Subgrupo Balbuena Indiferenciado

Esta integrado por las Formaciones Lecho, Yacoraite y Olmedo.

Dada la imposibilidad de diferenciar fotogeológicamente las entidades mencionadas fue mapeado a nivel de Subgrupo.

Litológicamente esta constituido por areniscas blanquecinas a rosadas, de grano medio a fino con cemento calcáreo (F. Lecho); calizas y calizas dolomíticas, en parte arenosas y oolíticas; escasas intercalaciones de areniscas calcáreas amarillentas y lutitas micáceas grises (F. Yacoraite) y margas verdes azuladas con bancos de pucalithus (F. Olmedo).

Los sedimentos de este Subgrupo son de origen continental en la base y marino en el techo, tienen un espesor variable entre 200 y 250 m. Se disponen en discordancia erosiva sobre los correspondientes al Subgrupo Pirgua, constituyendo afloramientos conspicuos en los flancos y narices de las estructuras que forman la Sierra del Centinela, del Piquete y del Maíz Gordo.

Su constitución litológica las hace fácilmente reconocibles en las fotografías aéreas, su mayor competencia erosiva resalta los afloramientos aún debajo la extensa cubierta vegetal que cubre la zona.

3.1.2.3 Subgrupo Santa Bárbara Indiferenciado

Está integrado por las Formaciones Mealla, Maíz Gordo y Lumbrera.

Se trata de depósitos continentales con predominio pelítico

constituidos por arcilitas calcáreas margas con escasas intercalaciones de bancos calizos y de pucalithus, de coloración roja a morada.

Aflora en los mismos lugares consignados para el Subgrupo Balbuena sobre el que se dispone en forma concordante. El espesor total puede alcanzar los 700 m.

El contenido fosilífero y dataciones en diferentes entidades del Grupo Salta permiten asignar al Cretácico a los Subgrupos Pirgua y Balbuena. En relación al Subgrupo Santa Bárbara hay dudas en la ubicación del límite Cretácico Terciárico, algunos autores lo atribuyen totalmente al Terciárico otros, en cambio, prefieren ubicar el límite en la Formación Maiz Gordo.

3.1.3 Terciárico-Grupo Orán

3.1.3.1 Subgrupo Metán

3.1.3.1.1 Formación Río Seco

Litológicamente constituida por areniscas de grano medio a fino, color rojo ladrillo, bien seleccionadas, con escasas intercalaciones de arcilitas y arcilitas calcáreas de la misma coloración; aunque escasos se observan lentes de conglomerados. Todo el conjunto presenta estratificación marcada en bancos gruesos. Son frecuentes los niveles con laminación entrecruzada.

Forma afloramientos alargados y angostos en la nariz sur del braquiantriclinal ubicados al occidente del área de estudio, en el flanco oriental de las Sierras del Piquete y del Maiz Gordo. Estos se disponen en discordancia sobre los sedimentos del Subgrupo Santa Bárbara formando el núcleo de una estructura anticlinal en la confluencia de los Ríos Dorado y Seco, tienen un espesor promedio de 200 m.

3.1.3.1.2 Formación Anta

Está constituida por pelitas rojas y verdes que varían entre areniscas finas y arcilitas. Se trata de areniscas de grano fino a muy fino hasta mediano mal a medianamente seleccionadas, cuarzosas por sectores con niveles micáceos de color rojizo predominante intercaladas con limoletas, arcilitas, margas y areniscas muy finas de coloración rojiza a verdosa y en menor proporción, gris blanquecino. Bancos calcáreos eolíticos de espesores reducidos son frecuentes en los niveles superiores de esta Formación.

Nódulos y capas, venas y venillas de yeso, se observan además capas delgadas de tobas gris blanquecino a verdoso cuarzosas con abundante biotita. Son comunes en el sector medio y superior de

este complejo sedimentario que presenta además, estratificación marcada en bancos delgados con abundantes entrecruzamientos.

Se dispone concordantemente sobre los sedimentos de la Formación Río Seco, formando afloramientos conspicuos en los mismos lugares que los consignados para esta formación. El espesor varía entre 500 y 1000 m.

3.1.3.1.3 Formación Jesús María

Litológicamente constituidas por areniscas de grano muy fino a fino, moderadamente a mal seleccionadas, cuarzosas con abundante matriz arcillosa, coloración rosado grisáceo intercaladas con arcilitas y limolitas pardo rojizo pálido. Relativamente frecuentes con los niveles conglomerádicos intraformacionales de 10 a 20 cm de espesor, a veces lenticulares.

Se observan escasos bancos de tobas biotíticas, color gris claro a medio con espesores que rara vez superan los 30 cm. El conjunto presenta estratificación marcada en bancos gruesos en los que puede apreciarse además, laminación cruzada.

Los afloramientos se ubican en forma de fajas estrechas en los mismos lugares mencionados para la Formación Anta a la que sobreyace en forma concordante. El espesor promedio se aproxima a los 500 m.

3.1.3.2 Subgrupo Jujuy

3.1.3.2.1. Formación Guanaco

Integrada por areniscas gris claro a rojo pálido mas seleccionadas, de grano medio a muy grueso, dispuesto en matriz limosa, cuarzosas biotíticas y con cemento calcáreo con escasas intercalaciones de areniscas finas a arcillosas.

Por tramos predominan en forma alternada conglomerados semiconsolidados con clastos subredondeados a redondeados de diámetros variables en 0,2 y 8 cm, excepcionalmente a 30 cm. Se trata de cuarcitas devónicas, cuarzo predominantes y líticos varios muy subordinados compuestos por granitos, andesitas y tobas, dispuestos en una matriz arenosa muy gruesa y cemento calcáreo. Se encontró un banco de toba biotítica gris claro de muy escaso espesor.

El conjunto presenta estratificación poco marcada en bancos gruesos y sobreyace en discordancia erosiva los sedimentos de la Formación Jesús María. Tiene un espesor de hasta 800 m. y aflora en la Cuenca Media

3.1.3.2.2. Formación Piquete

Esta integrada por una serie de areniscas rojizas de grano muy fino hasta grueso, cuarzosas, arcillosas a limolíticas en partes intercaladas con bancos y lentes de conglomerados con predominio de rodados subangulares a subredondeados, de calizas a veces estromatolíticas provenientes del Subgrupo Balbuena, subordinados se observan clastos de cuarcita, cuarzo y escasas tobas dispuestos todos en una matriz arenosa con cemento calcáreo. La coloración general de esta Formación es rojo pálido a grisáceo y presenta estratificación poco marcada en bancos gruesos. Se dispone pseudoconcordantemente sobre la formación infraadyacente. El espesor es variable y esta en el orden de los 400 m. No aflora dentro de los límites de la cuenca del Río Dorado, se observa un depósito de dimensiones reducidas en los alrededores de la localidad de El Piquete, hacia el norte del Río Del Valle.

Edad del Grupo Orán

Sobre la base de correlaciones con entidades de edad conocida, de las relaciones sobre las diferentes formaciones que lo componen y de dataciones según el método potasio-argón practicadas en las tobas presentes en las Formaciones Jesús María $32 \pm 3,5 \times 10^6$ años y Guanaco $11,6 \pm 3,5 \times 10^6$ años se le asigna edad terciaria Eoceno (F. Seco), Oligoceno (F. Anta y Jesús María), Mioceno (F. Guanaco) y Plioceno (F. Piquete).

3.1.4 Cartárico

3.1.4.1 Depósitos Aterrazados

Están constituidos fundamentalmente por conglomerados con clastos subangulosos a subredondeados de diámetros variables entre 1 cm y 50 cm, siendo los mas abundantes los de la fracción comprendida entre los 3 y 10 cm, se trata de cuarcitas y calizas y muy subordinados de areniscas provenientes del Subgrupo Pirgua; intercalados con bancos arenosos y gruesos y aún limosos. Todo el conjunto de coloración gris parduzco se presenta en forma masiva. Se obtiene por sectores ordenamiento de los clastos, con el eje mayor dispuesto en forma paralela e indicando yacencia horizontal. El espesor visible puede alcanzar un máximo de 10 cm y se dispone en forma discordante sobre diferentes entidades en el tramo comprendido entre el Río Los Gallos al sur y el Arroyo Cabeza de Vaca al norte. Por la disposición de estos depósitos se deduce que se tratan de retazos de viejos abanicos aluviales de los mencionados cursos, hoy sobreelevados y erosionados.

Por suposición y por estar afectados tectónicamente se los asigna al Pleistoceno.

En los cursos de los Ríos Dorado, Seco y Los Salteños, se

observan diferentes niveles de terrazas, con depósitos conglomerádicos con intercalaciones arenosas muy similares a los descritos precedentemente. Son de mucha menor extensión areal, sus asomos se reducen al cauce de los ríos mencionados y están a un nivel topográfico mas bajo que los anteriores por lo que se les atribuye una edad mas joven. Estos depósitos revisten importancia porque son fuente de abundante material clástico; durante las crecientes los ríos alcanzan estos niveles erosionándolos con la consiguiente incorporación del material el que luego es transportado hacia la parte baja con menor pendiente, donde se acumulan colmatando los cauces.

3.1.4.2 Depósitos Fluviales Indiferenciados

Son las acumulaciones actuales visibles en los cauces de ríos y arroyos de la región. Consisten en depósitos de dimensiones y espesores variables compuestos por rodados de diámetros variables de cuarcitas, calizas, areniscas rojizas y componentes provenientes de las entidades aflorantes en la cuenca. Como es lógico, los rodados mas grandes quedan en la zona donde se produce el campo mas fuerte de pendiente. De esta manera, en la unión de los Ríos Secos y Dorado sólo se encuentran unos pocos rodados con diámetros superiores a los 2 cm y hacia aguas abajo sólo se observan las fracciones arena y mas fina. En la intersección del camino, que une la localidad de Luis Burela con el puesto Las Peladas, con el Rio Los Salteños se observa una situación análoga presentándose en el lecho las fracciones mas finas.

La edad de estos depósitos es actual, con cada creciente experimentan cambios.

El sector plano de la parte baja de la cuenca donde se ha desarrollado la explotación agropecuaria corresponde a una situación particular. Se observa en los cortes naturales, por debajo del manto de suelo de un espesor variable, la presencia encuentra de un material con predominio amplio de la fracción arena y niveles mas finos, arcilla-limo, similar a la que se observa en los lechos de ríos y arroyos actualmente. Esta situación unidas a ciertos rasgos morfológicos induce a pensar que se trata de depósitos fluviales.

La sección media y distal de los abanicos fluviales de los cursos que ahora se unen al Río Dorado en épocas remotas habrían tenido un diseño diferente dirigiéndose hacia el sur-este. La evolución a la posición actual hacia el noreste se llega por la acumulaciones del Río Juramento que en sus sucesivas posiciones fue condicionando y modificando las cuencas de los Ríos Del Valle y Dorado, que pasaron a formar parte de la cuenca del Río Bermejo separándose del sistema del Río Juramento.

En el sector donde se insumen los Ríos Dorado y Del Valle, se observa una zona inundable con lagunas temporales y freática alta

con posibles problemas de salinización.

La imagen satelitaria muestra una vegetación tupida y cursos abandonados que deben funcionar en la época que llegan las crecientes durante el periodo lluvioso.

3.3 Estructura

Los principales lineamientos tectónicos tienen una marcada orientación N-NE-S-SO.

Las estructuras relativamente sencillas están constituidas por anticlinales y sinclinales fallados, bastante simétricos desarrollados en sedimentitas devónicas y miembros del Grupo Salta los primeros y en sedimentos de los Grupos Salta y Orán los segundos.

Las serranías presentes en la comarca se corresponden a estructuras anticlinales falladas y elevadas en la Sierra del Centinela. En la continuación sur se observan las mayores alturas de la región, con el Cerro Ceibal que alcanza los 2.572 m.s.n.m., formando el límite occidental de la cuenca.

Estas serranías se encuentran formadas por dos braquianticlinales paralelos, los núcleos desarrollados en sedimentos devónicos y la culminación en sedimentitas del Grupo Salta, sobre la nariz sur se observa un repliegue sinclinal cuyo eje tiene rumbo paralelo a los anteriores y termina en una falla inversa, cuyo labio bajo se ubica hacia el poniente y cuyo rechazo vertical aumenta hacia el norte suprimiendo la estructura sinclinal. Se observa un notorio craquelamiento en el sector de la cresta, desarrollado en sedimentos arenosos del Subgrupo Pirgua. Se presume que este fracturamiento-diaclasamiento se produjo en la zona de máxima curvatura del pliegue y por su ubicación respecto a las líneas principales se estima que responden a alivio de tensiones.

Separada de la anterior por una falla inversa se encuentra otra estructura anticlinal de rumbo ligeramente oblicuo al de la falla N-NE-S.SO, que constituye la Sierra del Piquete. Esta falla presenta el plano inclinado hacia el SE y el bloque hundido hacia el oeste; el rechazo vertical es variable y se observa en el sector central sedimentos devónicos por sobre las correspondientes a los Grupos Orán y Salta.

La Sierra del Piquete con alturas máximas del orden de los 1.000 - 1.100 m.s.n.m. está constituida por un anticlinal al cual, la falla descrita, suprimió el flanco occidental observándose la nariz sur y el flanco oriental. El núcleo devónico aparece formando una faja delgada que desaparece hacia el norte y el sur bajo las sedimentitas del Subgrupo Pirgua. La culminación está desarrollada en los sedimentos calcáreos del Subgrupo Balbuena, los que por su resistencia a la erosión resaltan formando

los que por su resistencia a la erosión resaltan formando planchadas lisas y extendidas en el sentido de la contrapendiente. Esta estructura está afectada por una serie de fallas menores de rumbo y rechazo variable pero con el bloque hundido siempre ubicado hacia el poniente, se observan también dos sistemas bien definidos de fracturamiento-diaclasamiento desarrollados en los sedimentos del Subgrupo Pirgua dándole al sector afectado un aspecto anfractuoso y ejerciendo control sobre la red de drenaje, la que varía a un patrón paralelo con profundización y encajonamiento de los valles.

En el sector central de la estructura se observan cuatro fallas oblicuas al rumbo general que afectan a los sedimentos del Grupo Salta, con rechazos verticales y horizontales muy importantes.

La estructura de la Sierra del Piquete se resuelve hacia el este en una estructura sinclinal que afecta a los sedimentos de los Grupos Salta y Orán y en replegamientos menores hacia el sur, que afectan a los sedimentos más jóvenes del Grupo Orán. Esta última estructura forma una especie de depresión que separa la Sierra del Piquete de la Sierra del Maíz Gordo, ubicada hacia el naciente y separada por una falla inversa que permitió el ascenso del bloque oriental y cuyo plano buza hacia el sureste.

Al igual que las anteriores esta última sierra también es una estructura anticlinal fallada con la nariz ubicada y buzante hacia el sur. En el núcleo se observan los sedimentos rojizos del Subgrupo Pirgua afectados en este caso también por dos sistemas definidos de diaclasamiento-fracturación igual a los observados en las estructuras anteriores en flanco oriental. Está constituido por los sedimentos de los Subgrupos Balbuena y Santa Bárbara y hacia el naciente los correspondientes al Grupo Orán. Este flanco está afectado por fallas modernas con el bloque hundido hacia el oeste y replegamientos menores llegando así a una estructura branquianticlinal cuyo núcleo se desarrolla en sedimentos de las Formaciones Jesús María. Hacia el sur el replegamiento se resuelve en una serie de fallas de rechazos variables no muy importantes que afectan los sedimentos del Grupo Orán.

La estructura más oriental visible en la comarca es una falla inversa que, contrariamente a lo observado hasta ahora, presenta el plano buzante hacia el oeste y el bloque hundido hacia el este. Esta estructura, al este de la cual se extiende la llanura chaqueña, constituiría el límite entre dos provincias geológicas: las Sierras Subandinas al oeste y el Chaco al este. Tiene extensión regional extendiéndose hacia afuera de los límites del presente trabajo, es muy moderna y presenta desplazamientos en los depósitos aterrazados. En el campo que une el Río Del Valle con Villa Aurelia se observa un escalón topográfico de unos 6 m en el trazo de esta falla. En el puesto Palo Blanco puede observarse también una falla moderna que afecta los depósitos aterrazados asignados al cuartárico, los que al sobreelevarse

indicaron un pequeño curso de agua que origina una cuenca sin salida con una laguna de reducida extensión.

Sintetizando, los cordones montañosos presentes en el sector occidental de la cuenca corresponden a las Sierras del Centinela, del Piquete y del Maiz Gordo, las dos primeras son estructuras anticlinales falladas con un núcleo de sedimentitas eopaleozoicas (Devónico), la tercera son cretácicas (Subgrupo Pirgua) con flancos constituidos por sedimentos del Grupo Salta en todos los casos, que de oeste a este tienen cada vez menor altura relativa. Se observan repliegues sinclinales en la nariz sur de la primera y tercera y una estructura sinclinal amplia entre las dos últimas. El fallamiento está constituido por fallas inversas de rumbo subparalelo al de las estructuras mencionadas N-NE, S-SO, con plano buzante hacia el este delimitando el bloque hundido hacia el poniente, excepto la falla más oriental que presenta el plano buzante hacia el oeste y el bloque hundido hacia el este. Hay además, un gran cantidad de estructuras menores representadas por pequeñas fracturas y diaclasas de rumbo oblicuo al de las estructuras principales que representan estructuras de alivio a los esfuerzos principales.

El rumbo general de las estructuras indica la presencia de fuerzas compresivas de rumbo general E-O.

El esquema tectónico responde al patrón generalizado para el noreste argentino, en donde la fase andina jugó un rol preponderante durante el Terciario y en el caso de nuestra área de estudio se prolongó hasta el Cuartásico.

4. DESCRIPCIÓN SISTEMÁTICA DE LAS FORMAS PLANAS Y RED HIDROGRÁFICA DE LA CUENCA.

4.1 Introducción

La morfología de los terrenos a través tanto de las formas planas como las desigualdades verticales, tiene marcada incidencia en la velocidad, poder de arranque y transporte que adquiere la escorrentía superficial y por ende, en el grado de torrencialidad que afecta a las cuencas hídricas.

Con el objetivo de lograr información en esta primera etapa del estudio, y a modo de complementación de los estudios geológicos y geomorfológicos realizados, se procedió al cálculo y análisis de los parámetros geomorfológicos considerando las formas planas y particularmente las referidas al drenaje.

Las formas verticales aunque de alta utilidad no fueron posibles calcular por cuanto la información clinométrica existente es insuficiente para tales fines.

No obstante, los cálculos y análisis efectuados posibilitan, conjuntamente con la información geológica-geomorfológica, realizar una valoración integral preliminar de la torrencialidad que afecta el sistema, posibilitando la realización de análisis comparativos a nivel de las distintas sub-cuencas que lo integran.

La delimitación de las cuencas como la definición de las características del drenaje, deben considerarse óptimas, por las ventajas que para tales fines, brinda la información satelital utilizada.

Las correspondientes mediciones y cálculos, fueron efectuados mediante la utilización de un equipo de diseño asistido por computación (TEKNICAD).

4.2 Caracterización del Sistema a nivel de Sub-Cuenca

Como cierre del sistema hidrográfico, se tomó una línea imaginaria N-S a la altura de la localidad de Apolinario Saravia.

Las sub-cuencas consideradas para el cálculo de los correspondientes parámetros, corresponden a:

Subcuenca Río Seco:

Desarrollada a partir, aproximadamente, de los 1300 m.s.n.m. en las estribaciones sur de la Sierra del Centinela, hasta su confluencia con el Río Dorado a los 450 m.s.n.m..

Subcuenca Río Dorado:

Desarrollada a partir de los 200 m.s.n.m. hacia el norte sobre la Sierra del Centinela, hasta la confluencia con el Río Seco (450 m.s.n.m.).

Subcuenca del Río Los Gallos:

Desarrollada a partir del núcleo de la Sierra del Centinela por encima de los 2500 m, hasta la confluencia con el Río Dorado, aproximadamente a los 380 m.s.n.m.

Subcuenca del Río Los Salteños:

Desarrollada en la misma zona que la subcuenca del Río Los Gallos, hasta su confluencia con el Río Dorado, a partir aproximadamente, a los 370 m.s.n.m.

Intercuenca:

Area de aporte al curso principal del Río Dorado, en la baja cuenca del sistema. A nivel de subcuencas, presenta un muy bajo grado de definición.

4.3 Cálculo y Análisis de las Formas Planas y del Drenaje de la Cuenca y Subcuencas del Sistema

Las formas planimétricas factibles de dimensionar, consideradas en el estudio, corresponden a:

4.3.1 Areas totales y perímetros.

El concepto de área total define a las zonas en donde las precipitaciones escurren según un sistema común de cauces, desde el punto más alto al cierre de la cuenca.

El perímetro, mediante su definición y cálculo, tiene participación en los tiempos de concentración del agua de lluvia.

SISTEMA HIDROGRAFICO	PERIMETROS (km)	AREAS TOTALES (km ²)
RIO DORADO	174	1.449
RIO SECO	112	284
RIO DORADO	93	421
RIO LOS GALLOS	96	226
RIO LOS SALTEROS	95	218
INTERCUENCA.	133	300

4.3.2 Forma del Sistema y de las sub cuencas.

Las formas planimétricas definidas por los perímetros, están relacionadas con la distribución de las descargas de agua a lo largo de un curso principal, cuya valoración se realiza a través del coeficiente de compacidad o índice de Gravelius y el factor forma.

4.3.2.1 Coeficiente de Compacidad (Índice de Gravelius)

Está expresado por la relación entre el perímetro de la cuenca y el de una circunferencia.

Los valores obtenidos, indican mayores probabilidades de crecientes-torrencialidad cuando se acercan al valor de la unidad, en razón de que una forma circular establece la igualdad de los tiempos de concentración en todos los sectores.

$$K_c = \frac{P}{2\sqrt{A}} \qquad K_c = 0.28 \frac{P}{\sqrt{A}}$$

K_c: Coeficiente de compacidad.

P : Perímetro de cuenca.

A : Area total de cuenca.

SISTEMA HIDROGRAFICO	PERIMETRO Km	AREA TOTAL Km ²	A	P/A	COEFICIENTE COMPACIDAD
RIO SECO	112	284	16,85	6,64	1,85
RIO DORADO	93	421	20,51	4,53	1,26
RIO LOS GALLOS	96	226	15,03	6,50	1,82
RIO LOS SALTEROS	95	218	14,76	6,43	1,80

4.3.2.2 Factor de Forma

Este parámetro se define por la relación entre el ancho medio de la cuenca y la longitud del curso de agua más largo.

Se trata de una medida adimensional. A mayor valor obtenido, mayor es la probabilidad de crecientes-torrencialidad, en respuesta a que son menores los tiempos de concentración.

$$F_f = \frac{A_m}{L}$$

Ff : Factor forma.

$$A_m = \frac{A}{L}$$

Am : Ancho medio.

Reemplazando A = Area total de cuenca y L = Longitud del curso de agua más largo, en:

$$F = \frac{A/L}{L}$$

de donde:

$$F_f = \frac{A}{L^2}$$

SISTEMA HIDROGRAFICO	Areas km2	L km	L2	Factor Forma
RIO COLORADO	1449	84	7056	0,20
RIO SECO	284	58	3364	0,08
RIO DORADO	421	51	2601	0,16
RIO LOS GALLOS	226	53	2809	0,08
RIO LOS SALTEROS	218	48	2304	0,09
INTERCUENCA	300	32	1024	0,29

4.3.3 Sistema de Drenaje

4.3.3.1 Grados de Ramificación

Designa un número de orden creciente tanto a los cursos de agua perennes como temporarios, desde la línea de divisoria de agua hasta el curso principal. Da una idea del grado de desarrollo que alcanzan las cuencas hidrográficas.

	G. RAMIF.	N. RIOS	EXT. KM
SISTEMA HIDROGRAFICO RIO DORADO	1	2842	1587
	2	437	371
	3	84	234
	4	20	126
	5	5	130
	6	1	167
TOTAL :		3389	2615

SUBCUENCAS	G. RAMIF.	N. RIOS	EXT. KM
RIO SECO	1	573	350
	2	107	102
	3	18	58
	4	3	33
	5	1	29
TOTAL:		702	572
RIO DORADO	1	1035	631
	2	180	128
	3	29	75
	4	9	4
	5	2	26
	6	1	11
TOTAL:		1256	925
RIO LOS GALLOS	1	364	286
	2	69	66
	3	17	45
	4	2	12
	5	1	38
TOTAL:		453	447
RIO LOS SALTEROS	1	338	253
	2	59	49
	3	15	34
	4	6	19
	5	1	37
TOTAL:		419	392
INTERCUENCA	1	83	67
	2	23	26
	3	5	22
	4	1	8
	6	1	33
	TOTAL:		113

4.3.3.2 Densidad de Drenaje

Se define por la relación entre extensión total de cursos de agua temporaria y perenne, y la superficie de la cuenca.

Este parámetro, es indicativo de la permeabilidad de los materiales de superficie y por ende del grupo de escorrentía. A mayores valores de densidad, es de esperar mayores de crecida.

$$D_d = \frac{L_t}{A}$$

Lt : Largo total de cursos.
A : Area total en la cuenca.

	Lt(km)	A(Km2)	Dd (Km/Km2)
SISTEMA HIDROGRAFICO RIO DORADO	2615	1449	1,80
RIO SECO	572	284	2,01
RIO DORADO	925	421	2,19
RIO LOS GALLOS	447	226	1,97
RIO LOS SALTEÑOS	392	218	1,79
INTERCUENCAS	156	300	0,52

4.3.3.3 Extensión Media de Escurrimiento Superficial.

Expresa la distancia en línea recta, que una gota de agua debe recorrer hasta llegar a un curso de agua, menores recorridos, mayor tendencia a crecientes/torrencialidad.

Se calcula en base a:

$$E_s = \frac{A}{4L_t}$$

Es: Extensión media de escurrimiento superficial.
L_t: Longitud total de cursos.
A : Area de la cuenca.

	Li	A	4.Li	Es
SISTEMA HIDROGRAFICO RIO DORADO	2615	1449	10460	0,13
RIO SECO	572	284	2288	0,12
RIO DORADO	925	421	3700	0,11
RIO LOS GALLOS	447	226	1788	0,12
RIO LOS SALTEROS	392	218	1568	0,13
INTERCUENCAS	156	300	624	0,48

4.3.3.4 Frecuencia de los Ríos

Relaciona el número total de ríos perennes y temporarios de los distintos órdenes y el área de la cuenca se expresa en ríos/Km². Valores mayores corresponde a mayores crecientes.

$$F_r = \frac{T_r}{A}$$

Fr : Frecuencia de los ríos (ríos/Km²).

Tr : Total de ríos.

A : Area.

	Tr	A (Km ²)	Fr
SISTEMA HIDROGRAFICO RIO DORADO	3389	1449	2,30
RIO SECO	702	284	2,47
RIO DORADO	1256	421	2,98
RIO LOS GALLOS	452	226	2,00
RIO LOS SALTEROS	419	218	1,92
INTERCUENCA	112	300	0,37

4.3.3.5 Coeficiente de Torrencialidad

Está dado por la relación entre el número total de ríos de orden 1 y el área de la cuenca. Se expresa en ríos/Km².

$$ct = \frac{Tr1}{A}$$

Ct : Coeficiente de torrencialidad.
Tr1: Número total de ríos de orden 1.
A : Area de cuenca.

	Tr 1	A	ct
SISTEMA HIDROGRAFICO RIO DORADO	2842	1449	1,96
RIO SECO	573	284	2,01
RIO DORADO	1035	421	2,45
RIO LOS GALLOS	453	226	2,00
RIO LOS SALTEÑOS	419	218	1,92
INTERCUENCAS	82	300	0,27

4.4 Conclusiones

Del análisis tanto de las formas planas de las subcuencas del sistema, como de las referencias al drenaje, se evidencia que la subcuenca del río Dorado hasta su confluencia con el río Seco, es la que mayor grado de desarrollo ha alcanzado (N° de ramificaciones 6); y en los distintos parámetros considerados, indican una supremacía en el grado de torrencialidad que presenta.

En orden decreciente, le siguen las subcuencas del río Seco, Los Gallos y río Los Salteños, que alcanzan el orden de ramificación N° 5. El carácter torrencial se manifiesta en mayor grado en las dos primeras, observándose una leve supremacía en el caso de la subcuenca del río Seco.

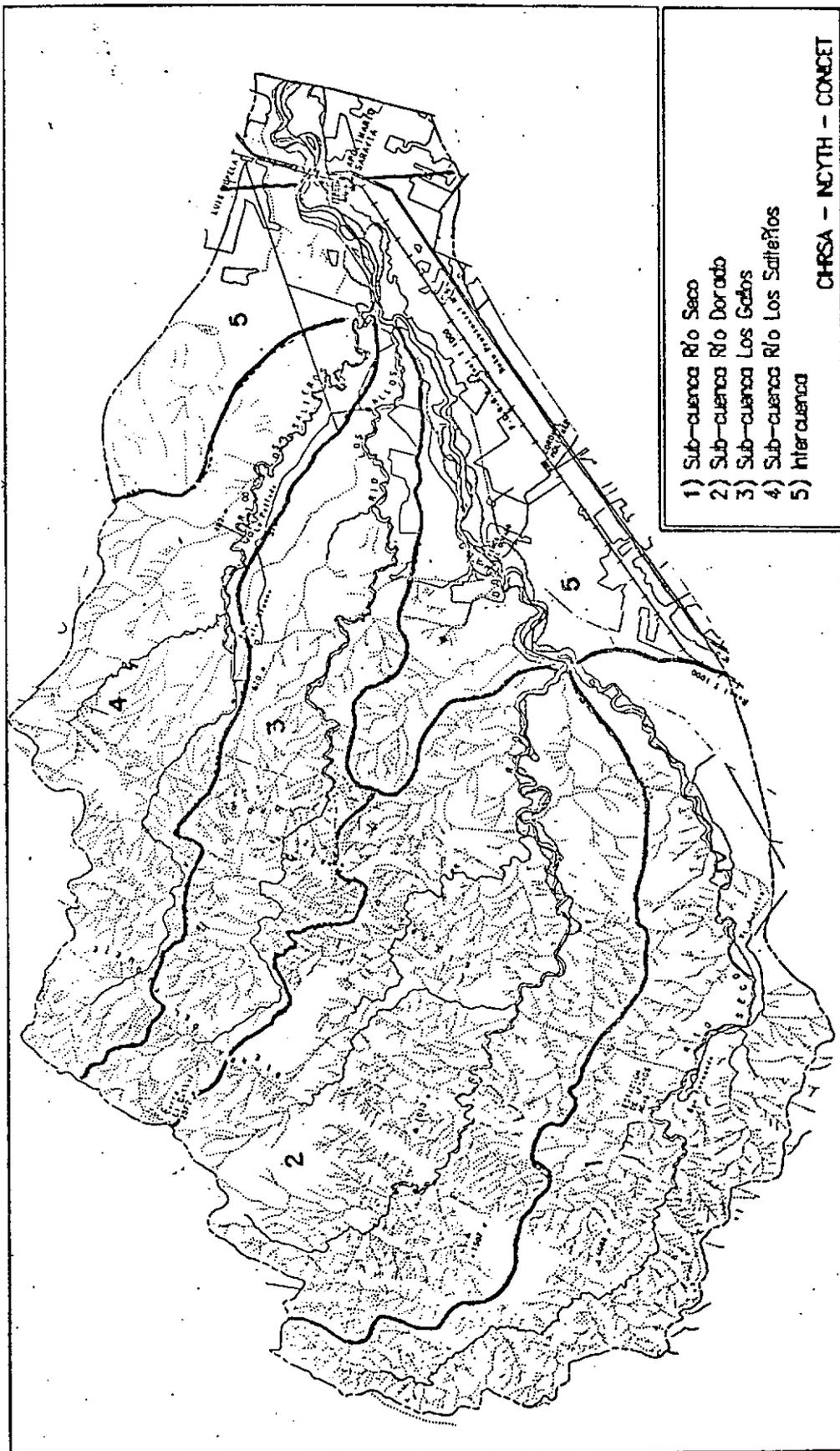
El sector de intercuenca, es poco significativo en este sentido, siendo el sistema hidrográfico de mayor peso al que se desarrolla entre las subcuencas de los ríos Dorados y Los Gallos (grado de ramificación N°4).

Es importante tener en cuenta que el análisis correcto, nace de la integración de la información que brindan los parámetros calculados y los valores que involucran las normas verticales (relieve, frecuencia de altitudes, declives equivalentes constantes, etc.), y las características geológicas y geomorfológicas, lo que permite una valoración sistemática de las distintas sub-cuencas integrantes de un sistema hidrográfico.

No obstante, esta primera aproximación debe considerarse, aunque de carácter complementario, de alta utilidad para la aplicación de estudios más específicos, que brinden las bases para las medidas de planificación y conservación del sistema.

CUENCA RIO DORADO (PCIA. DE SALTÁ)

DESCRIPCION SISTEMATICA DE LA GEOMETRIA DE LAS FORMAS PLANAS Y EL DRENAJE



5. DESCRIPCION DE LAS UNIDADES GEOMORFOLOGICAS

Dado los objetivos generales del trabajo, el estudio geomorfológico estuvo orientado a determinar las características de la cuenca en lo referente a los problemas de erosión y transporte de sólidos, tanto actuales como potenciales. Las divisiones se realizaron según criterios netamente prácticos, que pueden apartarse de los lineamientos usuales en las investigaciones geomorfológicas clásicas.

Teniendo en cuenta los factores litológicos, estructurales, climáticos, distribución de la vegetación y actividad antrópica se dividió el área en tres regiones, las que a su vez fueron subdivididas en unidades menores.

5.1 Región Montañosa Occidental

Está integrada por las sierras del Maiz Gordo, Piquete y Centinela. Constituye la cuenca alta del Río Dorado, es el área de recepción y nacientes de los principales cursos de la misma.

Esta región se desarrolla entre aproximadamente los 1.000 m y los 2.572 m.s.n.m., en el Cerro Ceibal, estando la media en el orden de los 1.800 m.s.n.m. Las precipitaciones aumentan hacia el oeste, ubicándose el área entre las isohietas de 1.100 y 1.200 mm anuales.

Las unidades orográficas están constituidas por rocas sedimentarias consolidadas (areniscas, cuarcitas, calizas y margas), pertenecientes al Devónico y al Grupo Salta. Las condiciones litológicas, estructurales y climáticas han producido un relieve energético. La correspondencia unidad orográfica, unidad estructural y litología condiciona la distribución y variedad de las pendientes, las que se encuadran dentro de las categorías fuertemuy fuerte (27-46%) y en menor proporción escarpado (> 46%). Las primeras se corresponden con el ángulo de inclinación de los estratos y las segundas a las contrapendientes que constituyen el espesor de las formaciones. Existe un neto predominio del transporte sobre la depositación.

La vegetación se encuadra dentro de una formación forestal cerrada con las características del bosque denso húmedo de montaña compuesto por tres estratos, árboles de 30 a 35 m, un estrato intermedio y un sotobosque con la inexistencia de un estrato herbáceo. Con el incremento de la altura y por encima de los 1.900 m aproximadamente, se pasa en transición a una formación de gramíneas típica de las praderas de alta montaña. El drenaje presenta un diseño dendrítico a subparalelo, densidad alta y un marcado control estructural. Los cauces son profundos, en forma de V cerrada.

A juzgar por un criterio más geológico que edafológico, puede decirse que en esta región predominan suelos de carácter residual, poco profundos, derivados de la alteración directa de la roca y de pobre desarrollo.

Dada la inaccesibilidad, el factor antrópico aparenta tener muy poca incidencia. En las fotografías aéreas del año 1966, se observan incendios forestales importantes y los que, según los pobladores de la zona son bastante comunes.

5.2 Región Ondulada Central

Está caracterizada por un modelado más homogéneo del relieve, constituye la cuenca media del Río Dorado y el área donde los colectores principales ensanchan en forma notoria sus cauces.

El contacto con la región colindante occidental es neto, con una zona de transición estrecha. Esta región se desarrolla desde aproximadamente los 450 m y los 1.00 m.s.n.m. y entre las isohietas de 900 y 1.100 mm anuales.

Litológicamente está constituida por sedimentitas de grano fino a conglomerádicos correspondientes al Grupo Orán (Terciario) sobre los que se depositaron, en el sector ubicado hacia el norte del Río Los Gallos abanicos aluvionales extensos, hoy disecados, con pendiente superficial suave (0 a 6%).

La uniformidad litológica y la menor magnitud de los accidentes estructurales condicionaron un relieve homogéneo, con formas onduladas suaves.

Las pendientes tienen una distribución bastante uniforme y se encuadran dentro del rango mediano-accidentado (7/12% - 12/20%).

Presenta una cubierta vegetal cerrada con las características del bosque denso de montaña (sector occidental) que hacia los niveles más bajos pasa a un matorral de transición. A diferencia de la región anterior acá se desarrolla por sectores, un estrato herbáceo.

El drenaje presenta un patrón dendrítico, menos denso que en la región anterior y con un control estructural menos marcado, notándose un ligero control litológico. Los cauces principales son amplios con desarrollo lateral que incluye un lecho de inundación en el que se observan diferentes niveles de terrazas. Los cursos menores de caudal temporario tienen cauces menos profundos y contribuyen a dar un aspecto más rugoso al paisaje.

En el contacto con la región montañosa occidental se presenta la primera reducción brusca de la pendiente observándose en los lechos de los cauces mayores la depositación del material más

grueso (bloques), respecto al material más fino, se observa en esta región equilibrio entre el transporte y la depositación.

Al igual que en la región anterior los suelos son de carácter residual que, en respuesta a una menor energía del relieve, son algo más profundos.

En esta unidad la acción antrópica tiene incidencia en el ambiente a través de la explotación forestal y agrícola ganadera. En las fotografías aéreas se observan áreas peladas en los alrededores de los puestos producidas por el desmonte y el pastoreo. Esta situación está particularmente magnificada en el paraje de San Fernando que es el mayor centro poblado dentro de esta región. En este sector funciona un gran aserradero que trabajó grandes cantidades de madera y, por otro lado, los habitantes tienen ganado que prácticamente han acabado con las pasturas naturales, alterando la textura del suelo por pisoteo favoreciendo la escorrentía y por ende la erosión. En los sectores que fueron sometidos a una explotación forestal intensa se pueden observar escasos árboles de gran porte (hasta 30 m de altura), que representan la vegetación original, alternando con individuos de mucha menor talla y con especies de tipo arbustivo. Esta actividad antrópica condujo a la construcción de sendas y caminos madereros que fueron desarrollados sin criterios técnicos y que sirvieron de cauce al escurrimiento, antes laminar, con un gran poder erosivo. Por sectores se observan estas antiguas sendas a más de un metro de profundidad respecto a su piso original.

5.3 Región Llana Oriental

Conocida también como llanura chaqueña, es una región característica que excede los límites de la cuenca en estudio, extendiéndose a otras provincias argentinas y aún fuera de los límites de nuestro país.

Entre sus principales características, podemos citar la ausencia de afloramientos rocosos con la superficie cubierta por suelos y la chatura de su paisaje, donde sólo se observan depresiones poco profundas y amplias que le dan un aspecto muy suavemente ondulado sólo perceptible en el terreno. Estas deben su origen a la presencia de numerosos paleocauces que se formaron por las diversas posiciones que ocuparon los cursos hasta alcanzar la situación actual.

Se desarrolla desde aproximadamente los 450 m de altura y la isohieta de 750 mm anuales al oeste, para disminuir ambos parámetros hacia el este.

Presenta una cobertura forestal cerrada del tipo bosque - material de transición que gradualmente pasa hacia el este a la

forma de matorral típico. La cubierta vegetal ha sido eliminada en gran parte para el posterior uso agrícola-ganadero de la tierra.

En esta región toda la red se reúne en el Río Dorado cuyo cauce desarrolló una extensa llanura aluvial con varios niveles de terrazas. Desde su confluencia con el Río Seco toma un marcado rumbo noreste y sólo recibe tributarios por la margen izquierda. Hacia el Naciente, fuera de los límites del presente estudio se observa una zona deprimida donde el cauce principal pierde identidad hasta insumirse, depositando la totalidad de la carga sólida formando una extensa zona de lagunas y pantanos conocidos como bañados del quirquincho, que recibe también los aportes del Río Del Valle. Son visibles rasgos de salinidad y el desarrollo, en los sectores más húmedos de una vegetación característica que presenta una gran reflectancia en la banda del infrarrojo.

En el contacto de esta región con la anterior se produce una nueva reducción de la pendiente, situación esta que conduce a que en la confluencia de los ríos Dorado y Seco se observen los últimos rodados de tamaño superior al centímetro, de allí y hacia aguas abajo, sólo se observa la fracción arena y más fina aún. En el tramo hasta los puentes ubicados sobre la ruta y ferrocarril, al norte de Apolinario Saravia, el material permanece en tránsito, desde los puentes y hacia el este hay un neto predominio de la depositación.

Presentan suelos transportados que varían de no desarrollados a desarrollados, de medianamente profundos a profundos.

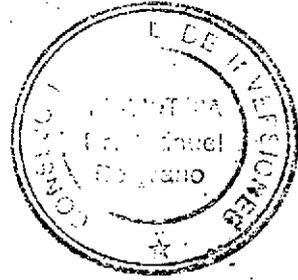
Las características morfológicas de esta región han producido que la misma sufra una fuerte presión antrópica, con el desmonte y explotación agrícola-ganadera de grandes extensiones y, en la mayoría de los casos, sin la utilización de prácticas y técnicas conservacionistas.

Las tres regiones geomorfológicas caracterizadas y descritas precedentemente han sido subdivididas en unidades menores.

5.4 Descripción de las Unidades de cada Región Geomorfológica

5.4.1 Región Montañosa Occidental

Las características litológicas, estructurales y la actividad de los estratos permitieron subdividir la región en unidades menores en base a la dirección y grado de inclinación de las pendientes, en cada una de estas unidades las características del paisaje condicionan tanto los mecanismos como la intensidad de los procesos dinámicos.



5.4.1.1 Unidad 1

- Ubicación:** En forma de dos pequeños afloramientos en el núcleo del braquianticlinal situado hacia el sur de la Sierra del Centinela, por encima de los 1900 m/s.n.m. y con un régimen de precipitaciones anuales superior a los 1000 mm.
- Litología:** Areniscas, lutitas y cuarcitas grises atribuidas al Devónico.
- Suelos:** Someros, (litosoles).
- Relieve:** Mediano, (pendiente media entre 3 y 8°)
- Vegetación:** Monte bajo denso.
- Presión antrópica:** Nula.
- Procesos dinámicos:** No se observan rasgos de inestabilidad tanto antiguos como actuales; presenta un drenaje denso con cauces poco profundos.

MEDIO ESTABLE CON BAJO A MODERADO RIESGO DE EROSION ACELERADA.

5.4.1.2 Unidad 2

- Ubicación:** Constituye el núcleo de la estructura braquianticlinal de la Sierra del Centinela y su prolongación sur, está situada por encima de los 1.300 m.s.n.m. y forma los puntos de altura más prominentes de la comarca, el cerro Ceibal de 2.572 m; con un régimen de precipitaciones anuales superior a los 1.000 mm.
- Litología:** Areniscas, lutitas y cuarcitas grises atribuidas al Devónico.
- Suelos:** Someros, (litosoles).
- Relieve:** Fuerte, homogéneo, con pendientes largas e inclinaciones entre 20° y 35°.
- Vegetación:** Condicionado por la altura se pasa del bosque

húmedo denso a los pastizales típicos de las zonas altas.

Presión antrópica: Nula a baja.

Procesos dinámicos: Se observan escasos y localizados rasgos de inestabilidad que generalizando hemos denominado deslizamientos. Presenta un drenaje denso, con cauces profundos, producto de una erosión lineal normal para la litología.

En los alrededores del cerro Ceibal, de 2.572 m se observan rasgos que, se presume por su forma, deben su origen a procesos vinculados a actividad periglacial. Estos rasgos hoy muy desfigurados por la actividad hidrica son depresiones redondeadas similares a circos, observándose en algunas de ellas cierta rugosidad en el fondo y cierta orientación que hace presumir se trataría de una capa delgada de material de fondo. Se observa también la presencia de una pequeña laguna en la zona más alta, típica de este tipo de procesos. Para comprobar lo expresado es necesario realizar estudios de detalle que escapen a la finalidad de este trabajo.

MEDIO ESTABLE CON MODERADO RIESGO DE EROSION.

5.4.1.3 Unidad 3

Ubicación: Constituye afloramientos conspicuos y alargados dispuestos en las narices y flancos de las estructuras braquianticlinales que constituyen las unidades orográficas de esta región entre los 1.200 y 1.300 m.s.n.m., con precipitaciones superiores a los 1.000 mm anuales.

Litología: Areniscas, limolitas y sedimentos gruesos de coloración rojiza a parduzca atribuidos al subgrupo Pirgua de edad cretácica.

Suelos: Muy someros, (litosoles) alternando con áreas donde aflora el sustrato rocoso.

Relieve: Fuerte, pendiente general homogénea, larga con inclinación de hasta 35°, afectada por una disección profunda y densa, desarrollada por un fallamiento-diaclasamiento denso, de dirección oblicua a la de las estructuras regionales.

Vegetación: Bosque ralo, alternando con monte bajo, denso a ralo, con zonas de pastizales ralo y con áreas desnudas.

Presión antrópica: Escasa a nula excepto en el sector norte. En las fotografías aéreas se observa una senda hoy intransitable que llega por el río Los Salteños hasta esta Unidad y que constituyó, al decir de los pobladores, una importante vía de explotación maderera. Es el único camino visible que penetró tan al oeste hasta alcanzar esta región.

Procesos dinámicos: Se observan muy escasos rasgos de deslizamientos. Presenta un drenaje denso, con cauces profundos producto de una erosión lineal favorecida por el denso fracturamiento que la afecta y que controla por sector el patrón de diseño dendrítico. Se observa además erosión hídrica difusa generalizada, favorecida por la textura abierta de la cubierta vegetal y por la presencia de áreas sin desarrollo de suelo.

MEDIO INESTABLE CON MODERADO A ALTO RIESGO DE EROSION.

5.4.1.4 Unidad 4

Ubicación: Forma afloramientos muy notorios por su resistencia a la erosión en flancos y narices de las estructuras que constituyen las unidades orográficas entre los 1.100 y 1.200 m.s.n.m. y con precipitaciones superiores a los 1.000 mm.

Litología: Areniscas calcáreas blanquecinas, calizas eolíticas y margas amarillentas y oscuras pertenecientes al Subgrupo Balbuena de edad cretácica.

Suelos: Someros, profundos a medianamente profundos.

Relieve: Fuerte, pendiente general homogénea, largas con inclinaciones de hasta 30°.

Vegetación: Bosque denso y homogéneo.

Presión antrópica: Escasa a nula.

Procesos dinámicos: Se observan escasos rasgos de deslizamientos localizados en las proximidades de una falla y una muy grande marca ubicada en medio del faldeo. El drenaje es poco denso y no se observan

indicios de erosión hídrica importante.

MEDIO ESTABLE CON FUERTE RIESGO DE EROSION EN CASO DE ALTERACION DE LA CUBIERTA VEGETAL.

5.4.1.5 Unidad 5

Ubicación: Está ubicada en los mismos lugares que los consignados para la unidad anterior, pero a una menor altura, entre los 1.000 m y 1.100 m.s.n.m. y con precipitaciones superiores a los 1.000 mm anuales.

Litología: Está constituida por margas y arcilitas calcáreas rojizas y verdes correspondientes al Subgrupo Santa Bárbara de edad cretácico-terciario y por areniscas finas a gruesas, rojizas pertenecientes a la Formación Río Seco de edad terciaria.

Suelos: Poco profundos (litosoles).

Relieve: Medio a moderado, pendientes cortas, la heterogeneidad litológica hace que las pendientes no tengan homogeneidad en lo que respecta a la dirección de su inclinación, ésta puede alcanzar los 60°.

Vegetación: Bosque alto, denso y homogéneo.

Presión antrópica: Baja a media, extracción forestal selectiva, ganadería relativamente baja. Esta unidad es la que mayor presión antrópica sufrió de la región montañosa occidental por ser la más accesible.

Procesos dinámicos: Se observan muy escasos rasgos de deslizamientos localizados. Presenta un patrón dendrítico denso, con cauces profundos, controlado litológica y topográficamente.

MEDIO ESTABLE CON FUERTE RIESGO DE EROSION EN CASO DE ALTERACION DE LA CUBIERTA VEGETAL.

5.4.1.6 Unidad 6

Ubicación: Esta unidad constituye las contrapendientes de diversas formaciones y está dispuesta conformando afloramientos alargados tanto en el núcleo como

en los flancos de las estructuras en la región montañosa occidental. Se dispone también sobre otras unidades en donde los ríos profundizaron el cauce cortando los estratos y dejando paredes verticales en donde aflora el espesor de la formación. El rango de altura para esta unidad varía entre los 1.200 y 2.200 m.s.n.m. Las precipitaciones sobre esta unidad fluctúan entre 1.100 y 1.200 mm anuales.

- Litología:** Dado que la unidad se corresponde con las contrapendientes (espesor) de diversas formaciones la litología varía desde las areniscas y cuarcitas devónicas hasta las margas y areniscas calcáreas del Subgrupo Santa Bárbara, pasando por las areniscas del Subgrupo Pirgua y las calizas y margas amarillentas del Subgrupo Balbuena.
- Suelos:** Muy someros y discontinuos. La continuidad y el desarrollo dependen en gran manera de la pendiente y de la litología de la unidad.
- Relieve:** Muy fuerte; las pendientes que constituyen el espesor de las formaciones son persistentes y homogéneas, cortas y con valores de inclinación superiores a los 35°.
- Vegetación:** Condicionados por la fuerte pendiente los suelos y la vegetación son discontinuos, observándose predominancia de arbustos sobre los árboles y zonas peladas en donde aflora la roca.
- Presión antrópica:** Nula.
- Procesos dinámicos:** Es la unidad en donde se localizan la mayor cantidad de marcas de deslizamientos, concentrados en torno a fallas y generalizados por sectores, lo que indica que, tanto la craquelación por fallamiento como el aumento en el grado de pendiente inciden directamente sobre estos procesos. En esta unidad, dado lo fuerte de las pendientes, el factor gravedad adquiere importancia en los procesos dinámicos de desestabilización. Dentro del área de la cuenca la mayoría de los deslizamientos ocurren en esta unidad especialmente en las contrapendientes (espesor) del Subgrupo Balbuena, en la imagen satelitaria se pudo observar que esta situación se repite más allá de los límites de este trabajo

y otro hecho que pudo observarse es que los deslizamientos de mayores volúmenes también ocurren en esta unidad y en esta litología.

MEDIO INESTABLE CON MUY FUERTE RIESGO A LA GENERALIZACION DE LOS PROCESOS DE DESESTABILIZACION EN CASO DE ALTERACION DE LA CUBIERTA VEGETAL.

5.4.2 Region Ondulada Central

Sobre la base de las características litológicas, estructurales y aspectos del paisaje, se pudo subdividir esta región en unidades menores con aspectos comunes que condicionan los mecanismos e intensidad de los procesos dinámicos.

5.4.2.1 Unidad 1

Ubicación: Es la unidad más extendida dentro de esta región y constituye la base sobre la que evolucionaron las demás unidades, ubicada en el sector central del área de estudio y un pequeño asomo en el extremo sur de la altura varía desde aproximadamente 450 m en el límite oriental hasta los 1.000 m.s.n.m. en el contacto con la unidad occidental. Las precipitaciones aumentan progresivamente desde los 900 mm anuales al este hasta los 1.100 mm anuales al oeste.

Litología: Esta unidad se desarrolla sobre todas las formaciones que integran el Grupo Orán excepto la Formación Río Seco (base) que integra una unidad de la región occidental, por lo que la litología presenta un cierto grado de homogeneidad ya que se trata de sedimentos continentales, rojizos de granulometría fina, margas y arcilitas (Formación Anta), areniscas de grano fino a grueso y conglomerados (Formaciones Jesús María, Guanaco y Piquete).

Suelos: Someros a medianamente profundos, poco desarrollados.

Relieve: Accidentado sin grandes desniveles. Hay una pendiente general suave hacia el este en concordancia con la inclinación de los estratos, resaltos pequeños producidos por movimientos modernos y ondulaciones amplias que coinciden con las estructuras de plegamiento. El carácter accidentado ha sido labrado por el drenaje que es

zonas donde se observan, sobre las fotografías aéreas, picadas de extracción forestal y una eliminación elevada del bosque original. Como se mencionara cuando se describió esta región, en los caminos construidos se produjo una elevada erosión hídrica concentrada.

MEDIO ESTABLE CON FUERTE RIESGO DE EROSION HIDRICA DIFUSA Y CONCENTRADA EN CASO DE ALTERACION DE LA CUBIERTA VEGETAL POR SOBREPASTOREO O POR CONSTRUCCION DE CAMINOS.

5.4.2.2 Unidad 2

Ubicación: Aflora hacia el norte del río Los Gallos en forma de mesetas sobreelevadas dispuestas en discordancia sobre las diferentes formaciones que constituyen la unidad 1 y un pequeño retazo que se extiende hacia el oeste sobre la Unidad 5 de la región montañosa occidental. El entorno de altura varía entre los 750 m y 900 m.s.n.m. y con un promedio de lluvias entre 900 y 1.000 mm anuales.

Litología: Esta Unidad constituye retazos de abanicos aluviales aterrizados antiguos, sobreelevados por la última fase de movimientos; están constituidos por conglomerados con rodados de diámetro variable entre 1 y 40 cm dispuestos en una matriz arenosa gruesa.

Suelos: Poco profundos, poco desarrollados.

Relieve: Blanco, suavemente inclinado hacia el este. No presentan drenaje superficial debido posiblemente a su gran permeabilidad que favorece la absorción.

Vegetación: Bosque alto y denso, se observa un sustrato herbáceo.

Presión antrópica: Escasa.

Procesos dinámicos: No se observan rasgos de erosión ni de desestabilidad en la superficie pero los bordes son casi verticales, lo que constituye un riesgo alto en caso de que se incremente la escorrentía.

Otro factor a tener en cuenta es que estos depósitos tienen permeabilidad elevada y descansan sobre sedimentos más finos que constituyen una barrera al agua que desciende contribuyendo a que

absorción.

Vegetación: Bosque alto y denso, se observa un sustrato herbáceo.

Presión antrópica: Escasa.

Procesos dinámicos: No se observan rasgos de erosión ni de desestabilidad en la superficie pero los bordes son casi verticales, lo que constituye un riesgo alto en caso de que se incremente la escorrentía.

Otro factor a tener en cuenta es que estos depósitos tienen permeabilidad elevada y descansan sobre sedimentos más finos que constituyen una barrera al agua que desciende contribuyendo a que se saturen y adquieran una gran inestabilidad. En el río De las Piedras, límite entre Salta y Jujuy se da una situación similar a la descrita, abanicos aterrazados y sobreelevados dispuestos en discordancia sobre sedimentos finos terciarios; aprovechando la superficie plana y los buenos suelos, se desmontaron, se plantaron citrus que producen grandes extensiones de suelos descubiertos y se regaron por bombeo; a partir de una temporada excesivamente lluviosa comenzó a aflorar agua en el límite con los sedimentos finos y dos años después comenzaron los desplomes de grandes áreas que se deslizaban sobre los sedimentos finos terciarios que se saturaron favorecieron los movimientos, esto debe servir de ejemplo y evitar cualquier tipo de desmontes en esta Unidad.

MEDIO ESTABLE CON MUY FUERTE RIESGO DE EROSION HIDRICA CONCENTRADA Y DE BORDE DE BARRANCA. MUY SUSCEPTIBLES A LA PERDIDA DEL EQUILIBRIO.

5.4.2.3 Unidad 3

Ubicación: Son las depresiones labradas por los colectores principales, son los valles de los ríos Seco, Dorado, Arroyo Saravia, Los Gallos, Los Salteños y un valle ubicado entre estos dos últimos. La altura de esta Unidad crece paulativamente hacia el oeste hasta llegar aproximadamente a los 900 m, las precipitaciones aumentan también hacia el oeste.

Litología: En esta Unidad podemos observar el lecho propiamente dicho, con materiales gruesos al

oeste y con granulometría decreciente hacia el nacimiento, varios niveles de terrazas constituidos por sedimentos con clastos del tamaño de bloques hasta arena gruesa y por último, por sectores el lecho está sobre la roca desnuda.

Ya se mencionó la distribución granulométrica de los depósitos de acuerdo a las pendientes, los bloques se depositan casi en su totalidad en el extremo oeste de esta Unidad disminuyendo paulativamente hacia el nacimiento. Sin embargo en los sectores en donde los cursos están labrados cortando niveles de antiguas terrazas, se produce durante las crecientes la erosión por socavación en la base y el desplome de estos depósitos, los que aportan grandes bloques que por su tamaño no podrían haber llegado a esa parte de la cuenca (ver distribución de la granulometría en el estudio sedimentológico).

- Suelos:** Medianamente poco profundos, medianamente desarrollados.
- Relieve:** Suave, con varios niveles topográficos, representados por el lecho de los ríos, la superficie de las terrazas y la superficie de la Unidad 1, las paredes de las terrazas son casi verticales y el paso de las terrazas a la roca tiene taludes elevados aunque no tanto como los anteriores.
- Vegetación:** Bosque alto ralo, matorral tupido y con desmontes y cultivos en el cauce del río Seco y en mucha menor proporción en el de Los Salteños. Como esta Unidad constituye una relativamente fácil vía de acceso hacia el oeste, ha sido intensamente explotada forestalmente.
- Presión antrópica:** Como se mencionara, no en todos los valles ha sido igual, pero generalizando debe considerarse como alta.
- Procesos dinámicos:** En esta Unidad se observan rasgos de erosión hídrica concentrada (cárcavas) en los niveles medios y de erosión de márgenes en los cursos principales cuya intensidad está controlada por la litología del cauce, en las áreas de depósitos de terrazas es intensa; en las áreas rocosas es mucho menor.

MEDIO INESTABLE POR EROSION DE MARGENES CON TENDENCIA A LA INTENSIFICACION DEL PROCESO.

5.4.3 Región Llana Oriental

Las características morfológicas han permitido realizar subdivisiones en unidades menores.

5.4.3.1 Unidad 1

Ubicación: Se ubica al este de la estructura principal que separa la región ondulada central de la llana oriental, la altura decrece progresivamente hacia el este desde los 450 m.s.n.m. y las precipitaciones se comportan de la misma forma disminuyendo desde los 800 mm anuales.

Litología: Esta Unidad es un área de derrames aluviales, donde llegaron los sedimentos producto de la erosión de las regiones con relieve más fuerte ubicadas hacia el oeste y en donde, como se manifestara anteriormente, las corrientes divagaron hasta alcanzar su posición actual. No se observan afloramientos rocosos.

Suelos: Poco desarrollados, profundos, de texturas moderadamente gruesas a gruesas.

Relieve: En general es plano, suavemente inclinado hacia el este. En lo particular, esta Unidad puede ser subdividida y descripta sobre la base del relieve, estas subdivisiones no figuran en el mapa ya que no tienen límites claros y las diferencias sólo son apreciables en el terreno y no tanto en las fotografías aéreas.

En el sector más occidental, en las proximidades del contacto entre las dos regiones, la central y la oriental, donde se ubica esta Subunidad. Es el de mayor altura dentro de la región y el lugar donde los grandes ríos que avenan la cuenca superior y media, de neto rumbo hacia el este en esos tramos, comienzan a cambiar, tomando un marcado rumbo noreste y a reunirse para dar origen al río Dorado. Es la parte superior de la cuenca baja. Es el tramo con pendientes más pronunciadas dentro de la Unidad.

Desde el curso del río Dorado y hacia el este, hay ligeras ondulaciones, sólo perceptibles en el terreno y que se corresponden a las amplias depresiones labradas por los antiguos cauces de esos ríos.

Vegetación: Matorral cerrado de llanura con escasas precipitaciones. En la actualidad y debido a la intensa explotación a que ha sido sometida lo que queda es de baja densidad alternando con áreas extensas donde la cubierta vegetal fue totalmente eliminada para ser destinadas a la agricultura y ganadería. Originalmente era un bosque denso.

Presión antrópica: Fuerte o alta dentro de los límites del presente estudio.

Capacidad de uso: Terrenos apropiados para cultivos limpios continuos, mediante el uso de prácticas moderadas de conservación de suelos. Buena parte de la superficie bajo cultivo cuenta con riego a partir de una red bastante desarrollada que usa las aguas de los ríos Seco y Dorado, captándolas a partir de varias tomas laterales precarias que se destruyen con las primeras crecientes y se reconstruyen todos los años, estas tomas están casi en su totalidad en los ríos.

Procesos dinámicos: Se observan indicios de erosión hídrica laminar, difusa y concentrada en cárcavas. En zonas similares se producen importantes pérdidas de suelo por erosión eólica durante los meses ventosos en las áreas desmontadas. Esto no pudo ser apreciado en el terreno debido a la época en que se visitó esta unidad, pero de acuerdo a lo expuesto por los pobladores este tipo de erosión tiene significativa importancia. En gran parte del área no se aplican prácticas culturales conservacionistas y se han observado sectores afectados por salinización, debido probablemente a la elevación de la freática.

MEDIO ESTABLE CON FUERTE RIESGO DE EROSION HIDRICA LAMINAR, DIFUSA, CONCENTRADA Y EOLICA. SE DEBE CONCIENTIZAR A LOS PRODUCTORES SOBRE LA NECESIDAD DE APLICACION DE PRACTICAS CONSERVACIONISTAS A EFECTOS DE MINIMIZAR LOS EFECTOS EROSIVOS.

5.4.3.2 Unidad 2

- Ubicación:** Está ubicada en los valles de los ríos principales cuando entran y recorren la cuenca baja.
- Litología:** Esta Unidad está constituida por los lechos funcionales de los ríos y sus respectivas llanuras de inundación. Los depósitos se corresponden con la ubicación. El lecho presenta arena suelta en tránsito y los diferentes niveles de terrazas materiales de granulometría arenosa.
- Suelos:** Aluviales profundos, de textura gruesa.
- Relieve:** Escalonado, a partir del piso del cauce principal se observan los diferentes niveles de terrazas, cuyas paredes son casi verticales, dando la sensación de diferentes peldaños de una escalera.
- Vegetación:** Formación forestal densa, con especies de madera blanda y crecimiento rápido alternando con un matorral denso. Se han practicado desmontes a fin de utilizar los terrenos para cultivos. Los desmontes llegan hasta el límite mismo de las barrancas.
- Presión antrópica:** Media a alta. Por la persistencia de pasturas durante la temporada seca tiene un número importante de animales en pastoreo.
- Procesos dinámicos:** Gran predominio de la erosión fluvial, especialmente de márgenes. Por sectores este proceso sobrepasa los límites de esta Unidad, afectando terrenos asignados a la Unidad colindante (Unidad 1). Esta situación se ve favorecida por la actividad antrópica que realiza desmontes hasta los bordes de las barrancas sin dejar la más mínima zona de protección. Sobre la base del proceso debemos distinguir el sector ubicado aguas arriba de los puentes del ubicado hacia aguas abajo. En el primero tenemos un neto predominio de la erosión con material en tránsito, mientras que en el segundo existe un neto dominio de la deposición.

Sobre la base de fotografías aéreas obtenidas por la Dirección General Agropecuaria en los años 1971 y 1978 del tramo comprendido entre la

confluencia de los ríos Seco y Dorado y los puentes, hemos podido observar el desarrollo del cauce en ese periodo. Lo más notorio resulta del aumento en el ancho del cauce principal tanto del río Dorado con el de los ríos Los Gallos y Los Salteños. Si bien se han mantenido en general, dentro de la original llanura de inundación, el cauce funcional ha duplicado su ancho y por sectores, el aumento es aún mayor, los cultivos que estaban dentro de la llanura fueron arrasados. Este fenómeno se produjo por erosión intensa de las márgenes, dando como resultado grandes volúmenes de sedimentos de troncos provenientes de los árboles que eran arrastrados junto a las márgenes.

Mediciones efectuadas en el puente ferroviario entre la altura de las vías respecto del cauce permiten constatar que en ese sector no hubo cambios respecto de las medidas consignadas en el mapa original de la construcción del puente facilitado por Ferrocarriles Argentinos, lo que indica que desde el puente y hacia aguas arriba hubo un intenso proceso de erosión hídrico de márgenes con transporte de la totalidad del material producido. Hacia aguas abajo del puente, desde aproximadamente 5 kilómetros hacia el este, se observa una importante reducción de la profundidad del cauce y hay lugares en donde según los baqueanos no hay más de 30 cm. Mas hacia el este el curso está totalmente obturado, los sedimentos desparramados entre el monte en un área muy extensa. En épocas de crecientes, las áreas inundadas son cada vez mayores. En este sector el fenómeno predominante es la depositación. Esta zona, como es lógico está migrando hacia aguas arriba con el consecuente peligro que ello implica.

MEDIO INESTABLE POR EROSION DE MARGENES CON TENDENCIA A LA INTENSIFICACION Y GENERALIZACION DEL PROCESO.

5.4.3.3 Unidad 3

Ubicación: Es el extremo este, fuera del área de estudio. Es un sector de menores alturas y precipitaciones. Se la incluye a efectos de describir la totalidad de los ambientes en la cuenca.

- Litología:** Es un área baja donde se insumen los caudales permanentes. La zona es de deposición de sedimentos finos y medianos durante la época de crecientes, con presencia de áreas salinizadas.
- Suelos:** Son de tipo vertisoles pobres a muy pobremente drenados.
- Relieve:** Es un área plana, con bajos salinizados y bañados, con sectores cubiertos por sedimentos sueltos depositados durante la época de crecidas.
- Vegetación:** Matorral denso con especies típicas de áreas de derrames, presencia de riparias en áreas con freática alta.
- Presión antrópica:** Baja a media, presencia de puestos alrededor de los cuales se observan peladares debido a explotación y a pastoreo.
- Procesos dinámicos:** Zona de colmatación sujeta a inundaciones temporales. Los sedimentos producen la colmatación progresiva del cauce con la consiguiente reducción de la altura de las barrancas. Esta Unidad va migrando hacia aguas arriba y el área de deposición se ensancha. Esta Unidad se une hacia el este con una unidad similar producida por los derrames estacionales del río Del Valle.

MEDIO INESTABLE POR COLMATACION CON TENDENCIA A LA INTENSIFICACION Y EXPANSION DEL FENOMENO DE MIGRACION DE ESTA UNIDAD HACIA AGUAS ARRIBA.

5.5 Conclusiones

El análisis geomorfológico realizado permite colegir que:

1. Hay tres regiones geomorfológicas por su relieve:

a) La Región Montañosa Occidental definida entre alturas que van desde aproximadamente los 1.000 a los 2.570 m.s.n.m. y con una precipitación que va de los 1.100 a 1.200 mm anuales. Constituye la cuenca alta.

b) La Región Ondulada Central ubicada entre los 450 y 1.000

m.s.n.m. de altitud, con isohietas que varían entre los 900 a 1.100 mm anuales. Constituye la cuenca media.

c) La Región Llana Oriental que se desarrolla hacia el este desde aproximadamente los 450 m.s.n.m. y con isohietas menores a los 750 mm anuales, conforma la cuenca baja.

2. Las características litológicas y estructurales, la actitud de los estratos y distribución de la vegetación, permitió la subdivisión de las tres regiones en unidades menores en las que las características del paisaje condicionan tanto los mecanismos como la intensidad de los procesos dinámicos.

3. Los procesos erosivos observados tanto en la cuenca alta como media deben considerarse como normales para terrenos con estas características morfológicas y climáticas. No se observan procesos que demuestran aceleración o generalización de la erosión.

4. En el caso de la cuenca baja las circunstancias cambian, habiéndose comprobado que el cauce del río Dorado en el tramo comprendido entre su confluencia con el río Seco y los puentes sobre la ruta provincial N°5, como los cauces de los ríos de Los Gallos y Los Salteños, han sufrido un ensanchamiento promedio, por erosión de márgenes, de hasta tres veces y en algunos sectores más en el periodo comprendido entre 1971 y la actualidad.

5. Que el piso del lecho no sufrió cambios en el mismo periodo, comprobándose por comparación con las alturas consignadas en el plano conforme a obra del puente ferroviario construido en la década del '40.

6. Que la erosión de márgenes coincidió con un periodo de lluvias excesivas y que se vió favorecido por el desmonte que se produjo hasta el borde mismo de las barrancas y en algunos casos en distintos niveles de terrazas ubicadas dentro de la planicie aluvial del río.

7. Que la zona de deposición de todo este material se encuentra hacia aguas abajo de los puentes, habiéndose comprobado una drástica reducción en la altura de las barrancas a 5 km al este de los puentes.

8. Que esta zona de deposición se desplaza hacia aguas arriba.

9. Que se debe evitar por todos los medios contribuir a acelerar o extender los procesos erosivos.

10. Que las diferentes unidades presentan un grado de riesgo a la erosión diferente ante cambios en los parámetros actuales.

11. Que la cobertura vegetal es uno de los elementos más importantes como agente de estabilidad.

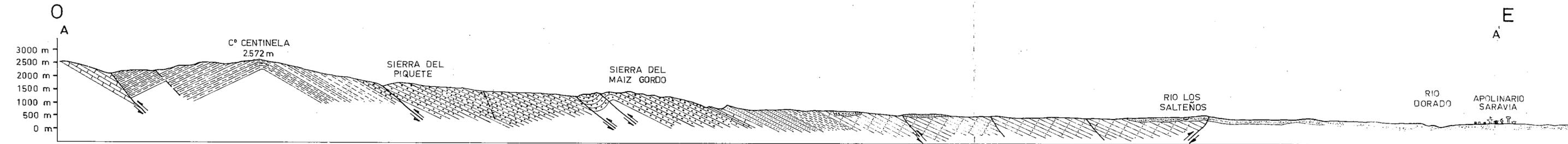
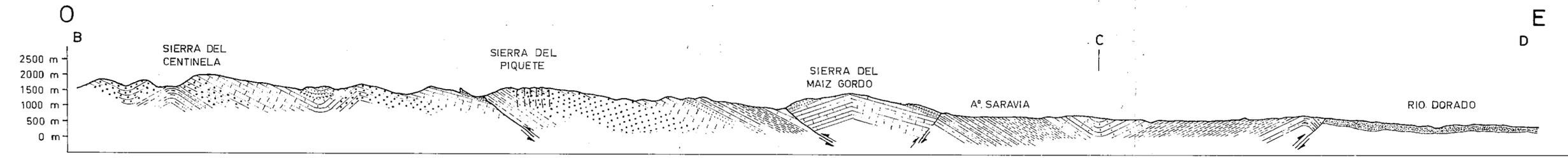
5.6 Recomendaciones

Por lo expuesto se recomienda:

1. Ejercer una acción de control más efectiva sobre la explotación forestal y sobre los desmontes.
2. Actuar sobre la comunidad al efecto de informar y educar sobre el valor de la cubierta vegetal para que traten de prevenir, en la medida de lo posible la tala indiscriminada forestales tan comunes en diversas partes de la cuenca.
3. Controlar la ejecución de picadas o caminos que se realicen en la cuenca.

Cabe advertir, que si bien la cuenca tiene una estabilidad aceptable, las condiciones geomorfológicas de la misma la hacen susceptible a que el equilibrio y la estabilidad sean fácilmente alterables variando algunos parámetros, se debe por todos los medios evitar que se acentúen y generalicen los procesos erosivos hoy normales en la parte alta y media de la cuenca.

ANEXO DE PLANOS



ESCALA : 1:100.000.

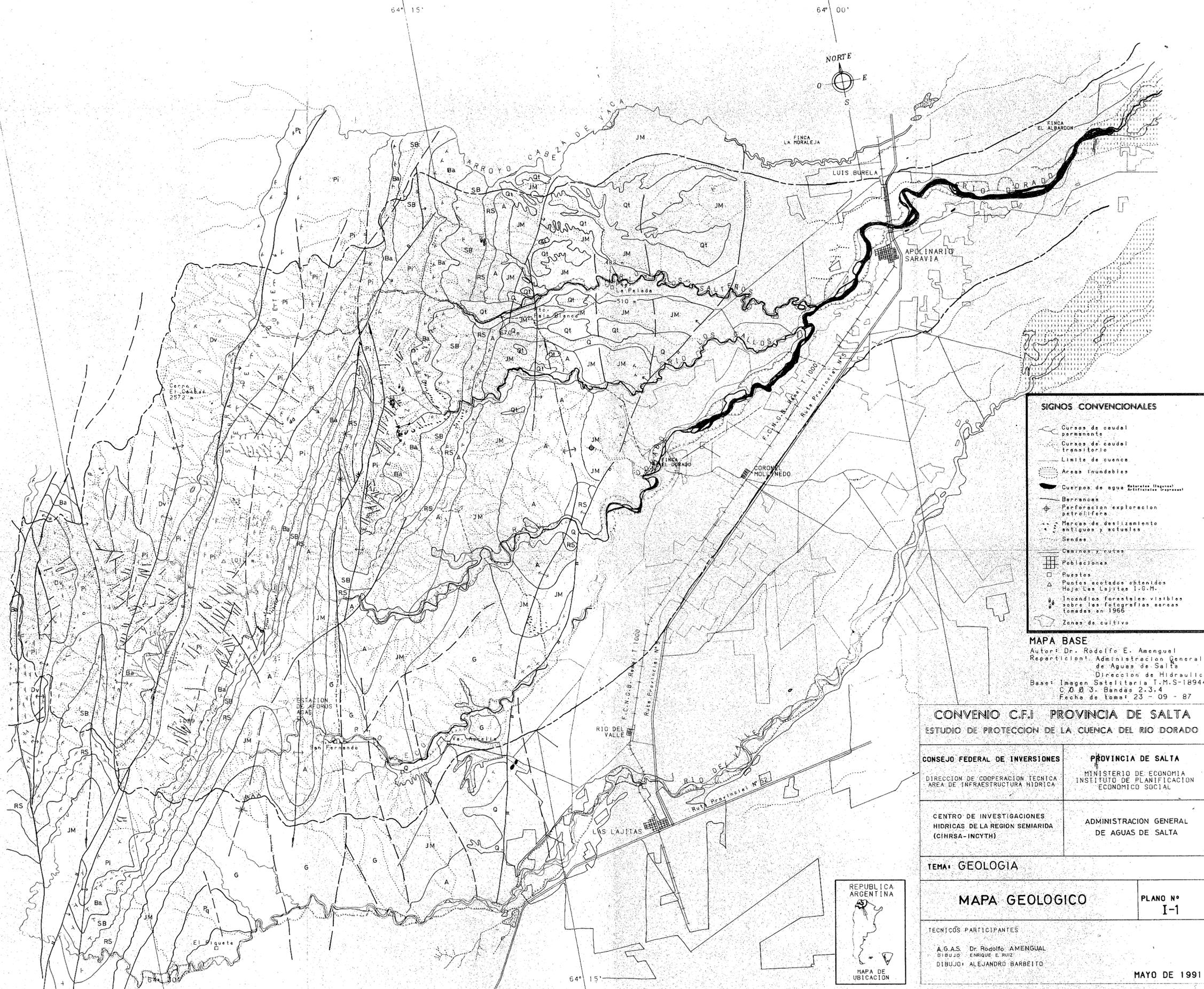
REFERENCIAS

- CUARTARIO**
Depósitos inconsolidados en general y depósitos aterrazados antiguos
- TERCIARIO**
 - GRUPO ORAN**
 - SUBGRUPO METAN**
 - F. JESUS MARIA**
Areniscas rojas intercaladas con pelitas de igual color
 - F. ANTA**
Areniscas y arcilitas verdes y rojas
 - F. RIO SECO**
Areniscas y arcilitas rojizas
 - SUBGRUPO SANTA BARBARA INDIFERENCIADO**
F. Mealla + F. Maiz Gordo + F. Lumbrera margas arcilitas verdes y rojas
 - SUBGRUPO BALBUENA INDIFERENCIADO**
F. Lecho + F. Yacoraité + F. Olmedo areniscas calizas arenosas y margas amarillentas, grises y verdosas
 - SUBGRUPO PIRGUA INDIFERENCIADO**
Areniscas y limolitas pardo rojizo
 - GRUPO SALTA**
- DEVONICO**
F. Arroyo Colorado + F. Cachipunco Areniscas lutitas y cuarzitas grises

CONVENIO C.F.I. PROVINCIA DE SALTA	
ESTUDIO DE PROTECCION DE LA CUENCA DEL RIO DORADO	
CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES DIRECCION DE COOPERACION TECNICA AREA DE INFRAESTRUCTURA HIDRICA	PROVINCIA DE SALTA MINISTERIO DE ECONOMIA INSTITUTO DE PLANIFICACION ECONOMICO - SOCIAL
ADMINISTRACION GENERAL DE AGUAS DE LA PROVINCIA DE SALTA	
TEMA : GEOLOGIA	
PERFILES GEOLOGICOS	
PLANO N° I-2	
TECNICOS PARTICIPANTES : AGAS : Dr. Rodolfo AMENGUAL DIBUJO : Flavio Ernesto ALFARO	

REFERENCIAS

- CUARTARIO**
- TERCIARIO**
- DEVONICO - CRETACICO SUP.**
- GRUPO ORAN - SUB GRUPO METAN - SUB GRUPO JUJUY**
- GRUPO SALTA**
- Q** Depósitos inconsolidados
- Qt** Depósitos aterrazados
- F. PIQUETE**
- Pq** Areniscas y conglomerados rojos
- F. RIO GUANACO**
- RG** Areniscas y conglomerados gris pardusco
- F. JESUS MARIA**
- JM** Areniscas rojas intercaladas con pelitas de igual color
- F. ANTA**
- A** Areniscas y arcillitas verdes y rojas
- F. RIO SECO**
- RS** Areniscas y arcillitas rojas
- SUB GRUPO SANTA BARBARA INDIFERENCIADO**
- SB** Margas y arcillitas rojas y verdes
- SUB GRUPO BALBUENA INDIFERENCIADO**
- Ba** Areniscas calizas arenosas y margas amarillentas, grises y verdosas
- SUB GRUPO PIRGUA INDIFERENCIADO**
- Pi** Areniscas y limolitas pardo rojizo
- F. ARROYO COLORADO + F. CACHIPUNCO**
- Dv** Areniscas lutitas y cuarcitas grises
- Fallas observadas**
- Fallas Fotointerpretadas**
- Anticlinal**
- Sinclinal**
- Rumbo e inclinación de los estratos**
- Marcas de delizamiento**
- Incendios forestales al momento de toma de las fotografías**
- Caminos vecinales y rutas**
- Sendas de exploración forestal**
- Picadas**
- Cultivos**
- Puestos**



- ### SIGNOS CONVENCIONALES
- Curvas de caudal permanente
 - Curvas de caudal transitorio
 - Limite de cuencas
 - Areas inundables
 - Cuerpos de agua
 - Barrancos
 - Perforacion exploracion petrolifera
 - Marcas de deslizamiento antiguos y actuales
 - Sendas
 - Caminos y cortes
 - Poblaciones
 - Puestos
 - Puntos scoteados obtenidos Hoja Las Lajitas 1:50,000
 - Incendios forestales visibles sobre las fotografias aerea tomadas en 1956
 - Zonas de cultivo

MAPA BASE
 Autor: Dr. Rodolfo E. Amengual
 Republicación: Administración General de Aguas de Salta
 Dirección de Hidráulica
 Base: Imagen Satelitaria T.M.S-18944
 C.O.M. 3. Bandas 2,3,4
 Fecha de toma: 23 - 09 - 87

CONVENIO C.F.I. PROVINCIA DE SALTA ESTUDIO DE PROTECCION DE LA CUENCA DEL RIO DORADO

CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES DIRECCION DE COOPERACION TECNICA AREA DE INFRAESTRUCTURA HIDRICA	PROVINCIA DE SALTA MINISTERIO DE ECONOMIA INSTITUTO DE PLANIFICACION ECONOMICO SOCIAL
CENTRO DE INVESTIGACIONES HIDRICAS DE LA REGION SEMIARIDA (CHRSA-INCYTH)	ADMINISTRACION GENERAL DE AGUAS DE SALTA

TEMA: GEOLOGIA

MAPA GEOLOGICO **PLANO N° I-1**

TECNICOS PARTICIPANTES

A.G.A.S. Dr. Rodolfo AMENGUAL
 DIBUJO ENRIQUE E. RUIZ
 DIBUJO ALEJANDRO BARBEITO

MAYO DE 1991



REFERENCIAS

I.- Región montañosa occidental. Rango alturas s.n.m.: 1000 m. - 2.572 m.

1-2-3-4-5-6 Unidades de la región.-

II.- Región ondulada central. Rango alturas s.n.m.: 450 m. - 1000 m.

1-2-3- Unidades de la Región.-

III.- Región llana oriental. Rango alturas s.n.m.: 200 m. - 450 m.

1-2-3- Unidades de la Región.-

Inclinación de las unidades

Moderada

Media

Fuerte

Límite entre Regiones Geomorfológicas

Ubicación de los Perfiles

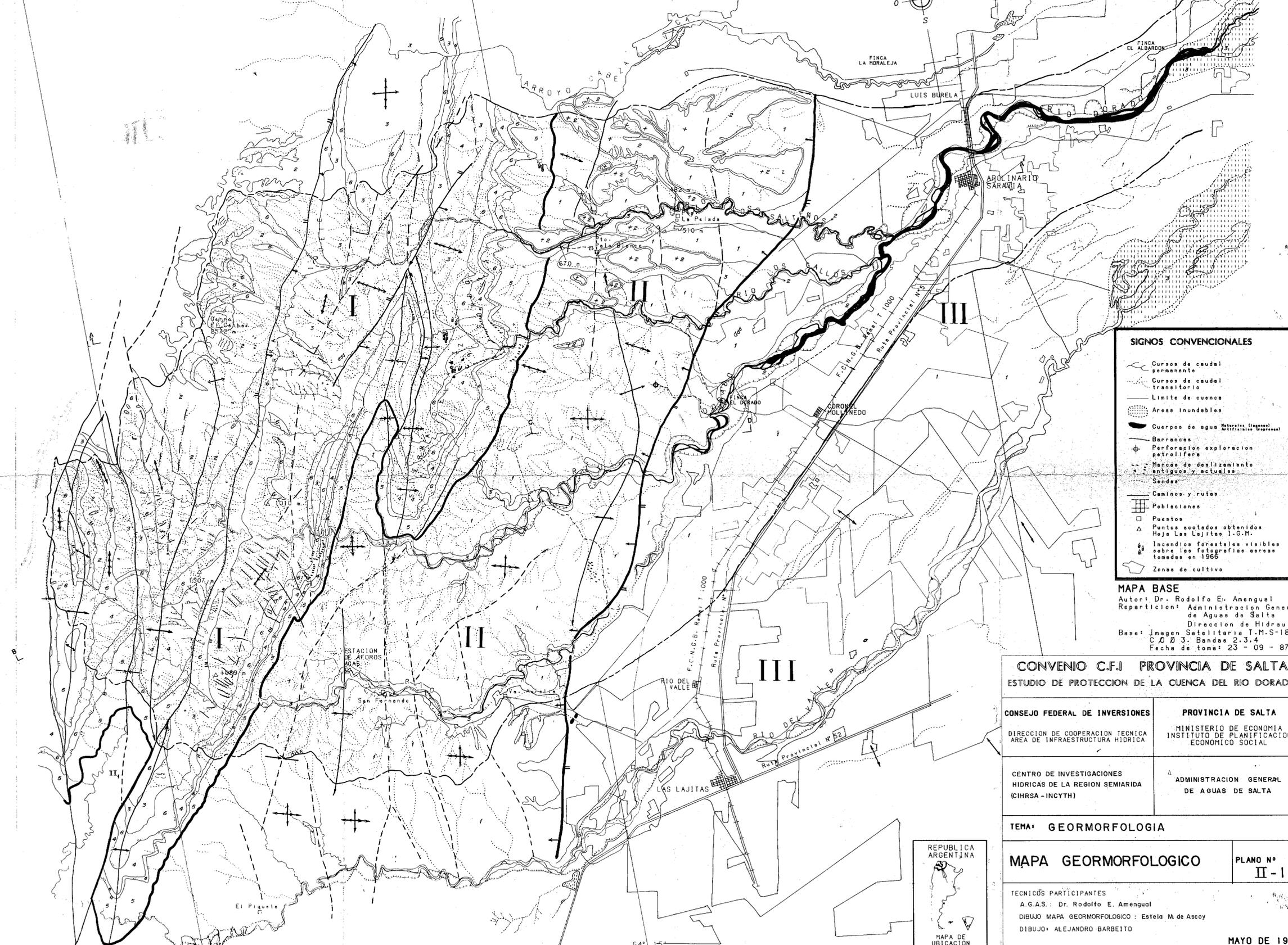
Sentido e intensidad de la ondulación de superficie (sinuosidad)

Moderada

Media

Fuerte

Horizontal



SIGNOS CONVENCIONALES	
	Cursos de caudal permanente
	Cursos de caudal transitorio
	Límite de cuenca
	Áreas inundables
	Cuerpos de agua intermitentes (desagües)
	Barrancos
	Perforación exploración petrolífera
	Marcas de desalziamento antiguos y actuales
	Sendas
	Caminos y rutas
	Poblaciones
	Puestos
	Puntos scoteados obtenidos Hoja Las Lajitas 1-G.M.
	Incendios forestales visibles sobre las fotografías aéreas tomadas en 1968
	Zonas de cultivo

MAPA BASE
 Autor: Dr. Rodolfo E. Amengual
 Repartición: Administración General de Aguas de Salta
 Dirección de Hidráulica
 Base: Imagen Satelitar 1-G.M.S-18944
 C.D. 3. Bandas 2-3-4
 Fecha de toma: 23-09-87

CONVENIO C.F.I. PROVINCIA DE SALTA ESTUDIO DE PROTECCION DE LA CUENCA DEL RIO DORADO

CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES DIRECCION DE COOPERACION TECNICA AREA DE INFRAESTRUCTURA HIDRICA	PROVINCIA DE SALTA MINISTERIO DE ECONOMIA INSTITUTO DE PLANIFICACION ECONOMICO SOCIAL
CENTRO DE INVESTIGACIONES HIDRICAS DE LA REGION SEMIARIDA (CHRSA - INCYTH)	ADMINISTRACION GENERAL DE AGUAS DE SALTA

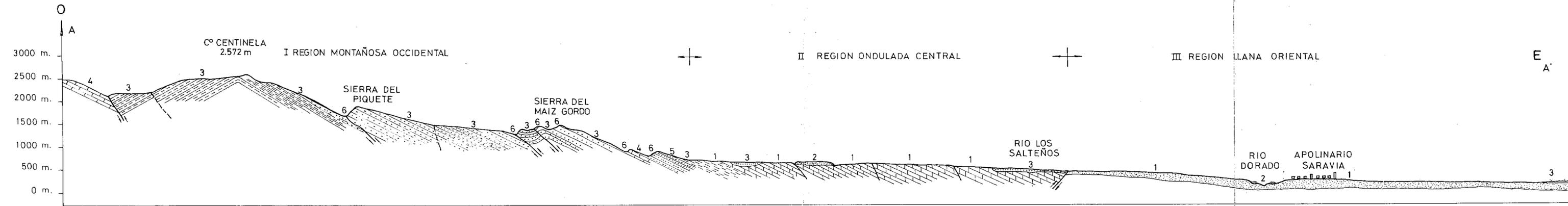
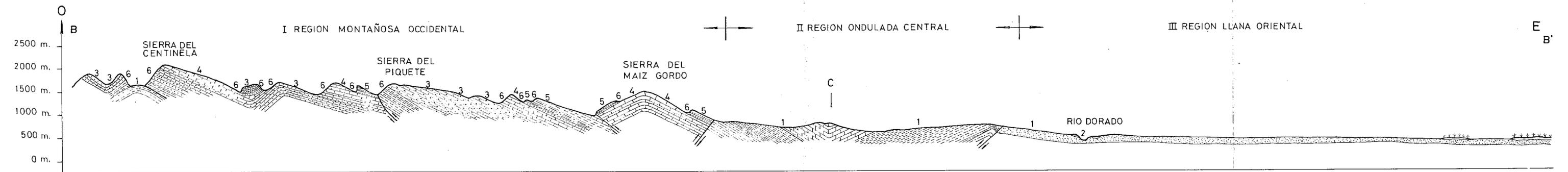
TEMA: GEOMORFOLOGIA

MAPA GEOMORFOLOGICO PLANO Nº **II-1**

TECNICÓS PARTICIPANTES
 A.G.A.S.: Dr. Rodolfo E. Amengual
 DIBUJO MAPA GEOMORFOLOGICO: Estela M. de Ascoy
 DIBUJO: ALEJANDRO BARBEITO

MAYO DE 1991





REFERENCIAS GEOLOGICAS

- CUARTARICO**
Depósitos inconsolidados en general y depósitos aterrazados antiguos
- FORMACION JESUS MARIA**
Areniscas rojas intercaladas con pelitas de igual color
- FORMACION ANTA**
Areniscas y arcillitas verdes y rojas
- FORMACION RIO SECO**
Areniscas y arcillitas rojizas
- SUBGRUPO SANTA BARBARA INDEFERENCIADO**
F. Mealla + F. Maiz Gordo + F. Lumbrera
margas arcillitas verdes y rojas
- SUBGRUPO BALBUENA INDEFERENCIADO**
F. Lecho + F. Yacoraite + F. Olmedo
areniscas, calizas arenosas y margas amarillentas grises y verdosas
- SUBGRUPO PIRGUA INDEFERENCIADO**
Areniscas y limolitas pardo rojizo
- DEVONICO**
F. Arroyo Colorado + F. Cachipunco
Areniscas lutitas y cuarcitas grises

ESCALAS : HORIZ. = 1:100.000. VERT. 1: 50.000.

REFERENCIAS GEOMORFOLOGICAS

- I REGION MONTAÑOSA OCCIDENTAL**
1, 2, 3, 4, 5, 6 : Unidades 1 a 6
- II REGION ONDULADA CENTRAL**
1, 2, 3 : Unidades 1 a 3
- III REGION LLANA ORIENTAL**
1, 2, 3 : Unidades 1 a 3

CONVENIO C.F.I. PROVINCIA DE SALTA

ESTUDIO DE PROTECCION DE LA CUENCA DEL RIO DORADO

CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES
DIRECCION DE COOPERACION TECNICA
AREA DE INFRAESTRUCTURA HIDRICA

PROVINCIA DE SALTA
MINISTERIO DE ECONOMIA
INSTITUTO DE PLANIFICACION
ECONOMICO - SOCIAL

ADMINISTRACION GENERAL DE
AGUAS DE LA PROVINCIA DE SALTA

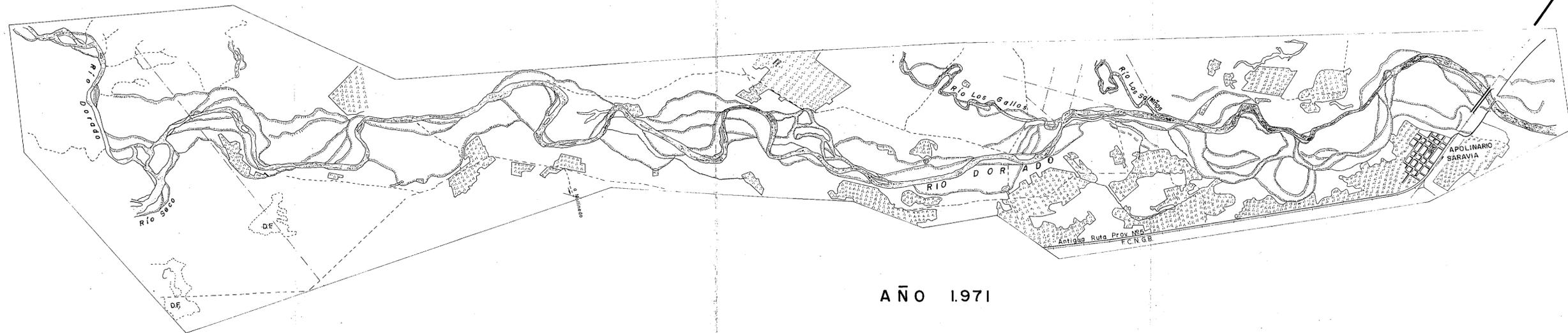
TEMA : GEOMORFOLOGIA

PERFILES GEOMORFOLOGICOS

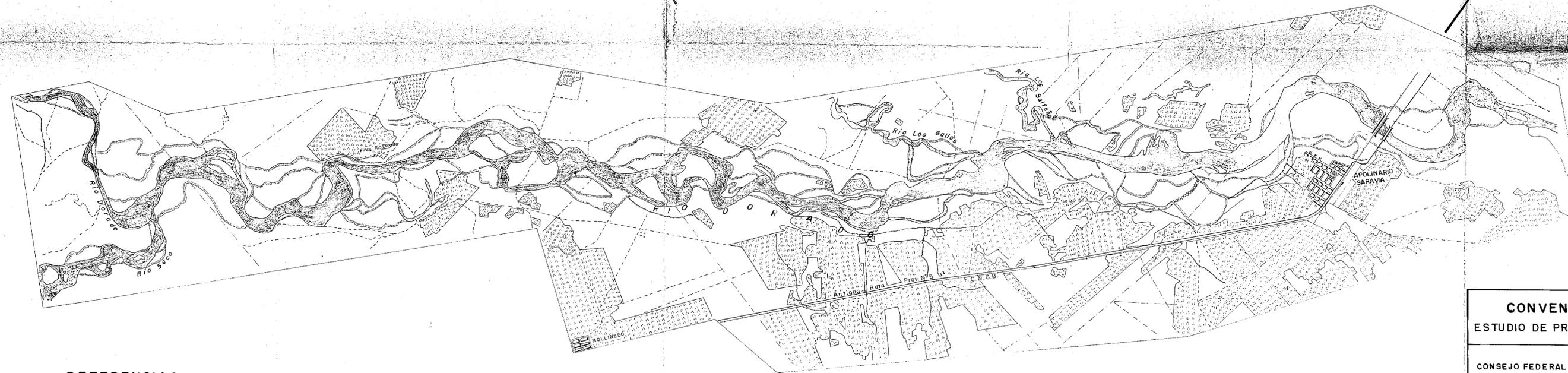
PLANO Nº
II-2

TECNICOS PARTICIPANTES

A.G.A.S : Dr. RODOLFO AMENGUAL
DIBUJO : ENRIQUE E. RUIZ



AÑO 1971



AÑO 1978

REFERENCIAS

- Establecimientos Agrícolas
- ▭ Areas de Cultivos
- - - Picadas y Deslindes
- ~ Barrancas
- Canales de Riego
- ☐ Bateria de Hornos
- Depósito Fluviales
- Tributarios de Caudal Transitorio.
- ~ Cauce Funcional del Rio Dorado.

ESCALA APROX. 1:38.500.

Base: Fotografías aéreas a escala aprox. 1:60.000 obtenidas por la Direc. Gral. Agropecuaria en 1971 y 1978.
Cámara Hasselblad 6x6.

CONVENIO C.F.I. PROVINCIA DE SALTA
ESTUDIO DE PROTECCION DE LA CUENCA DEL RIO DORADO

CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES	PROVINCIA DE SALTA
DIRECCION DE COOPERACION TECNICA	MINISTERIO DE ECONOMIA
AREA DE INFRAESTRUCTURA HIDRICA	INSTITUTO DE PLANIFICACION ECONOMICO-SOCIAL

ADMINISTRACION GENERAL DE AGUAS DE LA PROVINCIA DE SALTA

TEMA: GEOMORFOLOGIA

EVOLUCION DEL CAUCE DEL RIO DORADO ENTRE LAS JUNTAS CON EL RIO SECO Y APOLINARIO SARAVIA.

PLANO Nº II 3

TECNICOS PARTICIPANTES:

AGAS: Dr. RODOLFO AMENGUAL
DIBUJO: ESTELA M. de ASCOY